

**Qafarov F.M., Səlimova E.N., Paşayeva V.B.**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*  
*Az1010, Bakı ş., Azadlıq pr., 34*  
*E-mail: f.m.qafarov@mail.ru*

**Xülasə.** *Məqalədə maşın hissələri və konstruksiyaların uzunömürlülüyə hesablama üsulları haqqında bəhs edilir. Bu hesablama üsullarının yorğunluq zədələnmələrinin xətti toplanması hipotezinin təshih edilmiş variantı irəli sürülür. Bu hipotez, dözümlülüyə görə ehtimal hesablama metodlarının əsasını təşkil edir.*

**Аннотация.** *В статье рассматриваются расчетные методы на долговечность деталей машин и конструкций. В основе этих расчетных методов предполагается скорректированная линейная гипотеза суммирования усталостных повреждений. Эта гипотеза положена в основу вероятностных методов расчета на выносливость.*

**Abstract.** *This article deals with the calculation methods of long levity of machine parts and construction. These calculation methods which based on the hypothesis of the assembly line of fatigue damages offer corrected variant.*

*This hypothesis makes up basis of presumable methods for durability.*

**Açar sözlər:** *zədələnmə, gərginlik, dağılma, yük, regressiya xətti*

**Ключевые слова:** *повреждение, напряжение, разрушение, нагрузка, линия регрессии*

**Key words:** *damage, voltage, destruction, load, the regression line*

---

**Giriş.** Maşın hissələri və konstruksiyalara təsir edən yükün xarakterindən asılı olaraq hesablama üsulları aşağıdakı qruplara bölünür: birdəfəli, aztsikli və çoxtsikli yükləmələr üzrə.

Birdəfəli yükləmələr üzrə möhkəmliyə hesablamalar özlülü, kvazikövrək və kövrək dağılmalarda qüvvə, energetik və deformasiyalı kriterilərdən istifadə olunmasına əsaslanır [1]. Bu zaman elastiki-plastiki vəziyyətlərdə gərginliklərin və deformasiyanın yenidən paylanması, materialların yekun mexaniki xassələri, xətti və qeyri xətti qoyuluşlarda çat əmələgələn zonalarda gərginlik deformasiya vəziyyətlərinin xüsusiyyətləri, dağılma diaqramının xarakteri və s. nəzərə alınır.

Son zamanlar dağılmanın deformasiya kriteriyaları işlənilib hazırlanmışdır, başqa sözlə, həddi yük, yerli elastiki-plastiki deformasiyalar, gərginliklərin və deformasiyaların intensivliyi əmsalı, zədələnmələrin növdən asılı olaraq qüsurların ölçüsü üzrə və s.

Birdəfəli yükləmələrdə möhkəmliyə hesablamaların əsasını zədəli hissələrdə həddi nominal gərginliklərin böyük olmayan səviyyələri üçün xətti dağılma mexanikası təşkil edir ki, burada gərginlik intensivliyi əmsalı və onların kritik qiymətləri istifadə edilir.

Əksər hissələrdə, çatın əmələgəlmə zonalarında həddi nominal gərginliklərin səviyyəsi axıcılıq həddinə çatır və ya ondan böyük olur. Bu zaman plastiki zonalarda ölçüləri, hissələrin plastiki deformasiya olunmuş zonalardakı çatların ölçülərini aşmış olur. Bu hissələrə xətti dağılma mexanikasının tətbiq olunması əsaslandırılmamış hesab edilir.

Bu kimi hallarda elastiki-plastiki deformasiyanın əhatə dairəsi müəyyən edilir və deformasiyanın intensivliyi əmsalından istifadə edilir [2]. Qeyri-xətti dağılma mexanikasının deformasiya kriteriyaları və parametrləri layihələndirmə mərhələsində möhkəmliyə hesablamaların əsasını təşkil edir. Normativ sənədlərdə [3,4] statiki və dinamik yükləmələrdə dağılmanın özlülü xarakteristikalarının təyin olunma metodları verilmişdir.

Aztsikli yükləmələrdə möhkəmliyə hesablamalar, materialın mexaniki xassələrini nəzərə almaqla deformasiyalarda aztsikli dağılmalar əyrisinə əsaslanır. Materialların mexaniki xassələri dedikdə, onun möhkəmlik, plastiki, birdəfəli və tsiklik yükləmələrdə möhkəmləndirmə dərəcəsi və tsiklin asimmetriyası nəzərdə tutulur [1].

Dəqiqləşdirilmiş hesablamalarda ümumiləşdirilmiş tsiklik mdeformasiya proqramından istifadə etməklə tsikllər sayı üzrə gərginlik-deformasiya vəziyyətinin kinetikasi müəyyən olunur. Tənzimlənməyən yükləmələrdə yorğunluq toplanmasının və kvazistatistik zədələnmələrin deformasiya-kinetik kriterilərindən istifadə edilir. Bu da aztsikli yükləmələrdə uzunömürlülüyə hesablamaları yerinə yetirməyə imkan verir.

Çoxtsikli dəyişən yükləmələrdə uzunluğu 0.2 – 0.5 mm olan birinci makroskopik yorğunluq çatının əmələgəlməsi və onun əmələgəlməsindən tam dağılmasına qədər olan mərhələlər baxılır [1, 5]. Çatının əmələgəlməsinə dağılma ehtimalı parametrləri üzrə yorğunluq uzunömürlülüüyünün hesablama metodları yorğunluq müqavimətinin və dəyişən istismar yükləmələrinin statistik xarakteristikalarının qiymətləndirilməsinə əsaslanır. Bu zaman yorğunluq zədələnmələrinin toplanması hipotezlərindən istifadə edilir [1, 5, 6].

Maşın hissələrinin müntəzəm yükləmələrində yorğunluq müqaviməti statistik xarakteristikaları sifətində maşın hissələrinin simmetrik tsiklində dözümlülük həddinin orta qiyməti ( $\sigma_{-1d}$ ), bu kəmiyyətin variasiya əmsalı ( $\mathcal{G}_{-1g}$ ) və yorğunluq əyrisinin parametrlərindən: yorğunluq əyrisinin qırılma nöqtəsinin absisi ( $N_0$ ), sol qolun maillik bucağını xarakterizə edən parametrdən ( $m$ ) istifadə edilir. Yüksək etibarlılıq və uzunömürlülük tələb olunan hallarda tam ehtimallı yorğunluq əyrilərinə müraciət edilir [1, 5, 6]. Tam ehtimallı yorğunluq əyriləri  $\sigma_a$  gərginlik amplitudası çatların əmələgəlməsinə qədər olan  $N$  tsikllər sayı və dağılma ehtimalı ( $P\% - lə$ ) parametrləri xarakterizə edir [1, 5,].

Həqiqi hissələr üçün  $\sigma_{-1d}$  və  $\mathcal{G}_{-1g}$  parametrlərinin qiymətləndirilməsi birbaşa yorğunluq təcrübələrinin köməyi ilə olduqca çətin və bir çox hallarda isə praktiki olaraq mümkün deyil. Bu səbəbdən də yorğunluq müqaviməti xarakteristikalarının qiymətləndirilməsi hesablama metodlarının işlənilib hazırlanması aktual əhəmiyyət kəsb edir.

Hissələrin yorğunluq müqavimətinin statistik xarakteristikalarını qiymətləndirmək üçün yorğunluq dağılmasının oxşar statistik nəzəriyyəsi işlənilib hazırlanmışdır və bu nəzəriyyə DÜİST 25.504-82 və TGL 19340 sayılı Rusiya və Almaniyanın standartlarının əsasını təşkil edir.

Qeyd olunan nəzəriyyədən yorğunluq dağılmasının oxşar tənliyi nəticə kimi meydana çıxır və müxtəlif formalı və ölçülü hissələr üçün dözümlülük həddinin paylanması funksiyasını xarakterizə edir:

$$\lg(\xi - 1) = -\mathcal{G}_\sigma \cdot \lg \theta + u_p \cdot S$$

Burada

$$\xi = \frac{\sigma_{-1d} \cdot \alpha_\sigma}{0.5 \cdot \sigma_{-1}}, \quad \theta = \frac{L/\bar{G}}{(L/\bar{G})_0} = \frac{1}{88.3} \cdot \frac{L}{G}$$

Burada  $\alpha_\sigma$  - nəzəri gərginlik konsentrasiyası əmsalı;  $\sigma_{-1}$  - diametri 7.5 mm olan hamar laboratoriya nümunəsinin dözümlülük həddi;  $\theta$  - yorğunluq dağılmasının nisbi oxşarlıq kriteriyası;  $G$  - konsentrasiya zonasında birinci baş gərginliyin nisbi qradienti;  $L$  - hissənin yüksək gərginlik zonasına bitişik işçi en kəsinin perimetri və ya perimetrin bir hissəsi;  $u_p$  -  $P\%$  dağılma ehtimalına uyğun normal paylanma kvantili;  $v_\sigma$  - materialın xassələrindən asılı olan parametr;  $S$  - təsadüfi  $\lg(\xi - 1)$  kəmiyyətinin orta kvadratik meyli.

**Nəticə:** Qeyri-müntəzəm yükləmə rejimlərində yorğunluq zədələnmələrinin toplanması üzrə çoxsaylı təcrübələrin nəticələrinin analizi göstərir ki, yorğunluq zədələnmələrinin xətti toplanması hipotezi hesabı uzunömürlülüüyün təcrübə ilə alınan nəticələrlə müqayisədə 2-5 dəfə çox olmasına gətirib çıxarır. Bu analiz nəticəsində yorğunluq zədələnmələrinin xətti toplanması hipotezinin təshih edilmiş variantı irəli sürülmüşdür [1, 5]. Yeni hipotez, dözümlülüyə görə ehtimal hesablama metodlarının əsasını təşkil edir. Ehtimal hesablama metodlarından istifadə olunma dairəsinin

**Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri №1, 2018**  
**Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy №1, 2018**

---

genişləndirilməsi bir sıra standartların və metodik göstərişlərin işlənilib hazırlanmasına və müəyyən mərhələlərdə maşın hissələrinin möhkəmliyini, etibarlılığını və uzunömürlülüyünü qiymətləndirməyə imkan verir.

**Ədəbiyyat**

1. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М: Машиностроение, 1985. 223 с.
2. Махутов Н.А. Деформационные критерии разрушения и расчет элементов конструкций на прочность. М: Машиностроение, 1981. 272 с.
3. Методические указания РД 50-260-81. М: Изд-во стандартов, 1983. 56 с.
4. Методические указания РД 50-344-82. М: Изд-во стандартов, 1983. 52 с.
5. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях переменных во времени. М: Машиностроение. 1977. 232 с.
6. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М: Машиностроение, 1977. 232 с.

Tövsiyyə edib: t.e.d., prof. **Z.Z. Şərifov**