

UOT 621.825.6-19

KƏND TƏSƏRRÜFATI TƏYİNATLI MAŞIN – TRAKTOR AQRƏQATLARININ KARDAN ÖTÜRMƏLƏRİNİN UZUNÖMÜRLÜLÜYÜ RİYAZİ MODELƏRİNİN ANALİZİ

*N.K.İsmayilov, İ.Q.Süleymanov, T.Y.Məmmədov
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti*

Açar sözlər: *maşın – traktor aqrəqatları, kardan ötürməsi, hesabat uzunömürlülüüyü, dinamiki yükləyici qabiliyyəti, yastıq qovşağı*

Müasir yerli və yabançı traktor və kənd təsərrüfatı maşınqayırmasının inkişafının başlıca xüsusiyyəti, təcrübə-konstruktor işlərinə əhəmiyyətli vəsait sərfələri ilə qarşı qoyula bilən səmərəli konstruktor və texnoloji həllərin istehsalata tətbiqinin yüksək olmasıdır. Bununla belə, toplamada maşın-traktor aqrəqatlarının təmirə yararlığının artırılmasından ibarət olan istismar xarakterli tədbirlərin tədqiqinə həsr edilmiş elmi işlərin nəticəsi göstərir ki, bu fəaliyyətlər heç də az səmərəli olmayıb, məmulatların, onların həyat fəaliyyəti tsikllərinin mərhələləri uçota alınmaqla, potensial xüsusiyyətlərin analizinə əsaslanmışdır. Aqrəqatların transmissiyasının etibarlılığının potensial xüsusiyyətlərini xarakterizə edən və parametrlərin təqdim edildiyi gerçək obyekt olaraq, uzunömürlülüüyün riyazi modeli qəbul edilir [1].

Texnikada minlərlə hərəkətli birləşmələr arasında ən böyük məsuliyyət diyirlənmə yastıqlarının üzərinə düşür və bu əsas aqrəqatların, o cümlədən mexaniki transmissiyanın iş qabiliyyətliliyini təmin edir. Bəzi müəlliflərin məlumatlarına görə, mexaniki transmissiyanın aqrəqatları içərisində ən az etibarlılığa malik aqrəqatın, oynaqları qeyri – bərabər bucaq sürətinə malik olan kardan ötürməsinin olduğu qeyd olunur və burada yastıqların işinin xarakterik xüsusiyyəti diyirlənmə rejiminə malik olmalarıdır. Hər bir kardan valının iş qabiliyyətliliyi onun yastıq qovşaqlarının iş qabiliyyətindən asılı olur, ona görə də valın sıradan çıxma ehtimalı ayrı – ayrı yastıq qovşaqlarının 90% etibarlılığından kardan oynaqları qrupunda 65%-dən yuxarı olmur [2].

Kardan ötürmələrinin istismar etibarlılığı onların kardan yastıqları qovşağının xidmət müddəti və bu müddət həddində imtinasız işinin ehtimalı ilə müəyyən edilir. Bu iki parametrlə kompleks xarakteristikası, yastığın γ -faizli uzunömürlülüüyü olub, bu müddət ərzində, verilmiş iş şəraitində, eyni yastıqlar qrupundan diyirlənmə səthində materialın yorulma əlaməti ortaya çıxmadan işləyən ən azı γ – faiz yastıqların olduğunu göstərən müddət kimi təyin edilir.

Diyirlənmə yastıqlarının uzunömürlülüüyü nəzəriyyəsinin nəticələri və əsas müddəaları bəzi müəlliflərin əsərlərində təqdim edilmişdir və burada diyirlənmə cisimlərinin böyük amplitudalı sallanması şəraitində Lundberq – Palmqren nəzəriyyəsi əsasında, yastıq üzününün biri orta vəziyyətdən digərinə nəzə-

rən, qonşu diyirlənmə cisimləri arasındakı bucağa görə ən böyük dönmə bucağında, kontakt yorğunluğu meyarı üzrə uzunömürlülüüyün hesabatı verilmişdir. Bununla belə, qeyd olunan nəzəriyyənin əsas çatışmazlığı, real istismar şəraitinin uçota alınmasıdır, odur ki, klassik nəzəriyyə üzrə nisbətən kiçik yüklənmələrdə və intensiv çirklənmələrdə kənd təsərrüfatı maşın-traktor aqrəqatlarının (MTA) misalında hesabat nəticələrinin yaxınlaşdırılması məqsədi ilə SKF (İsveç) firmasının tədqiqat mərkəzinin bazasında yeni uzunömürlülük nəzəriyyəsi işlənmişdir və burada uzunömürlülük modeli sürtgü yağı təbəqəsinin vəziyyəti, çirklənmə dərəcəsi və yorğunluq üzrə hədd yüklənməni nəzərə alır [3,4]. Təqdim edilən işdə məqsəd MTA-nın iş qabiliyyətliliyinin konstruktor, texnoloji və istismar göstəriciləri uçota alınmaqla, xarakterik tətbiq sahələri aşkar edilməklə kardan ötürmələrinin uzunömürlülük modelinin rəqəmsal analizidir.

Qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həlli zəruridir:

- 1) MTA-nın kardan ötürmələrinin uzunömürlülüüyünün uyğun riyazi modelinin öyrənilməsi;
- 2) iş qabiliyyətlilik və imtina əlamətləri üzrə uzunömürlülük modellərinin tətbiqi həddlərini təyin etməli;
- 3) nominal və ekstremal yüklənmə şəraitində uzunömürlülük modellərinin rəqəmsal analizini yerinə yetirməli

Diyirlənmə yastıqlarının uzunömürlülüüyünün L_γ qiymətləndirilməsi ümumi halda, stend sınağı nəticələrini approksinasiya edən, empirik ifadə əsasında kontakt yorğunluğu meyarı üzrə aparılır [4].

$$L_\gamma = a_1 a_2 a_3 \left(\frac{C}{P} \right)^m \frac{60 \cdot 10^6}{n} \quad (1)$$

burada a_1 – ehtimal səviyyəsindən asılı olaraq dəyişən əmsaldır ($\gamma=90\%$ olduqda $a_1 = 1$); a_2 və a_3 – diyirlənmə cisminin materialını, sürtgü materialını və səthin vəziyyətini nəzərə alan əmsallardır; C – yastığın dinamiki yükləyici qabiliyyətidir və sabit radial yüklənmə olub, baza uzunömürlülüüyü l_{mln} dövrə tab gətirməlidir; P – yastığa ekvivalent yüklənmədir, N ; m – yorğunluq əyrisi tənliyinin empirik sabitidir (diyircəkli yastıqlar üçün $m=10/3$); $60 \cdot 10^6$ – ölçülüyə gətirilmə əmsalındır; n – kardan valının fırlanma tezliyidir, dəq $^{-1}$.

Xarici təcrübədə diyirlənmə yastıqlarının qiymətləndirilməsi üçün SKF (İsveç) firmasının metodikasından istifadə edilir [3] və burada uzunömürlülüyün aşağıdakı kimi təyini tövsiyə edilir:

$$L_{na} = a_1 a_{SKF} \left(\frac{C}{P}\right)^m \quad (2)$$

Burada a_{SKF} – xarici şəraiti nəzərə alan əmsaldır (sürtgü yağ təbəqəsinin vəziyyəti, çirklənmə dərəcəsi və yorğunluq üzrə həddüdlük yüklənmə P_u, N). a_{SKF} əmsalı $\eta_c P_u / P$ parametrindən asılı olaraq təyin edilir, burada η_c – çirklənmə dərəcəsinə xarakterizə edən əmsaldır, P_u – hər bir nümunəvi ölçü üçün yüklənmə üzrə yastığın yorğunluq xarakteristikasıdır.

Kənd təsərrüfatı təyinatlı MTA – nın kardan ötürmələri üçün iş qabiliyyətliliyinə təsir edən amillərin daha tam əks olunması baxımından uzunömürlülüyün riyazi modeli qəbul edilə bilər [5].

$$L_{h0} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{n\beta} \left[\frac{c(H-l_w)}{K_d T_{b.o}}\right]^m a_1 a_2 a_3 \quad (3)$$

Burada $1,5 \cdot 10^6$ – ölçülüyə gətirilmə əmsalındır; n – kardan valının fırlanma tezliyidir, $d\text{q}^{-1}$; β – oynaqların (almacıqların) qırılma (sınma) əmsalındır, dərəcə; H – çarpazların yan üzrləri üzrə ölçüləri, mm; l_w – iynəvari diyircəklərin uzunluğudur, mm; $T_{b.o}$ – kardan ötürməsinin oynaqları ilə ötürülən burucu momentidir; K_d – istismardakı yüklənmələrin analizi məlumatları üzrə təyin edilən, dinamiklik əmsalındır;

$a_1 = \left(\frac{l_{gs}}{l_{g0,9}}\right)^{1/k}$ – etibarlılıq səviyyəsi $s=0,91 \dots 0,99$ olduqda və $K=1$ kontakt xətti üçün etibarlılıq əmsalındır; a_2 – PTM 37.006.323-80 uyğun olaraq material əmsalı olub, termiki emal edilmiş HIX – 15 markalı polad üçün $a_2 = 1$, azkarbonlu sementasiyası olunmuş poladlar (18XГТ, 20X, 20XГНТP və s.) üçün $a_2 = 0,8$ qəbul edilir; a_3 – kənd təsərrüfatı istismar şəraiti üçün şərait əmsalı olub, $a_3 = 0,33$ götürülür. Bu asılılıq yerli və yabançı alimlərin tədqiqatları nəticəsində alınmış və təcrübədə geniş tətbiq edilir.

Kənd təsərrüfatı maşınları üçün ÜRETКТМİ-nin (Ümumrusiya kənd təsərrüfatı maşınqayırma institutu (BUCXOM)) tövsiyələrinə uyğun olaraq, iynəvari kardan yastıqlarında oynaqlar $\beta = 30^\circ$ və $n = 540 d\text{q}^{-1}$ $L_h = 1000 \dots 1250 st$ səviyyəsində şərti uzunömürlülük verilməklə, işçi radial yüklənmələrin hesabı aparılır. Bu metodika üzrə hesabat uzunömürlülüyün təyini MTA-nın $\beta = 15 \dots 20^\circ$ üçün güc olan valların (GAV) kardan ötürmələrinin sınaq nəticələri ilə qənaətbəxş olaraq uzlaşır [5].

Avtomobil kardan ötürmələri üçün hesabat uzunömürlülüyü L_{h0} , st-la, yastıq qovşaqları üçün ən çox “Minsk avtomobil zavodu” ASC tərəfindən tədqiq edilmişdir. Uzunömürlülüyün hesabı əsasında diyirlənmə cismi və onun yolunun materialının

kontakt yorğunluğu şəklində həddüdlük vəziyyəti meyarına əsaslanan formula tərtib edilir [3,6].

$$L_{ha} = \frac{A}{n\beta} \left[\frac{C(H-l_w)}{T_{b.o}}\right]^m \quad (4)$$

Kardan oynaqlarının resursunun sürətli stend sınağı nəticələri üzrə imtinayadək həddüdlük işinin təyində təqdim edilən modelə yastıq qovşaqlarının başlanğıc radial araboşluğu daxil edilir ki, bununla da aşağıdakı şəkildə uzunömürlülüyün dəqiqləşdirilmiş riyazi modeli əldə edilmiş olur [3]:

$$L_h = \frac{2,2 \cdot 10^6}{n\beta \sqrt{\Delta_H}} \left[\frac{C(H-l_w)}{T_{b.o}}\right]^{3,165} \quad (5)$$

Burada Δ_H – kardan yastıq qovşaqlarında başlanğıc araboşluğudur, mkm.

Radial araboşluğunun həddüdlük kəmiyyəti yastıq qovşaqlarının konstruktiv parametrlərindən, onların yüklənmə istismar rejimlərindən asılı olur və radial araboşluğunun buraxılabilən artması yeyilmə amilləri və yastığın daxili diametridən asılı olan həndəsi amilləri ilə şərtləndirilir [4].

(1)...(3) uzunömürlülük modelləri kontakt yorğunluq meyarı üzrə kardan yastıqlarının imtinası şərtindən və aşağıdakı məhdudiyətlərdə qəbul edilməsi həddüdlük birləşdirir: 1) yastıqlarda iynələrarası araboşluğun toplam qiyməti $\leq 0,5 \text{mm}$; 2) iynəvari diyircəklərin yastıqda ölçü fərqliliyi $\pm 3 \text{mkm}$ -dən artıq olmamalıdır; 3) diyirlənmə yolunun bərkliyi Rokvel üzrə $62 \pm 2 \text{HRC}$ həddüdlükdə olmalıdır; 4) işçi temperatur 100°C -dən az olmalıdır; 5) yastıq qovşaqlarının baza etibarlılıq səviyyəsi 90% olmalıdır; 6) minimal qırılma bucağı -3° .

Baxılan asılılıqlar səviyyəsinin 90%-dən yuxarı dəyişməsinə və diyirlənmə yolunun bərkliyinin nominal bərklikdən uyğun əmsallarla, xüsusilə K_H etibarlılıq və K_y yükötürmə əmsallarının sabit təsir edən momentdə uçota alınması ilə fərqlənməsində nəzərə alınır və uzunömürlülük L_h diyircəklərin yolunun bərkliyinin nominaldan fərqlənməsində tələb edilən yastığın etibarlılıq səviyyəsi aşağıdakı formulla təyin edilir:

$$L_h = L_{h0} \cdot K_H^{10/3} \cdot K_y \quad (6)$$

Bundan başqa, valların transmissiyada dəyişən iş rejiminə malik olduğunu nəzərə alsaq, dəyişən burucu momentdə, qırılma bucağında və fırlanma tezliyində işləyən kardan ötürməsinin tam uzunömürlülüyü L_{Σ} , st-la, xüsusi yüklənmə rejimləri uçota alınmaqla aşağıdakı formulla hesablanır:

$$L_{\Sigma} = \frac{100}{\frac{\alpha_1}{L_{h_1}} + \frac{\alpha_2}{L_{h_2}} + \dots + \frac{\alpha_n}{L_{h_n}}} \quad (7)$$

Burada $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – ümumiylə nisbətən hər bir rejimdə işləmə müddətinin payıdır, %; $L_{h_1}, L_{h_2}, \dots, L_{h_n}$ – xüsusi iş rejimlərində oynaqların uzunömürlülüyünün payıdır, st.

Konkret yastıqlar və xüsusi istismar şəraiti üçün kardan vallarının hesabət uzunömürlülüğü İSO tövsiyyələrinə uyğun olaraq etibarlılıq səviyyəsini, materialların xüsusi əlamətlərini və istismar şəraitini nəzərə alan empirik əmsallar vasitəsilə təsis edilir [6].

Uzunömürlülük modellərinin xülasəsindən də göründüyü kimi kardan ötürməsinin hesabət uzunömürlülüğünün təyində konstruktor texnoloji və istismar amillərini nəzərə alan ən əhəmiyyətli parametrlərin konstruksiyanın keyfiyyət göstəricilərini, istehsal texnologiyasını və istismar şəraitini xarakterizə edən, kardan yastıqları qovşağının dinamik yük-götürmə qabiliyyəti hesab edilir, ona görə də uzunömürlülüğün rəqəmsal qiymətləndirilməsinin keçirilməsindən əvvəl bu parametrlərin kəmiyyətə səviyyəsi müəyyənləşdirilməlidir.

Mühəndis praktikasında kardan yastıqlarının dinamik yük-götürmə qabiliyyətinin təyini üçün GWB (Almaniya) firmasının, "MA3" ASC (Belarus Respublikası)-nın və ÜRETKYMI (Rusya Federasiyası)-nın apardıqları tədqiqatlara əsaslanan empirik formul geniş tətbiq edilir [3,5].

$$C = 40^3 \sqrt{Z^2} d_w l_w \quad (8)$$

Burada Z – yastıqdakı iynəvari diyircəklərin miqdarıdır; d_w və l_w - diyircəyin diametri və işçi uzunluğudur, sm.

Diyircəkli yastıqlar üçün ГОСТ 18855-94 məlumatlarına əsasən baza dinamik radial hesabət yük-götürmə qabiliyyəti aşağıdakı formulla təyin edilir [5].

$$C_r = b_m f_c (i l_w e \cos \alpha)^{7/9} Z^{3/4} d_w^{29/27} \quad (9)$$

Burada b_m – poladın emal üsulu uçota alınmaqla xüsusiyyətini xarakterizə edən əmsal olub, qiyməti üçün və diyirlənmə yolunun kontaktında gərginliyin toplanmasının olmasını uçota almaqla, yastığın tipi və konstruksiyasından asılı olaraq müəyyən edilir; f_c - yastığın hissələrinin həndəsi parametrlərindən, onların hazırlanması dəqiqliyindən və materialından asılı olan əmsaldır.

Empirik və standartlaşdırılmış formullar üzrə dinamik yük-götürmə qabiliyyətinin kəmiyyətə qiymətlərinin qarşı qoyulmaqla qiymətləndirilməsində və kardan ötürmələrinin uzunömürlülüğünün hesabət üçün qəbul edilməsində hesabət nəticələrinin rəqəmsal qiymətləndirilməsini aparırıq və kataloq məlumatları əsasında, məsələn kənd təsərrüfatı maşınlarının kardan ötürmələrində tətbiq edilən iynəvari kardan yastıqlarının dinamik yük-götürmə qabiliyyətini hesablayırıq. Kardan yastıqları üzrə başlanğıc məlumatlar cə.d.1-də, hesabət nəticələrini isə cə.d.2-də verirək.

Dinamik yük-götürmə qabiliyyətinin dəyişkənliyinin vizual və keyfiyyətə qiymətləndirilməsi üçün müqayisəli şəkildə hesabət nəticələrinin qrafiki təsvirini şək.1-də təqdim edirik.

Yuxarıda təqdim edilən uzunömürlülük riyazi modelləri əsasında kardan ötürmələrinin yastıq qovşaqlarının uzunömürlülüğünün rəqəmsal qiymətləndirilməsini onların, kardan yastıqlarının yorulma dağılması yaxud yanlış brinelləmə üzrə imtinası nəzəriyyəsi ilə əlaqəsi dərəcəsi uçota alınmaqla aparırıq.

Hesabatı nominal və ekstremal yüklənmə rejimləri şəraitində (1) – (5) və (9) riyazi modelləri bazasında yerinə yetiririk. Nominal yüklənmə rejimi (NYR) xarakterizə edilir: burucu momentin, fırlanma ($n = 1000 \text{ dəq}^{-1}$) və qırılma bucağının ($\beta_{min} = 3^\circ$) nominal qiymətləri ilə; ekstremal yüklənmə rejimi (EYR) isə burucu momentin ən böyük istismar qiyməti ilə, fırlanma tezliyinin orta qiyməti və oynaqların qırılma bucağı ($\beta_{max} = 20^\circ$) ilə və həmçinin imtinaları şərtləndirən, yanlış brinelləmə yaxud yorğunluq zədələnməsi şəklində xarakterizə edilir. Hesabat nəticələri cə.d. 3 və 4-də, həmçinin şək. 2 və 3-də loqarifmik diaqramlar şəklində qrafiki olaraq verilmişdir.

NYR-də (Nominal yüklənmə rejimində) yastıqların uzunömürlülüğünün hesabət nəticələrinin müqayisəsindən (cə.d.3, şək. 2) aydın olur:

- ən böyük qiymət (1) formulu, ən kiçik qiymət isə (2) formulu üzrə alınır və kəmiyyətlərin səpələnməsi təxminən 650...700 dəfə təşkil edir;

- (3) və (9) formulları üzrə hesabət nəticələri üst – üstə düşür ki, bu da baxılan formulların kardan oynaqlarının minimal quraşdırma qırılma bucağı hüddündə universallıqlarını göstərir;

- (1) və (4) formulları üzrə hesablanmış məlumatların müqayisəsindən fərqin təxminən 2 dəfə olduğu məlum olur ki, burada qiymətlərin azalması texnoloji xüsusiyyətlərin və istismar şəraitinin (material, sürtgü materialı, diyirlənmə cisminin səthinin vəziyyəti və s.) uçotunun olmaması ilə şərtləndirilir;

- (5) (9) və (3) formulları üzrə nəticələr arasındakı nisbət də həmçinin təxminən 2 dəfə fərqlənir və burada artan tərəfə doğru fərq yastıq qovşaqlarında modifikasiya olunmuş xətti kontakt və başlanğıc radial araboşluğunun əlavə uçotu nəticəsində yaranır.

$$\text{Qeyd: } L_{10h} = 500(f_h)^m = 500 \left(\frac{2,6CR}{\tau_{max} f_{df} n \beta} \right)^m \quad \text{təyin}$$

edilir.

Yekun olaraq, istismar məlumatları ilə müqayisə üzrə ən yaxın qiymətləri (3),(5) və (9) formulları əldə etməyə imkan verdiyini və kardan yastıqlarında imtinaların inkişafı və yaranmasının həm yorulmaqlıq və həm də korroziya – mexaniki mexanizmlə baş verdiyini təsvir etdiyini söyləmək olar və hər bir modeldə nəzərə alınan amillərin miqdarının daha çox olması yuxarıda qeyd olunan fərqi şərtləndirdiyi qənaəti hasil olur.

Kardan ötürmələrinin ekstremal yüklənmə rejimində (EYR) uzunömürlülüğünün hesabata nəticələrinin analizindən (cəđ.4, şəđ.3) məlum olur:

Cəđvəl 1.

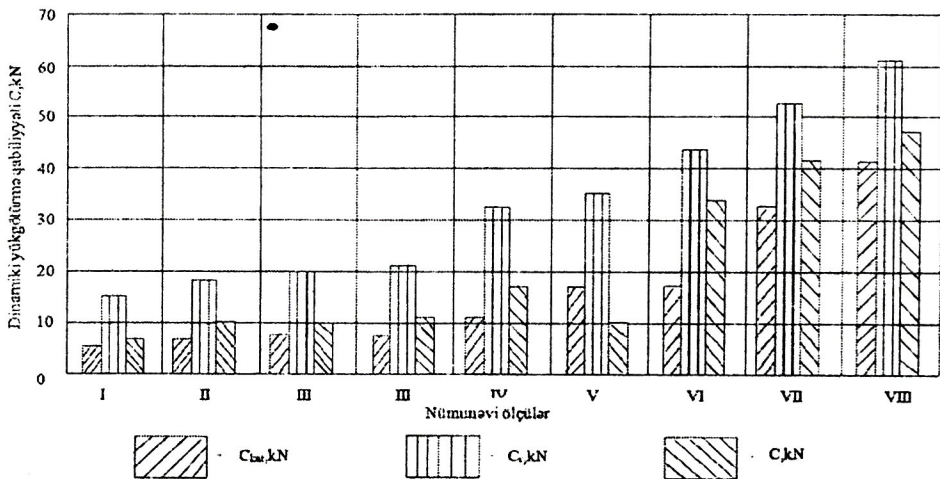
Kardan oynaqaları və iynəvari yastıqların nümunəvi ölçüləri üzrə başlanğıc məlumatlar

| Nümunəvi ölçülər № | Kardan oynaqalarının tipləri | | Yastığın №-si | Z | d_w, mm | l_w, mm | C_{kat}, kN |
|--------------------|------------------------------|--------|---------------|----|-----------|-----------|---------------|
| | Çəngəl | Çarpaz | | | | | |
| I | Ж50 | K005 | 904902 | 22 | 2,4 | 10,0 | 2,0 |
| II | A,K,B,Ж,И,T,160 | K016 | 704902 | 22 | 2,5 | 12,5 | 7,2 |
| III | A,K,B,Ж,И,T,250 | K025 | 704702K2 | 29 | 2,0 | 13,8 | 7,7 |
| III | A,K,B,Ж,И,T,250 | K025 | 704702KY2 | 20 | 3,0 | 13,5 | 7,7 |
| IV | A,K,B,Ж,И,T,400 | K040 | 804704 | 26 | 3,0 | 18,0 | 13,7 |
| V | A,K,B,T,630 | K063 | 804805 | 29 | 3,0 | 18,1 | 14,5 |
| VI | A,K,B,Ж,T,1000 | K100 | 804907 | 38 | 3,0 | 18,0 | 16,5 |
| VII | A,K,B,Ж,T,1600 | K160 | 804707 | 38 | 3,0 | 24,0 | 21,0 |
| VIII | A,K,B,Ж,T,1600 | K160 | 804709 | 30 | 3,0 | 24,0 | 31,5 |

Cəđvəl 2.

İynəvari yastıqların dinamiki yükləgötürmə qabiliyyətinin hesabata nəticələri

| Nümunəvi ölçülər № | Kardan oynaqalarının tipləri | | Yastığın №-si | C_{kat}, kN | C_r, kN | C, kN |
|--------------------|------------------------------|--------|---------------|---------------|-----------|-------|
| | Çəngəl | Çarpaz | | | | |
| I | Ж50 | K005 | 904902 | 8,0 | 15,2 | 7,54 |
| II | A,K,B,Ж,И,T,160 | K016 | 704902 | 7,2 | 18,9 | 9,82 |
| III | A,K,B,Ж,И,T,250 | K025 | 704702K2 | 7,7 | 19,4 | 10,4 |
| III | A,K,B,Ж,И,T,250 | K025 | 704702KY2 | 7,7 | 22,9 | 12,0 |
| IV | A,K,B,Ж,И,T,400 | K040 | 804704 | 13,7 | 34,1 | 19,0 |
| V | A,K,B,T,630 | K063 | 804805 | 14,5 | 36,8 | 20,5 |
| VI | A,K,B,Ж,T,1000 | K100 | 804907 | 16,5 | 42,9 | 24,4 |
| VII | A,K,B,Ж,T,1600 | K160 | 804707 | 21,0 | 53,7 | 32,6 |
| VIII | A,K,B,Ж,T,1600 | K160 | 804709 | 31,5 | 62,6 | 39,1 |

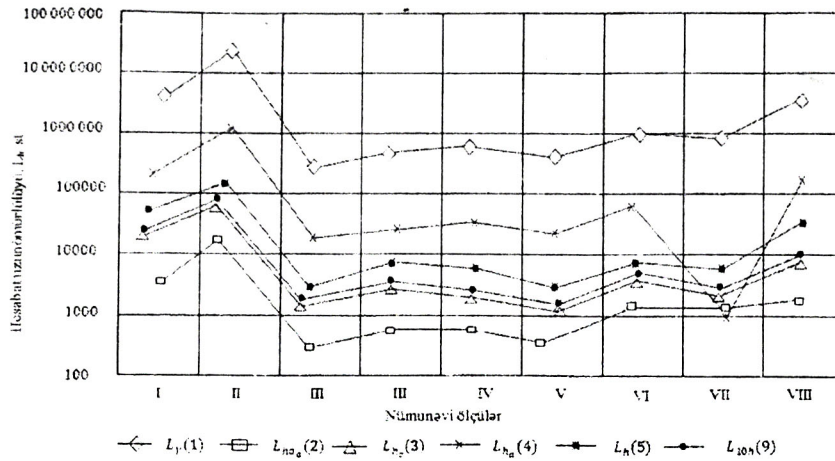


Şəđ. 1. Dinamiki yükləgötürmə qabiliyyətinin hesabata nəticələrinin izahı qrafiki

Cəđvəl 3.

NYR-də kardan ötürmələrinin uzunömürlülüğünün hesabata nəticələri

| Nüm.ölçül. № | Çarpazların tipləri | Yastığın № | Uzunömürlülük, st | | | | | |
|--------------|---------------------|------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|----------|--------------|
| | | | $L_v(1)$ | $L_{haa}(2)$ | $L_{ho}(3)$ | $L_{ha}(4)$ | $L_h(5)$ | $L_{10h}(9)$ |
| I | K005 | 904902 | 3,19·106 | 4839 | 12900 | 190·103 | 34733 | 15872 |
| II | K016 | 704902 | 18,8·106 | 28537 | 75200 | 1,1·106 | 186788 | 93837 |
| III | K025 | 704702K2 | 0,25·106 | 370 | 999 | 14,6·103 | 3055 | 1233 |
| III | K025 | 74702KY2 | 0,4·106 | 611 | 1631 | 23,9·103 | 4818 | 1985 |
| IV | K040 | 804704 | 0,5·106 | 757 | 2053 | 30,0·103 | 5352 | 2538 |
| V | K063 | 804805 | 0,31·106 | 427 | 1220 | 17,8·103 | 3160 | 1514 |
| VI | K100 | 804907 | 1,03·106 | 1550 | 4139 | 60,5·103 | 9169 | 5117 |
| VII | K160 | 804707 | 0,87·106 | 1319 | 3487 | 0,10·103 | 7785 | 4308 |
| VIII | K160 | 804709 | 2,47·106 | 3518 | 10100 | 147·103 | 20525 | 12440 |



Şək. 2. NYR – də uzunömürlülüğünün hesabət nəticələrinin qrafiki təsviri

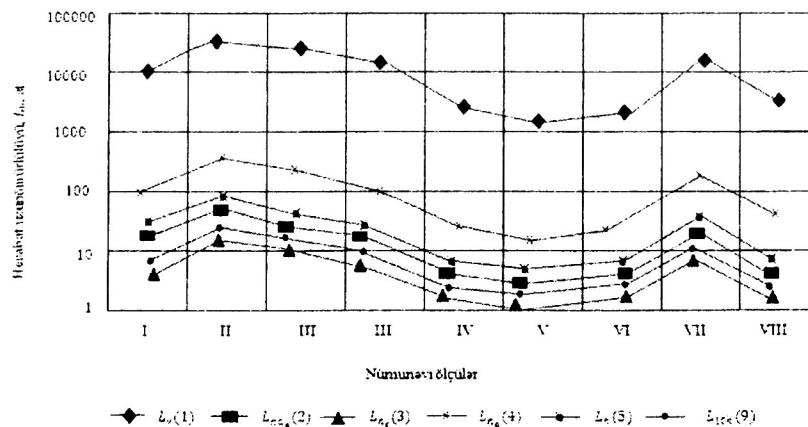
- ən böyük qiymət (1) formulu üzrə, ən kiçik isə hüdud yüklənmə səviyyəsinə uyğun kontakt yorğunluq səviyyəsi momenti üzrə - (3) formul üzrə alınır ki, bu da kardan oynaqlarının konstruktiv, texnoloji və istismar parametrlərinin ümumi maşınqayırma təyinatlı diyirlənmə yastıqları ilə müqayisədə daha sərt təsir etdiyini göstərir və burada kəmiyyətlərin səpələnməsi təxminən 1400 dəfə təşkil edir;

- yüklənmə rejiminin parametrlərinin qiymətinin artması ilə kardan yastıqlarının uzunömürlülüğünün qiyməti ciddi səpələnmə doğurmur və burada (3),(4),(5) və (9) modelləri 1-ci dərəcədə qarşı qoyulan nəticələr verir.

Cədvəl 4.

EYR-də kardan ötürmələrinin uzunömürlülüğünün hesabət nəticələri

| Nüm.öl çül. № | Çarpa z-ların tipləri | Yastığın № | Uzunömürlülük, st | | | | | |
|---------------|-----------------------|------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|----------|--------------|
| | | | $L_{\gamma}(1)$ | $L_{h0a}(2)$ | $L_{h0}(3)$ | $L_{ha}(4)$ | $L_h(5)$ | $L_{10h}(9)$ |
| I | K005 | 904902 | 9672 | 14,7 | 6,98 | 107 | 25,0 | 8,16 |
| II | K016 | 704902 | 31167 | 47,2 | 23,0 | 336 | 77,4 | 27,0 |
| III | K025 | 704702K2 | 15497 | 23,5 | 11,5 | 168 | 40,0 | 13,4 |
| III | K025 | 74702KY2 | 11662 | 17,7 | 8,62 | 126 | 30,4 | 10,0 |
| IV | K040 | 804704 | 2590 | 3,92 | 1,91 | 27,9 | 6,39 | 2,22 |
| V | K063 | 804805 | 1441 | 2,18 | 1,05 | 15,4 | 3,54 | 1,24 |
| VI | K100 | 804907 | 1836 | 2,78 | 1,34 | 19,6 | 4,05 | 1,57 |
| VII | K160 | 804707 | 17122 | 25,9 | 12,6 | 184 | 33,7 | 14,6 |
| VIII | K160 | 804709 | 3546 | 5,37 | 2,61 | 38,2 | 7,30 | 3,04 |



Şək.3. EYR-də uzunömürlülüğünün hesabət nəticələrinin qrafiki təsviri

Bu fakt üzrə ümumi düşüncə aşağıdakıları qeyd etməyə imkan verir, belə ki, burada vacib cəhət uzunömürlülüğünün hesabət nəticələrinin dəqiqliyinə və səpələnməsinə təsir edən, yuxarıda gətirilən kar-

dan ötürmələrinin uzunömürlülük modelləri bəzi servis – istismar amillərini, məsələn, öz özünə qon- darılan yastıq qovşaqlarının işlənməsində iynəvari yastıqların dinamik yükötürmə qabiliyyətinin

yüksəldilməsi, aqreqların (MTA) tarla üzrə hərəkətinə hərəkət trayektoriyasına təsirlərlə kardan oynaqlarının qırılma bucağının dinamik dəyişməsinin modelləşdirilməsi, yastıq qovşaqlarının işçi səthlərinin dayışdırilməsi yolu ilə texniki xidmətin aparılması, modernizasiyada kardan oynaqlarının konstruksiyasının təmirə yararlılığının artırılması, texniki xidmət və təmir və s. kimi amilləri nəzərə almır.

Yuxarıda gətirilən xülasə və hesabat materiallarının ümumiləşdirilməsi əsasında aşağıdakı nəticələr hasil edilir:

1. Kardan ötürmələrinin uzunömürlülüüyü sahəsində elmi – texniki ədəbiyyat mənbələrinin analizi göstərir ki, konstruksiyanın inkişaf istiqamətinə, istehsal üçün texnologiyanın təkmilləşdirilməsi və avadanlıqların modernləşdirilməsinə texniki xidmət və təmirə əsasən aşağıdakı tədbirlər daxil olur: yeni materialların tətbiq edilməsi (polad, sürgü materialı və s.); aqreqların uzunömürlülüüyünə təsir edən parametrlərin hesabat metodikasının dəqiqləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması; transmissiyanın öz-özünə nizamlanan qovşaqlarının işlənməsi; hissələrin möhkəmlik və elastiklik – sərtlik xarakteristikalarının optimallaşdırılması; birləşən (uzlaşan) aqreqlarla iş rejimlərinin uzlaşdırılması; texniki – iqtisadi və energetik meyarlar üzrə istehsal, texniki xidmət və təmirin rəşional texnoloji proseslərinin işlənilmə – yoxlanılması.

2. Kardan ötürmələrinə yönəlmiş uzunömürlülüüyün riyazi modellərinin əsas fərqləndirici əlamətləri diyirlənmə səthində kanal şəklində yanlış brinnelləmə (2) şəklində təzahür edir [1] əlamət üzrə (1) – (5) formulları ayırırıq və burada kardan ötürmələrinin iş qabiliyyətliliyini müəyyən edən konstruktiv,

texnoloji və istismar amilləri daha tam nəzərə alınır, (2) əlaməti üzrə isə (8), (9) formulları ayrılır.

3. Kardan yastıqlarının dinamik yükqötürmə qabiliyyətinin hesabatının istehsalçının kataloq məlumatları ilə qarşı qoyulmaqla analizindən artan tərəfə doğru meyllənmənin olduğu məlum olur ki, bu da iynəvari diyircəklərin ölçülərinin fərqliliyi, diyirlənmə cisimləri arasında yüklənmələrin paylanmasına radial araboşluğunun təsiri və s. kimi amillərin modeldə uçotunun qeyri – mümkün olması ilə izah edilir.

4. Kardan ötürmələrinin uzunömürlülüüyünün hesabat riyazi modelinin rəqəmsal qiymətləndirilməsi, kontakt yorğunluğu üzrə imtina meyarına əsaslanan (1)-(5) formulları konstruktiv, texnoloji və istismar amillərindən asılı olaraq uzunömürlülük funksiyasını məqbul təsvir etdiyini təsdiq edir və sınaq nəticələri üzrə uzunömürlülük modellərinin dəqiqləşdirilməsi ilə kardan ötürmələrinin modernizə edilmiş və təmir edilmiş oynaqların tədqiqində baza ola bilər [9] formulu kardan yastıq qovşaqlarının kiçik sallama yerdəyişməsində spesifik iş şəraitini nəzərə alır və istismar prosesində kardan oynaqlarının kiçik qırılmalarında ($\approx 3^0$) tətbiqi tövsiyə edilir.

5. Kardan ötürməsinin uzunömürlülüüyünün riyazi modelinin işlənməsi və dəqiqləşdirilməsi sahəsində tədqiqatların perspektivliyi əvvəllər tədqiq edilməmiş yeni amillərin təsirinə əks olunması məqsədilə onların uzunömürlülüüyünün, imtinasızlığının və təmirə yararlılığının yüksəldilməsində konstruktiv, texnoloji və istismar tədbirlərinin işə qəbul edilməsində eksperimental tədqiqatların istiqamətlərini müəyyən edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ежевский А.А. Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства: науч.аналит. обзор / А.А. Ежевский, В.И.Черноиванов, В.В. Федоренко. М.: ФГНУ «Росинформротех», 2010, 292с.

2. Кочаев В.П. Прочность и износостойкость деталей машин / В.П.Кочаев, Ю.Н. Дроздов. М.: Высшая школа, 1991, 319с.

3. Галахов М.А. Расчет подшипниковых узлов /М.А.Галахов, А.Н.Бурмистров. М.: Машиностроение, 1988, 272 с.

4. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г. Анализ математических моделей долговечности карданных передач транспортных и технологических машин. Инновации в АПК: проблемы и перспективы Бел.ГСХА №1(1)2014 с.11

5. ГОСТ 18855-94 Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность). М.: ИПК Издательство стандартов, 1995, 32с.

6. ГОСТ 13758-89. Валы карданные с.х. машин. Технические условия. М.: Изд.во стандартов, 1989, 27с.

Analysis of mathematical durability models of cardan gears of machine – tractor units for agricultural purposes

SUMMARY

Key words: *machine-tractor unites, Driveline, design longevity, dynamic load, the bearing assembly*

Performed analytical review of existing mathematical models driveline durability machine-tractor units for agricultural purposes. Set of model parameters belonging to constructive, technological and performance factors. The numerical evaluation of mathematical models for calculating the dynamic load capacity and durability of bearing assemblies driveline.

Анализ математических моделей долговечности карданных передач машинно – тракторных агрегатов сельскохозяйственного назначения

Н.К.Исмайлов, И.Г.Сулейманов, Т.Ю.Мамедов
Азербайджанский государственный аграрный университет

РЕЗЮМЕ

Ключевые слова: *машинно-тракторные агрегаты, карданная передача, расчетная долговечность, динамическая грузоподъемность, подшипниковый узел*

Выполнен аналитический обзор существующих математических моделей долговечности карданных передач машинно – тракторных агрегатов. Установлена принадлежность параметров моделей к конструктивным, технологическим и эксплуатационным факторам. Проведена численная оценка математических моделей расчета динамической грузоподъемности и долговечности подшипниковых узлов карданных передач.