

UOT 633.1 : 631.155 : 631.171:633/635

TOXUMLUQ DƏN ALMAQ ÜÇÜN QARĞIDALI QIÇASINI DÖYƏN QURĞUNUN KONSTRUKSIYANIN TƏKMİLLƏŞMƏ EHTİYATLARININ TƏDQIQI

t.ü.f.d., dos. Azər İsmayıl oğlu Məmmədov
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, AZ1001, Bakı ş., İstiqlaliyyət küçəsi, 6.
Mühəndislik və tətbiqi elmlər kafedrası
mammadov_azer1974@mail.ru

DOI: 10.30546/2958-8111.2024.3.029

Xülasə

Giriş. Respublikanın ərzaq təhlükəsizliyi proqramına əsasən daxili tələbatın keyfiyyətli qarğıdalı toxumu ilə təmin olunması prioritet istiqamət sayılır. Son illər Respublikada aparılan məqsədyönlü işlər nəticəsində ölkəmizdə qarğıdalı istehsalı 2023-cü ildə 2003-cü ilə nisbətən 2 dəfədən çox artmışdır. Dənlik qarğıdalı yığım sonrasına texnologiyasında onun təmizlənməsi və dənin qıçadan ayrılması olduqca vacib prosesdir. Qarğıdalı qıçalarının yığımsonrasına işlənmə və toxumluq dən almaq üçün yeni texniki təklifin işlənməsi, onların morfoloji, anatomik və fiziki-mexaniki xassələri nəzərə alınmaqla texnoloji və konstruktiv parametrlərinin təkmilləşdirilməsi olduqca aktual məsələdir.

Tədqiqatın məqsədi. Tədqiqatın məqsədi toxumluq dən almaq üçün qarğıdalı qıçasının yığımsonrasına işlənmə texnologiyası, qurğusunun konstruksiyasının və texnoloji parametrlərinin əsaslandırılmasıdır.

Tədqiqat obyekti və metodikası. Tədqiqat obyekti olaraq qarğıdalı qıçaları, qarğıdalı dənli və eksperimental qarğıdalı qıçası döyən qurğu götürülmüdü. İşin yerinə yetirilməsində nəzəri və eksperimental metodlardan istifadə edilmişdir. Nəzəri tədqiqatlar klassik mexanikanın, materiallar müqavimətinin, analitik həndəsənin əsas müddəalarından istifadə etməklə yerinə yetirilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri-metodoloji təhlili. Dənayırın döyücü aparatların işinə ciddi təsir göstərən əsas amillər arasında barabanla dek arasındakı ara boşluğu, işçi orqanın (barabanın, tədqiq olunan variantda isə diskin) fırlanma sürəti dekin dişlərinin düzgün seçilməsi mühüm yer tutur. Müxtəlif dənli bitkilər üçün döyücü aparatda barabanla dek arasında giriş və çıxış ara boşluğu və barabanın fırlanma tezliyinin qiymətlərinin analizi göstərir ki, qarğıdalı qıçası döyülən variantda döyücü barabanla dek arasındakı ara boşluğu taxıl bitkiləri ilə olandan bir neçə dəfə çoxdur. Girişdə və çıxışda ara boşluğunun dəyişməsi digər nöqtələrdə də ara boşluqlarının dəyişməsinə təsir edir. Bu zaman ənənəvi fırlanan baraban və tərpənməz dek cütliyində barabanın bitkini tutma bucağından asılı olaraq deklə arasındakı ara boşluğu da müxtəlif dərəcədə dəyişə bilər.

Tədqiqatın nəticələrinin müzakirəsi. Müəyyən edilmiş asılılıqların təhlili göstərir ki, ara boşluğu və onun dəyişmə sürəti sinusoidal asılılıqdan ibarətdir. Odur ki, ara boşluğunun tutulma bucağına görə ara boşluğunun çevrəsinin qövsü üzrə barabanaltının işçi səthini seçmək mümkün deyildir. Qeyd etmək lazımdır ki, məhz baraban və barabanaltı cütlüklü döymə maşın konstruksiyaları ilk növbədə sümbül şəklində olan məhsulun döyülməsinə hesablanmışdır. Odur ki, bunlar qıça döyülməsi üçün ciddi fərq yaradacaq cəhətinin öyrənilməsinə ehtiyac yaranır. İşçi zonada ara boşluğunun dəyişmə şərtinin təhlili göstərir ki, $R_{ba} = R_{or}$ olduqda bu sürət giriş və çıxışda bir qədər azalır. Amma işçi zonanın ortasında Z -in müənasib şəkildə dəyişməsi halda sürətin (v_z) qiyməti bir qədər çoxdur. Bu halda ara boşluğunun orta dəyişmə sürəti çox az fərqlənir. Belə ki, barabanaltının işçi səthi $\rho = a\varphi + b$ spiralı şəklində olduqda ara boşluğunun dəyişmə sürəti 11,1...13,1 mm/rad olur. $R_{ba} = R_{or}$ olduğu halda bu da orta qiymətə - 12,1 mm/rad malik olur.

Nəticə. Praktikada R_{ba} -nın qəbul olunmuş qiymətlərində işçi zonaya daxil olan yerdə ara boşluğunun dəyişmə sürətinin kəskin şəkildə düşməsi (v_z) müşahidə olunur. Sonra isə tezliklə artır. Bu zaman ara boşluğunun dəyişmə sürətinin maksimum qiyməti $R_{ba} = R_{or}$ olduqda adidən 2 dəfə çox olur.

Açar sözlər: qarğıdalı qıçası, dən, qıçadöyən, qurğu, yığımsonrası, konstruksiya, baraban.

Giriş. Respublikanın ərzaq təhlükəsizliyi proqramına əsasən daxili tələbatın keyfiyyətli qarğıdalı toxumu ilə təmin olunması prioritet istiqamət sayılır. Ona görə də Azərbaycan Respublikasının bir çox regionlarında, məsələn, Gəncə-Daşkəsən, Qarabağ, Qazax-Tovuz, Quba-Xaçmaz, Lənkəran-Astara, Mərkəzi Aran, Mil-Muğan, Şəki-Zaqatala və s. iqtisadi rayonlarında qarğıdalı istehsalı ilbəil artır.

Belə ki, Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatına əsasən 2003-cü ildə Respublikada 143,2 min ton qarğıdalı dənə (ilkin çəkiddə) istehsal edilmişdirsə, 2015-ci ildə 214,1 min ton, 2020-ci ildə 321,9 min tona çatmış, 2023-cü ildə isə bir qədər azalaraq, 293,1 min ton təşkil etmişdir [1, s. 80]. Göründüyü kimi, ölkəmizdə qarğıdalı istehsalı 2023-cü ildə 2003-cü ilə nisbətən 2 dəfədən çox artmışdır.

Dənlik qarğıdalı yığım sonrası texnologiyasında onun təmizlənməsi və dənin qıçadan ayrılması olduqca vacib prosesdir. Bu sahədə mövcud texniki təchizat səviyyəsinin aşağı olması istehsalçıların respublikanı lazımi keyfiyyətdə toxumla təmin etməsinə mane olur. Burada əsas səbəblərdən biri də toxumçuluqda məhsuldarlığa görə uyğunlaşdırılmış texniki vasitələrlə işlərin mexanikləşdirilməsi üçün maşınlar sisteminin dəstəkləndirilməməsi, mütəşəkkil qıça təmizləmə istehsalının olmamasıdır [2, s. 3].

Əsas konstruktiv element kimi təmizləyici və döyücü-ayırıcı blokları gözdən keçirdikdə qeyd etmək lazımdır ki, bunların işinin yaxşılaşdırılması ümumilikdə texnoloji prosesin səmərəliliyini təmin edə bilər. Demək olar ki, yığımsonrası ilkin emal prosesində qarğıdalı qıçalarının təmizlənməsi indiyə qədər çətin və əmək tutumlu məsələ olaraq qalmaqdadır. Belə ki, bu məsələ toxum materialı əldə etmək texnologiyasında məcburi mərhələ hesab olunur [3-5].

Müasir texniki vasitələrin istismar təcrübəsi göstərmişdir ki, hazırda aqrotexniki tələbləri tam ödəməklə, qarğıdalı örtüyünü çıxarıb, toxumluq keyfiyyəti qorumaqla dənə qıçadan ayıran sənaye buraxılışlı maşınların təkmilləşdirilməsinə ehtiyac vardır.

Qarğıdalı yığan və yığımsonrası qıçanı işləyən sənaye buraxılışlı maşınlar üzərində hər hansı prinsipial dəyişikliklər aparılmamış, qıça örtüyünün passiv üsulla soyulması tətbiq edilir [6-8]. Bu, qıçaların işlənmə müddətinin uzanmasına, həm örtüyün, həm də dənə qıçadan ayrılması zamanı sonuncunun zədələnməsinə, dənə səpin keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Döyücü – ayırıcı qurğuların geniş spektrinin stasionar və tarla şəraitində sınaqları göstərmişdir ki, müasir döyücü aparatlar tələbatlara tam şəkildə cavab verə bilən toxumluq materialın alınmasını təmin edə bilmirlər [2, 9-13].

Göründüyü kimi qarğıdalı qıçalarının yığımsonrası işlənmə və toxumluq dən almaq üçün yeni texniki təklifin işlənməsi, onların morfoloji, anatomik və fiziki-mexaniki xassələri nəzərə alınmaqla texnoloji və konstruktiv parametrlərinin təkmilləşdirilməsi olduqca aktual məsələdir.

Tədqiqatın məqsədi. Tədqiqatın məqsədi toxumluq dən almaq üçün qarğıdalı qıçasının yığımsonrası işlənmə texnologiyası, qurğusunun konstruksiyasının və texnoloji parametrlərinin əsaslandırılmasıdır.

Tədqiqat obyekti və metodikası. Tədqiqat obyekti olaraq qarğıdalı qıçaları, qarğıdalı dənə və eksperimental qarğıdalı qıçası döyən qurğu götürülmüdü.

İşin yerinə yetirilməsində nəzəri və eksperimental metodlardan istifadə edilmişdir. Nəzəri tədqiqatlar klassik mexanikanın, materiallar müqavimətinin, analitik həndəsənin əsas müddəalarından istifadə etməklə yerinə yetirilmişdir. Eksperimental tədqiqatlar zamanı bioloji məhsulun fiziki-mexaniki xassələrini öyrənən standart metodlardan və döyücü maşın və aparatların sahə sınaq metod və cihazlarından istifadə olunmuşdur. Qıçadöyən qurğunun konstruktiv parametrlərini əsaslandırmaq üçün ekstremal eksperimentlərin planlaşdırılması metodundan, eksperimental qiymətlərin işlənməsi və təhlili üçün variasiyalı statistikaya, empirik düsturların qurulmasına əsaslanan kompüter proqramlarından istifadə olunmuşdur.

Tədqiqatın nəzəri-metodoloji təhlili. Dənayiran döyücü aparatların işinə ciddi təsir göstərən əsas amillər arasında barabanla dek arasındakı ara boşluğu, işçi orqanın (barabanın, tədqiq olunan variantda isə diskin) fırlanma sürəti dekin dişlərinin düzgün seçilməsi mühüm yer tutur.

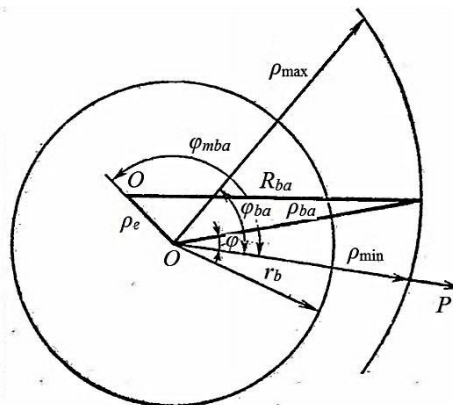
Kombaynli ənənəvi döyücü maşınlarda müxtəlif dənli kənd təsərrüfatı bitkilərinin döyülməsi təşkil edildikdə əsasən barabanla dek cütliyünün müvafiq parametrlərinin seçilməsi lazım gəlir. Müxtəlif

dənli bitkilər üçün döyücü aparatda barabanla dek arasında giriş və çıxış ara boşluğu və barabanın fırlanma tezliyi müvafiq olaraq aşağıdakı kimidir [2, 3, 14-15]:

- taxıl bitkiləri - buğda, arpa, vələmir – 18...20 mm; 4...6 mm; 850...1000 dəq⁻¹;
- paxlalılar – 30...34 mm; 12...16 mm; 500...600 dəq⁻¹;
- günəbaxan – 30...34 mm; 12...16 mm; 300...400 dəq⁻¹;
- qarğıdalı – 40...45 mm; 20...25 mm; 400...500 dəq⁻¹.

Qeyd olunan qiymətlərdən görünür ki, qarğıdalı qıçası döyülən variantda döyücü barabanla dek arasındakı ara boşluğu taxıl bitkiləri ilə olandan bir neçə dəfə çoxdur.

Girişdə və çıxışda ara boşluğunun dəyişməsi digər nöqtələrdə də ara boşluqlarının dəyişməsinə təsir edir. Bu zaman ənənəvi fırlanan baraban və tərpənməz dek cütliyündə barabanın bitkini tutma bucağından asılı olaraq deklə arasındakı ara boşluğu da müxtəlif dərəcədə dəyişə bilər. Belə aparatları layihələndirdikdə (xüsusi ilə yığıcı və döymə eyni vaxtda kombaynda yerinə yetirilərsə) ara boşluqlarının cari qiymətləri bitkinin tutulma bucağından asılı olaraq qrafo-analitik üsulla müəyyən edilir. Ancaq bu üsul müasir hesablama texnikasında istifadə olunur. Belə üsulda ara boşluğunun tutulma bucağından asılı olaraq dəyişmə sürətini təhlil etmək mümkün olmur. Bu isə qarğıdalı döyən maşınların layihələndirilməsində olduqca vacibdir. Qeyd etmək lazımdır ki, dənin zədələnməsi yalnız qıçanın deformasiyasından deyil, həmçinin təsir edən yükün sürətindən asılıdır. Baraban və barabanaltı (dek) olan konstruksiyaların işinin analizi göstərir ki, onların plankaları müəyyən radiusla yerləşdirilirlər. Burada girişdə, işçi zonada və çıxışda ara boşluqlarının qiymətləri eyni olmadıqda baraban və barabanaltının mərkəzləri fərqli olurlar (üst-üstə dümür). Belə halda (şək. 1) barabanaltının işçi səth çevrəsinin düsturu mərkəzi baraban çevrəsinin mərkəzində olan koordinat sisteminə nəzərən aşağıdakı kimidir:



Şək. 1. Barabanaltının çevrəsinin mərkəzinin koordinatlarının təyini sxemi: (P-qütb oxu).

$$\rho^2 - 2\rho\rho_e \cos(\varphi_{mba} - \varphi) + \rho_e^2 = R_{ba}^2, \quad (1)$$

burada ρ və φ – barabanaltının radiusu və onun çevrəsi nöqtələrinin bucağı;

ρ_e və φ_{mba} – barabanaltı çevrəsinin mərkəzinin koordinatları;

R_{ba} – barabanaltı çevrəsinin radiusu.

Aparatın işçi zonasına daxil olmağa uyğun gələn $\varphi = \varphi_q$ bucağı üçün $\rho_{\max} = r_b + Z_{gir}$, burada r_b – baraban çevrəsinin radiusu; Z_{gir} – işçi zonaya girişdə ara boşluğu.

İşçi zonadan çıxışa uyğun gələn $\varphi = 0$ bucağı üçün $\rho_{\min} = r_b + Z_{çix}$,

burada $Z_{çix}$ – işçi zonadan çıxışda ara boşluğu.

$\rho_{\max}$ və $\rho_{\min}$ qiymətlərini (1) düsturunda istifadə etsək alırıq:

$$\left. \begin{aligned} \rho_{\max}^2 - 2\rho_{\max}\rho_e \cos(\varphi_{mba} - \varphi) + \rho_e^2 &= R_{ba}^2 \\ \rho_{\min}^2 - 2\rho_{\min}\rho_e \cos\varphi_{mba} + \rho_e^2 &= R_{ba}^2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Baraban və barabanaltı arasında istənilən nöqtədəki ara boşluğu tutulma bucağına görə aşağıdakı ifadədən müəyyən edilə bilər:

$$Z = \rho - r_b. \quad (3)$$

Əgər R_{ba} və φ_{ba} qiymətlərinin əvvəlcədən məlum olduğunu (mövcud konstruksiyalarda olduğu kimi götürülsə) qəbul etsək, o zaman (2) sistemində iki məchul (ρ_e və φ_{mba}) qalmış olur. Onda (2) düsturunu həll edərək alırıq:

$$\varphi_{mba} = \arccos\left(\frac{A_4 + \rho_e^2}{A_5\rho_e}\right); \quad (4)$$

$$\rho_e = \pm \sqrt{\frac{-A_{10} \pm \sqrt{A_{10}^2 - 4A_9A_{11}}}{2A_9}}; \quad (5)$$

burada $A_1 = \rho_{\max} - R_{ba}^2$; $A_2 = 2\rho_{\max} \cos\varphi_{ba}$; $A_3 = 2\rho_{\max} \sin\varphi_{ba}$; $A_4 = \rho_{\min}^2 - R_{ba}^2$;

$$A_5 = 2\rho_{\min}; \quad A_6 = A_1 - \frac{A_2A_4}{A_5}; \quad A_7 = \frac{A_2}{A_5}; \quad A_8 = \frac{A_3}{A_5}; \quad A_9 = A_8^2 + (A_7 - 1)^2;$$

$$A_{10} = 2A_4A_8^2 - A_8^2A_5^2 - 2A_6(A_7 - 1); \quad A_{11} = A_6^2 - A_8^2A_4^2.$$

(4) və (5) ifadələri R_{ba} və φ_{ba} -nın verilmiş qiymətlərinə görə barabanaltının çevrəsinin mərkəzinin koordinatlarını müəyyən etməyə imkan verir. ρ_e və φ_{mba} -nın tapılmış qiymətləri nəzərə alınmaqla müvafiq φ bucağı üçün cari koordinat ρ (1) -dən tapıla bilər:

$$\rho = \rho_e \cos(\varphi_{mba} - \varphi) \pm \sqrt{\rho_e^2 \cos^2(\varphi_{mba} - \varphi) - \rho_e^2 + R_{ba}^2}. \quad (6)$$

Ara boşluğunun cari qiyməti isə (3) düsturundan tapılır:

$$Z = \rho_e \cos(\varphi_{mba} - \varphi) \pm \sqrt{\rho_e^2 \cos^2(\varphi_{mba} - \varphi) - \rho_e^2 + R_{ba}^2} - r_b. \quad (7)$$

Sonuncu funksionalın (7) qiyməti φ -nin bütün qiymətləri üçün müəyyən edilmişdir. Bunun qırılan nöqtəsi yoxdur və 2π periodu ilə sonsuz periodik funksiya təşkil edir (sinusoidal asılılıq).

Tutulma bucağı üzrə ara boşluğunun dəyişmə sürətini təyin etmək üçün (7) -ü φ -yə görə differensiallaşdırıb alırıq:

$$Z' = v_Z = \rho_e \sin(\varphi_{mba} - \varphi) \pm \frac{\rho_e^2 \sin 2(\varphi_{mba} - \varphi)}{\sqrt{R_{ba}^2 - \rho_e^2 \sin^2(\varphi_{mba} - \varphi)}}. \quad (8)$$

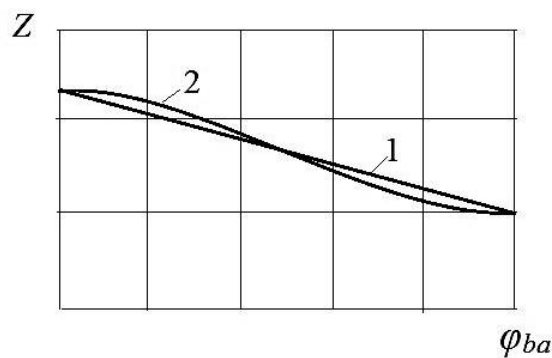
Ara boşluğunun dəyişməsi sürəti (v_z) $\varphi = \varphi_{mba}$ və yaxud $\varphi = \varphi_{mba} \pm 2\pi$ olduqda sıfıra bərabər olur. Bu zaman o $Z=f(\varphi)$ funksiyasının maksimum nöqtəsinə uyğun gəlir. Bunun minimumu isə maksimuma $[Z_{\max} = \rho_e \pm (R_{ba} - r_b)]$ nəzərən $\pm\pi$ qədər sürüşmüş olur. Minimal qiymət isə $Z_{\min} = -\rho_e \pm (R_{ba} - r_b)$ kimi ifadə olunur. $Z_{\max}$ və $Z_{\min}$ -u müəyyən edən ifadələrdən görünür ki, kökaltı mənfi işarəli kəmiyyət döyücü aparatın işçi boşluğuna tətbiq baxımından heç bir fiziki məna daşımır.

(8) düsturunun təhlili üzərində dayansaq $Z'=f(\varphi)$ funksiyasının iki fasiləsiz funksiyalarının cəmi olduğunu görürük. Buna görə də onun özü də fasiləsiz funksiyadır. Funksiya φ -nin bütün qiymətləri üçün müəyyən edilmiş və özlüyündə periodik sinusoidal asılılıq təşkil edir.

Tədqiqatın nəticələrinin müzakirəsi. Müəyyən edilmiş asılılıqların təhlili göstərir ki, ara boşluğu və onun dəyişmə sürəti sinusoidal asılılıqdan ibarətdir. Odur ki, ara boşluğunun tutulma bucağına görə ara boşluğunun çevrəsinin qövsü üzrə barabanaltının işçi səthini seçmək mümkün deyildir.

Qeyd etmək lazımdır ki, məhz baraban və barabanaltı cütlüklü döymə maşın konstruksiyaları ilk növbədə sümbül şəklində olan məhsulun döyülməsinə hesablanmışdır. Odur ki, bunlar qıça döyülməsi üçün ciddi fərq yaradacaq cəhətinin öyrənilməsinə ehtiyac yaranır.

Şəkil 2 -də işçi boşluğa giriş və çıxışda ara boşluğunun barabanaltı səthində spiral $[Z_s=f(\varphi)]$ üzrə və çevrə $[Z_0=f(\varphi)]$ üzrə dəyişmə xarakteri təsvir edilmişdir.



Şək. 2. Müxtəlif işçi səthlərdə tutulma bucağından asılı olaraq baraban və barabanaltı arasındakı ara boşluğunun dəyişməsi:
1-Arximed spirali; 2-cevrəvi.

Bu funksiyalar arasındakı məsafəni müəyyən etmək üçün müvafiq funksiyalar $[Z_s=f(\varphi)]$ və $[Z_0=f(\varphi)]$ arasında məhdudlaşmış sahələr fərqli modulu kimi qəbul edirik. Barabanaltının çevrə qövsü (çevrəvi) səthinə görə işçi boşluğun sahəsi müəyyən təxminlərlə (şək. 3) üzrə aşağıdakı kimi müəyyən edilə bilər:

$$S_{ib} R_{ba} = S_{sek} A O_{ba} B = -(S_{sek} C O_{ba} D - S_{\Delta O_{ba} B O_b}) - S_{\Delta A O_{ba} O_b} + S_{\Delta FDB}. \quad (9)$$

Bu tənlikdəki təxmin FD qövsünün FD toxunanı ilə əvəz edilməsindədir.

Sektor və üçbucaq sahələrinin qiymətlərini (9) düsturunda yerinə yazsaq alırıq:

$$S_{ib} R_{ba} = 1/2 R_{ba}^2 \varphi_d - 1/2 r_b^2 \varphi_{ba} + 1/2 R_{ba} \rho_{\min} \sin \varphi_1 - 1/2 \rho_{\max} R_{ba} \sin \varphi_2 + 1/2 Z_{cik}^2 \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (10)$$

burada $\varphi_1 = \alpha_1 - \alpha_2$; $\varphi_2 = \alpha_2 - \alpha'_1$.

Barabanaltında spiral halında səth istifadə edildikdə işçi boşluğun sahəsi aşağıdakı kimi olur (şək. 3, b):

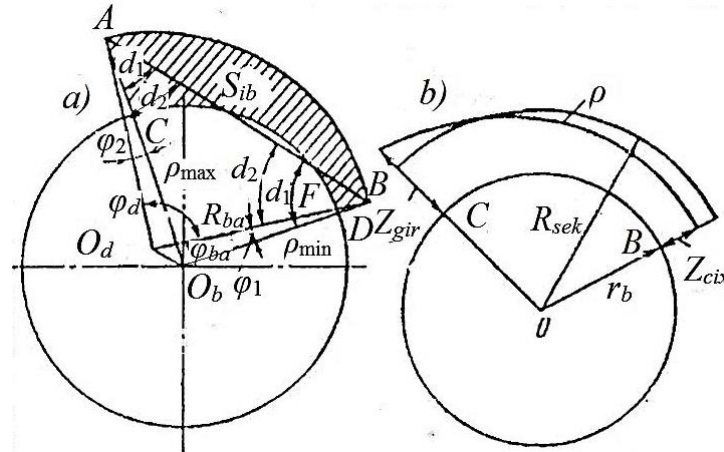
$$S_{ibs} = S_{sp} - S_{CO_b D}, \quad (11)$$

burada $S_{CO_bD} = 1/2 r_b^2 \varphi_{ba}$ –spiralla məhdudlaşmış sektorun sahəsi, m²;

$$S_{sp} = 1/2 \int_0^{\varphi_{ba}} (a\varphi + b)^2 d\varphi - \text{baxılan spiral sektor hüdudlarında baraban sektorunun sahəsi, m}^2;$$

$$a = \frac{Z_{gir} - Z_{cix}}{\varphi_{ba}} - \text{ara boşluğunun dəyişmə sürəti, m/san};$$

$$b = r_b + Z_{cix} - \text{baraban mərkəzindən barabanaltının çıxışına təsadüf edən səthə qədər olan məsafə, m.}$$



Şək. 3. Barabanaltının səthinin əmələ gətirdiyi işçi boşluq sahəsini təyin edən sxem:
a) cəvrəvi halda; b) Arximed spiralı halında.

b -nin qiymətini nəzərə alıb integrallama apardıqdan sonra alırıq:

$$S_{sp} = \frac{(Z_{gir} - Z_{cix})^2 \varphi_{ba} + 3(Z_{gir} - Z_{cix})(r_b - r_{cix})\varphi_{ba} + 3(r_b + r_{cix})^2 \varphi_{ba}}{6}. \quad (12)$$

Bu sahəni radiusu R_{sek} olan çəvrənin sahəsinə bərabərləşdiririk:

$$\frac{R_{sek}^2 \varphi_{ba}}{2} = \frac{(Z_{gir} - Z_{cix})^2 \varphi_{ba} + 3(Z_{gir} - Z_{cix})(r_b + r_{cix})\varphi_{ba} + 3(r_b + r_{cix})^2 \varphi_{ba}}{6}. \quad (13)$$

Bəzi çevirmələrdən sonra alırıq:

$$R_{sek} = \sqrt{\left[\frac{r_b + (Z_{gir} + Z_{cix})}{2} \right]^2 + \frac{(Z_{gir} - Z_{cix})^2}{12}}. \quad (14)$$

Kökaltı ifadənin (14) ikinci toplananı birinciyə nəzərən çox kiçik olduğunu nəzərə alsaq kənarlaşdırı bilərik.

$$\text{Bu zaman mövcud döyən aparatlar üçün xəta 0,04\%-i keçmir. Onda } R_{sek} \approx r_b + \frac{Z_{gir} + Z_{cix}}{2} = R_{or}.$$

Bu zaman barabanaltının səthinin spiralvariliyi şərtində işçi boşluğun sahəsi aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər:

$$S_{ibs} = \frac{R_{sek}^2 \varphi_{ba}}{2} - \frac{r_b^2 \varphi_{ba}}{2}. \quad (15)$$

Belə olduqda S_{ibs} və $S_{ib}R_{ba}$ arasındakı fərq modulu aşağıdakı kimidir:

$$S_{ibs} - S_{ib}R_{ba} = \frac{R_{sek}^2 \varphi_{ba}}{2} - \frac{r_b^2 \varphi_{ba}}{2} - \frac{R_{ba}^2 \varphi_d}{2} + \frac{r_b^2 \varphi_{ba}}{2} - \frac{R_{ba} \rho_{\min} \sin \varphi_1}{2} + \frac{\rho_{\max} \rho_{ba} \sin \varphi_2}{2} + \frac{Z_{cix}^2 + g \varphi_1}{2}. \quad (16)$$

$R_{ba} \rightarrow R_{sek}$; $\varphi_{ba} \rightarrow \varphi_d$; $\varphi_1 \rightarrow 0$; $\varphi_2 \rightarrow 0$ olduqda sahələr fərqi modulu sıfıra yaxınlaşmağa cəhd göstərəcək. Xüsusi halda $\varphi_{ba} = \varphi_d = \pi$ olduqda $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$, $S_{ibs} - S_{ib}R_{ba} = R_{sek}^2 \varphi_{ba} 12 - \frac{R_{ba}^2 \varphi_d}{2} \cdot R_{ba} = R_{sek}$ olduqda isə fərq modulu sıfıra yaxınlaşmağa meyl edir. (16) düsturunun təhlili göstərir ki, $R_{or} < R_{sev}$, başqa sözlə barabanaltı qövs çevrə qövsü olduqda işçi boşluq sahəsinin tam bərabərliyini təmin etmək mümkün deyildir. Bu fərqi minimal qiyməti $R_{ba} \approx R_{sek} \approx R_{or}$ olduqda alınır.

Qeyd olunanlardan belə bir nəticəyə gəlmək mümkündür ki, $Z_s = f(\varphi)$ və $Z_0 = f(\varphi)$ funksiyalarının bir-birinə daha çox yaxınlaşması və nəticədə döyücü aparatın işçi boşluğunun bərabər qaydada dəyişməsi (dənin qırılmasını azaltmaq), yəni barabanaltının səthinin çevrə qövsünə yaxın olması

$$R_{ba} = R_{or} = r_b + \frac{Z_{gir} + Z_{cix}}{2} \quad (17)$$

şərtində mümkündür. Ancaq baraban tipli döyən aparatlarda barabanaltının səthinin istərsə spiral və yaxud istərsə çevrə qövsü təşkil etməsindən asılı olmayaraq hər dəfə nizamlanma tələb edir. Adətən burada giriş və çıxışda ara boşluqları müvafiq olaraq 18 və 6 mm-ə nizamlanırlar. Buna uyğun olaraq baraban və barabanaltının radiusları layihələndirmədə müvafiq olaraq 287 və 310 mm götürürlər.

Belə hesab etmək olar ki, taxıl bitkilərinin döyülməsi üçün baraban və barabanaltı arasında konstruktiv olaraq bərabər dəyişən ara boşluğu qoyulması münasib görülür. Buna qarğıdalı döyümündə də nail olmaq üçün barabanaltı radiusunu 330...335 mm-ə qədər artırmalı olmuşlar.

Qarğıdalı qıçalarının döyülməsi üçün barabanaltının tövsiyə olunan səviyyəyə aşağı salınması halında qıçanın tutulma bucağına görə ara boşluğunun dəyişməsinə nəzərdən keçirmək üçün (4), (5), (7), (8) istifadə etmək mümkündür. Bunun üçün $r_b = 275$ mm; $R_{ba} = 287$ mm; $\varphi_{ba} = 105^\circ$; $Z_{gir} = 44$ mm; $Z_{cix} = 20$ mm başlangıç qiymətlər kimi qəbul edilə bilər.

Qıçanın tutulma bucağından baraban tipli döyən aparatda işçi ara boşluğunun dəyişməsi göstərir ki, R_{ba} -nın qiymətləri genişlik yaranmasına (Z -in artırılmış qiymətlərinə təsadüf edən oblast) səbəb olur. R_{ba} -nın R_{or} -ya qədər artması (17)-dən müəyyən edilir. Bu zaman Z -in cari qiymətləri və ara boşluğunun bərabər dəyişmə qiymətləri arasındakı fərq əhəmiyyətsiz dərəcədə kiçik olur. Baraban tipli döyən aparata malik maşınlarda qeyd olunan kəmiyyətlər arasındakı fərq 2,6%-dən çox olmur.

İşçi zonada ara boşluğunun dəyişmə şərtinin təhlili göstərir ki, $R_{ba} = R_{or}$ olduqda bu sürət giriş və çıxışda bir qədər azalır. Amma işçi zonanın ortasında Z -in mütənasib şəkildə dəyişməsi halda sürətin (v_z) qiyməti bir qədər çoxdur. Bu halda ara boşluğunun orta dəyişmə sürəti çox az fərqlənir. Belə ki, barabanaltının işçi səthi $\rho = a\varphi + b$ spiralı şəklində olduqda ara boşluğunun dəyişmə sürəti 11,1...13,1 mm/rad olur. $R_{ba} = R_{or}$ olduğu halda bu da orta qiymətə - 12,1 mm/rad malik olur.

Praktikada R_{ba} -nın qəbul olunmuş qiymətlərində işçi zonaya daxil olan yerdə ara boşluğunun dəyişmə sürətinin kəskin şəkildə düşməsi (v_z) müşahidə olunur. Sonra isə tezliklə artır. Bu zaman ara boşluğunun dəyişmə sürətinin maksimum qiyməti $R_{ba} = R_{or}$ olduqda adidən 2 dəfə çox olur.

Mövcud döyücü aparatlarda v_z -in kəskin şəkildə dəyişməsi nəticəsində xeyli dərəcədə dinamik (zərbə) təsirlərinin olması mümkündür ki, bu da dənin qırılmasına səbəb olur. Məhz bu faktın mövcudluğu həmən maşınları toxumluq dən alınması üçün yararsız edir.

Nəticə. Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, taxıl bitkilərinin döyülməsi üçün baraban və barabanaltı arasında konstruktiv olaraq bərabər dəyişən ara boşluğu qoyulması münasib görülür. Buna qarğıdalı döyümündə də nail olmaq üçün barabanaltı radiusunu 330...335 mm-ə qədər artırmalı olmuşlar.

Qarğıdalı qıçalarının döyülməsi üçün barabanaltının tövsiyə olunan səviyyəyə aşağı salınması halında qıçanın tutulma bucağına görə ara boşluğunun dəyişməsinə nəzərdən keçirmək üçün $r_b=275$ mm; $R_{ba}=287$ mm; $\varphi_{ba}=105^\circ$; $Z_{gir}=44$ mm; $Z_{cix}=20$ mm başlanğıc qiymətlər kimi qəbul edilə bilərlər.

Qıçanın tutulma bucağından baraban tipli döyən aparatda işçi ara boşluğunun dəyişməsi göstərir ki, R_{ba} -nın qiymətləri genişlik yaranmasına (Z -in artırılmış qiymətlərinə təsadüf edən oblast) səbəb olur. R_{ba} -nın R_{or} -ya qədər artması zamanı Z -in cari qiymətləri və ara boşluğunun bərabər dəyişmə qiymətləri arasındakı fərq əhəmiyyətsiz dərəcədə kiçik olur.

İşçi zonada ara boşluğunun dəyişmə şərtinin təhlili göstərir ki, $R_{ba}=R_{or}$ olduqda bu sürət giriş və çıxışda bir qədər azalır. Amma işçi zonanın ortasında Z -in mütənasib şəkildə dəyişməsi halda sürətin (v_z) qiyməti bir qədər çoxdur. Bu halda ara boşluğunun orta dəyişmə sürəti çox az fərqlənir. Belə ki, barabanaltının işçi səthi $\rho=a\varphi+b$ spiralı şəklində olduqda ara boşluğunun dəyişmə sürəti 11,1...13,1 mm/rad olur. $R_{ba}=R_{or}$ olduğu halda bu da orta qiymətə - 12,1 mm/rad malik olur.

Praktikada R_{ba} -nın qəbul olunmuş qiymətlərində işçi zonaya daxil olan yerdə ara boşluğunun dəyişmə sürətinin kəskin şəkildə düşməsi (v_z) müşahidə olunur. Sonra isə tezliklə artır. Bu zaman ara boşluğunun dəyişmə sürətinin maksimum qiyməti $R_{ba}=R_{or}$ olduqda adidən 2 dəfə çox olur.

Mövcud döyücü aparatlarda v_z -in kəskin şəkildə dəyişməsi nəticəsində xeyli dərəcədə dinamik (zərbə) təsirlərinin olması mümkündür ki, bu da dənin qırılmasına səbəb olur. Məhz bu faktın mövcudluğu həmin maşınları toxumluq dən alınması üçün yararsız edir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycanın kənd təsərrüfatı. Statistik məcmuə. Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsi. Bakı, 2024. 701 s. https://www.stat.gov.az/menu/6/statistical_yearbooks/source/agriculture2024.pdf
2. Məmmədov A. İ. Qarğıdalı qıçasının toxumluq dən almaq üçün işlənmə texnologiyası və qurğusunun təkmilləşdirilməsi. Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın avtoreferatı. Gəncə, "Aqromexanika" ETİ. 2018, 24 s.
3. Məmmədov Q. B. Yem hazırlanmasının texnoloji və texniki təminatında tədqiqatlar və innovasiyalar. Bakı: Elm, 2015, 566 s.
4. Məmmədov A.İ. Qarğıdalı qıçasından dənayıрма prosesinin nəzəri tədqiqi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2016, №2, s.104-106.
5. Жуков Н.И. Кукуруза: Проблемы и пути их решения // Кукуруза и сорго. 2005, №2, с.9.
6. Турдалиев З., Ачилов Э. Совершенствование процессов дробления и очистки початков кукурузы для повышения эффективности производства и качества продукции. "Экономика и социум" №5(120)-1 2024, с. 1645-1648.
7. Шекихачев, Ю.А. Исследование степени травмирования зерен при обмолота початков кукурузы / Ю.А. Шекихачев. — Текст электронный // NovaInfo, 2016. — № 46 — С. 32-37 — URL: <https://novainfo.ru/article/6027> (дата обращения: 11.04.2025).
8. Остапенко М.Н. Развитие методики экономической оценки сельскохозяйственных машин. Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина. 2017. № 2 (78), с. 49-53.
9. Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М., Хажметова З.Л. Разработка технического средства для обмолота початков кукурузы в обертке // Символ науки. – 2015. – № 7–1 (7). С. 59–61.
10. Габачиев Д.Т., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. Анализ рабочих органов, обеспечивающих процесс измельчения резанием // Новая наука: Современное состояние и пути развития. – 2015. – № 3. – С. 72–74.
11. Шекихачева Л.З. Математическое моделирование процесса обмолота початков кукурузы // Материалы Международной заочной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика». – 2015. – Т. 3. – № 7–3 (18–3). – С. 212–215.

12. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на фуражное зерно в южной лесостепной и степной зонах Западной Сибири. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. Усть-Кинельский – 2017. 19 с.
13. Зимин Н.Е. Влияние воспроизводства технической базы сельского хозяйства на экономическую безопасность предприятий. Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина. 2017. № 2 (78), с. 35-41.
14. Тарасов В.И. Проблемы воспроизводства сельскохозяйственной техники и основные направления их решения. Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина. 2017. № 2 (78), с. 42-48.
15. Семичев С.В. Анализ устройств управления траекторией движения сельскохозяйственных машин // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 4 (25). С. 217-221.

References

1. Agriculture of Azerbaijan. Statistical Yearbook. State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. Baku, 2024. 701 p. https://www.stat.gov.az/menu/6/statistical_yearbooks/source/agriculture_2024.Pdf (In Azerb.).
2. Mammadov A. I. Improvement of technology and equipment for processing corn cobs to obtain seed grains. Abstract of the dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy in Technology. Ganja, "Agromechanics" Research Institute. 2018, 24 p. (In Azerb.).
3. Mammadov G. B. Research and innovations in technological and technical support of feed preparation. Baku: Elm, 2015, 566 p. (In Azerb.).
4. Mammadov A. I. Theoretical study of the process of grain separation from corn cobs // Azerbaijan Agricultural Science, 2016, No. 2, pp. 104-106. (In Azerb.).
5. Zhukov N.I. Corn: Problems and Solutions // Corn and Sorghum. 2005, No. 2, p. 9. (In Russ.).
6. Turdaliev Z., Achilov E. Improving the Processes of Crushing and Cleaning Corn Cobs to Increase Production Efficiency and Product Quality. "Economy and Society" No. 5 (120) -1 2024, pp. 1645-1648. (In Russ.).
7. Shekihachev, Yu.A. Study of the Degree of Grain Injury during Threshing of Corn Cobs / Yu.A. Shekihachev. - Text: electronic // NovaInfo, 2016. - No. 46 - P. 32-37 - URL: <https://novainfo.ru/article/6027> (date of access: 11.04.2025). (In Russ.).
8. Ostapenko M.N. Development of the methodology for economic evaluation of agricultural machinery. Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University named after V. P. Goryachkin. 2017. No. 2 (78), pp. 49-53. (In Russ.).
9. Shekihachev Yu. A., Khazhmetov L. M., Khazhmetova Z. L. Development of a technical means for threshing corn cobs in a wrapper // Symbol of Science. - 2015. - No. 7-1 (7). P. 59-61. (In Russ.).
10. Gabachiev D. T., Shekihachev Yu. A., Khazhmetov L. M. Analysis of working bodies providing the process of grinding by cutting // New Science: Current Status and Development Paths. - 2015. - No. 3. - P. 72-74. (In Russ.).
11. Shekihacheva L. Z. Mathematical modeling of the process of threshing corn cobs // Proceedings of the International correspondence scientific and practical conference "Current areas of scientific research in the 21st century: theory and practice". - 2015. - Vol. 3. - No. 7-3 (18-3). - P. 212-215. (In Russ.).
12. Improving the technology of cultivating corn for feed grain in the southern forest-steppe and steppe zones of Western Siberia. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences. Ust-Kinelsky - 2017. 19 p. (In Russ.).
13. Zimin N.E. The influence of reproduction of the technical base of agriculture on the economic security of enterprises. Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin. 2017. No. 2 (78), pp. 35-41. (In Russ.).

14. Tarasov V.I. Problems of reproduction of agricultural machinery and the main directions of their solution. Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin. 2017. No. 2 (78), pp. 42-48. (In Russ.).
15. Semichev S.V. Analysis of devices for controlling the trajectory of movement of agricultural machines // Innovations in Agriculture. 2017. No. 4 (25). pp. 217-221. (In Russ.).

RESEARCH ON THE IMPROVEMENT OF THE CONSTRUCTION OF A CORN THRESHER FOR THE EXTRACTION OF GRAIN

Assoc. prof. Azer Ismail Mammadov
Department of engineering and applied sciences
Azerbaijan State Economic University
AZ10, Baku city, Istiglaliyyat street,

Summary

Introduction. According to the food security program of the republic, providing domestic demand with high-quality corn seeds is considered a priority task. As a result of the targeted work carried out in the republic in recent years, the production of corn in our country in 2023 compared to 2003 increased more than twice. In the post-harvest technology of grain corn, very important processes are its cleaning and separation of grain from chaff. Development of a new technical proposal for post-harvest processing and processing of seed corn, improvement of its technological and structural indicators taking into account their morphological, anatomical and physical-mechanical properties is a very urgent task.

Purpose of study. The purpose of the research is the substantiation of technology, construction and technological parameters of post-harvest processing of early corn with the aim of obtaining seed grain.

Object and methodology of research. The objects of research were corn cobs, corn kernels and an experimental device for threshing cob cobs. Theoretical and experimental methods were used in the work. Theoretical studies were carried out using the basic principles of classical mechanics, resistance of materials and analytical geometry.

Theoretical and methodological research. Among the main factors that seriously affect the operation of granulating and grinding devices, an important role is played by the gap between the drum and the deck, the speed of rotation of the working body (the drum or in the case of the disk in question), and also the correct selection of the teeth of the deck. The analysis of the values of the input and output gap between the drum and the deck in the threshing machine for different grain crops and the frequency of the drum rotation shows that the gap between the threshing drum and the deck is several times larger than for grain crops in the case of threshing the first corn. Changing the clearance at the entrance and exit also affects the change of the clearances at other points. In this case, in a traditional pair of a rotating drum and a stationary deck, the gap between the deck can vary to different degrees depending on the angle at which the drum captures the plant.

Discussion of research results. The analysis of established dependencies shows that the gap and the speed of its change have a sinusoidal dependence. Therefore, it is impossible to pick up the working surface of the base of the drum along the arc of the circumference of the gap at the angle of engagement of the gap. It should be noted that the constructions of drum and two-drum beating machines were primarily intended for beating products in the form of hyacinth. Therefore, it is necessary to learn to make serious changes in the methods of combating these phenomena. The analysis of the conditions of the gap change in the working zone shows that when $R_{ba} = R_{or}$, this speed is slightly reduced at the entrance and exit. However, in the middle of the working zone, the value of speed (v_Z) is slightly higher, if Z changes proportionally. In this case, the average rate of change of the gap differs very slightly. Thus, when the working surface of the drum is made in the form of a spiral $\rho = a\varphi + b$, the rate of change of the gap is 11.1...13.1 mm/rad. If $R_{ba} = R_{or}$, then the average value will also be -12.1 mm/rad.

Conclusions. In practice, at the accepted values of R_{ba} , a sharp drop in the rate of change of the gap (vZ) is observed at the point of its entry into the working zone. Then ten increases rapidly. At this time, the maximum value of the rate of change of the gap is 2 times greater than the norm at $R_{ba} = R_{or}$.

Keywords: corn harvesting machine, grain, thresher, device, post-harvest processing, design, drum.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ МОЛОТИЛКИ КУКУРУЗЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗЕРНА

к. т. н., доц. Азер Исмаил оглы Мамедов
Кафедра инженерии и прикладных наук
Азербайджанский Государственный Экономический Университет
AZ10, город Баку, улица Истиглалийат,

Резюме

Введение. Согласно программе продовольственной безопасности республики, обеспечение внутреннего спроса качественными семенами кукурузы считается приоритетной задачей. В результате целенаправленной работы, проводимой в республике за последние годы, производство кукурузы в нашей стране в 2023 году по сравнению с 2003 годом увеличилось более чем в два раза. В послеуборочной технологии зерновой кукурузы весьма важными процессами являются ее очистка и отделение зерна от лузги. Разработка нового технического предложения по послеуборочной обработке и переработке початков кукурузы на семена, совершенствование их технологических и структурных показателей с учетом их морфологических, анатомических и физико-механических свойств является весьма актуальной задачей.

Цель исследования. Целью исследований является обоснование технологии, конструкции и технологических параметров послеуборочной обработки початков кукурузы с целью получения семенного зерна.

Объект и методология исследования. Объектами исследования являлись початки кукурузы, зерна кукурузы и экспериментальное устройство для обмолота початков кукурузы. В работе использовались теоретические и экспериментальные методы. Теоретические исследования проводились с использованием основных принципов классической механики, сопротивления материалов и аналитической геометрии.

Теоретический и методологический анализ исследования. Среди основных факторов, серьезно влияющих на работу гранулирующих и измельчающих устройств, важную роль играют зазор между барабаном и декой, скорость вращения рабочего органа (барабана или в рассматриваемом варианте диска), а также правильный подбор зубьев деки. Анализ значений входного и выходного зазора между барабаном и декой в молотильном аппарате для различных зерновых культур и частоты вращения барабана показывает, что в варианте обмолота початков кукурузы зазор между молотильным барабаном и декой в несколько раз больше, чем для зерновых культур. Изменение зазора на входе и выходе влияет и на изменение зазоров в других точках. В этом случае в традиционной паре вращающегося барабана и неподвижной деки зазор между декой может варьироваться в разной степени в зависимости от угла, под которым барабан захватывает растение.

Обсуждение результатов исследования. Анализ установленных зависимостей показывает, что зазор и скорость его изменения имеют синусоидальную зависимость. Поэтому невозможно подобрать рабочую поверхность основания барабана по дуге окружности зазора по углу зацепления зазора. Следует отметить, что конструкции барабанных и двухбарабанных взбивальных машин в первую очередь были предназначены для взбивания изделий в форме гиацинта. Поэтому необходимо научиться вносить серьезные изменения в методы борьбы с этими явлениями. Анализ условий изменения зазора в рабочей зоне показывает, что при $R_{ba} = R_{or}$ эта скорость несколько уменьшается на входе и выходе. Однако в середине рабочей зоны

значение скорости (vZ) несколько выше, если Z изменяется пропорционально. В этом случае средняя скорость изменения разрыва отличается весьма незначительно. Так, при выполнении рабочей поверхности барабана в виде спирали $\rho=a\varphi+b$ скорость изменения зазора составляет 11,1...13,1 мм/рад. Если $Rba=Ror$, то среднее значение также составит -12,1 мм/рад.

Выводы. На практике при принятых значениях Rba наблюдается резкое падение скорости изменения зазора (vZ) в точке его входа в рабочую зону. Затем он быстро увеличивается. В это время максимальное значение скорости изменения зазора в 2 раза больше нормы при $Rba = Ror$.

Ключевые слова: кукурузоуборочная машина, зерно, молотилка, устройство, послеуборочная обработка, конструкция, барабан.

Məqalə daxil olub:
10 oktyabr 2024-cü il

Təkrar işlənməyə göndərilib:
18 noyabr 2024-cü il

Çapa qəbul olunub:
25 dekabr 2024-cü il