ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ ПОДЪЕМНО- ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

ОСТ 24.190.05

Издание официальное

МИНИСТЕРСТВО ТЯЖЕЛОГО, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
И ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Москва 1972

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.86/.87.001.4 Группа Г89

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Методы испытаний
Общие требования

ОСТ24. 190.05

Вводится впервые

Письмом Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения от 26.07. 1971 г. № ММ-002/11290 сроки введения установлены:

с 1 июля 1973 г. по электроталям, редукторам и тормозам подъемно-транспортных машин;

с 1 июля 1975 г. по всем подъемно-транспортным машинам и их узлам.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящий стандарт устанавливает основные требования к методам испытаний на надежность подъемно-транспортных машин, их узлов и деталей (в дальнейшем изделий), в том числе и комплектующего оборудования. Стандарт относится к испытаниям, в результате которых контролируются и определяются показатели надежности при установленном техническими условиями качестве изготовления изделий.

1.2. Требования к надежности, контролируемые в ходе испытаний, устанавливаются техническим заданием на проектирование изделий.

1.3. Программа и методика испытаний составляются при разработке технического проекта на изделие с учетом его особенностей.

2. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

2.1. При испытаниях подъемно-транспортных машин, их узлов и деталей на надежность контролируемые и определяемые показатели выбираются из ряда:

наработка на отказ T;

средний ресурс или средняя наработка до отказа $t_{ср}$.

В качестве дополнительного показателя по требованию заказчика для отдельных узлов и деталей может контролироваться 90%-ный ресурс t_{90}.

3. ТИПЫ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Испытания изделий на надежность разделяются на контрольные и определительные.

3.1.1. Целью контрольных испытаний является проверка соответствия показателей надежности изделий стандартам и техническим условиям. Методика контрольных испытаний помимо общих требований (см. раздел 4) указывает:

а) приемлемый уровень надежности – среднее значение показателя, которое необходимо достичь изготовителю для контролируемых изделий и которое обеспечивает успех испытаний с заданной вероятностью;

б) риск изготовителя α – вероятность браковки партии, среднее значение показателя надежности для которой равно приемлемому уровню;

в) браковочный уровень надежности – минимальное значение показателя, допустимое для контролируемых изделий;

г) риск заказчика β – вероятность приемки партии, имеющей значение показателя надежности ниже браковочного уровня.

3.1.2. Целью определительных испытаний является выявление фактических значений показателей надежности изделий. Методика определительных испытаний помимо общих требований (см. раздел 4) указывает:

а) требуемую точность определения показателя надежности;

б) доверительную вероятность – вероятность того, что возможное отклонение опытного значения показателя надежности от фактического находится в пределах заданной точности.

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКЕ ИСПЫТАНИЙ

Методика испытаний на надежность устанавливает:

4.1. Контролируемые или определяемые показатели.

4.2. Объекты, подлежащие испытаниям на надежность.

Допускается испытание изделия в целом или элементов, определяющих его надежность.

4.3. Предельное состояние изделия.

4.4. Техническую характеристику испытательного оборудования.

4.5. Режим испытания.

4.6. Законы распределения, на основании которых планируются испытания, необходимые параметры законов и их обоснование.

При выборе закона распределения и его параметров на основе данных предварительных испытаний следует руководствоваться указаниями ОСТ 24.190.02. „Организация сбора и обработки информации с мест эксплуатации".

Допускается выбор закона распределения и оценка коэффициента вариации на основе анализа данных испытаний и эксплуатации аналогичных изделий при одинаковых видах отказа или предельного состояния.

Примечания:

1. Экспоненциальный закон рекомендуется для характеристики безотказности машины в целом или отдельных многокомпонентных узлов или систем по внезапным отказам.

2. Нормальный закон и закон Вейбулла рекомендуется для характеристики долговечности деталей, узлов по определенному виду типового износового отказа.

Нормальный закон используется при значениях коэффициента вариации $v = 0{,}2 \div 0{,}4$; закон Вейбулла – при $v = 0{,}5 \div 0{,}8$.

3. Уточнение закона распределения и его параметров производится на основе специальных исследований.

5. ПЛАНИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

5.1. План контрольных испытаний на надежность определяется принятыми величинами риска изготовителя и заказчика и отношением значений приемлемого и браковочного уровня надежности.

5.1.1. Риск изготовителя α и риск заказчика β устанавливается равным 10%.

5.1.2. Для приемлемого и браковочного уровней показателей надежности устанавливаются обозначения в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Обозначения приемлемого и браковочного уровня показателей

Показатель надежности	Приемлемый уровень	Браковочный уровень
Наработка на отказ	$T^{п}$	$T^{б}$
Средняя наработка до отказа или средний ресурс	$t^{п}_{ср}$	$t^{б}_{ср}$
90%-ный ресурс	$t^{п}_{90}$	$t^{б}_{90}$

5.2. Устанавливаются следующие планы контрольных испытаний при экспоненциальном законе распределения отказов:

а) планы контроля показателя Т, заканчивающиеся по наблюдении заданного числа отказов m, с заменой (ремонтом) или без замены отказавших элементов (табл. 2).

Таблица 2

Планы контроля показателя

$T^{п}/T^{б}$	m	$C/T^{п}$
2	15	0,69
3	6	0,53
5	3	0,37
10	2	0,27

По результатам испытаний после m отказов определяется опытное значение Т

$$T = \frac{\sum T_{и}}{m},$$

где $\sum T_{и}$ – сумма наработки испытуемых изделий до отказа, замены и окончания испытаний.

Условия приемки:

$$T \geqslant C,$$

где С – приемочное число;

б) планы контроля показателя Т, заканчивающиеся по истечении заданного срока $T_{и}$ (табл. 3).

Таблица 3

Планы контроля Т для испытания на заданный срок $T_{и}$ с заменой (ремонтом) отказавших элементов

$T^{п}/T^{б}$	C	$T_{и}/T^{п}$		
		1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$
		n	n	n
2	13	10	15	48
3	5	4	7	16
5	2	1	3	6
10	1	–	1	2

После испытания n изделий в течение $T_{И}$ с заменой или ремонтом отказавших элементов определяется общее число отказов за время испытаний m.

Условия приемки:

$$m \leqslant C;$$

в) планы последовательного контроля показателя (табл. 4).

Таблица 4

Планы последовательного контроля

$T^{п}/T^{б}$	$S/T^{п}$	h_0/T	$h_1/T^{п}$
2	0,70	2,20	2,20
3	0,55	0,84	0,94
5	0,41	0,55	0,55
10	0,24	0,25	0,25

При испытании изделий в течение времени Т контроль ведется по выполнению условия:

$$-h_1 + mS < \sum T_{и} < h_0 + mS,$$

где m – число отказов;

h_0, h_1, S – коэффициенты, определяемые из табл. 4.

Построение графиков последовательного контроля производится в соответствии с фигурой.

Время испытаний при последовательном контроле должно быть ограничено параллельным назначением плана по пункту 5.2б.

Последовательный контроль должен применяться для усечения испытаний по планам 5.2.а) и б);

г) планы контроля показателя t_{90}, заканчивающиеся по истечении заданного времени $T_И$ (табл. 5).

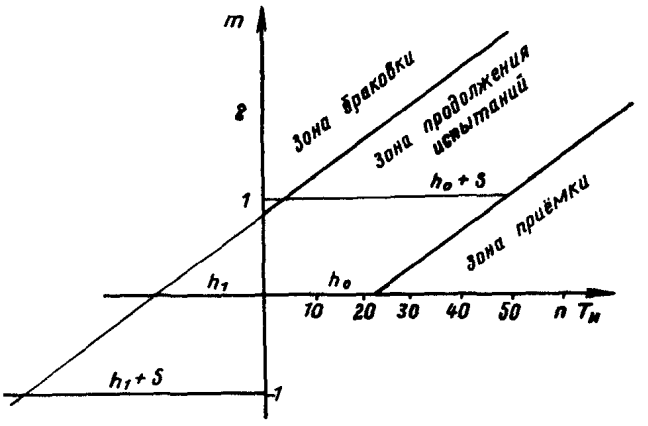


График планов последовательного контроля

Таблица 5

План контроля t_{90} для испытаний на заданный срок

$t^{п}_{90}/t^{б}_{90}$	C	$T_И/t^{б}_{90}$							
		11	7,5	5,5	4,5	3,7	3,2	2,8	2,5
		n	n	n	n	n	n	n	n
24	0	2	3	4	5	6	7	8	9
7,7	1	4	6	7	9	11	12	14	16
5,2	2	6	8	10	13	15	17	19	22
4	3	8	10	13	16	19	22	24	27
3,5	4	10	12	16	20	24	27	30	33

После испытания n изделий в течение $T_И$ определяется общее число отказов или общее число изделий, исчерпавших ресурс m.

Условие приемки:

$$m \leq C.$$

5.3. Устанавливаются планы контроля показателей $t_{ср}$ и t_{90} при законе распределения Вейбулла, заканчивающиеся по истечении заданного времени Т (табл. 6 и 7).

Условия приемки аналогично плану 5.2.г).

Таблица 6

План контроля показателя $t_{ср}$ при испытаниях на заданный срок $T_И$ (закон Вейбулла)

$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	C	b = 2,5					v = 0,43
		$T_И/t^{б}_{ср}$					
		2	1,8	1,6	1,4	1,2	1
		n	n	n	n	n	n
3,6	0	-	-	1	-	2	3
2,3	1	-	2	-	3	4	6
2,0	2	-	3	4	-	6	8
1,8	3	4	-	5	6	8	11

Продолжение табл. 6

$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	C	b = 2						v = 0,52
		$T_И/t^{б}_{ср}$						
		2,2	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1
		n	n	n	n	n	n	n
4,8	0	-	-	1	-	-	2	3
2,8	1	-	2	-	3	-	4	6
2,3	2	3	-	-	4	5	6	8
2,2	3	4	-	5	-	6	8	11
1,9	4	5	-	6	7	8	10	13

Продолжение табл. 6

$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	C	b = 1,6							v = 0,64
		$T_И/t^{б}_{ср}$							
		2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1
		n	n	n	n	n	n	n	n
8	0	-	1	-	-	-	-	2	3
3,7	1	2	-	-	-	3	-	4	5
2,8	2	3	-	-	4	-	5	6	8
2,5	3	4	-	-	5	6	7	8	10
2,2	4	-	-	6	-	7	8	10	12

Продолжение табл. 6

$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	C	b = 1,3							v = 0,77
		$T_И/t^{б}_{ср}$							
		2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1
		n	n	n	n	n	n	n	n
11,8	0	-	1	-	-	-	-	2	3
5,0	1	2	-	-	-	3	-	4	5
3,6	2	-	-	-	4	-	5	6	7
3,1	3	-	-	5	-	6	7	8	9
2,6	4	-	-	6	7	-	8	10	11

Таблица 7

Планы контроля показателя $t_{ср}$ при испытаниях на заданный срок $T_и$ (закон Вейбулла)

$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	С	б = 2,5 ν = 0,43 $T_и/t^{б}_{ср}$									
		4,3	3,9	3,5	3,2	3	2,8	2,6	2,4	2,2	2
		п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
3,6	0	–	–	1	–	–	–	2	–	3	4
2,3	1	–	2	–	–	3	–	4	5	6	7
2,0	2	–	3	–	4	5	–	6	7	9	10
1,8	3	4	–	5	–	6	7	8	9	11	13
1,7	4	5	–	6	7	–	8	10	11	13	16

Продолжение табл. 7

$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	С	б = 2 ν = 0,52 $T_и/t^{б}_{ср}$												
		5,5	4,8	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3	2,8	2,6	2,4
		п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
4,8	0	–	1	–	–	–	–	–	2	–	–	3	–	4
2,8	1	2	–	–	–	3	–	–	4	–	5	–	6	8
2,3	2	3	–	4	–	–	5	–	–	–	6	8	9	10
2,1	3	–	5	–	–	6	–	7	–	8	9	10	11	13
1,9	4	–	6	–	7	–	8	–	9	10	11	12	14	16

Продолжение табл. 7

$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	С	б = 1,6 ν = 0,64 $T_и/t^{б}_{ср}$												
		8,5	7	6	5,5	5	4,5	4	3,7	3,4	3,2	3	2,8	2,6
		п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
8	0	–	1	–	–	–	2	–	–	3	–	–	4	5
3,7	1	2	–	3	–	–	4	–	5	6	7	–	8	9
2,8	2	3	–	4	–	5	6	7	–	8	9	10	11	12
2,5	3	–	5	–	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16
2,2	4	–	6	7	–	8	9	11	12	13	14	16	17	19

Продолжение табл. 7

$t^{п}_{90}/t^{б}_{90}$	С	б = 1,3 ν = 0,77 $T_и/t^{б}_{90}$												
		11	10	9	8	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,6	3,2
		п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
11,8	0	1	–	–	–	–	2	–	–	3	–	–	4	5
5	1	–	–	3	–	–	4	–	5	–	6	7	8	9
3,6	2	–	4	–	5	–	6	–	7	8	9	10	11	12
3,1	3	5	–	6	–	7	–	8	9	10	11	12	14	16
2,6	4	6	–	7	8	–	9	10	11	12	13	15	17	19

В табл. 6 и 7:

β – показатель формы для закона Вейбулла; однозначно связан с коэффициентом вариации.

Порог чувствительности τ для закона Вейбулла принят равным 0. Если $\tau \neq 0$, значения $t^{п}_{90}$ и $t^{б}_{90}$ должны быть уменьшены на величину τ ;

5.4. Устанавливаются планы контроля при нормальном законе распределения:

а) планы контроля показателя $t_{ср}$ по испытаниям заданного числа изделий до отказа (см. табл. 3). В результате испытаний определяется опытное значение $t_{ср}$.

Условия приемки

$$t_{ср} \geqslant C;$$

б) план контроля показателя t_{90}, заканчивающийся по истечении заданного времени испытаний $T_{и}$ (табл. 9).

Условие приемки аналогично плану 5.2.г).

Таблица 8

Планы контроля показателя $T_{ср}$ при испытаниях на заданное число отказов

v =0,2			v =0,3			v =0,4		
$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	n	$C/t^{п}_{ср}$	$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	n	$C/t^{п}_{ср}$	$t^{п}_{ср}/t^{б}_{ср}$	n	$C/t^{п}_{ср}$
1,7	1	0,74	2,25	1	0,62	3,12	1	0,49
1,45	2	0,82	1,75	2	0,73	2,15	2	0,64
1,35	3	0,85	1,6	3	0,78	1,85	3	0,7
1,3	4	0,87	1,5	4	0,8	1,7	4	0,74
1,2	8	0,91	1,3	9	0,87	1,4	10	0,84

Таблица 9

Планы контроля t_{90} для испытания на заданный срок $T_{и}$

$t^{п}_{90}/t^{б}_{90}$	C	v = 0,2					
		$T_{и}/t^{б}_{90}$					
		Более 1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
		n	n	n	n	n	n
1,6	0	1 (1,7)	–	2	3	4	6
1,4	1	2 (1,8)	3	4	5	8	12
1,3	2	–	4	5	7	14	16

Продолжение табл. 9

$t^{п}_{90}/t^{б}_{90}$	C	v =0,3						
		$T_{и}/t^{б}_{90}$						
		Более 1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
		n	n	n	n	n	n	n
2,3	0	1(2,3) 2(1,9)	3	4	5	6	8	12
1,7	1	2(2,5) 4(1,9)	5	7	8	10	14	19
1,5	2	4(2,2) 6(1,8)	7	9	12	15	20	27
1,4	3	6(2) 8(1,8)	10	12	15	19	25	34

Продолжение табл. 9

$t^{п}_{90}/t^{б}_{90}$	C	v =0,4								
		$T_{и}/t^{б}_{90}$								
		Более 2,4	2,4	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
		n	n	n	n	n	n	n	n	n
3,4	0	1 (3,4)	2	–	–	–	–	–	–	–
2,4	1	3(2,7)	4	6	8	10	12	14	16	20
1,8	2	4 (2,9)	6	9	12	14	17	20	24	28
1,7	3	6 (2,8)	8	12	16	18	22	25	30	36

В скобках даны уточненные значения $T_{и}/t^{б}_{90}$.

6. ПЛАНИРОВАНИЕ ОПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

6.1. При планировании определительных испытаний вероятность того, что фактическое значение показателя окажется выше нижнего граничного значения, получаемого при выбранном плане испытаний, должна быть не менее 90% (односторонняя доверительная вероятность устанавливается равной 0,9).

6.2. Методика определительных испытаний задает точность определения показателя надежности:

$$\delta = \frac{x - x'}{x},$$

где x – опытное среднее значение определяемого показателя;

x′ – гарантируемое с заданной доверительной вероятностью нижнее значение этого показателя.

По заданному значению δ выбирается план определительных испытаний.

6.3. При экспоненциальном законе распределения устанавливаются планы определения показателя T при испытаниях до получения заданного количества отказов m (табл. 10).

Таблица 10

Планы определения T при испытаниях на заданное число отказов

δ	0,1	0,2	0,33	0,5
m	200	50	25	13

По результатам испытаний определяется среднее значение (аналогично пункту 5.2.а).

Значение $T^{н}$ определяется по формуле:

$$T^{н} = T\ (1-\delta).$$

6.4. При законе Вейбулла и нормальном законе устанавливаются планы определения показателя $t_{ср}$ при испытаниях n изделий до отказа (табл. 11 и 12).

Таблица 11

Планы определения $t_{ср}$ при испытаниях заданного числа изделий до отказа (нормальный закон)

	$v=0,2$			$v=0,3$			$v=0,4$		
δ	0,1	0,2	0,33	0,1	0,2	0,33	0,1	0,2	0,33
n	7	2	1	15	4	2	27	7	3

По результатам испытаний определяется опытное среднее значение долговечности.

Для нормального закона

$$t_{ср} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i .$$

Для закона Вейбулла

$$t_{ср} = K_{\beta}\sqrt[\beta]{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i^{\beta}}.$$

Нижнее граничное значение средней долговечности определяется по формуле

$$t^{н}_{ср} = t_{ср}\ (1-\delta).$$

Таблица 12

Планы определения $t_{ср}$ при испытаниях заданного числа изделий до отказа (закон Вейбулла)

Параметры	$\beta=1,3$ $K_{\beta}=0,94$			$\beta=1,6$ $K_{\beta}=0,897$			$\beta=2,0$ $K_{\beta}=0,886$			$\beta=2,5$ $K_{\beta}=0,887$		
δ	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
n	80	15	4	50	10	2	33	6	1	20	3	1

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ИСПЫТАНИЙ

1. Контрольным испытаниям подлежит мостовой кран новой конструкции.

Контролируемый показатель – наработка на внезапный отказ Т.

Из опыта эксплуатации мостовых кранов аналогичных конструкций известно, что средняя наработка на внезапный отказ подчиняется экспоненциальному закону и составляет в различных условиях от 100 до 800 ч.

Для испытуемого крана задано:

приемлемое среднее значение наработки на отказ в условиях испытаний – $T^{п} = 600$ ч;

браковочное среднее значение наработки на отказ

$$T^{б} = 120 \text{ ч.}$$

Отношение приемлемого и браковочного значений средней наработки на отказ:

$$\frac{T^{п}}{T^{б}} = \frac{600}{120} = 5.$$

По табл. 3 определяется следующий план испытаний:

количество испытуемых кранов – 1;

продолжительность испытаний – $T_{и} = 600$ ч;

допустимое число отказов за время испытаний $C = 2$.

2. Испытанию подлежат зубчатые муфты механизма передвижения мостового крана.

Контролируемый показатель – средний ресурс $t_{ср}$.

По данным эксплуатации известно, что долговечность зубчатых муфт в различных условиях эксплуатации мостовых кранов изменяется от $0{,}5 \cdot 10^{6}$ до $5 \cdot 10^{6}$ включений и распределяется по закону Вейбулла с коэффициентом вариации 0,6–0,7.

Для испытуемых муфт задается:

$$t^{б}_{ср} = 10^{6} \text{ включений;}$$

$$t^{п}_{ср} = 3{,}7 \cdot 10^{6} \text{ включений.}$$

План испытаний выбирается по табл. 6 для $б = 1{,}6$

$$t^{п}_{ср} / t^{б}_{ср} = 3{,}7.$$

Длительность испытаний – 10^{6} включений.

Число испытываемых муфт – 5.

Допустимое число отказов зубчатых муфт (износов до исчерпания ресурса) – 1.

РАЗРАБОТАН ВНИИПТМАШем

Директор института Комашенко А. Х.
Зам. директора по научной работе Скворцов Б. М.
Нач. отдела стандартизации Оболенский А. С.
Руководитель темы, начальник отдела долговечности и надежности ПТМ Макридин И. П.
Исполнитель старший инженер Сегаль Д. И.

ВНЕСЕН ВНИИПТМАШем

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Главным управлением подъемно-транспортного машиностроения МТЭ и ТМ
Главный инженер Луненко Г. И.

УТВЕРЖДЕН Заместителем министра тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения

Подп. к печ. 2/III-72 г. Печ. л. 1,25 Тираж 4000 экз.
Зак. инст 67241 Зак. тип. 127 Цена 10 коп.

Производственно-полиграфический отдел НИИИНФОРМТЯЖМАШа

gost.e-ecolog.ru