

## УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ ШЛЯХОМ ЇХ БРИКЕТУВАННЯ

Білецький В.С., доктор технічних наук,  
Сергеев П.В., доктор технічних наук,  
Донецький національний технічний університет

**Постановка і стан вивчення проблеми.** Комплексна переробка вугільної гірничої маси передбачає, зокрема, утилізацію відходів вуглезбагачення, які, з одного боку, створюють екологічні проблеми, а з іншого – можуть бути використані у енергетиці, будівельній, цегельній, дорожній та ін. галузях. Обсяги цих відходів складають 3...5 млн. тонн на рік. Одна з проблем використання відходів полягає у їх різноманітності: вони представлені як гідросумішами (відходи флотації), так і зернистим матеріалом різної крупності (гравітаційні методи). Це потребує попередньої переробки відходів вуглезбагачення, що спростить подальше їх перевезення, складування і використання.

Первинна переробка відходів передбачає їх форматування – для цього різні автори пропонують екструзію, грануляцію, брикетування тощо [1-5].

**Мета роботи** – дослідження утилізації відходів вуглезбагачення методом брикетування, визначення раціональних характеристик вихідного матеріалу та режимних параметрів процесу. При цьому виконані дослідження є продовженням раніше розпочатих в роботі [5].

**Виклад основного матеріалу.** Вихідним матеріалом для дослідження прийняті відходи збагачення ЦЗФ «Київська» (Донецьк). Відходи флотації вугілля зольністю 57,1 % крупністю 0,5-0 мм згущувалися на стендовому гідроциклоні до 540 г/л (в'язкість 3530 П). Згущений продукт містив 82% фракції 0,1-0 мм зольністю 71%. Продукт згущення змішували з відходами відсадки крупністю 6-0 мм, зольністю 82,4 % в пропорції: флотовідходи : відходи відсадки 25% : 75%. Вологість суміші складала 20%. Суміш завантажувалася в чарунки лабораторного брикетного преса і брикетувалася при 30 МПа протягом 15 сек. Одержані брикети мали вологість 6,1%, міцність 19,7 кг/брикет (4,6 кг/см<sup>2</sup>).

Одночасно для порівняння досліджено спосіб переробки тих же відходів збагачення екструзією з наступною їх термічною сушкою в сушильній шафі при 90°C (імітація терм осушки). Гранули після екструзії мали вологість 19,6%, а після термосушки протягом 3-х годин в моношарі – 7,1 %. Міцність гранул – 1,5 кг/гранулу.

Таким чином, одержані результати показують суттєво кращі міцнісні характеристики продукту грудкування відходів, одержані при переробці методом їх брикетування. Крім того, розрахунок показує, що енерговитрати на

зневоднення відходів під час брикетування в 4,5 рази менші, ніж при сушці екструдованого матеріалу.

З метою пошуку раціональної області параметрів брикетування відходів збагачення вугілля, складу суміші «флотовідходи – відходи відсадки» і складу зв'язуючого брикетів виконано комплекс експериментальних досліджень, який передбачав розширення діапазону характеристик вихідного матеріалу. Результати представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. - Раціональна область параметрів брикетування відходів збагачення вугілля

Параметр	Позначення	Область зміни в експерименті	Область найкращого волого видалення та брикетування
Максимальна крупність відходів відсадки, мм	$d_m$	25-3	менше 7-10
Вміст у суміші відходів флотації, %	$\gamma_{\phi}$	50-5	40-15
Вміст у суміші відходів відсадки, %	$\gamma_{\text{в}}$	50-95	60-85
Концентрація твердого в суспензії флотовідходів, г/л	C	800-200	600-300
Вміст у флотовідходах фракцій 0,1-0 мм, %	$\gamma_{0,1}$	100-50	90-70
Зольність фракцій 0,1-0 мм, %	$A^d_{-0,1}$	55-85	60-80
Тиск пресування, МПа	$P_{\text{п}}$	15-45	20-40
Тривалість навантаження при пресуванні, сек	$t_{\text{п}}$	5-25	10-20

У процесі досліджень встановлено, що вологість і міцність брикетів знаходиться у прямій залежності від змінюваних параметрів. При знаходженні їх в області найкращого вологовидалення та брикетування відходів (стовпчик 3 табл. 1), вологість брикетів складала 5,6-8,0 %, міцність брикетів – 17-23 кг/брикет, що суттєво переважає міцність висушених екструзійних гранул.

Вирішальними параметрами для якості отриманого продукту брикетування є: тиск і тривалість пресування, склад і вміст тонких фракцій, які виконують роль зв'язуючої речовини брикетів. Тому нами вони були досліджені докладніше.

Результати дослідження впливу тиску пресування на характеристики брикетів відображені на рис.1. Характеристики вихідного матеріалу та режимні параметри брикетування:  $d_m = 6$  мм,  $\gamma_\phi = 25\%$ ,  $\gamma_b = 75\%$ ,  $C = 540$  г/л,  $\gamma_{-0,1} = 82\%$ ,  $A_{-0,1}^d = 71\%$ ,  $t_n = 15$  с.

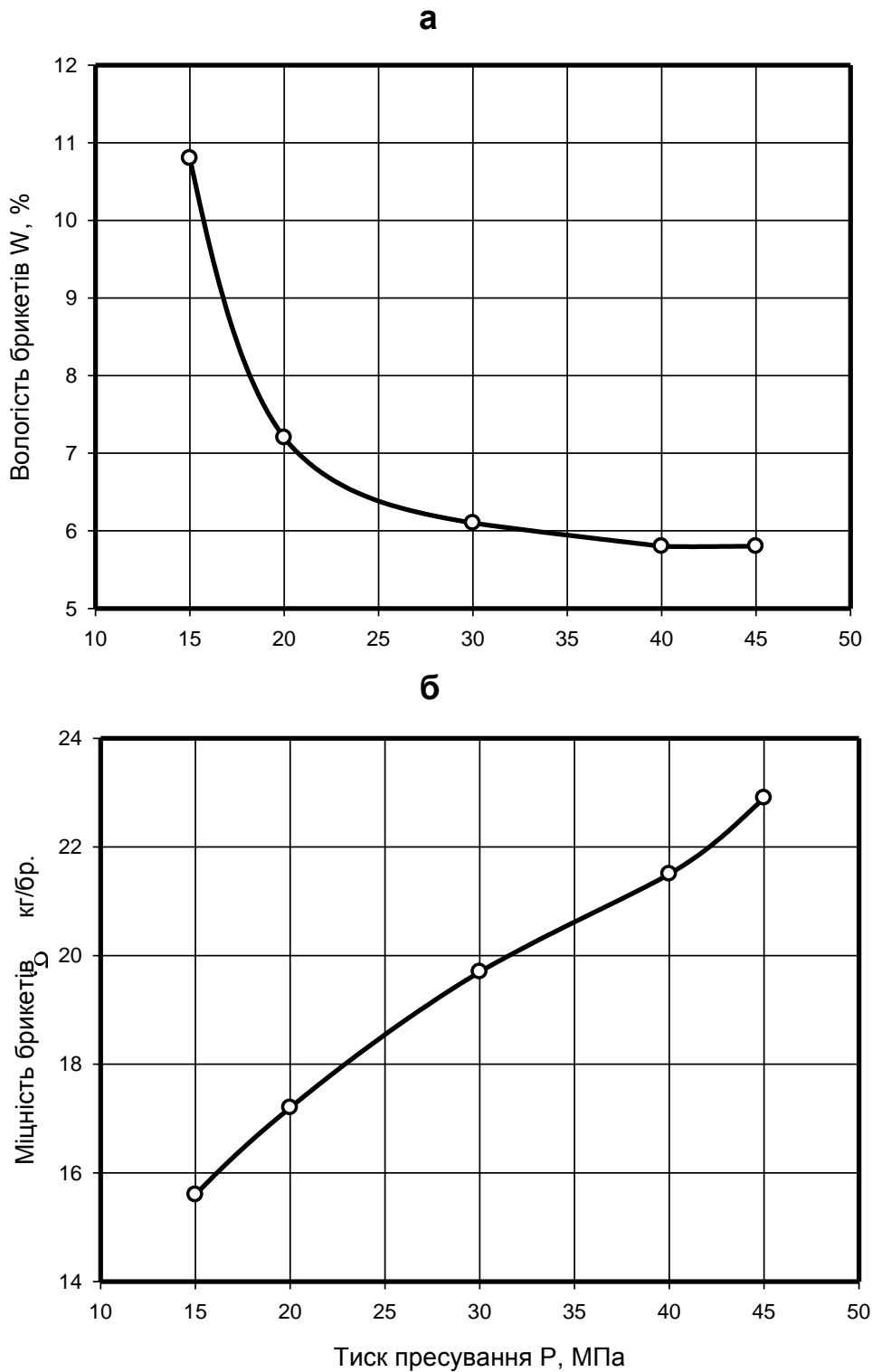


Рис.1 Дослідження впливу тиску пресування  $P$  на характеристики брикетів з відходів збагачення вугілля:  
а- залежність  $W(P)$ ; б – залежність  $\sigma(P)$ .

При зменшенні тиску пресування до 15 МПа і менше вологість брикетів суттєво підвищується, а при збільшенні тиску більше 40 МПа - стабілізується на рівні 5,8%. Тому найбільш раціональними межами тиску пресування можна вважати 20-40 МПа.

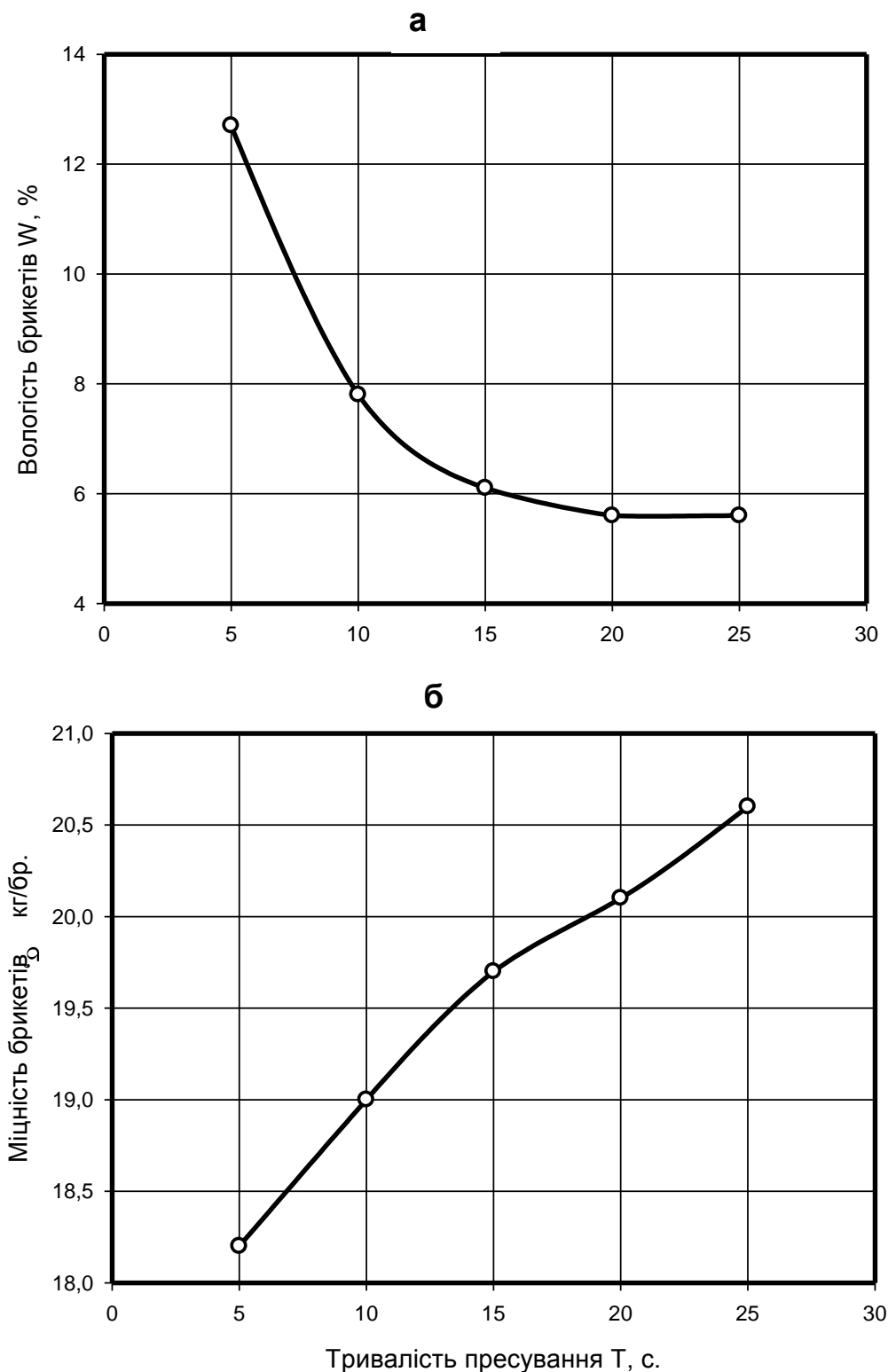


Рис.2 Дослідження впливу тривалості пресування T на характеристики брикетів з відходів збагачення вугілля:  
а- залежність  $W(T)$ ; б – залежність  $\sigma(T)$ .

Результати дослідження впливу тривалості пресування на характеристики брикетів відображені на рис.2. Характеристики вихідного матеріалу та режимні параметри брикетування:  $d_m = 6$  мм,  $\gamma_\phi = 25\%$ ,  $\gamma_B = 75\%$ ,  $C = 540$  г/л,  $\gamma_{0,1} = 82\%$ ,  $A^d_{-0,1} = 71\%$ ,  $P_n = 25$  МПа.

Вологість брикетів суттєво залежить від тривалості пресування. Причому, для одержання результатів, практично ідентичних термосушці екструдованих гранул необхідний час пресування дещо більший 10 сек. При тривалості пресування в 20 сек, вологість брикетів стабілізується на найменшому рівні (для досліджуваних проб – 5,6 %). Раціональним, на нашу думку, є відтинок 10-20 сек., при якому вологість пресованих відходів збагачення знижується до 7,8-5,6%.

Водночас, міцність брикетів слабо залежить від тривалості пресування – значно менше ніж від тиску пресування і вмісту у флотовідходах фракцій 0,1-0 мм.

Результати дослідження впливу вмісту у флотовідходах фракцій 0,1-0 мм і їх зольності на характеристики брикетів відображені в табл. 2. Характеристики вихідного матеріалу та режимні параметри брикетування:  $d_m = 6$  мм,  $\gamma_\phi = 25\%$ ,  $\gamma_B = 75\%$ ,  $C = 540$  г/л,  $t_n = 15$  с,  $P_n = 25$  МПа.

Таблиця 2. – Дослідження впливу вмісту у флотовідходах фракцій 0,1-0 мм і їх зольності на характеристики брикетів з відходів збагачення вугілля

Вміст у флотовідходах фракцій 0,1-0 мм, %	Зольність фракцій 0,1-0 мм, %	Міцність брикетів, кг/брикет
100	55	16,3
	60	21,8
	80	24,0
	85	24,6
90	55	15,1
	60	19,8
	80	22,4
	85	22,9
70	55	12,8
	60	17,1
	80	20,3
	85	20,9
60	55	9,1
	60	13,2
	80	14,8
	85	14,9

Аналіз даних табл. 2 показує, що міцність брикетів при  $\gamma_{-0,1} = 90-70\%$ ,  $A^d_{-0,1} = 60-80\%$  знаходиться в межах 17,1-24,0 кг/брикет. Це забезпечує цілісність брикетів (мінімальне їх руйнування) при транспортуванні, пересипах і т.п. При  $\gamma_{-0,1}$  менше 60% і  $A^d_{-0,1}$  менше 60% міцність брикетів різко падає. При  $\gamma_{-0,1}$  більше 90% і  $A^d_{-0,1}$  більше 80% міцність брикетів стабілізується. Таким чином, найбільш доцільними межами є при  $\gamma_{-0,1} = 90-70\%$ ,  $A^d_{-0,1} = 60-80\%$ .

## Висновки

Досліджено процес утилізації відходів вуглезбагачення, який включає згущення гідросуміші тонких фракцій флотовідходів, змішування їх з відходами гравітації менше 10 мм, брикетування одержаної суміші.

Експериментальним шляхом показано, що раціональні межі тиску пресування складають 20-40 МПа, тривалості брикетування – 10-20 сек., вмісту у флотовідходах фракцій 0,1-0 мм – 90-70% від маси твердого, а їх зольності – 60-80%. При цих параметрах вологість брикетів складала 5,6-8,0 %, міцність брикетів – 17-23 кг/брикет.

## Література

1. Ремезов А.В. Обогащение полезных ископаемых. Комплексное использование сырья, продуктов и отходов обогащения. Кемерово: Кузбассвузиздат. 2006. 250 с.
2. Швайка Д.И., Виговская А.П., Шкарлинский О.Ф. Энергосберегающие технологии производства стеновой керамики. — К.:Будівельник, 1987. — 117 с.
3. Нифонтов Ю.А. Рациональное использование отходов обогащения угля и снижение экологической напряженности при разработке месторождений Севера России: СПб, СПбГГИ(ТУ), 2000 —139 с.
4. Технологические особенности получения каменно-керамических изделий на основе углеотходов / Федоренко Е. Ю., Рыщенко М. И., Михеенко Л. А., Миколаенко С. М. // 8-я Международная конференция "СОТРУДНИЧЕСТВО ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ" 23-24 февраля 2011 г., Харьков.
5. А. с. 1481253 СССР, МКИ4С10L5/48. Способ переработки отходов обогащения угля / А.Т. Елишевич, П.Н. Иванов, В.В. Кочетов, Н.Д. Оглоблин, А.П. Левандович, В.С. Белецкий, И.Е. Штейнберг, О.И. Муравский. — № 4246313/31–26; заявл. 14.05.87; опубл. 23.05.89, Бюл. № 19. — 3 с.

*Анотація.* У статті досліджено процес утилізації відходів вуглезбагачення, який включає згущення гідросуміші тонких фракцій флотовідходів, змішування їх з відходами гравітації менше 10 мм, брикетування одержаної суміші. Експериментальним шляхом визначено раціональні межі тиску пресування, тривалості брикетування, вмісту у флотовідходах фракцій 0,1-0 мм та їх зольності.

*Ключові слова:* відходи вуглезбагачення, утилізація, брикетування.

*Аннотация.* В статье исследован процесс утилизации отходов углеобогащения, который включает сгущение гидросмеси тонких фракций флотоотходов, смешивание их с отходами гравитации менее 10 мм, брикетирование полученной смеси. Экспериментальным путем определены рациональные пределы давления прессования, продолжительности брикетирования, содержания в флотоотходах фракций 0,1-0 мм и их зольности.

*Ключевые слова:* отходы углеобогащения, утилизация, брикетирование.

Надійшла в редакційну колегію:

Рекомендована до публікації: