



2.2.5. Критерии предельного состояния, установленные экспериментально или по функционально-критическим критериям работоспособности, указанным в технической документации. Критериями предельного состояния могут быть выбраны признаки, приведённые в рекомендуемом приложении 3.

#### 2.2.6. Характеристика режима эксплуатации:

параметры стационарного и нестационарного режимов эксплуатации;  
давление;  
температура;  
скорость срабатывания;  
частота срабатывания;  
общее число срабатываний за период эксплуатации;  
возможные изменения нагрузок во времени и другая информация, необходимая для выбора коэффициента ускорения и режимов ускоренных испытаний.

2.3. В разделе "Испытательное оборудование, стенды" следует указать:

2.3.1. Требования к испытательному оборудованию по кинематике движения, по созданию необходимого диапазона нагрузок, параметров испытаний, а также по обеспечению надёжности и долговечности. В разделе могут быть приведены принципиальные схемы, чертежи и пр.

2.4. В разделе "Измерение основного параметра (параметров), характеризующего развитие процесса разрушения" следует указать:

2.4.1. Описание метода и средств измерения параметра (параметров) процесса разрушения, влияющего на исчерпание ресурса.

Для случая изнашивания это могут быть параметры, приведённые в ОСТ 26-07-2021-79.

При испытании на усталость информативными параметрами о процессе разрушения являются напряжения, деформации, различные акустические характеристики.

При ускоренных коррозионных испытаниях такими параметрами могут быть весовые, геометрические, характеризующие состояние поверхности, составляющие среды и пр.

2.4.2. Схемы приспособлений для измерения выбранного параметра.

49-82 24.04.87

## Г. Содержание методики ускоренных испытаний

Г.1. Методика ускоренных испытаний конкретного вида арматуры, узла, элемента должна состоять из разделов, располагаемых в следующей последовательности:

- общие положения;
- исходные данные;
- испытательное оборудование, стенды;
- измерение основного параметра (параметров), характеризующего развитие процесса разрушения;
- планирование испытаний;
- содержание испытаний;
- обработка и анализ результатов испытаний.

### 2. Характеристика основных разделов методики ускоренных испытаний.

2.1. В разделе "Общие положения" следует указать:

2.1.1. Вид разрушения, определяющий ресурс арматуры данного типа, отдельного изделия, узла, элемента (изнашивание, усталость, старение, коррозия и пр.) в соответствии с рекомендуемым приложением Г.

2.1.2. Цель проведения ускоренных испытаний в соответствии с действующей нормативно-технической документацией (оценка безотказности при заданной наработке, оценка ресурса при заданной доверительной вероятности).

2.1.3. Область применения - номенклатура изделий, которые могут испытываться по разрабатываемой методике.

2.2. В разделе "Исходные данные" следует указать:

2.2.1. Объект испытаний - изделие, узел, элемент, его назначение, номер чертежа, технические характеристики, разработчик,

2.2.2. Критический для данного изделия узел (элемент), ограничивающий показатели надёжности конструкции, установленный на основе анализа статистических данных или результатов НИР.

2.2.3. Перечень нормативно-технической документации, являющейся исходной при разработке методики ускоренных испытаний, приведён в рекомендуемом приложении Д.

2.2.4. Показатели долговечности - исходные данные для установления режимов ускоренных испытаний (средний и назначенный ресурс изделия и его узлов).

2.5. В разделе "Планирование испытаний" следует указать:

2.5.1. Модель разрушения и соответствующий ей принцип ускорения испытаний (сокращение, форсирование).

2.5.2. Продолжительность и объём испытаний, которые определяются в соответствии с выбранной моделью процесса и принципом ускорения, в том числе:

- характеристики режимов испытаний трубопроводной арматуры;
- количество ступеней на нормальном и форсированном режимах, обеспечивавших минимальную продолжительность испытаний;
- общий план и принятие решений в ходе испытаний.

2.6. В разделе "Содержание испытаний" следует указать:

2.6.1. Порядок подготовки и проведения ускоренных испытаний: порядок предварительных осмотров, обмеров, проверки соответствия изделия технической документации, комплектности, наличия смазки, качества уплотнений, техники безопасности и пр., оформления документов технической экспертизы.

2.6.2. Численные значения параметров режимов испытаний.

2.6.3. Периодичность контроля.

2.6.4. Порядок оформления результатов и форму журнала испытаний; включающую:

- сведения об объёме испытаний;
- карты технической экспертизы (первичной и окончательной);
- режимы испытаний;
- отказы;
- замеры информативного параметра;
- перечень операций технического обслуживания;
- режимы приработки;
- порядок испытаний;
- результаты контрольных проверок.

2.7. В разделе "Обработка и анализ результатов испытаний" следует указать:

- 2.7.1. Способ обработки экспериментальных данных:  
метод выравнивания эмпирических данных к теоретическому виду;  
составление математической модели;  
определение управляющей функции и коэффициента пересчёта.
- 2.7.2. Порядок проведения анализа результатов с целью оценки:  
точности измерения рабочих параметров;  
точности измерения информативного параметра  
надёжности изделия.
- 2.7.3. Пример составления программы и методики ускоренных испытаний  
приведен в рекомендуемом приложении 4.

Руководитель предприятия  
п/я Г-4745

*С.И. Косых*  
29.10.81

С.И. Косых

Главный инженер предприятия  
п/я Г-4745

*М.Г. Сарайлов*

М.Г. Сарайлов

Главный инженер предприятия  
п/я А-7899

*О.Н. Шапов*

О.Н. Шапов

Зам. главного инженера

*Ю.И. Тарасьев*

Ю.И. Тарасьев

Зав. отделом № 161

*М.И. Власов*

М.И. Власов

Зав. отделом № 159

*В.К. Лолюков*

В.К. Лолюков

Руководитель темы

*Р.А. Колядина*

Р.А. Колядина

Исполнитель

*В.И. Калинина*

В.И. Калинина

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя  
предприятия п/я А-3398

*А.А. Зак*

12.11.81

Руководитель организации  
п/я А-7326

*А.П. Васильев*

Руководитель ПЗ 1580

*П.О. Околызин*

25.11.81

*26.11.81*

### Процессы разрушения, определяющие ресурс трубопроводной арматуры

Исчерпание ресурса арматуры и ее узлов является следствием развития основных процессов разрушения, таких как изнашивание, усталость, старение, коррозия и др.

Составление методики ускоренных ресурсных испытаний базируется на анализе функционирования арматуры с целью определения возможности ускорения указанных процессов.

Цель изучения процесса разрушения является также выявление ускоряющих факторов, методов их измерения, выбора испытательного оборудования и пр.

Круг вопросов, подлежащих рассмотрению при анализе функционирования арматуры, приведен на рисунках 1, 2, 3.



Рис. 1. Основные вопросы методики ускоренных испытаний при доминирующем влиянии процессов изнашивания.

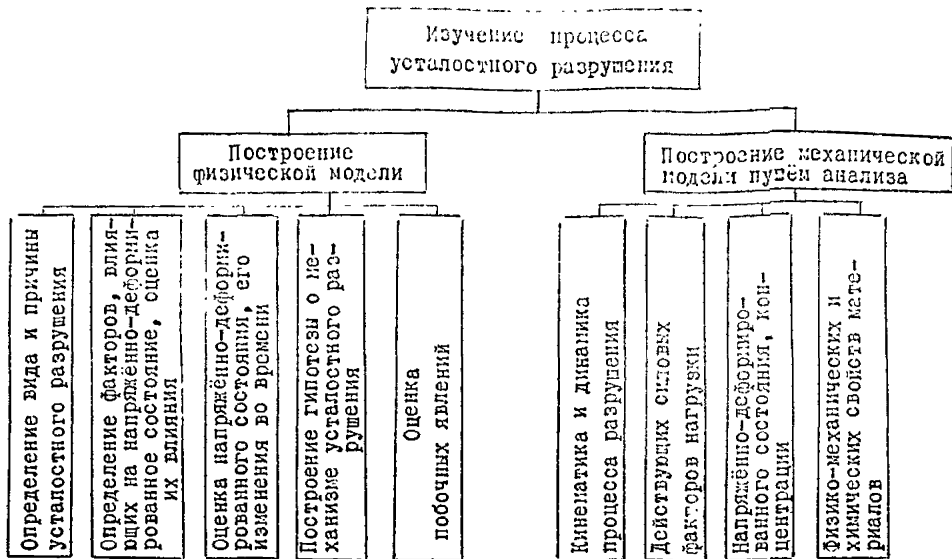


Рис. 2 Основные вопросы методики ускоренных испытаний при доминирующем влиянии усталостных процессов.



Рис. 3 Основные вопросы методики ускоренных испытаний при доминирующем влиянии процессов коррозии.

## Приложение 2

## Рекомендуемое

Перечень нормативно-технической документации  
для использования при разработке методов ус-  
коренных испытаний

- ~~1. ГОСТ 9.018-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Сплавы алюминиевые. Методы ускоренных испытаний на растрескивающую коррозию".~~  
**1. ГОСТ 9.904-82 "ЕСЗКС. Сплавы алюминиевые. Метод ускоренных испытаний на растрескивающую коррозию".**
2. ГОСТ 9.019-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Сплавы алюминиевые и магниевые. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание".
3. ГОСТ 9.026-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод ускоренного испытания на стойкость к озрному старению".
4. ГОСТ 9.020-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Магний и сплавы магниевые. Метод ускоренных испытаний на общую коррозию".
5. ГОСТ 23.205-79 "Ускоренные ресурсные испытания с периодическим форсированием режима".
6. ГОСТ 10519-76 "Провода эмалированные. Метод ускоренного определения нагревостойкости".
7. ГОСТ 21126-75 "Изделия электротехнические. Материалы, покрытия, узлы и детали. Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость в агрессивных средах. Общие положения".
8. ГОСТ 23605-79 "Статистическая оценка нагруженности машин и механизмов. Методы типизации режимов нагружения".
9. ГОСТ 23603-79 "Статистическая оценка нагруженности машин и механизмов. Методы выбора условий проведения испытаний".
10. ГОСТ 9.064-76 "Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод ускоренных испытаний на стойкость к термосветозонному старению".
11. ГОСТ 9.021-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Алюминий и сплавы алюминиевые. Методы ускоренных испытаний на межкристаллитную коррозию".
12. ГОСТ 9.061-75 "Единая система защиты от коррозии и старения.



Резины. Метод ускоренных испытаний на стойкость к воздействию жидких агрессивных сред при вращательном движении в режиме трения".

13. ГОСТ 9.017-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Алюминий и сплавы алюминиевые. Методы ускоренных испытаний на общую коррозию".

14. Методика обработки результатов испытаний по малой выборке при стационарном изнашивании с использованием информации о динамике процесса накопления износа.

( Горьковский филиал ВНИИМАШ, 1975г.)

15. ОСТ 26-07-2021-79 "Испытания ускоренные ресурсные трубопроводной арматуры на износостойкость. Основные принципы ускорения".

16. РТМ 26.07-222-78 "Испытания ускоренные ресурсные специальной судовой трубопроводной арматуры".

Приложение 3  
Рекомендуемое

Признаки изменения технического состояния трубопроводной арматуры, её узлов, элементов.

1. Появление или увеличение протечек в плотных соединениях. (Некоторые предельные количественные характеристики приведены в ГОСТ 9544-79).
2. Появление и увеличение продуктов износа в смазочных материалах.\*
- 3.Изменение состава смазочных материалов вследствие воздействия температуры и других факторов. (Некоторые предельные количественные характеристики приведены в ГОСТ 19782-74, ГОСТ 9433280, ОСТ 26-07-2007-78).
4. Появление и увеличение люфтов.\*
5. Изменение параметров вибрации и шума.\*
6. Изменение сигналов непрерывной акустической эмиссии.\*
7. Изменение усилий на маховике вследствие изменения коэффициентов трения трущихся сопряжений. (Некоторые предельные количественные характеристики приведены в ОСТ 26-07-2007-78).
8. Изменение первоначального состояния поверхностей деталей (царапины, выкрашивание и пр.).\*
9. Изменение микрогеометрии поверхностей деталей.\*
10. Изменение размеров деталей.\*
11. Изменение веса деталей.\*
12. Снижение точности регулирования.\*\*
13. Изменение микроструктуры материалов деталей.\*
14. Изменение напряжённого состояния в материалах.\*\*\*
15. Изменение температуры в сопряжении.\*

## Примечания:

\* - количественное предельное значение параметра определяется экспериментально для конкретного изделия, узла, вида арматуры.

\*\* - количественные предельные значения параметра приводятся в технической документации.

Приложение 4  
рекомендуемое

Пример составления программы и методики ускоренных испытаний

СОГЛАСОВАНО  
Ст. представитель  
заказчика

\_\_\_\_\_  
" " \_\_\_\_\_ 198 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. руководителя предприятия  
п/я А-7899

\_\_\_\_\_  
" " \_\_\_\_\_ 198 г.

КРАНЫ ПРОВОДНЫЕ ЛАПУНЫЕ

черт. Л 38061.020

$R_p=10$ ,  $t$  до  $50^{\circ}\text{C}$

Программа и методика ускоренных испытаний

Л 38061.020 ПИ

Зав. отделом № 133

\_\_\_\_\_  
Ю.К.Кузьмин

Главный конструктор проекта

Зав. отделом № 159

\_\_\_\_\_  
В.К.Полыков

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая программа и методика определяет объем ускоренных ресурсных испытаний пробковых кранов при проведении периодических и типовых испытаний.

1.2. Цель испытаний – ускоренная оценка ресурса серийных или модифицированных изделий.

1.3. Настоящая методика и программа устанавливает необходимый порядок проведения испытаний и методические требования к их проведению и оценке результатов.

① 1.4. В соответствии с требованиями ОСТ 26-07-2040-81 (разрабатываемый, приложение рекомендуемое I) в результате теоретических и экспериментальных исследований (отчёт по теме 07.81-77/647) установлено:

1.4.1. Исчерпание ресурса для данного изделия является следствием развития процесса изнашивания узла затвора.

1.4.2. Ведущий вид изнашивания – механическое изнашивание.

1.4.3. Наиболее информативными параметрами о величине механического изнашивания и скорости протекания процесса являются:

- а) микрогеометрия поверхности пробки затвора;
- б) изменение геометрических размеров конической пробки затвора.

1.4.4. Эффективными методами измерения износа являются:

- а) метод профилографирования;
- б) метод искусственных баз.

1.4.5. Процесс изнашивания является стационарным, т.е. условия изнашивания затвора по мере увеличения износа не меняются, и характеризуется постоянными скоростью и дисперсией изнашивания.

1.4.6. Процесс может быть представлен линейной функцией на всём интервале от начала установившегося процесса после приработки до достижения предельного износа.

1.4.7. Величина предельного износа  $Z_{пр} = 130 \text{ мк}$

## 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

2.1. Объект испытаний – кран пробковый латунный черт. Л39061.020 (ГОСТ 16155-70).

2.2. Критический узел, ограничивающий ресурс изделия – трущееся сопряжение коническая пробка – корпус.

2.3. Исходными ИТД при разработке проектных программ и методами являются: ССТ 26-07-818-80, ССТ 26-07-202I-79, ГОСТ 16155-70, ГОСТ 2999-59, ГОСТ 17534-72, ССТ 26-07-820-80.

"Методика обработки результатов испытаний по малой выборке при стационарном изнашивании с использованием информации о динамике процесса накопления износа" (Г5 ИИИИИИИИ, г. Горький).

2.4. Критерии предельного состояния - увеличение усилия на маховике более 5 кг вследствие возрастания коэффициента трения и достижения предельного износа.

2.5. Характеристика режима эксплуатации:

- режим эксплуатации: стационарный;
- средняя частота срабатывания  $\omega_{\text{ср}}, \text{I}/\text{час}$ ;
- давление  $P_p = 0,1 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ;
- температура  $t \leq 50^\circ\text{C}$ ;
- скорость срабатывания - I цикл за I сек.,
- рабочая среда - топочный газ;
- герметичность затвора - по I классу герметичности (ГОСТ 9544-75).

2.6. Показатели долговечности.

Изделия относятся к классу невозстанавливаемых изделий.

Назначенный срок службы до списания  $T_{\text{с}}$  не менее 10 лет.

Назначенный ресурс до списания  $T_{\text{н}}$  не менее 10 000 циклов.

Вероятность безотказной работы - 0,8

3. Испытательное оборудование, стенды.

Испытание крана проводится на стенде "Ореон-12", обеспечивающим нагружение крана рабочими нагрузками. Испытательная среда - воздух.  $P = 0,1 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$

Срабатывание затвора осуществляется вручную (возможно применение приводных устройств).

Условия техники безопасности - в соответствии с "Инструкцией по технике безопасности сосудов под давлением", утверждённой главным инженером. Принципиальная схема стенда приведена на рис. I.

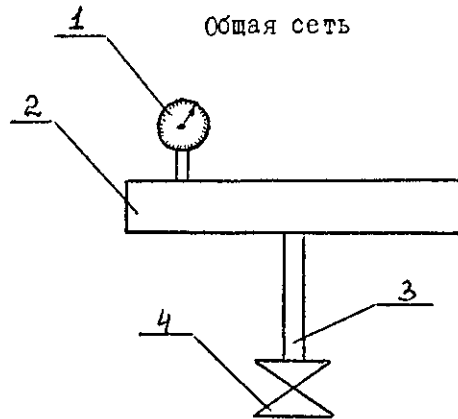
4. Измерение износа.

В процессе испытаний кранов периодическое измерение механического износа в соответствии с п.п. I.4.3., I.4.4. конической пробки затвора проводится методом Искусственных баз по ГОСТ 2999-59, ГОСТ 17534-72.

5. Планирование испытаний.

5.1. В соответствии с п.п. I.4.5., I.4.6. модель процесса разрушения можно считать функции вида:

## Принципиальная схема стенда



- 1 - манометр
- 2 - коллектор
- 3 - шланг
- 4 - испытываемое изделие

Рис. 1

$$\zeta(N) = \alpha N \quad [1]$$

$$D\{\zeta(N)\} = \frac{B}{L^2} N \quad [2]$$

где:

$\zeta(N)$  - износ,

$N$  - наработка

$\alpha$  - коэффициент, характеризующий начальное качество сопряжения, в предположении постоянства условий испытаний.

$D\{\zeta(N)\}$  - дисперсия износа,

5.2. Ускорение испытаний данного изделия может быть достигнуто как за счёт форсирования режима, так и за счёт проведения испытаний на сокращённом участке зависимости "наработка-износ". Форсирование - повышение интенсивности изнашивания в затворе, достигается за счёт учащения циклов "открыто-закрыто". Сокращение общего времени испытаний достигается за счёт использования одного из принципов ускорения (ОСТ 26-07-2021-73) - принципа экстраполяции по времени.

5.3. Общая продолжительность испытаний определяется как:

$$t_u = \frac{T_n \cdot q}{\omega_{\text{ф}}} = \frac{10000 \cdot 0,4}{30} = 130 \text{ час}$$

$\omega_{\text{ф}}$  - средняя частота срабатывания при форсированных испытаниях, определена экспериментально и составляет 30 цикл./час.

$q$  - коэффициент, характеризующий величину исследуемого начального участка установившегося процесса изнашивания для принципа экстраполяции по времени в соответствии с ОСТ 26-07-2021-79 составляет 40%.

Коэффициент ускорения от форсирования режима

$$K_{y\text{ф}} = \frac{\omega_{\text{ф}}}{\omega_{\text{н}}} = \frac{30}{0,1} = 300$$

Общий коэффициент ускорения испытаний

$$K_y = \frac{T_n}{t_u} = \frac{87600}{130} \approx 650$$

5.4. В соответствии с выбранной моделью и принципом ускоренных испытаний испытания проводятся на начальных этапах установившегося (после приработки) процесса в интервале 0-0,4  $T_n$ . Испытания проводятся в форсированном режиме при  $\omega = 30$  циклов в час. По результатам испытаний оцениваются параметры функции (1), (2). Для этого через каждые 1 000 циклов производится измерение износа.

Для оперативной оценки используется графическая экстраполяция полученной зависимости и оценка ресурса до пересечения кривой зависимости с уровнем, отражающим предельный износ (рис.2). Объем испытаний определяется по ОСТ 26-07-8I8-80.

### 6. СОДЕРЖАНИЕ ИСПЫТАНИЙ

6.1. Перед началом испытаний кран подвергается первичной технической экспертизе на соответствие конструкторской документации.

С этой целью производится его разборка, проверка основных размеров, проведение микрометража пробки по п.4, проверяется комплектность, наличие смазки, качество уплотнительных поверхностей.

6.2. При несоответствии отдельных деталей требованиям конструкторской документации изделие заменяется с составлением соответствующего акта.

6.3. После технической экспертизы и микрометража производится сборка крана, установка на стенд.

6.4. Испытываемый кран подвергается приработке в продолжении 100 циклов.

6.5. При переходе на стационарный режим и затем через каждые 1000 циклов наработки измеряется износ по п.4.

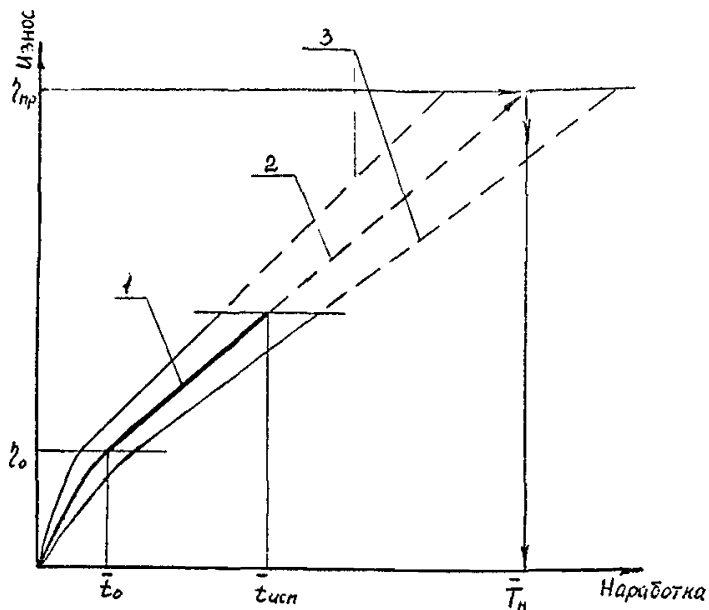
6.6. Результаты испытаний и измерений заносятся в журнал по форме:

№ п/п	№ изделия, чертёж	Наработка (количество циклов)	Максимальный износ $2 \text{ max,}$ мк	№ п/п			
1	ЛЗ906I-020 № I	0		№ 2			
2		100					
3		1100					
4		2100					
5		3100					
6		4100					

6.7. Результаты измерения износа в 6 сечениях конической пробки затвора рис. 3 методом искусственных баз по ГОСТ 2999-59, ГОСТ 17534-72 и первичной обработки заносятся в таблицу формы 3.



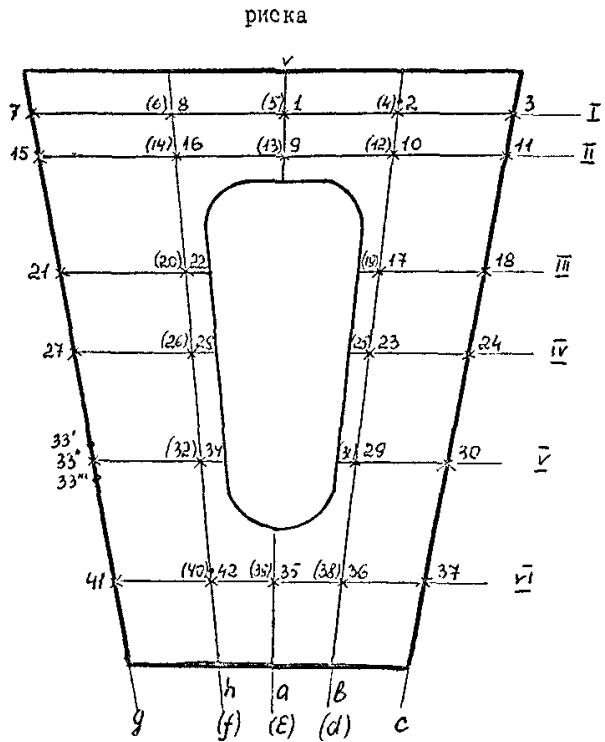
Схема экстраполяции по времени  
(для случая оценки среднего ресурса и его  
пределных значений)



1 - изученный участок зависимости наработки от износа,  
2 - участок экстраполяции зависимости,  
3 - границы доверительных интервалов наработки,  
 $z_0$  - начальное (на момент завершения приработки) и  
 $z_{np}$  - предельное значение износа (предельный износ),  
 $\bar{t}_0, \bar{t}_{исп}, \bar{T}_H$  - продолжительность приработки, продолжительность  
испытаний и оценка ресурса, соответственно  
(средние значения)

рис. 2

Схема расположения стпечатков



- I, 2, ..., 42 - номера точек  
 I - IV - номера горизонтальных сечений  
 а, в, .... - обозначение вертикальных сечений

рис. 3

№ сече- ния	№ точки заме- ра	Перво- началь- ный раз- мер диа- гонали $d_0$	Наработка (циклы)										Сум- мар- ное при- раще- ние $\Delta \Sigma$	
			100		1100		2100		3100		4100			
			$d_1$	$\Delta_1$	$d_2$	$\Delta_2$	$d_3$	$\Delta_3$	$d_4$	$\Delta_4$	$d_5$	$\Delta_5$		

6.8. После завершения испытаний проводят экспертизу, аналогичную первой по п. 6.1.

### 7. ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

7.1. В процессе испытаний проводится оперативный анализ и первичная оценка зависимостей (1) и (2) п.5.1, величины износа  $Z$  по п. 5.4, п. 6.7.

① 7.2. По ОСТ 26-07-818-78<sup>80</sup> определяются коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  зависимостей (1), (2), значение наработок  $N_u$ , и  $Z_u$  - величины достигнутого износа.

7.3. Нарботка, соответствующая предельному износу  $Z_{np}$  пересчитывается по формуле

$$N_{np} = \frac{N_u(Z_{np} - Z_c)}{(Z_u - Z_c)}, \quad \text{где}$$

$N_u$  - достигнутая наработка

$Z_u$  - достигнутый суммарный износ

$Z_c$  - износ в результате приработки

7.4. Сопоставляется значение полученной наработки  $N_{np}$  с заданным значением ресурса, делается заключение о результате периодических испытаний данного крана.