

композиция на основе водного раствора пропиленгликоля, лимонной кислоты и растительных экстрактов с начальной стадии развития колоний микроорганизмов за счет создания оптимальной рН среды (препятствование развитию микроорганизмов).

Совокупность свойств «прам» позволила перевести микроорганизмы в стационарную (латентную) фазу, тем самым замедлив и остановив начальный период роста колоний микроорганизмов.

В результате воздействие 0,05% комплексной пищевой смеси прам на сырье с коллагеном при 40 °C смогло воздействовать на необходимый уровень микроорганизмов в течение 40 минут.

Положительный эффект смог оказать показатель количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, а также плесневых грибов, дрожжей, спорообразующих бактерий.

УДК 631.363.7
МРНТИ 55.57.43

DOI 10.56339/2305-9397-2022-3-3-275-289

Ведищев С.М., д.т.н., профессор, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-3759-9809>
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 392024, РФ, г. Тамбов, ул. Ягодная, 28, strg666_65@mail.ru

Кажияхметова А.А., старший преподаватель, магистр сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0003-4492-569X>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, aiioka@mail.ru

Бралиев М.К., доцент ВАК, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, braliyevm@mail.ru

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

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, armanumbetkali@gmail.com

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

FSBEI of HE «Tambov State Technical University», Russian Federation Tambov, 392024, 28 Yagodnaya street. Postal code, strg666_65@mail.ru

Kazhiyakhmetova A.A., Senior Lecturer, Master of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0003-4492-569X>

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

Braliev M.K., Associate Professor of the Higher Attestation Commission, <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

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

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНОГО ОБЪЕМА ШНЕКОВОГО СМЕСИТЕЛЯ РАССЫПНЫХ КОМБИКОРМОВ

DETERMINATION OF THE USEFUL VOLUME OF THE SCREW MIXER OF LOOSE COMPOUND FEEDS

Аннотация

Состав сухих кормосмесей постоянно совершенствуется из-за усложнения составов. Увеличение количества компонентов, количественный процент которых в общем объеме может

достигать 0,5% и меньше, требует все более совершенного смесительного оборудования, способного обеспечить качество готового продукта.

Поэтому для обеспечения качества готового продукта при многокомпонентной рассыпной кормосмесей, с содержанием некоторых элементов до 0,5 %, нами предлагается смеситель периодического действия со шнековым рабочим органом и активным каналом обратного хода, внутри которого устанавливается дополнительный шнек с валом, имеющий участок пересыпания с плоскими лопатками.

Исследования процесса смешивания, свойств применяемых кормовых компонентов, а также производственная практика позволяют сделать вывод, что не удалось в исследованиях выявить влияние конструктивно-кинематических параметров винтовых рабочих органов с активным каналом обратного хода на показатели качества смешивания.

В данной работе рассматриваются вопросы влияния конструктивно-кинематических параметров винтовых рабочих органов с активным каналом обратного хода, с участком пересыпания на качества смешивания, (коэффициент вариации содержания контрольного компонента в пробах смеси), производительность и энергозатраты.

В статье проведено теоретическое исследование по определению полезного объема смесителя, влияющее на ее производительность. Полезный объем смесителя – разность общего объема смесителя и объема занимаемые рабочими органами.

ANNOTATION

The composition of dry feed mixtures is constantly being improved due to the complexity of the compositions. An increase in the number of components, the quantitative percentage of which in the total volume can reach 0.5% or less, requires more and more advanced mixing equipment capable of ensuring the quality of the finished product.

Therefore, in order to ensure the quality of the finished product with multicomponent loose feed mixtures, with a content of some elements up to 0.5%, we offer a batch mixer with a screw working body and an active return channel, inside which an additional screw with a shaft is installed, having a section of pouring with flat blades.

Studies of the mixing process, the properties of the feed components used, as well as production practice allow us to conclude that it was not possible in the studies to identify the influence of the structural and kinematic parameters of screw working bodies with an active return channel on the mixing quality indicators.

In this paper, the issues of the influence of the structural and kinematic parameters of screw working bodies with an active return channel, with an overflow area on the mixing quality (coefficient of variation of the content of the control component in the samples of the mixture), productivity and energy consumption are considered.

The article presents a theoretical study to determine the useful volume of the mixer, which affects its performance. The useful volume of the mixer is the difference between the total volume of the mixer and the volume occupied by the working bodies.

Ключевые слова: смеситель, шнек, участок пересыпания, обратный ход, вал.

Key words: mixer, auger, overflow area, reverse stroke, shaft.

Введение. Увеличение количества компонентов, количественный процент которых в общем объеме может достигать 0,5% и меньше, требует все более совершенного смесительного оборудования, способного обеспечить качество готового продукта.

Поэтому для обеспечения качества готового продукта при многокомпонентной рассыпной кормосмесей, нами предлагается смеситель периодического действия со смешивающим органом представляющий собой шнек, загрузочная и выгрузная, части которого соединены каналом обратного хода, а внутри канала обратного хода установлен дополнительный шнек с валом, имеющий участок пересыпания с плоскими лопатками вдоль вала; напротив лопаток в канале обратного хода имеются отверстия в виде щелей шириной, превышающей размер характерных частиц корма.

В данной работе рассматриваются вопросы влияния конструктивно-кинематических параметров винтовых рабочих органов с активным каналом обратного хода, с участком

пересыпания на качества смешивания, (коэффициент вариации содержания контрольного компонента в пробах смеси), производительность и энергозатраты.

В статье проведено теоретическое исследование по определению полезного объема смесителя, влияющее на ее производительность. Полезный объем смесителя – разность общего объема смесителя и объема занимаемой рабочими органами.

Исследованные объемы занимаемые рабочими органами состоит из: объема, занимаемой шнековой навивкой; объема, занимаемой тангенциальными лопатками; объемов, занимаемые винтовой навивкой дополнительного шнека на участках; объема, занимаемой лопатками; объема, занимаемой валом шнека; объема, занимаемой валом дополнительного шнека.

Материалы и методы исследования. Материалом исследования в смесителе периодического действия со шнековым рабочим органом и активным каналом обратного хода, внутри которого установлен дополнительный шнек с валом, имеющий участок пересыпания с плоскими лопатками, является рассыпной комбикорм.

Теоретические исследования будут выполнены с использованием положений, законов и методов классической механики, математики и математического моделирования.

Результаты исследований обрабатывается с использованием методов дисперсионного и регрессионного анализа на ПЭВМ программами “MathCAD 14”, “Excel 2007”, “Dorland Delphi 7.0”, “Компас 3D V17”.

Результаты исследования. Состав сухих кормосмесей постоянно совершенствуется из-за усложнения составов. Увеличение количества компонентов, количественный процент которых в общем объеме может достигать 0,5% и меньше, требует все более совершенного смесительного оборудования, способного обеспечить качество готового продукта.

Исследования процесса смешивания, свойств применяемых кормовых компонентов, а также производственная практика позволяют сделать вывод, что не удалось в исследованиях выявить влияние конструктивно-кинематических параметров винтовых рабочих органов с активным каналом обратного хода на показателя качества смешивания.

В данной работе рассматриваются вопросы влияния конструктивно-кинематических параметров винтовых рабочих органов с активным каналом обратного хода, с участком пересыпания на качества смешивания, (коэффициент вариации содержания контрольного компонента в пробах смеси), производительность и энергозатраты.

С целью обеспечения качества готового продукта при многокомпонентной рассыпной кормосмесей, нами предлагается смеситель периодического действия со следующей конструктивно-технологической схемой, в основу которой положены следующие решения:

- смешивающий орган, представляет собой шнек, загрузочная и выгрузная части которого соединены каналом обратного хода;
- внутри канала обратного хода установлен дополнительный шнек с валом, имеющий участок пересыпания с плоскими лопатками вдоль вала; напротив лопаток в канале обратного хода имеются отверстия в виде щелей шириной, превышающей размер характерных частиц корма;
- напротив отверстий в канале обратного хода на валу шнека установлены плоские лопатки;
- в конце шнека закреплены тангенциально лопасти с наклоном навстречу движения корма;
- механизм изменения угла наклона корпуса к горизонту.

Предлагаемый тихоходный смеситель с активным каналом обратного хода [1,2,3,4,5] включает (рисунок 1) корпус 1, загрузочный бункер 19, бункер добавок 8 и выгрузной патрубок 11, перекрываемый заслонкой 12, шнек 4, загрузочная 15 и выгрузная 10 части которого соединены каналом 5 обратного хода, расположенного внутри шнека 4 (рисунок 1, а, б, в). Внутри канала 5 обратного хода установлен дополнительный шнек 6 с валом 18, имеющий участок 2 пересыпания с плоскими лопатками 3 вдоль вала 18.

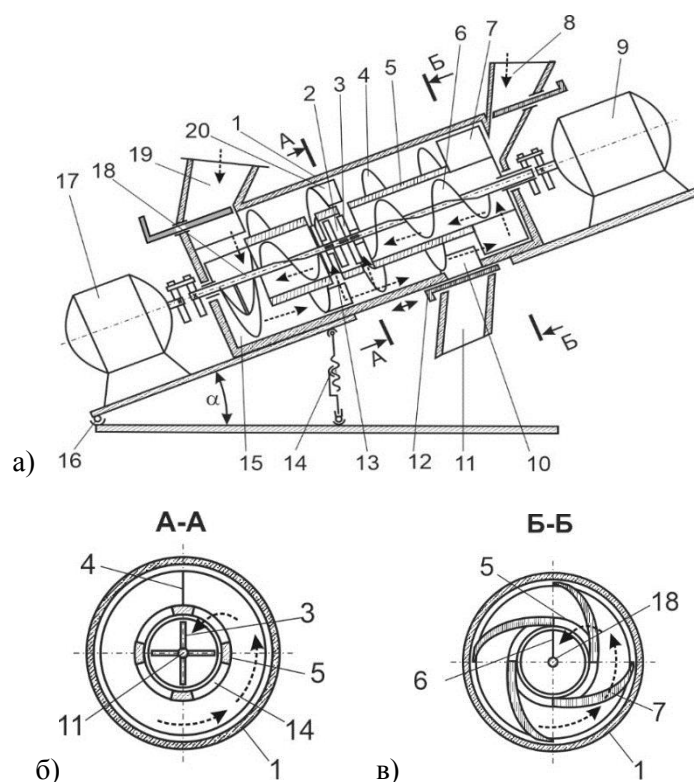
Напротив лопаток 3 в канале 5 обратного хода имеются окна 13 в виде щелей шириной, превышающей размер характерных частиц корма. Напротив окон 13 на валу шнека 4 установлены плоские лопатки 20.

В конце шнека 4 закреплены тангенциальные лопасти 7 с наклоном навстречу движению корма. Механизм изменения угла α наклона корпуса 1 к горизонту включает установленный на оси 16 корпус 1 и винтовым механизмом 14.

Для выгрузки корма имеется патрубок 11, перекрываемый заслонкой 12. Шнек 4 и дополнительный шнек 6 имеют приводы 9 и 17 соответственно.

Технологический процесс работы смесителя осуществляется таким образом. Смешиваемые компоненты из многосекционного загрузочного бункера 19 поступают в загрузочную часть 15 корпуса 1. Одновременно добавки из бункера 8 подаются в канал 5 и затем дополнительным шнеком 6 в загрузочную часть 15 корпуса 1. Шнек 4 перемещает смешиваемые компоненты из загрузочной части 15 по наклонному корпусу 1 вверх к участку пересыпания, на котором часть корма захватывается плоскими лопатками 20 и через окна 13 частично пересыпается в канал 5 обратного хода на дополнительный шнек 6, а часть корма по наклонному корпусу шнеком 4 перемещается вверх к выгрузной части 10. При этом под действием шнековой наливки происходит перемешивание компонентов смеси.

В выгрузной части 10 шнека 4 кормовая смесь поднимается тангенциальными лопастями 7 и пересыпается в канал 5 обратного хода. Для исключения сегрегации при самопроизвольном пересыпании корма величина угла α наклона корпуса 1 устанавливается винтовым механизмом 14 меньше угла трения корма. Перемещение компонентов корма внутри



а – схема; б – разрез А-А; в – разрез Б-Б

1 – корпус; 2 – участок пересыпания; 3 – лопатки; 4 – шнек; 5 – канал обратного хода;
6 – дополнительный шнек; 7 – тангенциальные лопатки; 8 – бункер добавок; 9, 17 – привод;
10 – выгрузная часть шнека; 11 – выгрузной патрубок; 12 – заслонка; 13 – окна; 14 – винтовой механизм; 15 – загрузочная часть шнека; 16 – ось; 18 – вал; 19 – загрузочный бункер;
20 – плоские лопатки

Рисунок 1 – Шнековый смеситель с активным каналом обратного хода

канала 5 обратного хода от выгрузной части 10 к загрузочной части 15 происходит под действием дополнительного шнека 6 и вращения канала 5 обратного хода.

На участке 2 пересыпания под действием вращающихся лопаток 3 корм перемешивается с поступающим через окна 13 кормом из шнека 4 и по каналу 5 обратного хода перемещается в загрузочную часть 15 шнека 4.

Таким образом образуются два циркулирующих и взаимопересекающихся кормовых потока: первый поток - от загрузочной части шнека 4 до окон 13, через которые на участок 2 пересыпания дополнительного шнека 6 и затем дополнительным шнеком к загрузочной части шнека 4; второй поток - от загрузочной части шнека 4 до тангенциальных лопаток 7, под действием которых корм пересыпается в дополнительный шнек 6 и затем дополнительным шнеком к загрузочной части шнека 4. По окончании перемешивания открывается заслонка 12 и готовая смесь выгружается через патрубок 11.

В смесителях периодического действия порцию смешиваемых компонентов загружают через загрузочный люк до заполнения 50-60% полезного объема смесителя. Интенсивное перемешивание кормовой смеси начитается после закрытия загрузочного люка. Выгрузка готовой смеси из корпуса осуществляется через выгрузное окно [6,7,8].

В результате принятой схемы смесителя снижается время смешивания за счет разделения и соединения потоков кормовой смеси на участке пересыпания при движении по каналу обратного хода под действием лопаток в дополнительном шнеке и окон в канале обратного хода, а также взаимопроникновению потоков материала при движении кормосмеси под действием шнека от участка загрузки к участку выгрузки.

В предлагаемом смесителе перераспределение компонентов осуществляется за счет пересыпания, перетекания компонентов в объеме, ограниченном корпусом смесителя. При этом направление скоростей и ускорений, которым обладают различные микрообъемы смеси различны. На элементарные частицы в объеме действуют силы тяжести, центробежные силы и силы инерции. Центробежные силы и силы инерции переменны по величине и направлению потока.

Размер и полезный объем смесителя являются важными параметрами, определяющими его удельную металлоемкость, производительность, а также влияющими на объем корма в смесителе.

Полезный объем смесителя определяется из выражения [9]:

$$V_{nc} = V_{общ} - V_{po} = V_{общ}(1 - \varphi_{po}), \quad (1)$$

где V_{nc} - полезный объем смесителя, м³;

$V_{общ}$ - объем смесителя, м³;

V_{po} - объем, занимаемый рабочими органами, м³;

φ_{po} - коэффициент, учитывающий объем рабочих органов.

Оттуда:

$$\varphi_{po} = 1 - \frac{V_{nc}}{V_{общ}}. \quad (2)$$

Общий объем смесителя, согласно описания (рисунок 2) составляет:

$$V_{общ} = \frac{\pi}{4} [(D_1 + \delta_1)^2 - d_2^2] \cdot L_{см}, \quad (3)$$

где: D_1 - наружный диаметр шнека, м;

δ_1 - зазор между винтом шнека и корпусом смесителя, м; Зазор между шнеком и корпусом обычно составляет (2...3)·10⁻³ м [10,11,12];

d_2 - диаметр вала дополнительного шнека, м;

$L_{см}$ - длина камеры смесителя, м.

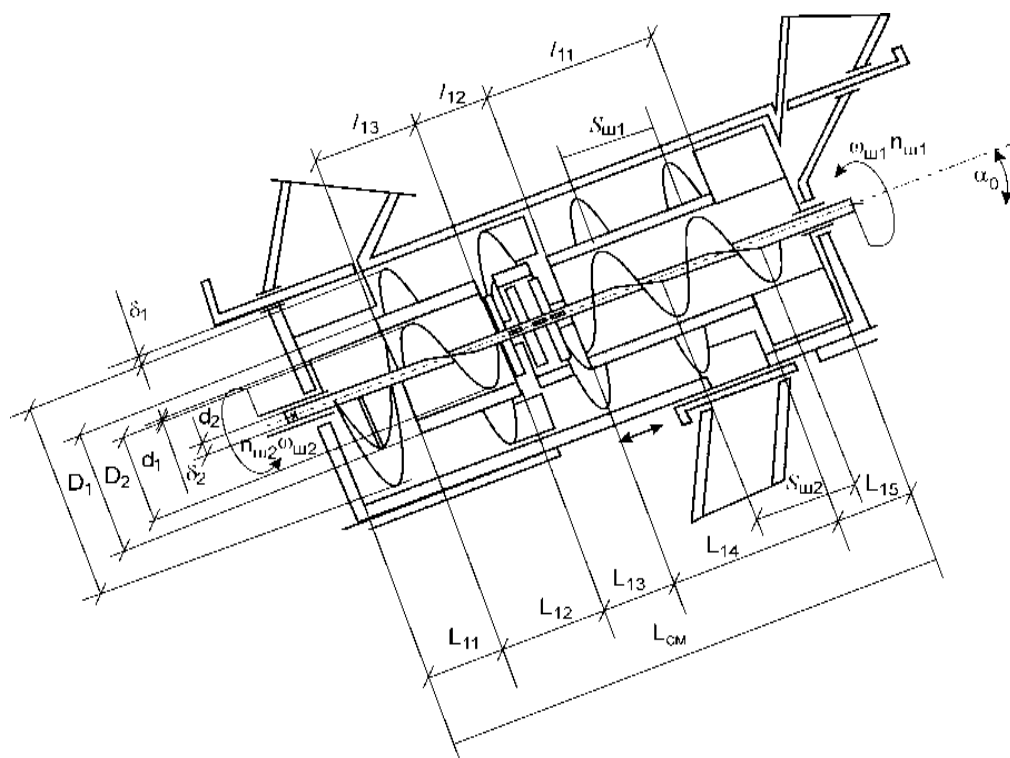


Рисунок 2 – Расчетная схема смесителя

Объем рабочих органов смесителя, согласно описания (согласна рисунку 2),

$$V_{po} = V_{ш} + V_{тан} + V_{дон1} + V_{диф} + V_{дон2} + V_{вал1} + V_{вал2}, \quad (4)$$

Где, $V_{ш}$ - объем, занимаемой шнековой навивкой, м³;

$V_{тан}$ - объем, занимаемой тангенциальными лопатками, м³;

$V_{дон1}$ - объем, занимаемой винтовой навивкой дополнительного шнека на участке L_{14} , м³;

$V_{диф}$ - объем, занимаемой лопатками, м³;

$V_{дон2}$ - объем, занимаемой винтовой навивкой дополнительного шнека на участке L_{12} , м³;

$V_{вал1}$ - объем, занимаемой валом шнека, м³;

$V_{вал2}$ - объем, занимаемой валом дополнительного шнека, м³.

Витки шнековой навивки изготавливаются из стальной плоской кольцевой заготовки толщиной $(1,0...1,5) \cdot 10^{-3}$ метра с радиальным вырезом [13]. При изгибании заготовки она превращается в виток (рисунок 3).

Объем, занимаемой шнековой навивкой, определяется по выражению:

$$V_{ш} = V_{шв} \cdot K_{шв}, \quad (5)$$

где $V_{шв}$ - объем, занимаемой одним витком шнека, м³;

$K_{шв}$ - количество витков шнека, шт.

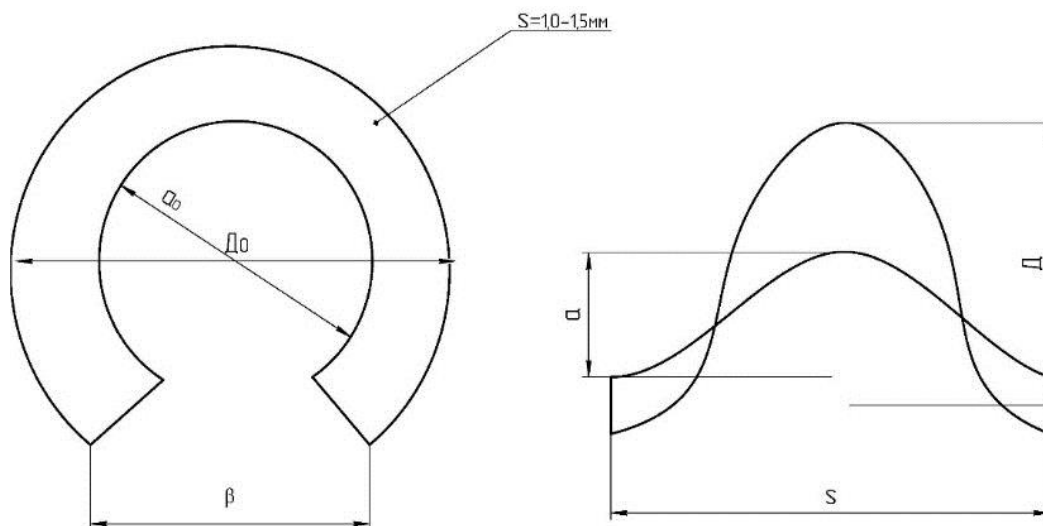


Рисунок 3 – Основные параметры развертки витка шнека

Количество витков шнека определяется (рисунок 2):

$$K_{шв} = \frac{L_{11} + L_{12} + L_{13} + L_{14}}{S_1}, \quad (6)$$

где L_{11} , L_{12} , L_{13} , L_{14} - длина загрузочной части шнека, между участком загрузки и участком пересыпания, длина участка пересыпания, между участком пересыпания и участком тангенциальных лопаток соответственно, м;

S_1 - шаг шнека, м.

Объем, занимаемой одним витком шнека, определяется [14]:

$$V_{шв} = S^* \cdot \frac{\pi}{4} (D_{ш1}^2 - D_{ш2}^2) \left(\frac{360^\circ - \beta_{ш}}{360^\circ} \right), \quad (7)$$

где $S^* = (1,0 \dots 1,5) \cdot 10^{-3}$ - толщина стальной заготовки, м.

$D_{ш1}$ - наружный диаметр заготовки шнека, м;

$D_{ш2}$ - внутренний диаметр заготовки шнека, м;

$\beta_{ш}$ - угол выреза заготовки шнека, град.

Размеры заготовок шнека определяются:

$$D_{ш1} = (D_1 - D_2) \cdot \frac{\sqrt{S_1^2 + (\pi D_1)^2}}{\sqrt{S_1^2 + (\pi D_1)^2} - \sqrt{S_1^2 + (\pi D_2)^2}}; \quad (8)$$

$$D_{ш2} = (D_1 - D_2) \cdot \frac{\sqrt{S_1^2 + (\pi D_2)^2}}{\sqrt{S_1^2 + (\pi D_1)^2} - \sqrt{S_1^2 + (\pi D_2)^2}}; \quad (9)$$

$$\beta_{ш} = 360^\circ (1 - \Delta_{ш}); \quad (10)$$

$$\Delta_{\text{ш}} = \frac{\sqrt{S_1^2 + (\pi D_1)^2}}{\pi D_{\text{ш}1}} = \frac{\sqrt{S_1^2 + (\pi D_2)^2}}{\pi D_{\text{ш}2}} ;$$

где

D_2 - внутренний диаметр шнека, м;

S_1 - шаг витка шнека, м.

Отношение шага винта к его диаметру в зависимости от свойств материала в

соответствии с [15,16] рекомендуется принимать в пределах $\frac{S_1}{D_1} = 0,8 \dots 1,2$. По рекомендациям [17] более выгодные условия для скольжения сыпучей массы по винтовой поверхности под

действием силы тяжести в наклонном шнеке создается при значениях отношения $\frac{S_1}{D_1} = 0,6 \dots 0,8$.

С учетом принятых рекомендаций выражения для определения размеров заготовок шнека запишутся:

$$D_{\text{ш}1} = (D_1 - D_2) \left(\frac{3,24 D_1}{3,24 \cdot D_1 - \sqrt{0,64 D_1^2 - \pi^2 D_2^2}} \right); \quad (11)$$

$$D_{\text{ш}2} = (D_1 - D_2) \left(\frac{\sqrt{0,64 \cdot D_1^2 + \pi^2 \cdot D_2^2}}{3,24 \cdot D_1 - \sqrt{0,64 D_1^2 + \pi^2 D_2^2}} \right); \quad (12)$$

$$\beta_{\text{ш}} = 360^\circ \left(1 - \frac{3,24 D_1 - \sqrt{0,64 D_1^2 - \pi^2 D_2^2}}{\pi (D_1 - D_2)} \right). \quad (13)$$

Длина тангенциальных лопаток определяется (рисунок 4) из прямоугольного треугольника (ΔBAO):

$$|OB|^2 = |OA|^2 + |AB|^2, \quad (14)$$

После замены

$$|OB| = \frac{D_1}{2}, \quad |AO| = \frac{D_2}{2}, \quad l_T = |AB|,$$

получим:

$$\left(\frac{D_1}{2} \right)^2 = \left(\frac{D_2}{2} \right)^2 + l_T^2, \quad (15)$$

где l_T - длина тангенциальной лопатки, м.

Откуда:

$$l_T = \frac{\sqrt{D_1^2 - D_2^2}}{2}. \quad (16)$$

Тогда объем, занимаемой тангенциальными лопатками, определяется:

$$V_{\text{тан}} = L_{15} \cdot l_T \cdot S^* = S_T^* L_{15} \frac{\sqrt{D_1^2 - D_2^2}}{2}, \quad (17)$$

где L_{15} - длина участка тангенциальных лопаток, м (рисунок 2);
 S_T^* - толщина тангенциальных лопаток, м.

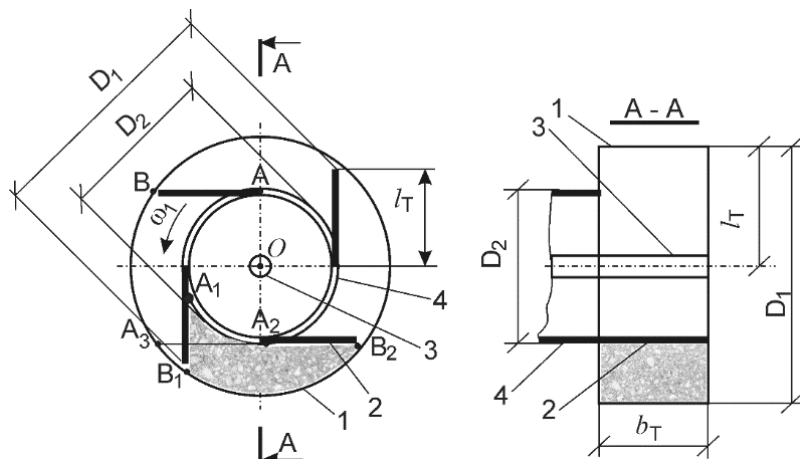


Рисунок 4 – Расчетная схема участка тангенциальных лопаток

После замены

$$|OB| = \frac{D_1}{2}, \quad |AO| = \frac{D_2}{2}, \quad l_T = |AB|,$$

получим:

$$\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 = \left(\frac{D_2}{2}\right)^2 + l_T^2, \quad (15)$$

где l_T - длина тангенциальной лопатки, м.

Откуда:

$$l_T = \frac{\sqrt{D_1^2 - D_2^2}}{2}. \quad (16)$$

Тогда объем, занимаемой тангенциальными лопатками, определяется:

$$V_{\text{тан}} = L_{15} \cdot l_T \cdot S^* = S_T^* L_{15} \frac{\sqrt{D_1^2 - D_2^2}}{2}, \quad (17)$$

где L_{15} - длина участка тангенциальных лопаток, м (рисунок 2);

S_T^* - толщина тангенциальных лопаток, м.

Объем, занимаемой одним витком дополнительного шнека, определяется.

$$V_{\text{дон16}} = \frac{\pi(d_{u1}^2 - d_{u2}^2)}{4} \cdot S^* \cdot \left(\frac{360^\circ - \beta_{\text{дон1}}}{360^\circ}\right), \quad (18)$$

где d_{u1} - наружный диаметр заготовки дополнительного шнека, м;

d_{u2} - внутренний диаметр заготовки вала дополнительного шнека, м;

$\beta_{\partial on1}$ - угол выреза заготовки дополнительного шнека, град.

Размеры заготовок дополнительного шнека определяются аналогично, как и для шнека:

$$d_{u1} = (d_1 - d_2) \cdot \frac{\sqrt{S_2^2 + (\pi d_1)^2}}{\sqrt{S_2^2 + (\pi d_1)^2} - \sqrt{S_2^2 + (\pi d_2)^2}}; \quad (19)$$

$$d_{u2} = (d_1 - d_2) \cdot \frac{\sqrt{S_2^2 + (\pi d_2)^2}}{\sqrt{S_2^2 + (\pi d_2)^2} - \sqrt{S_1^2 + (\pi d_2)^2}}; \quad (20)$$

$$\beta_{\partial on2} = 360^\circ (1 - \Delta_{\partial on}); \quad (21)$$

$$\Delta_{\partial on} = \frac{\sqrt{S_2^2 + (\pi d_1)^2}}{\pi d_{u1}} = \frac{\sqrt{S_2^2 + (\pi d_1)^2}}{\pi d_{u2}}; \quad \text{где}$$

d_1 - наружный диаметр дополнительного шнека, м;

d_2 - внутренний диаметр дополнительного шнека, м;

S_2 - шаг витка дополнительного шнека, м.

Отношение шага витка дополнительного шнека к его наружному диаметру в

$$\frac{S_2}{d_1} = 1,0 \dots 1,2$$

соответствии с рекомендациями [18,19,20,21] принимаются d_1 .

С учетом принятых рекомендаций выражения для определения размеров заготовок дополнительного шнека запишутся

$$d_{u1} = \frac{2,03 d_1 (d_1 - d_2)}{2,03 d_1 - \sqrt{d_1^2 - (\pi d_2)^2}} = \frac{2,03 d_1 (d_1 - d_2)}{2,03 - K_{\partial on2}}; \quad (22)$$

$$d_{u2} = \frac{(d_1 - d_2) K_{\partial on2}}{2,03 - K_{\partial on2}}; \quad (23)$$

$$\beta_{\partial on2} = 360^\circ \cdot \left[1 - \frac{2,03 - K_{\partial on2}}{\pi (d_1 - d_2)} \right]; \quad (24)$$

$$K_{\partial on2} = \sqrt{d_1^2 + (\pi d_2)^2}. \quad (25)$$

Объем, занимаемой дополнительной шнековой навивкой, на участке L_{14} определится по выражению:

$$V_{\partial on1} = V_{\partial on1\phi} \cdot K_{\partial on1\phi}, \quad (26)$$

где $K_{\partial on1\phi}$ - количество витков дополнительного шнека на участке L_{14} , м.

При одинаковых конструктивных параметрах дополнительного шнека на участках L_{14} и L_{12} объем, занимаемой дополнительным шнеком, определится по выражению:

$$V_{\partial on2} = V_{\partial on1\phi} \cdot K_{\partial on2\phi}, \quad (27)$$

где $K_{\partial on2\phi}$ - количество витков дополнительного шнека на участке L_{12} , м.

Объем, занимаемой дополнительной шнековой навивкой, определяется по уравнению:

$$V_{\partial on} = V_{\partial on1} + V_{\partial on2} = V_{\partial on1\phi} \cdot (K_{\partial on1\phi} + K_{\partial on2\phi}) \quad (28)$$

Количество витков дополнительного шнека определяется:

$$K_{\partial on1\phi} + K_{\partial on2\phi} = \frac{L_{14} + L_{12}}{S_2}, \quad (29)$$

где S_2 - шаг дополнительного шнека, м;

Объем, занимаемой лопатками, определится по выражению:

$$V_{\partial u\phi} = V_{\partial u\phi1} \cdot n_{\partial u\phi}, \quad (30)$$

где $V_{\partial u\phi1}$ - объем одной лопатки, м;

$n_{\partial u\phi}$ - количество лопаток, шт.

Количество лопаток определится:

$$n_{\partial u\phi} = n_{\partial u\phi1} \cdot n_{\partial u\phi2}, \quad (31)$$

где $n_{\partial u\phi1}$ - количество рядов лопаток, шт.;

$n_{\partial u\phi2}$ - количество лопаток в ряду, шт.

Объем, занимаемой валом шнека, определится:

$$V_{\partial al1} = \frac{\pi}{4} \left[D_2^2 - (d_1 + \delta_2)^2 \right] \cdot (L_{12} + L_{13} + L_{14}), \quad (32)$$

где δ_2 - зазор между витком дополнительного шнека и валом шнека, м (рисунок 2).

Объем, занимаемой валом дополнительного шнека, определится:

$$V_{\partial al2} = \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot L_{cm}, \quad (33)$$

где L_{cm} - длина рабочей камеры смесителя, м.

Заключение. Теоретическое исследование по определению полезного объема смесителя со шнековым рабочим органом и активным каналом обратного хода является важным параметром, определяющими его удельную металлоемкость, производительность, а также влияющим на объем корма в смесителе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Завражнов А.И. Исследование влияния конструктивно-режимных параметров смесителя на его показатели/А.И. Завраженков, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, А.А. Кажияхметова // Наука и образование – 2021. -2-2(63). – Том II. – 65-72 с.
- 2 Ведищев С.М. Обоснование конструкции смесителя по типу рабочего органа [текст] / С.М. Ведищев, Н.В. Хольшев, А.В. Прохоров, А.В. Брусенков // Инновационно-технологическое обеспечение ресурсосберегающих технологий АПК: сборник научных трудов междунар. научно-техн. конф. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2009. – С. 165-167.
- 3 Кажияхметова А.А. Обоснование конструктивно-технологической схемы дозатора-смесителя сухих рассыпных кормосмесей / А.А. Кажияхметова, Д.Э. Смирнов, С.М. Ведищев // II-я Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Современная наука»: теория, методология, практика, 28-29 мая 2020 года.- Тамбов, 2020. – С. 247-252.
- 4 Патент на полезную модель № 6448 РК. Шнековый смеситель с каналом обратного хода [Электронный ресурс] / Биниязов А.М., Кажияхметова А.А., Захаров В.П., Ведищев С.М., Биниязов Е.М.; заявитель и патентообладатель Частное высшее профессиональное образовательное учреждение «Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет» (KZ). - № 2021/0182.2; заявл. 23.02.2021; опубл. 24.09.2021.
- 5 Патент на изобретение № 2705334 РФ: МПК7 A01K 5/00 (2006.01) B01F 7/08 (2006.01). Смеситель для сыпучих кормов [Текст] / Ведищев С.М., Кажияхметова А.А., Прохоров А.В., Прохоров С.В., Хольшев Н.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ») - № 2019106970; заявл. 13.03.2019; опубл.: 06.11.2019, Бюл. №31 – 6 с.
- 6 Кажияхметова А.А. Смеситель сухих рассыпных кормосмесей с активным каналом обратного хода / А.А. Кажияхметова, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, А.С. Иванов // III-я Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Современная наука: теория, методология, практика», Тамбов, 13-14 апреля 2021 года. – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 301-303.
- 7 Ведищев С.М. Механизация приготовления кормов. Часть 2 [электронный ресурс] / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков, А.В. Милованов, А.В. Прохоров, Н.В. Хольшев, А.В. Брусенков. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСБ, 2015. – 127 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64117.html>.
- 8 Ведищев С.М. Исследование коэффициента лобового сопротивления лопатки / С.М. Ведищев, Н.В. Хольшев, А.В. Прохоров, А.А. Кажияхметова, М.К. Бралиев // Наука в центральной России. – 2019. - №3. – С. 30-36.
- 9 Хольшев Н.В. Совершенствование технологического процесса приготовления сухих рассыпных кормосмесей шнеколопастным смесителем :дисертация ... кандидата технических наук : 05.20.01; Хольшев Николай Васильевич. – Тамбов, 2015. - 209 с.
- 10 Ведищев С.М. Исследование энергозатрат шнекового дозатора – смесителя/ С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.И. Завражнов, Н.В. Хольшев, А.А. Кажияхметова // Вестник Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. – №2. (42). -2019. – 96-101 с.
- 11 Прохоров А.В. Совершенствование бункерного кормораздатчика для свиней с регулируемой захватывающей способностью шнековых дозаторов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Прохоров Алексей Владимирович. – Тамбов, 2007. -132 с.
- 12 Сурашов Н.Т. Расчет винтовых конвейеров. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Подъемно-транспортные машины» для студентов специальности 5В07130 «Транспорт, транспортная техника и технологии» / Н.Т. Сурашов, М.И. Гудович, Л.Д. Мукиева. –Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2014. -32 с.
- 13 ГОСТ Р 54784 – 2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров. – М.: Стандартинформ, 2012. – 28 с.
- 14 Механизация приготовления кормов [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Агроинженерия», а также аспирантов и работников сельскохозяйственной предприятий: в 2 ч. / С.М. Ведищев, В.П. Купситин,

Ю.Е. Глазков, А.В. Прохоров, Н.В. Хольшев, А.В. Брусенков, А.В. Милованов / Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 140 с. – электрон.опт. диск. (CD-ROM). – 51,5 МБ.

15 Григорьев А.М. Винтовые конвейеры / А.М. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.

16 Ульянов В.М. Шнеково-лопастной смеситель для приготовления кормов / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гринчков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. - №67 – 11-12 с.

17 Шаршунов В.А. Машины и оборудование для производства комбикормов: Справочные пособие [текст] / В.А. Шаршунов, А.В. Червяков, С.А. Бортник, Ю.А. Пономоренко. – М.: Экоперспектива, 2005. – 487 с.

18 Гришков Е.Е. Шнеково-лопастный смеситель для приготовления кормов [текст] / Е.Е. Гришков, В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. - № 6. – 11-12 с.

19 Ведищев С.М. Аналитическое исследование оптимальной частоты вращения комбинированных рабочих органов смесителя / С.М. Ведищев, Н.В. Хольшев, А.В. Прохоров, А.А. Кажияхметова, М.К. Бралиев // Наука в центральной России. – 2019. - №2(38). – 65-71 с.

20 Влияние частоты вращения мешалки и длины ее лопаток на качество смеси / М.В. Фомина, А.В. Чупшев, В.П. Терюшков, В.В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. - № 1. – 63-69 с.

21 Ведищев С.М. Совершенствование технологий и технических средств приготовления и раздачи кормосмесей в сельскохозяйственных свиноводческих организациях. Дис. ... докт. Техн. Наук.: 05.20.01 / Ведищев Сергей Михайлович. – Тамбов, 2018. – 381 с.

REFERENCES

1 Zavrazhnov A.I. Issledovanie vliyaniya konstruktivno-rezhimnykh parametrov smesitelya na ego pokazateli / A.I. Zavrazhenov, S.M. Vedishchev, M.K. Braliev, A.A. Kazhiyahmetova // Nauka i obrazovanie – 2021. -2-2(63). – Tom II. – 65-72 st.

2 Vedishchev S.M. Obosnovanie konstrukcii smesitelya po tipu rabochego organa [tekst] / S.M. Vedishchev, N.V. Holshev, A.V. Prohorov, A.V. Brusenkov // Innovacionno-tekhnicheskoe obespechenie resursosberegayushchih tekhnologij APK: sbornik nauchnykh trudov mezhdunar. nauchno-tekhn. konf. – Michurinsk: Izd-vo Michurinskogo gosagrouniversiteta, 2009. – St. 165-167.

3 Kazhiyahmetova A.A. Obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskoy skhemy dozatora-smesitelya suhikh rassypnykh kormosmesey / A.A. Kazhiyahmetova, D.E. Smirnov, S.M. Vedishchev // II-ya Vserossiyskaya (nacional'naya) nauchno-prakticheskaya konferenciya «Sovremennaya nauka»: teoriya, metodologiya, praktika, 28-29 maya 2020 goda.- Tambov, 2020. – St. 247-252.

4 Patent na poleznuyu model' № 6448 RK. Shnekovi smesitel s kanalom obratnogo hoda [Elektronnyj resurs] / Biniyazov A.M., Kazhiyahmetova A.A., Zaharov V.P., Vedishchev S.M., Biniyazov E.M.; zayavitel' i patentoobladatel' CHastnoe vysshee professional'noe obrazovatel'noe uchrezhdenie «Zapadno-Kazahstanskij innovacionno-tekhnologicheskij untversitet» (KZ). - № 2021/0182.2; zayavl. 23.02.2021; opubl. 24.09.2021.

5 Patent na izobretenie № 2705334 RF: MPK7 A01K 5/00 (2006.01) V01F 7/08 (2006.01). Smesitel' dlya sypuchih kormov [Tekst] / Vedishchev S.M., Kazhiyahmetova A.A., Prohorov A.V., Prohorov S.V., Hol'shev N.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet» (FGBOU VO «TGTU») - № 2019106970; zayavl. 13.03.2019; opubl.: 06.11.2019, Byul. №31 – 6 st.

6 Kazhiyahmetova A.A. Smesitel' suhikh rassypnykh kormosmesey s aktivnym kanalom obratnogo hoda / A.A. Kazhiyahmetova, S.M. Vedishchev, M.K. Braliev, A.S. Ivanov // III-ya Vserossiyskaya (nacional'naya) nauchno-prakticheskaya konferenciya «Sovremennaya nauka: teoriya, metodologiya, praktika», Tambov, 13-14 aprelya 2021 goda. – Tambov: Izd-vo IP Chesnokova A.V., 2021. – St. 301-303.

7 Vedishchev S.M. Mekhanizaciya prigotovleniya kormov. Chast' 2 [elektronnyj resurs] / S.M. Vedishchev, V.P. Kapustin, YU.E. Glazkov, A.V. Milovanov, A.V. Prohorov, N.V. Hol'shev, A.V. Brusenkov. – Tambov: Tambovskij gosudarstvennyi tekhnicheskij universitet, EBS ASB, 2015. – 127 s. Rezhim dostupa: <http://www.iprbookshop.ru/64117.html>.

8 Vedishchev S.M. Issledovanie koefficienta lobovogo soprotivleniya lopatki/ S.M. Vedishchev, N.V. Hol'shev, A.V. Prohorov, A.A. Kazhiyahmetova, M.K. Braliev // Nauka v central'noj Rossii. – 2019. - №3. – St. 30-36.

9 Holshev N.V. Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa prigotovleniya suhih rassypnyh kormosmesej shnekolopastnym smesitelem: disertaciya kandidata tekhnicheskix nauk: 05.20.01; Hol'shev Nikolaj Vasil'evich. – Tambov, 2015. - 209 st.

10 Vedishchev S.M. Issledovanie energozatrat shnekovogo dozatora – smesitelya/ S.M. Vedishchev, A.V. Prohorov, A.I. Zavrazhnov, N.V. Hol'shev, A.A. Kazhiyahmetova // Vestnik Ryazanskogo GATU im. P.A. Kostycheva. – №2. (42). -2019. – 96-101 st.

11 Prohorov A.V. Sovershenstvovanie bunkernogo kormorazdatchika dlya svinej s regulirueмой zahvatyvayushchej sposobnost'yu shnekovyh dozatorov: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / Prohorov Aleksey Vladimirovich. – Tambov, 2007. -132 st.

12 Surashov N.T. Raschet vintovyh konvejerov. Metodicheskie ukazanie ukazaniya k kursovomu projektu po discipline «Podemno-transportnye mashiny» dlya studentov special'nosti 5V07130 «Transport, transportnaya tekhnika i tekhnologii» / N.T. Surashov, M.I. Gudovich, L.D. Mukieva. –Almaty: KazNTU im. K.I. Satpaeva, 2014. -32 st.

13 GOST R 54784 – 2011. Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Metody ocenki tekhnicheskix parmetrov. – M.: Standartinform, 2012. – 28 st.

14 Mekhanizaciya prigotovleniya kormov [Elektronnyj resurs]: uchebnoe posobie dlya bakalavrov i magistrrov, obuchayushchihsya po napravleniyu «Agroinzheneriya», a takzhe aspirantov i rabotnikov sel'skohozyajstvennoj predpriyatij: v 2 ch. / S.M. Vedishchev, V.P. Kupsitin, YU.E. Glazkov, A.V. Prohorov, N.V. Hol'shev, A.V. Brusenkov, A.V. Milovanov / Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2015. – 140 s. – elektron.opt. disk. (CD-ROM). – 51,5 MB.

15 Grigor'ev A.M. Vintovye konvejery / A.M. Grigor'ev. – M.: Mashinostroenie, 1972. – 184 s.

16 Ul'yanov V.M. SHnekovo-lopastnoj smesitel' dlya prigotovleniya kormov / V.M. Ul'yanov, V.V. Utolin, A.A. Polunkin, E.E. Grinchkov // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – 2013. - №67 – 11-12 st.

17 Sharshunov V.A. Mashiny i oborudovanie dlya proizvodstva kombikormov: Spravochnye posobie [tekst] / V.A. Sharshunov, A.V. Chervyakov, S.A. Bortnik, YU.A. Ponomorenko. – M.: Ekoperspektiva, 2005. – 487 st.

18 Grishkov E.E. Shnekovo-lopastnyj smesitel dlya prigotovleniya kormov [tekst]/ E.E. Grishkov, V.M. Ul'yanov, V.V. Utolin, A.A. Polunkin // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – 2013. - № 6. – 11-12 st.

19 Vedishchev S.M. Analiticheskoe issledovanie optimal'noj chastoty vrashcheniya kombinirovannyh rabochih organov smesitelya / S.M. Vedishchev, N.V. Hol'shev, A.V. Prohorov, A.A. Kazhiyahmetova, M.K. Braliev // Nauka v central'noj Rossii. – 2019. - №2(38). – 65-71 st.

20 Vliyanie chastoty vrashcheniya meshalki i dliny ee lopatok na kachestvo smesi/ M.V. Fomina, A.V. Chpshev, V.P. Teryushkov, V.V. Konovalov // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2019. - № 1. – 63-69 st.

21 Vedishchev S.M. Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskix sredstv prigotovleniya i razdachi kormosmesej v sel'skohozyajstvennyh svinovodcheskix organizacijah. Dis. ... dokt. Tekhn. Nauk.: 05.20.01 / Vedishchev Sergej Mihajlovich. – Tambov, 2018. – 381 st.

ТҮЙІН

Құрғақ тамақ қоспаларының құрамы композициялардың күрделенуіне байланысты үнемі жетілдіріліп отырады. Жалпы көлемдегі сандық пайызы 0,5% немесе одан аз болуы мүмкін компоненттер санының артуы дайын өнімнің сапасын қамтамасыз ете алатын жетілдірілген араластыру жабдықтарын қажет етеді.

Сондықтан, дайын өнімнің сапасын қамтамасыз ету үшін, құрамында 0,5% - ға дейін кейбір элементтері бар көп компонентті борпылдақ жемшөп қоспалары бар, біз бұрандалы жұмыс органы мен белсенді кері каналы бар мерзімді араластырғышты ұсынамыз, оның ішінде жалпақ пышақтармен құю алаңы бар, білігі бар қосымша шнек орнатылады.

Араластыру процесін, қолданылатын жем компоненттерінің қасиеттерін, сондай-ақ өндірістік тәжірибені зерттеу зерттеулерде бұрандалы жұмыс органдарының құрылымдық және

кинематикалық параметрлерінің белсенді кері каналы бар араластыру сапасының индикаторына әсерін анықтау мүмкін болмады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Бұл жұмыста кері жүрістің белсенді арнасы бар, қайта құю учаскесі бар бұрандалы жұмыс органдарының құрылымдық-кинематикалық параметрлерінің араластыру сапасына әсері (қоспа сынамаларындағы бақылау компоненті құрамының өзгеру коэффициенті), өнімділігі мен энергия шығыны мәселелері қарастырылады.

Мақалада араластырғыштың пайдалы көлемін анықтау үшін оның жұмысына әсер ететін теориялық зерттеу жүргізілді. Араластырғыштың пайдалы көлемі-араластырғыштың жалпы көлемінің және жұмыс органдары алатын көлемінің айырмашылығы.