Зорица Б. Глуваков¹, Славица С. Првуловић², Миладин Ј. Бркић¹

¹Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, Србија

²Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, Србија

Анализа облика отвора на прстенастим матрицама преса за пелетирање биомасе

Стручни рад

У раду су описани технолошки поступци пресовања уситњене биомасе и анализиране су различите форме и димензије отвора на матрицама преса за пелетирање у зависности од врсте сировине за пресовање. Матрице могу бити равне и прстенасте, а облици отвора на њима конусни, квадратни, цилиндрични и овални. Димензије отвора на матрицама по дужини канала могу бити константне и променљиве. Отвор на улазу у канал може бити проширен да би се избегло нагомилавање материјала на улазу у канал, тј. да би се смањио отпор материјала при пресовању. Однос пречника и дужине канала за пресовање одређује степен сабијености материјала. Такође, проширење излазног дела канала има за циљ да смањи отпор пресовања материјала. Облици и величине канала на површини ваљака за сабијање биомасе зависе од врсте и ситња сировине за пресовање. Констатировано је да се поједине врсте биљног материјала различито пресују и да самим тим захтевају различите конструкционе карактеристике матрица за пресовање биомасе.

Кључне речи: биомаса, енергетски пелети, матрице за пелетирање, конструкционе карактеристике

Увод

После евентуалног сушења, уситњавања и кондиционарања сировине, обавља се процес пелетирања биомасе на пелет преси [1, 2]. Технологија производње пелета изворно произилази из индустријске производње сточне хране. Прилагођавањем технологије пелетирања уситњене сировине, ради производње енергетских пелета у облику одговарајуће форме, величине отпреска и садржаја влаге, могуће је произвести хомогено биогориво од отпадака дрвета или пољопривредне биомасе [3–5]. Опрема за производњу енергетских пелета, такође, потиче од опреме за индустријску производњу сточне хране, тј. од преса за сточну храну, чији су параметри оптимизирани и које су направљене од материјала одговарајуће чврстоће.

* Одговорни аутор; електронска адреса: prvulovicslavica@yahoo.com

Најважнији радни елемент преса за пелетирање биомасе је матрица са притисним ваљцима. Постоје два типа матрица: прстенасте и равне. Код прстенасте матрице сировина се доводи одозго, убацује се у средишњи део прстенасте матрице, пада преко ваљака на матрицу, који сировину потискују радијално (бочно) кроз отворе матрице. Сировина излази сабијена из отвора матрице екструзијом (истискивањем). Матрица може да буде постављена вертикално или хоризонтално [6, 7]. Код равне матрице сировина пада одозго, преко ваљака, на матрицу и бива потиснута ваљцима кроз отворе у матрици излазећи из њих истискивањем. Матрица је у оба случаја постављена хоризонтално.

Слика 1. Графички приказ потискивања сировине кроз канал матрице пелетирке [2]

За процес пресовања сировине најважнији алати пресе су матрица, ваљци и нож за отсецање пелета. Сировина улази у простор за напајање (пресовање) и подједнако треба да буде раздељена по отворима матрице (сл. 1). На матрици се ствара „тепих“ (танак слој) од сировине окретањем ваљака или матрице. Преко танког слоја окрећу се ваљци притискивачи и стварају сабијен, згуснут слој сировине. Код прекомерног котрљања ваљака ствара се снажан притисак и долази до зачепљења отвора у матрици. Због тога, ваљци морају имати одговарајућу периферну брзину окретања. Из матрице излази бесконачна нит сировине,

која се пресеца ножем на жељену дужину. Ножеви могу бити постављени стационарно или да буду покретни у зависности од тога да ли се окреће или се не окреће матрица. На тај начин настају пелете.

Важне карактеристичне величине у производњи пелета су однос пресовања, број рупа у матрици и употреба отворене унутрашње површине матрице без обзира на прилике, тј. могућност приступа. Код односа пресовања подразумева се однос између дужине канала (отвора матрице) за пресовање материјала и пресека избушене рупе, тј. пречника отвора матрице, као карактеристичне величине ($O_p = l/d$). Однос пресовања одређен је и у зависности од врсте сировине за пресовање, да би се у каналу за пресовање створиле одговарајуће силе трења.

Однос пресовања зависи од карактеристичних димензија отвора матрице и врсте сировине, да би се на тај начин произвео квалитетан (чврст) пелет и постигао жељени учинак (производност) пресе. Да би пресек избушених рупа био у чврстом односу са жељеним пресеком пелета, може да се варира однос пресовања само преко дужине канала за пресовање (тј. дебљине матрице). Сировина са малом снагом везивања захтева дуже канале за пресовање и обрнуто, сировина са великом снагом везивања захтева краће канале за пресовање. Температура сировине у каналу за пресовање расте са повећањем дужине канала за пресовање, при чему се повећава тврдоћа пелета. По правилу матрице су конципиране тачно за одређену врсту

сировине и не могу да се користе за другу врсту сировина. Параметри пресовања за једну одређену врсту сировине су: дебљина матрице, дужина канала за пресовање, број форми и пресек отвора, ширина пута за кретање ваљака за пресовање, број ваљака за пресовање, пресек, ширина и спољна површина ваљака, облик ваљака за пресовање (цилиндрични или конусни) код пресе са равном матрицом, тип канала на површини ваљака (рупичасти, линеарни и др.), итд.

Број ваљака може да буде два, три или четири. Број отвора у матрици, а тиме употреба-располагање са сталним отвореним површинама отвора утиче на производност пресе. Предуслов за добро и квалитетно пелетирање јесте континуирано храњење пресе са хомогеном сировином, довољно уситњеном, са константним садржајем влаге, која за одређену врсту пресе и конкретну дрвенасту сировину износи између 8 и 13%. Код пресовања остатка пољопривредне биомасе садржај влаге у сировини може да буде нешто већи од 10 до 15%.

Циљ овог рада јесте да анализира облик и димензије алата за пресовање биомасе у зависности од врсте, структуре, уситњености и садржаја влаге биомасе, ради дефинисања потребних константних параметара за ефикасну производњу енергетских пелета.

Пресе за пелетирање са прстенастом матрицом

Данас су највише заступљене пресе за пелетирање са прстенастим матрицама, мада је израда тих матрица изузетно тешка, посебно ако је реч о квалитету челика и термичкој обради, с обзиром да настају додатне деформације прстена, услед унутрашњих напрезања материјала. Стога се радије користе дискосне (равне) матрице са челичним ваљцима, посебно када су у питању пелете пречника до 20 мм и дужине 30 до 50 mm.

На сл. 2 приказани су конструкциони параметри отвора у прстенастој матрици фирме „General Dies” из Италије [8].

На сл. 3 приказани су уздужни пресеци отвора на прстенастим матрицама, при пелетирању биомасе (цилиндрични, конусни, квадратни, овални и заобљени улазни или излазни део отвора), [9]. Улазни или излазни део отвора се углавном проширује да би се смањио отпор при изласку материјала из канала матрице.

Да би се постојаност пелета очувала, материјал треба да има садржај влаге до 14%. Осим пелетирања репних резанаца врши се и пелетирање сена, сламе и луцеркиног брашна. Поред стационарних уређаја урађени су и покретни уређаји. Данас се пелетирање биомасе обавља без везивних средстава.

На сл. 4 приказани су конструкциони параметри отвора прстенасте матрице према Литванској компанији JSC „Radviliskis machine factory” из Радвилискиса, у кооперацији са италијанском фирмом Faktori S. A. S., из Мерате [10]. Са слике се види да излазни канал може као

Слика 2. Прстенаста матрица
„General Dies” ID – унутрашњи пречник,
W – радни опсег, O – дебљина

Слика 3. Различити облици и димензије отвора на прстенастој матрици „Mayang“ [9]

(1 – конусни улаз, 2 – равна рупа,
3 – проширени излаз из рупе,
4 – компресиони тити проширене рупе,
5 – конусни излаз из рупе, 6 – конусни улаз у
рупу, 7 – брушени жлеб)

матрице. Маса пресе је око 3 t, а матрице око 150 kg. Након уласка уситњеног материјала у кош пелетирке, неопходно је исти помоћу кондиционера влажити да би се остварило компактније пелетирање. Матрица је прстенаста са два потисна ваљка. Димензије матрице су 500 100 70 mm. Прстенаста матрица се окреће, а ваљци за потискивање масе кроз отворе на матрици стоје. Радна температура прстенасте матрице је око 130 °C. Учинак пресе је 400 kg/h енергетских пелета од сламе. На сл. 7 је приказан уздужни пресек отвора матрице.

да буде конусног облика (а) или конусног облика који прелази у цилиндричан (б), да се пелет не би расипао услед експанзије у конусу.

На сл. 5 приказани су конструкциони параметри отвора у прстенастој матрици фирме „General Dies“ из Италије [8]. На сл. 6(а) и 6(б) приказани су конструкциони параметри отвора у прстенастој матрици фирме „Feed Mashinery and Equipment“ из Аустралије [11].

Преса за пелетирање биомасе СРМ у погону „Еко пелет“ у Бачком Петровцу [1] је стабилне конструкције, коју чине кош, пужни транспортер-изузимач, кондиционер, дозатор и радни алат

Слика 4. Конструкциони параметри отвора матрице „Radviliskis machine factory“

d – пречник ђелетце, L – ефективна дужина, Du – унутрашњи пречник прстенасте матрице, D – пречник отвора на улазу, ϕ – угао отвора на улазу, T – укупна дебелина матрице, l – дужина шрења, X – дубина прошивзагушења отвора на улазу (прошивзагушење), B – угао отвора за прошивзагушење, A – пречник отвора за прошивзагушење, компресиони однос – D^2/d^2 , однос шрења – l/d^2)

Слика 5. Попречни пресек горњег дела прстенасте матрице „General Dies”
 (d_1 – пречник ошвора на излазу,
 $\%i$ – конусни ошвор на излазу, d_s – пречник ошвора за сабијање
 (1), (2), (3) – различити облици ошвора)

Слика 7. Уздужни пресек отвора прстенасте матрице „Еко пелет”

Кроз конусни отвор (сл. 7а) улази уситњена маса потискивана са ваљцима. У конусу се сабија маса. Даље сабијање (компресија) обавља се у суженом отвору матрице ($\varnothing 6$, $\varnothing 7$, $\varnothing 8$ mm), зависно од потребног пречника отвора. После овог отвора, маса долази до проширеног пресека отвора ($\varnothing 6,5$; $\varnothing 7,5$; $\varnothing 8,5$ mm), где она експандује, растерећује се притисак у маси и пелет лакше излази из отвора. Овај облик отвора одговара за производњу пелета од сламе [3]. На сл. 7(б) дужина канала за сабијање материјала је већа за 10 mm, што одговара сабијању лакших материјала

Ваљци (точкови) за пресовање

Облици и величине канала на површини ваљака зависе од врсте и стања сировине за пресовање. Крупније уситњена сировина захтева израженију рељефну површину ваљка, да би дошло до делимичног уситњавања сировине, као нис позитивне појаве. На сл. 8 приказани су облици и величине канала на ваљцима фирме „General Dies” из Италије [8].

Слика 6. Попречни пресек доњег дела прстенасте матрице „Feed Mashinery and Equipment”

(а) D – пречник ошвора, W – радни опсег,
 O – дебљина, L – ефективна дужина,
 R – распоређење, T – укупна дебљина,
 E – пречник или ширина ошвора на излазу;
 (б) D – пречник ошвора, W – радни опсег,
 O – дебљина, I – пречник ошвора на улазу,
 C – угао конуса, L – ефективна дужина,
 N – дубина проширења, T – укупна
 дебљина, F – штопална дубина)

Слика 8. Облици и величине канала на ваљцима „General Dies”

Закључак

На основу анализе конструкционих карактеристика опреме за пелетирање биомасе (алата за пресовање), тј. облика и димензија отвора на матрицама и технолошких поступака пресовања уситњене биомасе на прстенастим матрицама, може се закључити:

- облици отвора на матрицама могу бити цилиндрични, квадратни, конусни и овални,
- димензије отвора по дужини канала могу бити константне и променљиве,
- отвор на улазу у канал може бити проширен да би се избегло нагомилавање материјала на улазу у канал, тј. да би се смањио отпор материјала при пресовању,
- дужина канала одређује степен сабијености материјала,
- проширење излазног дела канала има за циљ да смањи отпор пресовања материјала,
- ваљци за пресовање имају различиту конфигурацију површине у зависности од врсте материјала за пресовање, крупнији материјал захтева израженију конфигурацију,
- установљено је да се поједине врсте биљног материјала различито пресују и због тога захтевају одговарајуће конструкционе параметре за пресовање,
- лакше се пресује пиљевина од дрвета, влакнасти материјал, а теже се пресују остаци од пољопривредне биомасе, кабасте, неуједначене структуре и уситњености, са мање влакана и са повећаним садржајем влаге, и
- пресува биомаса се тешко пресује, па је потребно сировину претходно кондиционирати (влажити).

Захвалност

Резултати приказани у овом раду су део истраживања на пројекту МНТР бр. III-42011 који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Литература

- [1] Бркић, М., Глуваков, З., Јањић, Т., Анализа процеса производње енергетских пелета од биомасе, *Савремена пољопривредна техника*, 37 (2011), 2, 203-212
- [2] Alakangas, E., Paju, P., Wood Pellets in Finland, Technology, Economy and Market, OPET 5 report, VTT Technical Research Centre of Finland: Espoo, 2002
- [3] Бркић, М., Јањић, Т., Брикетирање и пелетирање биомасе, монографија, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2009
- [4] Prvulović, S., *et al.*, Methods for Determination of Biomass Energy Pellets Quality, *Energy and Fuels*, 28 (2014), 3, 2013-2018
- [5] Tolmač, J., *et al.*, Rational Use of Agricultural Biomass for Heat Production, *Proceedings, Bioenergy and Other Renewable Technologies and Systems*, Krakow, September 16-18, 2013, 231-235
- [6] Бркић, М., Јањић, Т., Глуваков, З., Облици и величине отвора на матрицама пелетирки у зависности од врсте сировине за пресовање, *Зборник радова, Међународна научно-стручне конференције: Обновљиви и расположиви извори енергије*, ММА, Нови Сад – Андрушево, 2012, 122-129
- [7] Obenberger, I., The, G., Herstellung und Enegetische Nützung Von Pellets, Institut für Prozesstechnik, Technische Universität Graz, Österreich, 2009, 360
- [8] ***, General Dies, 2012, Prospektni material, Italija, (www.generaldies.com)
- [9] ***, Muiyang, Kina, 2013, <http://muiyangbiz.en.alibaba.com/product/>
- [10] ***, JSC Radviliskis Machine Factory Radviliskis, Kaunas, Lithuania (www.factory.lt)
- [11] ***, Feed Machinery and Equipment, Scoresby, Victoria, Australija (www.feedmachinery.com)

Abstract

Analysis of Shape Opening on the Ring of the Matrix Biomass Pellet Press

by

Zorica GLUVAKOV¹, Slavica PRVULOVIĆ^{2*}, and Miladin BRKIĆ¹

¹Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia

²Technical Faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia

This paper describes the technological process of pressing pulverized biomass and analyzed different forms and dimensions of the hole in the matrix pelleting presses depending on the type of raw material for molding. Matrices may be flat and annular, and forms openings on their conical, square, oval, and cylinder. Dimensions of the matrix along the length of the channel can be constant and variable. The opening of the mouth of the channel can be extended in order to avoid build-up of material at the entrance of the channel, *i. e.* to reduce the resistance of the material in the pressing. The ratio of the diameter and length of the channel to determine the degree of compression molding material. Also, the extension of the output section of the canal is intended to reduce the resistance of molding materials. Shapes and sizes of the channel on the surface of the rollers for compacting biomass depending on the type and condition of the raw material for molding. It was noted that certain types of plant material compressed differently and therefore require different structural characteristics matrix for pressing biomass.

Key words: *biomass, energy pellets, pellet matrix, structural characteristics*

* Corresponding author; e-mail: prvuloviclavica@yahoo.com

Рад примљен: 7. јуна 2014

Рад ревидиран: 27. децембра 2014

Рад прихваћен: 3. октобра 2014