

SAT-8.121-1-AMT-07

**THEORETICAL BACKGROUND FOR DETERMINING PARAMETERS
OF CHANNEL IN GRANULATOR DIES ¹³²**

Bojan Bogomilov, Eng.PhD student
University of Ruse "Angel Kanchev"
Tel: 0889 922 668, E-mail: bbogomilov@uni-ruse.bg

Bojidar Kolev, Assoc.Prof. PhD
University of Ruse "Angel Kanchev"
Tel: 082/888610, E-mail: bkolev@uni-ruse.bg

Tihomir Todorov Assoc.Prof. PhD
University of Ruse "Angel Kanchev"
Tel: 082/888654, E-mail: titan_tmt@abv.bg

***Abstract:** The granulated poultry manure as a source of concentrated nutrients in the soil has a lasting effect. Increase in water retention capacity of the soil and the content of the macro elements in the root inhabited layer of soil, resulting the increase yields. This development is proposed motivated for the shape and size of the holes in the flat die of a device for granulation of poultry manure on the basis of the parameters of the incoming material such as humidity, uniformity, particle size and the requirements for the finished pellets as shape, size and bulk density.*

***Keywords:** reliability of machines, proactive maintenance, reparability.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Установено е, че за повишаване ефективността при транспортирането и оползотворяването на различните видове фуражи и отпадъци от животновъдството и растениевъдството, е необходимо да се прилагат подходящи принципи за тяхното уплътняване, особено чрез пресоване при високо налягане. Проблемът с използването на отпадъците от птицефермите може да бъде ефективно решен, ако те бъдат трансформирани в нов вид материал за торене, която да се използва от земеделските стопани. Най-голям интерес от преработените странични продукти от птицефермите се проявява към органичните торове. Торенето с птичи тор в насипно състояние показва редица съществени недостатъци, което води до намаляване на агротехническата и икономическа полза от неговото използване. Един от най-ефективните методи за обработка на птичий тор е гранулирането. Гранулирането е физико-механичен процес, основан на свойствата на насипните материали да се уплътняват под действие на външни натоварвания и при определен режим да запазват формата, размера и здравината на получения продукт. Гранулираният птичи тор е подходящ за механизирано торене, при което количествата на внасяне намаляват 2-3 пъти. При съхраняването, транспортирането и внасянето практически няма загуби на хранителни вещества. Прилагането му може значително да подобри състоянието на околната среда около птицефермите, като се премахнат токсичните и миризливи отпадъци, като ще се осигурят и допълнителни доходи за птицефермите, с представяне на био продукт на пазара.

¹³² Presented a parallel sessions room 8.121 report of October 29, 2016 with the original title: ТЕОРЕТИЧНИ ПРЕДПОСТАВКИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА КАНАЛИТЕ В МАТРИЦА НА МАШИНА ЗА ГРАНУЛИРАНЕ

ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящата разработка е направен теоретичен анализ на изискванията към изходния материал, готовите гранули и факторите влияещи на качеството на получаваните гранули от гледна точка на обосновано оптимизиране геометрията на отворите (каналите) на плоска матрица за гранулиране на птичи тор.

Изисквания към изходния материал са: еднородност, размер на частиците и влажност.

Еднородност. При подово отглеждане на птици за постеля се използват материали, които имат растителен произход и притежават качеството да абсорбират отделените екскременти - слама, торф, листа, наситнени какалашки, дървесни стърготини и др. Торвата постеля се формира от първия до последния ден на отглеждане на птиците. Първоначално представлява слой от равномерно нарязан на едро материал с дебелина от 10 до 15 cm. По време на отглеждане на птиците върху него попадат екскременти, разпилян фураж, перушина, инертни материали от пода и стените и други отпадъци. За правилно протичане на процеса гранулиране е необходимо суровината да е сравнително еднородна. Целта е, да се осигури маса с подходящ за последващ етап на сушене и гранулиране, размер на отделните частици. Съоръженията използвани за наситняване могат да бъдат мелници барабанен тип, чукови фуражомелки и др. При гранулирането на торова постеля е установено, че средната едрина на частиците на материала от 0,55 до 1,30 mm е получена при наситняване с чукова фуражомелка ФЧ-400, окомплектована със сита с диаметър на отворите Ø 11, 8, 6, 5, 3 и 2 mm, при производителност в диапазона от 0.145 t/h до 0.360 t/h. Едрината на смилане е определена чрез ситов анализ, като ситовият анализатор е окомплектован със сита с отвори Ø 1, 2, 3 и 4 mm [2]. Обикновено след наситняването, получената суровина е със сравнително еднороден размер на частиците. По този начин от една страна се гарантира бързо и качествено изсушаване, а от друга материалът се подготвя за по нататъшно ситно смилане до получаване на по-фини частици, ако това е необходимо. Тъй като в повечето случаи суровината е с влажност значително превишаваща допустимата, е необходимо нейното предварително равномерно изсушаване. Наличието на излишна влага в изходната суровина може да е причината за възникването на различни проблеми в производствения процес. Има случаи когато суровината за гранулиране е сравнително еднородна. Тогава тя може да не се подлага на наситняване, а само на пресяване през сита.

Размер на частиците. Ефективността на процеса гранулиране в голяма степен зависи от едрината на частиците на материала – т.е. от степента на вариация в размерите на отделните частици. Получаване на материали с определена едрината на частиците се постига чрез наситняване, което е наложително заради принципа на действие на гранулиращата машина. Целта на наситняването е хомогенизиране в механично и структурно отношение, което да осигури материал с определени размери, подходящ за гранулиране. Резултати от проведени експерименти [2] са показали, че за да могат да се произведат гранули с диаметър 6 mm, допустимият размер на частиците за гранулиране не трябва да бъде по-голям от 4 mm. Допустимият размер на частиците за гранулиране представлява най-големият размер на частиците в материала, даващ възможност да се създадат гранули с определени размери и качество. Горните констатации показват, че в материала, от който се получават гранулите, може да има частици с размер по-малък или равен на допустимия размер.

Влажност на материала. В зависимост от възприетата технология в практиката са познати основно два начина за отглеждане на птиците - отглеждане върху дебела несменяема постеля и отглеждане на скаров под, към който спадат всички видове клетки. При подово отглеждане върху дебела несменяема постеля почистването на тора става веднъж на 12...18 месеца за кокошки-носачки или на 45-60 дни при отглеждане на пилета-бройлери за угояване. От практиката е известно, че влажността на такава торова постеля е в границите от 20 до 40%. При отглеждане на птици върху скаров под в момента на изхвърляне, екскрементите представляват компактна маса с високо водно съдържание 75–

88%. След 6-8 часова престояване влажността спада до 48...50%, а при влажност 35...38% екскрементите стават сипкави. Един от най-важните фактори, който определя режима на гранулиране на птичия тор, е влажността на материала. Тя действа като смазка, която облекчава относителното преместване на частиците при тяхното уплътняване в канала на матрицата. За получаване на качествени гранули и за намаляване на разхода на енергия при гранулирането, продължителността на взаимодействието на влагата с частиците на материала е необходимо да бъде минимална. Здравината на гранулите, които са получени при навлажняването на материала преди гранулирането е по-голяма от здравината на гранулите, които са изработени от сух материал. За гранулиране на сух материал с влажност 8-10%, се изисква значителен разход на енергия, за отделянето на тази влага от капиллярите поради по-високото натоварване от страна на пресоващите ролки [8]. Основното изискване при навлажняването е възникване и действие на силите на сцепление между частиците на материала. Частицата, която се навлажнява е необходимо да бъде покрита с молекули от вода за минимален период от време. Проникване на водата в самата частица (абсорбция) е нежелателно, тъй като при набъбването и тя се гранулира по-трудно, т.е. водата изпълнява ролята на „разклинващо” тяло. За това е необходимо материалът да се навлажнява непосредствено преди подаването му към гранулиращата камера. Процесът на гранулиране протича с по-нисък разход на енергия и по-висока производителност при точно определена влажност, наречена оптимална влажност. При по-малка влажност на материала, не е достатъчно да се прояви смазващото действие на водата в канала на матрицата. При по-голяма влажност от оптималната, водата запълва порите на материала и тъй като практически е несвиваема, пречи на гранулирането. С увеличаването на влажността на материала до определено ниво, плътността на материала се увеличава, достигайки максималната си стойност при точно определено водно съдържание. При тази влажност уплътняването на материала протича най-лесно, което означава, че разходът на енергия е минимален. При гранулирането на птичи тор с влажност по-висока от оптималната, целият процес на гранулиране се блокира, тъй като отворите на матрицата се "запечатват" [5,6].

Изискванията към получените гранули са: форма, размери, механична якост, плътност. Към размерните характеристики се отнасят дължината и диаметърът на гранулите. В зависимост от предназначението си, гранулите имат най-често цилиндрична форма с диаметър 1 до 20 mm и дължина от 3 до 30 mm.

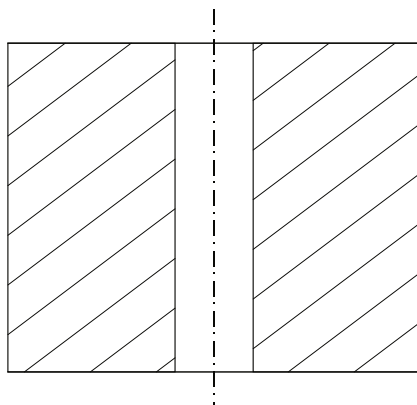
Механична якост на гранулите. При нейното определяне се използват два параметъра – сила на разрушаване и здравина на гранулите. Силата на разрушаване се определя чрез натиск в осево и радиално направление, а здравината на гранулите представлява показател, показващ устойчивостта им срещу натрошаване и разпрашаване [1]. В световната практика е приет **индексът за устойчивост на гранулите** - PDI% (Pellet Durability Index) [9]. Подходяща методика за оценяване на механичната якост на гранулите е разработена от Американската асоциация на инженерите в земеделието - ASABE и е въведена като стандарт S269.4/1991. Механичната якост на гранулите е съотношението в проценти, на масата на запазените цели гранули след въртенето им за определено време, с определена честота на въртене, в барабан със строго определена форма и размери към общата маса на гранулите преди въртенето им. Изискването за такава здравина е продиктувано от необходимостта да се запази във висока степен целостта на гранулите при транспортирането, товаро-разтоварните работи, пакетирането и машинното им разпръскване по полето.

Плътността ρ е масата m на единица обем V от материала в естествено състояние (заедно с порите и празнините, при определена влажност) в kg/m^3 .

Обикновено плътността се определя при сухо състояние на материала, но е възможно и определянето и за материали с произволна влажност, което задължително трябва да бъде посочено. Към параметрите на гранулите се отнасят масата на отделната гранула, плътност на гранулата и обемната маса на съвкупност от гранули.

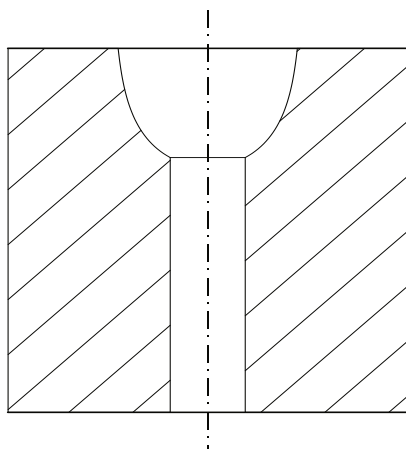
Влияние на вида на каналите на матрицата

На практика в съществуващите машини за гранулиране се използват различни видове канали за матрици, като най разпространените са с цилиндрична форма по цялата си дължина (фиг. 1).

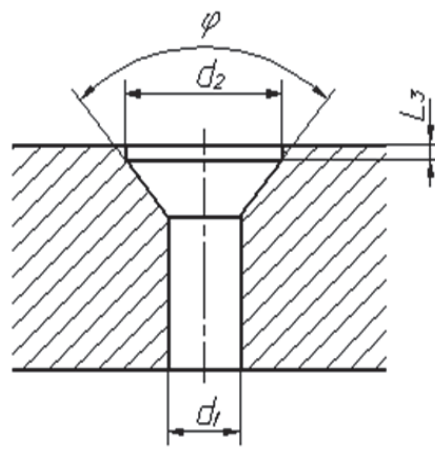


Фиг. 1. Канал с цилиндрична форма

За по-доброто захващане на материала и за по-равномерното му уплътняване е целесъобразно в началото на всеки отвор, на матрицата да се оформи предкамера с параболоидна или конична форма (фиг. 2 и фиг. 3). С предкамерите живото сечение на захващащите отвори се увеличава повече от два пъти и се повишава ефективността на работа на пресоващите ролки. Тъй като изработването на параболоидната предкамера е по-трудно отколкото на конусна, се предпочита матрица с конусни предкамери.



Фиг. 2. Канал с параболоидна предкамера



Фиг. 3. Канал с конична предкамера

Обемът на конусната предкамера се определя от зависимостта

$$V_k = V_{гр} \mu, \quad (1)$$

където V_k е обемът на конусната предкамера, m^3 ;

$V_{гр}$ – обемът на една готова гранула, m^3 ;

μ – степента на уплътняване на материала, зависица от физико-механичните му свойства.

Ако се представи обемът на пресечения конус с геометричните му размери се получава

$$V_k = \frac{1}{3} \pi \left(\frac{d_k^2 - d^2}{4} \right) h_k, \quad (2)$$

където h_k е височината на предкамерата, mm;

d_k - големият диаметър на конусната предкамера, mm;

d - малкият диаметър на конусната предкамера, равен на диаметъра на гранулата, mm.

Обикновено се приема $d_k = 2d$, а височината на цилиндричния канал h е равен на дължината на гранулата l . Тогава

$$V_{\text{Гр}} = \frac{\pi d^2}{4} l \quad (3)$$

Според [7] от гледна точка на максимална механична якост на гранулата се приема

$$l \approx (1,5 \dots 2) d, \quad (4)$$

При $l = 2d$ за $V_{\text{Гр}}$ се получава:

$$V_{\text{Гр}} = \frac{\pi d^2}{4} 2d = \frac{\pi d^3}{2}, \quad (5)$$

Замествайки с известните до тук в израз (3) ще получим:

$$\frac{\pi d^3}{2} \mu = \frac{1}{3} \pi \frac{(2d)^2 - d^2}{4} h_k, \quad (6)$$

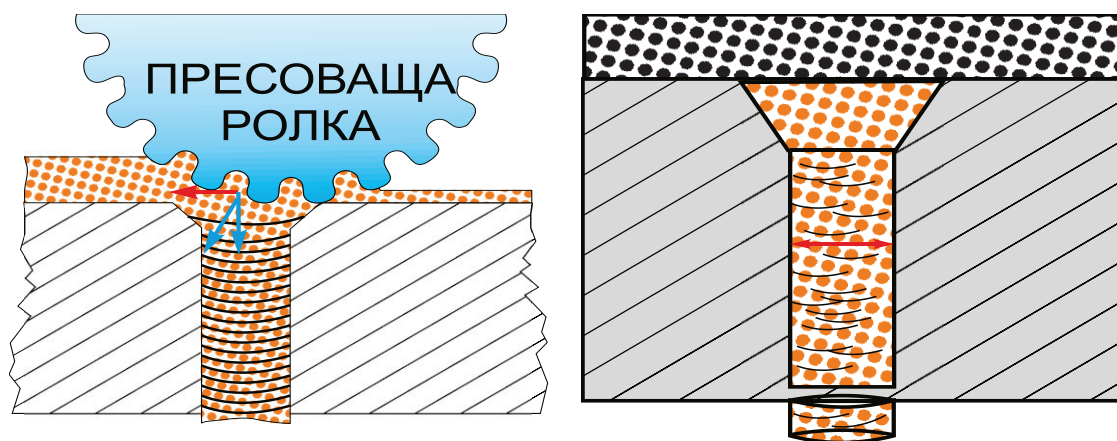
Оттук за височината на предкамерата се получава:

$$h_k = \frac{\frac{\pi d^3}{2} \mu}{\frac{3 \pi d^2}{12}},$$

или

$$h_k = 2d \mu. \quad (7)$$

Дължина на каналите на матрицата. Процесът на образуване на гранулите в гранулятор с плоска матрица може да се раздели на три етапа: захващане и предварително пресоване на материала, пресоване на материала, формиране на гранулата. След захващането на материала от пресоващите ролки под действието на налягането започва предварителното пресоване. Налягането на пресования материал рязко се увеличава, при което частиците влизат в контакт по между си и се сближават една към друга дотолкова, че между тях възникват сили на сцепление. В следващия етап налягането на пресоващите ролки върху материала достига своята максимална величина. Тогава силата на пресоване превишава силата на триене между материала и стените на отворите на матрицата. Материалът започва да преминава от състояние на покой в състояние на движение. Ако в този момент се премахне напрежението (например, се изкара материалът от каналите на матрицата), тогава гранулата ще се разпадне. Под действие на пресоващото налягане насипният материал в каналите на матрицата е подложен на силите на натиск, които са насочени по оста на канала. При този натиск страничното разширение е невъзможно и всяко увеличение на налягането върху материала в това направление предизвиква пропорционално увеличение на налягането на самия материал върху твърдата стена на канала в перпендикулярно направление (фиг. 4).



Фиг. 4. Захващане и пресоване на материала

След това налягането рязко намалява с преместването на частиците в отворите, от които започва да излиза пресован материал с определен диаметър. В трета фаза става формиране на гранулата. Когато пресованият материал, излязъл от отворите на канала на матрицата се среща с нож, който е фиксиран на разстояние определящо зададената дължина от оператора на гранулиращото устройство, се срязват. Поради това, че каналът на матрицата има достатъчна дължина напрежението от отделните точки с течение на времето преминава към целия обем на пресования материал, намиращ се в канала на матрицата като започва релаксация на напрежението. Резултатът от релаксацията е, необратими пластични деформации при които частиците „не пружинират”. Върху качеството на гранулите голямо влияние оказва времето за пребиваване на материала в канала на матрицата. То трябва да е по-голямо от времето за релаксация на напрежението на материала [3,4]. Неспазването на това условие води до намаляване на здравината на гранулите. Плътноста на материала запресован в отворите, е по-голяма от плътността на получените гранули (1,2...1,3 пъти), тъй като гранулите след излизането си от канала на матрицата се разширяват.

Дължината на канала на матрицата зависи от материала за гранулиране, коефициента на триене, влажността на материала, времето за релаксация на напреженията в пресования материал, диаметъра на отвора на матрицата и степента на уплътняване на материала.

За механизиранието разхвърляне (вносяне) по полето на гранулирания птичи тор ще се използват съществуващите машини за торене, от вида на центробежните тороръзпръсквачки. За да се гарантира равномерността и ефективността при торенето, гранулите трябва да имат висока механична якост и да са с минимални размери и форма близка до кубичната. От предварителни наши изследвания е установено, че подходящи размери на гранулите са: диаметър $d = 6 \dots 8 \text{ mm}$ и дължина $l = 10 \dots 15 \text{ mm}$.

Ако ножът за отрязване на гранулата е разположен плътно под хоризонталната матрица, то дължината на цилиндричния канал в матрицата съвпада с дължината на гранулата. Следователно

$$h = l. \quad (8)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основание на направения анализ може да се обобщи следното:

От избора на параметрите на геометрията на отворите на каналите на плоска матрица се определя получаването на гранули с компактна форма и голяма плътност. От плътността на гранулите зависи тяхната здравина и способност за транспортиране и манипулиране. При изработване на канали с конична предкамера ефективността на захващането на материала от пресоващи ролки върху плоска матрица се подобрява, като се увеличава живото сечение на захващащите отвори. Времето, за което уплътненият материал преминава през канала на

матрицата, трябва да е по-голямо от времето за релаксация на напрежението на материала. В противен случай здравината на гранулите намалява. За максимална ефективност на работата на гранулатора количеството материал в една гранула трябва да е равно на количеството материал побрано в предкамерата.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Василева, В. А., Н. Филиповна. Справочник орг. удобрениям, Россельхозиздат, 1984.

[2] Иванов И., Л. Асенов, Г. Стоянов, И. Маринов, В. Георгиев, Г. Капашиков. Изследване на наситняването на торова постеля от бройлери с цел последващо оползотворяване //Механизация и автоматизация в животновъдството, № 2, 2004, стр. 7-9.

[3] Кисиль, Н., Э, Тер-Саркисян. Способы переработки помета. //Комбикорма, № 8, 2007, стр. 48-50.

[4] Корнева, Н., А. Горохов, В. Лысенко. Проект национального стандарта на птичий помет. //Птицеводство, № 9, 2008, стр. 62-64.

[5] Мохов, В., Утилизация помета для получения энергии. //Птицеводство, №2, 2008, стр. 54-55.

[6] Николова, М., А. Йорданова. Справочник за торене. изд. Виденов и син, София, 2000.

[7] Парашкевов, И., Г. Станев. Машини за животновъдството. София, Земиздат, 1995.

[8] Статистически годишник на Република България. Национален статистически институт, С., 2005.

[9] <http://www.Dairyknowledge.in/article/364-pellet-durability-index-pdi>. Pellet durability index (PDI)