

М.Г. СТАКЯН, А.Р. ДЕМИРХАНЫ

УРАВНЕНИЕ КРИВОЙ УСТАЛОСТИ С УЧЕТОМ ПОРОГА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПО ДОЛГОВЕЧНОСТЯМ

Сообщение 1. Исследование порога чувствительности

С целью повышения точности статистических характеристик долговечностей разработана новая методика определения порога чувствительности и получена система линейных корреляционных уравнений. Используя данную систему, построена номограмма для их графического определения. Для выполнения расчетных и графических процедур разработан программный пакет.

Ключевые слова: испытания на усталость, порог чувствительности, циклическая долговечность, номограмма.

При обработке результатов испытаний на усталость возникает необходимость решения одно- и многомерных статистических задач для повышения точности вероятностных оценок показателей сопротивления усталости. Поэтому, помимо применения традиционных методов, в вычислительный процесс вводят оптимизационные процедуры и приемы, преследующие цель:

- а) приведения результатов испытаний к виду, наиболее соответствующему принятому закону распределения;
- б) выявления многомерных связей между показателями сопротивления усталости;
- в) разработки усовершенствованной математической модели усталости.

Первая группа задач решается трехуровневыми оптимизационными процедурами [1]. На первом уровне производится оптимальное разбиение размаха варьирования данных $R = X_n - X_1$ на интервалы и комплексные проверки нормальности распределения по критериям согласия λ , ω^2 , χ^2 [2], на втором уровне – оптимальные преобразования вариационных рядов долговечностей по логарифмическим, степенным и экспоненциальным функциям, повышающим действительный уровень значимости α_ϕ , рассчитанный по критерию согласия χ^2 , а на третьем уровне – рассмотрение опытных данных как сумм случайных и детерминированных составляющих [3] и “фильтрация” второй составляющей.

Одновременно или раздельно действующие на процесс усталостного разрушения многочисленные и разнообразные факторы меняют не только средние значения и статистические характеристики долговечностей деталей, но и закон распределения этих данных, вызывая отклонения от нормальности даже при их логарифмическом преобразовании – асимметрию, эксцесс, многомодальность и

композиции законов распределения. Это, в конечном итоге, существенно влияет на точность вероятностных оценок исследуемых параметров из-за невозможности эффективного использования математического аппарата нормированных функций нормального распределения (интегральных и дифференциальных), что вызывает необходимость разделения второй составляющей циклической долговечности, названной порогом чувствительности - N_{oi} , и рассмотрения нормальности распределения логарифма разности - $\lg(N_{ij} - N_{oi})$, где N_{ij} - полная долговечность, полученная в ходе эксперимента. Значение N_{oi} имеет физический смысл и является той частью долговечности, которая соответствует начальному, инкубационному периоду накопления циклических повреждений, в течение которого даже при очень высоких уровнях вероятности практически невозможно наступление окончательного разрушения [4]. Дальнейшие массовые испытания на усталость подтвердили наличие порога чувствительности и ее зависимость от уровня циклических перенапряжений σ_i . Систематические исследования в этой области не были проведены, и в результате полностью не выявлены закономерности изменения значений N_{oi} , что затрудняет их ввод в уточненные расчеты на долговечность ответственных деталей машин и несущих конструкций инженерных сооружений.

Между тем, участвовавшие случаи крупных аварий и происшествий техногенного характера в транспорте и инфраструктуре, которые в большинстве случаев обнаруживают усталостную природу (особенно в авиации и ракетостроении), требуют уточнения показателей сопротивления усталости на новом уровне.

Вторая группа задач относится к установлению оптимальных корреляционных связей между статистическими характеристиками долговечностей, оцениваемых максимальным значением коэффициента корреляции $\Gamma_{\max}$, который получается оптимальным подбором преобразующих координатных систем (u, v) , обеспечивающих наилучшую линеаризацию этих связей. Подобный подход обеспечит формирование системы линейных уравнений, обобщающих результаты испытаний, и получение показателей сопротивления усталости расчетным путем без длительных и дорогостоящих испытаний.

Комплексный расчетный алгоритм и составленный на его основе программный пакет являются реализацией не только первых двух, но и третьей задачи - создания новой, более усовершенствованной математической модели для описания семейств квантильных кривых усталости и их доверительных границ.

В качестве экспериментальных данных использованы результаты массовых испытаний на усталость образцов ($d = 7,62 \text{ мм}$), изготовленных из среднеуглеродистой низколегированной (хромомолибденовой) конструкционной стали, испытанных при круговом изгибе на 6 уровнях $\sigma_i = 392,0, 411,6, 441,0, 470,4, 499,8, 529,2 \text{ МПа}$ (на каждом уровне σ_i - по 100 образцов) [5].

1. Определение порога чувствительности по долговечностям.

Первоначально составляют вариационные ряды X_{ij} по уровням y_i (рис. 1):
 $y_i = \lg \sigma_i$, $i = \overline{1, m}$, $x_{ij} = \lg N_{ij}$, $j = \overline{1, n_i}$, где m , σ_i - количество и уровень перенапряжений; N_{ij} - долговечность j -го образца на i -ом уровне σ_i ; n_i - количество испытаний на i -ом уровне: $x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{ini}$.

Далее определяют среднее значение $\bar{x}_i$, дисперсию s_i^2 , среднее квадратическое отклонение S_i и коэффициент вариации V_i на каждом i -ом уровне σ_i :

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}, \quad s_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2, \quad v_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}, \quad (1)$$

а также коэффициенты асимметрии S_{ki} и эксцесса E_{ki} :

$$s_{ki} = \frac{1}{n_i s_i^3} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^3, \quad E_{ki} = \frac{1}{n_i s_i^4} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^4 - 3. \quad (2)$$

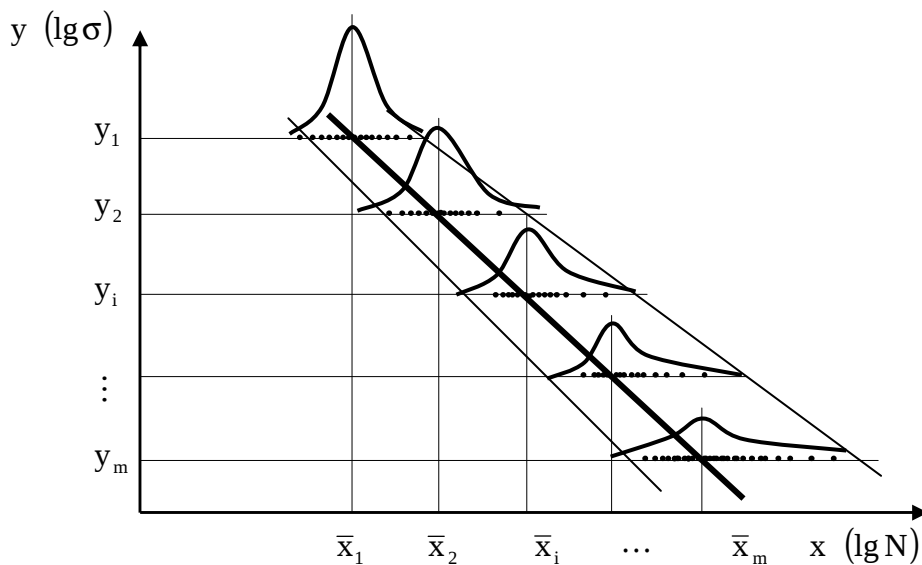


Рис. 1

Нормальность распределения вариационных рядов X_{ij} проверяют по критериям согласия χ^2 , λ , ω^2 и определяют уровень значимости $\alpha_{\max}$:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \max[D_n^+, D_n^-] \left[\sqrt{n} - 0,01 + \frac{0,85}{\sqrt{n}} \right] \leq \lambda_{\alpha}, \\ W^2 &= \omega^2 \left(1 + \frac{1}{2n} \right) \leq W_{\alpha}^2, \\ \omega^2 &= \frac{1}{12n} + \sum_{i=1}^n [W(x_i) - \Phi(z_i)]^2, \\ \alpha_{\max} &= \max[P(\chi^2 > \chi_1^2)] = \\ &= \max \left[2^{k/2} \Gamma(k/2)^{-1} \int_{\chi_1^2}^{\infty} (\chi^2)^{k/2-1} \exp\left(-\frac{\chi^2}{2}\right) d\chi^2 \right]. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Порог чувствительности N_{oi} определяют методом подбора, для чего назначают: $N_{oi} = kN_{i1}$, где N_{i1} - первый член i -го вариационного ряда, а $k = 0,05, 0,10, 0,15, \dots, 0,95$. Для каждого значения k составляют новые вариационные ряды X'_{ij} :

$$x'_{i1}, x'_{i2}, x'_{i3}, \dots, x'_{ij}, \dots, x'_{ini},$$

где

$$x'_{ij} = \lg N'_{ij}, \quad N'_{ij} = (N_{ij} - N_{oi}) = (N_{ij} - kN_{i1}).$$

Рассчитывают значения $\bar{x}'_i$, s'^2_i , s'_i , v'_i , s'_{ki} , E'_{ki} для каждого i -го ряда и для всех значений $k = 0,05, \dots, 0,95$. При этом выбирают оптимальные значения $k_{i_{opt}}$, обеспечивающие $s'_{k_{min}}$ и $E'_{k_{min}}$, а с их помощью - $\max[\alpha_{\max}]$, определяемые согласно (3), чем и обосновывается окончательное значение $N_{oi} = k_{i_{opt}} N_{i1}$. Составляют таблицу предварительных расчетов и повторяют проверки нормальности распределения согласно (3) для новых рядов X'_{ij} (с учетом N_{oi} - табл.1).

Разделение порога чувствительности в значительной степени повысило нормальность распределения логарифмов долговечностей, о чем свидетельствуют возросшие значения $\alpha_{\max}$ особенно на низких уровнях σ_i :

		$\sigma_1 >$	$\sigma_2 >$	$\sigma_3 >$	$\sigma_4 >$	$\sigma_5 >$	σ_6
α_Φ	до	0,779	0,696	0,456	0,273	0,148	0,079
	после	0,779	0,914	0,939	0,708	0,909	0,873
$k_{i_{opt}}$		0	0,80	0,75	0,75	0,90	0,85
N_{oi}		0	$0,22 \cdot 10^5$	$0,47 \cdot 10^5$	$0,93 \cdot 10^5$	$2,62 \cdot 10^5$	$4,34 \cdot 10^5$

Аналогичное повышение зафиксировано и по критерию согласия W^2 : 0,058...0,225 и 0,016...0,05 – до и после разделения, и это повышение лишь незначительно по критерию λ – соответственно 0,388...0,572 и 0,366...0,550.

2. Исследование статистических характеристик и порога чувствительности.

Известны многомерные связи статистических характеристик долговечностей от уровня σ_i и средних значений $\bar{x}_i$, $\bar{x}'_i$, где параметром является квантиль нормального распределения z_p . Классификация всех вариантов параметрических связей приводит их к виду

$$\begin{aligned}
 1. \hat{\bar{x}}_{pi} &= f_1(\sigma_i, z_p), & - & & - \\
 2. \hat{\bar{x}}'_{pi} &= f_2(\sigma_i, z_p), & \hat{\bar{x}}'_{pi} &= \varphi_1(\hat{\bar{x}}_{pi}), & - \\
 3. x_{oi} &= f_3(\sigma_i), & x_{oi} &= \varphi_2(\bar{x}_i, z_p), & x_{oi} = \psi_1(\bar{x}'_i, z_p), \\
 4. s_i^2 &= f_4(\sigma_i), & s_i^2 &= \varphi_3(\bar{x}_i), & - \\
 5. v_i &= f_5(\sigma_i), & v_i &= \varphi_4(\bar{x}_i), & - \\
 6. s_i'^2 &= f_6(\sigma_i), & - & & s_i'^2 = \psi_2(\bar{x}'_i), \\
 7. v'_i &= f_7(\sigma_i), & - & & v_i = \psi_3(\bar{x}_i),
 \end{aligned} \tag{4}$$

где $\hat{\bar{x}}_{pi} = \bar{x}_i + z_p s_i$, $\hat{\bar{x}}'_{pi} = \bar{x}'_i + z_p s'_i$, $x_{oi} = \lg N_{oi}$.

Систему (4) можно оптимизировать, отобрать лишь важнейшие из них и представить в виде системы линейных корреляционных уравнений:

$$\begin{aligned}
 1. \hat{\bar{x}}'_{pi} &= a_1 + b_1 \lg \sigma_i, \quad P = 0,5 \dots 0,999 \quad (z_p = 0 \dots -3,09), \\
 2. x_{oi} &= a_2 + b_2 \lg \sigma_i, \\
 3. s_i'^2 &= a_3 + b_3 \lg \sigma_i, \\
 4. v'_i &= a_4 + b_4 \lg \sigma_i, \\
 5. x_{oi} &= a_5 + b_5 \hat{\bar{x}}_{pi}, \quad P = 0,5 \dots 0,999 \quad (z_p = 0 \dots -3,09), \\
 6. s_i^2 &= a_6 + b_6 \bar{x}_i, \\
 7. v'_i &= a_7 + b_7 \bar{x}_i,
 \end{aligned} \tag{5}$$

где $a_1, \dots, a_7$ и $b_1, \dots, b_7$ – параметры и коэффициенты медианных линий регрессии.

Таблица 1

i	y_i	Вариационные ряды $x'_{ij} (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i})$	n_i	$\bar{x}'_i$	s'_i	v'_i
1	y_1	$x'_{11}, x'_{12}, x'_{13}, \dots, x'_{1j}, \dots, x'_{1n1}$	n_1	$\bar{x}'_1$	s'_1	v'_1
2	y_2	$x'_{21}, x'_{22}, x'_{23}, \dots, x'_{2j}, \dots, x'_{2n2}$	n_2	$\bar{x}'_2$	s'_2	v'_2
3	y_3	$x'_{31}, x'_{32}, x'_{33}, \dots, x'_{3j}, \dots, x'_{3n3}$	n_3	$\bar{x}'_3$	s'_3	v'_3
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
i	y_i	$x'_{i1}, x'_{i2}, x'_{i3}, \dots, x'_{ij}, \dots, x'_{ini}$	n_i	$\bar{x}'_i$	s'_i	v'_i
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
m	y_m	$x'_{m1}, x'_{m2}, x'_{m3}, \dots, x'_{mj}, \dots, x'_{mnm}$	n_m	$\bar{x}'_m$	s'_m	v'_m

Продолжение табл. 1

$s_i'^2$	$s_i'^3$	$s_i'^4$	$s'_{ki_{min}}$	$E'_{ki_{min}}$	$k_{i_{opt}}$	x_{oi}	N_{oi}
$s_1'^2$	$s_1'^3$	$s_1'^4$	$s'_{k1_{min}}$	$E'_{k1_{min}}$	$k_{1_{opt}}$	x_{o1}	N_{o1}
$s_2'^2$	$s_2'^3$	$s_2'^4$	$s'_{k2_{min}}$	$E'_{k2_{min}}$	$k_{2_{opt}}$	x_{o2}	N_{o2}
$s_3'^2$	$s_3'^3$	$s_3'^4$	$s'_{k3_{min}}$	$E'_{k3_{min}}$	$k_{3_{opt}}$	x_{o3}	N_{o3}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$s_i'^2$	$s_i'^3$	$s_i'^4$	$s'_{ki_{min}}$	$E'_{ki_{min}}$	$k_{i_{opt}}$	x_{oi}	N_{oi}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$s_m'^2$	$s_m'^3$	$s_m'^4$	$s'_{km_{min}}$	$E'_{km_{min}}$	$k_{m_{opt}}$	x_{om}	N_{om}

Для выявления связей (5) определены расчетные значения изучаемых параметров на всех уровнях σ_i и вероятности неразрушения $P = 0,5 \dots 0,999$. При этом составлены двумерные корреляционные таблицы данных согласно (5), а для их линеаризации использованы преобразующие системы координат (u, v) . При этом определяют параметры медианной линии регрессии:

$$u_v = \bar{u} + r \frac{s_u}{s_v} (v - \bar{v}) = a + b_{u/v} v, \quad (6)$$

где

$$\left. \begin{aligned} a = \bar{u} - b_{u/v} \bar{v}, \quad b_{u/v} = r \frac{s_u}{s_v}, \quad r = \frac{\mu}{s_u s_v}, \quad \mu = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (v_i - \bar{v})(u_i - \bar{u}), \\ s_u = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (u_i - \bar{u})^2}, \quad s_v = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (v_i - \bar{v})^2}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

В табл. 2 приведены наиболее известные типы преобразующих координатных систем (60 групп, 248 наименований), которые сгруппированы по виду преобразующих функций и их параметров, реализующих процесс с высоким, умеренным и низким градиентами линеаризации. Попеременно для каждого вида и параметра функции производится преобразование значений Y_i , X_i на u_i , v_i и расчет величины Γ_i . Затем из каждой группы преобразований выбирают те координатные системы (u, v) , которые обеспечивают $|\Gamma_{\max i}|$, и составляют их таблицу - $|\Gamma_{\max 1}| > |\Gamma_{\max 2}| > \dots > |\Gamma_{\max 60}|$ с указанием кода и вида преобразующих координат (u, v) (табл. 2). Окончательно выбирают оптимальную преобразующую систему координат (u_{opt}, v_{opt}) , обеспечивающую $\max[|\Gamma_{\max}|]$ или удобную систему (u, v) для дальнейшей унификации расчетов согласно (6).

3. Построение номограммы $\sigma_i - \hat{x}_{pi} - \hat{x}'_{pi} - x_{oi} - s_i - s'_i - v_i - v'_i - z_p$.

Система уравнений (5), где в качестве основного аргумента выступает уровень перенапряжений σ_i , а параметром является квантиль нормального распределения z_p ($P = 0,5 \dots 0,999$), в полной мере отражает взаимосвязь основных статистик процесса усталостного разрушения, позволяет сравнительно простыми процедурами, расчетным путем определить эти статистики. Но наиболее наглядным является графический метод определения этих величин с помощью номограммы (рис.2), позволяющей последовательными графическими процедурами решить систему уравнений (5) для интересующих нас интервалов варьирования этих статистик. Номограмма обладает также другим важным преимуществом – с ее помощью можно решить широкий спектр статистических задач с разными предварительными условиями, диктующими стартовый ход графических процедур. В качестве стартового параметра принят уровень перенапряжений, и с его помощью определены остальные статистики. Для реализации указанных расчетных и графических процедур на алгоритмическом языке *Borland Pascal 7.0* составлен программный пакет *SMDA4* (25 кБт).

Таблица 2

Преобразующие системы координат

№	Степенные	Логарифмическо-степенные		
1	$y - x^n$, $n = 1...5$ 1,1	$y - (\lg x)^n$, $n = 1...5$ 2,1	$\lg y - x^n$, $n = 1...5$ 3,1	$\lg y - (\lg x)^n$, $n = 1...5$ 4,1
2	$y - 1/x^n$, $n = 1...5$ 1,2	$y - 1/(\lg x)^n$, $n = 1...5$ 2,2	$\lg y - 1/x^n$, $n = 1...5$ 3,2	$\lg y - 1/(\lg x)^n$, $n = 1...5$ 4,2
3	$y^n - x$, $n = 2...5$ 1,3	$y^n - \lg x$, $n = 2...5$ 2,3	$(\lg y)^n - x$, $n = 2...5$ 3,3	$(\lg y)^n - \lg x$, $n = 2...5$ 4,3
4	$1/y^n - x$, $n = 1...5$ 1,4	$1/y^n - \lg x$, $n = 1...5$ 2,4	$1/(\lg y)^n - x$, $n = 1...5$ 3,4	$1/(\lg y)^n - \lg x$, $n = 1...5$ 4,4
5	$y^n - x^n$, $n = 2...5$ 1,5	$y^n - (\lg x)^n$, $n = 2...5$ 2,5	$(\lg y)^n - x^n$, $n = 2...5$ 3,5	$(\lg y)^n - (\lg x)^n$, $n = 2...5$ 4,5
6	$1/y^n - 1/x^n$, $n = 1...5$ 1,6	$1/y^n - 1/(\lg x)^n$, $n = 1...5$ 2,6	$1/(\lg y)^n - 1/x^n$, $n = 1...5$ 3,6	$1/(\lg y)^n - 1/(\lg x)^n$, $n = 1...5$ 4,6
7	$y^n - 1/x^n$, $n = 2...5$ 1,7	$y^n - 1/(\lg x)^n$, $n = 2...5$ 2,7	$(\lg y)^n - 1/x^n$, $n = 2...5$ 3,7	$(\lg y)^n - 1/(\lg x)^n$, $n = 2...5$ 4,7
8	$1/y^n - x^n$, $n = 2...5$ 1,8	$1/y^n - (\lg x)^n$, $n = 2...5$ 2,8	$1/(\lg y)^n - x^n$, $n = 2...5$ 3,8	$1/(\lg y)^n - (\lg x)^n$, $n = 2...5$ 4,8

Продолжение табл.2

Степенно-логарифмические			Экспоненц.
$y - \lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 5,1	- 6,1	$\lg y - \lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 7,1	$y^n - e^x$, $n = 1 \dots 5$ 8,1
$y - 1/\lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 5,2	- 6,2	$\lg y - 1/\lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 7,2	$y^n - 1/e^x$, $n = 1 \dots 5$ 8,2
- 5,3	$\lg y^n - x$, $n = 2 \dots 5$ 6,3	$\lg y^n - \lg x$, $n = 2 \dots 5$ 7,3	$e^y - x^n$, $n = 1 \dots 5$ 8,3
- 5,4	$1/\lg y^n - x$, $n = 2 \dots 5$ 6,4	$1/\lg y^n - \lg x$, $n = 2 \dots 5$ 7,4	$1/e^y - x^n$, $n = 1 \dots 5$ 8,4
$y^n - \lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 5,5	$\lg y^n - x^n$, $n = 2 \dots 5$ 6,5	$\lg y^n - \lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 7,5	$e^y - e^x$, 8,5
$1/y^n - 1/\lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 5,6	$1/\lg y^n - 1/x^n$, $n = 2 \dots 5$ 6,6	$1/\lg y^n - 1/\lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 7,6	$1/e^y - 1/e^x$ 8,6
$y^n - 1/\lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 5,7	$\lg y^n - 1/x^n$, $n = 2 \dots 5$ 6,7	$\lg y^n - 1/\lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 7,7	$e^y - 1/e^x$, 8,7
$1/y^n - \lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 5,8	$1/\lg y^n - x^n$, $n = 2 \dots 5$ 6,8	$1/\lg y^n - \lg x^n$, $n = 2 \dots 5$ 7,8	$1/e^y - e^x$, 8,8

Примечания: 1. $u = y, 1/y^n, y^n, (\lg y)^n, \lg y^n, 1/(\lg y)^n, 1/\lg y^n$ и т. д.
2. $v = x, 1/x^n, x^n, (\lg x)^n, \lg x^n, 1/(\lg x)^n, 1/\lg x^n$ и т. д.

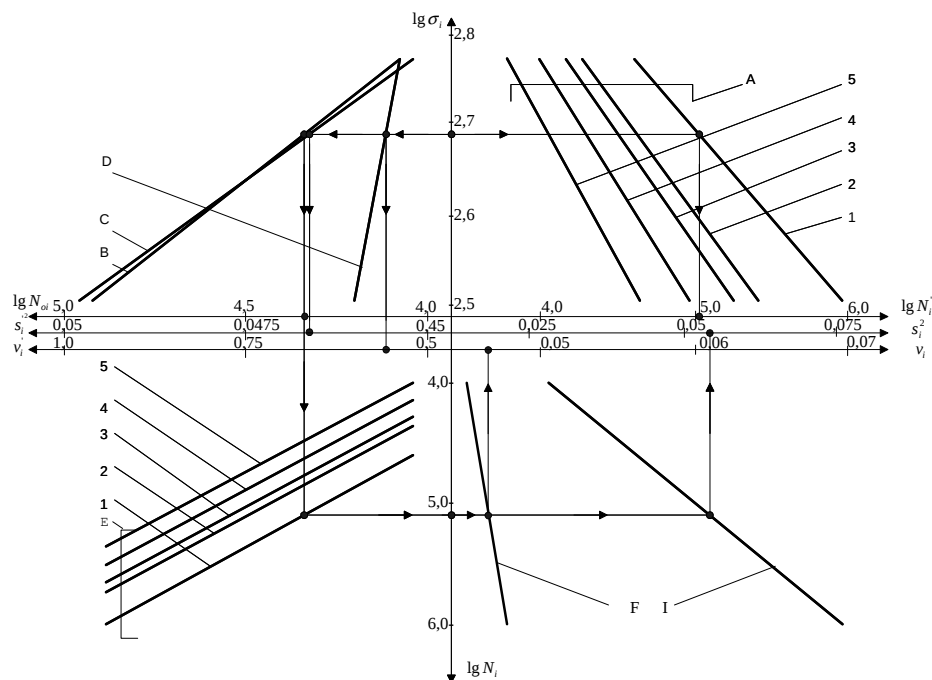


Рис. 2. Номограмма $F(\sigma_i, \hat{\bar{x}}_{pi}, \hat{\bar{x}}_{pi}', x_{oi}, s_i'^2, v_i', s_i^2, v_i, z_p) = 0$. Зависимости:
 $A - \hat{\bar{x}}_{pi}' = f_2(\sigma_i, z_p)$, $B - x_{oi} = f_3(\sigma_i)$, $C - s_i'^2 = f_4(\sigma_i)$, $D - v_i' = f_7(\sigma_i)$,
 $E - x_{oi} = \varphi_2(\hat{\bar{x}}_i, z_p)$, $F - s_i^2 = \varphi_3(\bar{x}_i)$, $I - v_i = \psi(\bar{x}_i)$.
 Линии 1-5 соответствуют вероятностям $P = 0,5, 0,9, 0,95, 0,99$ и $0,999$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Стакян М.Г., Демирханян А.Р.** Модифицированный метод проверки нормальности распределения результатов механических испытаний // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2000.- Т.53, №3.- С.271-280.
2. **Степнов М.Н.** Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справ. - М.: Машиностр., 1985. - 232 с.
3. **Айвазян С.А.** Прикладная статистика. Исследование зависимостей: Справ. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 487 с.
4. **Когаев В.П., Махутов М.А., Гусенков А.П.** Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справ. - М.: Машиностр., 1985. - 223 с.
5. **Бастенер Ф., Бастьен М., Поме Ж.** Статистический анализ результатов новых усталостных испытаний // Усталость и выносливость металлов: Сб. ст. - М.: ИЛ, 1963. - С.390-406.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 30.01.2002.

Մ.Գ. ՍՏԱԿՅԱՆ, Ա.Ռ. ԴԵՄԻՐԽԱՆՅԱՆ

**ՀՈԳՆԱԾՍՅԻՆ ԿՈՐԻ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ ԵՐԿԱՐԱԿԵՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԶԳԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ՇԵՄԻ ՀԱՇՎԱՌՄԱՄԲ**

Հաղորդում 1. Զգայնության շեմի հետազոտումը

Երկարակեցությունների վիճակագրական բնութագրերի ճշտությունը բարձրացնելու նպատակով մշակված է երկարակեցությունների զգայնության շեմի որոշման նոր մեթոդիկա: Կատարված է զգայնության շեմի վիճակագրական հետազոտություն և ստացված է այդ բնութագրերի որոշման համար անհրաժեշտ գծային հարաբերակցական հավասարումների համակարգ: Նշված համակարգի կիրարկմամբ կառուցված է նոմոգրամ՝ բնութագրերի գրաֆիկական որոշման համար: Հաշվարկային և գրաֆիկական ընթացակարգերի կատարման համար մշակված է ծրագրային փաթեթ:

M.G. STAKYAN, A.R. DEMIRKHANYAN

**EQUATION OF STRESS-CYCLE DIAGRAM WITH ACCOUNT OF LONGEVITY
SENSITIVITY THRESHOLD**

REPORT 1. INVESTIGATION OF SENSITIVITY THRESHOLD

In order to improve the longevities of statistical character accuracy, a new method for determining sensitivity threshold is developed, and a system of correlation equations for these characteristics determination is found out. Using these system a nomograph is constructed for their graphical determination. For realization of graphical and calculation procedures software is elaborated.