

Моделювання навантажень в системі приводу валкового пресу на прикладі пресу для брикетування бурого вугілля

Міхал Бембенек

AGH Науково-технічний університет, Краків, Польща

Received: 12 October 2018 / Accepted: 23 November 2018

***Анотація.** Дрібнозернисті або пилоподібні матеріали часто необхідно об'єднати в форму великих брил. Це необхідно для підвищення зручності користування цією сировиною або для підготовки її до обробки відповідною технологією, наприклад, для її утилізації. Прикладом цього може бути об'єднання бурого вугілля. У Європі є багаті ресурси цієї сировини. Брикетування цієї енергетичної сировини покращує його придатність до застосування. Буре вугілля у формі брикету може використовуватися для виробництва енергії - переважно електроенергії, а також тепла. З технічних та економічних причин це викликає велике зацікавлення. Одним із найбільш вигідних методів об'єднання є агломерація, проведена у валковому пресі. При конструюванні або виборі цих пристроїв для забезпечення належних параметрів брикетів і заданої потужності преса необхідно правильно побудувати систему ущільнення. Це передбачає забезпечення необхідною енергією, що повинна надаватися приводною системою. Неправильний підбір необхідної потужності двигуна може вплинути на процес брикетування, потужність якого може бути занадто низькою для забезпечення належного брикетування або занадто високою, що в свою чергу створює непотрібні інвестиційні витрати. У статті представлено аналіз впливу матеріалу і об'єму брикету на навантаження системи приводу з заданою потужністю пресу.*

***Ключові слова:** брикетування, брикет, паливо, валковий прес, система приводу*

Вступ

Валковий прес призначений для агломерації різних дрібнозернистих матеріалів та їх сумішей [1, 2]. Це особливо підходить для переробки або утилізації певних дрібнозернистих відходів. Хорошим прикладом є злиття дрібнозернистого кам'яного вугілля, особливо з високоякісними параметрами, що з одного боку, робить вугілля правильної форми придатним до використання, а з іншого боку - керує його дрібнозернистою фракцією [3, 4]. Те саме стосується і бурого вугілля [5, 6, 7]. Його дрібнозернисті характеристики дозволяють використовувати його лише після того, як йому буде надано форму брикету. Сучасне обладнання для виробництва вугільних брикетів дає можливість отримати брикет будь-якого об'єму.

Для отримання брикетів необхідної форми і якості, потрібно підібрати систему приводу, для забезпечення надійної її продуктивності. Ця проблема найчастіше виникає на етапі побудови або вибору правильного валкового преса. Системи приводу валкових пресів мають різну конструкцію, залежно від роботи всього пристрою. Приводи валкових пресів складаються з типових механічних елементів, таких як:

- зубчаста передача, пасова та інші,
- вали,
- двигуни.

Під час брикетування дрібнозернистих матеріалів у валкових пресах необхідно створювати високий крутний момент на робочих валах. Від цього залежать навантаження, які виникають в системі приводу під впливом матеріалу і об'ємом брикету.

Вихідні дані для розрахунку навантажень в системі приводу

Процес формування в валковому пресі залежить від багатьох показників. До них належать, перш за все, тип матеріалу, вологість, мінімальний тиск, необхідний для ущільнення, а також необхідна продуктивність, тощо [8]. Основним чинником, що впливає на формування брикетів, є об'єм брикету та вологість матеріалу. Від об'єму залежить сила тиску та потужність двигуна, які впливають на діаметр формуючих валів та кількість

рядів формуючих порожнин. Вплив конструктивних особливостей на параметри процесу брикетування буде представлено на прикладі бурого вугілля.

При розрахунку навантажень, насамперед, необхідно мати задані вихідні дані, а саме:

- лінійну швидкість формуючих валів, яка зазвичай становить від 0,1 до 0,5 [м/с];
- продуктивність пресу,
- об'єм брикету і кількість брикетів на робочих валах,
- щільність матеріалу в комбінованій формі

Обчислення об'єму брикету проводиться на основі підібраних і змодельованих розмірів у середовищі типу CAD на прикладі SolidWorks (рис. 1).

Оскільки, буре вугілля належить до групи матеріалів, важких до брикетування, то у даному випадку, в валковому пресі необхідно використовувати асиметричну систему ущільнення для виробництва брикетів без так званої плоскості поділу у формі сідла [9, 10, 11, 12].

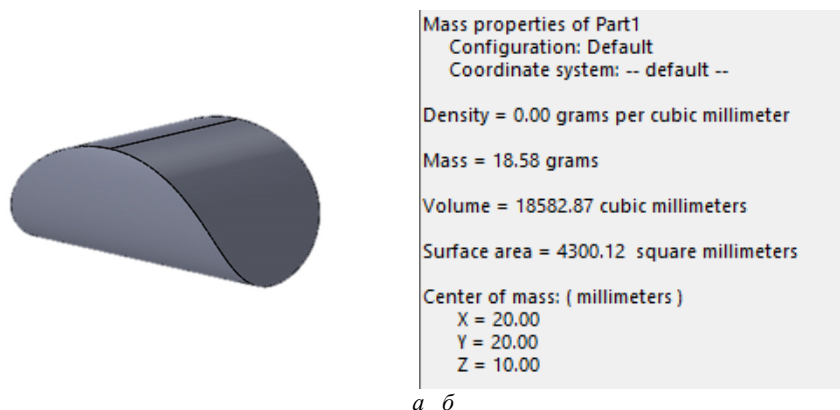


Рис. 1. Модель брикету в формі сідла (а), властивості моделі (б)

Густина бурого вугілля становить 1 [г/см³], тому вага брикетів буде дорівнювати їх об'єму.

Визначення кількості порожнин брикетів в одному ряду формуючого валу для різних діаметрів проводиться за формулою (1.1):

$$N_{brk} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)}{l_{brk+z}} [\text{шт}] \quad (1.1)$$

де:

D - діаметр робочого валу, [м],

l_{brk} - розмір брикету [м],

z - зазор між брикетами [м].

Розрахунок частоти обертання робочого валу проводиться за формулою (1.2):

$$n_h = \left(\frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D}\right) \cdot 60 \left[\frac{\text{об.}}{\text{год}}\right] \quad (1.2)$$

де:

D - діаметр робочого валу [м],

v - швидкість валкового пресу [м/с].

Наведені вище формули, дають змогу вирахувати продуктивність одного робочого валу, яка розраховується за формулою (1.3):

$$P = F_{brk} \cdot N_{brk} \cdot n_h [\text{кг} / \text{год}] \quad (1.3)$$

де:

F_{brk} - маса брикету [кг],

N_{brk} - кількість брикетів в одному ряді [шт],

n_h - частота обертання [об/год].

Для забезпечення заданої продуктивності проводиться розрахунок кількості рядів робочих валів за формулою (1.4):

$$N_r = \frac{P_{зад.}}{P} \quad (1.4)$$

де:

$P_{зад.}$ - задана продуктивність пресу [кг/год],

P - продуктивність робочого валу [кг/год].

Наведені вище формули, дають змогу провести аналіз симуляції навантажень системи приводу валкового пресу для брикетування бурого вугілля в програмі «Prasa».

Математична модель та програма комп'ютерного моделювання процесу брикетування в валковому пресі

Комп'ютерну програму для розрахунку навантажень робочої системи розроблено в Гірничо-металургійній академії імені Станіслава Сташиця в м. Краків.

Програма моделювання процесу брикетування дрібнозернистого матеріалу заснована на математичній моделі д-р. т. наук Марка Гриневича [13]. Математична модель розроблена для спрощених систем ущільнення та описана нижче.

Розвиток математичної моделі [13] процесу брикетування у валковому пресі передувало ідеалізації реальної фізичної ситуації. Брикетування замінювалося прокатом сипучого середовища, вводячи так зване "Запасне розташування валів". На рисунку 2 показана схема ідеалізації системи стиснення валкового преса. У ній виділяються 4 зони: засип (I), заповнення (II), ущільнення (III) та розширення зворотного зв'язку (IV). Порівнюючи загальний (1.5) об'єм формувальних порожнин на робочих поверхнях з брикетним валом з об'ємом плоскої нитки, в замісну систему, було отримано зв'язок, що виражає зв'язок між радіусами валів в реальній і заміній системі.

$$R_0 = \sqrt{R^2 - \frac{kV_b}{2\pi B}} \quad (1.5)$$

де:

R_0 – радіус валів в системі заміни,
 R – фактичний радіус валів,
 k – кількість заглиблень робочого валу,
 V_b – об'єм брикету,
 B – ширина валу.

Крім того, були прийняті наступні спрощувальні припущення:

- основні фактори, що впливають на процес брикетування, створюються наступним набором:

$$\Phi = \{R, V_b, a, \alpha_0, \vartheta_{(s,w)}, \mu_{(s,w)}\} \quad (1.6)$$

де:

a – ширина зазору між валами у фактичній системі ущільнення,
 α_0 – кут зчеплення,
 ϑ – опір ущільнення,
 μ – коефіцієнт зовнішнього тертя,
 s – ступінь ущільнення брикетованого матеріалу,
 w – вміст вологи в брикетованому матеріалі.

- брикетований матеріал є однорідним і показує ізотропні властивості, що виникають внаслідок випадкового розташування зерен,
- брикетування дрібнозернистого матеріалу у валковому пресі відбувається в умовах плоскої деформації.

Використовуючи метод тонкої секції, елемент об'єму брикетованого матеріалу відділявся в зоні ущільнення (рис. 2): бічні поверхні валів, їх ущільнення та дві площини, перпендикулярні до напрямку руху матеріалу, нескінченно малі значення dy .

Для визначення співвідношення силових одиниць та напружень, що виникають на поверхні відокремленого елемента, використовувався стан рівноваги сил, що діють на нього, та отримали таке рівняння [13]:

$$h_y d\sigma_y + \sigma_y dh_y - p_y dh_y + t_y \frac{dh_y}{\operatorname{tg} \alpha_y} = 0 \quad (1.7)$$

де:

h_y – відстань між валами на рівні кута α_y ,
 α_y – кут ущільнення,
 σ_y – середнє нормальне напруження,
 t_y – сила тертя.

Для того, щоб привести рівняння (1.7) до остаточної форми, необхідно було визначити співвідношення між p_y і σ_y та p_y і t_y . Сила тертя, що діє на поверхні валів, виражається одиничним тиском p_y та коефіцієнтом зовнішнього тертя μ , який є змінно-залежним від ступеня стискування та вологості брикетованого матеріалу:

$$t_y = \mu_{(s,w)} p_y \quad (1.8)$$

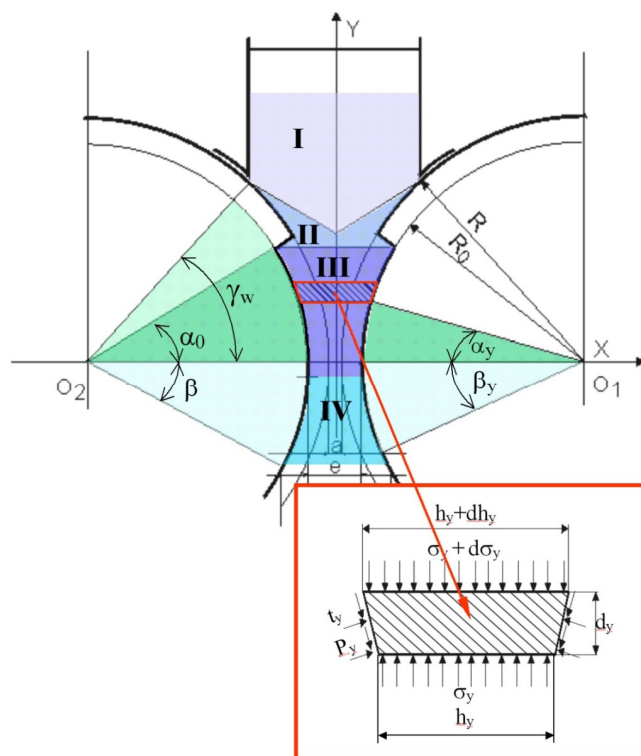


Рис. 2. Діаграма ідеалізації системи стискування валкових пресів:

I - засип, II – заповнення, III - ущільнення, IV - розширення зворотного зв'язку [13], кут нахилу α_0 - кут нахилу, α_y - кут ущільнення, β - кут, що визначає зону розширення брикетування, кут розширення β_y - брикету, γ_w - кут, який визначає початок зони подачі матеріалу, σ_y - середнє нормальне напруження, a - ширина зазору між валами у фактичній системі ущільнення, e - ширина зазору між валами в системі заміни пресу, h_y - відстань між валками під кутом α_y , t_y - сила тертя, p_y - одиничний тиск, який впливає на брикетований матеріал у центральній зоні формувальної порожнини, R_0 - радіус ролонів в системі заміщення ущільнення, R - фактичний радіус валів

Важливою проблемою було встановлення зв'язку між одиничним тиском p_y та середнім нормальним напруженням σ_y . У теорії металопрокату та їх порошоків для цієї мети застосовуються умови пластичності, сформульовані Губером і Мізесом або Треска. Слідуючи умовам Треска і враховуючи те, що:

- ущільнення дрібнозернистого матеріалу в валковому пресі відбувається в умовах плоского стану деформації,
- основну інформацію про властивості потовщеного середовища отримують при випробуванні на брикетування в замкнутій матриці,
- у випадку брикетування дрібного матеріалу в валковому пресі було запропоновано таку форму стану пластичності:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \vartheta \quad (1.9)$$

де:

σ_1, σ_2 – головне напруження,

ϑ – опір ущільнення.

Опір ущільнення за типом ϑ був визначений як змінний в залежності від ступеня стискування та вологості брикетованого матеріалу, що є значенням одиничного тиску на конкретній фазі ущільнення матеріалу в циліндричній замкнутій матриці, при збереженні співставного співвідношення висоти брикету до його поперечного розміру. Завдяки впровадженню стійкості до стиснення в умовах пластичності було враховано зміцнення стиснутого середовища.

Припускаючи, що $\sigma_1 = p_y$ і $\sigma_2 = \sigma_y$, була отримана спеціальна форма стану пластичності, що виражає зв'язок між одиничним тиском пилу та середнім нормальним напруженням σ_y :

$$p_y - \sigma_y = \mathcal{G} \quad (1.10)$$

Після заміни рівнянь (1.7) залежностей (1.8) та (1.9) та введення спрощення, що полягає у заміні лука дроселя на хорд ($\alpha_y = \alpha_0/2$), було отримано наступне рівняння:

$$\frac{dp_y}{dh_y} + p_y \frac{\mu \operatorname{ctg}(\alpha_0/2)}{h_y} = \frac{\mathcal{G}}{h_y} + \frac{d\mathcal{G}}{dh_y} \quad (1.11)$$

Експериментальні дослідження також були проведені, і на підставі загальних результатів, були визначені в формі емпіричних формул, що виражають змінність одиничного ущільнення та коефіцієнта зовнішнього тертя в процесі брикетування, які наведені нижче:

$$\mathcal{G} = C_s^D w^E \quad (1.12)$$

$$\mu = F_s + G_w + K \quad (1.13)$$

Хід одиничного тиску в зоні релаксації описаний у рівнянні 1.14. Її форма була заснована на результатах експериментальних досліджень, які проводилися для кільканадцяти тонкозернистих матеріалів з різними властивостями.

$$p_y = p_{\max} \left[1 - \left(\frac{\beta_y}{\beta} \right)^2 \right] \quad (1.14)$$

Рівняння 1.11 та емпіричні формули 1.12 та 1.13 є математичною моделлю процесу дрібнозернистого матеріалу у валковому пресі, що стало основою для розробки програми комп'ютерного моделювання.

Комп'ютерна програма має чудові операційні можливості [9,13]. Окрім імітації процесу брикетування матеріалу у валковому пресі, вона також дозволяє розрахувати навантаження на брикетування. Програма успішно використовується в практиці моделювання та проектування. Один з недоліків полягає в тому, що через ідеалізацію системи ущільнення преса не можна враховувати явища, що виникають у формувальних порожнинах. Проведення симуляційних випробувань процесу брикетування конкретного матеріалу вимагає знань про мінливість одиничного опору ущільнення та коефіцієнта зовнішнього тертя. Через відсутність цих залежностей для бурого вугілля необхідно провести відповідні експериментальні дослідження.

Визначення опору ущільнення бурого вугілля

Коефіцієнти рівняння регресії встановлюються шляхом визначення характеристик ущільнення. Суміші, що використовуються для випробувань, мають такий склад, як суміші, що використовуються для брикетування. Характеристики ущільнення виконуються з різним вмістом вологи матеріалу, що відповідає вмісту вологи матеріалів для брикетування у валкових пресах.

Ступінь ущільнення суміші для заданого значення тиску розраховується, використовуючи співвідношення, з урахуванням початкової висоти зразка.

$$S = \frac{H_p}{H_p - x} \quad (1.15)$$

де:

H_p – початкова висота ущільненого матеріалу,
 x – переміщення штампа.

Результати вимірювань та обчислень використано для визначення коефіцієнтів рівнянь регресії C , D та E рівняння (1.12), що виражає різницю в опорі ущільнення. Результати ступеня ущільнення використовуються для визначення детальних регресійних рівнянь для даного матеріалу. Математичні програми, такі як Statistica, корисні для цього. Детальна формула стійкості до стиснення бурого вугілля описана вище (1.16). Після введення

коефіцієнтів в програму, після врахування значень коефіцієнтів, емпірична формула (1.16) набуває наступного вигляду (рис. 4) [13]:

$$\mathcal{G} = 215203,69 s^{6,920} w^{-4,079} \quad (1.16)$$

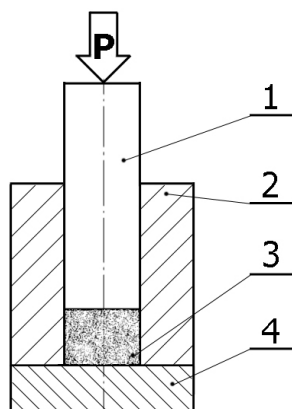


Рис. 3. Схема матриці для визначення одиничного опору стиснення матеріалу:

- 1 - штамп, 2 - матриця,
- 3 - дрібнозернистий матеріал,
- 4 - матрична основа

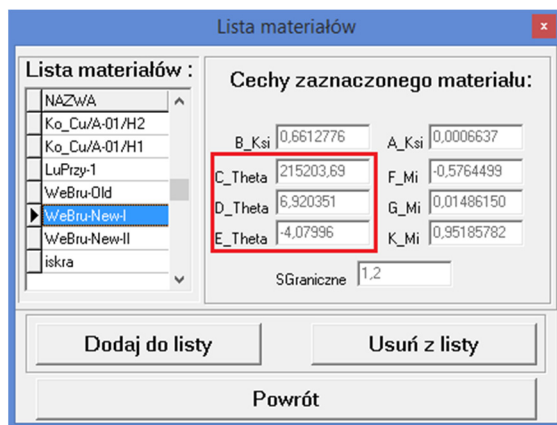


Рис. 4. Значення опору ущільнення бурого вугілля внесені в програму PRASA

Після визначення мінливості опору ущільнення, було також визначено мінімальне значення одиничного тиску, необхідного для об'єднання матеріалу. Спостерігаючи за брикетами, що інтегровані в замкнуту матрицю при різних силах натиску, було зазначено, що отримання компактної твердої структури матеріалу вимагає встановлення одиничного тиску. Для бурого вугілля тиск становить в межах 100-120 [МПа.]

Визначення змінності фактору зовнішнього тертя під бурого вугілля

Для визначення детальних формул рівняння (1.13) потрібно провести випробування на мінливість коефіцієнта тертя брикетованого матеріалу з матеріалом виготовлення формуючих поверхонь валів. З цією метою використовуються спеціальні стійки, які дозволяють здійснювати тиск на пробний матеріал до 150 МПа. Зміна коефіцієнта тертя виконується з різним вмістом води матеріалу, та як вміст води відповідає матеріалу для брикетування у валкових пресах.

Результати коефіцієнтів статичного і кінетичного тертя використовуються для визначення детальних регресійних рівнянь для даного матеріалу. Рівняння регресії було визначено за допомогою програми Statistica з використанням методу найменших квадратів. Після врахування значень коефіцієнтів емпірична формула (1.11) для бурого вугілля має такий вигляд (1.17) [13]:

$$\mu_k = -0,6535s - 0,0198w + 0,8938 \quad (1.17)$$

Коефіцієнти, що слід внести в програму Prasa (рис.5)

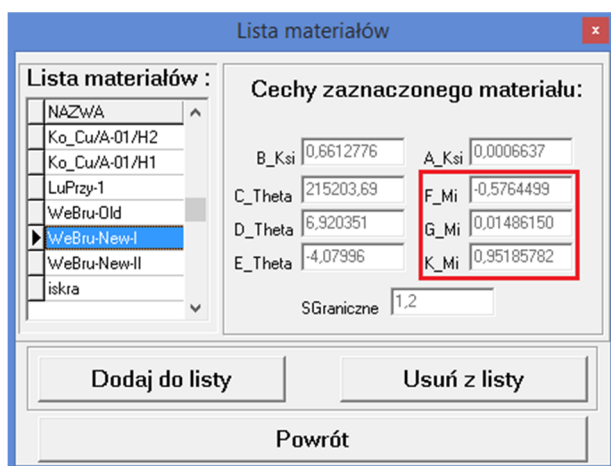


Рис. 5. Значення фактору зовнішнього тертя бурого вугілля внесені в програмі PRASA

Моделювання навантажень в системі приводу валкових пресів під час брикетування бурого вугілля за допомогою програми PRASA

Програма PRASA дозволяє змоделювати навантаження, які виникають під час брикетування вибраного матеріалу в системі приводу валкового пресу.

В програмі PRASA (рис. 6) внесено значення математичної моделі процесу брикетування, а також прийняті експериментальні значення різниці опору ущільнення і змінності фактору зовнішнього тертя матеріалів, що дозволяє моделювати значення навантажень в залежності від вибраного матеріалу.

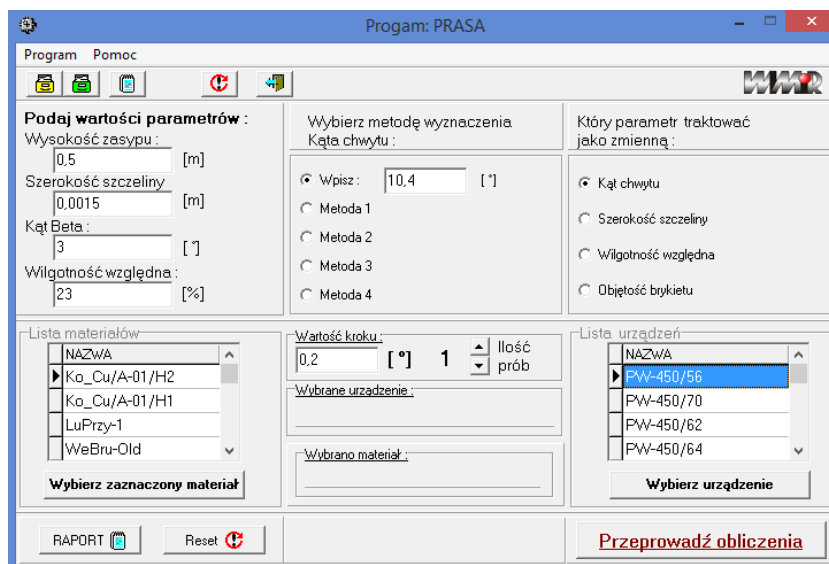


Рис. 6. Робоче вікно програми PRASA

Моделювання навантажень в системі приводу валкового пресу під час брикетування виглядає наступним чином. Для розрахунку навантажень слід внести значення валкового пресу. Приклад вихідних даних наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані

Параметри брикету, мм	Вага брикету, г	Розмір брикету, м	Кількість брикетів	Кількість обертів, об/год	Продуктивність, кг/год	Кількість рядів, шт	Загальна кількість брикетів, шт	Ширина брикетувального валу, м
40-40-20	18,58	0,04	51	529,15	501,66	20	1017	0,80
42-42-21	21,51	0,042	49	529,15	553,11	18	879	0,77
44-44-22	24,73	0,044	46	529,15	607,01	16	764	0,73
46-46-23	28,26	0,046	44	529,15	663,50	15	669	0,70
48-48-24	32,11	0,048	42	529,15	722,48	14	589	0,67
50-50-25	36,29	0,05	41	529,15	783,86	13	521	0,64
52-52-26	40,83	0,052	39	529,15	848,01	12	463	0,62
54-54-27	45,72	0,054	38	529,15	914,40	11	413	0,60
56-56-28	50,99	0,056	36	529,15	983,38	10	371	0,58
58-58-29	56,65	0,058	35	529,15	1054,86	9	334	0,56
60-60-30	62,72	0,06	34	529,15	1128,96	9	301	0,54

Дані вносяться наступним чином. Створюється модель валкового пресу з вихідними параметрами, які наведені в таблиці 1 (рис. 7)

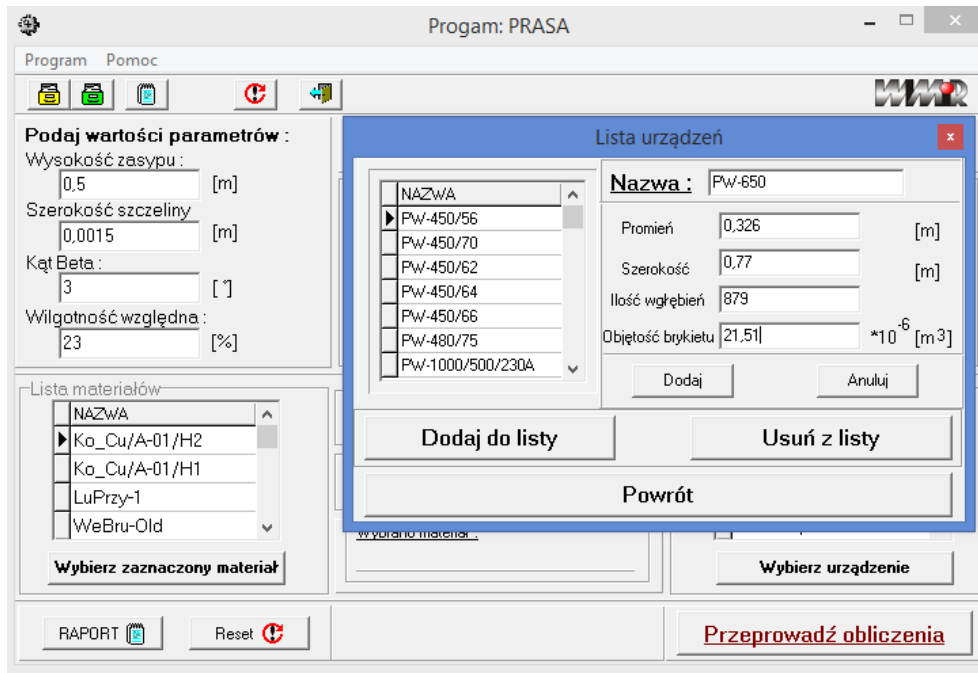


Рис. 7. Побудова моделі валкового пресу з заданими параметрами

Після внесення параметрів валкового пресу, вибирається необхідний матеріал (рис. 8) з необхідними властивостями для проведення навантажень системи приводу.

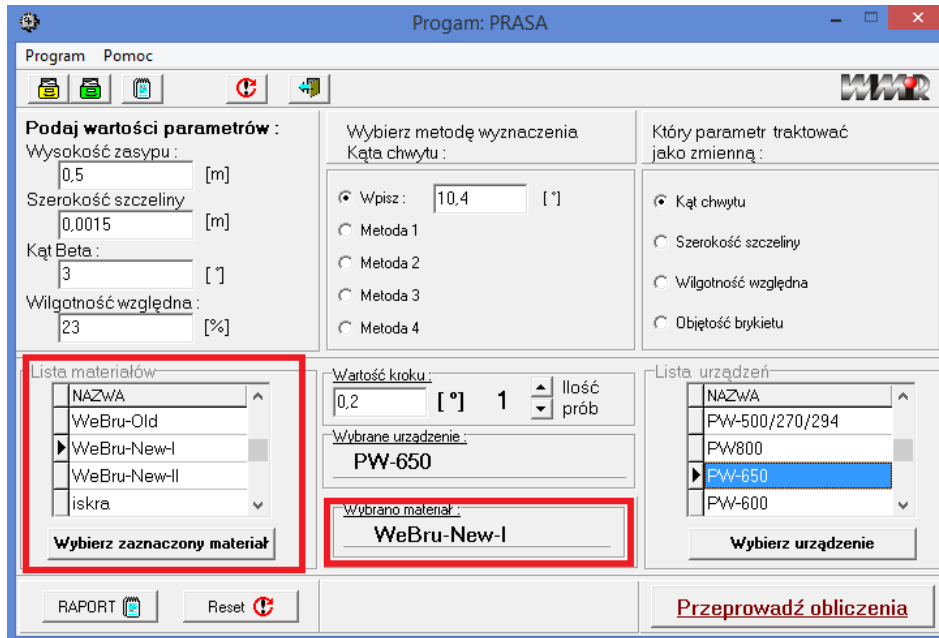
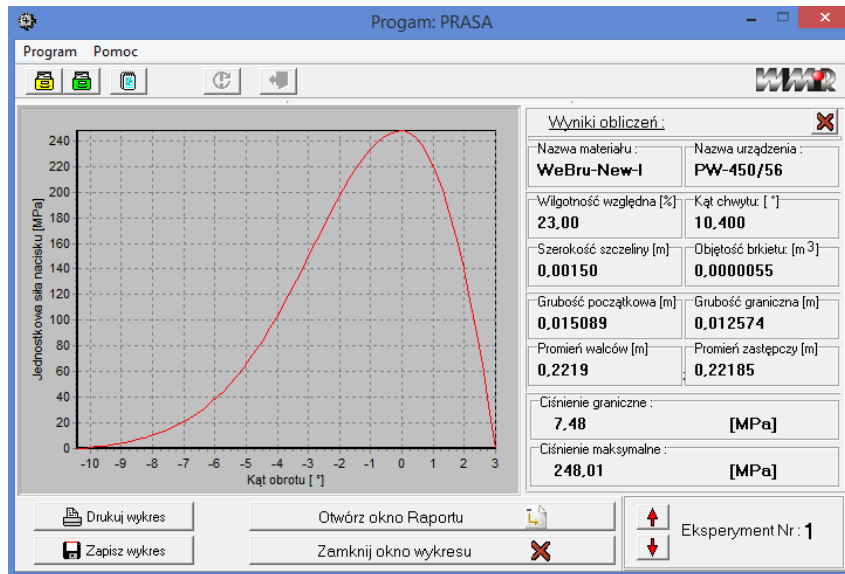
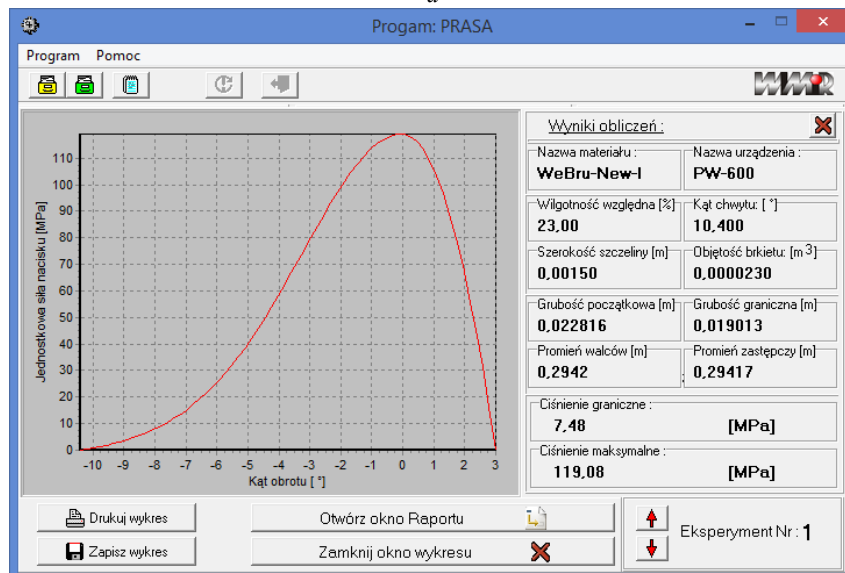


Рис. 8. Вибір матеріалу

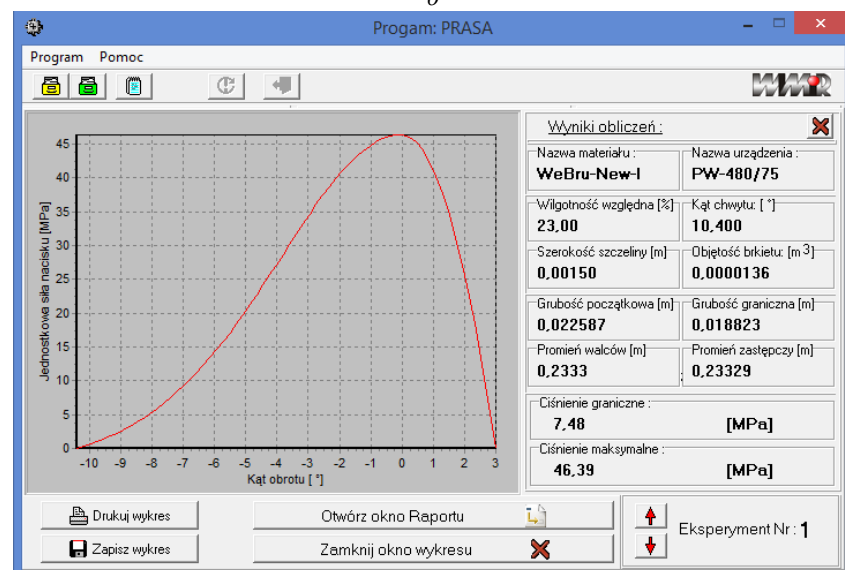
Після встановлення параметрів валкового пресу і вибору необхідного матеріалу проводиться моделювання навантажень (рис. 9)



a



b



c

Рис. 9. Приклад моделювання навантаження під час брикетування бурого вугілля: а) сила натиску більше 100-120 [МПа], б) сила натиску в межах 100-120 [МПа], в) сила натиску менше 100-120 [МПа]

Під час брикетування низький тиск призводить до відсутності належного злиття форми брикету, занадто великий, призводить до формування брикету неправильної форми і великих навантажень. Навантаження, яке виникає під час проведення дослідження повинно бути в межах від 100 до 120 [МПа]. Необхідні умови повинні забезпечувати силу натиску для створення брикету, а також дає можливість підбору параметрів робочого валу, вибір моторредуктора (двигуна) для проектування валкового пресу.

При проведенні моделювання навантажень у вікні «Результати» можна побачити, які сили виникають при брикетуванні бурого вугілля (рис. 10). Це дає можливість підібрати двигун необхідної потужності.

WYNIKI

Promień zastępczy	=	0,2941748097 [m]
Zstępna szerokość szczeliny	=	0,0131504044 [m]
Gęstość rozwiązania	=	-0,0037122874 [rad]
Grubość początkowa (HP)	=	0,0228161220 [m]
Grubość graniczna (HYGran)	=	0,0190134342 [m]
Nacisk jednostkowy graniczny	=	7,4767869900 [MPa]
Maksymalny nacisk jednostkowy	=	119,0751665000 [MPa]
Sila wypadkowa X	=	2061,319 [kN]
Sila wypadkowa Y	=	431,732 [kN]
Sila wypadkowa	=	2106,046 [kN]
Moment wypadkowy	=	92408,000 [Nm]

Рис. 10. Приклад результату навантажень

Підбір двигуна розраховується за формулою (1.15)

$$M = 9550 \frac{N}{W} = N = \frac{W \cdot M}{9550} \quad (1.15)$$

де:

M – випадковий момент [Nm], вибирається з вікна результатів

W – кількість обертів [хв^{-1}],

N – потужність електродвигуна [kW].

При проектуванні валкового пресу, можна використовувати один або два електродвигуни, але в залежності від компонентів системи приводу, необхідно враховувати ефективність окремих компонентів та втрати потужності. Приклад застосування двох двигунів зображений на рисунку 11 і в Таблиці 2.

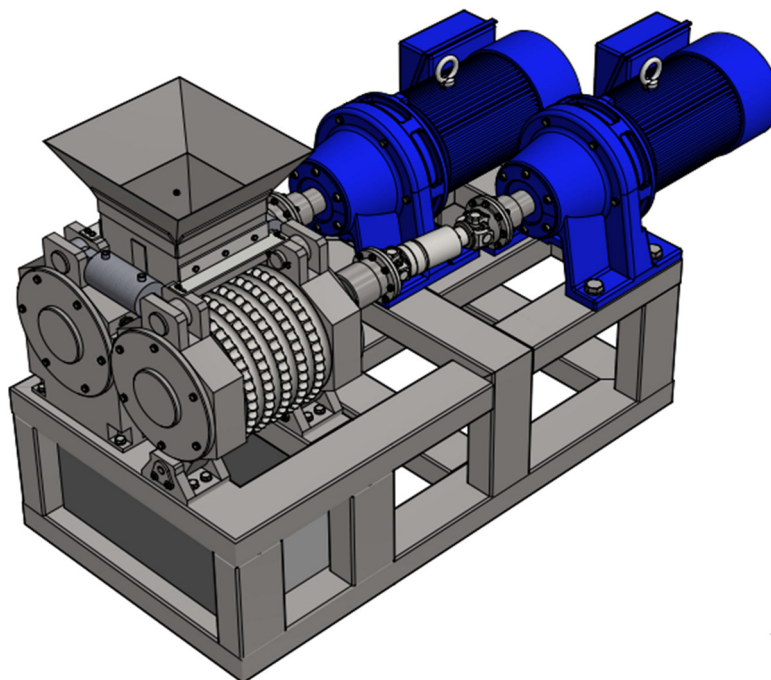


Рис. 11. Прес валковий PW-600 для брикетування бурого вугілля

Параметри валкового пресу PW-600

Продуктивність, т/год	до 6
Максимальне зусилля пресування, МПа	до 110
Потужність приводу, кВт	2x45
Притиск валків	механічний; гідравлічний
Валки: діаметр	600
ширина	455
Швидкість, м/с	0,35
Габаритні розміри преса, мм	1525x2192x3515
Маса, кг	5500

Висновки

Представлений у статті аналіз моделювання навантажень системи приводу на прикладі валкового пресу для брикетування бурого вугілля є актуальним. В статті приведена математична модель та програмно-комп'ютерний процес брикетування. Застосування методики математичної моделі та програмно-комп'ютерного моделювання процесу брикетування бурого вугілля в валковому пресі, дає змогу проаналізувати, які навантаження виникають під час брикетування, що в свою чергу скорочує час для проектування валкових пресів. Приведена у статті програма PRASA, може бути використана при проведенні аналізу навантажень з будь-якими іншими матеріалами для брикетування на валкових пресах.

Моделирование нагрузок в системе привода валкового пресса на примере пресса для брикетирования бурого угля

Михал Бембенек

***Аннотация.** Мелкозернистые или пылевидные материалы часто необходимо объединить в форму больших глыб. Это необходимо для повышения удобства пользования этим сырьем или для подготовки ее к обработке соответствующей технологии, например, для ее утилизации. Примером этого может быть объединение бурого угля. В Европе есть богатые ресурсы этого сырья. Брикетирование этой энергетического сырья улучшает его пригодность к применению. Бурый уголь в форме брикета может использоваться для производства энергии - преимущественно электроэнергии, а также тепла. По техническим и экономическим причинам это вызывает большой интерес. Одним из самых выгодных методов объединения является агломерация, проведена в валковом прессе. При конструировании или выборе этих устройств для обеспечения надлежащих параметров брикетов и заданной мощности пресса необходимо правильно построить систему уплотнения. Это предполагает обеспечение необходимой энергией, которая должна предоставляться приводной системой. Неправильный подбор необходимой мощности двигателя может повлиять на процесс брикетирования, мощность которого может быть слишком низкой для обеспечения надлежащего брикетирования или слишком высокой, что в свою очередь создает ненужные инвестиционные расходы. В статье представлен анализ влияния материала и объема брикета на нагрузку системы привода с заданной мощностью пресса*

***Ключевые слова:** брикетирование, брикет, топливо, валковый пресс, система привода*

Modeling of Loads in the Drive System of a Roller Press on an Example of a Press for Briquetting Brown Coal

Michal Bembenek

Fine grained or dust materials often need to be consolidated in a bigger form. This increases the some parameters of this raw material or prepare them for processing in appropriate technology, for example utilization. An example can be brown coal. In Europe there are rich resources of this raw material. Briquetting of this hi-energy raw material improves its properties for use. In the form of briquettes it can be used for energy production - mainly electricity, as well as heat. One of the most profitable methods of agglomeration is briquetting in roller press. When designing or choosing the press, proper compacting unit is required to ensure proper briquettes and the specified power of the press. This involves providing the necessary energy that should be provide to a drive system. Inadequate estimation of the power needed for the briquetting process results in the process being incorrect or creating unnecessary investment costs. The article presents the analysis of the influence of material and the volume of materials on the load of the drive system, with the given capacity of the press.

***Keywords:** briquetting, briquette, fuel, roller press, drive system*

References

1. Бембенек М. Дослідження та перспективи нових напрямів використання валкових пресів / М. Бембенек // Химическая промышленность. – 2017. Том. 96, № 9, С. 1845–1847.
2. Sengar, S.H., Mohod, A.G., Khandetod, Y.P., Patil, S.S. and Chendake, A.D. Performance of Briquetting Machine for Briquette Fuel. International Journal of Energy Engineering. 2012. - vol. 2, №1. P. 28-34. doi: 10.5923/j.ijee.20120201.05
3. Borowski, G. and Hucnar, J.J. Utilization of Fine Coal Waste as a Fuel Briquettes / G. Borowski, J.J. Hucnar, //International Journal of Coal Preparation and Utilization, - 2013. vol. 33, № 4. P. 194–204. DOI: 10.1080/19392699.2013.787993
4. Kosturkiewicz, B., Janewicz, A., Magdziarz, A., Hryniewicz, M., Bembenek, M. and Gara, P. Zagadnienie brykietowania węgla kamiennego koksowego, Rynek Energii, 2014. - №2, P. 104–109.
5. Beker, U.G. Briquetability of Lignite and Woody Wastes Composite Fuel. Energy Sources, - 2000, № 22, pp. 99-108.
6. Chaiklangmuang, S., Supa, S. and Kaewpet, P. “Development of fuel briquettes from biomass-lignite blends”, Chiang Mai Journal of Science, - 2008, vol. 1, pp. 43-50.
7. Sedlacek, P., Martinek, T. and Fecko, P. “Ecological pellets from brown coal and biomass”, Journal of the Polish Mineral Engineering Society, 2003, no. 2, pp. 11-17.
8. Bembenek, M. and Hryniewicz, M. Badania i opracowanie metody doboru układu zagęszczania prasy walcowej. /M.Bembenek, M. Hryniewicz// Wydawnictwa AGH, - 2010, Kraków, Poland.
9. Полянский Л.И., Кобелев М.В., Ветошкин А.В. Оборудование для брикетирования отсева металлургической извести. Новые огнеупоры, - 2014, №3, pp. 99-100. <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2014-3-11>
10. Bembenek, M. and Romanyshyn, T. Operation of Briquetting Roller Presses with an Asymmetrical Compaction Unit, Journal of Machine Construction and Maintenance, - 2018, № 2, pp. 117–122.
11. Hryniewicz, M., Bembenek, M., Janewicz, A. and Kosturkiewicz, B. Brykietowanie materiałów drobnoziarnistych w prasach walcowych z niesymetrycznym układem zagęszczania., Przemysł Chemiczny, - 2015, vol. 94, no. 12, pp. 2223–2226.
12. Логинов, Ю.Н. Бабайлов, Н.А. and Первухина, Д.Н. (2015), Физическое моделирование валкового прессования при несимметричном воздействии на уплотняемый материал. Известия Высших Учебных Заведений. Черная Металлургия, 58(3), pp. 186–191. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2015-3-186-191>
13. Hryniewicz, M. *Metoda doboru pras walcowych oraz opracowania założeń do ich modernizacji lub konstrukcji*, Wydawnictwa AGH, 1997, Kraków, Poland.