ГОСТ 22976-78*

Группа Г19

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГИДРОПРИВОДЫ, ПНЕВМОПРИВОДЫ И СМАЗОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Правила приемки

Hydraulic drives, pneumatic actuators and lubricating systems.
Acceptance rules

ОКП 41 4000, 41 5000

Дата введения 1980-07-01

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 16 февраля 1978 г. N 469 срок введения установлен с 01.07.80

Проверен в 1984 г. Постановлением Госстандарта от 13.12.84 N 4309 срок действия продлен до 01.07.90[1)]

[1)] Ограничение срока действия снято по протоколу N 4-93 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации. (ИУС N 4, 1994 год). - Примечание изготовителя базы данных.

* ПЕРЕИЗДАНИЕ (ноябрь 1984 г.) с Изменением N 1, утвержденным в декабре 1984 г. (ИУС 3-85).

ВНЕСЕНО Изменение N 2, утвержденное и введенное в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20.12.88 N 4288 с 01.06.89

Изменение N 2 внесено изготовителем базы данных по тексту по тексту ИУС N 3, 1989 год

Настоящий стандарт распространяется на гидроприводы, пневмоприводы, смазочные системы и устройства, входящие в их состав.

Стандарт устанавливает общие правила приемки изделий серийного, массового и единичного производства.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Приемка изделий должна осуществляться в соответствии с настоящим стандартом и стандартами и техническими условиями на изделия, а на предприятиях, где введена Госприемка, кроме того, с ГОСТ 26964-86.

(Измененная редакция, Изм. N 1, 2).

1.2. (Исключен, Изм. N 2).

1.3. Изделия серийного и массового производства должны подвергаться приемо-сдаточным, периодическим и, при необходимости, типовым испытаниям.

Определение видов испытаний - по ГОСТ 16504-81.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

1.4. Изделия единичного производства должны подвергаться приемо-сдаточным испытаниям.

1.5. Испытания изделий, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур и в районах с тропическим климатом, должны проводиться с учетом требований ГОСТ 15151-69 и ГОСТ 9.048-75.

(Измененная редакция, Изм. N 1, 2).

1.6. Изделия должны быть подготовлены к испытаниям в соответствии с эксплуатационной документацией.

1.7. Базовые модели, подвергаемые периодическим и типовым испытаниям, должны быть указаны в стандартах или технических условиях на изделие.

Результаты испытаний базовой модели допускается распространять на весь типоразмерный ряд.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

1.8. При выборочном контроле отбор образцов для испытаний должен производиться в соответствии с ГОСТ 18321-73.

1.9. Объем испытаний, кроме типовых, должен устанавливаться в стандартах и технических условиях на конкретные изделия в соответствии с требованиями настоящего стандарта и стандартов на правила приемки и методы испытаний отдельных видов изделий.

(Измененная редакция, Изм. N 1).

1.10. При всех видах испытаний должны проверяться функционирование и наружная герметичность изделий или допустимая норма утечки, кроме тех случаев, когда последняя не предусматривается стандартами и техническими условиями на конкретные изделия.

(Измененная редакция, Изм. N 1, 2).

1.11. Испытания на надежность должны проводиться на испытательных стендах. Допускается проведение испытаний на надежность при эксплуатации изделий.

Методика выбора места проведения испытаний на надежность приведена в рекомендуемом приложении 1.

Теоретическое обоснование методики выбора количества образцов для испытаний и места их проведения приведены в справочном приложении 4.

Допускается не проводить испытания на надежность изделий, состоящих, в свою очередь, из изделий, для которых показатели надежности определены. В этом случае показатели надежности должны устанавливаться в зависимости от показателей надежности составляющих изделий.

1.12. При проведении испытаний на надежность при эксплуатации изделий сбор и обработка информации должны проводиться в соответствии с ГОСТ 16468-79, ГОСТ 27.503-81, ГОСТ 27.502-81*, ГОСТ 17526-72.

---

* Вероятно, ошибка оригинала. Следует читать: ГОСТ 27.502-83. - Примечание изготовителя базы данных.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

1.13. При наличии методик проведения ускоренных испытаний определение показателей надежности должно проводиться по этим методикам.

1.14. Результаты испытаний на надежность должны оформляться отдельным протоколом.

1.15. Изделия, прошедшие испытания на ресурс до наступления предельного состояния, реализации не подлежат.

(Измененная редакция, Изм. N 1).

Разделы 2, 3. (Исключены, Изм. N 2).

4. ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ И ПРЕДЪЯВИТЕЛЬСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

---

* Наименование раздела. Измененная редакция, Изм. N 2.

4.1. Приемо-сдаточные испытания изделий серийного и массового производства

4.1.1. Приемо-сдаточным испытаниям должно подвергаться каждое изделие серийного или массового производства.

Допускается выборочный контроль изделий, если это предусмотрено в стандартах и технических условиях на конкретные изделия.

4.2. Приемо-сдаточные испытания изделий единичного производства

4.2.1. Приемо-сдаточным испытаниям должно подвергаться каждое изделие единичного производства.

4.2.2. Объем испытаний изделий должен устанавливаться по согласованию между организацией-разработчиком, предприятием-изготовителем и заказчиком.

Допускается проводить испытания на предприятии-изготовителе по сокращенной программе с последующими дополнительными испытаниями при эксплуатации изделий.

4.3. На предприятиях с Госприемкой продукции приемо-сдаточные испытания проводят работники Госприемки.

В этом случае отдел технического контроля предприятия-изготовителя проводит предъявительские испытания в объеме не менее приемо-сдаточных испытаний, и на приемо-сдаточные испытания предъявляют изделия, прошедшие предъявительские испытания.

По согласованию с Госприемкой предъявительские и приемо-сдаточные испытания в обоснованных случаях допускается совмещать.

(Введен дополнительно, Изм. N 2).

5. ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

5.1. Изделия, предъявляемые к периодическим испытаниям, следует выбирать со склада готовой продукции предприятия-изготовителя по правилам формирования случайных выборок.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

5.2. Периодичность проведения испытаний устанавливается стандартами на правила приемки и методы испытаний отдельных видов изделий и стандартами и техническими условиями на конкретные изделия в зависимости от количественного выпуска. При этом периодические испытания изделий должны проводиться не реже одного раза в три года. Изделия, на испытания которых при номинальных параметрах затрачивается мощность более 50 кВт, допускается испытывать не реже одного раза в четыре года.

(Измененная редакция, Изм. N 1).

5.3. При периодических испытаниях должны быть проверены все показатели и требования (в том числе показатели надежности), установленные в стандартах или технических условиях на изделия, за исключением вибрационной характеристики, параметров виброустойчивости и вибропрочности, функциональных зависимостей параметров и функционирования при предельных температурах, если они определены или проверены при других видах испытаний.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

5.4. Количество образцов, подвергаемых периодическим испытаниям, должно быть не менее двух.

Методика определения количества образцов для контроля гамма-процентного ресурса при периодических испытаниях приведена в рекомендуемом приложении 3.

5.5. Результаты периодических испытаний следует оформлять протоколом, а на предприятиях, где введена Госприемка, актом по ГОСТ 26964-86.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

5.6. При неудовлетворительных результатах периодических испытаний недостатки устраняют, после чего испытания повторяют или продолжают на тех же образцах или таком же количестве образцов. Объем испытаний должен определяться в зависимости от характера выявленных недостатков.

(Измененная редакция, Изм. N 1).

6. ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

6.1. Типовые испытания должны проводиться на предприятии-изготовителе с участием организации-разработчика после внесения изменений в конструкцию или технологию изготовления.

(Измененная редакция, Изм. N 1).

6.2. Необходимость проведения типовых испытаний, количество образцов изделий и объем типовых испытаний устанавливают по согласованию между организацией-разработчиком и предприятием-изготовителем в зависимости от характера внесенных изменений.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

6.3. Результаты типовых испытаний должны оформляться, как указано в п.5.5.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (рекомендуемое). ВЫБОР МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

1. Для выбора места проведения испытаний на надежность - на испытательном стенде или при эксплуатации - производят расчет критерия n по формуле

$$n = \sqrt{\frac{b_{от} N T_{и} \chi^2_{\alpha, 2c+2}}{2 b_{и}}} - \frac{\chi^2_{\alpha, 2c+2}}{4} + \frac{c}{2}, \qquad (1)$$

где $b_{от}$ - потери в эксплуатации из-за отказа одного изделия, руб.;

N - годовой выпуск изделий, шт.;

$T_{и}$ - продолжительность испытаний на надежность, годы;

$\chi^2_{\alpha, 2c+2}$ - квантиль χ^2-распределения, зависящая от доверительной вероятности α и значения c;

$b_{и}$ - стоимость испытаний на надежность одного изделия, руб.;

c - заданное допустимое количество отказов в выборке испытываемых изделий.

Если заданное количество отказов $c = 0$, то формула (1) принимает вид

$$n = \sqrt{\frac{b_{от} N T_{и} \chi^2_{\alpha, 2}}{2 b_{и}}} - \frac{\chi^2_{\alpha, 2}}{4}. \qquad (2)$$

2. За величину годового выпуска N принимается суммарный объем выпуска всех исполнений изделия, представитель которых подвергается испытаниям. Для периодических испытаний значение берется из годового плана предприятия-изготовителя (или предприятий-изготовителей). Для предварительных испытаний, когда серийность производства может быть еще неизвестной, значение величины N принимается ориентировочно.

3. Квантиль-распределения берется из табл.1 настоящего приложения в зависимости от доверительной вероятности α и числа степеней свободы $2c + 2$.

Таблица 1

Квантили χ^2-распределения

Допускаемое количество отказов в выборке c	Число степеней свободы $2c+2$	Доверительная вероятность α							
		0,700	0,800	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,999
0	2	2,41	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6	13,8
1	4	4,88	5,99	7,78	9,49	11,1	13,3	14,9	18,5
2	6	7,23	8,56	10,6	12,6	14,4	16,8	18,5	22,5
3	8	9,52	11,0	13,4	15,5	17,5	20,1	22,0	26,1
4	10	11,8	13,4	16,0	18,3	20,5	23,2	25,2	29,6
5	12	14,0	15,8	18,5	21,0	23,3	26,2	28,3	32,9
6	14	16,2	18,2	21,1	23,7	26,1	29,1	31,3	36,1
7	16	18,4	20,5	23,5	26,3	28,8	32,0	34,3	39,3
8	18	20,6	22,8	26,0	28,9	31,5	34,8	37,2	42,3
9	20	22,8	25,0	28,4	31,4	34,2	37,6	40,0	45,3
10	22	24,9	27,3	30,8	33,9	36,8	40,3	42,8	48,3

Доверительная вероятность выбирается при планировании испытаний на надежность в зависимости от назначения изделия. Для большинства машин, оснащенных гидроприводами, пневмоприводами и смазочными устройствами, значение этой величины может быть принято равным 0,8-0,9.

Допускаемое количество отказов c в выборке задается при планировании испытаний на надежность.

4. Формулы для определения величин $T_{\text{и}}$ и $b_{\text{и}}$ приведены в табл.2.

Таблица 2

Дополнительные расчетные формулы

Определяемый показатель	Формула	Обозначения
Продолжительность испытаний в годах	$T_{\text{и}} = \dfrac{T_{\text{р}}}{tiS}$	$T_{\text{р}}$ - величина наработки при испытаниях на надежность, часы или циклы; t - количество часов или циклов, нарабатываемых за смену; i - сменность испытаний (i = 1, 2 или 3); S - количество рабочих дней в году
Стоимость испытаний одного гидроустройства (смазочного устройства)	$b_{\text{и}}^{(\text{г})} = b_{\text{с}} + b_{\text{зи}} + b_{\text{а}} + b_{\text{э}} + b_{\text{ж}} + + b_{\text{в}} + b_{\text{ци}}$	b_c - себестоимость изготовления одного испытываемого изделия, руб.; $b_{\text{ци}}$ - цеховые расходы при испытаниях в пересчете на одно изделие, руб.
Стоимость испытаний одного пневмоустройства	$b_{\text{и}}^{(\text{п})} = b_{\text{с}} + b_{\text{зи}} + b_{\text{а}} + b_{\text{г}} + b_{\text{ци}}$	

Расходы на заработную плату испытателей и отчисления на социальное страхование в пересчете на одно изделие	$b_{зи} = Ezq = Ez\frac{T_р}{t}$	E - средняя зарплата работника, обслуживающего испытания и отчисления на социальное страхование за одну рабочую смену, руб.; z - среднее количество работников, необходимое для обслуживания испытаний одного изделия; q - количество рабочих смен, за которое проведены испытания

Расходы на амортизацию испытательных стендов в пересчете на одно изделие	$b_а = \frac{B_{ис} H_а T_и}{m}$	$B_{ис}$ - первоначальная стоимость испытательного стенда (без изделия и рабочей жидкости), руб.; $H_а$ - норматив годовых амортизационных отчислений, руб.; $T_и$ - время работы источника рабочей жидкости (смазочного материала) при испытаниях; m - количество изделий, одновременно испытываемых на стенде
Стоимость электроэнергии, затраченной на испытания одного изделия	$b_э = \frac{P_и T_и Ц_э}{l}$	$P_и$ - потребляемая мощность источника рабочей жидкости (смазочного материала), кВт; $Ц_э$ -стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.; l - количество изделий, питаемых от одного источника рабочей жидкости (смазочного материала)

Стоимость израсходованной рабочей жидкости (смазочного материала) в пересчете на одно изделие	$b_{ж} = \frac{Ц_{ж} \rho V_{ж} T_{и}}{m T_{ж}}$	$Ц_{ж}$ - оптовая цена рабочей жидкости (смазочного материала), руб.; ρ - плотность рабочей жидкости (смазочного материала); $V_{ж}$ - вместимость бака испытательного стенда, м^3; $T_{ж}$ - срок службы рабочей жидкости (смазочного материала), годы
Стоимость израсходованного рабочего газа в пересчете на одно изделие	$b_{г} = Ц_{г} Q_{г} T_{р}$	$Ц_{г}$ - стоимость 1 м^3 сжатого воздуха, руб.; $Q_{г}$ - расход воздуха через испытуемое изделие, м^3/ч
Стоимость охлаждающей воды в пересчете на одно изделие	$b_{в} = \frac{Ц_{в} Q_{в} T_{р}}{m}$	$Ц_{в}$ - стоимость 1 м^3 охлаждающей воды, руб.; $Q_{в}$ - расход охлаждающей воды в одном стенде, м^3/ч

Цеховые расходы при испытаниях $b_{цн}$ определяют в зависимости от условий на предприятии-изготовителе. В их состав входит приходящаяся на одно изделие доля затрат на содержание и амортизацию помещения, охрану труда, пополнение малоценного инвентаря и др.

5. Величину потерь $b_{от}$ из-за отказа одного изделия определяют в соответствии с методикой "Определение экономического ущерба от отказов" (М., Изд-во стандартов, 1975).

6. Если подсчитанная по формулам (1) или (2) величина $n \geq 1$, то испытания на надежность экономически целесообразно проводить на испытательном стенде. Если $n < 1$, то испытания на надежность целесообразно проводить при эксплуатации изделий.

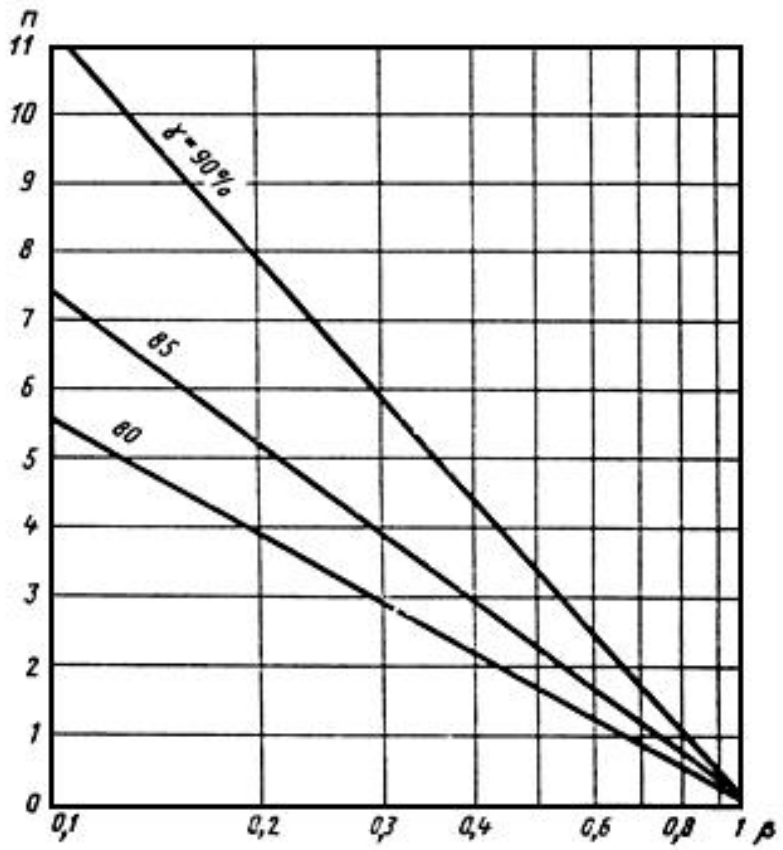
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (рекомендуемое)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

(Исключено, Изм. N 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (рекомендуемое). ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГАММА-ПРОЦЕНТНОГО РЕСУРСА ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое



n - количество образцов; γ - заданная вероятность гамма-процентного ресурса; β - риск потребителя

Если нет оговоренных требований потребителя, то риск β определяют следующим образом.

По таблице настоящего приложения определяют коэффициенты весомости $\omega_{\text{г}}$ и значения факторов $F_{\text{г}}$, которые обусловливают риск потребителя β. Фактору с большей значимостью соответствует меньший ранг.

Ранг фактора r	Коэффициент весомости ω_r	Наименование фактора	Значение факторов F_r	
			1	0
1	$1/2$	Назначение изделия	Ответственное	Неответственное
2	$1/3$	Последствия отказа	Значительное	Незначительное
3	$1/6$	Тип производства	Массовое, серийное	Мелкосерийное, единичное

Величину β определяют по формуле

$$\beta = \beta_{\min}\left[\left(\frac{\beta_{\max}}{\beta_{\min}} - 1\right)\left(1 - \sum_{r=1}^{k}\omega_r F_r\right) + 1\right]. \qquad (1)$$

Минимальное значение риска $\beta_{\min} \leq 0{,}1$.
Максимальное значение риска равно:

для $\gamma = 80\%$ $\beta_{\max} \leq 0{,}30$;

для $\gamma = 85\%$ $\beta_{\max} \leq 0{,}40$;

для $\gamma = 90\%$ $\beta_{\max} \leq 0{,}55$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (справочное). ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И МЕСТА ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

Выбор количества образцов для испытаний и выбор места проведения испытаний оговорен в стандарте только для тех случаев, когда определяются показатели надежности (т.е. для предварительных и периодических испытаний).

1. Выбор количества образцов для испытаний на надежность при предварительных испытаниях.

В стандарте установлено, что для определения показателей надежности при предварительных испытаниях следует брать не менее трех образцов каждой испытываемой модели. Эта норма предложена, исходя из следующего.

Принимаем, что для определения нижней доверительной границы среднего ресурса (или средней наработки до отказа) проводят незавершенные испытания n изделий до предельного состояния (или до отказа) $c+1<n$ изделий. Максимальная наработка из отказавших $c+1$ изделий принимается за средний ресурс (среднюю наработку до отказа).

Минимальное количество испытываемых образцов при планируемом $c+1$ отказов подсчитывается по известной формуле для случая биноминального распределения отказов.

$$n_{c+1}=\frac{\chi^2_{p,2c+2}}{2}\left(\frac{1}{1-\frac{\gamma}{100}}-\frac{1}{2}\right)-\frac{c}{2}, \qquad (1)$$

где $\chi^2_{p,2c+2}$ - квантиль χ^2-распределения с $2c+2$ степенями свободы;

p - недостоверность получаемой оценки;

c - число отказов без учета последнего;

γ - заданная вероятность гамма-процентного ресурса, %.

Принимая во внимание, что медианный ресурс ($\gamma=50\%$) в случае нормального распределения наработок до предельного состояния близок к среднему, подсчитаем количество образцов при $c=0$ и $p=0{,}15$

$$n=\frac{\chi^2 0{,}15;\,2}{2}\left(\frac{1}{1-\frac{50}{100}}-\frac{1}{2}\right)=2{,}93\approx 3.$$

Для других наиболее распространенных законов распределения величина p зависит от назначения коэффициента вариации V рассматриваемого распределения. При этом вероятность $\gamma_{ср}$, соответствующая среднему ресурсу (средней наработке до отказа), равна:

для логнормального закона распределения

$$\gamma_{ср} \simeq 1 - F_0\left(\frac{V}{2}\right), \qquad (2)$$

где $F_0(\cdot)$ - табулированная функция нормированного нормального закона распределения:

для закона распределения Вейбулла

$$\gamma_{ср} = \exp\left\{-\left[\Gamma\left(\frac{1}{k}+1\right)\right]^k\right\}, \qquad (3)$$

где $\Gamma(\cdot)$ - гамма-функция;

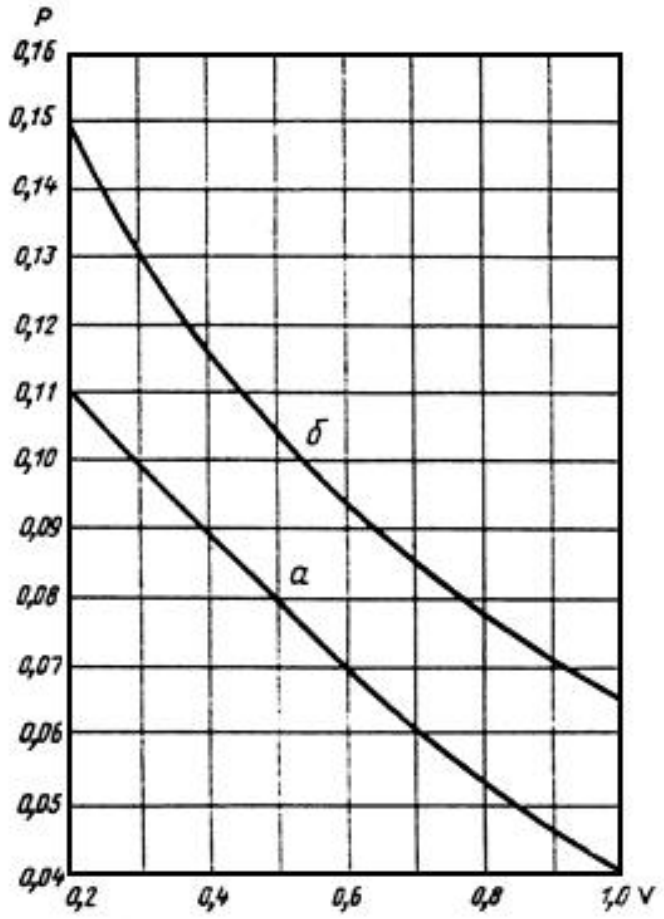
k - показатель степени параметр распределения Вейбулла, зависящий от коэффициента вариации.

Используя выражения (2) и (3), подсчитываем по формуле (1) значения p при n = 3.

Зависимости, представленные на черт.1, показывают, что для рассмотренных распределений недостоверность p оценки среднего ресурса меньше, чем в случае нормального распределения.

Черт.1. Зависимость недостоверности p оценки среднего ресурса от коэффициента вариации V при числе образцов n=3 для разных законов распределения наработок до предельного состояния

Зависимость недостоверности p оценки среднего ресурса от коэффициента вариации V при числе образцов n = 3 для разных законов распределения наработок до предельного состояния



a - логнормальное распределение; $б$ - распределение Вейбулла

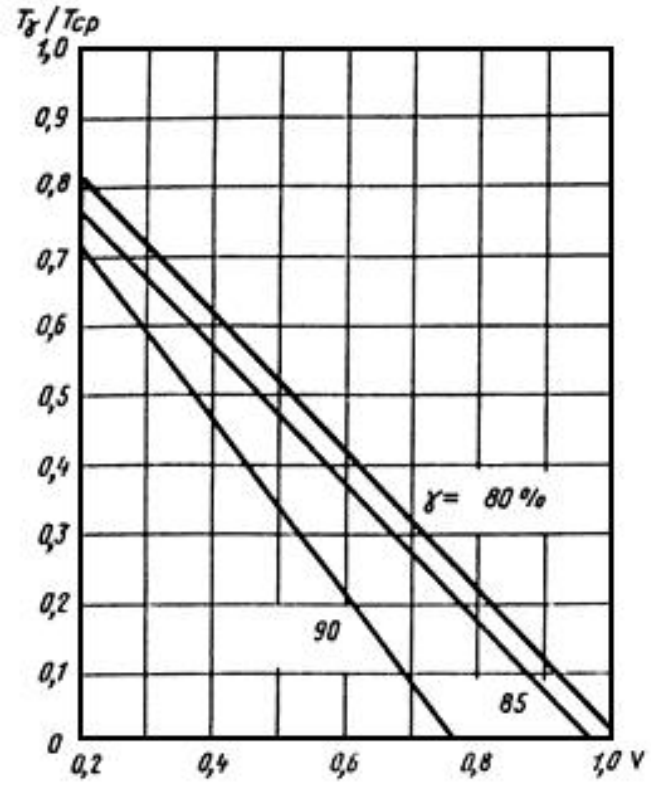
Черт.1

Из выражения (1) при условии $c = 0$ следует, что наработку до первого отказа изделия, отказавшего первым по счету (при условии, что все три образца начали испытывать одновременно), принимают за оценку средней наработки до отказа изделий. Наработку изделия, достигшего предельного состояния первым по счету (при условии, что все три образца начали испытывать одновременно), принимают за оценку среднего ресурса изделий.

Оценку гамма-процентного ресурса изделий рассчитывают исходя из среднего, используя графические зависимости, приведенные на черт.2-4 для различных законов распределения, как функции коэффициента вариации V при заданных значениях вероятности γ гамма-процентного ресурса.

Черт.2. Зависимость отношения T("гамма")/T(ср) от коэффициента вариации V и вероятности "гамма" для нормального закона распределения наработок до предельного состояния

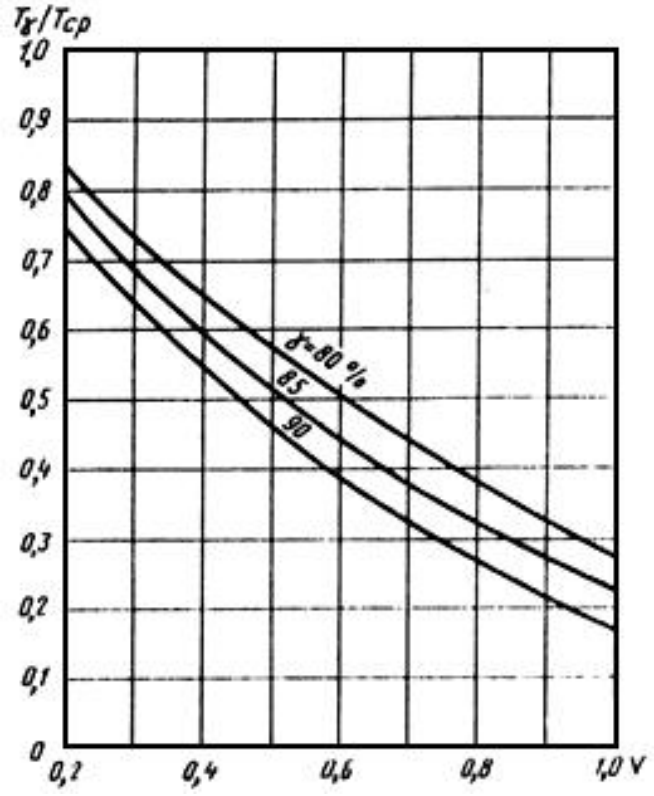
Зависимость отношения $T_\gamma / T_{\text{ср}}$ от коэффициента вариации V и вероятности γ
для нормального закона распределения наработок до предельного состояния



Черт.2

Черт.3. Зависимость отношения T("гамма")/T(ср) от коэффициента вариации V и вероятности "гамма" для логнормального распределения наработок до предельного состояния

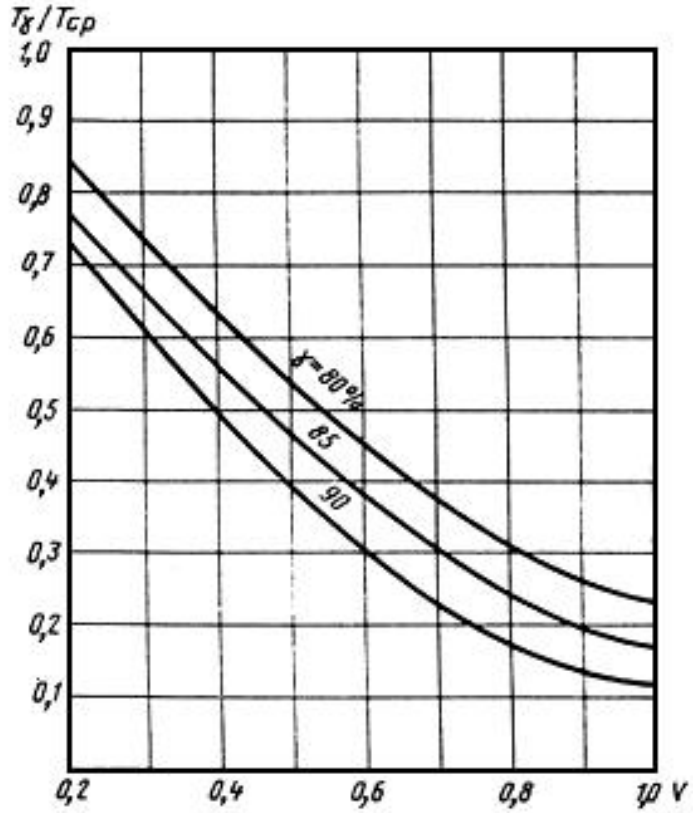
Зависимость отношения $T_\gamma / T_{\text{ср}}$ от коэффициента вариации V и вероятности γ
для логнормального распределения наработок до предельного состояния



Черт.3

Черт.4. Зависимость отношения T("гамма")/T(ср) от коэффициента вариации V и вероятности "гамма" для закона распределения Вейбулла наработок до предельного состояния

Зависимость отношения $T_\gamma / T_{\text{ср}}$ от коэффициента вариации V и вероятности γ
для закона распределения Вейбулла наработок до предельного состояния



Черт.4

Для изделий общемашиностроительного применения, в которых применяют подшипники, рекомендуемое значение $\gamma = 90\%$, если последнее не задано потребителем. В других случаях величина γ выбирается, исходя из возможности сравнения значения данного показателя с соответствующими показателями аналогичных изделий отечественного и зарубежного производства.

Зависимости для подсчета гамма-процентного ресурса (черт.2-4) построены на основании следующих формул.

Для нормального закона распределения наработок до предельного состояния

$$\frac{T_\gamma}{T_{\text{ср}}} = 1 - VU_\gamma, \qquad (4)$$

где V - верхнее значение коэффициента вариации фактического или предполагаемого распределения;

U_γ - γ-квантиль нормального распределения.

При логнормальном распределении существует приближенное равенство

$$V[t] \simeq \sigma[\ln t], \qquad (5)$$

где $V[t]$ - коэффициент вариации.

Для вероятности γ можно записать

$$\gamma = 1 - F_0\left(\frac{\ln\frac{T_\gamma}{T_{ср}} + \frac{V^2}{2}}{V}\right). \qquad (6)$$

Откуда

$$\frac{T_\gamma}{T_{ср}} = \exp\left[-V(U_\gamma + \frac{V}{2})\right]. \qquad (7)$$

Для распределения Вейбулла подсчет ведется по формулам:

$$\frac{T_\gamma}{T_{ср}} = \frac{\left(\ln\frac{1}{\gamma}\right)^{1/k}}{\Gamma\left(\frac{1}{k}+1\right)}; \qquad (8)$$

$$V = \frac{\sqrt{\Gamma\left(1+\frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{k}+1\right)}}{\Gamma\left(\frac{1}{k}+1\right)}. \qquad (9)$$

2. Выбор количества образцов при периодических испытаниях на надежность

При периодических испытаниях гидро-пневмо-смазочного оборудования проверяют, как правило, следующие показатели надежности: среднюю наработку до отказа, средний ресурс и (или) гамма-процентный ресурс.

Число образцов определяем по известной формуле для биноминального распределения числа отказов при условии, что число отказавших изделий равно нулю.

$$n = \frac{\ln\beta}{\ln(1-q_3)}, \qquad (10)$$

где $q_3 = 1-\gamma$;

γ - заданная вероятность гамма-процентного ресурса (в долях единицы);

β - условная вероятность приемки партии изделий с долей дефектных единиц, равной q_3 (условный риск потребителя).

Безусловный риск потребителя $\hat{\beta}$ на основании теоремы полной вероятности можно записать так:

$$\hat{\beta} = \beta\, p(q \geq q_3), \qquad (11)$$

где $p(q \geq q_3)$ - безусловная вероятность того, что вероятность отказа в партии больше или равна заданной q_3.

Для оценки p можно допустить

$$p(q \geq q_3) = e^{-nq_3}. \qquad (12)$$

С учетом (11) и (12) формула (10) примет вид

$$n = \frac{\ln \hat{\beta} + nq_3}{\ln(1 - q_3)}. \qquad (13)$$

Решив уравнение (13) относительно n и выразив q_3 через γ получим (знак $\wedge$ можно опустить)

$$n = \frac{-\ln \beta}{1 - \gamma - \ln \gamma} = \frac{2{,}301 \lg \frac{1}{\beta}}{1 - \gamma + 2{,}301 \lg \frac{1}{\gamma}}. \qquad (14)$$

Принимая во внимание, что медианный ресурс ($\gamma = 0{,}5$) для нормального распределения наработок до предельного состояния близок к среднему, подсчитаем количество образцов, необходимое для контроля среднего ресурса (средней наработки до отказа) при риске потребителя $\beta = 0{,}1$

$$n = \frac{2{,}301}{1 - 0{,}5 + 2{,}301 \cdot 0{,}301} = 1{,}93 \approx 2.$$

Для других законов распределения произведена оценка риска β в зависимости от коэффициента вариации V при числе испытуемых образцов $n = 2$:

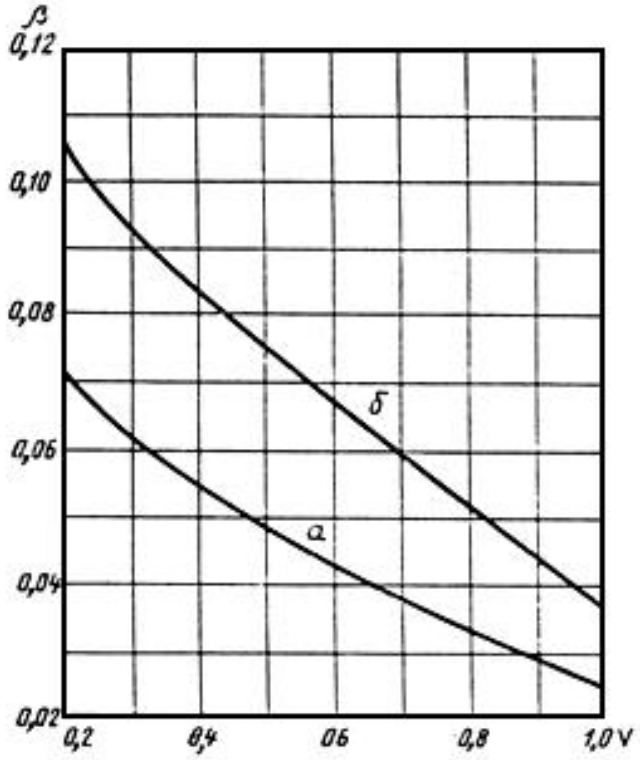
Формула для подсчета β получена путем разрешения уравнения (14) относительно β с подстановкой $\gamma = \gamma_{ср}$ и с учетом формул (2) и (3), т.е.

$$\beta = e^{-n(1-V_{ср}-\ln V_{ср})}.$$

Полученные зависимости (черт.5) показывают, что при контроле среднего ресурса для распределения логнормального и Вейбулла риск меньше, чем в случае нормального распределения.

Черт.5. Зависимость риска потребителя "бета" при контроле среднего ресурса T(ср) от коэффициента вариации V при числе образцов n=2 для разных законов распределения наработок до предельного состояния

Зависимость риска потребителя β при контроле среднего ресурса $T_{ср}$ от коэффициента вариации V при числе образцов $n = 2$ для разных законов распределения наработок до предельного состояния



a - логнормальное распределение; $б$ - распределение Вейбулла

Черт.5

По формуле (14) подсчитано также количество образцов для контроля гамма-процентного ресурса для различных γ (80, 85 и 90%) и β (от 0,1 до 1). По этим расчетам построены зависимости, приведенные в рекомендуемом приложении 3.

Формула (1) рекомендуемого приложения 3 для определения риска потребителя β при контроле гамма-процентного ресурса выведена из условия выполнения линейности риска β относительно своих факторов-аргументов. Кроме того, учтены условия, что при стягивании интервала $[\beta_{\min}, \beta_{\max}]$ к левой или правой границе, соответственно должны выполняться равенства: $\beta = \beta_{\min}$, $\beta = \beta_{\max}$. Значения $\beta_{\max}$ для заданной вероятности γ (приложение 3) выбираются для ограниченного снизу ($n = 3$) количества образцов по чертежу приложения 3. Значение $\beta_{\min}$ принимается равным 0,1.

Коэффициенты весомости n-го фактора, указанные в таблице приложения 3, подсчитаны по формуле

$$\omega_r = \frac{k + 1 - r}{\sum_r}, \qquad (15)$$

где k - число учитываемых факторов, т.е. $k = 3$.

Изделия удовлетворяют технической характеристике по контролируемому показателю, если соответственно найденное число образцов при испытаниях безотказно нарабатывает величину, равную или превышающую регламентированное значение данного показателя. В противном случае результаты испытаний оцениваются как неудовлетворительные.

3. Выбор места проведения испытаний на надежность

В основу методики положено условие минимума суммарных затрат, связанных с проведением испытаний на предприятии-изготовителе и с отказами изделий в сфере эксплуатации.

При определении суммарных затрат их составляющие - годовые производственные затраты на проведение испытаний $B_и$ и годовые эксплуатационные затраты из-за отказов $B_{от}$ - приведены к одному году. Суммарные приведенные затраты равны

$$B_с = B_и + B_{от} = b_и \frac{n}{T_и} + b_{от} N_q, \qquad (16)$$

где $b_{и}$ - стоимость испытаний на надежность одного изделия, руб.;

n - количество испытываемых изделий, шт.;

$T_{и}$ - продолжительность испытаний на надежность, годы;

$b_{от}$ - потери из-за отказа одного изделия, руб.;

N - годовой выпуск изделий, шт.;

q - доля дефектных изделий в годовом выпуске.

Известно, что распределения числа дефектных изделий в генеральной совокупности и в выборке подчиняются биноминальному закону. В этом случае верхнюю доверительную границу вероятности отказов $q_{в}$ за время T в генеральной совокупности можно вычислить по формуле

$$q_{в} = \frac{c}{nR}, \qquad (17)$$

где c - заданное допускаемое количество отказов в выборке:

$$R = \frac{c\left(2n - c + \frac{1}{2}\chi^2_{\alpha,2c+2}\right)}{n\chi^2_{\alpha,2c+2}}, \qquad (18)$$

$\chi^2_{\alpha,2c+2}$ - квантиль χ^2-распределения, зависящая от доверительной вероятности α и значения c.

Подставив значения (18) в (17), получим

$$q_{в} = \frac{2\chi^2_{\alpha,2c+2}}{4n + \chi^2_{\alpha,2c+2} - 2c} \le q_{З}, \qquad (19)$$

где $q_{З}$ - заданное верхнее значение вероятности отказов серийной продукции. Из выражения (19) следует, что верхняя доверительная граница вероятности отказов серийной продукции не будет превышать заданную вероятность отказов, если при объеме выборки n и количестве отказов c соблюдается неравенство (19). Следовательно, с доверительной вероятностью α можно утверждать, что при указанных условиях величина $q_{в}$ характеризует максимальную долю дефектных изделий в генеральной совокупности.

Подставив $q_{в}$ в (16), получим максимальное вероятное значение годовых эксплуатационных затрат, связанных с отказами серийной продукции, $B_{от}$. Тогда выражение (16) примет такой вид

$$B_{\text{с}} = b_{\text{и}} \frac{n}{T_{\text{и}}} + b_{\text{от}} N \frac{2\chi^2_{\alpha,2c+2}}{4n + \chi^2_{\alpha,2c+2} - 2c}. \qquad (20)$$

Приравняв нулю первую производную суммарных затрат $B_{\text{с}}$ по числу образцов n и проведя необходимые преобразования, получим формулу (1) в рекомендуемом приложении 1.

(Измененная редакция, Изм. N 1).

Электронный текст документа
подготовлен АО "Кодекс" и сверен по:

официальное издание
М.: Издательство стандартов, 1985
Редакция документа с учетом
изменений и дополнений подготовлена
АО "Кодекс"