

Է.Ա. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Մ.Գ. ՍՏԱԿՅԱՆ

ԼԻՍԵՆՆԵՐԻ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԻԱԳՈՐԾՈՆ ՑՐՎԱԾՔԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԱՅԻՆ ԱԼԳՈՐԻԹՄԸ ԵՎ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ԱՊԱՀՈՎՈՒՄԸ

Քննարկվում են լիսենսիայի հոգնաձային դիմադրության հաշվարկների կատարելագործման խնդիրները՝ ազդող գործոնների հավանական բնույթի հաշվառմամբ: Դիտարկվում է քվանտիլային հոգնաձային գծերի ընտանիքների հավասարումների ճշգրտման հարցը՝ գերլարումների մակարդակներով լիսենսիայի ցիկլային երկարակեցությունների ցրվածքային փոփոխականության հաշվառմամբ: Հավանականային հաշվարկների կատարման համար ստեղծված է համակարգչային ծրագիր երկարակեցությունների փոփոխականային շարքերի միագործոն ցրվածքային վերլուծության կիրառմամբ:

Առանցքային բառեր. ցիկլային երկարակեցություն, հոգնաձային դիմադրություն, միագործոն ցրվածքային վերլուծություն, քվանտիլային հոգնաձային գծերի ընտանիք:

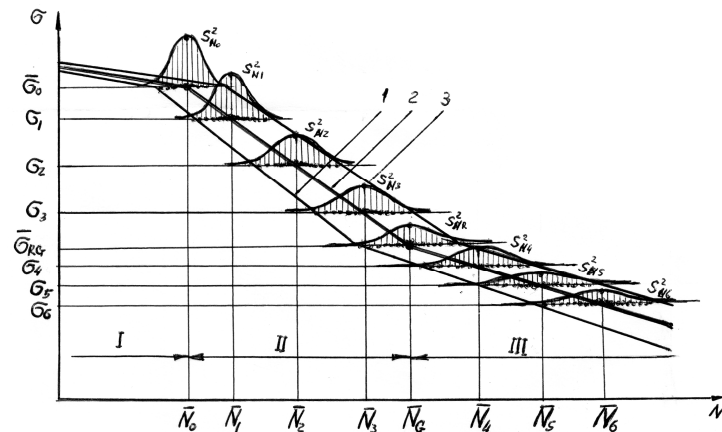
Ծանրաբեռնված մեքենամասերի և հանգույցների հոգնաձային դիմադրությունը զգալիորեն պայմանավորում է պարբերական բեռնվածության ազդեցությանը ենթարկվող մեքենաների կառուցվածքների ամրությունը, երկարակեցությունը և հուսալիությունը: Նվազագույն զանգվածի ապահովումը բարձր արտադրողականություն և աշխատանքային արագություններ պահանջող ժամանակակից մեքենաների և տեխնոլոգիական սարքավորման ստեղծման գործընթացում պահանջում է լիովին օգտագործել նրանց կրողունակության գոյապաշարը, որն իր հերթին զգալիորեն բարձրացնում է մեքենամասերի վտանգավոր հատվածների լարվածությունը: Այս առումով հատկանշական է մեքենաներում և տեխնոլոգիական սարքավորումներում լայնորեն օգտագործվող տարբեր նշանակության և կառուցվածքի լիսենսիայի հոգնաձային դիմադրության ուսումնասիրման խնդիրը, քանի որ դրանք կազմում են հոգնաձային քայքայման պատճառով մեքենաների մերժերի զգալի մասը:

Լիսենսիայի ճշգրտված հաշվարկները նախատեսում են հավանականությունների տեսության և մաթեմատիկական վիճակագրական դրույթների լայն կիրառում: Մինչ այժմ ստեղծված են հաշվարկային մեթոդներ և առաջադրված մաթեմատիկական մոդելներ, որոնք ֆորմալիզացնում են հոգնաձային քայքայման գործընթացը երկարակեցությունների տարբեր գոտիներում: Այդ գոտիներից առավել հետաքրքրություն է ներկայացնում բազմացիկլային հոգնաձային քայքայման գոտին, որը համապատասխանում է տարբեր նշանակության մեքենաների լայն դասի ծառայության ժամկետներին (նկ. 1):

II և III գոտիների համար առաջարկված է քվանտիլային հոգնաձային գծերի ընտանիքի հավասարում, որի պարամետրը նորմալ բաշխման z_p քվանտիլն է [1].

$$\lg N = (\lg \bar{N} + z_p S_{N_r}) - (\bar{m} + z_p S_m)(\lg \sigma - \lg \bar{\sigma}), \quad (1)$$

որտեղ N ցիկլային երկարակեցությունների s_N^2 ցրվածքների փոփոխականությունը առաջին մոտարկմամբ հաշվի է առնվում N -ի բաշխման կենտրոնում ցրվածքի s_{Nr} անհատական չափով և հոգնաձային գծի m թեքության ցուցչի s_m միջին քառակուսային շեղման գործակցով, այսինքն՝ (1) - ում N երկարակեցությունների s_i^2 ցրվածքների փոփոխություններն ըստ σ_i գերլարումների մակարդակների ընդունվում են գծային օրենքով և ընդ որում՝ $s_{N1}^2 \leq s_{N2}^2 \leq \dots \leq s_{Ni}^2 \leq \dots \leq s_{NK}^2, i = \overline{1, k}$ (k -ն σ_i գերլարումների մակարդակների թիվն է):



Նկ. 1. Լիսեռների քվանտիլային հոգնաձային գծերի ընտանիքների սխեմատիկ դասավորվածությունը սակավացիկային (I), բազմացիկային (II) և երկարատև (III) հոգնաձային քայքայման գոտիներում. 1, 2, 3 - քայքայման հավանականությունների $P(N_1) < P(N_2) < P(N_3)$ մակարդակների համապատասխանող քվանտիլային հոգնաձային գծերը

Ընդհանուր դեպքում նման մոտեցումը համապատասխանում է իրականությանը, բայց յուրաքանչյուր գործոնի ազդեցությունը (մասշտաբային երևույթ, բեռնվածքի փոփոխման օրենք, նյութի միկրոկառուցվածք, աշխատանքային մակերևույթների ֆիզիկամեխանիկական վիճակ, ջերմամշակման տեսակ, միջավայրի ազդեցություն և այլն) ցիկլային երկարակեցությունների s_{Ni}^2 ցրվածքների վրա տարբեր ձևով է արտահայտվում՝ $s_{Ni}^2 \approx const$ -ից մինչև $s_{Ni}^2 = f(\sigma_i)$, ընդ որում այդ ֆունկցիոնալ կապը կարող է տարբեր բնույթ կրել: Նման դեպքում առաջին քայլն՝ ըստ σ_i գերլարումների մակարդակների՝ N_i երկարակեցությունների փոփոխականային շարքերի s_{Ni}^2 ցրվածքների համասեռության ստուգումն է միագործոն ցրվածքային վերլուծության մեթոդով, որի հաշվարկային ընթացակարգը հանգամանորեն մշակված է [2,3]: Մասնավորապես, այդ մեթոդը ՀՊՃՀ(Պ) մեքենագիտության ամբիոնում կիրառված է կենսաբժշկական տվյալների վիճակագրական մշակման գործընթացում [4]:

Լիսեռների և փորձանմուշների հոգնաձային փորձարկումների հիման վրա, ըստ σ_i գերլարումների մակարդակների, կազմում են ցիկլային երկարակեցությունների լոգարիթմների $\lg N_i$ փոփոխականային շարքերը՝

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_i \leq \dots \leq x_n, \quad i = \overline{1, n}, \quad x_i = \lg N_i,$$

և հաշվարկում գումարները՝ $\sum_{i=1}^n x_i, \sum_{i=1}^n x_i^2, \sum_{i=1}^n x_i^3, \sum_{i=1}^n x_i^4,$

սկզբնական և կենտրոնական մոմենտները՝ $h_1 = \bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i/n, h_2 = \sum_{i=1}^n x_i^2/n,$

$$h_3 = \sum_{i=1}^n x_i^3/n, h_4 = \sum_{i=1}^n x_i^4/n, M_3 = h_3 - 3h_2h_1 + 2h_1^3, M_4 = h_4 - 4h_3h_1 + 6h_2h_1^2 - 3h_1^4,$$

գրվածքը և միջին քառակուսային շեղումը՝ $D = s^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right], s = \sqrt{D} :$

Որոշում են ընտրանքային անհամաչափության և էքսցեսի ցուցանիշները՝ $s_k = M_3/s^3,$
 $E_k = (M_4/s^4) - 3$ և փոփոխական գործակիցները՝ $v_x = (s/\bar{x}) \cdot 100\%, v_{s_k} = (s_{s_k}/|s_k|) \cdot 100\%,$
 $v_{E_k} = (s_{E_k}/|E_k|) \cdot 100\%, s_{s_k} = \sqrt{6(n-1)/(n+1)(n+3)}, s_{E_k} = \sqrt{24(n-2)(n-3)n/(n-1)^2(n+3)(n+5)} :$

Հաշվարկների արդյունքների հիման վրա կազմում են վիճակագրական աղյուսակ:
 Փոփոխական շարքերի համասեռությունն ստուգում են ըստ [1]-ի.

$$\chi^2 = \frac{2,3026}{c} \left[\left(\sum_{i=1}^m n_i - m \right) \lg s^2 - \sum_{i=1}^m (n_i - 1) \lg s_i^2 \right] \leq \chi_\alpha^2:$$

Եթե $\chi^2 \leq \chi_\alpha^2$, ապա հաշվարկները շարունակում են, իսկ $\chi^2 > \chi_\alpha^2$ դեպքում փոխում են $\alpha = 0,10$ արժեքը և կրկին $\chi^2 > \chi_\alpha^2$ -ի դեպքում հաշվարկները դադարեցվում են:

Հաշվարկում են ընտրանքային ընդհանուր միջինը՝ $\bar{x} = \sum_{i=1}^m n_i \bar{x}_i / \sum_{i=1}^m n_i,$

միջշարքային (արտաքին) s_i^2 և ներշարքային (մնացորդային) s_{ii}^2 ցրվածքները՝
 $s_i^2 = \left[\sum_{j=1}^m n_i \bar{x}_i^2 - \left(\sum_{j=1}^m n_i \bar{x}_i \right)^2 / \sum_{j=1}^m n_i \right] / (m-1), s_{ii}^2 = \left[\sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \sum_{j=1}^m \left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2 / n_i \right] / \left(\sum_{i=1}^m n_i - m \right):$

Այստեղ և հետագայում m -ը խմբում հետազոտվող փոփոխական շարքերի քանակն է, $i = \overline{1, m}, n_i$ -ն՝ i -րդ փոփոխական շարքի անդամների քանակը, $j = \overline{1, n_i} :$

Փոփոխական շարքերի համասեռությունն ստուգում են ըստ Ֆիշերի չափանշի՝
 $F = s_i^2/s_{ii}^2 < F_{1-\alpha},$ որտեղ $F_{1-\alpha}$ -ն Ֆիշերի չափանշի արժեքն է $\alpha = 0,05, k_1 = (m-1),$
 $k_2 = \left(\sum_{i=1}^m n_i - m \right):$

Եթե $F \leq F_{1-\alpha}$, ապա որոշում են ընտրանքային ընդհանուր ցրվածքը՝

$$s_0^2 = \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2 / \sum_{i=1}^m n_i \right] / \left(\sum_{i=1}^m n_i - 1 \right),$$

ինչպես նաև գլխավոր միջինի և գլխավոր ցրվածքի վստահական միջակայքերը [1].

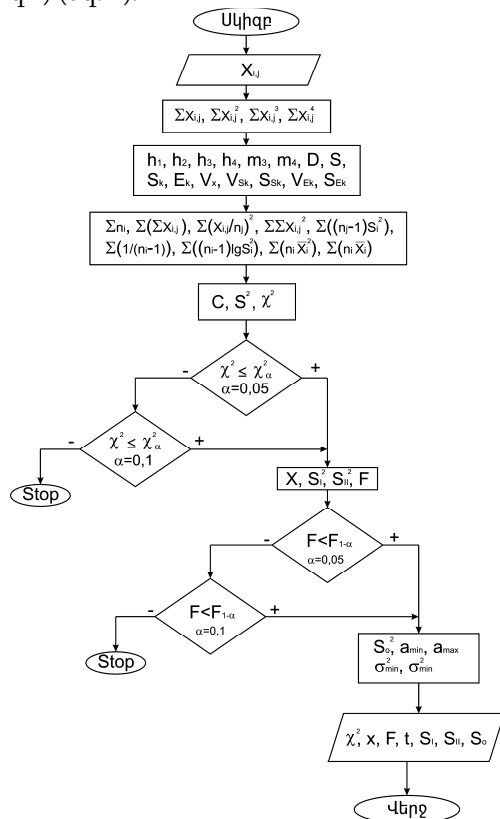
$$\bar{x} - s_0 t_{\alpha, k} / \sqrt{\sum_{i=1}^m n_i} < a < \bar{x} + s_0 t_{\alpha, k} / \sqrt{\sum_{i=1}^m n_i}, s_0^2 \left(\sum_{i=1}^m n_i - 1 \right) / \chi_{P_i}^2 < \sigma^2 < s_0^2 \left(\sum_{i=1}^m n_i - 1 \right) / \chi_{P_i}^2:$$

Եթե $F > F_{1-\alpha}$, ապա փոխում են $\alpha = 0,10$, իսկ $F > F_{1-\alpha}$ կրկնվելու դեպքում այդ շարքը որոնվում է՝ զույգ առ զույգ ստուգելով շարքերն ըստ Ստյուդենտի չափանշի [1].

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \leq t_{\alpha, k},$$

որտեղ x_1, x_2, n_1, n_2 -ը և s_1^2, s_2^2 -ն համեմատվող շարքերի ընտրանքային միջինները, ցրվածքները և ծավալներն են, $t_{\alpha, k}$ -ն Ստյուդենտի բաշխման քվանտիլը $\alpha = 0,05$ և $k = n_1 + n_2 - 2$ -ի դեպքում:

Հստ հաշվարկային ալգորիթմի՝ ստեղծված է հաշվողական ծրագիր (Visual C++, 650 կԲ) (նկ. 2):



Նկ. 2. Հաշվողական ծրագրի ալգորիթմի սխեման

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Степнов М.Н., Шаврин А.В.** Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник.-М.: Машиностроение, 2007.-400с.
2. **Ստակյան Մ.Գ.** Գիտափորձի արդյունքների վիճակագրական մշակման մեթոդները: Ուսումն. ձեռն.-Երևան, ՀՊՃՀ հրատ., 2003.-100 էջ:
3. **Стакян Ю.М.** Алгоритм вероятностной оценки параметров ЭКГ. Сообщ. 2. Дисперсионный анализ и графическая оценка параметров ЭКГ// Вестн. ИАА.-2008.-Т.5, N 1.-С.112-118.
4. **Стакян Ю.М., Маргарян Э.А.** Дисперсионный анализ результатов биомедицинских измерений // Вестник-76: Сб. науч. и мет. ст. ГИУА(П).-2009.-Т.1, ч.1.-С.315-320.

ՀՊՃՀ (Պ): Նյութը ներկայացված է խմբագրություն՝ 02.12.2009:

Э.А. МАРГАРЯН, М.Г. СТАКЯН

**РАСЧЕТНЫЙ АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОДНОФАКТОРНОГО
ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ВАЛОВ**

Обсуждаются задачи совершенствования расчетов сопротивления усталости валов с учетом вероятностного характера действующих факторов. Рассмотрен вопрос уточнения уравнений семейств квантильных линий усталости с учетом вариации дисперсий циклических долговечностей по уровням перенапряжений. Для выполнения вероятностных расчетов создана компьютерная программа для однофакторного дисперсионного анализа вариационных рядов циклических долговечностей.

Ключевые слова: циклическая долговечность, сопротивление усталости, однофакторный дисперсионный анализ, семейство квантильных линий усталости.

E.A. MARGARYAN, M.G. STAKYAN

**DESIGN ALGORITHM AND SOFTWARE OF A SINGLE-FACTOR DISPERSION ANALYSIS
OF SHAFT TEST RESULTS**

Problems for improving shaft fatigue resistance calculations considering probability character of acting factors are discussed. The problem of giving more accurate definition to the fatigue quantile line family equations with a dispersion variation of cyclic productive life according to overstress levels is considered. To perform probability calculations, a computer program for a single-factor dispersion analysis of variational cyclic productive life is developed.

Keywords: cyclic productive life, fatigue resistance, single-factor dispersion analysis, quantile lines of fatigue.