

ӨОЖ 631.363.7
FTAXP 68.85.39

DOI 10.56339/2305-9397-2023-1-2-187-197

Бралиев М. Қ., ЖАК доценті, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, braliyevm@mail.ru

Ведищев С.М., профессор, т.ғ.д, <https://orcid.org/0000-0002-3759-9809>

«Тамбов Мемлекеттік техникалық университеті» ФМББМ ЖМ, 392024, РФ, Тамбов қ., Ягодная к-сі, 28, strg666_65@mail.ru

Давлетьяров А.Ш., т.ғ.к, <https://orcid.org/0000-0002-0663-2899>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, davlbek52@gmail.com

Үмбетқалиев А.Н., магистрант, <https://orcid.org/0000-0001-8302-9631>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, armanumbetkali@gmail.com

Braliev M.K., Associate Professor of the Higher Attestation Commission, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st.Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, braliyevm@mail.ru

Vedishchev S.M., Doctor of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-3759-9809>

Tambov State Technical University, Russian Federation Tambov, 392024, 28 Yagodnaya street. Postal code, strg666_65@mail.ru

Davletyarov A.Sh., candidate of engineering sciences, <https://orcid.org/0000-0002-0663-2899>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st.Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, davlbek52@gmail.com

Umbetkaliyev A.N., undergraduate, <https://orcid.org/0000-0001-8302-9631>

NJSC "West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan", 090009, Zhangir Khan Str., 51, Uralsk, Republic of Kazakhstan, armanumbetkali@gmail.com

ИІРЛІКТІ-ҚАЛАҚШАЛЫ АРАЛАСТЫРҒЫШТА АРАЛАСТЫРУ ҮРДІСІНЕ ШЫҒЫНДАЛАТЫН ҚУАТТЫ АНЫҚТАУ DETERMINATION OF THE POWER FOR THE MIXING PROCESS IN A SCREW-BLADE MIXER

Аннотация

Шашпалы жем құрамдарын қалыптастыратын араластырғыштардың құрылымдарын сараптау негізінде кезеңді жұмыс істейтін, төртбұрышты тұрқасы қимылсыз, екі горизонталды орналасқан еріксіз араластыратын үйлесімді жұмыс мүшелерінің кезекпен орналасқан учаскелері бар жәй жүрісті араластырғыш ұсынылады.

Араластырғыш шығарушы түтіктері мен қақпақтары бар шанақтан, екі мотор-бәсендеткіштерден, әр қайсысы қарама қарсы айналатын екі бөліктен тұратын екі жұмыс мүшесінен, жұмыс мүшелерінің үстінде иірлік орамдары орналасқан, екі араластырып тасымалдайтын күрекшелері мен аударып лақтырушы қалақшаларынан тұрады. Араластырып тасымалдайтын күрекшелердің білік өсіне қарағанда бұрылу мүмкіндігі бар. Жұмыс мүшесінің бірінші және екінші бөліктерінің аударып лақтырушы қалақшаларының, иірлік орамдарының, араластырып тасымалдайтын күрекшелерінің радиустары бір біріне тең.

Араластырғыш бойлай бағытта төрт учаскеге бөлінген: аударып лақтырушы қалақшалар учаскесі; араластырып тасымалдайтын күрекшелерінің екі учаскесі мен иірлік орамдарының учаскесі.

Араластырғыш иірлік орамдарының учаскесі, аударып лақтырушы қалақшалар учаскесі мен араластырып тасымалдайтын күрекшелерінің учаскелерінен құралғандықтан араластыру үрдісіне шығындалатын қуат әрбір учаскенің қоректену қуаттарының сомасына тең болады. Бұл қуат шанақтың пайдалы көлемі мен құраманың орташа биіктігіне, цикл уақытына, жұмыс

мүшелерінің айналу жиілігіне және араластыру кезінде құрғақ шашылмалы материалдардың физика-механикалық қасиетіне байланысты анықталады

ANNOTATION

Based on an overview of existing mixer designs for composing loose feed mixtures, a low-speed batch mixer with a fixed rectangular body and two horizontally arranged compulsively mixing combined working bodies with alternating sections is proposed.

The mixer consists of a hopper with discharge pipes and flaps, two gear motors, two working bodies, each of which consists of two parts rotating in opposite directions, sections of screw winding, two mixing and transporting blades and transferring blades are placed on the working bodies. Mixing and transporting blades have the ability to rotate relative to the shaft axis. The radii of the transferring blades, screw winding, mixing and transporting blades of the first and second parts of the working body are equal to each other.

The mixer is divided into four sections along its length: a section of transferring blades; two sections of mixing and transporting blades and a section of screw winding.

Due to the fact that the mixer has sections of screw winding, transferring blades and mixing and transporting blades, the total power will consist of the required capacities of each section, determined depending on the value of the useful volume and average height of the mixture in the hopper, cycle time, rotation speed of working bodies and physical and mechanical properties of dry loose materials in the mixing process.

***Түйін сөздер:** араластырғыш, иірлік орамы, күрекше, қалақша, шанақ, шашылмалы материал*

***Key words:** mixer, auger winding, scapula, blade, bunker, loose material.*

Кіріспе. Жем құрамдарын дайындағанда құрғақ шашылмалы компоненттерді араластыру операциясының рөлі маңызды болады және осылайша алынған құрамның біртектестігі оны сіңірілуіне үлкен ықпалын тигізеді. Қолданыстағы жем араластырғыштардың араластыру процесіне шығындалатын меншікті қуаты жоғары.

Осы мақалада кезеңді жұмыс істейтін, ықшам, иірлікті-қалақшалы араластырғыштың параметрлерін оңтайландыру арқасында құрғақ жем құрамдарын дайындау технологиясының тиімділігін жоғарлататын төрт аударып лақтырушы қалақшалар учаскесі; араластырып тасымалдайтын күрекшелердің екі учаскесінен және иірлік орамдарының учаскесінен құралатын араластырғыштың теориялық зерттеулерінің қорытындылары қаралады.

Бұл жұмыстың мақсаты: құрғақ жем құрамдарының зоотехникалық талаптарға сәйкес сапасын сақтап, дайындау технологиялық процесіне шығындалатын меншікті қуатты жаңа жұмыс мүшелерін: иірлік орамдарын, қарама қарсы бағыттарда айналатын күрекшелер мен қалақшаларды қолдану арқылы төмендету болып табылады.

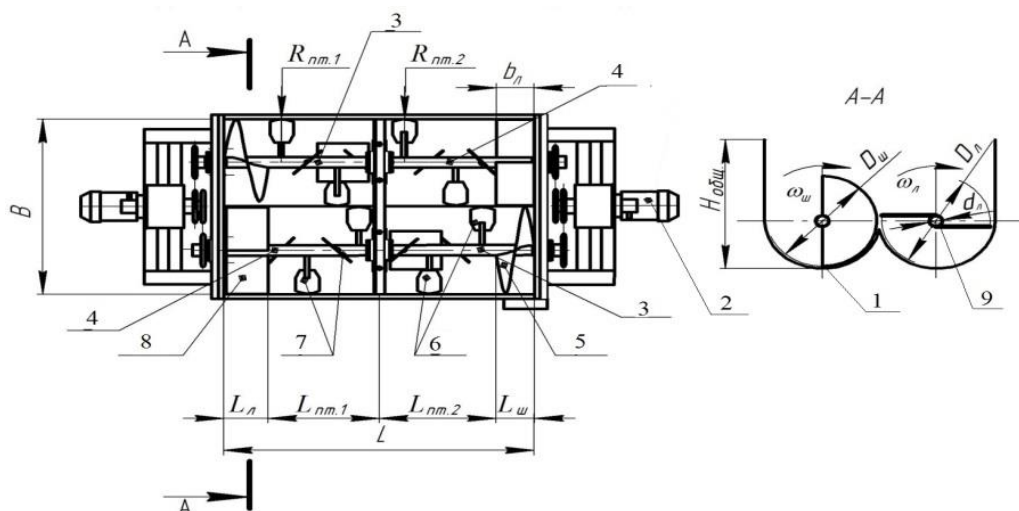
Теориялық зерттеулер негізінде араластыру процесінің қуатын шанақтың пайдалы көлемі мен құраманың орташа биіктігіне, цикл уақытына, жұмыс мүшелерінің айналу жиілігіне және араластыру кезінде құрғақ шашылмалы материалдардың физика-механикалық қасиетіне байланысты анықтайтын ереже ұсынылаған.

Материалдар мен зерттеу тәсілдері. Тексеру компоненті ретінде ұсынылатын байқаудағы тексеру компонентінің шамасы 20 кем болмауы талабын ескеріп әзір құрамның массасының 1% құрайтын боялған түйежоңышқа дәндері қолданылған. Құрамның толтырғышы ретінде бидай мен арпа уатылған дәндерінің қоспасы қолданылған. Толтырғыш массасы еден таразысы арқылы анықталған. Тексеру компонентінің құбылмалық коэффициенті жалпы қабылданған әдістеме бойынша % анықталған.

Зерттеулер қорытындылары. Шашылмалы жем құрамдарын қалыптастыратын араластырғыштардың құрылымдарын сараптау негізінде кезеңді жұмыс істейтін, төртбұрышты тұрқасы қимылсыз, екі горизонталды орналасқан еріксіз араластыратын үйлесімді жұмыс мүшелерінің кезекпен орналасқан учаскелері бар жәй жүрісті араластырғыш ұсынылады [1, 25 б.; 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11].

Бұл араластырғыштың сұлбасы 1-ші суретте келтірілген.

Араластырғыш жалпы биіктігі $H_{обш.}$ шанақтан 1, екі мотор-бәсеңдеткіштерден 2, әрқайсысы екі бөліктен тұратын және қарама қарсы бағытта айналатын, беттерінде ұзындығы $L_{ш}$ иірлік орамдары 5 орналасқан екі жұмыс мүшелерінен 3,4, екі араластырып тасымалдайтын 9 ұзындығы $L_{шл1}$, $L_{шл2}$ күрекшелерден 6,7 және аударып лақтыратын ұзындығы $L_{л}$ қалақшалардан 8 құралады. Араластырып тасымалдайтын күрекшелердің білік 9 өсіне қарағанда бұрылу мүмкіндігі бар.



Сурет 1 – Иірлікті-қалақшалы құрғақ шашылмалы жемді араластырғыш
1 – шанақ; 2 – мотор-бәсеңдеткіш; 3,4 – жұмыс мүшесінің бөліктері; 5 –иірлікті орам учаскесі;
6,7 – араластырып тасымалдайтын күрекшелер; 8 – аударып лақтырушы қалақша; 9 – білік.

Жұмыс мүшесінің бірінші және екінші бөліктерінің аударып лақтырушы қалақшаларының радиусы $R_{л}$, иірлік орамдарының радиусы $R_{ш}$, араластырып тасымалдайтын күрекшелерінің радиустары $R_{пт1}$, $R_{пт2}$ бір біріне тең.

Араластырғыш бойлай бағытта төрт учаскеге бөлінген: аударып лақтырушы қалақшалар учаскесі; араластырып тасымалдайтын күрекшелерінің екі учаскесі мен иірлік орамдарының учаскесі.

Теориялық зерттеулердің қорытындылары осы күндері аралас, төрт кезектесетін учаскелі жұмыс мүшелері бар иірлікті- қалақшалы араластырғыштың жетегіне шығындалатын қуатты анықтауға арналған әдістеме мен ережелердің жоқ екенін көрсетеді.

Араластырғыш иірлік орамдарының учаскесі, аударып лақтырушы қалақшалар учаскесі мен араластырып тасымалдайтын күрекшелерінің учаскелерінен құралғандықтан араластыру үрдісіне шығындалатын қуат әрбір учаскенің қоректену қуаттарының сомасына тең болады:

$$N_{обш} = 2 \cdot (N_{ш.} + N_{nm.1} + N_{nm.2} + N_{л.}), \text{ Вт} \quad (1)$$

мұнда 2 – жұмыс мүшелерінің саны, дана;

$N_{ш}$ – иірлік учаскесінде шығындалатын қуат, Вт;

$N_{nm.1}$ – араластырып-тасымалдайтын қалақшалардың бірінші учаскесінде шығындалатын қуат, Вт;

$N_{nm.2}$ – араластырып-тасымалдайтын қалақшалардың екінші учаскесінде шығындалатын қуат, Вт;

$N_{л}$ – аударып лақтыратын күрекшелер учаскесінде шығындалатын қуат, Вт.

Иірлікті учаскеде шығындалатын қуат жоғарыда қаралған әдістеме бойынша араластырғыштың құрылымдық параметрлеріне байланысты анықталады [12]:

$$N_{ш} = k_0 (N_1^{шл} + N_2^{шл}), \quad (2)$$

Мұнда $N_1^{шл}$ – жемнің иірлік орамының бетімен үйкелісіне шығындалатын қуат, Вт;

$N_2^{шл}$ – жемнің иірлік қаптамасымен үйкелісіне шығындалатын қуат, Вт;

k_0 – жемнің ұсақталып араласуын ескеретін коэффициент, 1,2 ... 1,3 тең болады.

$$N_1^{ш} = P_o v_{en}, \text{Вт} \quad (3)$$

Мұнда P_o – бұрама бет бағытынан әсер ететін шеңберлі күш, Н;

v_{en} – бұрама беттің орташа шеңберлі шапшаңдығы, м/с.

$$v_{en} = \frac{\pi n}{60} D_{ш}, \text{ м/с} \quad (4)$$

$$P_o = 9,81 M_{ш} \lg(\alpha_y + \varphi) \quad (5)$$

Мұнда $M_{ш}$ – иірлікті учаскеде орналасқан жемнің массасы, кг;

α_y – өнімнің салмақ ортасынан өтетін бұрама сызықтың көтерілу бұрышы, град.;

φ – жемнің бұрама бетпен үйкелісінің бұрышы, град.

$$M_{ш} = \frac{\varphi_{ш}^{ш} \cdot \rho \cdot L_{ш} \cdot S_{с.м}^n}{2} \quad (6)$$

мұнда $L_{ш}$ – иірлікті учаскенің ұзындығы, м;

$S_{с.м}^n$ – толтыру коэффициенті бірге тең болғандағы араластырғыштың көлденінен кескінің ауданы, м².

$$\alpha_y = \arctg \frac{t}{2\pi R_y}, \text{ град.} \quad (7)$$

мұнда $R_y = (0,7 \dots 0,8) R_{ш}$.

t – бұрама беттің қадамы, м;

$R_{ш}$ – бұрама беттің сыртқы қырының радиусы, м.

$$N_2^{ш} = P_c v_{с.ср}, \text{Вт} \quad (8)$$

мұнда $v_{с.ср}$ – өнімнің орташа шеңберлі шапшаңдығы, м/с;

P_c – иірлік қаптамасының реакциясы, Н [12]:

$$P_c = g M_{ш} \left(1 + \frac{v_{с.ср}}{0,75 g R_{ш}} \right) \quad (9)$$

мұнда $v_{с.ср}$ – өнімнің орташа шеңберлі шапшаңдығы, м/с [12]:

$$v_{с.ср} = S \cdot n_{ш} \left[m' - \frac{2c^2 f}{R_{ш}^2 - r_{ш}^2} + \frac{2c R_{ш} r_{ш}}{(R_{ш} + r_{ш})(c^2 + R_{ш} r_{ш})} \right] \quad (10)$$

мұнда f – жемнің бұрама материалымен үйкеліс коэффициенті;

$n_{ш}$ – бұрама беттің айналу жиілігі, с⁻¹;

$r_{ш}$ – бұраманың білігінің радиусы, м;

$c = \frac{S}{2\pi}$ – қалыптастырушының бір радиан бұрылысына сәйкес келетін иірліктің бұрама бетінің

қадамының бөлігі, м;

$m' = \lg \varphi$ - коэффициент;

φ - бұрама бетке нормаль бағытынан абсолюттік шапшаңдықтың векторының ауытқу бұрышы (Горизонталды иірліктерге φ бұрышы жемнің бұрама бетпен үйкеліс бұрышына тең қылып алынады - φ).

Араластырып-тасымалдау күрекшелерінің бірінші учаскесіндегі қоректену қуаты келесі қуаттар сомасы ретінде анықталады:

$$N_{шт.1} = k_0 (N_1^{шт.1} + N_2^{шт.1} + N_3^{шт.1}), \text{Вт} \quad (11)$$

мұнда $N_1^{шт.1}$ – күрекшенің жылжу кезінде ортаның қарсыласуын жеңуге шығындалатын қуат, Вт;

$N_2^{шт.1}$ – құрамның динамикалық қысымын жеңуге шығындалатын қуат, Вт;

$N_3^{шт.1}$ – құрамды тасымалдауға шығындалатын қуат, Вт.

Күрекшенің жылжуы кезінде ортаның қарсыласуын жеңуге шығындалатын қуатты келесі формула бойынша анықтаймыз [13, 213 б.; 14]:

$$N_1^{nm.1} = z_{nm.1}^0 k_y^{nm.1} \cdot S_{nm.1} \cdot \cos \alpha_{nm.1} \cdot v_{nm.1}, \text{ Вт} \quad (12)$$

мұнда $z_{nm.1}^0$ —құрамға бірден малынған күрекшелер саны, дана;

$k_y^{nm.1}$ — күрекшенің жылжуына меншікті қарсыласу, Па;

$S_{nm.1}$ — араластырып тасымалдайтын күрекшенің ауданы, м²;

$v_{nm.1}$ —араластырып тасымалдайтын күрекшенің бірінші учаскедегі жылжу шапшаңдығы, м/с.

Араластырып тасымалдайтын күрекшенің жылжу шапшаңдығын келесіше анықтаймыз:

$$v_{nm.1} = 2\pi R_{nm.1}^c n_{nm.1}, \text{ м/с} \quad (13)$$

мұнда $R_{nm.1}^c$ — қарсыласу күшінің салыну радиусы, м.

Материалға батырылған қалақшаның жылжуы кезінде бойлдай кедергісі үшбұрыш заңы бойынша тарайды, сондықтан ортақ күштің салыну нүктесі осы үшбұрыштың салмақ ортасында болады, яғни жемге батырылған қалақшаның ұзындығының 2/3 шамасында. Шанақ толық болмаған жағдайда және қалақша айналғанда оның бату тереңдігі құбылмалы шама болады [15,25 б.; 16,17,18]. Осыны ескеріп кедергі күшінің салыну радиусын келесіше анықтауға болады:

- $h_{nm.1}^{cm} \leq (R_{nm.1} - r_{nm.1})$ болғанда

$$R_{nm.1}^c = R_{nm.1} - \frac{h_{nm.1}^{cm}}{3} \quad (14)$$

- $h_{nm.1}^{cm} > (R_{nm.1} - r_{nm.1})$ болғанда

$$R_{nm.1}^c = R_{nm.1} - \frac{(R_{nm.1} - r_{nm.1})}{3} \quad (15)$$

мұнда $h_{nm.1}^{cm}$ — қаралып отырған учаскедегі құрам биіктігі, м.

Жылжудың меншікті кедергісі келесіше анықталады [13,213 б.; 14]:

$$k_y^{nm.1} = g \cdot \rho \cdot (h_{nm.1}^{cm})^{\varepsilon_{nm}} t g^2 (45 + \frac{\varphi_0}{2}), \text{ Па} \quad (17)$$

мұнда φ_0 — жемнің ішкі үйкеліс бұрышы, град.;

ε_{nm} —күрекшенің дәреже көрсеткіші.

Құрамның динамикалық қысымын бірінші учаскеде жоюға шығындалатын қуат келесі формула бойынша анықталады [19]:

$$N_2^{nm.1} = c_{nm.1} \frac{\rho}{4} \omega_{nm.1}^3 b_{nm.1} (R_{nm.1}^4 - r_{nm.1}^4) \quad (18)$$

мұнда $c_{nm.1}$ — бірінші учаскеде күрекшенің оңтайландыру коэффициенті;

$\omega_{nm.1}$ — күрекшенің бұрыштық шапшаңдығы, с⁻¹.

Бірінші учаскеде күрекшенің оңтайландыру коэффициенті келесіше анықталады [20]:

$$c_{nm.1} = \frac{\tau}{\rho v_{nm.1} \cos \alpha_{nm.1}} \quad (19)$$

мұнда τ — араластырылатын материалдың жанама кесілу кернеуі, Па.

Құрамды тасымалдауға кететін қуатты бұрамалы конвейерлер есебінің әдістемесі бойынша анықтаймыз [21]:

$$N_3^{nm.1} = g \cdot Q_{nm.2} \cdot L_{nm.2} \cdot w \quad (20)$$

мұнда w —қарсыласу коэффициенті, бидай мен дертке 1,2 тең [21].

Осыған сәйкес араластырып тасымалдау күрекшелерінің екінші учаскесіндегі қуат:

$$N_{nm.2} = k_0 (N_1^{nm.2} + N_2^{nm.2} + N_3^{nm.2}) \quad (21)$$

мұнда $N_1^{nm.2}$ – жылжып келе жатқан күрекшемен ортаның кедергісін жоюға кететін қуат, Вт;
 $N_2^{nm.2}$ – құрамның динамикалық кедергісін жоюға жұмсалатын қуат, Вт;
 $N_3^{nm.2}$ – құрамды екінші учаскеде тасымалдауға шығындалатын қуат, Вт.

Күрекшенің жылжуына кедергіні жоюға шығындалатын қуат келесіше анықталады, Вт [13]:

$$N_1^{nm.2} = z_{пт.2}^0 k_y^{пт.2} \cdot S_{пт.2} \cdot \cos \alpha_{пт.2} \cdot v_{пт.2} \quad (22)$$

мұнда $z_{пт.2}^0$ – екінші учаскеде бірден құрамға малынған күрекшелердің саны, дана;

$k_y^{пт.2}$ – ортаның меншікті кедергісі, Па;

$S_{пт.2}$ – араластырып тасымалдайтын күрекшенің ауданы, м²;

$v_{пт.2}$ – араластырып тасымалдайтын күрекшенің екінші учаскедегі жылжу шапшаңдығы, м/с.

Араластырып тасымалдайтын күрекшенің екінші учаскедегі жылжу шапшаңдығын келесіше анықтауға болады:

$$v_{пт.2} = 2\pi R_{пт.2}^c n_{пт.2}, \text{ м/с} \quad (23)$$

мұнда $R_{пт.2}^c$ – кедергі күшінің салыну радиусы, м:

- $h_{пт.2}^{см} \leq (R_{пт.2} - r_{пт.2})$ болғанда

$$R_{пт.2}^c = R_{пт.2} - \frac{h_{пт.2}^{см}}{3}, \text{ м} \quad (24)$$

- $h_{пт.2}^{см} > (R_{пт.2} - r_{пт.2})$ болғанда

$$R_{пт.2}^c = R_{пт.2} - \frac{(R_{пт.2} - r_{пт.2})}{3}, \text{ м} \quad (25)$$

мұнда $h_{пт.2}^{см}$ – қаралып отырған учаскедегі құрам биіктігі, м.

Ортаның меншікті кедергісі, Па [13]:

$$k_y^{пт.2} = g \cdot \rho \cdot (h_{пт.2}^{см})^{\varepsilon_{пт.2}} t g^2 (45 + \frac{\varphi_0}{2}) \quad (26)$$

Екінші учаскедегі құрамның динамикалық кедергісін жоюға жұмсалатын қуат келесі формула бойынша анықталады [19]:

$$N_2^{nm.2} = c_{пт.2} \frac{\rho}{4} \omega_{пт.2}^3 b_{пт.2} (R_{пт.2}^4 - r_{пт.2}^4), \text{ Вт} \quad (27)$$

мұнда $c_{пт.2}$ – екінші учаскеде күрекшенің оңтайландыру коэффициенті;

$\omega_{пт.2}$ – күрекшенің бұрыштық шапшаңдығы, с⁻¹.

Екінші учаскеде күрекшенің оңтайландыру коэффициенті келесіше анықталады [20]:

$$c_{пт.2} = \frac{\tau}{\rho v_{пт.2} \cos \alpha_{пт.2}} \quad (28)$$

Құрамды тасымалдауға кететін қуат, Вт:

$$N_3^{nm.2} = g \cdot (Q_{пт.2} + Q_{нсп}) \cdot L_{пт.2} \cdot w, \text{ Вт} \quad (29)$$

мұнда $Q_{пт.2}$ и $Q_{нсп}$ – араластырып тасымалдайтын күрекшелердің екінші учаскесіндегі өстік және көлденінен бағыттардағы беріліс, кг/с, араластырғыштың құрылымдық параметрлеріне байланысты анықталады [22].

Дәреже көрсеткішінің мәні келесі теңдеуден тәжірибелік мәліметтер бойынша анықталуы мүмкін:

$$\varepsilon_{пт.1} = \log_{A_i} (h_{пт.1}^{см}) \quad (30)$$

мұнда i – араластырып тасымалдайтын күрекшелер учаскесінің номері;

$$A_1 = \frac{k_y^{nm.1^3}}{g \cdot \rho \cdot t g^2(45 + \frac{\varphi_0}{2})} - \text{бірінші учаскеге;}$$

$$A_2 = \frac{k_y^{nm.2^3}}{g \cdot \rho \cdot t g^2(45 + \frac{\varphi_0}{2})} - \text{екінші учаскеге;}$$

$k_y^{nm.1^3}, k_y^{nm.2^3}$ - араластырып тасымалдау күрекшелерінің бірінші және екінші учаскелеріндегі меншікті тасымалдау кедергілерінің тәжірибелік мәндері.

i -ші учаскедегі бірден малынған күрекшелердің саны келесіше анықталады:

$$z_{nm.i}^0 = \frac{z_{nm.i} \arccos(\frac{R_{nm.i} - h_{nm.i}^{cm}}{R_{nm.i}})}{180} \quad (31)$$

мұнда $z_{nm.i}$ – i -ші учаскедегі күрекшелердің саны, дана;

$R_{nm.i}$ – наружной радиус лопатки на i -ші учаскедегі күрекшелердің сыртқы радиусы, м;

$h_{nm.i}^{cm}$ – i -ші учаскедегі құрам биіктігі, м.

Құрамның биіктігін араластырып тасымалдайтын күрекшелердің учаскелердегі толу коэффициентіне байланысты [9] әдебиетте келтірілген теңдеулерден анықтауға болады (11) және (12), белгілеулерді ескеріп келесі түрде келтіріледі:

- $\varphi_n^{nm.i} \leq 0,45$ болғанда

$$h_{nm.i}^{cm} = -6,664(\varphi_n^{nm.i})^4 + 7,649(\varphi_n^{nm.i})^3 - 3,192(\varphi_n^{nm.i})^2 + 1,045(\varphi_n^{nm.i}) + 0,007 \quad (32)$$

- $\varphi_n^{nm.i} > 0,45$ болғанда

$$h_{nm.i}^{cm} = 0,45\varphi_n^{nm.i} + 0,0528 \quad (33)$$

мұнда $\varphi_n^{nm.i}$ – араластырып тасымалдайтын күрекшелердің i -ші учаскесіндегі толтыру коэффициенті

Аударып лақтыру қалақшаларының учаскесіндегі қуат:

$$N_{\lambda} = k_0(N_1^{\lambda} + N_2^{\lambda} + N_3^{\lambda}), \text{ Вт} \quad (34)$$

мұнда N_1^{λ} – жылжып келе жатқан қалақшамен ортаның кедергісін жоюға кететін қуат, Вт;

N_2^{λ} – құрамның динамикалық қысымын жоюға жұмсалатын қуат, Вт;

N_3^{λ} – құрамды қалақшалы учаскеде тасымалдауға шығындалатын қуат, Вт.

Жылжып келе жатқан қалақшамен ортаның кедергісін жоюға кететін қуат келесіше табылады:

$$N_1^{\lambda} = z_{\lambda}^0 k_y^{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot v_{\lambda}, \text{ Вт} \quad (35)$$

Мұнда az_{λ}^0 – бірден малынған қалақшалар саны, дана;

k_y^{λ} – қалақшаның жылжуының меншікті кедергісі, Па;

S_{λ} – қалақшаның ауданы, м²;

v_{λ} – қалақшаның жылжу шапшаңдығы, м/с.

Қалақшаның жылжу шапшаңдығын келесіше анықтауға болады:

$$v_{\lambda} = 2\pi R_{\lambda}^c n_{nm.2} \quad (36)$$

мұнда R_{λ}^c – күшінің салыну радиусы, м;

- $h_{\lambda}^{cm} \leq 0,5 \cdot D_{\lambda}$ болғанда

$$R_{\lambda}^e = 0,5 \cdot D_{\lambda} - \frac{h_{\lambda}^{cm}}{3}, \text{ м} \quad (37)$$

- $h_{\text{пр.2}}^{cm} > 0,5 \cdot D_{\lambda}$ болғанда

$$R_{\lambda}^e = \frac{D_{\lambda}}{3}, \text{ м} \quad (38)$$

мұнда h_{λ}^{cm} – құрамның қалақшалы учаскедегі биіктігі, м.

Қалақшаның жылжуының меншікті кедергісі:

$$k_y^{\lambda} = g \cdot \rho \cdot (h_{\lambda}^{cm})^{\varepsilon_{\lambda}} t g^2 (45 + \frac{\varphi_0}{2}) \quad (39)$$

мұнда ε_{λ} – қалақшаның дәреже көрсеткіші.

Қалақшаның дәреже көрсеткіші ε_{λ} тәжірибелік мәліметтерден келесі теңдеу бойынша анықталуы мүмкін:

$$\varepsilon_{\lambda} = \log_{A_i}(h_{\lambda}^{cm}) \quad (40)$$

$$A_{\lambda} = \frac{k_y^{\lambda}}{g \cdot \rho \cdot (h_{\lambda}^{cm})^{\varepsilon_{\lambda}} t g^2 (45 + \frac{\varphi_0}{2})} - \text{қалақшалы учаскеге;}$$

мұнда k_y^{λ} – қалақшаның жылжуының меншікті кедергісінің тәжірибелік мәні.

Құрамның қалақшалы учаскесіндегі биіктігі толтыру коэффициентіне байланысты [9] әдебиетте келтірілген теңдеулерден анықтауға болады (11) және (12), белгілеулерге байланысты келесі түрде келтіріледі:

- $\varphi_{\lambda}^{\lambda} \leq 0,45$ болғанда

$$h_{\lambda}^{cm} = -6,664(\varphi_{\lambda}^{\lambda})^4 + 7,649(\varphi_{\lambda}^{\lambda})^3 - 3,192(\varphi_{\lambda}^{\lambda})^2 + 1,045(\varphi_{\lambda}^{\lambda}) + 0,007 \quad (41)$$

- $\varphi_{\lambda}^{\lambda} > 0,45$ болғанда

$$h_{\lambda}^{cm} = 0,45\varphi_{\lambda}^{\lambda} + 0,0528 \quad (42)$$

Бірден құрамға малынған қалақшалар саны келесіше анықталады:

$$z_{\lambda}^0 = \frac{z_{\lambda} \arccos(\frac{0,5U_{\lambda} - h_{\lambda}}{D_{\lambda}})}{180} \quad (43)$$

мұнда z_{λ} – қалақшалар саны, дана.

Қалақшалы учаскедегі құрамның динамикалық қысымын жоюға шығындалған қуат келесі формула бойынша есептеледі [19]:

$$N_2^{\lambda} = c_{\lambda} \frac{\rho}{4} \omega_{\lambda}^3 b_{\lambda} ((0,5D_{\lambda})^4 - (0,5d_{\lambda})^4), \text{ Вт} \quad (44)$$

мұнда c_{λ} – қалақшаның оңтайлылық коэффициенті;

ω_{λ} – қалақшаның бұрыштық шапшаңдығы, с^{-1} .

Қалақшаның оңтайлылық коэффициенті [22]:

$$c_{\lambda} = \frac{\tau}{\rho v_{\lambda}} \quad (45)$$

Қалақшалар учаскесінде құрамды тасымалдауға жұмсалатын қуат:

$$N_3^{\lambda} = g \cdot Q_{\lambda} \cdot L_{\lambda} \cdot w \quad (46)$$

мұнда Q_{λ} – аударып лақтыру қалақшаларының көлденінен берілісі, кг/с ;

L_{λ} – аударып лақтыру қалақшаларының ұзындығы, м, араластырғыштың құрылымдық параметрлеріне байланысты анықталады [22].

(2), (3), (8), (12), (13), (18), (20), (21), (27), (29), (34), (35), (44), (46) ережелерін ескеріп іріктірілген қалақшалы араластырғыштың араластыру үрдісіне жұмсалатын қуатын есептеуге арналған (1) ережені келесі түрде келтіруге болады:

$$\begin{aligned}
 N_{обц} = & 2k_0(P_o v_{en} + P_c v_{c.sp} + \\
 & + z_{nm.1}^o k_{y^{nm.1}} \cdot S_{nm.1} \cdot \cos \alpha_{nm.1} \cdot v_{nm.1} + \\
 & + c_{nm.1} \frac{\rho}{4} \omega_{nm.1}^3 b_{nm.1} (R_{nm.1}^4 - r_{nm.1}^4) + g \cdot Q_{nm.2} \cdot L_{nm.2} \cdot w + \\
 & + z_{nt.2}^o k_{y^{nt.2}} \cdot S_{nt.2} \cdot \cos \alpha_{nt.2} \cdot v_{nt.2} + \\
 & + c_{nt.2} \frac{\rho}{4} \omega_{nt.2}^3 b_{nt.2} (R_{nt.2}^4 - r_{nt.2}^4) + \\
 & + g \cdot (Q_{nt.3} + Q_{nsp}) \cdot L_{nt.3} \cdot w + z_{\lambda}^o k_{y^{\lambda}} \cdot S_{\lambda} \cdot v_{\lambda} + \\
 & + c_{\lambda} \frac{\rho}{4} \omega_{\lambda}^3 b_{\lambda} ((0,5D_{\lambda})^4 - (0,5d_{\lambda})^4) + g \cdot Q_{\lambda} \cdot L_{\lambda} \cdot w
 \end{aligned} \quad (47)$$

Қорытынды. Теориялық зерттеулер нәтижесінде ірілік орамдарының учаскесі, аударып лақтырушы қалақшалар учаскесі мен араластырып тасымалдайтын күрекшелерінің учаскелерінен құралған араластырғыштың үрдісіне шығындалатын қуатты шамақтың пайдалы көлемі мен құраманың орташа биіктігіне, цикл уақытына, жұмыс мүшелерінің айналу жиілігіне және араластыру кезінде құрғақ шашылмалы материалдардың физика-механикалық қасиетіне байланысты анықтауға арналған формула ұсынылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ведищев, С.М. Исследование рациональных конструктивно-режимных параметров шнеколопастного смесителя Мат. междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 80-летию со дня рождения проф. В. Г. Кобы [Текст] / С.М. Ведищев, Н. В. Хольшев // – Саратов: «КУБиК», 2021. - С. 25 – 26.
- 2 М 29.055-87 Типовая методика определения качества смешивания кормов. – Введ. 30.09.1987. – Дослідницькое: Ротапринт ВНИИМОЖ, 1987. – 36 с.
- 3 Коновалов, В.В. Расчет оборудования и технологических линий приготовления кормов (примеры расчетов на ЭВМ) [Текст] / В. В. Коновалов // – Пенза: РИО ПГСХА, 2002. – 206 с.
- 4 Ведищев, Г.В. Обоснование перспективного шнеколопастного смесителя [Текст] / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев, А. В. Прохоров // Труды ТГТУ: сб. науч. стат. молодых ученых и студентов. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2008. – Вып. 21. - С. 12-16.
- 5 Ведищев, Г.В. Смеситель сухих рассыпных кормосмесей [Текст] / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, Н. В. Хольшев // Вопросы современной науки и практики. – 2012. - № 4 (42). - С. 326 -328.
- 6 Хольшев, Н.В. Разработка и обоснование параметров шнеколопастного смесителя кормов: магист. дис: 110300.01 [Текст] / Хольшев Николай Васильевич // – Тамбов, 2009. – 157 с.
- 7 Хольшев, Н.В. Изучение смесителей кормов [Электронный ресурс]: лабораторные работы для студентов, обучающихся по направлению 110800.62 «Агроинженерия» [Текст] / Н. В. Хольшев, С. М. Ведищев, А. В. Прохоров. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 1 элек. опт. диск (CD - ROM).
- 8 Завржанов, А.И. Техническое обеспечение животноводства: учебник для вузов [Текст] / А. И. Завржанов [и др.] . – 2-е изд. – СПб.: Лань, 2022. – 516 с.
- 9 Бралиев, М.К. Шнекті-қалақты араластырғыштың бункерінің пайдалы көлемін анықтау [Текст] / М.К. Бралиев, Д.Д. Ақмамбетов // Ғылым және білім. - 2018. - № 1 (50). – Б. 136-139.
- 10 Определение полезного объема шнекового смесителя рассыпных комбикормов / С. М. Ведищев, А.А. Кажияхметова, М. К. Бралиев, А. Н. Умбеткалиев // Ғылым және білім. - 2022. - № 3-3 (68). – С. 275-289.
- 11 Бралиев, М.К. Шнекті-қалақты араластырғыштың параметрлерін дәлелдеу [Текст] / М.К. Бралиев, Д.Д. Ақмамбетов // Ғылым және білім. - 2018. - № 1 (50). – С.140-144.

- 12 Коба, В.Г. Машины для раздачи кормов. Теория и расчет [Текст]/ В.Г. Коба. – Саратов: Изд-во Саратовского СХИ, 1974. – 140 с.
- 13 Пелеев, А.М. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности [Текст]/ А. И. Пелеев // – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 519 с.
- 14 Ведищев, С.М. Аналитическое исследование оптимальной частоты вращения комбинированных рабочих органов смесителя [Текст] / С. М. Ведищев // Наука в центральной России. – 2019. - № 2 (38). – С. 65-71.
- 15 Щедрин, В.Т. Механизация приготовления кормов: учеб. Пособие[Текст]/ В.Т. Щедрин, С. М. Ведищев. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 1998. – 140 с.
- 16 Кулаковский, И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов: Ч.1. Справочник [Текст]/ И. В. Кулаковский. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 285 с.
- 17 Ведищев, С.М. Совершенствование технологий и технических средств приготовления и раздачи кормосмесей в сельскохозяйственных свиноводческих организациях : дис...докт. техн. наук: 05.20.01 [Текст]/ Ведищев Сергей Михайлович. – Тамбов, 2018. – 381 с.
- 18 Фомина, М.В. Влияние частоты вращения мешалки и длины ее лопаток на качество смеси [Текст]/ М.В. Фомина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. - № 1. – С. 63-69.
- 19 Шерышев, М.А. Математическое описание процессов переработки пластмасс: учеб. Пособие [Текст] / М.А. Шерышев. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2005. – 144 с.
- 20 Скотников, Д.А. Совершенствование технологии и оптимизация субстрата при производстве биогумуса: дис... канд. техн. наук : 05.20.01; 05.20.03[Текст] / Скотников Дмитрий Анатольевич. – Саратов, 2003. – 173 с.
- 21 Коба, В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства [Текст]/ В. Г. Коба. – М.: Колос, 1999. – 528 с.
- 22 Ведищев, С.М. Исследование влияния конструктивно-режимных параметров шнеколопастного смесителя на его качественные показатели[Текст] / С.М. Ведищев, А. В. Прохоров, Н. В. Хольшев // Вопросы современной науки и практики. – 2011. - № 3 (34). – С. 32–34.

REFERENCES

- 1 Vedishchev, S. M. Issledovanie racional'nyh konstruktivno-rezhimnyh parametrov shnekolopastnogo smesitelya Mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. posvyashch. 80-letiyu so dnya rozhdeniya prof. V. G. Koby [Tekst] / S. M. Vedishchev, N. V. Hol'shev // – Saratov: «KUBiK», 2021. - S. 25 – 26.
- 2 М 29.055-87 Tipovaya metodika opredeleniya kachestva smeshivaniya kormov. – Vved. 30.09.1987. – Doslidnickoe: Rotaprint VNIIMOZH, 1987. – 36 s.
- 3 Konovalov, V. V. Raschet oborudovaniya i tekhnologicheskikh linij prigotovleniya kormov (primery raschetov na EVM) [Tekst] / V. V. Konovalov // – Penza : RIO PGSKHA, 2002. – 206 s.
- 4 Vedishchev, G. V. Obosnovanie perspektivnogo shnekolopastnogo smesitelya [Tekst]/ S. M. Vedishchev, N. V. Hol'shev, A. V. Prohorov // Trudy TGTU: sb. nauch. stat. molodyh uchenykh i studentov. - Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2008. – Vyp. 21. - S. 12-16.
- 5 Vedishchev, G. V. Smesitel' suhih rassypnykh kormosmesej [Tekst] / S. M. Vedishchev, A.V. Prohorov, N. V. Hol'shev // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. – 2012. - № 4 (42). - S. 326 - 328.
- 6 Hol'shev, N. V. Razrabotka i obosnovanie parametrov shnekolopastnogo smesitelya kormov : magist. dis: 110300.01[Tekst] / Hol'shev Nikolaj Vasil'evich // – Tambov, 2009. – 157 s.
- 7 Hol'shev, N. V. Izuchenie smesitelej kormov [Elektronnyj resurs] : laboratornye raboty dlya studentov, obuchayushchihsya po napravleniyu 110800.62 «Agroinzheneriya» [Tekst]/ N.V. Hol'shev, S. M. Vedishchev, A. V. Prohorov. – Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2014. – 1 elek. opt. disk (CD - ROM).
- 8 Zavrzhzanov, A. I. Tekhnicheskoe obespechenie zhivotnovodstva: uchebnik dlya vuzov [Tekst]/ A. I. Zavrazhznov [i dr.] . – 2-e izd. – SPb.: Lan', 2022. – 516 s.
- 9 Braliev, M. K. SHnekti-kalakty aralastyrryshtyn bunkeriniң pajdaly kölemin anyқтау [Tekst] / M. K. Braliev, D. D. Aqmambetov // Fylym zhәне bilim. - 2018. - № 1 (50). – B. 136-139.

- 10 Opređenje poleznogo ob"ema shnekovogo smesitelja rassypnyh kombikormov / S. M. Vedishchev, A. A. Kazhiyahmetova, M. K. Braliev, A. N. Umbetkaliev // *Fylym zhəne bilim*. - 2022. - № 3-3 (68). – S. 275-289.
- 11 Braliev, M. K. SHnekti-kalakty aralastyryshlyty parametrlerin döleldeu [Tekst] / M.K. Braliev, D. D. Akmambetov // *Fylym zhəne bilim*. - 2018. - № 1 (50). – S.140-144.
- 12 Koba, V. G. Mashiny dlya razdachi kormov. Teoriya i raschet [Tekst] / V. G. Koba. – Saratov: Izd-vo Saratovskogo SKHI, 1974. – 140 s.
- 13 Peleev, A. M. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatij myasnoj promyshlennosti [Tekst] / A. I. Peleev // – M.: Pishchevaya promyshlennost', 1971. – 519 s.
- 14 Vedishchev, S. M. Analiticheskoe issledovanie optimal'noj chastoty vrashcheniya kombinirovannyh rabochih organov smesitelja [Tekst] / S.M. Vedishchev // *Nauka v central'noj Rossii*. – 2019. - № 2 (38). – S. 65-71.
- 15 SHCHedrin, V. T. Mekhanizaciya prigotovleniya kormov : ucheb. Posobie [Tekst] / V.T. SHCHedrin, S. M. Vedishchev. – Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 1998. – 140 s.
- 16 Kulakovskij, I. V. Mashiny i oborudovanie dlya prigotovleniya kormov: CH.1. Spravochnik [Tekst] / I. V. Kulakovskij. – M.: Rossel'hozizdat, 1987. – 285 s.
- 17 Vedishchev, S. M. Sovershenstvovanie tekhnologij i tekhnicheskikh sredstv prigotovleniya i razdachi kormosmesej v sel'skohozyajstvennyh svinovodcheskih organizacijah : dis...dokt. tekhn. nauk : 05.20.01 [Tekst] / Vedishchev Sergej Mihajlovich. – Tambov, 2018. – 381 s.
- 18 Fomina, M. V. Vliyanie chastoty vrashcheniya meshalki i dliny ee lopatok na kachestvo smesi [Tekst] / M. V. Fomina // *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2019. - № 1. – S. 63-69.
- 19 SHeryshev, M. A. Matematicheskoe opisanie processov pererabotki plastmass: ucheb. Posobie [Tekst] / M. A. SHeryshev. – M. : RHTU im. D. I. Mendeleeva, 2005. – 144 s.
- 20 Skotnikov, D. A. Sovershenstvovanie tekhnologii i optimizaciya substrata pri proizvodstve biogumusa: dis... kand. tekhn. nauk : 05.20.01; 05.20.03 [Tekst] / Skotnikov Dmitrij Anatol'evich. – Saratov, 2003. – 173 s.
- 21 Koba, V. G. Mekhanizaciya i tekhnologiya proizvodstva produkcii zhivotnovodstva [Tekst] / V. G. Koba. – M.: Kolos, 1999. – 528 s.
- 22 Vedishchev, S.M. Issledovanie vliyaniya konstruktivno-rezhimnyh parametrov shnekolopastnogo smesitelja na ego kachestvennye pokazateli [Tekst] / S. M. Vedishchev, A. V. Prohorov, N. V. Hol'shev // *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki*. – 2011. - № 3 (34). – S. 32–34.

РЕЗЮМЕ

На основании обзора существующих конструкций смесителей для составления рассыпных кормосмесей предлагается тихоходный смеситель периодического действия с неподвижным прямоугольным корпусом и двумя горизонтально расположенными принудительно смешивающими комбинированными рабочими органами с чередующимися участками.

Смеситель состоит из бункера с выгрузными патрубками и заслонками, двух мотор-редукторов, двух рабочих органов, каждый из которых состоит из двух частей, вращающихся в противоположные стороны, на рабочих органах размещены участки шнековой наливки, двух перемешивающе-транспортирующих лопаток и перебрасывающих лопастей. Перемешивающе-транспортирующие лопатки имеют возможность поворота относительно оси вала. Радиусы перебрасывающих лопастей, шнековой наливки, перемешивающе-транспортирующих лопаток первой и второй частей рабочего органа равны между собой.

Смеситель по длине разбит на четыре участка: участок перебрасывающих лопастей; два участка перемешивающе-транспортирующих лопаток и участок шнековой наливки.

В связи с тем, что смеситель имеет участки шнековой наливки, перебрасывающих лопастей и перемешивающе-транспортирующих лопаток, суммарная мощность будет складываться из потребных мощностей каждого участка, определяемых в зависимости от величины полезного объема и средней высоты смеси в бункере, времени цикла, частоты вращения рабочих органов и физико-механических свойств сухих рассыпных материалов в процессе смешивания.