

Аннотация

ВЛАЖНЫЙ КОРМ ДЛЯ СОБАК С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПОНЕНТОМ – РАСТОРОПШЕЙ ПЯТНИСТОЙ

Шакула А.А., Новикова В.Е., Пых Л.А. Бидюк Д.О.

В статье приведены физико-химические показатели влажного корма для собак с функциональным компонентом – расторопшей пятнистой. Выяснено, что использование расторопши пятнистой и экструдатов зерна злаков вместо перловой крупы снижает стоимость и улучшает сбалансированность рецептов корма, придает ему функциональные свойства и не ухудшает физико-химические показатели.

Ключевые слова: влажный корм, рецепт, экструдат, расторопша пятнистая, влажность, активная кислотность, водоудерживающая способность

Annotation

WET FODDER FOR DOGS WITH FUNCTIONAL COMPONENT – MILK THISTLE

Shakula O., Novykova V., Pykh L., Bydiuk D.

The market of fodder for dogs is prospective one due to a huge amount of registered dogs in Ukraine. Producers of abroad companies constitute 95 per cent of Ukrainian market of fodder for dogs, and the other fodders are presented by domestic producers. Wet fodder of Ukrainian companies differ from the developed countries producers ones by lower quality due to the huge content of vegetable matter component, both balanced amino acid and bioactive substances.

The immune system of the dogs is impaired, the dogs have long illness and the masters spend a lot for their treatment due to the disadvantages of fodders and feeding. To prevent these side effects it is necessary to apply nonmedicamental method such as including functional components in fodder composition. One of these functional components is milk thistle which includes such functioning ingredients as flavonoids and flavolignans.

3 receipts of wet fodder for dogs comprising hen's meat, hog's liver, carrot, bones flour, kernel of roasted seeds, bones beverage, sault, premix, changed pearl-barley(in control group), extrudates of wheat (barley and sorghum) grain and milk thistle have been developed. The receipt with extrudates of sorghum and milk thistle was the most balanced among the investigated ones. The receipt with extrudates of barley and milk thistle including energy, protein, fat and carbohydrates, Na and microelements had many advantages compared with the receipt with extrudates of wheat and milk thistle and the receipt with extrudates of pearl-barley, which was the control group.

Humidity, active acidity, water holding capacity have been defined in samples of wet fodder in control and research receipts.

It is concluded that the application of milk thistle and extrudates of cereals grains instead of pearl-barley makes the cost low, improves the balance of fodder receipts and does not adulterate physical and chemical indices .

Key words: wet fodder, receipt, extrudate, milk thistle, Humidity, active acidity, water holding capacity



УДК 539.3

РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ЗІ ЗНИЖЕНОЮ ЖОРСТКІСТЮ

Сичов А.І., к.т.н., доц., Сичова Т.О., к.т.н., доц.

(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

В статті розглянуто розрахунки на міцність тонкостінних елементів обладнання переробних і харчових виробництв з використанням геометрично нелінійної теорії оболонки. Надано постановку та метод розв'язання задачі нелінійного деформування осесиметрично навантажених оболонки обертання. Наведені результати розрахунку на міцність циліндричного елемента ємнісного апарату.

Постановка проблеми та її актуальність. Тонкостінні конструкції широко використовуються в обладнанні переробних і харчових виробництв [1,2]. При проектуванні обладнання обов'язково проводиться розрахунок конструкцій на міцність. Якщо на конструкцію діє навантаження стиску, то потрібно додатково проводити перевірку на стійкість конструкції. Основний геометричний параметр

тонкостінної конструкції, який визначається з розрахунків на міцність це її товщина. Жорсткість тонкостінної конструкції визначається відношенням товщини конструкції h до характерного геометричного розміру – у випадку оболонки обертання це радіус оболонки R . Величина радіусу R визначається при розрахунку обладнання на продуктивність. При проектуванні обладнання

виникає як задача зменшення матеріалоемності конструкцій (може досягатися за рахунок зменшення товщини), так і задача збільшення продуктивності обладнання (може досягатися за рахунок збільшення робочого об'єму, а значить збільшення радіусу оболонки). Тобто при проектуванні відношення h/R може зменшуватись, що знижує жорсткість тонкостінної конструкції. Для розрахунків тонкостінних елементів обладнання зі зниженою жорсткістю, коли прогини оболонки є близькими до товщини оболонки, а деформації залишаються малими, потрібно використовувати теорію оболонок з урахуванням геометричної нелінійності [3,4,5].

Багато науковців, які займаються розрахунками оболоноквих конструкцій на міцність при нелінійному деформуванні (нелінійна пружність, повзучість, повзучість з пошкоджуваністю), також враховують геометричну нелінійність в рівняннях теорії оболонок у випадках, коли прогини оболонки є близькими до товщини оболонки [3,4,5]. Тобто в рівняннях враховано, як фізичну нелінійність, так і геометричну нелінійність. Все це робить напрямок досліджень, що розглядається, актуальним як в науковому так і в практичному відношенні.

Розглянемо постановку задачі для осесиметрично навантажених оболонок обертання з урахуванням геометричної нелінійності [3,4,5].

Для точки оболонки задано систему координат (ξ_1, ξ_2, ζ) . Координата ξ_1 – це координата вздовж твірної оболонки, ξ_2 – координата в окружному напрямку, ζ – координата в напрямку нормалі до поверхні оболонки. Навантаження, яке діє на оболонку, є осесиметричним. Це розподілене навантаження p_1, p_3 та зосереджені по краям кільцеві сили $n_{11}^0, n_{11}^L, q_1^0, q_1^L$ і моменти m_{11}^0, m_{11}^L .

Передбачається, що при деформуванні оболонки є дійсними гіпотези Кірхгофа-Лява, тобто перетини оболонки залишаються прямолінійними та перпендикулярними до деформованої серединної поверхні оболонки. Товщина оболонки при деформуванні не змінюється.

Переміщення точки оболонки u_1^*, u_3^* визначаються через переміщення точки

серединної поверхні оболонки u_1, u_3 та кут повороту перетину оболонки при деформуванні φ_1 :

$$\begin{aligned} u_1^* &= u_1 + \zeta \varphi_1, \\ u_3^* &= u_3. \end{aligned} \quad (1)$$

Запишемо кінематичні співвідношення:

$$\begin{aligned} \gamma_{11} &= \alpha_{11} + \zeta \beta_{11}, \\ \gamma_{22} &= \alpha_{22} + \zeta \beta_{22}, \\ \alpha_{11} &= A_1^{-1} \partial u_1 / \partial \xi_1 + k_1 u_3 + \underline{\varphi_1^2 / 2}, \\ \alpha_{22} &= \phi_1 u_1 + k_2 u_3, \\ \beta_{11} &= A_1^{-1} \partial \varphi_1 / \partial \xi_1, \\ \beta_{22} &= \phi_1 \varphi_1, \\ \varphi_1 &= -A_1^{-1} \partial u_3 / \partial \xi_1 + k_1 u_1, \\ \phi_1 &= A_1^{-1} A_2^{-1} \partial A_2 / \partial \xi_1, \end{aligned} \quad (2)$$

де α_{11}, α_{22} – відносні подовження елемента оболонки у напрямках ξ_1, ξ_2 ; β_{11}, β_{22} – зміни кривин елемента оболонки у напрямках ξ_1, ξ_2 ; A_1, A_2 – параметри Ляме; k_1, k_2 – головні кривини; u_1, u_3 – переміщення точки серединної поверхні оболонки у напрямках ξ_1, ζ ; φ_1 – кут повороту перетину оболонки при деформуванні, коли перетин залишається нормальним до деформованої серединної поверхні; ϕ_1 – коефіцієнт.

Рівняння рівноваги будуть мати вигляд:

$$\begin{aligned} A_1^{-1} \partial n_{11} / \partial \xi_1 + \phi_1 (n_{11} - n_{22}) + k_1 q_1 + p_1 &= 0, \\ A_1^{-1} \partial m_{11} / \partial \xi_1 + \phi_1 (m_{11} - m_{22}) - q_1 - \underline{n_{11} \varphi_1} &= 0, \quad (3) \\ A_1^{-1} \partial q_1 / \partial \xi_1 + \phi_1 q_1 - k_1 n_{11} - k_2 n_{22} + p_3 &= 0, \end{aligned}$$

де n_{11}, n_{22} – мембранні сили, q_1 – поперечна сила, m_{11}, m_{22} – згинальні моменти.

До рівнянь (1)-(3) додаються кінематичні та статичні граничні умови при $\xi_1 = \xi_1^0$ та $\xi_1 = \xi_1^L$. Доданки підкреслені в рівняннях відносяться до геометричної нелінійності.

Фізичні рівняння розглядаються для швидкостей деформацій та швидкостей силових факторів:

$$\begin{aligned} \dot{n}_{11} &= \frac{Eh}{1-\nu^2} (\dot{\alpha}_{11} + \nu \dot{\alpha}_{22}) - \dot{n}_{11}^*, \\ \dot{n}_{22} &= \frac{Eh}{1-\nu^2} (\dot{\alpha}_{22} + \nu \dot{\alpha}_{11}) - \dot{n}_{22}^*, \\ \dot{m}_{11} &= \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} (\dot{\beta}_{11} + \nu \dot{\beta}_{22}) - \dot{m}_{11}^*, \\ \dot{m}_{22} &= \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} (\dot{\beta}_{22} + \nu \dot{\beta}_{11}) - \dot{m}_{22}^*, \end{aligned} \quad (4)$$

де E – модуль пружності матеріалу, ν –

коефіцієнт Пуассона, h – товщина оболонки.

Додаткові доданки в (4), які описують нелінійне деформування оболонок, \dot{n}_{11}^* , \dot{n}_{22}^* , \dot{m}_{11}^* , \dot{m}_{22}^* , \dot{q}_1^* обчислюються наступним чином:

$$\begin{aligned} \dot{n}_{11}^* &= \frac{E}{1-\nu^2} \int_{-h/2}^{h/2} (\dot{\gamma}_{11}^* + \nu \dot{\gamma}_{22}^*) d\zeta, \\ \dot{n}_{22}^* &= \frac{E}{1-\nu^2} \int_{-h/2}^{h/2} (\dot{\gamma}_{22}^* + \nu \dot{\gamma}_{11}^*) d\zeta, \\ \dot{m}_{11}^* &= \frac{E}{1-\nu^2} \int_{-h/2}^{h/2} (\dot{\gamma}_{11}^* + \nu \dot{\gamma}_{22}^*) \zeta d\zeta, \\ \dot{m}_{22}^* &= \frac{E}{1-\nu^2} \int_{-h/2}^{h/2} (\dot{\gamma}_{22}^* + \nu \dot{\gamma}_{11}^*) \zeta d\zeta, \end{aligned} \quad (5)$$

де швидкості нелінійних деформацій $\dot{\gamma}_{11}^*$, $\dot{\gamma}_{22}^*$ визначаються обраною моделлю нелінійного деформування (нелінійна пружність, повзучість, повзучість з пошкоджуваністю) та залежить від напружень σ_{11} , σ_{22} і структурних параметрів d_1, \dots, d_n моделі нелінійного деформування.

Розв'язувальну систему рівнянь можна отримати, якщо геометричні рівняння та рівняння рівноваги продиференціювати за часом. Таким чином сформульована лінеаризована початково-крайова задача відносно швидкостей основних невідомих $n_{11}, q_1, m_{11}, u_1, u_3, \varphi_1$ $\sigma_{11}, \sigma_{22}, d_1, \dots, d_n$. Початковою умовою для початково-крайової

задачі буде розв'язок задачі пружності для оболонки, що розглядається.

Для розв'язку отриманої початково-крайової задачі використовуються чисельні методи продовження розв'язку за параметром і дискретної прогонки з ортогоналізацією розв'язків на кроці по координаті С.К.Годунова. Початкова задача інтегрувалась за схемою вкладеного методу Рунге-Кутта-Мерсона четвертого порядку з автоматизованим вибором кроку у часі.

Розглянемо розрахунок на міцність ємнісного апарату циліндричної форми. Розрахунковою схемою циліндричного елемента апарату буде шарнірно оперта по краю циліндрична оболонка, яка навантажена внутрішнім тиском p та осьовою силою n . Геометричні розміри та навантаження були прийняті такими: товщина оболонки $h = 5 \cdot 10^{-3}$ м, радіус оболонки $R = 2$ м, тиск $p = 0,4$ МПа, осьова сила $n = 0,5n_{кр}$. Критична сила втрати стійкості шарнірно опертої

$$n_{кр} = -\frac{Eh}{\sqrt{3(1-\nu^2)}} \frac{h}{R}. \quad \text{Матеріал}$$

оболонки – сталь. Розрахунки оболонки проведено по теорії оболонок з урахуванням геометричної нелінійності (1)-(5).

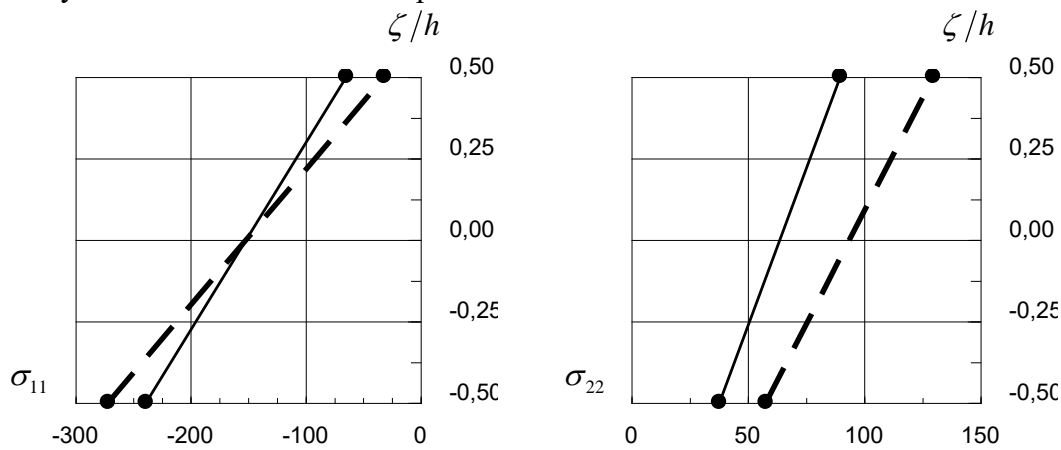


Рис.1. Розподіл напружень σ_{11} та σ_{22} по товщині циліндричної оболонки в перерізі оболонки з максимальним рівнем напружень для геометрично нелінійної теорії оболонок (суцільна лінія) та для геометрично лінійної теорії (пунктирна лінія)

На Рис. 1 показано розподіл напружень σ_{11} , σ_{22} по товщині в перерізі оболонки з максимальним рівнем напружень, який отримано з розрахунку по геометрично лінійній теорії оболонок (пунктирна лінія) і теорії з урахуванням геометричної нелінійності (суцільна лінія). Перетин

оболонки з максимальними напруженнями розташовано на деякій відстані від краю. Рівень максимальних напружень отриманих по геометрично нелінійній теорії оболонок є нижчим ніж по геометрично лінійній теорії. Різниця еквівалентних напружень розрахованих по геометрично лінійній і нелінійній теорії оболонок становить 14% для

критерію максимальних нормальних напружень та 19% для критерію максимальних дотичних напружень. Це пояснюється тим, що теорія оболонки з урахуванням геометричної нелінійності дає більші можливості росту для кінематичних параметрів, що у свою чергу призводить до зниження рівня максимальних напружень оболонки.

Висновки. Таким чином, по результатам проведених досліджень можна зробити висновки про те, що розрахунки конструкцій по геометрично нелінійній теорії оболонки дають можливість отримувати значення напружень в оболонках більш близькими до реальних значень. Значення максимальних напружень отримані по геометрично нелінійній теорії оболонки є нижчими ніж

отримані по геометрично лінійній теорії оболонки. Для розрахунків тонкостінних елементів обладнання зі зниженою жорсткістю необхідно враховувати геометричну нелінійність для осьового навантаження вже при $n = 0,5n_{кр}$, тому що результати отримані по двом теоріям оболонки вже суттєво відрізняються. Використання більш точних теорій оболонки (теорія оболонки з урахуванням геометричної нелінійності) при конструюванні та розрахунку оболонкових конструкцій обладнання переробних та харчових виробництв дає можливість зменшити товщину деяких оболонкових елементів конструкції і таким чином зменшити матеріалоемність обладнання.

Література

1. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. М.:Машиностроение, 1983. – 447 с.
2. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.
3. Галишин А.З., Шевченко Ю.Н. Определение осесимметричного геометрически нелинейного термовязкоупругопластического состояния тонких слоистых оболочек с учетом повреждаемости материала // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 2008. – Вып. 51, № 2. – С. 175-187.

References

1. Sokolov V.I. Osnovy rascheta i konstruirovaniya mashin i apparatov pishchevykh proizvodstv. M.:Mashinostroyeniye, 1983. – 447 s.
2. Ostrikov A.N., Abramov O.V. Raschet i konstruirovaniye mashin i apparatov pishchevykh proizvodstv. SPb.: GIORД, 2003. – 352 s.
3. Galishin A.Z., Shevchenko YU.N. Opredeleniye osesimmetrichnogo geometricheski nelineynogo termovязkouprugoplasticheskogo sostoyaniya tonkikh sloistykh obolochek s uchetom povrezhdayemosti materiala // Mat. metodi ta fiz.-mekh. polya. – 2008. – Vyp. 51, № 2. – S. 175-187.

4. Sichov A. Eine verbesserte Schalentheorie unter Einbeziehung geometrischer Nichtlinearität sowie der Schubverzerrungen in Problemen der Kriechmechanik // Вестник ХГПУ. Новые решения в современных технологиях. – Харьков: ХГПУ. – 1998. – Вып. 17. – С. 68-72.
5. Сичов А.І., Сичова Т.О. Розрахунки на міцність оболонкових конструкцій, які використовуються в переробних виробництвах, з урахуванням геометричної та фізичної нелінійності // Вісник ХНТУСГ. – Харків: ХНТУСГ. – 2012. – Вип. 128. – С. 323-327.

4. Sichov A. Eine verbesserte Schalentheorie unter Einbeziehung geometrischer Nichtlinearität sowie der Schubverzerrungen in Problemen der Kriechmechanik // Vestnik KHGPU. Novyye resheniya v sovremennykh tekhnologiyakh. – Khar'kov: KHGPU. – 1998. – Vyp. 17. – S. 68-72.
5. Sichov A.І., Sichova T.O. Rozrakhunki na mitsnist' obolonkovikh konstruksiy, yakі vikoristovuyut'sya v pererobnikh virobnitstvakh, z urakhuvannyam geometrichnoї ta fizichnoї neliniynosti // Visnik KHNTUSG. – Kharkiv: KHNTUSG. – 2012. – Vip. 128. – S. 323-327.

Аннотация

РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ ТОНКОСТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ СО СНИЖЕНОЮ ЖЕСТКОСТЬЮ

Сычев А.И., Сычева Т.А.

В статье рассматриваются расчеты на прочность тонкостенных элементов оборудования перерабатывающих и пищевых производств с использованием геометрически нелинейной теории оболочек. Представлены постановка и метод решения задачи нелинейного деформирования осесимметрично нагруженных оболочек вращения. Приведены результаты расчета на прочность цилиндрического элемента емкостного аппарата.

Abstract

STRENGTH CALCULATIONS OF THIN-WALLED ELEMENTS FOR EQUIPMENT OF PROCESSING AND FOOD MANUFACTURES WITH REDUCED STIFFNESS

Sichov A., Sichova T.

In article it is considered strength calculations of thin-walled elements for equipment of processing and food manufactures. The geometrical nonlinear shell theory for calculations is used. Equalizations and method of solution for problem of axisymmetrically loaded shell of revolution in the case of nonlinear deformation are presented. Results of strength calculations for cylindrical element of food storage equipment are resulted.

