УТВЕРЖДАЮ
Заместитель руководителя
организации п/я Р-4668
В.А.Резниченко
"21" декабря 1979 г.

УДК 621 643 4.620 178 16

Группа Г-18

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ИСПЫТАНИЯ УСКОРЕННЫЕ РЕСУРСНЫЕ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УСКОРЕНИЯ

ОСТ 26-07-2021-79

Вводится впервые

Письмом организации п/я А-7236 от "11" декабря 1979 г.
(2) № 11 10 4/2270 ~~Срок действия установлен с 1 января 1981 г. до 1 января 1986 г.~~
(2) (1) ~~Срок действия продлен до 01 01 91 г~~

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на ресурсные испытания: определительные, оценочные, сравнительные, в том числе исследовательские, периодические и типовые по ГОСТ 16504-~~74~~ 81 трубопроводной арматуры и ее элементов, отказ которых обуславливается накоплением износных повреждений.

Настоящий стандарт устанавливает: вид и объем информации, необходимой для обоснованного выбора принципа ускорения для конкретного изделия или узла, принципы проведения ускоренных

Издание официальное Перепечатке не подлежит
ГР № 815 373 2 от 04 02 80

gost.e-ecolog.ru

испытаний сокращенных или форсированных, позволяющих оценить ресурс изделия в условиях и режимах эксплуатации, методы измерения износа в узлах арматуры.

На основе настоящего стандарта разрабатываются программы и методики ускоренных испытаний для конкретных видов арматуры и ее элементов при изнашивании.

Перечень исходных данных, необходимых для разработки методики ускоренных испытаний, приведен в рекомендуемом приложении.

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ПАР ТРЕНИЯ И ВИДОВ ИЗНАШИВАНИЯ В ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЕ

I.I. Классификация видов трения, изнашивания и его характерных признаков в парах трения трубопроводной арматуры указана в табл.I

② I.2. Термины и определения по ГОСТ ~~23.002-78~~ 27674-88.

Таблица I.

Характеристика изнашивания	Качественные признаки и параметры, характеризующие изменение технического состояния пары трения вследствие износа	
	признаки	параметры
Выкрашивание, отслаивание материала, перекос материала, царапание	Увеличение коэффициента трения, заклинивание. Увеличение зазоров, люфта, изменение состава и свойств смазочного материала.	Значения крутящего момента, усилия на маховике или приводе. Температура. Геометрические размеры деталей. Параметры вибрации и шума. Содержание продуктов изнашивания в смазочном материале
Выкрашивание, разрушение деталей	Увеличение коэффициента трения, заклинивание. Снижение точности регулирования	Значения крутящего момента, осевого усилия на маховике или приводе. Давление среды на выходе.
Царапание, отслаивание	Нарушение герметичности. Появление люфта.	Величина протечки. Крутящий момент, осевое усилие на маховике. Геометрические размеры деталей. Параметры вибрации и шума.
Задир, царапание, отслаивание Царапание, отслаивание	Нарушение герметичности	Геометрические размеры деталей. Микрогеометрия поверхности уплотнения. Величина протечки. Величина расхода в системе. Параметры вибрации и шума.

Узел арматуры (пара трения)	Вид трения	Вид смазки	Вид механического изнашивания
Ходовая резьбовая пара	Трение скольжения со смазочным материалом	Твердая, жидкостная	Усталостное, абразивное
Ходовая гладкая пара			
Контактная пара "пята-подпятник"	Трение скольжения без смазочного материала	-	Усталостное
Сальник "набивка-шток"	Трение скольжения: со смазочным материалом; без смазочного материала.	Твердая жидкостная	Абразивное, усталостное
Затвор	Трение скольжения: со смазочным материалом; без смазочного материала.	Жидкостная, газовая, граничная	Абразивное, усталостное эрозионное
"седло-диск"			
"седло-пробка"			
"седло-золотник"			

2. ПРИНЦИПЫ УСКОРЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ИЗНАШИВАНИЕ

2.I. Области применения и основные характеристики принципов указаны в табл.2.

Таблица 2.

Принципы ускорения	Исходная гипотеза	Условия применения	Характеристика
Экстраполяция по времени	Возможность достоверной оценки закономерностей процесса изнашивания по его начальным этапам.	I. Известен вид функциональных зависимостей математического ожидания износа и его дисперсии от наработки. 2. Зависимости сохраняются в течение всего процесса изнашивания вплоть до достижения предельного износа. 3. Функции, отражающие эти зависимости монотонны и имеют производную на всем интервале от начала установившегося процесса после приработки до достижения предельного износа	Применяется для ориентировочной оценки ресурса изделий, характер изнашивания которых хорошо изучен на аналогах, или принятая математическая модель хорошо обоснована, исходя из физики процесса При недостаточном объеме информации низка точность оценки. Продолжительность испытаний должна быть не менее 40% ресурса.
Экстраполяция по нагрузке (форсируемому параметру режима)	Возможность достаточно достоверной оценки закономерностей изменения статистических характеристик от уровня или интенсивности нагрузочных воздействий форсированных испытаний.	I. Известен вид функциональных зависимостей математического ожидания и дисперсии ресурса от уровня нагрузки. 2. Зависимости распространяются на все значения нагрузки, применяемые при испытаниях на нормальную нагрузку. 3. Функции, отражающие эти зависимости однозначные и монотонно-убивающие.	Целесообразно применять при небольших коэффициентах ускорения. При наличии оценок ресурса на нагрузках повышенных по сравнению с нормальным режимом испытаний. Недостатки: отсутствует видимая связь между ресурсом и динамикой изменения скорости изнашивания; возможность применения только при форсировании одной составляющей режима.

Принципы ускорения	Исходная гипотеза	Условия применения	Характеристика
Двойная экстраполяция	Используется параллельно или последовательно экстраполяции по времени и по нагрузке при наличии предпосылок к обоим методам	Те же, что для экстраполяции по времени и экстраполяции по нагрузке. Двойная последовательная экстраполяция применяется, когда на нормальном режиме за приемлемую продолжительность испытаний нельзя накопить износ, который можно достоверно измерить.	Сочетание двух видов экстраполяций уточняет общие результаты, учитывается динамика накопления износа. Недостатки: такие же как у экстраполяции по времени и экстраполяций по нагрузке.
"Доламывание"	Полный ресурс в форсированном режиме и остаточный ресурс в форсированном режиме, после работы изделия в нормальном режиме, позволяют оценить ресурс, соответствующий его работе в нормальном режиме.	Справедлива гипотеза линейного суммирования повреждений или иная известная гипотеза. Целесообразно использовать для объектов, находившихся до испытаний в эксплуатации, но не достигших предельного износа.	По сравнению с экстраполяцией по времени на ряду с использованием информации по начальным этапам изнашивания используется информация о накоплении износа и на последующих этапах на основе испытаний при форсированной нагрузке.
Принцип "запросов"	Зависимость, отражающая динамику изнашивания на нормальном режиме, оцененная по результатам испытаний при чередовании нормального и форсированного режимов, справедлива для процесса изнашивания в нормальном режиме от момента окончания приработки до достижения предельного износа.	Целесообразно использовать, если интенсивность изнашивания монотонно изменяется при накоплении износа. Математическое ожидание скорости изнашивания зависит от уровня износа и не зависит от того, достигнут ли этот износ на нормальном или форсированном режиме.	Возможно применение при форсировании одновременно по нескольким составляющим режима. Возможна оценка ресурса в нормальном режиме даже по результатам испытаний одного образца. Учитывается влияние изменения скорости изнашивания при накоплении износа

Примечание. Под термином "нагрузка" понимается любое внешнее физическое или химическое воздействие, обуславливающее изнашивание объекта.

2.2. Основы методик ускоренных испытаний при применении различных принципов

2.2.I. Экстраполяция по времени.

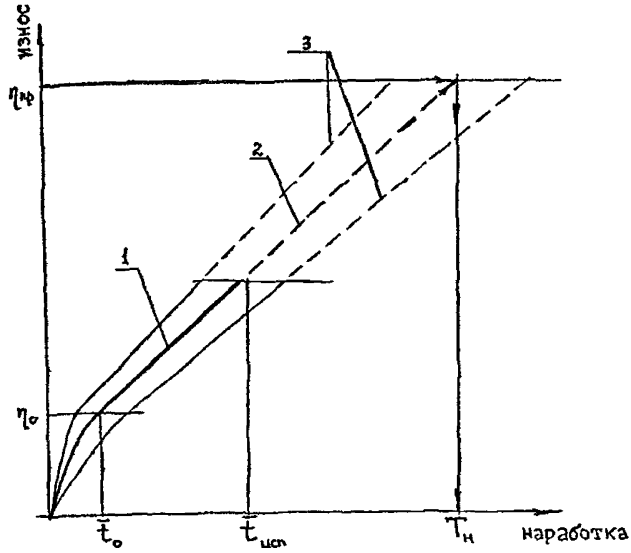
Испытания проводят при нормальном режиме на начальных этапах установившегося (после приработки) процесса изнашивания. По результатам испытаний оценивают параметры функции средней (гамма-процентной) наработки от износа или функции среднего (гамма-процентного) износа от наработки.

Для этого производят периодическое или непрерывное измерение износа в процессе испытаний. Путем подстановки заданного предельного износа в первую функцию или заданного ресурса (при оценочных испытаниях) во вторую функцию оценивают, соответственно, средний (или гамма-процентный) ресурс изделия и средний (или гамма-процентный) износ, соответствующий заданному ресурсу. В последнем случае производят сопоставление полученной оценки износа с заданным его предельным значением. Аналогичным образом получают оценку средне-квадратического отклонения ресурса и износа.

Для оперативной оценки возможно применение графического выравнивания опытных данных, экстраполяции зависимостей и оценки ресурса или износа по пересечению кривой зависимости с уровнем, отражающим предельный износ или заданный ресурс (черт.I).

Указанные функции получают выравниванием опытных данных известными методами (метод наименьших квадратов, метод экспоненциального сглаживания и др.). Выравнивающая функция и способ выравнивания определяются принятой физической и математической моделью изнашивания. Вид функции также может быть оценен непосредственно по результатам испытаний.

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



I – изученный участок зависимости наработки от износа,

2 – участок экстраполирования зависимости,

3 – границы доверительных интервалов наработки,

$\eta_0, \eta_{пр}$ – начальное (на момент завершения приработки) и предельное значение износа (предельный износ),

$\bar{t}_0, \bar{t}_{пр}, \bar{T}_н$ – продолжительность приработки, продолжительность испытаний и оценка ресурса, соответственно (средние значения)

Черт.I

2.2.2. Экстраполяция по нагрузке

Испытания проводят на нескольких группах (выборках) испытываемых изделий. Каждую группу испытывают при определенном значении форсированной нагрузки в некотором интервале от P_{min} до P_{max} (черт.2).

По результатам испытаний устанавливают вид и параметры функциональной зависимости среднего или гамма-процентного ресурса (наработка до предельного износа) от нагрузки.

Оценивают ресурс при нормальной нагрузке, подставляя ее значение в указанную функцию. Аналогично оценивают средне-квадратическое отклонение ресурса при нормальном режиме.

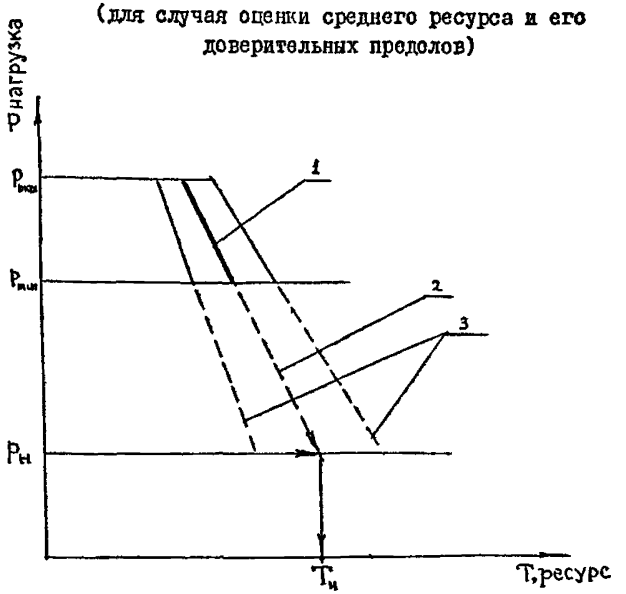
Возможна ориентировочная оценка графическим построением (черт.2). При этом указанную функциональную зависимость следует представить в линеаризирующих ее координатах.

2.2.3. Двойная параллельная экстраполяция.

При испытаниях по принципу двойной параллельной экстраполяции кроме испытаний на форсированных нагрузках, как и при экстраполяции по нагрузке, в течение примерно такого же времени проводят испытания при нормальной нагрузке (черт.3). Как для первых, так и для вторых испытаний, получают данные для оценки зависимости наработки от износа. Для этого производят измерения износа через определенные интервалы наработки или измерения наработки, через определенные интервалы износа (предпочтительно получение зависимости наработки от износа на основе его непрерывного измерения в процессе испытаний).

Экстраполяцией по нагрузке оценивают значения наработки на нормальной нагрузке для ряда значений износа в пределах его значений, достигнутых при испытаниях на нормальной нагрузке.

Схема экстраполяции по нагрузке
(для случая оценки среднего ресурса и его доверительных пределов)



I – зависимость ресурса от значения нагрузки, установленная испытаниями на форсированных нагрузках,

2– участок экстраполирования зависимости,

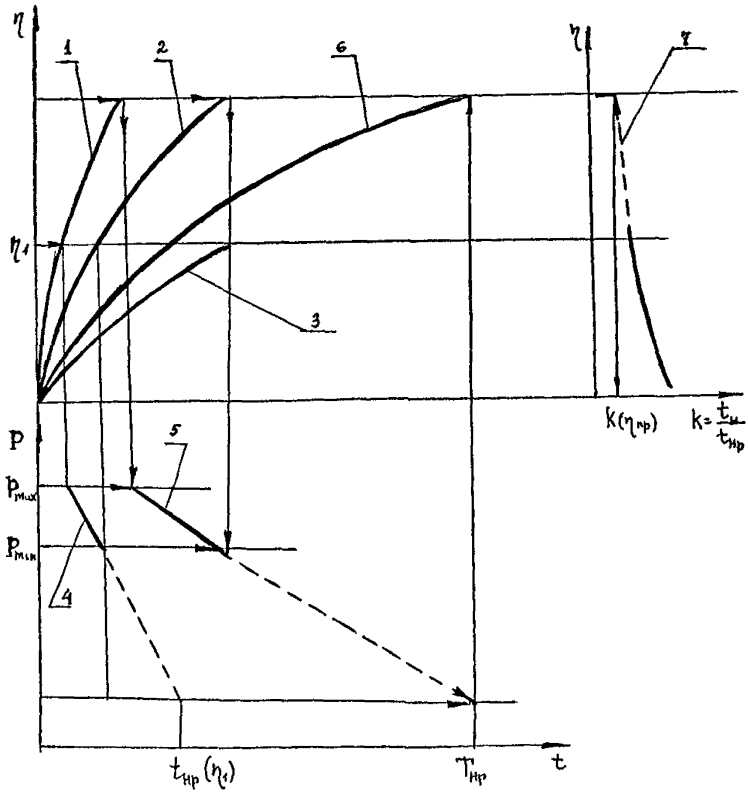
3– границы доверительных интервалов ресурса,

$P_{max}, P_{min}, P_н$ – максимальная и минимальная форсированная нагрузка и нормальная нагрузка,

$T_н$ – оценка ресурса при нормальном режиме

Черт.2

Схема двойной параллельной экстраполяции



1,2 – функции накопления износа, соответственно, для форсированных нагрузок P_{max} и P_{min};

Черт.3

3 – функция накопления износа на нормальной нагрузке $t_н(l)$ (изучена только на участке испытаний, показанном сплошной линией);

4,5 – зависимость наработки до износа l_1 и $l_{нр}$ от нагрузки (пунктиром показана экстраполяция по нагрузке);

6 – зависимость от износа оценок наработок, полученных экстраполяцией по нагрузке;

7 – зависимость от износа отношения оценки наработки, полученной экстраполяцией по нагрузке к опытному значению (для того же износа)

(пунктиром показана экстраполяция)

$t_{нр}(l_1)$ и $T_{нр}=t(l_{нр})$ – оценки экстраполяцией по нагрузке наработки до износа l_1 и наработки до предельного износа (т.е.ресурса) на нормальной нагрузке, (черт. 3).

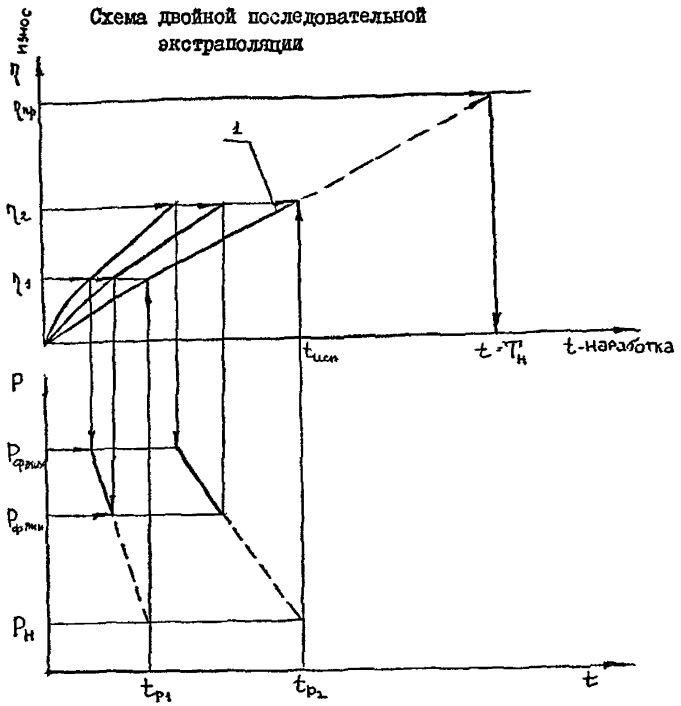
Оцененные таким образом наработки сопоставляют со значениями для этих же износов, полученными при испытаниях на нормальной нагрузке. Устанавливают вид и параметры функции изменения отношения $K = \frac{t_н}{t_{нр}}$ экспериментальных и оценочных значений от износа и экстраполяцией этой зависимости в область предельного износа (подставляя значение предельного износа) определяют значение $K\ (h_{пр})$ поправки к оценке наработки $T_{нр}$ до предельного износа (ресурса), полученной экстраполяцией по нагрузке. Вводя эту поправку (умножая $T_{нр}$ на $K(h_{пр})$) получают уточненную оценку ресурса.

2.2.4. Двойная последовательная экстраполяция.

Испытания проводят также, как при экстраполяции по нагрузке (см.п.2.2.2), но не до предельного износа.

Экстраполяцией по нагрузке наработок для ряда значений износа (а не только предельного) оценивают соответствующие этим значениям наработки при нормальном режиме. Устанавливают вид и параметры зависимости наработки от износа в нормальном режиме. Экстраполяцией этой зависимости по времени (см.п.2.2.1) оценивают ресурс при нормальном режиме (черт.4).

Схема двойной последовательной экстраполяции



$T_н$ – оценка средней наработки на нормальном режиме,

t_{p_1}, t_{p_2} – средние расчетные наработки нормального редима,

1 – среднее значение износа, на основе которого прогнозируется ресурс,

$t_{исп}$ – продолжительность испытаний,

$P_ф$ – нагрузка при форсированном режиме,

$P_н$ – нагрузка при нормальном режиме

Черт.4

2.2.5. Принцип "доламывания"

Испытания проводят при ступенчатом нагружении (черт.5). Для одной группы изделий, испытываемых непродолжительное время, проводят испытания при нормальной нагрузке Рн, в течение некоторого времени $t_н$, затем при форсированной нагрузке Рф ведут испытания до предельного износа.

Другая группа изделий испытывается с самого начала на форсированной нагрузке.

В случае, когда справедлива линейная гипотеза накопления повреждений, оценка Тн среднего ресурса при нормальном режиме производится по формуле:

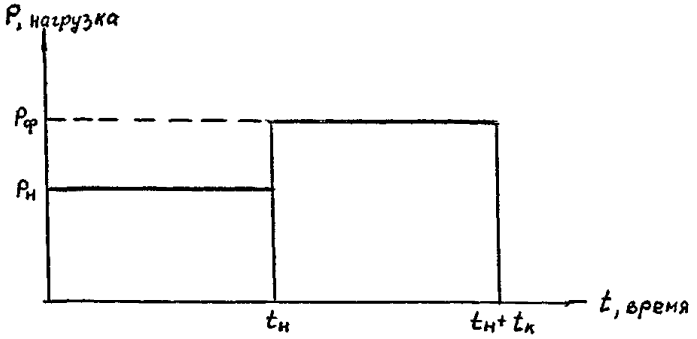
$$T_н = \bar{t}_н \frac{1}{1 - \frac{\bar{t}_ф}{\bar{T}_ф}} ,$$

где $\bar{t}_н$ – средняя продолжительность испытаний при нормальной нагрузке на первой ступени;

$\bar{t}_ф$ – средняя продолжительность испытаний до предельного износа при форсированной нагрузке на второй ступени;

$\bar{T}_ф$ – средняя наработка до предельного износа при испытаниях с самого начала на форсированной нагрузке.

Схема нагружения по принципу "доламывания"



$P_Ф$ – нагрузка при форсированном режиме,

$P_Н$ – нагрузка при нормальном режиме

Черт.5

Если в качестве предельного состояния назначается случайный момент возникновения катастрофического изнашивания, то испытания повторяются дважды, каждый раз при разных значениях $t_н$.

В этом случае средняя наработка до предельного состояния оценивается по формуле:

$$\bar{t}_н = \frac{t_{ф}^{(1)} t_к^{(2)} - t_{ф}^{(2)} t_н^{(1)}}{t_{ф}^{(1)} - t_{ф}^{(2)}},$$

где индексы (I), (2) обозначают номер одного из двух экспериментов при различных $t_н$.

Повторные испытания при нескольких значениях $t_н$ позволяют учесть упрочняющее или разуплотняющее влияние нагрузки Рн.

2.2.6. Принцип "запросов"

Испытания каждого образца проводят при последовательном ступенчатом чередовании нормального и форсированного режимов (черт.6).

Устанавливают зависимость изменения скорости изнашивания в нормальном режиме от уровня износа.

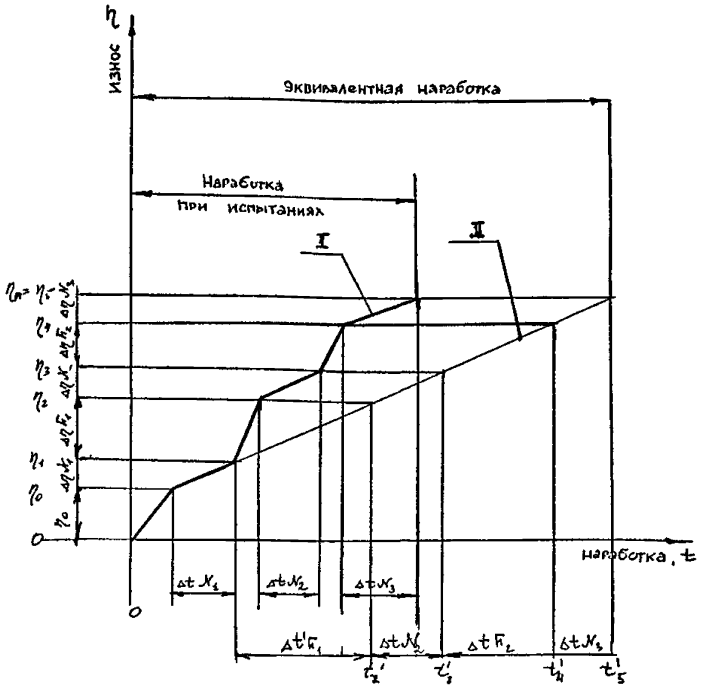
Искомую зависимость получают путем выравнивания результатов испытаний на ряде ступеней с нормальным режимом в координатах "скорость изнашивания- наработка" и "износ - наработка".

Количество нормальных ступеней назначают, исходя из заданного значения предельного износа, требуемого коэффициента ускорения, погрешности измерений износа, чувствительности метода измерения и требований к точности оценки результатов испытаний.

Минимально необходимая продолжительность испытаний на каждой нормальной ступени должна быть такой, чтобы за это время накопился износ, который можно с заданной достоверностью оценить выбранным методом измерения износа. Выполнение этого условия контролируют по общим правилам математической статистики проведением нескольких повторных серий измерений износа на очередной нормальной ступени.

Методику ускоренных ресурсных испытаний по принципу "запросов" разрабатывают в соответствии с ГОСТ 23.205-79.

Схема "запросов" (для приработочной, трех нормальных и двух форсированных ступеней)



I – результаты испытаний при чередовании режимов,

II – результаты пересчета к условиям нормального режима по трем нормальным и двум форсированным ступеням,

$\eta_1 \div \eta_n$ – износ, накопленный за i – ступеней нагружения, $i = 1, 2 \ldots n$

$\Delta\eta_{N_i}, \Delta t_{N_i}$ – износ и время испытаний на i – нормальной ступени,

$\Delta\eta_{F_i}, \Delta t_{F_i}$ – износ и время испытаний на i – форсированной ступени

Черт.6

3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗНОСА В УЗЛАХ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

3.1. Методы измерения износа в узлах трубопроводной арматуры указаны в табл.3

Таблица 3

Узел арматуры	Метод определения износа	Характеристика метода
Ходовая резьбовая пара	По изменению люфта сопряжения	Применение метода не требует разборки, измеряется суммарный износ шпинделя и втулки, измерения дискретные, необходимы специальные приспособления
	По изменению параметров вибрации и шума	Применение метода не требует разборки, измерения непрерывные, оценивается суммарный износ, чувствительность низкая, возможно использование стандартной аппаратуры
	Взвешиванием	Оценка износа раздельная для шпинделя и втулки. Требуется полная разборка сопряжения, тщательная очистка. Измерения дискретные, чувствительность умеренная. Используется для пар малых типоразмеров.
Ходовая гладкая пара	Метод исскуственных баз (отпечатков)	Определение местного на поверхности износа, возможность построения эпюры износа. Требуется разборка, очистка. Измерения дискретные. Чувствительность высокая. Нужны специальные приспособления и приборы.
	Профилографирование	
	Взвешиванием	Характеристику метода см.выше.
	По увеличению момента на маховике	Оценка суммарного износа, не требует разборки, чувствительность низкая, измерения дискретные.

Узел арматуры	Метод определения износа	Характеристика метода
Сальник "набивка-шток"	По изменению крутящего момента сопротивления на шпинделе, крепеже	Оценка суммарного износа, не требует разборки, чувствительность низкая, измерения дискретные.
	По изменению протечки	Оценка суммарного износа, не требует разборки, чувствительность умеренная, измерения дискретные
Контактная пара "пята-подпятник"	По увеличению момента на маховике	Характеристики методов приведены выше
	Профилографирование	
	Метод искусственных баз	
Затвор "седло-диск"	Метод искусственных баз (отпечатков)	Характеристики методов приведены выше
	Профилографирование	
"Седло-пробка" "Седло-золотник"	По изменению параметров вибрации и шума, метод акустической эмиссии	

4. ПОРЯДОК ВЫБОРА ПРИНЦИПА УСКОРЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

4.I. В соответствии с табл.I и 3 на основе анализа данных об условиях работы конкретного изделия и физической природы изнашивания определяют доминирующий вид изнашивания, контролируемый параметр ζ, характеризующий уровень изношенности (износа), метод измерения этого параметра.

4.2. В соответствии с перечнем (приложение 2) из предварительной информации, расчетом или испытаниями определяют исходные данные для конкретного вида изделий, необходимые для обоснованного выбора принципа ускорения испытаний и разработки методики испытаний

4.3. В соответствии с табл.2 выбирают принцип ускорения испытаний для конкретного вида изделий, разрабатывают методику испытания.

4.4. При выборе принципа ускорения учитывают также экономические параметры (затраты материальных средств, трудозатраты), конкретные производственные условия (наличие испытательного оборудования, возможность создания форсированного нагрузочного режима и пр.)

Руководитель предприятия п/я Г-4745 — С.И.Косых

Главный инженер — М.Г.Сарайлов

Заместитель главного инженера — О.Н.Шпаков

Заместитель главного инженера — Ю.И.Тарасьев

Заведующий отделом I6I — М.И.Власов

Заведующий отделом I5I — Ю.Д.Симкин

Руководитель темы — Р.А.Колядина

Исполнитель — Г.М.Маркова

Заведующий лабораторией ВНИИНМАШ, к.т.н. — И.И.Карасик

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя организации п/я А-3398

А.А.Зак

"10" декабря 1979 г.

Руководитель организации п/я А-7236

А.М.Васильев

"20" дек 1979 г.

Приложение
Рекомендуемое

П Е Р Е Ч Е Н Ь

исходных данных для разработки методики ускоренных испытаний конкретного вида арматуры

I. Контролируемый параметр, уровень которого характеризует степень изношенности пары трения, определяющей ресурс изделия.

2. Предельное значение этого параметра, соответствующее предельной степени изношенности пары трения (исчерпанию ресурса изделия).

3. Количественные значения параметров режима внешних воздействий (нагружения), по отношению к которым определяется или контролируется ресурс.

4. Значения параметров нагружения, обеспечивающих предельную степень форсирования режима испытаний при условии отсутствия влияния форсирования на вид процесса изнашивания.

5. Допустимые максимальные погрешности измерения износа.

6. Режим приработки пары трения.

7. Характеристики закономерностей, изменение интенсивности изнашивания во времени, от нагрузок.

gost.e-ecolog.ru