

УДК 631.363

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ДЛЯ САМООЧИЩЕННЯ ШНЕКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ КОРМОПРИГОТУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

В. С. Хмельовський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Кореспонденція автора: hmelvas@ukr.net.

Історія статті: отримано – березень 2018, акцептовано – травень 2018.
Бібл. 9, рис. 4, табл. 0.

Анотація. На сучасному етапі розвитку тваринництва, як в світовій практиці, так і в Україні все більшого розповсюдження набувають комбіновані кормоприготувальні агрегати для приготування кормів, які поєднують виконання операцій подрібнення і змішування, а також забезпечують доставку і дозоване роздавання кормів. Їх позитивними ознаками є мобільність, простота конструкції та економічність. Все це викликає значну зацікавленість в цих машинах у спеціалістів господарств з розвинутим тваринництвом різної форми власності.

За кордоном такі машини мають назву TMR mixer, що в перекладі з англійської означає – повнораціонні змішувачі. Технологія підготовки кормів до згодовування в таких агрегатах передбачає мінімальний обробіток вихідних компонентів (доподрібнення та змішування), який здатен забезпечувати задовільну якість приготування кормових сумішок.

Порівняння рецепту кормового раціону європейських країн та України вказує на те, що в нашій країні великій рогатій худобі більше згодовують довговолокнутих кормів, які заздалегідь не подрібнюють. Така кормова суміш часто утворює застійні зони у бункері.

В Україні, на сьогодні, основними проблемами ферм де утримують ВРХ є не значне забезпечення виробничих процесів приготування та роздавання кормів технічними засобами.

Тому постає питання розробки нових технічних рішень, які забезпечать конкурентоздатність тваринницької продукції, отриманої на фермах великої рогатої худоби.

Ключові слова: тваринницька ферма, приготування кормів, агрегат, шнек, кормова суміш.

Постановка проблеми

Нині багатофункціональні роздавачі-змішувачі використовуються для приготування і роздавання кормів на фермах ВРХ з розвиненим молочним та м'ясним напрямом господарювання.

В технологічних схемах приготування кормової суміші комбіновані багатофункціональні машини виконують операції забору із сховищ кормів, завантаження їх в приймальний бункер, приготування (подрібнення та змішування) з них кормової суміші, транспортування кормосуміші до виробничих приміщень, а також видачу корму в приймальний бункер стаціонарного роздавача або виконання безпосередньої роздачі корму в годівниці чи на кормовий стіл тваринам.

У Європі це обладнання виготовляли понад 60 компаній. Комбіновані кормоприготувальні агрегати виготовляють, як у мобільному так і у стаціонарному варіантах, вони мають різні принципові схеми, типорозміри та способи агрегування. Кожна фірма випускає декілька типорозмірів кормоприготувальних агрегатів з місткістю бункера від 3 до 45 м³. Більшість кормоприготувальних агрегатів призначені до агрегування з колісними тракторами, але є варіанти самохідного виконання.

Аналіз попередніх досліджень

Світовий досвід показує, що традиційний апарат порційної дії для перемішування — це посудина, переважно циліндричної форми, обладнана перемішувальним пристроєм, що включає складові для урухомлення, вал і закріплену на валу всередині посудини мішалку [1]. (Часто мішалкою називають весь апарат для перемішування.) Обертаючись, мішалка передає змішуваній масі кількість руху від урухомника і змушує її перемішуватись. При використанні лопатевих мішалок передня частина лопатей тисне на сировину і вона їх обтікає, за лопатями виникає розрідження, яке спричинює підсмоктування рідких компонентів з оточуючого об'єму. Внаслідок обтікання і підсмоктування біля лопатей створюються турбулентні завихрення, які із збільшенням розмірів мішалки і частоти обертання поширюються на весь об'єм рідини, забезпечуючи її перемішування. Такі ж дії відбуваються при роботі конічного шнекового робочого органу. Коли попередньо вибирають тип змішувального пристрою,

то середовища з коефіцієнтом динамічної в'язкості менше ніж $1 \text{ Па}\cdot\text{с}$ в апаратах об'ємом до 10 м^3 умовно вважають мало в'язкими. Під час їх перемішування практично завжди реалізується турбулентний режим руху з ділянками переважаючого макро- і мікроперемішування. В середовищах з більшим коефіцієнтом динамічної в'язкості та в апаратах більшого об'єму зростає вірогідність існування зон ламінарного руху, де перемішування практично немає. У такому разі, слід застосовувати апарати тих типів, які рекомендуються для високов'язких і неньютонівських рідин [1, 2, 6, 7].

Кращого перемішування можна досягти, якщо встановити кілька перемішувальних органів як по висоті, так і по горизонтальному перерізу апарата [1, 6, 7].

Мета досліджень

Мета досліджень – визначити параметри шнекового робочого органу кормоаприготувального агрегату для забезпечення самоочищення, залежно від його частоти обертання та типорозміру агрегату.

Результати дослідження

В процесі приготування кормової суміші було виявлено, що багатофункціональні кормоприготувальні агрегати з вертикально розміщеним конічним шнеком у бункері, мають велику споживану потужність, (більше 35 кВт) [4, 9]. Споживана потужність, на привід робочих органів, практично прямопропорційна частоті обертання шнека. При збільшенні частоти обертання шнека ефективність подрібнення та змішування суттєво не зростає, нами обґрунтовано частоту обертання шнека $16\text{--}20 \text{ хв}^{-1}$, при подрібненні рулонів та паків і в режимі змішування та роздавання $24\text{--}25 \text{ хв}^{-1}$. Однак, в процесі роздавання кормової суміші, наявний шнек не самоочищається від кормів (рис. 1).



Рис. 1. Шнек після видачі кормової суміші.

Самоочищення витків шнека при низькій частоті їх обертання може бути забезпечене у випадку, якщо твірна витка розташована не перпендикулярно, а похило до осі шнека. Для цього були проведені

аналітичні дослідження для визначення потрібного кута нахилу витка, в залежності від частоти обертання шнека. За гіпотезу було прийнято, що нахил твірної витка шнека, щодо горизонталі, дозволить інтенсифікувати процес сходження кормової маси з витків шнека.

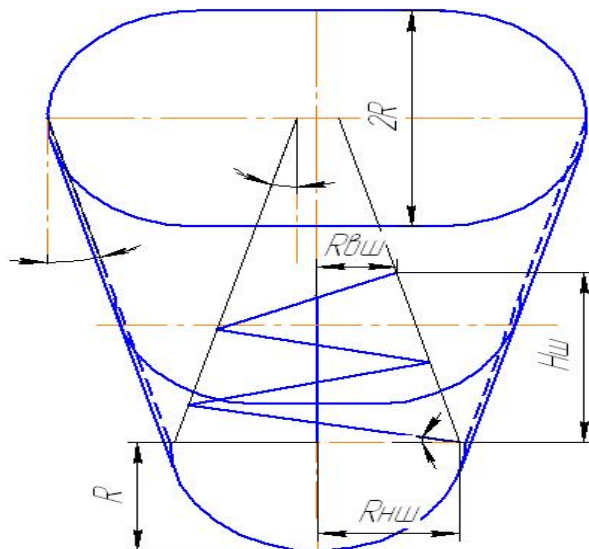


Рис. 2. До визначення параметрів шнека.

Обґрунтування складної форми шнека вимагає принципово нових підходів до визначення його параметрів. Діаметр шнека визначається, виходячи із умови ефективності процесу приготування кормової суміші та забезпечення зоотехнічних вимог, які ставляться до кормоприготувальних машини [2, 3, 5, 8, 9]. В першу чергу, унеможливлення застійних зон. Відповідно, діаметр нижньої основи шнека повинен дорівнювати величині нижньої основи конуса, за виключенням технологічного зазору, $D_{ш} = 2R_{ниш} - 2\Delta l$. Стосовно верхньої основи – її параметри визначають виходячи із продуктивності шнека з врахуванням визначених параметрів бункера (рис. 2).

Частоту обертання ротора визначали з умов руху кормових компонентів по його поверхні. На корм по всій поверхні шнека діють: сила тяжіння mg , відцентрова сила інерції $mR\omega^2$, нормальна реакція шнека $N_{ш}$, сила тертя по гвинтовій навівці fmg , сила Каріоліса $2m\omega v$ та тертя від неї $2fm\omega v$.

$$mR\omega^2 > fmg + 2fm\omega v. \quad (1)$$

Переміщення кормових компонентів в бік зовнішньої поверхні шнека можливе, якщо сила інерції більша за силу тертя, що виникає внаслідок дії сили земного тяжіння.

Очищення витків шнека від кормової суміші досягається з таких умов:

$$F_{ky} = N + F_u \sin \beta \sin \alpha - F_{zm} \cos \beta \cos \alpha + F_k \sin \beta \sin \alpha - F_{km} \sin \beta \sin \alpha = 0;$$

$$F_{kx} = F_u \cos \beta \cos \alpha + F_{zm} \sin \beta \sin \alpha - F_{mp} + F_k \cos \beta \cos \alpha - F_{km} \cos \beta \cos \alpha > 0; \quad (2)$$

при нахилу твірної шнека (рис. 3).

$$\tan \beta = \frac{fg - \omega^2 R - 2\omega v + 2f\omega v}{\frac{S}{2\pi R}(f\omega^2 R + 2f\omega v - 2f^2\omega v + g)}; \quad (3)$$

$$\beta = \arctg \frac{2\pi R(fg - \omega^2 R - 2\omega v + 2f\omega v)}{S(f\omega^2 R + 2f\omega v - 2f^2\omega v + g)}. \quad (4)$$

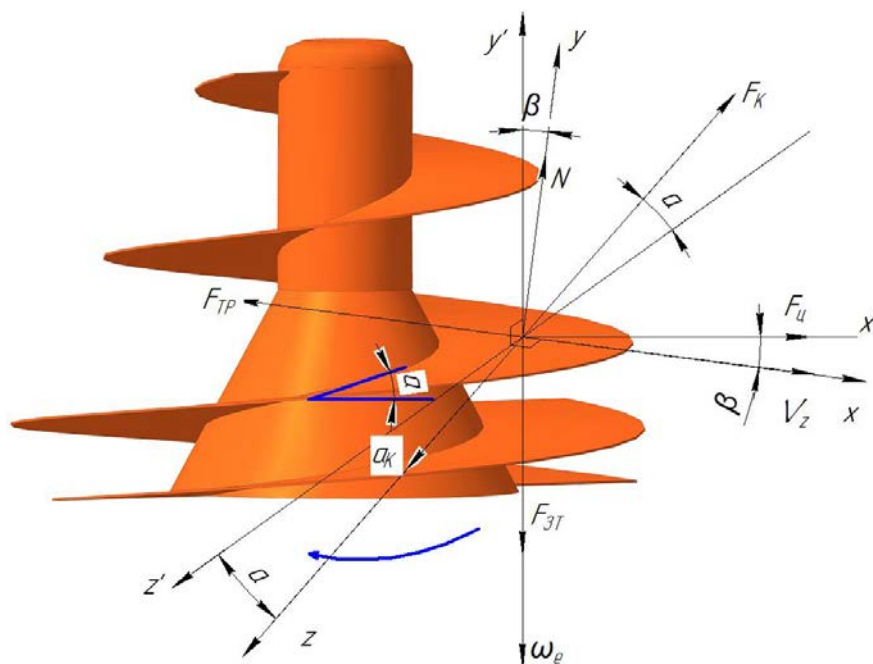


Рис. 3. До визначення кута нахилу твірної шнека.

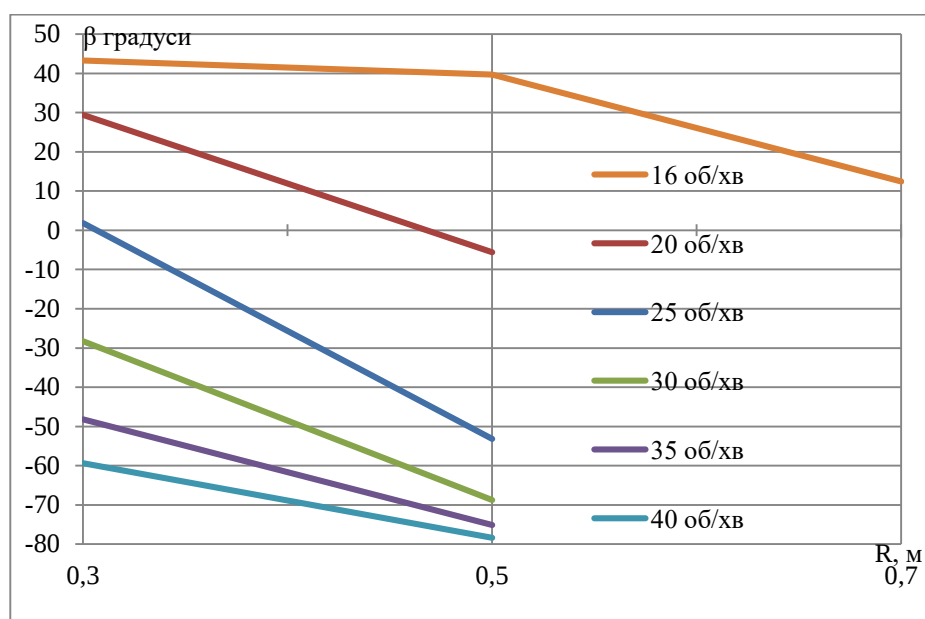


Рис. 4. Залежність необхідного кута β розташування витка шнека до горизонту від відстані до осі шнека при різних частотах його обертання, за умови забезпечення самоочищення.

На рис. 4 показано, що самоочищення витків, при перпендикулярній розміщенні їх до осі шнека, забезпечується тільки при частоті обертання не менше 25 хв⁻¹. Кут нахилу твірної витків шнека до горизонту, при частоті обертання 20 хв⁻¹, має перебувати в межах 29 градусів при відстані до осі обертання 0,3 м за горизонтального положення відносно днища МККПА при відстані до осі обертання 0,48 м. При частоті обертання шнека 25 хв⁻¹ – відбувається самоочищення усіх витків шнека.

Аналіз досліджень процесів приготування та роздавання кормової суміші показав, що при частоті обертання 16-20 хв⁻¹ краще проводити подрібнення грубих кормів в рулонах та паках, а також здійснювати

змішування з іншими компонентами. У цьому випадку є можливість повного руйнування великих частин рулону або пака.

Висновок

Використання для змішування кормових компонентів шнекового робочого органу з встановленням твірної витка перпендикулярно до вертикальної осі шнека, за умови самоочищення, можливе при збільшенні частоти обертання шнека більше 25 хв⁻¹.

Список літератури

1. Малежик І. Ф., Циганков С. П., Немірович П. М. Процеси і апарати харчових виробництв. Київ. НУХТ, 2003. 400 с.
2. Хмельовський В. С. Обґрунтування параметрів бункера кормоприготувального агрегата. Техніка і технології АПК. 2013. № 6. С. 13–15.
3. Ревенко І. І., Хмельовський В. С., Пилипка С. Ф. Патент на корисну модель № 62767 Україна, А01К 5/02. Комбінований агрегат для приготування і роздавання кормів з робочим органом двозахідної гвинтової наливки. Заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № у 201102922, заявлено 12.03.2011, опубліковано 12.09.2011. Бюл. 17.
4. Хмельовський В. С., Ачкєвич О. М. Дослідження процесу приготування високоенергетичної кормової суміші для ВРХ. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 304–314.
5. Ревенко І. І., Лісовенко Т. О., Хмельовський В. С., Ревенко Ю. І. Патент на корисну модель № 33815 Україна, А01К 5/00. Роздавальник кормів. Заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № у 200803300, заявлено 17.03.2008, опубліковано 10.07.2008. Бюл. 13.
6. Ревенко І. І., Заболотько О. О. Машина та обладнання для тваринництва. Київ. Кондор. 2012. 564 с.
7. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. Машина та обладнання для тваринництва. Київ. Кондор. 2009. 730 с.
8. Хмельовський В. С., Пилипенко О. М., Ачкєвич О. М. Класифікація багатофункціональних роздавачів-змішувачів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2009. Вип. 79. С. 250–258.
9. Хмельовський В. С. Перспективні технологічні рішення підготовки кормів для згодовування рогатій худоби. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2013. Вип. 182. Ч. 2. С. 185–192.
4. Khmelevsky, S. V., Ackevich, V. M. (2017). Study of the process of cooking a high-energy feed mixtures for cattle. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Kiev. Vol. 262. 304-314.
5. Revenko, I., Lisovenko, T. A., Khmelevsky, S. V., Revenko, Yu. I. (2008). Patent for useful model No. 33815 Ukraine, A01K 5/00. Feed distributor. Applicant and patent of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. No u 200803300 stated 17/03/2008 it published 10.07.2008. Bull. 13.
6. Revenko, I. I., Zabolotko, O. O. (2012). Machinery and equipment for livestock. Kiev. Condor. 564.
7. Revenko, I. I., Braginets, M. V., Rebenko, V. I. (2009). Machines and equipment for livestock. Kiev. Condor. 730.
8. Khmelevsky S. V., Pilipenko A. M., Ackevich, V. M. (2009). Classification of multi-dispensers Bulletin of Kharkov National Technical University of Agriculture named Peter Vasilenko. Kharkov. Vol. 79. 250-258.
9. Khmelevsky, S. V. (2013). Promising engineering solutions for the preparation of feed for feeding cattle. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Kiev. Vol. 182. Part 2. 185-192.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ САМООЧИСТКИ ШНЕКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

В. С. Хмелевский

Аннотация. На современном этапе развития животноводства, как в мировой практике, так и в Украине все большее распространение приобретают комбинированные кормоприготовительные агрегаты для приготовления кормов, которые сочетают выполнения операций измельчения и смешивания, а также обеспечивают доставку и дозированные раздачи кормов. Их положительными признаками являются мобильность, простота конструкции и экономичность. Все это вызывает большой интерес к этим машинам у специалистов хозяйств с развитым животноводством различной формы собственности.

За рубежом такие машины называются TMR mixer, что в переводе с английского означает - полнорационные смесители. Технология подготовки кормов к скармливанию в таких агрегатах предусматривает минимальную обработку исходных компонентов (доизмельчения и смешивания), которая способна обеспечивать удовлетворительное качество приготовления кормовых смесей.

Сравнение рецепта кормового рациона европейских стран и Украины указывает на то, что в нашей стране крупному рогатому скоту больше скармливают длинноволокнистых кормов, которые заранее не измельчают. Такая кормовая смесь часто образует застойные зоны в бункере.

В Украине, сегодня, основными проблемами ферм, где содержится КРС является незначительное обеспечения производственных процессов

References

1. Malezhik, I. F., Tsygankov, S. P., Nemirovich, P. M. (2003). Processes and devices of food manufactures. Kiev. Nuft, 400.
2. Khmelevsky, S. V. (2013). Justification of the bunker koropnychenko unit. Equipment and technologies of agroindustrial complex. No 6. 13-15.
3. Revenko, I. I., Khmelevsky, S. V., Pylypaka, S. F. (2011). Patent for useful model No. 62767 Ukraine, A01K 5/02. Combined unit for cooking and feeding dosage helical winding. Applicant and patent of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. No. u 201102922, stated 12.03.2011, published on 12.09.2011. Bull. 17.

приготовления и раздачи кормов техническими средствами.

Поэтому возникает вопрос разработки новых технических решений, которые обеспечат конкурентоспособность животноводческой продукции, полученной на фермах крупного рогатого скота.

Ключевые слова: животноводческая ферма, приготовление кормов, агрегат, шнек, кормовая смесь.

DETERMINATION OF CONDITIONS
FOR SELF-PREPARATION OF MECHANICAL
WORKING ORGAN OF CORROSION PREPARATION
AGGREGATE

Khmelovskyi V. S.

Abstract. At the present stage of livestock development, both in world practice and in Ukraine, combined feed preparation units for feed preparation, which combine the operations of shredding and mixing, and also provide delivery and dosage of feed distribution, are becoming increasingly popular. Their positive features are mobility, ease of design and cost-effectiveness. All this is a matter of considerable interest in these machines from specialists of farms with developed livestock of various forms of ownership.

Abroad, such machines are called TMR mixer, which in English means - full-time mixers. The technology of feed preparation for feeding in such aggregates involves the minimum production of the initial components (before crushing and mixing), which is able to provide a satisfactory quality of the preparation of feed mixtures. Comparing the recipe of the diet of European countries and Ukraine indicates that in our country cattle feed more long-fiber feed that is not pre-crushed. Such a feed mixture often forms stagnant areas in the bin.

In Ukraine, today, the main problems of farms keeping cattle are not significant provision of production processes for the preparation and distribution of feeds by technical means.

Therefore, the question arises about the development of new technical solutions that will ensure the competitiveness of livestock products obtained on the farm of cattle.

Key words: livestock farm, feed preparation, aggregate, screw, feed mixture.

