

лостного повреждения) амплитуд. Приведение осуществляют по формуле

$$x_{прj} = \begin{cases} x_{aj} + \psi x_{mj}, & \text{при } x_{mj} > 0; \\ x_{aj}, & \text{при } x_{mj} \leq 0, \end{cases} \quad (13)$$

где ψ — коэффициент чувствительности к асимметрии цикла нагружения.

Коэффициент чувствительности к асимметрии цикла нагружения для сталей выбирают по ГОСТ 25.504—82. Для других материалов значение коэффициента ψ должно быть подтверждено экспериментально или теоретически.

В ряде случаев более удобным является получение однопараметрических распределений приведенных амплитуд по последовательности амплитуд и средних нагрузок каждого выделенного цикла нагружения x_{aj} , x_{mj} , без использования корреляционных таблиц.

4. ВЫБОР МЕТОДА СХЕМАТИЗАЦИИ. КРИТЕРИИ ВЫБОРА

Каждый из методов схематизации, изложенных в разд. 3, имеет свои особенности применения в зависимости от характера подлежащего схематизации процесса нагружения. Для обоснованного выбора метода схематизации в пп. 4.1—4.7 кратко изложены особенности каждого из них.

4.1. При использовании методов экстремумов, максимумов и минимумов (пп. 3.2.1; 3.2.2; 3.2.3) не учитывают отрицательные максимумы и положительные минимумы. Это приводит к заниженному количеству зарегистрированных циклов нагружения по сравнению с количеством циклов, образуемым всеми максимумами и минимумами процесса. В целом схематизированный процесс по методу экстремумов будет более повреждающим, чем реальный, поскольку мелкие наложенные циклы нагружения учитывают с завышенной амплитудой, например, амплитуда x_{a6} процесса нагружения, изображенного на черт. 4.

4.2. Методы максимумов и минимумов дают удовлетворительные результаты для процессов с симметричным относительно средней нагрузки распределением экстремумов.

4.3. При использовании однопараметрического метода размахов (п. 3.2.2) не учитывают средние значения каждого выделенного цикла. Поэтому метод может быть использован только для процессов с незначительным изменением среднего значения циклов нагружения или для оценки нагружения элементов машин и конструкций, сопротивление усталости материала которых зави-

сит практически только от переменной составляющей цикла нагружения.

4.4. Методы размахов как однопараметрический, так и двухпараметрический (п. 3.3.1) приводят к схематизированному процессу менее повреждающему, чем реальный, так как не учитывают циклы с большой амплитудой, на которые наложены мелкие циклы нагружения.

4.5. Методы выделения полных циклов (п. 3.3.3) имеют преимущество по сравнению с перечисленными методами, поскольку учитывают как основные, так и наложенные циклы (см. приложение 3).

4.6. Все методы схематизации, изложенные в настоящем стандарте, в равной степени применимы к процессам нагружения с коэффициентом нерегулярности $\kappa = 1$.

Для меньших значений κ возрастает различие в результатах схематизации, полученных с применением разных методов.

4.7. Область применения методов схематизации, изложенных в разд. 3, для процессов нагружения с различными коэффициентами нерегулярности κ приведена в табл. 3. Критерием выбора метода схематизации является коэффициент нерегулярности исследуемого процесса нагружения κ .

Таблица 3

Область применения методов схематизации

Метод схематизации	Пункт стандарта	κ процесса нагружения
1. Метод пересечения границ классов	2.2.2	$0,8 < \kappa < 1,0$
2. Метод экстремумов	3.2.1	$0,5 < \kappa < 1,0$
3. Метод максимумов	3.2.2	$0,5 < \kappa < 1,0$
4. Метод минимумов	3.2.3	$0,5 < \kappa < 1,0$
5. Однопараметрический метод размахов	3.2.4	$0,8 < \kappa < 1,0$
6. Двухпараметрический метод размахов	3.3.1	$0,5 < \kappa < 1,0$
7. Методы выделения полных циклов	3.3.3	$0 < \kappa < 1,0$

5. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СХЕМАТИЗАЦИИ

5.1. Функции распределения

Для оценки нагруженности и сопротивления усталости элементов машин и конструкций используют следующие функции распределения:

$h(x_s)$ — распределение частот повторения x_s ;

$H(x_s)$ — распределение накопленных частот повторения x_s ;

$F_s(x_s)$ — эмпирическая функция распределения;

$F(x_s)$ — сглаженная эмпирическая функция распределения;

$f(x_s)$ — эмпирическая функция плотности распределения.

Перечисленные функции распределения могут строиться для амплитуд x_a , приведенных амплитуд, размахов a , максимумов x_{\max} и минимумов x_{\min} выделенных циклов. Функции распределения представляют в виде таблиц с числом интервалов m . Ширину интервала группирования случайной величины принимают равной или кратной ширине класса Δ . В таблицах распределений $h(x_s)$ и $H(x_s)$ указывают в циклах или полуциклах полученные частоты распределения. Примеры построения рядов распределений, графическая интерпретация функции $F_s(x_s)$ и функции плотности распределения $f_s(x_s)$ приведены в справочном приложении 4.

5.2. Расчет статистических характеристик распределений

Расчет статистических параметров распределений случайных величин, полученных в результате схематизации, производят по формулам:

среднее выборочное значение случайной величины

$$\bar{x}_s = \frac{\sum_{i=1}^m x_{sk} h_{sk}}{\sum_{i=1}^m h_{sk}} ; \quad (14)$$

выборочная дисперсия

$$S_s^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{sk} - \bar{x}_s)^2 h_{sk}}{(\sum_{i=1}^m h_{sk}) + 1} ; \quad (15)$$

выборочное среднее квадратическое отклонение

$$S_s = + \sqrt{S_s^2} ; \quad (16)$$

коэффициент вариации

$$v_s = \frac{S_s}{\bar{x}_s} \cdot 100 \% , \quad (17)$$

где h_{sk} — значение $h(x_s)$ в k -ом интервале.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ

- $x(t)$ — функция, описывающая реализацию случайного процесса нагружения;
 t — время;
 l_6 — длительность периода работы машины или конструкции, соответствующая одному блоку нагружения, измеряемая в часах работы, километрах пробега, количестве полетов и т. п.;
 $n_э$ — количество экстремумов в процессе нагружения;
 a_{\max} — диапазон изменения нагрузок процесса;
 X_{\min} — абсолютный минимум процесса нагружения;
 X_{\max} — абсолютный максимум процесса нагружения;
 Δ — ширина класса;
 i — номер класса, $i=1, 2, \dots, m$;
 m — количество классов или интервалов;
 \bar{x} — среднее арифметическое значение процесса нагружения (средняя нагрузка);
 $i_{\bar{x}}$ — класс средней нагрузки;
 x_{50} — медиана экстремумов процесса нагружения;
 $i_{x_{50}}$ — класс нагрузки, соответствующий медиане экстремумов;
 i_0 — класс, в котором располагается значение нагрузки, равное нулю;
 F_{\max} — наибольшая частота процесса нагружения;
 t_{ϕ} — длительность одного фрагмента, при определении F_{\max} ;
 Δt — интервал дискретизации процесса нагружения по времени;
 x_l — ордината процесса нагружения, получаемая при дискретизации;
 S^2 — дисперсия нагрузок процесса нагружения;
 S — среднее квадратическое отклонение нагрузок процесса нагружения;
 χ — коэффициент нерегулярности;
 n_0 — число пересечений процессом уровня средней нагрузки;
 x_s — значение нагрузок схематизированного процесса. Под x_s подразумевается одна из характеристик выделенных циклов: x_a , x_m , x_{\max} , x_{\min} , $x_{\text{пр}}$;
 x_{aj} — амплитуда схематизированного процесса;
 a_j — размах схематизированного процесса;
 $x_{\text{пр}j}$ — амплитуда схематизированного процесса, приведенная к симметричному циклу;
 $h(x_s)$ — распределение частот повторения x_s ;
 $x_{эj}$ — экстремум процесса нагружения;
 $x_{\min j}$ — минимальное значение нагрузки в j -м цикле нагружения;
 $x_{\max j}$ — максимальное значение нагрузки в j -м цикле нагружения;
 x_{mj} — среднее значение нагрузки в j -м цикле нагружения;
 $i_{x_{\max}}$ — номер интервала корреляционной таблицы, в который попадает максимум;

- $i_{x_{\min}}$ — номер интервала корреляционной таблицы, в который попадает минимум;
 i_{x_a} — номер интервала корреляционной таблицы, в который попадает амплитуда;
 i_{x_m} — номер интервала корреляционной таблицы, в который попадает среднее значение цикла;
 ψ — коэффициент чувствительности к асимметрии цикла нагружения;
 $H(x_s)$ — распределение накопленных частот повторения x_s ;
 $F_s(x_s)$ — эмпирическая функция распределения x_s ;
 $F(x_s)$ — сглаженная эмпирическая функция распределения x_s ;
 $f(x_s)$ — эмпирическая функция плотности распределения x_s ;
 $h_{sk}, H_{sk}, F_{sk}, F(x_s), f(x_s)$ — значения функций $h(x_s), H(x_s), F_s(x_s), F(x_s), f(x_s)$ соответственно в интервале k ;
 \bar{x}_s — выборочное среднее значение нагрузки x_s ;
 S_s^2 — выборочная дисперсия нагрузок x_s ;
 S_s — выборочное среднее квадратическое отклонение x_s ;
 v_s — коэффициент вариации;
 h_{vi} — число пересечений верхней границы i -го класса;
 x_{vsk} — верхняя граница k -го интервала нагрузок схематизированного процесса;
 x_{nsk} — нижняя граница k -го интервала нагрузок схематизированного процесса;
 x'_{sk} — середина k -го интервала нагрузок схематизированного процесса;
 v_0 — общее число циклов в блоке нагружения;
 ε — деформация.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

МЕТОД ПЕРЕСЕЧЕНИЙ ДЛЯ СХЕМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НАГРУЖЕНИЯ

Для числа пересечений отдельных уровней и числа максимумов и минимумов в классе i справедливо соотношение

$$|h_{vi} - h_{vi-1}| = |h(x_{\max_i}) - h(x_{\min_i})|, \quad (1)$$

где h_{vi} — число пересечений верхней границы i -го класса восходящими или нисходящими ветвями процесса.

Для того, чтобы воспользоваться уравнением (1), принимают следующие допущения:

$$\begin{aligned}
 h(x_{\max_i}) &= 0, \quad \text{если } i < i_{x_{50}} \\
 h(x_{\min_i}) &= 0, \quad \text{если } i > i_{x_{50}}.
 \end{aligned} \quad (2)$$

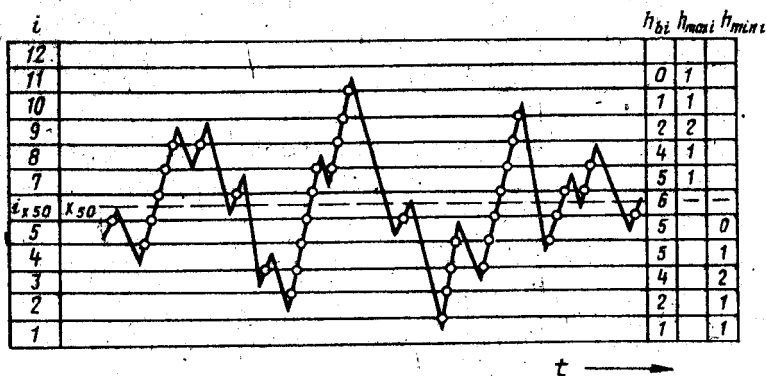
Зная распределение h_{vi} с использованием соотношений (1) и (2), строят распределение $h(x_{\max})$ и $h(x_{\min})$, используя для выделения амплитуд принцип метода экстремумов (п. 3.2.1), и на основании распределения $h(x_{\max})$ и $h(x_{\min})$ строят распределение амплитуд $h(x_a)$

$$h(x_{a_i}) = h(x_{\min_i x_{50} - t}) + h(x_{\max_i x_{50} + t}) \quad (3)$$

Экстремумы, попадающие в класс $i_{x_{50}}$, не учитывают при построении распределения $h(x_a)$, так как для них амплитуда меньше половины ширины класса Δ .

Для процесса, изображенного на чертеже, распределения h_{Bt} , $h(x_{\max})$, $h(x_{\min})$ и $h(x_a)$ приведены в таблице.

Схематизация процесса нагружения по методу пересечений



Распределения, полученные по методу пересечений

i	h_{Bt}	$h_{Bt} - h_{Bt-1}$	$h(x_{\max_i})$	$h(x_{\min_i})$	$h(x_{a_i})$
1	1	1	—	1	1
2	2	1	—	1	2
3	4	2	—	2	4
4	5	1	—	1	2
5	5	0	—	0	2
$i_{x_{50}} = 6$	6	1	—	—	—
7	5	1	1	—	—
8	4	2	1	—	—
9	2	1	2	—	—
10	1	1	1	—	—
11	0	—	1	—	—
12	—	—	—	—	—

ПРИМЕР СХЕМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА НАГРУЖЕНИЯ

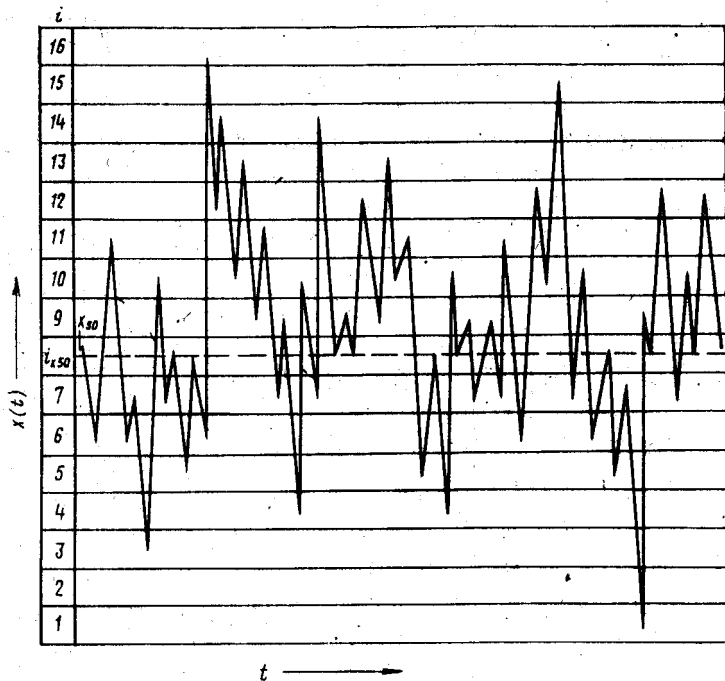
Для процесса, изображенного на черт. 1, коэффициент нерегулярности $\kappa=0,6$. Для процессов, имеющих такой коэффициент нерегулярности, допускается применять любой из изложенных методов схематизации (см. табл. 3 настоящего стандарта).

В таблице приведены распределения, полученные при однопараметрической схематизации процесса разными методами. На черт. 2 приведена графическая интерпретация распределений. Следует отметить, что для данного процесса имеет место небольшое расхождение результатов схематизации по разным методам.

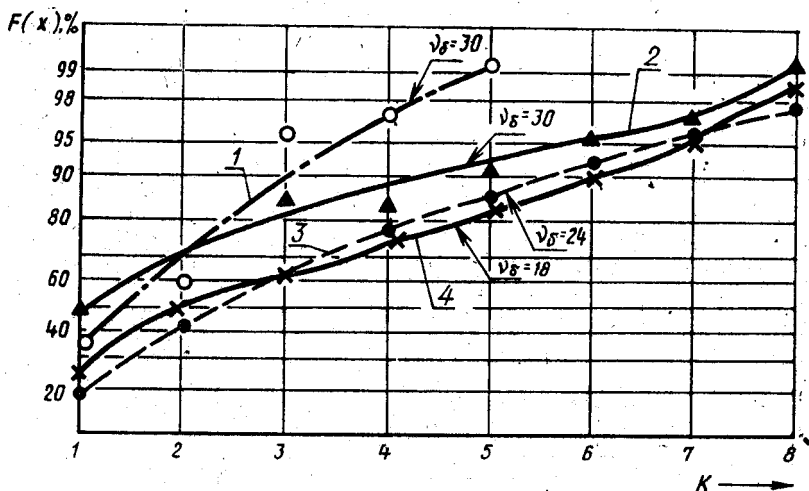
Распределения амплитуд, полученных по разным методам схематизации

	k	1	2	3	4	5	6	7	8
Метод экстремумов	$h(x_s)$	9	12	9	7	4	3	1	2
	$H(x_s)$	9	21	30	37	41	44	45	47
	$F_9(x_s)$	0,181	0,436	0,628	0,777	0,862	0,925	0,947	0,989
Метод пересечений	$h(x_s)$	9	8	6	5	3	2	2	1
	$H(x_s)$	9	17	23	28	31	33	35	36
	$F_9(x_s)$	0,236	0,458	0,625	0,764	0,847	0,903	0,958	0,986
Метод размахов	$h(x_s)$	19	23	15	1	1	—	—	—
	$H(x_s)$	19	42	57	58	59	—	—	—
	$F_9(x_s)$	0,314	0,703	0,958	0,974	0,9915	—	—	—
Метод «дождя»	$h(x_s)$	31	12	7	—	5	2	1	1
	$H(x_s)$	31	43	50	50	55	57	58	59
	$F_9(x_s)$	0,517	0,720	0,839	0,839	0,924	0,958	0,974	0,991

Примечание. Распределения $h(x_s)$ и $H(x_s)$ приведены для полуциклов.



Черт. 1



1—метод размахов; 2—метод «дождя»; 3—метод экстремумов; 4—метод пересечений

Черт. 2

ПРИМЕРЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ
СХЕМАТИЗАЦИИ

1. Распределение частот повторений

$$h(x_s)$$

Функция $h(x_s)$ представлена в табл. 1.

Таблица 1

k	1	2	3	4	5
$x_{Hsk} \div x_{Bsk}$	$(0 \div 1)\Delta$	$(1 \div 2)\Delta$	$(2 \div 3)\Delta$	$(3 \div 4)\Delta$	$(4 \div 5)\Delta$
x_{sk}	0,5 Δ	1,5 Δ	2,5 Δ	3,5 Δ	4,5 Δ
h_{sk}	13	3	1	2	—

Продолжение табл. 1

k	6	7	8	9	10
$x_{Hsk} \div x_{Bsk}$	$(5 \div 6)\Delta$	$(6 \div 7)\Delta$	$(7 \div 8)\Delta$	$(8 \div 9)\Delta$	$(9 \div 10)\Delta$
x_{sk}	5,5 Δ	6,5 Δ	7,5 Δ	8,5 Δ	9,5 Δ
h_{sk}	1	1	—	2	1

В первой строке таблицы указывают номера интервалов k ; во второй — границы интервалов: x_{Bsk} — верхняя граница, x_{Hsk} — нижняя граница k -го интервала; в третьей строке — середины интервалов — x_{sk} ; в четвертой — частоты попадания случайной величины в k -ый интервал — h_{sk} . Если случайная величина попадает на границу интервала, суммирование осуществляют в интервале с большим номером.

Табл. 1 заполнена для амплитуд полуволны процесса нагружения, изображенного на черт. 10 настоящего стандарта при схематизации по методу «дождя». Величины интервалов и классов совпадают.

2. Распределение накопленных частот повторений

$$H(x_s)$$

Вычисление функции $H(x_s)$ по данным табл. 1 представлено в табл. 2. Накопленные частоты вычисляют по формуле

$$H_{sk} = \sum_{z=1}^k h_{sz} \quad (1)$$

Общее число циклов в блоке v_6 вычисляется по формуле

$$v_6 \neq H_{sm} = \sum_{z=1}^m h_{sz} \quad (2)$$

и составляет 24 цикла (по данным табл. 2).

Таблица 2

Функция накопленных частот

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x'_{sk}	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
H_{sk}	13	16	17	19	19	20	21	21	23	24

3. Эмпирическая функция распределения $F_9(x_s)$

Функция $F_9(x_s)$ по тем же цифровым данным представлена в табл. 3. Значение функции $F_9(x_s)$ определяет относительную частоту события $x_s < X_s$. Для вычисления F_{9k} используем формулу

$$F_{9k} = \frac{H_{sk} - 0,5}{v_6} \quad (3)$$

Таблица 3

Вычисление эмпирической функции распределения $F_9(x_s)$

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x'_{sk}	0,5Δ	1,5Δ	2,5Δ	3,5Δ	4,5Δ	5,5Δ	6,5Δ	7,5Δ	8,5Δ	9,5Δ
F_{9k}	0,5210	0,6460	0,6870	0,7710	0,7710	0,8120	0,8540	0,8540	0,9370	0,9792

По эмпирической функции распределения с использованием методов математической статистики (ГОСТ 11.006—74), при необходимости, производят подбор теоретического закона распределения.

4. Сглаженная эмпирическая функция распределения $F(x_s)$,
эмпирическая функция плотности распределения $f(x_s)$

Построение $F(x_s)$ показано на чертеже. На нормальную вероятностную бумагу наносят точки (x_{sk}, F_{9k}) из табл. 3, которые затем соединяют плавной кривой линией, изображающей функцию $F(x_s)$. Значения $F(x_s)$ приведены в табл. 4. В табл. 4 приведены значения функции плотности распределения $f(x_s)$, которую строят как ступенчатую аппроксимацию функции $F(x_s)$.

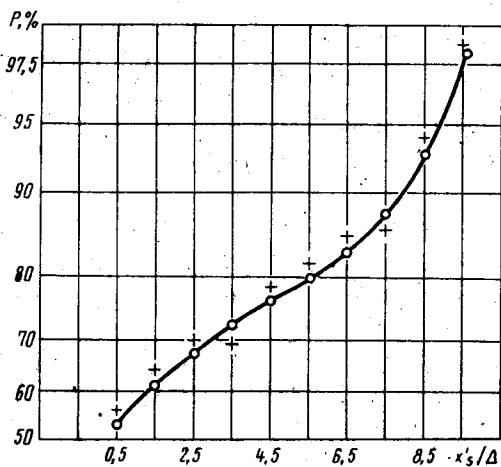
$$f_1 = F_1 \quad (4)$$

$$f_k = (F_k - F_{k-1})$$

Сглаженная функция распределения $F(x_s)$ и функция плотности $f(x_s)$

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x'_{sk}	0,5Δ	1,5Δ	2,5Δ	3,5Δ	4,5Δ	5,5Δ	6,5Δ	7,5Δ	8,5Δ	9,5Δ
F_k	0,5210	0,6064	0,6627	0,7257	0,7710	0,8023	0,8340	0,8850	0,9370	0,9790
$f_{эk}$	0,5210	0,0854	0,0563	0,0630	0,0453	0,0313	0,0317	0,0510	0,0520	0,0420

Функция распределения $F(x_s)$,
представленная на нормальной
вероятностной бумаге



+—функция $F_{э}(x_s)$, ○ —функция $F(x_s)$

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТА

Настоящий стандарт разработан на основе стандартов ГДР (12) и СССР (1, 2), а также с учетом новых разработок и опыта промышленности двух стран (3—11, 13—15). Стандарт является унифицированным стандартом ГДР и СССР.

Рекомендация длительности реализации, как содержащей не менее 1000 экстремумов, основана на опыте ряда отраслей промышленности в СССР и согласуется с соответствующей рекомендацией ГДР, как обеспечивающей надлежащую точность оценок параметров функций распределения амплитуд напряжений.

Из многочисленных известных методов схематизации случайных процессов в стандарте основное внимание уделено группе методов, основанных на выделении полных циклов, а именно, методу полных циклов и методу «дождя». Эти методы дают практически одинаковые результаты и по мнению большинства специалистов являются наиболее обоснованными.

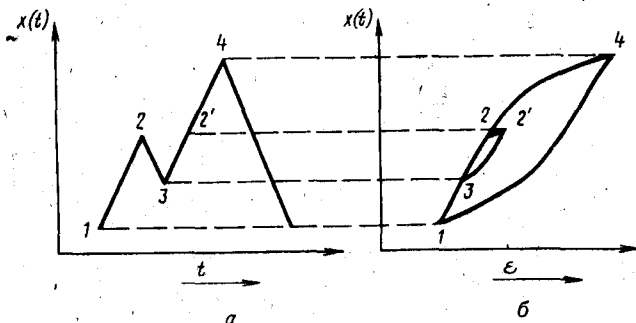
Если метод экстремумов приводит к схематизированному процессу более повреждающему, чем реальный, методу размахов — к менее повреждающему, то методы полных циклов и «дождя» занимают промежуточное положение и дают расчетные оценки долговечности, более соответствующие экспериментальным данным.

Сущность методов заключается в том, что меньшие циклы рассматривают как наложенные на плавный ход нагрузки в одном направлении. На чертеже иллюстрируется явление наложения циклов.

Для наглядности зависимость «напряжение — деформация» показана непропорциональной. Данный фрагмент образует две замкнутые петли гистерезиса или два цикла. Цикл 2—3—2 наложен на цикл с большей амплитудой 1—4—5. В свою очередь цикл 2—4—5 может быть наложен на еще больший цикл.

Особенность методов такова, что как бы далеко не располагались в реализации X_{\max} и X_{\min} , наибольший размах a_{\max} будет выделен.

Наложение циклов



При приведении асимметричных циклов к симметричным используется коэффициент влияния асимметрии цикла ψ_{σ} . В стандарте ГДР рекомендовалось для всех случаев принимать $\psi_{\sigma} = 0,33$. Однако, как показывают опытные данные для сварных и болтовых соединений, для других деталей с резкой концентрацией напряжений это значение является завышенным. Поэтому в настоящем стандарте рекомендовано принимать ψ_{σ} по рекомендации ГОСТ 25.504—82 для стальных деталей и по соответствующим справочникам для других материалов.

Выбор метода схематизации производят по величине коэффициента нерегулярности κ , равного отношению числа нулей процесса к числу экстремумов. Для процессов простой структуры, для которых $\kappa \approx 1$, все методы схематизации приводят практически к одинаковым результатам, поэтому для использования может быть рекомендован любой из них.

Для процессов сложной структуры, для которых $\kappa \ll 1$, рекомендуются методы полных циклов или «дождя», как обеспечивающие наиболее достоверную оценку уровня нагруженности.

Литература

1. ГОСТ 23207—78 «Сопrotивление усталости. Основные термины, определения и обозначения».
2. ГОСТ 23604—79 «Надежность в технике. Статистическая оценка нагруженности машин и механизмов. Методы обработки данных о нагруженности. Общие положения».
3. Кoгаев В. П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. М., Машиностроение, 1977, 232 с.
4. Дмитриченко С. С., Полев В. А., Боровик А. П. Автоматизация расчета на ЭВМ долговечности элементов машин при случайном нагружении. «Вестник машиностроения», № 1, 1982, стр. 7—11.
5. Трофимов О. Ф., Злобин Б. Н. Статистический анализ измерений случайной нагруженности для оценки накопления усталостных повреждений. «Вестник машиностроения», № 10, 1969, стр. 3—5.
6. К. Н. Böhm. Beanspruchungskollektive und ihre Erwartungswahrscheinlichkeit als Grundlage zur Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Bauteilen. «JFL—Mitteilungen», H. 1/2, 1976.
7. F. Pfeiffer. Untersuchungen zum Einfluß regelloser Beanspruchungsfolgen auf die Bauteilermüdung «JFL—Mitteilungen», H. 1/2, 1976.
8. J. Dathe, D. Meisel und W. Weygandt. Die Schädigungsgrenze bei Kollektivbeanspruchung und ihre Berücksichtigung beim experimentellen Betriebsfestigkeitsnachweis. «JFL—Mitteilungen», H. 1/2, 1976.
9. F. Pfeiffer und K. Frintert. Zangzeitklassiergerät zur Ermittlung von repräsentativen Belastungskollektiven. «JFL—Mitteilungen», H. 1/2, 1976.
10. DDR—Standard TGL 36766. Schwingfestigkeit Ermüdungsprüfung von Werkstoffproben.
11. Hänel, G. Wirthgen. Die Berechnung der Dauerfestigkeit nach dem verfahren von Kogaev und Serensen. «JFL—Mitteilungen», H. 3, 1981.
12. DDR—Standard TGL 33787. Schwingfestigkeit Regellose Zeitfunktion Statistische Auswertung.
13. Frank Lange und Fritz Pfeiffer. Statistisches Verfahren zur Auswertung von Betriebsbeanspruchungen auf der Basis der Bewertung geschlossener Hystereseschleifen («Rain—Flow») «IFL—MITT» (21), 1982, N1.
14. Karl—Heinz Böhm. Auswertung von regellosen Zeitfunktionen nach geschlossenen Hystereseschleifen («Rain—Flow») mittels Prozeßrechners «IFL—MITT» (21), 1982, N1.
15. F. Pfeiffer. Vergleichende Schwingfestigkeitsversuche an geschweißen Proben bei Random—und—Blockbeanspruchung «IFL—MITT», 1981, N2.