ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РЕЗЬБОВЫЕ

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВИБРОПРОЧНОСТЬ

ГОСТ 27456-87

Издание официальное

Цена 3 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

УДК 62-112^3.001.4:006.354. Группа Г18

Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т С О Ю З А С С Р

СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РЕЗЬБОВЫЕ

Порядок проведения испытаний на вибро прочно ст*>

ГОСТ

27456-87

Threaded pipe-line connections.
Procedure of vibration strength testing

ОКСТУ 4193

Дата введения 01.01.89

Несоблюдение стандарта преследует^* по закону

Настоящий стандарт устанавливает порядок испытании резьбовых соединений трубопроводов на вибро прочность для оценки долговечности резьбовых соединений трубопроводов с заданной вероятностью нераэрушения по ГОСТ 20467-85 и схематизации случайных процессов при статистическом представлении результатов оценки вибронагружения соединений по ГОСТ 2$.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 нЯ вибро прочность 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

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

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

a — lg N или ig a — lg#;

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

$$tg \quad 5d \quad * <0,025, \qquad (1)$$
$$\sqrt{n} \quad °R$$

где n — объем выборки, or — выборочное среднее значение предела выносливости, S_R — выборочное среднее квадратическое отклонение значений предела выносливости, $Щ$ — квантиль распределения. Стьюдента при доверительной вероятности не менее 0,95.

Т.4. Для сопоставления характеристик сопротивления усталости с другими характеристиками элементов соединений следует определять те свойства, которые могут существенно повлиять на хапактеристики 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 вибро прочность 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 (а,-)» перпендикулярных усталостной трещине на поверхности опасного сечения элементов, и соответствующих напряжениям чисел циклов *(N_f)* 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 (7V);

среднее значение предела выносливости (ff^).

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$_V$ Для каждого испытанного соединения с использованием уравнения кривой усталости определяют случайное значение предела выносливости поврежденного элемента (0£/), 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 (a$_{-1}$) иотнулевого *(a$_0$)* нагружений:

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

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 м®

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 из-гиба, 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) ■атт^мйнгт— ....
   (наименование)
   б) >апрмрит .....
   (наименование)

Протокол составлен -.... -
(дата)

N" п/п	Повреж-денный элемент	*R*	*V* (или *tn*)	*Ng* тыс. циклов	*OR* МПа	Довери-тельный интервал МПа	*SR>* МПа	Довери-тельный интервал МПа	*Ф*

Ответственный исполнитель
(подпись)

Начальник отдела
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ИСПЫТАНИЯ НА ВИБРОПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ 2-12-М16 Х 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 Х 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 $2,5 * 10^6$ 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.

Т а б л и ц а !

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

Продолжение табл. I

№ п/п.	**9**	**10**	**11**	12	**13**	**14**	**15**	**16**
а, МПа	175,5	174,6	172,6	160,8	159,8	158,9	155,9	155,9
7V, тыс. цикл.	531	345	381	1584	822	2235	1056 |	1275

Статистическую обработку результатов испытаний проводят с использованием уравнения кривой усталости

$$N = \left[\frac{\sigma - \sigma_R}{\sigma_R} \cdot \ln\left(1 + \exp\left(\frac{\sigma - \sigma_R}{\sigma_R}\right)\right) \right]^{-K} \quad (1)$$

где N — число циклов до разрушения;

σ — максимальное напряжение цикла, МПа;

σ_R — предел выносливости при коэффициенте асимметрии R;

K — параметр, характеризующий наклон кривой усталости, МПа;

$Q = N_q \cdot \sigma_R$ — коэффициент сопротивления усталости, МПа * цикл;

N_q - число циклов до точки нижнего перелома кривой усталости;

a_R - среднее значение предела выносливости, МПа.

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

$$y = \ln N + y\sigma \cdot K,$$

Обработку ведут следующим образом. Задаются значением Q и определяют σ_r и y_a:

$$\sigma_R = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^{n} y_i}{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^{n} x_i^2}$$

$$y_\sigma = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} y_i \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i^2}{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^{n} x_i^2}$$

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

$$\sum (y_i - \bar{y})^2 = \min$$

Вычисления параметров уравнения кривой усталости проводят на ЭВМ ЕС-1020. Получают следующие значения параметров, соответствующие минимальному значению суммы $\sum (\sigma_R - \sigma_R)^2 = 421{,}83$ МПа^2

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

Используя найденные значения σ_r и Q, оценивают число циклов до точки перелома кривой усталости

$$N_G = \frac{Q}{\sigma_R} = 4{,}94 \cdot 10^6 \text{ циклов}.$$

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

$$S_\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\sigma_R - \sigma_R)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{421{,}83}{9}} = 5{,}3 \text{ МПа}. \quad (2)$$

max = $^{a}R^{+}$ « *к* = 159,18 МПа,

0Rmin = ~ * у=Г“ = 153,53 МПа,

= 2,132 (для Дг = й - 1 = 15 при доверительной вероятности 0,95);

^тах — ^ * $_{z\,2}$ **~ 8,24 МПа,**

^min “ 5 * z, = 3,91 МПа,

г, = 0,738, z_2 = 1,554 (для и = 16 при доверительной вероятности 0,95) .
Определяют точность оценки среднего значения предела выносливости

a= tg_k *” 2,132 — 16 ---- =0,018. *56,36

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. Порицкнй

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 **дауна ссыпка**	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

Редактора. *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 уел. пл. 0,75 уел. кр.-отт. 0,61** уч.-издл. **Тир. 2$ 000 Цена 3 коп.**

Ордена ”Знак Почета” Издательство стандартов, 1 2 3840, ГСП,
Ново пресненский пер., 3
Набрано в Издательстве *стандартов на ИПУ*
Тип. ''Московский печатник”. Москва, Лялин пер., 6. Зак. 60/6