

AZƏRBAYCAN DÖVLƏT AQRAR UNIVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

ƏLİ SÖYÜN OĞLU ZİNGİROV

**DƏNƏVƏR YEM VƏ YEM ƏLAVƏLƏRİNİN YEMLƏMƏ ÜÇÜN
HAZIRLANMASI TEXNOLOGİYASININ VƏ QURĞUSUNUN
İŞLƏNMƏSİ**

3102.01 – Aqromühəndislik

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

GƏNCƏ – 2016

Dissertasiya işi Aqromexanika Elmi-Tədqiqat İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: - texnika elmləri doktoru, professor **Q.B.Məmmədov**

Rəsmi opponentlər: - texnika elmləri doktoru, professor
X.H.Qurbanov

- texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
M.T.Nağıyev

Aparıcı təşkilat: Heyvandarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Yemləmə, yem istehsalı və məhsulların emalı texnologiyası laboratoriyası

Müdafiə «__21__» __10__ 2016-cı ildə saat ____-da Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin FD.04.131 dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az 2000, Azərbaycan Respublikası, Gəncə şəhəri, Atatürk prospekti, 262.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat «__» _____ 2016-cı il tarixdə göndərilmişdir.

FD.04.131 dissertasiya şurasının
elmi katibi, t.f.d., dosent:

T.Y.Məmmədov

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Aktuallıq. Müasir aqrar istehsalın ən aktual problemlərindən biri əhəlinin kifayət miqdarda və keyfiyyətli heyvandarlıq, quşçuluq və balıqçılıq məhsulları ilə təmin edilməsindən ibarətdir. Bu məhsullara artan tələbatın müvəffəqiyyətlə həyata keçirilməsi məqsədi ilə bu sahələr durmadan inkişaf etdirilir ki, bu da birbaşa möhkəm yem bazasının yaradılması ilə əlaqəlidir. Cavan heyvanların planlaşdırılmış məhsuldarlıq istiqamətində qidalılığa görə balanslaşdırılmış tamdəyərli yemlərlə təmin edilməsi yuxarıda qeyd olunan istehsal sahələrində məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və istehsal həcmının artırılması üçün həlledici şərtlərdən biridir.

Məlumdur ki, yemdə olan qidalı maddələr xırdalanmış halda canlı orqanizm tərəfindən aktiv şəkildə mənimsənilir. Bu onunla əlaqəlidir ki, xırdalanmış yemdə hissəciklərin aktiv səthi miqdarca artmış olur. Bu isə orqanizmdə həzm prosesinin sürətlənməsinə qidalı maddələrin mənimsənilməsinə kömək edir. Bütün bunlar istehsalatda tədarük olunmuş yemlərin yemləmə üçün hazırlanmasına, yemlərin növündən, təyinatından, heyvanların növü, yaşı və istehsal təyinatından asılı olaraq müxtəlif texnologiyaların işlənməsini vacib etmişdir.

Bütün növ və yaş qrupunda olan heyvanların, quşların və balıqların yemləndirilməsində dənəvərləşdirilmiş yemlərdən, yem əlavələrindən, yağlı, zəngin zülal tərkibli, karbamid, çoxkomponentli mikro-makro elementləri özündə birləşdirmiş dənəvərləşdirilmiş mineral kompleksindən, vitamin kompleksindən istifadə edilməsi kənd təsərrüfatı elminin nailiyyətləri əsasında formalaşmışdır.

İstehsalat tələblərini nəzərə alaraq sənaye tərəfindən bilavasitə təsərrüfat şəraitində müxtəlif bərklikdə və ölçüdə dənəvər yem və yem əlavələrindən, yerli qüvvəli yemlərdən, yüksək yağlılığa, nəmliyə malik yem bitkilərindən, yem əhəmiyyətli tarlaçılıq və yeyinti sənayesi tullantılarından istifadə edərək müxtəlif növ və yaş qrupundan olan heyvanlar, quşlar və balıqlar üçün qüvvəli-qarışıq yem hazırlayan xırdalayıcılar (ДМБ, ДМБ-М, ДМБ-10 və s.) təklif olunur. Bunlar əsasən ələyi çıxarılmış çəkicli yem xırdalayıcılar olub, bir axında toz-hava qarışığının qapalı sirkulyasiyasına əsaslanmaqla, işçi rejimdə materialın xırdalanma dərəcəsinin dəyişməsinə təmin etmək imkanına malikdirlər. Bu xırdalayıcılarda yemləmə üçün bütün növ dənli bitkiləri, o cümlədən yağlıları, yarma bitkilərinin qabığını, dənəvər yemləri, şrotu, jmix dilimlərini və digər səpələnən yem və ərzaq məhsullarını xırdalamaq mümkündür. Bu maşınların əsas çatışmazlığı ondan

ibarətdir ki, onların bəzi modifikasiyası quru yemləri xırdalamayı, digərləri isə nəm yemləri xırdalamaq üçün nəzərdə tutulmuşlar. Birinci variantda tozalanma olması, ikinci variantda isə tələb olunan qarışıq halındakı son məhsulda qüvvəli yem, minerallar, vitaminlər və dərman preparatlarının dispersliyinin təmin edilməməsi arzu olunmaz hal kimi qarşıya çıxır. Bunların yemləmə qabağı qüvvəli-qarışıq, balanslaşdırılmış yem hazırlanması üçün xırdalayıcı – qarışdırıcı texnoloji sistemə qoşulması tələb olunur. Belə texnoloji variant əlavə sərmayə, material, enerji və xidməti xərclərin artmasına, istənilən keyfiyyətin təmin olunmamasına və bununla əlaqədar olaraq bir çox istehsalçıların mütərəqqi yem hazırlamadan imtina etmələrinə səbəb olur.

Göründüyü kimi yemləmə praktikası qarşısında müxtəlif heyvan növ və yaş qrupları üçün universal və enerji qənaətli balanslaşdırılmış, tamdəyərli yem qarışığı hazırlayan qurğuların işlənilib hazırlanması kimi aktual elmi problem vardır.

Məsələnin həllinə mane olan əsas səbəb isə müxtəlif bərkliyə, ölçüyə, nəmliyə və struktura malik komponentlərin bir yerdə istənilən ölçüdə xırdalanaraq qarışma prosesinin konkret şərtlər daxilində öyrənilməməsindən ibarətdir. Problemin aktuallığını nəzərə alaraq bu tədqiqat işi dənəvər yem və yem əlavələrinin yemləmə üçün hazırlanma texnologiya və qurğusunun işlənməsinə yönəldilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi dənəvər yem və yem əlavələrini yemləmə üçün hazırlayan xırdalayıcı qurğunun konstruktiv və işçi parametrlərinin əsaslandırılmasından ibarətdir.

Tədqiqat obyekti. Qüvvəli-qarışıq yem dənəvərləri, yem əlavələri, dənli yemlərin xırdalanma prosesi, eksperimental şaquli oxlu rotor tipli xırdalayıcı qurğu tədqiqat obyekti təşkil edirlər.

Tədqiqatın metodikası. Tədqiqatın ümumi metodikası şaquli oxlu rotor tipli xırdalayıcının dənəvər, səpələnən qüvvəli -qarışıq yemlər, yem əlavələri və dənli yemlərin yemləmə qabağı xırdalanması prosesinin nəzəri mülahizələrinin işlənməsi, onların eksperimental olaraq laboratoriya və istehsalat şəraitində yoxlanması, nəticələrin iqtisadi cəhətdən qiymətləndirilməsinə əsaslanmışdır. Nəzəri tədqiqatlar klassik mexanikanın və riyaziyyatın əsas müddəaları, qanun və metodlarından istifadəyə əsaslanmışdır. Eksperimental tədqiqatlar laboratoriya və istehsalat şəraitində çoxfaktorlu eksperimentin planlaşdırılması metodu əsasında yerinə yetirilmişdir. Təcrübə qiymətlərinin işlənməsi riyazi statistika metoduna əsaslanmışdır.

Elmi yenilik. Tədqiqatın elmi yeniliyi qüvvəli yem xırdalayan maşının

texnoloji imkanlarının genişləndirilməsində, müxtəlif fiziki-mexaniki xassələrə malik qüvvəli – qarışıq yem və yem əlavələrinin yemləmə qabağı səmərəli xırdalanmasının, tamrasionlu yem hazırlanmasının texnoloji – konstruktiv cəhətdən əsaslandırılmasında, ələksiz, şaquli oxlu rotor tipli xırdalayıcının əsas konstruktiv və işçi parametrlərinin əsaslandırılmasındadır. Eyni zamanda xırdalayıcının əsas konstruktiv parametrlərini əsaslandırmağa imkan verən asılılıqlar qurulmuşdur. Xüsusi enerji sərfinin minimumu və tələb olunan ölçüdə yem fraksiyası çıxımının maksimumuna görə qurğunun yüklənmə və son məhsulun separasiyası üçün hava sərfinin optimallaşdırılma modeli işlənmişdir. Eksperimental qurğunun konstruktiv yeniliyi nəzərə alınmaqla o, Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə komitəsi tərəfindən faydalı model (F 20110007) olaraq təsdiq olunmuşdur.

Tədqiqat nəticələrinin realizasiyasının təcrübi əhəmiyyəti. Nəzəri və eksperimental tədqiqatlar nəticəsində şaquli oxlu rotor tipli geniş texnoloji imkanlara malik qüvvəli yem xırdalayıcısı işlənib hazırlanmış, işçi modelin istehsalatda tətbiqi onun iş qabiliyyətli olmasını, az enerji tutumluluğunu və istənilən keyfiyyətdə məhsul alınmasını sübut etmişdir. Qurğunun layihələndirilməsi üçün lazımi parametrlər əldə edilmişdir. Qurğunun eksperimental işçi nümunəsi Göygöl rayonunun “Qızıl yem” müəssisəsində tətbiq edilmiş, onun illik səmərəsi 810,18 manat təşkil etmişdir.

Tədqiqatın nəticələri ADAU-nun Elmi-Texniki Şurasında müzakirə edilərək bəyənilmiş və istehsalatda tətbiqi tövsiyə olunmuşdur (16.12.2015-ci il tarixli 01.Nöli protokol).

İşin aprobasiyası. Tədqiqatın əsas nəticələri Azərbaycan Elmi-Tədqiqat “Aqromexanika” İnstitutunun yekun elmi konfranslarında (Gəncə, 2011...2015-ci illər), Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin 85 illiyinə həsr edilmiş “Müasir aqrar elm: qloballaşma şəraitində əsrin aktual problemləri və inkişaf perspektivləri”nə həsr olunmuş Beynəlxalq Elmi-Praktik konfransda (Gəncə, 2014-cü il), Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin Elmi-Texniki Şurasında (Gəncə, 2015-ci il) məruzə edilmişdir.

İşin nəşr olunması. Dissertasiyanın əsas məzmunu 9 elmi məqalə ilə respublikanın və 1 məqalə ilə Rusiya Federasiyasının elmi-texniki mətbuatında dərc olunmuşdur. İş üzrə 1 ədəd faydalı modelə patent alınmışdır.

İşin həcmi. Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsilədən, ümumi nəticələrdən, 133 adda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və 3 əlavədən ibarətdir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi 144 səhifə kompüter yazısından ibarət olub, burada 29 şəkil və 11 cədvəl vardır.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı və dissertasiyanın ümumi səciyyəsi verilmişdir.

Birinci fəsil "Problemin qoyuluşu, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri" adlanıb, burada yem rasionunda qüvvəli-qarışıq yemlərin tutduğu yer və perspektivliyi, onların müxtəlifliyi, yemləmə üçün hazırlanması, dənəvərləşdirilmə məqsədləri və xüsusiyyətləri, xırdalayıcı maşınların tənqidi təhlili verilmişdir. Fəslin sonunda tədqiqatın məqsəd və vəzifələri göstərilmişdir.

Hazırkı dövrdə istehsalın enerji tutumunun azaldılmasına, alınan məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və nəticədə iqtisadi səmərəliliyin artırılmasına daha çox diqqət yönəldilir. Qüvvəli-qarışıq yem istehsalında və onların yemləmə üçün hazırlanmasında müxtəlif üsul və texnologiyalar olduğu kimi mexanikləşdirmə vasitələri də olduqca çoxdur. Bir çox təsərrüfatlar kiçik qabaritli blok-modul tipli qüvvəli-qarışıq yem qurğularından istifadəyə başlamışlar. Ancaq bunların işçi prosesi enerjiyə qənaət və hazır məhsulun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində təkmilləşmə tələb edir.

Bir sıra alimlər Qoryaçkin V.P., Makarov İ.V., Aleşkin V.A., Yeliseyev V.A., Melnikov S.V., Leontyev P.İ., Roşçin P.M., Sirovatka V.İ., Xusid O.D., Gerneta M.M., Qurbanov X.H. və başqaları nəzəri olaraq və təcrübədə qüvvəli yemlərin çoxpilləli xırdalanma sxemi tətbiq etmək və aralıq hazır məhsulu çıxarmaq yolu ilə xırdalanma prosesinə enerji sərfini azaltmağa və son məhsulun irilik səviyyəsini bərabərlişdirməyə nail olmuşlar. Bu zaman kütlə tərkibinə görə yemin yekcinsliliyi verilən tədqiqat məlumatlarına görə 12% yaxşılaşmış, xüsusi enerji sərfi 11...13% azalmışdır.

Bütün bunlara baxmayaraq keçən dövr ərzində qüvvəli yem xırdalayıcılarının və onların işçi orqanlarının konstruktiv təkmilləşdirilməsi dövrün artan tələblərinə kifayət qədər cavab verə bilmirlər. Bu əsasən yemlərin və onların işlənmə üsullarının çoxluğu, heyvandarlıq və quşçuluğun intensiv texnologiyalarının irəli sürdüyü tələblərlə əlaqəlidir.

Elm və praktika tərəfindən dənəvərləşdirilmiş və briket halına salınmış qüvvəli-qarışıq yemlərdən istifadənin yüksək səmərəliliyi və bu əsasda heyvanların, quşların və balıqların yetişdirilməsinin intensiv texnologiyalarına keçmənin mümkünlüyünü sübuta yetirmişdir.

Preslənmiş yemlərdən istifadə təcrübəsi onların yemləmə qabağı xırdalanması və yemləmə texnologiyasına müvafiq olaraq işlənməsi tələbini irəli

sürmüşdür. Təcrübədən məlumdur ki, yalnız cavan mal deyil, hətta yaşlı mal da bərk dənəvərləri dişləri ilə çətinliklə əzir. Belə vəziyyətdə dişlərin tez yeyilib sıradan çıxması ehtimalı artır. Quşçu mütəxəssislərə yaxşı məlumdur ki, bəzən quşlar və xüsusi ilə cavanlar yemə - yem paylayan qaba həvətsiz yaxınlaşır. Belə hadisəyə əsas səbəblərdən biri dənəvər yemin uyğun gəlməyən mexaniki xassədə olmasıdır.

Təcrübədə rast gəlinən ehtiyacları ödəmək məqsədi ilə hazırda heyvandarlığın mexanikləşdirilməsi üzrə texnika bazarı müxtəlif markalarda dənəvər xırdalayan (KR16.2, ДМБ, Б6-ДГЕ-III 21) maşınlar təklif edir.

Б6-ДГЕ-III 21 dənəvər yemi istənilən ölçüdə hissəciklərə xırdalamaq üçündür. Б6-ДГЕ-IV 22 isə hissəciklərə nəzarət üçün ələkdir. Bunun gövdəsinin bir tərəfi reduktorun eksentrik valına oturulmuşdur.

Bu maşınlar bir funksiyalı olmaqla yalnız dənəvərlərin, quru dənli yemlərin xırdalanmasını həyata keçirirlər. Burada yemlərin tozlanması və hissəciklərin istənilən ölçüsünün təmin edilməməsi istehsal tələblərinə qənaətbəxş cavab vermir. Bundan başqa xırdalanmış dənəvərlərin digər komponentlərlə qarışdırılması üçün əlavə qarışdırıcı qurğu tələb olunur. Bu zaman əlavə xərclərin başqa yeni qurğunun vahid texnoloji sxemdə uyğunlaşdırıla bilməsi kimi çətinlik yaranır.

Tədqiqat aşağıdakı vəzifələrin yerinə yetirilməsinə yönəldilmişdir:

- müxtəlif təyinatlı dənəvər yemlərin və dənəvər yem əlavələrinin fiziki – mexaniki xassələrinin tədqiqi;

- ələksiz, şaquli oxlu rotor tipli yem xırdalanda dənəvərlərin və müxtəlif nəmlikli yem komponentlərinin xırdalanma prosesinin nəzəri mülahizələrinin işlənməsi;

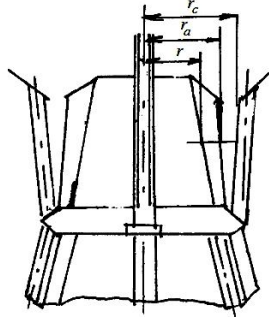
- müxtəlif fiziki - mexaniki xassəli yem komponentlərindən yemləmə qabağı tamdəyərli balanslaşdırılmış yem qarışığı hazırlayan universal xırdalayıcı-qarışdırıcı qurğunun konstruktiv-texnoloji sxeminin əsaslandırılması;

- eksperimental yem xırdalayıcının konstruktiv-rejim parametrlərinin optimallaşdırılması, keyfiyyət və energetik göstəricilərinin əsaslandırılması;

- eksperimental yem xırdalayıcının işinin istehsalat şəraitində yoxlanması iqtisadi səmərəsinin müəyyənləşdirilməsi.

İkinci fəsil "Şaquli oxlu rotor tipli xırdalayıcıda işçi prosesin nəzəri tədqiqi" adlanıb, burada işçi hipotez olaraq konstruktiv sxemin seçilməsi, prosesin nəzəri təhlili, prosesdə materiala təsir edən qüvvələrin təyin edilməsi, zərbə-sürtməli prosesdə işin və keyfiyyətin təyin edilməsi yer almışdır.

Tədqiq olunan xırdalayıcıni iş prinsipinə görə zərbə-sürtünməli təsirli xırdalayıcı hesab etmək olar. Xırdalayıcının işçi məkanında dənəvərlərin xırdalanması zamanı hava – burulğanlı zona və hava – məhsul layının olduğunu görmək olar. Bunlar bir-birindən r_a radiuslu şərti ayırıcı səthlə ayrılmışlar (şək.1).



Şək.1. Xırdalayıcının işçi zonasının sxemi.

Bir sıra tədqiqatlarda hava axınının və xırdalanmış məhsulun xırdalayıcı daxilində nisbi çevrə sürətinin ($\bar{v} = \frac{v_1}{\omega_0 r_a}$) gətirilmiş radiusdan ($\bar{r} = \frac{r_1}{r_a}$) mümkün asılılığı verilmişdir. Burada v_1 - cari radiusda (r_1) axının çevrə sürəti, ω_0 – rotorun bucaq sürətidir. Hava – məhsul layının sürəti nisbi radiusun artması ilə çıxışa doğru azalır. Bu onun divarla sürtünməsi nəticəsində baş verir. Hesab edilir ki, hava – məhsul layının və hava-burulğan zonasında havanın sürətləri onların ayrılma sərhədlərində (r_a) eynidirlər:

$$\bar{v}_1(\bar{r}) = \bar{v}_2(\bar{r}). \quad (1)$$

Hava-burulğan zonada nisbi sürətlərin paylanması aşağıdakı kimidir:

$$\bar{v}_1 = \bar{r}(0,8\bar{r}^3 - 1,5r^2 + 1), \quad (2)$$

Hava – məhsul layında isə

$$\bar{v}_2(\bar{r}) = \frac{K}{\bar{r}} = \frac{v_2(r)}{\omega_0 r_a}; \quad \bar{r} = \frac{r}{r_a}, \quad (3)$$

burada K - hava – məhsul layının ona hava-burulğan zonası ilə ayıran sərhəddəki nisbi sürətinin $\bar{v}_1(r)$ qiyməti;

ω_0 – xırdalayıcı rotorun bucaq sürəti, san^{-1} ;

r_a - hava – məhsul layının daxili sərhəddinin radiusu, m.

Hesab edirik ki, hava – məhsul layı ətalət qüvvələri təsir edən sahədə nyuton mayesi kimidir. Onda mayenin sərfiyyat tənliyindən istifadə edə bilərik:

$$Q = \mu_u \rho_c F_0 \sqrt{\frac{2p_c}{\rho_c}}, \quad (4)$$

burada μ_u – sərfiyyat əmsalı olub, eksperimental yolla təyin edilir;

ρ_c - hava – məhsul layının sıxlığı, kg/m^3 ;

F_0 – ara boşluğunun ümumi sahəsi, m^2 ;

p_c – həmin mühitdə təsir göstərən təzyiq, Pa.

$$F_0 = 2\pi r_c H \varphi, \quad (5)$$

burada H - ara boşluğunun uzunluğu, m;

φ – canlı en kəsik əmsalı;

r_c - hava – məhsul layının xarici sərhəddinin radiusu, m.

p_c aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$p_c = \rho_c \int_{r_a}^{r_c} \frac{v_2^2}{r} dr + p_a. \quad (6)$$

(4) düsturunu inteqrallayıb çevirmələr etdikdən sonra alırıq:

$$\rho_c = 2 \frac{p_c - p_a}{r_c^2 - r_a^2} \left(\frac{r_c}{K\omega_0 r_a} \right)^2. \quad (7)$$

(7) düsturunun sağ tərəfinə daxil olan kəmiyyətləri ölçməklə hava – məhsul layının sıxlığını hesablamaq mümkündür.

Hava – məhsul layının daxili sərhəddində təzyiqi nəzərə almasaq onda (7) düsturunu nəzərə almaqla (4) düsturunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$Q = K\mu_u \rho_c F_0 \omega_0 r_a \sqrt{1 - \frac{r_a^2}{r_c^2}}. \quad (8)$$

(8) tənliyi xırdalayıcının məhsuldarlığını ifadə edir. Təxmini olaraq xırdalayıcının qərarlaşmış iş rejimi üçün Q -nün qiymətini qurğuya materialın verilmə qiymətinə bərabər götürmək olar. Bu imkan verir ki, (8) tənliyinin köməyi ilə sərfiyyat əmsalının qiyməti hesablanılsın.

Alınan qiymətlərin statistik işlənməsindən sonra ρ_c və μ_u -nun qiymətləri üçün onların korrelyasiya asılılığını qurmaq mümkündür. Bunları (8) düsturuna qoymaqla bu düstur zərbə - sürtünməli xırdalanma prosesinin riyazi modelini identifikasiya etmiş olur.

Zonaların ayrıc sərhədlərində (r_a olduğu zaman) hava-burulğan şəraitində mühitin rotorun fırlanmasına müqavimət momenti M_1 müqavimət qüvvələri momentinə M_a bərabərdir:

$$M_1 = M'_1 + M''_1 = M_a, \quad (9)$$

burada M'_1 - r radiusunda xırdalayıcı orqanla hava sürətləri arasındakı fərqlə görə (U_1) xırdalayıcı orqanın müqavimət qüvvəsi ilə təyin edilir:

$$U_1 = \omega_o r - v_1, \quad (10)$$

həmçinin qapaqla sürtünmə qüvvəsinə görə M''_1 müəyyən edilir.

İşçi orqan səthi üzrə sürtünmə qüvvəsinin elementar momenti aşağıdakı kimidir:

$$dM_1 = P_1 r dr = \xi_{1M} \frac{\rho_1 U_1^2(r)}{2} h_M r dr, \quad (11)$$

burada dr – işçi orqanın elementar uzunluğu, m;

P_1 – hava-burulğan zonada elementar uzunluqda işçi orqanın hərəkətinə müqavimət qüvvəsi, N;

h_M – işçi orqanın qalınlığı, m;

ρ_1 – hava-burulğan zonada havanın sıxlığı, kg/m^3 ;

ξ_{1M} – bu zonada işçi orqanın hərəkətinə müqavimət əmsalı.

Hava-məhsul layının digər riyazi modeli bu layda təsir göstərən güclər balansını sayıla bilər:

$$N_2 + N_a - N_{div} - N_u = 0, \quad (12)$$

burada N_2 - hava-məhsul layına bilavasitə ötürülən güc, Vt;

N_a - hava-məhsul layı və hava-burulğan zonaları sərhəddindən ötürülən güc, Vt;

N_{div} - hava-məhsul layının gövdə divarına sürtünməsində itən güc, Vt;

N_u – materialın xırdalanmasına sərf olunan güc, Vt.

N_a əvvəlcə müəyyən etdiyimiz M_a əsasında tapıla bilər. N_2 - ni isə işçi orqanları ilə birlikdə rotorun nyuton mayesi layında hərəkəti şərtindən

müəyyən edirik. Burada işçi orqanın hava-məhsul layında sürəti aşağıdakı kimidir:

$$U_2(r) = \omega_0 r - v_2(r). \quad (13)$$

Hava-məhsul layında elementar uzunluqda (dr) və h_M hündürlükdə işçi orqanın hərəkətinə müqavimət qüvvəsi (P_2) aşağıdakı gücü doğurur:

$$dN_2 = \omega_0 P_2 r dr = \xi_{2M} \omega_0 \frac{\rho_c U_2^2(r)}{2} h_M r dr, \quad (14)$$

burada ξ_{2M} – hava-məhsul layında işçi orqanın hərəkətinə hidravlik müqavimət əmsalı.

Hava-məhsul layının $\bar{r} = 1$ və $\bar{r} = \bar{r}_M$ ölçüsüz koordinatları sərhəddində integrallamaqla (3) ölçüsüz dəyişənlərə keçməklə alırıq:

$$N_2 = \xi_{2p} \frac{\rho_c \omega_0^3 r_a^5}{2} \int_1^{\bar{r}_M} \left(\bar{r} - \frac{K}{\bar{r}} \right)^2 \bar{r} d\bar{r}, \quad (15)$$

$$\xi_{2p} = \xi_{2M} Z_M \frac{h_M}{r_a},$$

burada Z_M – rotor üzərində işçi orqanların sayıdır.

İntegralladıqdan və çevirmələr etdikdən sonra alırıq:

$$N_2 = \xi_{2M} Z_M h_M \frac{\rho_c \omega_0^3 r_a^4}{8} \left[\bar{r}_M^4 + 4K(K \ln \bar{r}_M - \bar{r}_M^2 + 1) - 1 \right] \quad (16)$$

Eksperimental olaraq N_2 -ni ölçüb (16) düsturundan ξ_{2M} -in qiymətini hesablamaq mümkündür.

Divarla sürtünmədə itən güc aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$N_{div} = 2\pi H v_c r_c \tau_{2div}, \quad (17)$$

burada τ_{2div} - gövdənin yan səthində tərpənmə gərginliyi, N/m².

$$\tau_{2div} = c_{2div} \rho_c \frac{v_c^2}{2}, \quad (18)$$

burada c_{2div} - hava-məhsul layının hərəkətinə divarın hidravlik müqavimət əmsalı;

$v_c - r = r_c$ şərtində hava-məhsul layının çevrə sürəti, m/san.

(3) şərtindən müəyyən edirik:

$$v_c = K\omega_0 \frac{r_a^2}{r_c}. \quad (19)$$

(18) və (19) düsturlarını nəzərə almaqla divara sürtünmə qüvvələrinin yaratdığı moment aşağıdakı kimidir:

$$M_{div} = \frac{N_{div} r_c}{v_c} = K^2 \pi H c_{2div} \rho_c \omega_0^2 r_a^4. \quad (20)$$

Eksperimental olaraq M_{div} -i ölçüb (20) düsturundan hidravlik müqavimət əmsalını (c_{2div}) təyin etmək mümkündür.

(12) tənliyində üç naməlum kəmiyyətin qiyməti tapıldıqdan sonra dördüncünün (N_u) qiyməti tapıla bilər.

ζ_{2M} , c_{2div} və N_u qiymətləri müəyyənləşdirildikdən sonra onlar arasında korrelyasiya asılılığı müəyyən etmək mümkündür. Bunları (12) düsturuna qoyduqda düstur zərbə-sürtməli xırdalama prosesinin riyazi modelini identifikasiya etmiş olur.

Beləliklə prosesin təhlili bu zaman yaranan hava-məhsul layının necə cərəyan etməsini identifikasiya edən riyazi modellərin qurulmasına imkan vermişdir. Alınmış nəticələr eksperimental tədqiqatların istiqaməti və həcmi müəyyən etməyə əsas verir.

Üçüncü fəsil "Eksperimental tədqiqatların proqram və metodikası" olub, burada tədqiqatların proqramı və metodikası, optimallaşdırma faktorlarının seçilmə metodu və eksperiment nəticələrinin riyazi işlənməsi öz əksini tapmışdır.

Yemlərin və yem fraksiyalarının xırdalanmamışdan qabaq və xırdalandıqdan sonra həndəsi ölçüləri müxtəlif diametrdə gözləri (deşikləri) olan ələklər dəstinin köməyi ilə müəyyən edilmişdir. Tədqiqat obyekti olaraq götürülmüş yem nümunələrinin nəmliyi, təbii maillik bucağı, həcmi kütləsi, məsaməliliyi, hiqroskopikliyi, sferikliyi, statik və dinamik sürtünmə əmsalları, uçuş sürəti müəyyən edilmişdir.

Xırdalanma prosesinə təsir edən faktorlar olaraq həmçinin hava-məhsul layının eni (işçi ara boşluq) rotorun fırlanma tezliyi, qidalandırıcı novların sayı, onların gövdəyə qondarılma bucağı, qidalanma səviyyəsi, hava sərfi, dişlərin sayı variasiya edilərək öyrənilmişdir.

Keyfiyyət göstəriciləri olaraq məhsuldarlıq, tələb olunan fraksiya çıxımı, xüsusi enerji tutumu, xırdalanma modulu, xırdalanma dərəcəsi, ümumi qalıq ölçülərək qeydə alınmışlar.

Rotorun fırlanma tezliyi zəncir ötürməsində dişlər sayı müxtəlif olan ulduzcuqlar cütü seçməklə dəyişdirilmişdir. Xırdalanma vaxtı COIP-2-000 saniyəölçəni, nümunələrin çəkisi isə BJTK - 500 tərəzisi ilə ölçülmüşdür.

Hazır məhsulun qranulometrik tərkibi değişik diametrləri 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 mm (ГОСТ 214-83) olan ələklər dəstinin köməyi ilə müəyyən edilmişdir.

Qurğunun məhsuldarlığı rotor valının müxtəlif fırlanma tezliklərində (90; 130; 200 dövr/dəq) ölçülmüşdür. Burada məqsəd tələb olunan ölçüdə məhsul çıxımını təmin edən məhsuldarlığın optimallaşdırılması olmuşdur.

Dördüncü fəsil "Eksperimental tədqiqatların nəticələri" adlanıb, burada tədqiqat obyektinin fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqi, eksperimental xırdalayıcının tədqiqi, onun konstruktiv və işçi parametrlərinin optimallaşdırılması verilmişdir. Fəslin sonunda eksperimental xırdalayıcının iqtisadi səmərəsinin hesabı təqdim olunmuşdur.

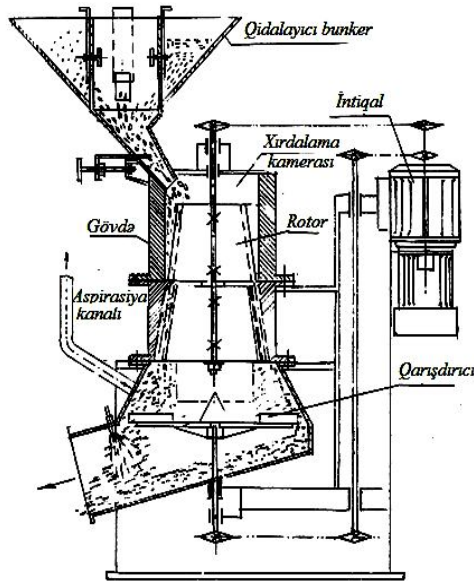
İşçi hipotez kimi qəbul etdiyimiz zərbə-sürtməli-təsirli şaquli oxlu rotora malik xırdalayıcının eksperimental variantı hazırlanaraq laboratoriya və istehsalat şəraitində tədqiq olunmuşdur (şək.2). Eksperimental xırdalayıcının konstruksiyasının yeniliyi nəzərə alınaraq Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Komitəsi tərəfindən faydalı model olaraq (F 2011 0007) təsdiq edilmişdir.

Yalnız istehsalat şəraitində tətbiq edilən texnoloji xüsusiyyət nəzərə alınaraq konstruksiyaya qarışdırıcı aspirasiya kanalı (hava çıxaran) əlavə edilmişdir. Praktiki olaraq hava sərfi iş keyfiyyətinə və enerji tutumuna təsir göstərir.

Xırdalayıcı qurğunun iş prosesi xırdalanan kütlənin fırlanan axınını yaradır. Bunun sürəti 28...40 m/san arasında olur. Burada axının itki zonasını fərqləndirmək mümkündür. Bunlardan biri rotorun mərkəzində hava-burulğanlı zona, ikincisi rotor kənarında hava-məhsul zonası. Hava-məhsul layının qalınlığı xırdalayıcının qidalandırma məhsuldarlığından asılı olur. Məhsuldarlıq 100 kq/saat olduqda layın qalınlığı başlanğıcda 35...45 mm təşkil edir.

Qurğunun iş effektivliyinin qiymətləndirilməsi xırdalanma dərəcəsi (λ), məhsuldarlıq (Q), xırdalanma modulu (M) və xüsusi enerji tutumuna görə aparılmışdır. Tədqiqatda eksperimental xırdalayıcının qeyd olunan texnoloji parametrlərinin iş keyfiyyətinə təsiri, başqa sözlə xırdalanma modulunun

xırdalanma prosesinin xüsusi enerji tutumuna (N_e) və qurğunun məhsuldarlığına (Q) təsirinin öyrənilməsinə diqqət yetirilmişdir. Rotorun üst səthinin formasını əsaslandırmaq üçün diş sayı müxtəlif sayda (24; 28; 32; 36) olan rotorlar hazırlanaraq eksperiment aparılmışdır.



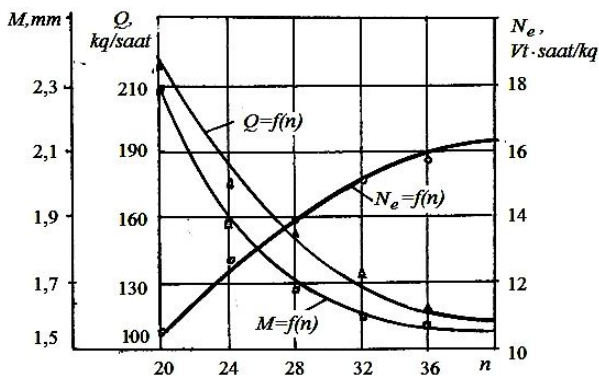
Şək.2. Eksperimental xırdalayıcının tətbiq variantının sxemi.

Əldə edilmiş qiymətlər riyazi üsulla işləndikdən sonra dişlərin sayı ilə xırdalanma modulu, məhsuldarlıq və xüsusi enerji tutumu arasında asılılıqlar qurulmuşdur (şək.3).

Eksperimental xırdalayıcıda tədqiqat zamanı rotorun fırlanma tezliyi 1000 ilə 3000 dövr/dəq arasında hər 500 dövr/dəq-dən bir dəyişdirilmişdir. Qidalayıcı novların sayı 1, 2, 3 qondarılma bucaqları 45, 60, 90° olaraq variantlar qurulmuşdur.

Təcrübələrin təkrarlılığı ölçülən kəmiyyətlərdən və istifadə edilən ölçü vahidlərindən asılı olaraq 3 ilə 7 arasında olmuşdur. Təcrübənin nəticələrinə görə qurğunun çoxfaktorlu eksperimentin planlaşdırılması əsasında optimallaşmasına ehtiyac olduğu müəyyən edilmişdir.

Optimallaşma parametri olaraq 1 kq məhsulun işlənməsinə xüsusi elektrik enerjisi sərfi ($\Xi = N_{or}/Q$) və istənilən fraksiya (1,6...3,0 mm) çıxımı qəbul olunmuşdur.



Şək.3. İşçi orqan dişlərinin sayından (n) asılı olaraq xırdalanma modulu (M), məhsuldarlıq (Q) və xüsusi enerji tutumunun (N_e) dəyişməsi.

Eksperimentdə dəyişən faktorlar qurğunun qidalanma səviyyəsi (kq/san) və hava sərfiyyatı (m^3 /san) olmuşlar.

Digər faktor və parametrlər bifaktorlu laboratoriya tədqiqat nəticələri olaraq əvvəlki paraqraflarda təqdim olunmuşlar.

Çoxfaktorlu aktiv eksperimentin həyata keçirilməsi üçün iki faktor üçün beşsəviyyəli plan qəbul edilmişdir. Bu ortoqonal plan qrupuna aiddir. Burada eksperiment nəticələrinin dispersiyasının bərpası cavab səthinin bütün nöqtələrində bərabər paylanmışdır. Hər təcrübənin üç təkrarlığı olan eksperiment planı həyata keçirilmiş və ardından alınan qiymətlər çoxfaktorlu planlaşdırma üsulu ilə işlənmişlər. Optimallaşdırma kriterisi üçün cavab funksiyası ikinci səviyyəli polinom şəklində olmuşdur.

Eyni zamanda materialın xırdalanmasına enerji sərfi qeydə alınmış və 1,6...3,0 mm ölçülü fraksiyalar götürülmüşdür. Bu optimallaşdırma kriterisi eksperimental maşında onun müxtəlif iş rejimlərində 1,6...3,0 mm fraksiyaların alınması üçün enerji tutumunu xarakterizə edir.

Hava sərfini 120 m^3 /saat hüdudunda (X_1) və qurğunun qidalandırılmasını 40...130 kq/saat hüdudunda (X_2) variasiya etdirdikdə tələb olunan (1,6...3,0 mm) fraksiyada məhsul çıxımı (Y_1) üçün aşağıdakı riyazi model (regressiya tənliyi) əldə edilmişdir:

$$Y_1 = 68,3465 + 1,169X_1 + 2,004X_2 - 1,25X_1X_2 - 0,6185X_1^2 - 0,4515X_2^2. \quad (21)$$

Tənliyin arqumentlərinin adları ilə işarələnmiş şəklə keçirilməsi qidalanmanın ölçü vahidini q/san –ilə götürüb aşağıdakı nisbətlər əsasında yerinə yetirilmişdir:

$$X_1 = \frac{W-110}{10} \quad \text{və} \quad X_2 = \frac{q-47}{7}$$

Kodsuzlaşdırdıqdan sonra (21) tənliyi aşağıdakı kimi olur:

$$G = 4,004q - 0,00248q^2 + 2,226W^2 - 0,032Wq - 157,908, \quad (22)$$

burada G - tələb olunan (1,6...3,0 mm) ölçüdə fraksiya çıxımı, %,

q - qurğunun qidalandırılma səviyyəsi, (37...57) q/san;

W –hava sərfi, (85...125) m³/saat.

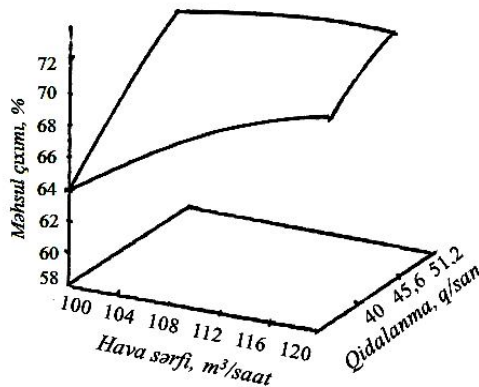
(1,6...3,0 mm) fraksiyanın alınma prosesinin optimallaşdırılması nəticəsində aşağıdakı qiymətlər tövsiyə edilir:

* qurğunun qidalandırılması – 0,048 kq/san;

* hava sərfi – 115...117 m³/saat.

Bu şərtlərdə qurğunun məhsuldarlığı 121 kq/saat etməklə qeyd olunan ölçüdə dənəvər qüvvəli-qarışıq yem çıxımı 82%, dən şəklində qüvvəlilər isə 75% təşkil edir.

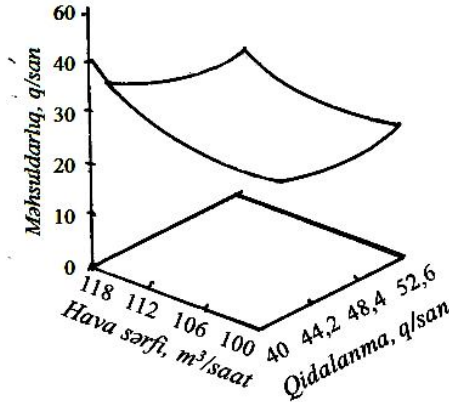
(22) tənliyi arqumentdən asılılıqların qeyri-xəttiliyini göstərir. Burada son məhsulun klassifikasiyasına qurğunun qidalanma səviyyəsinin hava sərfiyatından daha güclü təsirini görmək olar (şək.4).



Şək.4. Tələb olunan fraksiya çıxımının (1,6...3,0 mm) qurğunun qidalanması və hava sərfindən asılılığı.

Məhsuldarlıq qurğunun qidalanma səviyyəsi artdıqca artır (şək.5). Ancaq onu keyfiyyətli məhsul çıxma nöqtəsində səmərəli şəkildə məhdudlaşdırmaq mümkündür. Başqa sözlə $X_2=0,186$ və yaxud $0,048$ kq/san olduqda natural qiymətlərlə tənlik aşağıdakı şəkildə olur:

$$Q = 535,21 + 2,59q + 0,072q^2 - 6,9654W + 0,0348W^2 - 0,0143qW, \quad (23)$$



Şək.5. Qurğunun qidalanmasının və hava sərfiyyatının məhsuldarlığa təsiri.

Hazır məhsulun fraksiya hissəciklərinin keyfiyyətini (1,6...3,0 mm) yaxşılaşdırmaq üçün hava sərfiyyatını $115...117$ m³/saat səviyyəsində saxlamaq lazımdır.

Qurğunun qidalandırılması və hava sərfiyyatından asılı olaraq tələb olunan fraksiyanın kodsuzlaşdırılmış tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$G = 4,004q - 0,00248q^2 + 2,226W - 0,0029W^2 - 0,039Wq - 157,908 \quad (24)$$

Texnoloji prosesin enerji tutumu xırdaalayıcının gücünün onun məhsuldarlığına nisbəti ilə qiymətləndirilmişdir (şək.6).

Prosesin enerji tutumunun riyazi modeli aşağıdakı şəkildə alınmışdır:

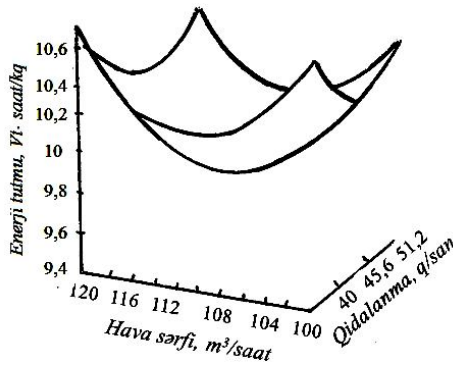
$$Y_3 = 9,875 + 0,00834X_1 + 0,025X_2 + 0,25355X_1^2 + 0,4122X_2^2. \quad (25)$$

Minimal enerji tutumu $9,8$ Vt'saat/kq edir.

Faktorların natural işarələri ilə reqressiya tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$\mathcal{E} = 59,039 - 0,813q + 0,0087q^2 - 0,554W + 0,0025W^2 \quad (26)$$

burada Θ – tələb olunan fraksiyanın (1,6...3,0 mm) alınması üçün eksperimental xırdalayıcının xüsusi enerji tutumu, $Vt'saat/kq$.



Şək.6. Xırdalayıcının qidalanmasının və hava sərfinin xüsusi enerji tutumuna təsiri.

Tələb olunan keyfiyyətdə məhsulun çıxımının maksimumuna xırdalayıcının xüsusi enerji tutumu 10,01 $Vt'saat/kq$, qurğunun qidalanma səviyyəsi 0,048 kq/san , 115 $m³/saat$ hava sərfiyyatı təsadüf edir.

İşlənib hazırlanmış eksperimental yem xırdalayıcı qurğunun illik səmərəsi 810,18 manat təşkil etmişdir.

ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Kənd təsərrüfatı heyvanları və quşlarının yemləndirilməsi zamanı hər qrupun xüsusiyyətlərini nəzərə almaq lazım gəlir ki, məhsuldarlıq artırılmış olsun. Odur ki, burada əldə olunmuş yemlərin yemləmə qabağı optimal hazırlanma variantlarının dəqiqləşdirilməsi və onun texniki cəhətdən həllinə böyük ehtiyac vardır.

2. Qüvvəli-qırıxq dənəvər yemlərin və dənli yemlərin xırdalanması sahəsində texnologiya və texniki vasitələrin təhlili göstərmişdir ki, mövcud xırdalayıcı maşınlar yüksək enerji və metal tutumlu olub, yemin yüksək dərəcədə tozlanmasına səbəb olurlar. İşçi prosesin nəzəri təhlili göstərmişdir ki, işçi orqanların konstruktiv-rejim parametrlərini dəyişmək, zərbə-sürtməli effektdən istifadə etməklə qeyd olunan nöqsanları aradan götürmək mümkündür.

3. Cavan quşlar üçün 0,3 mm -ə qədər ölçüdə dənəvər hazırlamaq əl-verişli sayılmır, bu zaman tez-tez matrisanın dəşikləri tutulur, məhsuldarlıq dörd dəfə azalır, xüsusi enerji sərfi isə iki dəfədən çox artır. İri dənəvərləri isə çəkilci-xəlbirli xırdalayıcılarda lazımi kondisiyaya gətirdikdə itki və enerji sərfi artmış olur.

4. Prosesin riyazi model əsasında nəzəri təhlili göstərir ki, xırdalanma dərəcəsi artdıqca məhsulun hazırlanmasına sərf olunan iş kəskin şəkildə artır. Odur ki, məhsulu standartda göstəriləndən daha çox xırdalamaq məqsəduyğun deyildir. Əks halda prosesə enerji sərfi artır, son məhsulun keyfiyyəti pisləşir, itki artır, qurğunun məhsuldarlığı isə aşağı düşür.

5. Xırdalanma prosesinin faydalı iş əmsalını artırmaq üçün bioloji aktiv maddələr hesabına materialın bərkliyini azaltmaqla elastik deformasiyaya sərf olan işin (A_e) azaldılmasını, materialda gərginliyin artmasına şərait yaradılmasını məqsəduyğun hesab etmək olar. Buna xırdalanacaq materialın bioloji aktiv maddələrlə qarışığından istifadə etmək və işçi orqanın fırlanma tezliyini artırmaqla nail olmaq mümkündür.

6. Zərbə-sürtməli prinsipinə əsaslanan şaquli oxlu rotor tipli xırdalayıcının konstruktiv-texnoloji sxemi faydalı model (F 2011 0007) səviyyəsində işlənmişdir. Xırdalayıcı analoqları ilə müqayisədə geniş texnoloji imkanlara malik olmaqla xüsusi enerji tutumluluğunu və məhsulun tozlanmasını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

7. Tədqiq olunan xırdalayıcının əsas parametrləri son məhsulun tələb olunan ölçülərdə çıxışı və xüsusi enerji tutumu olduğunu nəzərə alaraq çoxfaktorlu eksperimentin planlaşdırılması əsasında aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir. Tələb olunan fraksiyanın (1,6...3,0 mm) alınması üçün qurğunun qidalanması 0,048 kq/san; hava sərfi 115...117 m³/saat olmalıdır. Göstərilən ölçüdə məhsulun maksimum çıxımına xüsusi enerji tutumunun minimumu 10,01 Vt/saat/kq təsadüf edir.

8. İşlənib hazırlanmış qurğunun istehsalatda tətbiqinin illik səmərəsi 810,18 manat etmişdir.

Dissertasiyanın əsas müddələri aşağıdakı dərc olunmuş məqalələrdə öz əksini tapmışdır:

1. Zingirov Ə.S. və b. Bərk buğdadan yarma almaq üçün kiçik qabaritli xırdalayıcı qurğu /Azərbaycan Respublikasında kənd təsərrüfatı istehsalının mexanikləşdirilməsi və elektrikləşdirilməsi mövzusunda Azərbaycan Elmi-Tədqiqat "Aqromexanika" İnstitutunun 50 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi əsərlər məcmuəsi, XVII cild, Gəncə, 2008, s.177-179.

2. Zingirov Ə.S. və b. Dənəvər materiallar xırdalayıcısı: Patent (Faydalı model) № F 2011 0007, Bakı, 2011.

3. Zingirov Ə.S. Dənəvər, bərk yemlərin və yem əlavələrinin yemləmə qabağı xırdalanma prosesinin tədqiqi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2014, №1, s.192-194.

4. Zingirov Ə.S. Dənəvər yem xırdalayanda elastik zərbə qüvvəsinin təyini / Beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları, Gəncə, 2014, II cild, s.163-165.

5. Зингиров А.С. Методика оценки энергоемкости кормоизмельчительной машины // Аграрная наука, 2015, №2, с.28-29.

6. Zingirov Ə.S. Dənəvər materiallar xırdalayıcısında xırdalanma prosesi zamanı materiala təsir edən qüvvənin təyini // AMEA-nın Gəncə bölməsi, Xəbərlər Məcmuəsi, 2015, №III (61), s.88-93.

7. Zingirov Ə.S. Dənli yemlərin xırdalama prosesi zamanı optimallaşma faktorlarının seçilmə metodu // ADAU-nun Elmi Əsərləri, Gəncə, 2015, №3, s.87-90.

8. Zingirov Ə.S. Dənəvər materiallar xırdalayıcısında xırdalanma prosesinin nəzəri tədqiqi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2015, №4, s.139-141.

9. Məmmədov Q.B., Zingirov Ə.S. Şaquli oxlu rotor tipli eksperimental xırdalayıcının tədqiqi // ADAU-nun Elmi Əsərləri, Gəncə, 2016, №1, s.85-88.

АННОТАЦИЯ

ЗИНГИРОВ АЛИ СОЮН оглы

Разработка технологии и установки для подготовки гранулированных кормов и кормовых добавок к скармливанию

Целью исследования является обоснование конструктивных и рабочих параметров измельчителя для подготовки гранулированных кормов и кормовых добавок к скармливанию.

Анализ технологий и технических средств, предназначенных к измельчению гранулированных комбинированных кормов и концентратов показал, что существующие измельчители обладают высокой энерго и металлоемкостью и процесс сопровождается высокой степенью пылеобразования. Теоретические исследования рабочего процесса показали, что указанные недостатки возможно устранить путем применения ударно-притирочного эффекта и целенаправленного изменения конструктивно-режимных параметров измельчения. Общая методика исследований основывается на разработке теоретических предпосылок к процессу измельчения и смешивания гранулированных и других сыпучих концентратов, кормовых добавок вертикальным рабочим органом измельчителя роторного типа в порядке подготовки их к скармливанию. В теоретических исследованиях были использованы законы и методы классической механики и математики. Экспериментальные исследования осуществлены в лабораторных и производственных условиях с применением метода планирования многофакторного эксперимента. Обоснованы расширения технологических возможностей измельчителя концентратов, эффективного совместного измельчения и смешивания концентратов с различными физико-механическими свойствами, конструкция установки для приготовления полнорационных кормов для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Разработан метод инженерного расчета параметров измельчителя с двухступенчатым вертикальным рабочим органом роторного типа. Новизна усовершенствованной конструкции подтверждена патентным документом на полезную модель (F 2011 0007).

На основе применения метода многофакторного эксперимента выявлены следующие оптимальные параметры разработанного измельчителя кормов: для обеспечения требуемых размеров фракции (1,6...3,0 мм) подача корма в установку должна составлять 0,048 кг/с, расход воздуха в пределах 115...117 м³/ч. При максимальном выходе продукции минимум расхода электроэнергии составляет 10,01 Вт·ч/кг.

Среднегодовая экономия разработанного измельчителя составляет 810,18 манатов.

SUMMARY

ZİNGİROV ALİ SOYUN

Development of technology and systems for the preparation of granulated feed and feed additives for feeding

The aim of the study is to validate the design and operating parameters of the shredder for the preparation of granulated feed and feed additives for feeding.

Analysis of technologies and techniques designed to ground granulated combined forages and concentrates has shown that the existing grinders have high energy and metal consumption, and is accompanied by a high degree of dust. Theoretical studies of the workflow shown that these deficiencies can be corrected through the use of shock-lapping effect and purposeful change is constructive-regime grinding parameters.

General procedure for the development of research based on theoretical assumptions in the process of grinding and mixing of granular and other bulk concentrates, feed additives vertical working body of the chopper rotor type in order to prepare them for feeding. In theoretical studies we have used the laws and methods of classical mechanics and mathematics. Experimental studies carried out in laboratory and production environments using the method of multifactor experiment planning.

Substantiates the expansion of technological capabilities concentrates chopper, efficient co-milling and mixing of concentrates with different physical and mechanical properties, the installation design for the preparation of complete feed for farm animals, birds and fish. The method of engineering calculation of parameters of the shredder with two-stage vertical working body of the rotary type. The novelty of the improved design patent document confirmed the utility model (F 2011 0007).

On the basis of the method developed by the following optimal parameters fodder chopper identified multifactor experiment: to provide the required size fraction (1,6...3,0 mm) feed supply to the unit should be 0,048 kg / s of air flow in the range of 115...117 m³ / h . With a maximum output of products at least power consumption of 10,01 Wh / kg.

Average annual savings designed chopper is 810,18 manat.

Kağız formatı (210x297) 1\4
Kağız №1, uçot çap vərəqəsi 1.0 ç.v.
Sifariş № 054, tiraj 100

Azərbaycan Dövlət Aqrar
Universitetinin mətbəəsi

Rezoqrafiya üsulu ilə çap olunmuşdur.
Gəncə şəhəri, Ozan küçəsi, 102

**АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

АЛИ СОЮН оглы ЗИНГИРОВ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И УСТАНОВКИ ДЛЯ
ПОДГОТОВКИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ И
КОРМОВЫХ ДОБАВОК К СКАРМЛИВАНИЮ**

3102.01 – Агроинженерия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по технике

ГЯНДЖА – 2016