ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РЕЗЬБОВЫЕ

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВИБРОПРОЧНОСТЬ

ГОСТ 27456-87

Издание официальное

Цена 3 коп.

gost.e-ecolog.ru

ІНЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

УДК 62-112.83.001.4:006.354. Группа Г18

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РЕЗЬБОВЫЕ

Порядок проведения испытаний на вибропрочность

ГОСТ 27456—87

Threaded pipe-line connections.
Procedure of vibration strength testing

ОКСТУ 4193

Дата введения 01.01.89

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает порядок испытаний резьбовых соединений трубопроводов на вибропрочность для оценки долговечности резьбовых соединений трубопроводов с заданной вероятностью неразрушения по ГОСТ 20467—85 и схематизации случайных процессов при статистическом представлении результатов оценки вибронагружения соединений по ГОСТ 25.101—83.

Термины, определения и обозначения, применяемые в стандарте, — по ГОСТ 23207—78 и ГОСТ 27.002—83.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Целью испытаний в соответствии с ГОСТ 25.507—85 является обеспечение требуемой безотказности и долговечности резьбовых соединений трубопроводов в эксплуатации.

1.2. Испытания всех видов соединений на вибропрочность должны проводиться при периодических и типовых испытаниях.

1.3. Выбор характеристик процессов нагружения должен соответствовать обобщенной или частной математической модели, учитывающей характер во времени и внутреннюю структуру процесса нагружения близкого к реальным условиям эксплуатации.

1.4. Объем испытаний устанавливается с учетом возможного рассеяния механических свойств материала элементов соединений, подверженных вибрационным нагрузкам, и должен быть достаточным для оценки сопротивления усталости изготовляемых соединений.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена
© Издательство стандартов, 1988

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

2.1. По результатам испытаний определяются: характеристика наклона кривой усталости в системе координат

$$\sigma - \lg N \text{ или } \lg \sigma - \lg N;$$

число циклов до точки перелома кривой усталости;
среднее значение предела выносливости;
среднее квадратическое отклонение значений предела выносливости;
коэффициент чувствительности к асимметрии нагружения.

2.2. Результаты периодических и типовых испытаний в виде характеристик сопротивления усталости вносятся в паспорт партии соединений, из которой произведена выборка испытанных соединений.

Среднее значение и среднее квадратическое отклонение значений предела выносливости представляют в виде экспериментальных выборочных значений и в виде доверительных интервалов для указанных характеристик с доверительными вероятностями 0,95 и 0,99.

3. ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПАРТИЯ

3.1. Испытаниям подвергаются резьбовые соединения в сборе с трубопроводом (или его частью), изготовленные в соответствии с государственными стандартами на конструкцию соединений.

3.2. Соединения, отобранные для испытаний, должны быть случайной выборкой из партии соединений одного типоразмера.

3.3. Объем выборки из партии соединений одного типоразмера устанавливают в зависимости от точности характеристик сопротивления усталости, определяемой доверительными интервалами, которые в относительных величинах не должны превышать

$$\frac{tg}{\sqrt{n}} \cdot \frac{S_R}{\overline{\sigma}_R} \leqslant 0{,}025, \qquad (1)$$

где n – объем выборки, $\overline{\sigma}_R$ – выборочное среднее значение предела выносливости, S_R – выборочное среднее квадратическое отклонение значений предела выносливости, tg – квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности не менее 0,95.

3.4. Для сопоставления характеристик сопротивления усталости с другими характеристиками элементов соединений следует определять те свойства, которые могут существенно повлиять на характеристики сопротивления усталости:

геометрические характеристики элементов в зоне опасного сечения;

шероховатость поверхности элементов в этой же зоне;

характеристики материалов элементов (химический состав, структура, механические свойства и т.д.).

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Испытания соединений осуществляются на прошедшем поверку оборудовании.

4.2. Оборудование должно быть аттестовано с указанием точности воспроизведения и измерения нагрузок, а также точности регистрации числа циклов переменных нагружений.

4.3. Оборудование при испытаниях должно обеспечивать;

внутреннее пульсирующее или статическое давление, равное полуторакратному условному давлению, установленному стандартом на конструкцию соединений;

вибронагружение, обеспечивающее в опасных сечениях элементов соединений растягивающие напряжения, близкие по величине пределу текучести материалов.

4.4. Оборудование должно быть оснащено.

средствами регистрации внутреннего давления;

приборами регистрации напряжений растяжения в опасных сечениях элементов конструкций;

счетчиком числа циклов переменных напряжений;

автоматическим выключателем оборудования при потере соединением герметичности из-за усталостного повреждения элементов.

5. УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ

5.1. Испытания соединений на вибропрочность должны проводиться по схеме и в условиях, наиболее близких к эксплуатационным, и вызывать усталостное повреждение.

5.2. Соединения испытывают в условиях совместного действия внутреннего регулярного или случайного нагружения давлением и регулярного или случайного вибронагружения.

5.3. Вибронагружение задают при испытаниях в диапазоне растягивающих напряжений от 0,9 предела текучести материала до предела выносливости элементов.

5.4. Соединения должны быть собраны с моментами затяжки отдельных элементов, обеспечивающими герметичность во всем диапазоне нагрузок в течение всего периода испытаний.

5.5. Предельным напряжением соединения считается потеря герметичности из-за усталостного повреждения элементов.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

6.1. Выход испытательного оборудования на режим испытаний должен осуществляться без повышений установленных программой испытаний уровней внутреннего давления и вибрационной нагрузки.

6.2. Испытания каждого соединения необходимо проводить вплоть до потери герметичности соединения из-за усталостного разрушения элементов.

6.3. Если долговечность соединения лимитирует один элемент, испытания соединения прекращаются после усталостного разрушения данного элемента.

6.4. При близких вероятностях усталостного разрушения двух элементов соединения с потерей герметичности из-за усталостного повреждения одного элемента испытания не прекращаются, а продолжаются после замены поврежденного элемента до усталостного разрушения второго элемента.

6.5. Программу испытаний составляют с учетом следующих условий:

вида соединения;

материала элементов соединения;

области применения, определяющей характер нагружения, а также результаты сопоставления средних значений предела выносливости, полученных по оцениваемой программе и прямыми статистическими оценками после фиксированного числа циклов нагружений.

7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

7.1. Результаты испытаний для описания одной кривой усталости представляют в виде значений растягивающих нагружений (σ_i), перпендикулярных усталостной трещине на поверхности опасного сечения элементов, и соответствующих напряжениям чисел циклов (N_i) до предельного напряжения.

7.2. Характеристики сопротивления усталости по результатам испытаний вычисляют методами регрессионного анализа или наименьших квадратов с использованием уравнений кривой усталости, описывающих как наклонный, так и горизонтальный участки кривой усталости. Уравнения кривой усталости должны содержать следующие параметры:

характеристику наклона кривой усталости в системе координат

$$\sigma - \lg N \left(V = \left| \frac{d\sigma}{d \lg N} \right| \right) \text{ или } \lg \sigma - \lg N \left(m = \left| \frac{d \lg N}{d \lg \sigma} \right| \right);$$

число циклов до точки перелома кривой усталости (N);

среднее значение предела выносливости ($\bar{\sigma}_R$).

Вид уравнения кривой усталости не регламентируется.

Решение о применимости уравнения для определения характеристик сопротивления элементов соединений усталости принимают по положительным результатам сопоставления средних значений предела выносливости, полученных с использованием уравнения и прямыми статистическими оценками.

7.3. Для каждого испытанного соединения с использованием уравнения кривой усталости определяют случайное значение предела выносливости поврежденного элемента (σ_{Ri}), а для всей выборки испытанных элементов – среднее квадратическое отклонение значений предела выносливости:

$$S_R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot (\bar{\sigma}_{Ri} - \bar{\sigma}_R)^2}. \qquad (2)$$

7.4. Для среднего значения и среднего квадратического отклонения значений предела выносливости определяют доверительные интервалы с доверительной вероятностью 0,95 и 0,99.

7.5. По результатам испытаний двух выборок определяют коэффициент чувствительности асимметрии нагружения элементов соединений при симметричных и отнулевых циклах нагружения. При этом используют значения предела выносливости для симметричного ($\bar{\sigma}_{-1}$) и отнулевого ($\bar{\sigma}_0$) нагружений:

$$\psi = \frac{2\bar{\sigma}_{-1}}{\bar{\sigma}_0} - 1. \qquad (3)$$

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ

8.1. Результаты испытаний и характеристики сопротивления усталости элементов соединений представляют в виде протоколов (приложение 1 и 2).

8.2. Пример испытаний приведен в справочном приложении 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

ПРОТОКОЛ № _____

Результаты испытаний соединений

1. Завод-изготовитель . . . . . .
2. Маркировка соединения . . . . . .
3. Испытательное оборудование . . . . . .
. . . . . .
4. Характеристика нагружения давлением . . . . . .
5. Характеристика вибронагружения . . . . . .
. . . . . .
6. Максимальное значение давления . . . . . .
. . . . . .
7. Коэффициент асимметрии цикла . . . . . .
8. Число испытанных соединений . . . . . .

Начало . . . . . конец . . . . . испытаний.

№ п/п	Обозначение соединения по ГОСТ	Поврежденный элемент	Максимальное напряжение изгиба, МПа	Число циклов до предельного повреждения в тыс. циклов

Ответственный за испытания _____
(подпись)

Начальник отдела _____
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ПРОТОКОЛ № _____

Характеристики сопротивления усталости соединений

1. Обозначение соединений по ГОСТ . . . . . .
2. Завод-изготовитель . . . . . .
3. Маркировка . . . . . .
4. Максимальное давление . . . . . .
5. Частота пульсации давления . . . . . .
6. Частота циклического изгиба . . . . . .
7. Число испытанных соединений . . . . . .
8. Число поврежденных элементов:
   а) элемент _____ (наименование) . . . . . .
   б) элемент _____ (наименование) . . . . . .

Протокол составлен _____ (дата)

№ п/п	Поврежденный элемент	R	V (или m)	N_G тыс. циклов	$\bar{\sigma}_R$ МПа	Доверительный интервал МПа	S_R, МПа	Доверительный интервал МПа	ψ

Ответственный исполнитель _____ (подпись)

Начальник отдела _____ (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ИСПЫТАНИЯ НА ВИБРОПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ 2–12–М16 × 1,5 ГОСТ 24074–80

Ввертные концы штуцеров и гнезда под них изготавливают по ГОСТ 22526–77. Штуцер с корпусной деталью уплотняется с помощью медной прокладки (ГОСТ 23358–87) в отожженном состоянии, материал трубопровода (труба 12 × 1) – сталь 20. Испытательная партия соединений собирается (штуцера ввернуты в корпус, а врезающиеся кольца поджаты накидной гайкой) с моментами затяжки, которые обеспечивают герметичность зон свинчивания во всем диапазоне нагрузок.

Моделирование эксплуатационных условий работы соединений осуществляют на специальной установке, позволяющей одновременно нагружать соединения циклическим изгибающим моментом и внутренним давлением жидкости. Испытанию подвергают выборку соединений – 16 шт. Каждое соединение испытывают при постоянной амплитуде напряжений изгиба, изменяющейся от соединения к соединению с шагом 5 МПа. За базу испытаний принимают $2{,}5 \cdot 10^6$ циклов нагружения. Напряжения в местах разрушения элементов соединения определяют по результатам тензометрирования действующего изгибающего момента и геометрическим размерам сечения.

Анализ результатов испытаний показывает, что на всех уровнях напряжений отказы соединений происходят из-за усталостного разрушения трубопроводов, следовательно долговечность соединения в целом лимитируется трубопроводом. Результаты испытаний соединений приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п.	1	2	3	4	5	6	7	8
σ, МПа	243,2	240,3	231,4	215,7	211,8	194,2	185,3	183,4
N, тыс. цикл.	36,0	42,0	54,0	108,0	117,0	180,0	258	525

Продолжение табл. 1

№ п/п.	9	10	11	12	13	14	15	16
σ, МПа	175,5	174,6	172,6	160,8	159,8	158,9	155,9	155,9
N, тыс. цикл.	531	345	381	1584	822	2235	1056	1275

Статистическую обработку результатов испытаний проводят с использованием уравнения кривой усталости

$$N = \frac{Q}{\sigma} \cdot \ln\left\{1 + \left[\exp\left(\frac{\sigma - \sigma_R}{V_0}\right) - 1\right]^{-1}\right\}, \qquad (1)$$

где N – число циклов до разрушения;

σ – максимальное напряжение цикла, МПа;

σ_R – предел выносливости при коэффициенте асимметрии R;

V_0 – параметр, характеризующий наклон кривой усталости, МПа;

$Q = N_G \cdot \bar{\sigma}_R$ – коэффициент сопротивления усталости, МПа · цикл;

N_G – число циклов до точки нижнего перелома кривой усталости;

$\bar{\sigma}_R$ – среднее значение предела выносливости, МПа.

При обработке экспериментального ряда значений N_i и σ_i используют метод наименьших квадратов и уравнение (1) в записи

$$y_i = \bar{\sigma}_R + V_0 \cdot z_i ,$$

где

$$y_i = \sigma_i;\ z_i = \ln\left\{1 + \left[\exp\left(\frac{N_i \cdot \sigma_i}{Q}\right) - 1\right]^{-1}\right\}.$$

Обработку ведут следующим образом. Задаются значением Q и определяют $\bar{\sigma}_R$ и V_0:

$$\bar{\sigma}_R = \frac{\left(\sum\limits_{i=1}^{k} z_i^2\right)\left(\sum\limits_{i=1}^{k} y_i\right) - \left(\sum\limits_{i=1}^{k} y_i \cdot z_i\right) \cdot \left(\sum\limits_{i=1}^{k} z_i\right)}{k\left(\sum\limits_{i=1}^{k} z_i^2\right) - \left(\sum\limits_{i=1}^{k} z_i\right)^2},$$

$$V_0 = \frac{k\left(\sum\limits_{i=1}^{k} y_i \cdot z_i\right) - \left(\sum\limits_{i=1}^{k} y_i\right) \cdot \left(\sum\limits_{i=1}^{k} z_i\right)}{k\left(\sum\limits_{i=1}^{k} z_i^2\right) - \left(\sum\limits_{i=1}^{k} z_i\right)^2}$$

За искомое значение Q, а также значения σ_R и V_0 принимают расчетные значения, при которых

$$\sum_{i=1}^{k} (\sigma_{Ri} - \bar{\sigma}_R)^2 = \min.$$

Вычисления параметров уравнения кривой усталости проводят на ЭВМ ЕС-1020. Получают следующие значения параметров, соответствующие минимальному значению суммы $\Sigma (\sigma_{Ri} - \bar{\sigma}_R)^2 = 421{,}83\ \text{МПа}^2$

$$\bar{\sigma}_R = 156{,}36\ \text{МПа},$$
$$V_0 = 39{,}89\ \text{МПа},$$
$$Q = 7{,}72 \cdot 10^7\ \text{МПа} \cdot \text{цикл}.$$

Используя найденные значения $\bar{\sigma}_R$ и Q, оценивают число циклов до точки перелома кривой усталости

$$N_G = \frac{Q}{\bar{\sigma}_R} = 4{,}94 \cdot 10^5\ \text{циклов}.$$

Так как вычисленное значение меньше $2{,}5 \cdot 10^6$ циклов, принятую базу испытаний можно считать достаточной.

Определяют квадратическое отклонение и доверительные интервалы для среднего и квадратического отклонения значений пределов выносливости

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} (\sigma_{Ri} - \bar{\sigma}_R)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{421{,}83}{16-1}} = 5{,}3\ \text{МПа}. \qquad (2)$$

$$\bar{\sigma}_{R\,max} = \bar{\sigma}_R + tg_k \frac{S}{\sqrt{n}} = 159{,}18 \text{ МПа},$$

$$\bar{\sigma}_{R\,min} = \bar{\sigma}_R - tg_k \frac{S}{\sqrt{n}} = 153{,}53 \text{ МПа},$$

$tg_k = 2{,}132$ (для $k = n - 1 = 15$ при доверительной вероятности 0,95);

$$S_{max} = S \cdot z_2 = 8{,}24 \text{ МПа},$$

$$S_{min} = S \cdot z_1 = 3{,}91 \text{ МПа},$$

$z_1 = 0{,}738$, $z_2 = 1{,}554$ (для $n = 16$ при доверительной вероятности 0,95).
Определяют точность оценки среднего значения предела выносливости

$$a = tg_k \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{S}{\bar{\sigma}_R} = 2{,}132 \frac{1}{16} \cdot \frac{5{,}3}{156{,}36} = 0{,}018.$$

Это позволяет сделать вывод о достаточном объеме испытанной выборки.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Академией наук БССР, Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ

Е.К. Почтенный (руководитель темы); А.И. Журавель; Б.В. Максимовский; Г.В. Поляков; С.П. Порицкий

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.10.87 № 4038

3. **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

4. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, приложения
ГОСТ 25.101–83	Вводная часть
ГОСТ 25.507–85	1.1
ГОСТ 27.002–83	Вводная часть
ГОСТ 20467–85	Вводная часть
ГОСТ 22526–77	Приложение 3
ГОСТ 23207–78	Вводная часть
ГОСТ 23358–87	Приложение 3
ГОСТ 24074–80	Приложение 3

Редактор *А. Л. Владимиров*
Технический редактор *М. И. Максимова*
Корректор *В. С. Черная*

Сдано в наб. 19.11.87 Подп. в печ. 04.01.88 0,75 усл. п.л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,61 уч.-изд.л. Тир. 25 000 Цена 3 коп.

Ордена "Знак Почета" Издательство стандартов, 123840, ГСП, Новопресненский пер., 3
Набрано в Издательстве стандартов на НПУ
Тип. "Московский печатник". Москва, Лялин пер., 6. Зак. 6016

gost.e-ecolog.ru