

UOT 621.833

HƏYƏCANLANDIRICI AMİLLƏRİN FLUKTUASIYASI NƏZƏRƏ ALINMAQLA SIXAC BİRLƏŞMƏLƏRİNİN SİSTEMLİ EHTİMAL HESABI

Vüqar Sabir oğlu Mustafayev

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Mingəçevir Dövlət Universiteti

Xülasə

Həyəcanlandırıcı amillərin fluktuasiyası nəzərə alınmaqla sıxac birləşmələrinin sistemli ehtimal hesabının metodikası təklif edilmişdir. Ədədi sınaq aparılmışdır. Valın diametrinin gücün fırlanma tezliyinə nisbətindən asılılıq qrafiki və çıxış parametrlərinin etibarlılıq dərəcəsi və asılılıq nomogramları qurulmuşdur.

Aşar sözlər: sıxac birləşməsi, həyəcanlandırıcı amillər, sistemli ehtimal hesabı, təsadüfi kəmiyyət, etibarlılıq dərəcəsi

Ənənəvi hesablama üsullarında birləşmənin elementlərinin yüklənməsinin, onların materiallarının mexaniki xassələrinin, sürütülmə əmsalının qiymətlərinin, nominal ölçülərin və s.-nin qaçılmaz səpilmələri lazımı şəkildə nəzərə alınmır. Sadaladığımız kəmiyyətlər təsadüfi xarakter daşıyır. Bu təsadüfi kəmiyyətlərin – həyəcanlandırıcı amillərin fluktuasiyasının nəzərə alınmaqla, sıxac birləşməsinin sistemli ehtimal hesabına baxaq. Bu məqsədlə qəbul edilmiş metodoloji yanaşmanın mahiyyəti aşağıdakı kimidir [1]:

- konstruksiya ən böyük yüklənməyə hesablanır:

$$T_i = f \left\{ \psi_i; \psi_j; \frac{x_i}{\tilde{S}_i} \right\} \Rightarrow \max, (i \in N; j \in N), \quad (1)$$

burada ψ_i və ψ_j – konstruksiyanın vəziyyət parametrləri, \tilde{S}_i – ehtiyat işgörmə əmsallarıdır;

- konstruksiyanın vəziyyət parametrləri onun elementlərinin bütün əsas işgörmə qabiliyyəti kriterilərinə görə bərabər yükötürmə qabiliyyəti şərtindən təyin edilir:

$$T_1 = T_2 = \dots = T_i = \dots = T_n = T, \quad (2)$$

- konstruksiyanın bütün elementlərinin etibarlılıq dərəcələri eyni olmaqla, yuxarı sərhədə yaxınlaşır:

$$Q_1(t) = Q_2(t) = \dots = Q_i(t) = \dots = Q_n(t) \Rightarrow \sup Q(t), \quad (3)$$

- konstruksiyanın bütün elementlərinin möhkəmlik ehtiyat əmsalları bir-birinə uyğun olmaqla, aşağı sərhədə yaxınlaşır:

$$\tilde{S}_1 = \tilde{S}_2 = \dots = \tilde{S}_i = \dots = \tilde{S}_n \Rightarrow \inf \tilde{S} = 1. \quad (4)$$

Birləşmənin möhkəmliyi şərtindən boltların ötürdüüyü yük [2]:

$$\{T_b\} = \frac{\pi^2 z}{4} \psi_d^2 d_v^3 \frac{\{f\}\{\sigma_d\}}{\{k_H\}\{\gamma\}\{k_p\}}, \quad (5)$$

- əyilmədə möhkəmlik şərtindən topun ötürdüüyü yük:

$$\{T_t\} = \frac{4z\pi}{3(\pi-1)} \psi_H^2 \psi_d d_v^3 \frac{\{f\}\{\sigma_{ay}\}}{\{k_H\}\{k_p\}}, \quad (6)$$

- yorulma möhkəmliyi kriterisinə görə valın ötürdüüyü yük [3]:

$$\{T_v\} = \frac{\pi(1-k_w)}{16k_{\sigma D} \tilde{S}_v \sqrt{\psi_0^2 + 4\alpha^2}} d_v^3 \{\sigma_{-1}\}. \quad (7)$$

Bu düsturlarda z – boltların sayı; d_v – valın diametri; ψ_d və ψ_H – uyğun olaraq, boltun diametrinin və topun qalınlığının valın diametirinə nisbətinin xarakterizə edən əmsallardır:

$$\psi_d = \frac{d}{d_v}, \psi_H = \frac{H}{d_v};$$

$\{f\}$ – val ilə top arasındakı sürtünmə əmsalı; $\{\sigma_d\}$ – boltun materialının həddi dartılma gərginliyi; $\{k_H\}$ – yükün boltlar arasında qeyr-bərabər paylanmasını nəzərə alan əmsal; $\{\gamma\}$ – boltta burulma gərginliyinin təsirini nəzərə alan əmsal; $\{k_p\}$ – val ilə top arasında təzyiqin qeyri-bərabər paylanmasını nəzərə alan əmsal; $\{\sigma_{\text{ay}}\}$ – topun materialının həddi əyilmə gərginliyi; $\{\sigma_{-1}\}$ – valın materialının yorulma həddi; k_w – işgil yuvasının təsiri ilə valın müqavimət momentinin azalmasını nəzərə alan əmsal; \bar{S}_v – valın işgörmə qabiliyyətinin statistik ehtiyat əmsalı;

$$k_{\sigma D} = \frac{\left(\frac{k_{\sigma} + k_{\sigma}^n}{\varepsilon_{\sigma}} - 1\right)}{k_m},$$

k_{σ} – gərginliklərin konsentrasiyasının effektivlik əmsalı; ε_{σ} – ölçülərin təsirini nəzərə alan əmsal; k_{σ}^n – səthlərin vəziyyətinin təsirini nəzərə alan əmsal; k_m – möhkəmlətmə əmsalı; α – düzəliş əmsalı; ψ_0 – əyici momentin təsirini nəzərə alan əmsaldır [2].

$\{\}$ işarəsi kəmiyyətin təsadüfi xarakter daşdığını bildirir.

Aparılmış çoxsaylı müşahidələr və təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yuxarıdakı təsadüfi kəmiyyətlərin səpilməsi normal paylanma qanununa (Qauss qanununa) tabedir. Ona görə də hesabi yük aşağıdakı şəkildədir [1; 4]:

$$T_{hes} = k_d T_{nom} (1 + u_p v_T), \quad (8)$$

burada k_d – dinamiklik əmsalı; T_{nom} – nominal yük; u_p – normal paylanmanın kvantili; v_T – yüklənmənin variasiya əmsalıdır:

$$v_T = v(\sigma_{-1}) = \frac{\sigma(\sigma_{-1})}{m(\sigma_{-1})} = \frac{sup\sigma_{-1} - inf\sigma_{-1}}{3(sup\sigma_{-1} + inf\sigma_{-1})}, \quad (9)$$

$m(\sigma_{-1})$ və $\sigma(\sigma_{-1})$ – uyğun olaraq, valın materialının yorulma həddinin riyazi gözləməsi və orta kvadratik meyllənməsi; $sup\sigma_{-1}$ və $inf\sigma_{-1}$ – uyğun olaraq, valın materialının yorulma həddinin yuxarı və aşağı sərhədləridir.

(7) və (8) bərabərliklərindən valın diametri:

$$d_v = \left[\frac{16k_{\sigma D} \bar{S}_v \sqrt{\psi_0^2 + 4\alpha^2 k_d T_{nom} (1 + u_p m(\sigma_{-1}))}}{\pi(1 - k_w) m(\sigma_{-1})} \right]^{\frac{1}{3}}. \quad (10)$$

(2) şərtinin nəzərə alaraq, (5) və (7) tənliklərindən:

$$\{\psi_d\} = \left[\frac{(1 - k_w) \{\sigma_{-1}\} \{k_H\} \{\gamma\} \{k_p\}}{4\pi z k_{\sigma D} \bar{S}_v \sqrt{\psi_0^2 + 4\alpha^2 \{f\} \{\sigma_d\}}} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (11)$$

Göründüyü kimi, $\{\psi_d\}$ – altı təsadüfi kəmiyyətin funksiyasıdır. Bu təsadüfi kəmiyyətlərin paylanma ehtimalının kütlələri, əsas etibarilə, ümumi mərkəzin kiçik ətrafında cəmləşmişdir. Ona görə də Teylor sırasının xətti hədləri ilə kifayətlənməklə, ψ_d funksiyasını praktiki baxımdan kifayət qədər dəqiqliklə xətti funksiya ilə əvəz etmək olar. Onda $\{\psi_d\}$ funksiyasının riyazi gözləməsi və orta kvadratik meyllənməsi:

$$m\{\psi_d\} = \left[\frac{(1 - k_w) m(\sigma_{-1}) m(k_H) m(\gamma) m(k_p)}{4\pi z k_{\sigma D} \bar{S}_v \sqrt{\psi_0^2 + 4\alpha^2 m(f) m(\sigma_d)}} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (12)$$

$$\sigma\{\psi_d\} = \left[\begin{aligned} & \left(\frac{\partial \psi_d}{\partial \sigma_{-1}} \right)_m^2 \sigma^2(\sigma_{-1}) + \left(\frac{\partial \psi_d}{\partial k_H} \right)_m^2 \sigma^2(k_H) + \\ & + \left(\frac{\partial \psi_d}{\partial \gamma} \right)_m^2 \sigma^2(\gamma) + \left(\frac{\partial \psi_d}{\partial k_p} \right)_m^2 \sigma^2(k_p) + \\ & + \left(\frac{\partial \psi_d}{\partial f} \right)_m^2 \sigma^2(f) + \left(\frac{\partial \psi_d}{\partial \sigma_d} \right)_m^2 \sigma^2(\sigma_d) \end{aligned} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (13)$$

$\{\psi_d\}$ -nin xüsusi törəmələrini tapıb yerinə yazaraq, variasiya əmsalı üçün aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$v\{\psi_d\} = \frac{\sigma\{\psi_d\}}{m\{\psi_d\}} = \frac{1}{2} [v^2(\sigma_{-1}) + v^2(k_H) + v^2(\gamma) + v^2(k_p) + v^2(f) + v^2(\sigma_d)]^{\frac{1}{2}}. \quad (14)$$

Beləliklə, d_v -ni və $\{\psi_d\}$ -nin xarakteristikalarını bilərək, tələb olunan etibarlılıq dərəcəsinə uyğun boltun diametrinin təyin edirik:

$$d = d_v m(\psi_d) \left(1 + u_p \frac{\sigma(\psi_d)}{m(\psi_d)} \right). \quad (15)$$

Analoji qayda ilə (2) şərtini nəzərə almaqla, (5) və (6) bərabərliklərindən topun qalınlığını və beləliklə də, diametrini təyin edirik:

$$H_t = d_v m(\psi_H) \left(1 + u_p \frac{\sigma(\psi_H)}{m(\psi_H)} \right), \quad (16)$$

$$D_t = d_v + 2H_t, \quad (17)$$

burada:

$$\{\psi_H\} = \left[\frac{3\pi(\pi - 1)\psi_d\{\sigma_d\}}{16\{\gamma\}\{\sigma_{ay}\}} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (18)$$

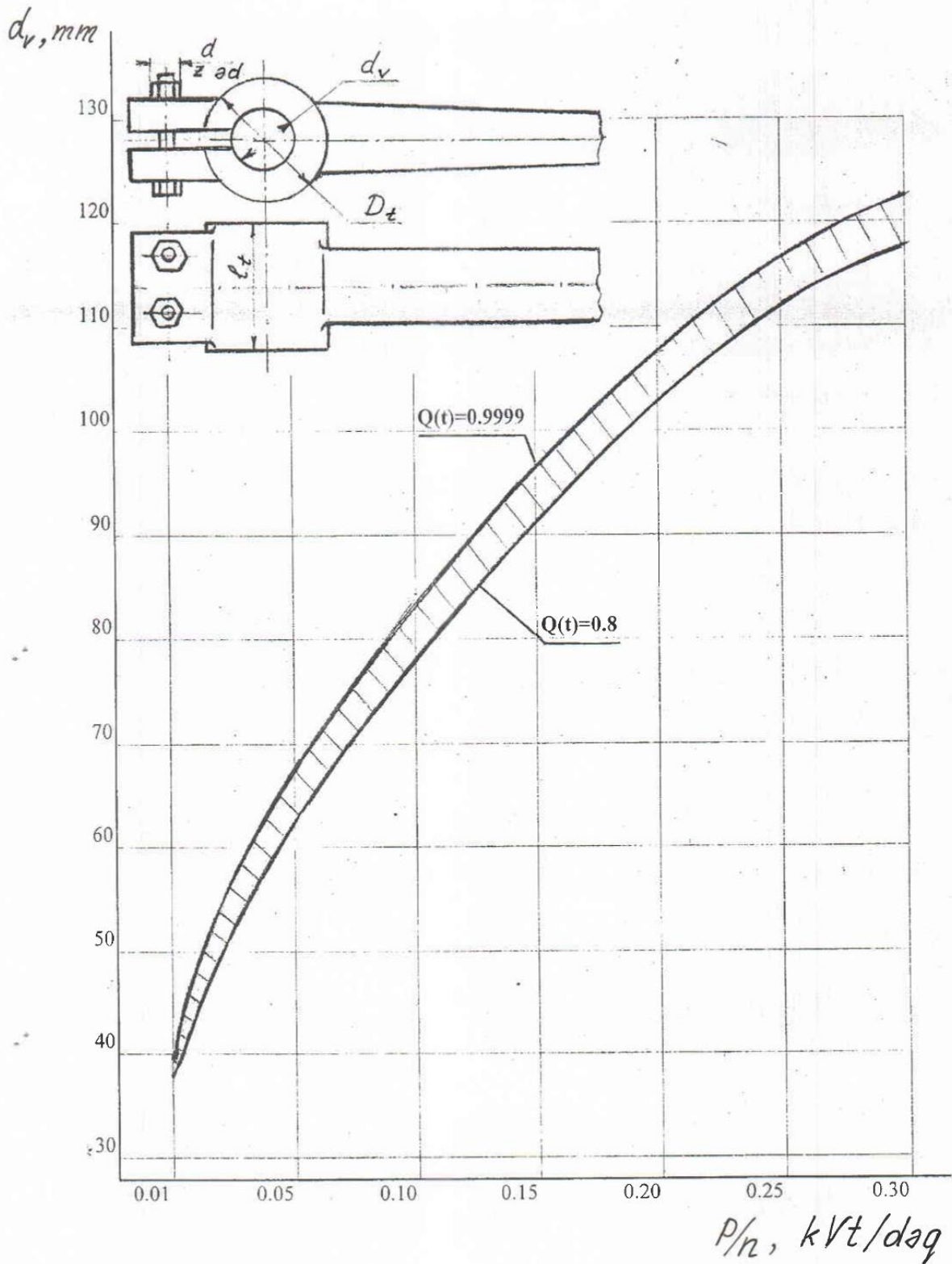
Alınmış nəticələrin dürüstlüyünü qiymətləndirmək üçün aşağıdakı başlanğıc şərtlər ilə ədədi sınaq aparılmışdır (cədvəl 1): $z = 2$; $k_w = 0$; $k_{\sigma D} = 2$; $\bar{S}_v = 2$; $\alpha = 1$; $\psi_0 = 4,5$; $k_d = 1,6$.

Cədvəl 1

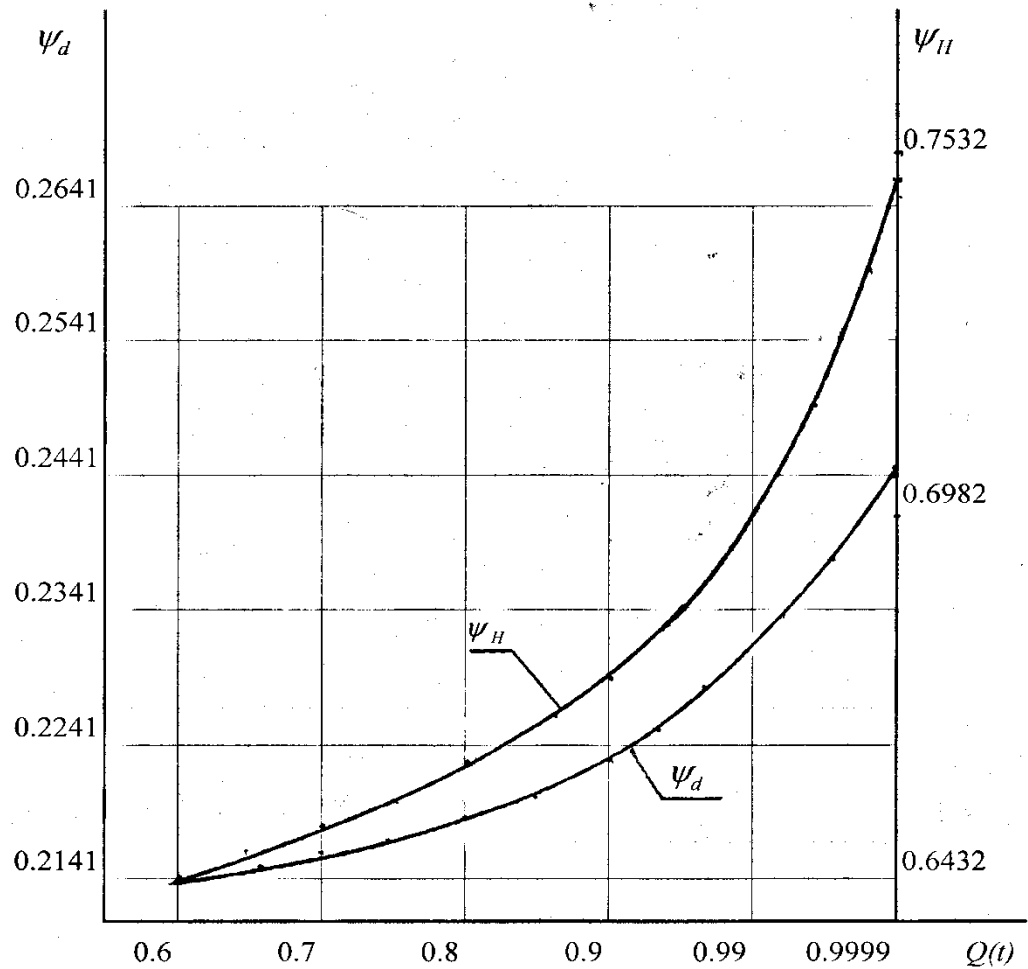
Kəmiyyətin işarəsi	Diapazonu	Riyazi gözləməsi	Orta kvadratik meyllənməsi
$\{\sigma_{-1}\}$	250...310	$m(\sigma_{-1}) = 280$	$\sigma(\sigma_{-1}) = 10$
$\{\sigma_d\}$	200...230	$m(\sigma_d) = 215$	$\sigma(\sigma_d) = 5$
$\{\sigma_{ay}\}$	80...100	$m(\sigma_{ay}) = 90$	$\sigma(\sigma_{ay}) = 3,333$
k_H	1,1...1,3	$m(k_H) = 1,2$	$\sigma(k_H) = 0,033$
γ	1,23...1,41	$m(\gamma) = 1,32$	$\sigma(\gamma) = 0,030$
k_p	1,2...1,4	$m(k_p) = 1,3$	$\sigma(k_p) = 0,033$
f	0,15...0,20	$m(f) = 0,175$	$\sigma(f) = 0,0083$

Şək. 1-də valın diametrinin P/n nisbətindən (P – güc, kVt; n – fırlanma tezliyidir, dəq⁻¹) asılılıq qrafiki verilmişdir.

Şək. 2-də isə, uyğun olaraq, ψ_d və ψ_H adsız əmsallarının etibarlılıq dərəcəsiindən asılılıq nomoqramları qurulmuşdur.



Şək. 1. Valın diametrinin təyini qrafiki



Şəkil 2. Sıxác birləşməsinin çıxış parametrlərinin təyini nomoqramı

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Абдуллаев А.И. Оценка количественных показателей качества функциональной цепи машин и агрегатов // Известия ВУЗов СССР: Нефть и газ, 1984, №1, с.73-81
2. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин: учебник для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2015, 407 с.
3. Абдуллаев А.И. Автоматизированное проектирование функциональной цепи редукторов, коробок скоростей и подач. Баку: изд-во АзПИ, 1985, 50 с.
4. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука, 2009, 512 с.

V.S.Mustafayev

Doctor of Philosophy in Technics, Associate Professor
Mingachevir State University

A systematic probabilistic calculation of terminal connections, taking into account fluctuations of disturbing factors

Abstract

A method of systematic probabilistic calculation of terminal connections is proposed, taking into account fluctuations of disturbing factors. A numerical experiment was carried out. A graph of the dependence



of shaft diameter on the ratio of power to frequency and nomograms for determining the output parameters depending on the level of reliability are constructed.

Keywords: terminal connections, disturbing factors, systematic probabilistic calculation, random value, level of reliability

В.С.Мустафаев

доктор философии по технике, доцент
Мингячевирский государственный университет

Системный вероятностный расчет клеммовых соединений, с учетом флуктуации возмущающих факторов

Резюме

Предложена методика системного вероятностного расчета клеммовых соединений, с учетом флуктуации возмущающих факторов. Произведен численный эксперимент. Построены график зависимости диаметра вала от отношения мощности к частоте и номограммы определения выходных параметров в зависимости от уровня надежности.

Ключевые слова: клеммовое соединение, возмущающие факторы, системный вероятностный расчет, случайная величина, уровень надежности

Daxil olub: 23.09.2021