FRI-8.121-1-AMT&ASVM-13

PREREQUISITES FOR THE DESIGN OF AUTOMATIC DOSER MACHINE OF CONCENTRATED FEEDS OF SMALL RUMINANTS [5]

Eng. zooeng. Dean Todorov
Agrarian and Industrial Faculty
Department of Agricultural Machinery,
"Angel Kanchev" Univesity of Ruse
E-mail: dtodorov@uni-ruse.bg

Abstract: *The paper considers the need for designing a dispenser for automated delivery of concentrated feed of small ruminants. Provides an analysis of the criteria for choosing optimal of auger conveyor parameters to ensure the required dosing accuracy for the specific purpose.*

Keywords: *E-Learning, Model, Efficiency, Effectiveness, GPS, Protection*

ВЪВЕДЕНИЕ

Индивидуалното и точно дозиране на концентрирани фуражи е все още нерешен проблем пред модерното и високопродуктивно отглеждане на кози и овце. Липсата на автоматизирани решения в тази област води до увеличени разходи за отглеждане на животните и непълно използване на генетичния им потенциал. За създаване на подобно устройство, което ще бъде използвано в животновъдни ферми, където средата е неблагоприятна, е необходимо да се намери ефективно решение с упростена, надеждна и евтина конструкция, която да гарантира необходимата точност за раздаване на фуражите.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Количеството фураж, консумирано от дребни преживни животни (ДПЖ), е силно свързано с приема на хранителни вещества. Нивото на наличните хранителни вещества определя колко мляко може да бъде произведено. Наличните хранителни вещества могат да идват от това, което се консумира чрез храната или да бъде взета от тяхните резерви. Ако потреблението на хранителни вещества не е достатъчно, за да задоволят изискванията за хранителните вещества за нивото на млекопроизводство, животните ще трябва да мобилизират резервите си от хранителни вещества в организма, за да осигурят липсващите хранителни вещества. Резервните хранителни вещества, които животните обикновено мобилизират, са енергията (мазнините) и протеините (тъканите). Когато това се случи, животното губи телесно тегло, което е нормално при високопроизводителните ДПЖ. Комбинацията от хранителни вещества, осигурени от диетата и получени от телесните запаси, трябва да бъде достатъчна, за да осигури необходимите хранителни вещества за количеството мляко, което се произвежда. Ако от тези два източника не могат да се получат адекватни хранителни вещества, ДПЖ ще намалят производството на мляко, така че то да съответства на наличното ниво на хранителни вещества: хранителни вещества (диета + телесни резерви) = продукция (мляко + телесно състояние). Когато ДПЖ се хранят с високо хранително ниво, но нямат генетична способност да произвеждат съответното количеството мляко, те ще натрупат излишната енергия, която консумират като телесна мазнина. По този начин натрупват тегло.

Поради това трябва да се осигуряват подходящи количества хранителни вещества, за да се поддържа нивото на млекопроизводството, което ДПЖ генетично са способни да произвеждат. Концентрираният фураж е с висока цена и неефективното му приложение намалява себестойността на получената продукция в стадото.

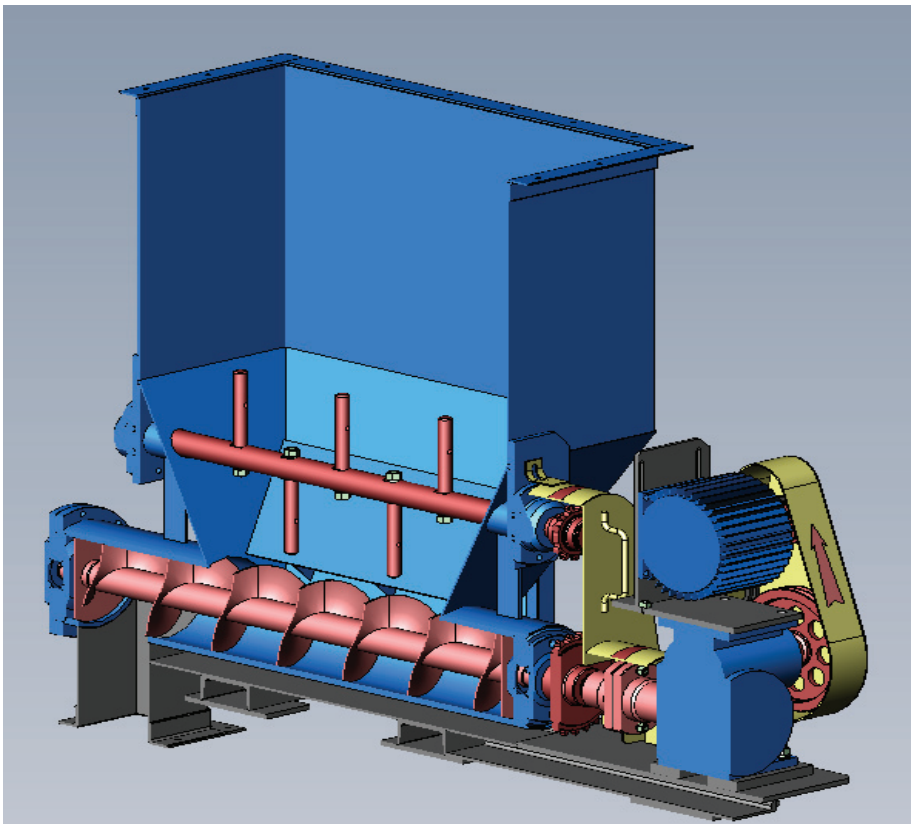
[5] Докладът е представен на сесия в зала 8.121 на 27 октомври 2017 с оригинално заглавие на български език: ПРЕДПОСТАВКИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА ШНЕКОВ ДОЗАТОР ЗА АВТОМАТИЗИРАНО РАЗДАВАНЕ НА КОНЦЕНТРИРАНИ ФУРАЖИ НА ДРЕБНИ ПРЕЖИВНИ ЖИВОТНИ

Съществуващата практика при хранене на ДПЖ с концентрирани фуражи не включва съобразяване с индивидуалната потребност на животните. Сега храненето е еднакво за всички животни. Това води до недохранване на животните с по-висока продуктивност и до неефективно хранене на животни с по-ниска продуктивност.

Техническите и технологични възможности за персонална идентификация на животните (RFID) съществуват, а освен това са задължителна официална ветеринарна идентификация за територията на целия ЕС. При това е възможно тези постижения да се използват в съчетание с подходящ хардуер и софтуер за управление на подходящ дозатор за индивидуално хранене на ДПЖ с концентрирани фуражи.

В научната и фирмена литература няма данни за изследвания и реализация на такова решение (Kellems, R., 2009).

В тази връзка автора на статията разработва дисертация на тема “Изследване на автоматизирано устройство за раздаване на фуражи във ферми за дребни преживни животни“. За целта се предвижда използване на прецизен шнеков дозатор (фиг.1) за индивидуално хранене на ДПЖ, чрез използване на RFID и електронно-механично управление.



Фиг.1. Принципна схема на шнеково дозиращо устройство за концентрирани фуражи

Системните изследвания на шнекови транспортьори, дозатори, смесители започват в началото на 60-те години на миналия век (Rehkugler, G., & Boyd, L., 1961).

Изследванията се развиват както в теоретичен, така и в експериментален план.

В областта на теоретичните изследвания до този период изчисленията на параметрите на шнековете се позовава чисто геометричните им параметри.

В резултат на наблюденията от експлоатацията на шнековете се наблюдават разминавания между изчислените стойности на шнековете и очакваните показатели за производителност, разход на енергия. В практиката се наблюдава по-ниска производителност от номиналната.

Във връзка с това изследователите прилагат теория на размерностите и теория на подобието. Така постигат значително разширяване на критериите за изследване. Това дава възможност за подробни експериментални изследвания при различни нови аргументи и критерии върху работния процес по отношение на производителност, необходима мощност. Въвежда се критерия обемна ефективност на шнека.

Изследвания чрез използване на теория на подобието и размерностите са провеждани у нас от проф. Иван Георгиев по отношение на шнекови смесители.

Изследователи от САЩ, Австралия, Унгария, Германия, както и институции като Асоциация на инженерите от селското стопанство и биологията ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers).

В резултат на тези изследвания в период над 60 години е установено, че процесите при шнековите транспортьори са сложни и противоречиви.

При избор на параметри за шнеков транспортьор трябва да се отчитат характеристиката на транспортираните материали, конструктивните параметри, кинематичните параметри (Benkő, J., 1997).

Противоречивостта на процеса се изразява в разминаването между теоретичната и експерименталната производителност. Експерименталната производителност е по-малка от теоретичната. Това определя и търсенето на такова съчетание между конструктивни и кинематични параметри съобразени с характеристиката на транспортирания (дозирания) материал, така че да се постигне компактност и приемлива точност на дозирането.

За постигане на необходимата точност, до 5 %, съчетана с компактност на устройството трябва да се търсят подходящи диаметър, стъпка, отношение на стъпката към диаметъра, минимална честота на въртене, подходящ материал за шнека, които при транспортиране на концентриран фураж ще бъде подложен на агресия от мазнини, въглехидрати, белтъчини и различни микроелементи.

От направения преглед на изследванията е установено, че за постигане на висока точност е необходимо да се комбинират такива параметри, с които да се даде възможност за висок постоянен коефициент на запълване на шнека. Високата степен на запълване на шнека трябва да се постига и при различна влажност и ниво на концентрирания фураж в бункера. Изследователите са единодушни, че отношението на стъпката към диаметъра на шнека е целесъобразно да е в границите на 0,8…1,1. За постигане на висока точност на дозирането е целесъобразно стъпката да е малка. Тогава за едно завъртане дозата ще е малка. Възможността за управление на дозата чрез спиране на въртенето за по-малко от едно завъртане дава възможност за управление на малки дози. Например, ако управлението на шнека може да го спира на 4, 6, 8, 10 и повече части от едно завъртане, това съответно ще осигури по-висока точност на дозата.

Проектните изчисления на дозаторите включват определяне на производителността, мощността за задвижване и оценка на грешката при дозиране.

Винтовите дозатори намират приложение при захранване и дозиране на зърнени, праховидни и свързани материали. Приложението им се съобразява с характерното наситняване (начупване), което е неизбежно в резултат от претриването на частиците на материала помежду им и контакта с работните органи. Поради тази причина в земеделието при транспортиране на зърно и семена за предпочитане са редлери и елеватори, но в конкретния случай, предвид последния етап на дозиране, те са най-подходящи. Винтовите дозатори се характеризират със стабилен дебит и устойчив технологичен транспорт.

Непрекъснатото дозиране осигурява дебит с постоянент поток с определена скорост на материала.

При непрекъснато обемно дозиране за основен показател за работа на дозатора служи неговият обемен разход Q_V , m^3/s:

$$Q_V = S \cdot V \,, \tag{1}$$

където S е площта на сечението на проходния отвор, m^2;

V - средната скорост на изтичане на материала през проходния отвор, m/s.

При определени условия работата на дозатора се сравнява със зоотехническите изисквания за точност на дозирането. Това е технологичен допуск, който се пресмята по израза:

$$\Delta = \left(Q_{\max} - Q_{\min}\right) / Q_{cp} \,, \tag{2}$$

където $Q_{\max}$, $Q_{\min}$ и Q_{cp} са съответно максималната, минимално допустимата и средната производителност на дозатора, kg/s (m^3/s).

При нормално разпределение на стойностите на грешката на дозатора Δ може да се пресметне чрез средно квадратичното отклонение σ, т. е.:

$$\sigma_{\max} = t_{\beta} \cdot \sigma \leq \Delta, \quad (3)$$

където $\sigma_{\max}$ е най-голямата грешка;

t_{β} - показателят за достоверност при доверителна вероятност β.

При непрекъснато дозиране средното значение на абсолютната грешка е:

$$\delta = \sum_{i=1}^{m} \frac{Q_i - Q_p}{m}, \quad (4)$$

където Q_i е реалната производителност на дозатора в i-то измерение, kg/s (m^3/s);

Q_p - зададената производителност на дозатора;

m - броят на измерванията.

Относителната грешка на устройството може да се оцени чрез коефициента на вариация ν:

$$\nu = \pm \frac{100\sigma}{Q}, \quad (5)$$

където Q е средното значение на производителността на дозатора от m проби, kg/s (m^3/s).

Производителността на едновинтовите дозатори се определя по различни изрази:

$$q = 47{,}1.[(D+2\delta)^2 - d^2].S.K.n.\rho.C, \quad (6)$$

$$q = 47{,}1.[D^2 - d^2].S.K.n.\rho.C, \quad (7)$$

$$q = 47{,}1.D^2.S.K.n.\rho.C, \quad (8)$$

където D е диаметърът на шнека, m;

d – диаметърът на вала на шнека, m;

δ – радиалната хлабина между периферията на шнека и вътрешната повърхност на корпуса на шнека, m;

S – стъпката на шнека, m (S = (0,8...1,2)D);

K – коефициентът на запълване (K = 0,8...1,0);

n – честотата на въртене на шнека, s^{-1};

γ – обемната маса, t/m^3;

C – коефициентът, отчитащ влиянието на ъгъла на наклона β към хоризонта върху производителността на дозатора.

В таблица 1 са дадени корекциите на производителността на дозатора от ъгъла на наклона към хоризонта.

Таблица 1. Стойности на коефициента C за корекция на производителността на шнека от наклона спрямо хоризонта

Ъгъл на наклона β, градуси	0	5	10	15	20	30	40	50
Стойност на коефициента C	1,00	0,90	0,80	0,70	0,65	0,58	0,52	0,48

Израз (6) отчита диаметъра на шнека, на вала и хлабината между шнека и кожуха. Израз (7) не отчита хлабината между шнека и кожуха, а израз (8) не отчита хлабината между шнека и кожуха, а също и диаметъра на вала.

За изчисленията напред ще използваме израз (7). Хлабината има по-сложно отношение към производителността, тъй като в това пространство скоростта на материала е различна. Ще заложим минимално възможната хлабина съобразно технологичните възможности за изпълнение на устройството. Считаме, че недопустимо е отпадането на диаметъра на вала. Не отчитането на този конструктивен параметър ще доведе до значителна разлика между теоретичната и действителна производителност, което ще доведе до значителна постоянна грешка при дозиране.

Графичната зависимост на производителността Q е линейна. При увеличение честотата на въртене на шнека се увеличава производителността и необходимата мощност по следните зависимости:

$$Q = k_1.n, \text{ t/h} \quad (9)$$
$$N = k_2.n, \text{ kW} \quad (10)$$

Коефициентите k_1 и k_2 са постоянни за всеки конкретен дозатор, тъй като производителността се управлява главно чрез промяна на честотата на въртене на шнека.

Определяме мощността на дозатора по формулата (Owen, P. & Cleary, P. 2009):

$$N = \frac{Q}{367}(L_s \cdot W + H), \text{ kW} \quad (11)$$

където L_s е хоризонталната проекция на пътя на преместване на материала, м;

H – височината на повдигане на материала, м;

W – опитният коефициент на съпротивление при движение на материала по канала.

Коефициентът на съпротивление при движение на материала по канала се определя по таблица 2 (Owen, P. & Cleary, P., 2009):

Таблица 2. Коефициент на съпротивление при движение на материала по канала

Материал	W
Сух неабразивен (зърнени продукти, брашно, дървени пилки,)	1,2
Влажен неабразивен (захар-рафиниран, суров малц,)	1,2
Полуабразивни (сода, въглища, готварска сол)	2,5
Абразивен (чакъл, пясък, цимент)	3,2
Силно абразивни и лепкави (пепел, формовъчна пръст, вар, сяра)	4,0

Дозата за едно завъртане на шнека Q_0 се изчислява по формулата

$$Q_0 = 60.G.n^{-1}.t^{-1}, \quad (12)$$

където G е теглото на фуража, събрано от дозатора в събирателния обем,g;

n – честота на въртене на шнека, min^{-1};

t – продължителността на опита, s.

Критичната честота на въртене на шнека n се определя по:

$$n = 0{,}5\pi\sqrt{\frac{g.tg(\alpha + \varphi_1)}{r.\mu_k}}, \quad (13)$$

където α е ъгълът на повдигане на винтовата линия;

μ_k – коефициентът на триене на фуража по повърхността на кожуха;

r – вътрешният радиус на шнека;

$$\varphi_1 = arctg\left(\frac{\mu_k}{\cos\theta}\right).$$

θ – ъгълът между нормалната реакция на повърхността на шнека и оста му.

Подробна информация относно коефициента на триене на фуража по повърхността на кожуха може да се открие на адрес:

http://www.teleskopicheskie-pogruzchiki.ru/catalog/obshie-svedeniya/klassifikatsiya-i-harakteristika-gruzov.html

ИЗВОДИ

За конкретните нужди е целесъобразно да се използва шнеков дозатор предвид простата конструкция, сравнително лесно управление, ниска стойност и висока надеждност.

Честотата на въртене за конкретното приложение е целесъобразно да бъде в интервала 10…60 min^{-1}. Честоти на въртене на шнека над горната граница водят до нарастващо намаляване на коефициента на запълване и съответно намаляване на обемната ефективност на шнека. Това означава по-голяма грешка при работата на дозатора между изчислената и действителната. Необходимо е и съобразяване с технологичните възможности за изпълнение на конструктивните параметри на шнека. Целесъобразно е и да се търси минимална стойност на хлабината между диаметъра и кожуха на шнека.

REFERENCES

Benkő, J. (1997). Describing auger operation by means of dimension analysis, University of Agricultural Sciences, Gödöllő, Hungarian Agricultural Engineering N 10/1997 URL:http://www.real.mtak.hu/19043/1/Describing_auger_operation_by_means_of_dimension_a_u_113528.875711.pdf

Kellems, R., (2009). Optimizing dairy feeding programmes. Animal Science Department, Brigham Young University, Provo, Utah, USA. URL:http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/AGRIPPA/X9500E02.htm (Accessed on 10.09.2017)

Owen, P. & Cleary, P. (2009), Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM), *Powder Technology*, 193, 274–288.

Rehkugler, G., & Boyd, L. (1961). Dimensional analysis of auger conveyor operation. Paper No. 61-112 presented at the Annual Meeting of the American Society of Aricultural Engineers, Ames, IA. 19 pp.