

Изследване процеса на гранулиране на отпадна биомаса от лозята

Юрий Енакиев, Любомир Асенов

Research Of The Pelleting Process of Vineyard Plant Residues: Laboratory researches on pelleting grape branches residues were carried out.

Regression equations are derived as a result of these researches, expressing the influence of the moisture of the raw material and the rotation speed of the die over the pellet machine throughput, the power for the process, the energy consumption and the pellet quality (PDI).

The humidity of the material (20%) and the rotation speed of the die (220 min^{-1}) with the lowest energy consumption (kWh/t) for producing pellets of 6 mm holes have been determined.

The pellets with PDI over 90% are produced in all researched factor areas.

Key words: grape branches, pelleting, pilot equipment, vertical die, pellets, humidity of the material, rotation speed, energy consumption, pellet quality (PDI)

ВЪВЕДЕНИЕ

Всяка година, след пролетното изрязване на лозята, остават големи количества отпадна биомаса, състояща се основно от лозови пръчки, която се изнася извън лозовите масиви и се изгаря безполезно [1]. Този материал е с висока топлинна калоричност (почти равна на дъба) и е с ниско пепелно съдържание, което би го направило равностойна горивна суровина, под формата на гранули (пелети), за изгаряне в широко използваните напоследък пелетни горивни съоръжения.

ЦЕЛ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Целта на изследването е да се обосноват основните параметри на процеса на гранулиране на отпадната маса от лозови пръчки.

За управляеми фактори, оказващи съществено влияние на процеса на гранулиране са приети следните величини:

- $X_1 (W)$ – влажност на изходния материал за гранулиране, %;
- $X_2 (n)$ – честота на въртене на матрицата, min^{-1} .

В предварително проведено изследване [2,3] са определени стойностите на факторите: дължина на каналите на матрицата и едрината на изходния материал за гранулиране, с които стойности те участват в настоящето изследване.

За оценка качеството на работа на лабораторната уредба за гранулиране са използвани следните съществени изходни (частни) параметри (показатели):

- $Y_1 (P)$ – необходима мощност за процеса на гранулиране, kW ;
- $Y_2 (Q)$ – производителност на лабораторната уредба за гранулиране, t/h ;
- $Y_3 (P/Q)$ – специфичен разход на енергия за процеса на гранулиране, kWh/t ;
- $Y_4 (\Omega)$ – здравина на гранулите, %.

Оптимизирането на процеса е извършено по параметри: $Y_1 (P)$ – необходима мощност за процеса на гранулиране, $Y_2 (Q)$ – производителност на лабораторната уредба за гранулиране, $Y_3 (P/Q)$ – специфичен разход на енергия за процеса на гранулиране и $Y_4 (\Omega)$ – здравина на гранулите, като е търсен минимум на параметрите Y_1 и Y_3 , и максимум на параметрите Y_2 и Y_4 в областта на изследването.

Проведен е двуфакторен експеримент по план B_2 за изследване областта на оптимума и намиране на оптималните стойности на факторите: $X_1 (W)$ – влажност на материала за гранулиране; $X_2 (n)$ – честота на въртене на матрицата, влияещи върху изследваните параметри (показатели) на процеса.

За провеждане на изследването е използвана лабораторна уредба за гранулиране чрез пресоване през вертикална пръстеновидна матрица с притискаща ролка, създадена в ИПАЗР „Н. Пушкиров”.

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

От проведените предварителни експерименти е установено, че процесът на гранулиране на лозовите пръчки протича стабилно при влажност на изходния материал за гранулиране W от 16 до 20 % и честотата на въртене на матрицата n - от 220 до 340 min^{-1} . Лозовите пръчки са наситнени с чукова фуражомелка, през сито с диаметър на отворите 4 mm, като полученият изходен материал за гранулиране е с максимален размер на частиците a_{max} до 4,5 mm и среден размер a_{cp} - 2,0-2,2 mm [1].

Използвана е матрица с диаметърът на каналите d_k – 6 mm и дължина на каналите L – 15 mm, при която са получени най-добри енергетични и качествени показатели при предварителните експерименти.

Получените експериментални резултати са показани в табл.1.

Таблица 1

План на експеримента и стойности на параметрите при гранулиране на лозови пръчки

№	План на експеримента				Стойности на изследваните параметри			
	Управляеми фактори в кодиран вид		Управляеми фактори в натурален вид		Необходима мощност, kW	Производителност, t/h	Специфичен разход на енергия, kWh/t	Здравина на гранулите, %
	X_1	X_2	$X_1, \%$	X_2, min				
1	1	1	20	340	2,02	0,0080	256	93,4
2	-1	1	16	340	2,25	0,0086	261	96,0
3	1	-1	20	220	2,00	0,0148	135	92,0
4	-1	-1	16	220	2,10	0,0104	202	95,9
5	1	0	20	280	2,09	0,0119	177	92,4
6	-1	0	16	280	2,25	0,0096	234	95,7
7	0	1	18	340	2,26	0,0090	249	95,0
8	0	-1	18	220	2,14	0,0151	143	95,5
9	0	0	18	280	2,12	0,0114	186	95,2

Извършената проверка за адекватност показва, че изведените регресионни уравнения описват с достатъчна точност изследвания процес. Те имат следния вид:

- необходима мощност за процеса на гранулиране:

$$Y_1 = 2,19 - 0,08x_1 + 0,05x_2 - 0,03x_1x_2 - 0,06x_1^2 - 0,03x_2^2 \quad (1)$$

- производителност:

$$Y_2 = 11,90 + 1,01x_1 - 2,44x_2 - 1,25x_1x_2 - 1,31x_1^2 - 0,03x_2^2 \quad (2)$$

- специфичен разход на енергия за процеса на гранулиране:

$$Y_3 = 186,78 - 21,44x_1 + 47,50x_2 + 15,25x_1x_2 + 18x_1^2 + 8,83x_2^2 \quad (3)$$

- здравина на гранулите:

$$Y_4 = 95,10 - 1,63x_1 + 0,17x_2 + 0,33x_1x_2 - x_1^2 + 0,2x_2^2 \quad (4)$$

Получените оптимални стойности на факторите в кодиран и натурален вид и на целевите параметри, са дадени в табл. 2.

Таблица 2

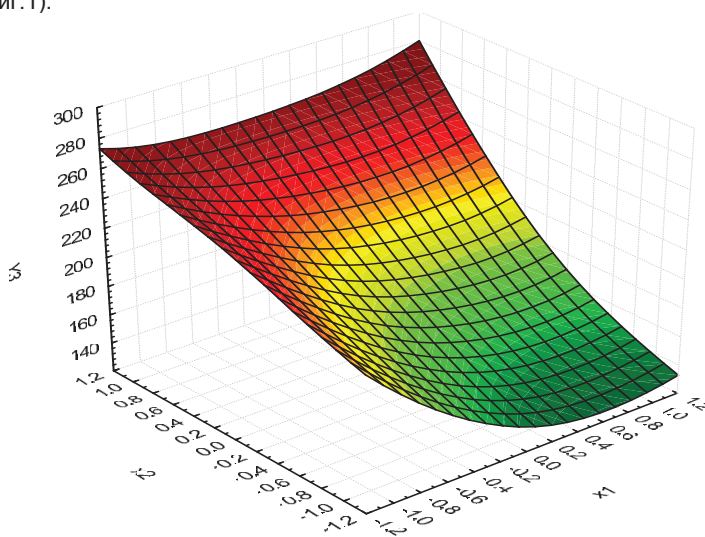
Оптимални стойности на факторите по частни критерии на оптимизация

Целеви параметри Y_i	Екстремална стойност на целевия параметър	Оптимални стойности на фактори			
		В кодиран вид		В натурален вид	
		X_1	X_2	$X_1, \%$	X_2, min^{-1}
$Y_1 min$	1,285 kW	1	1	20	340

$Y_2 \max$	0,0153 t/h	0,861	-1	19,72	220
$Y_3 \min$	129 kWh/t	1	-1	20	220
$Y_4 \max$	96,1%	-0,979	-1	16.04	220

Чрез повърхнините на отклика на фиг.1 и фиг.2 е показано съвместното влияние на влажността на изходния материал за гранулиране и честота на въртене на матрицата върху специфичния разход на енергия и здравината на гранулите.

С намаляване на честотата на въртене на матрицата и увеличаване на влажността на материала в изследвания интервал намалява разходът на енергия за процеса (фиг.1).



Фиг.1. Влияние на влажността на изходния материал за гранулиране X_1 (W от 16 до 20 %) и честотата на въртене на матрицата X_2 (n от 220 до 340 min^{-1}) върху специфичния разход на енергия P/Q

Дължи се основно на намаляването на необходимата мощност за задвижване и нарастването на производителността на уредбата за гранулиране, вследствие на намаляване на триенето, респективно съпротивлението в каналите на матрицата при образуването на гранулите и по-бързото им преминаване през тях.

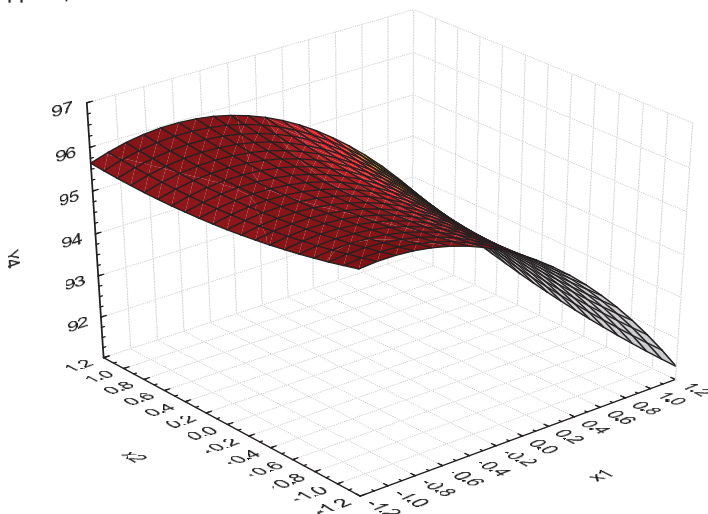
Повърхнината на отклика показва, че честотата на въртене на матрицата влияе по-силно върху разхода на енергия от влажността на материала.

Влиянието на нарастването на влажността на материала за намаляване на разхода на енергия е чувствително при ниските стойности на честотата на въртене. Това влияние намалява с увеличаване на честотата на въртене и е почти незначително при най-високата честота – 340 min^{-1} .

Най-голяма здравина на гранулите 96% се получава при най-ниските стойности на двата фактора (влажност на материала 16% и честота на въртене на матрицата 220 min^{-1} (фиг. 2). Факторът влажност оказва съществено влияние върху здравината на гранулите. С нарастването му се забелязва намаляване на здравината до 92 %. В изследваната област честота на въртене не оказва съществено влияние на здравината на гранулите.

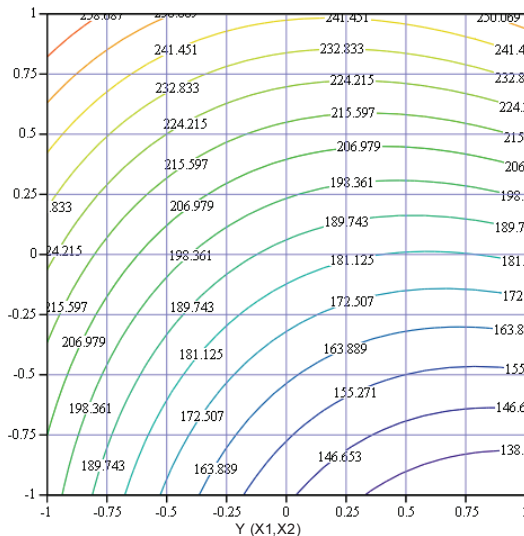
Проведените измервания на здравината на гранулите Y_4 в настоящето изследване, показват, че тя е около 92 - 96 %, което е напълно приемливо за извършване

на транспортни манипулации с тях и изгарянето им при минимално съдържание на прахова фракция.



Фиг.2. Влияние на влажността на изходния материал за гранулиране X_1 (W от 16 до 20 %) и честотата на въртене на матрицата X_2 (n от 220 до 340 min^{-1}) върху здравината на гранулите Ω

На фиг.3 са показани линиите на еднакъв отклик на специфичния разход на енергия. Тези линии имат важно практическо значение, защото спомагат за избор на различни стойности на управляемите фактори X_1 и X_2 за постигане на определени резултати.



Фиг. 3. Линии на еднакъв специфичен разход на енергия P/Q на лабораторната уредба за гранулиране при изменение на влажността на материала X_1 (W от 16 до 20%) и честотата на въртене на матрицата X_2 (n от 220 до 340 min^{-1})

Например, при икономическия анализ на производството може да се окаже, че е по-изгодно изходният материал да бъде гранулиран при висока влажност, при което ще се спести повече енергия за гранулирането на гранулите в сравнение с увеличаването на енергията за изсушаването им. Тогава от линиите на еднакъв отклик (фиг.3) може да се подбере, при една и съща влажност на материала необходимия специфичен разход на енергия и съответната честота на въртене на матрицата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведеното изследване дава основание да се направят следните изводи:

1. Изследван е процесът на гранулиране на отпадната маса от лозови пръчки с лабораторна уредба по метода на пресоване с ролка през вертикална пръстеновидна матрица.

2. Изведени са регресионни уравнения, описващи взаимодействието на факторите влажност на материала и честота на въртене на матрицата върху изследваните параметри на процеса на гранулиране.

3. Най-висока производителност 0,0153 *t/h* и най-нисък специфичен разход на енергия 129 *kWh/t* са получени при влажност материала за гранулиране 20 % и честота на въртене на матрицата между 220 *min⁻¹*.

4. В изследваната област на изменение на управляемите фактори са произведени гранули с диаметър 6 *mm* и здравина на гранулите между 92 и 96 %, което гарантира минималното съдържание на прахова фракция на този горивен материал.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аграрен доклад 2010 година на МЗХ, отдел „Агростатистика“
- [2] Асенов Л., И. Иванов, Ю.Енакиев. Предварително изследване за гранулиране на растителни остатъци. Сп. Селскостопанска техника, №4, 2011, София. стр.11-15.
- [3] Fairfield, D. A., Pelleting for Profit. „Feed and Feeding Digest“. Volume 54, Number 6, november 13, 2003.

За контакти:

Гл. асист. инж. Юрий Енакиев, ИПАЗР „Н. Пушкиров“ –София,
Тел.: 02/8929330– служебен, 0889578343 – мобилен
e-mail: yenakiev@yahoo.co.uk.

Докладът е рецензиран.