

© А.В. Павличенко¹, О.А. Гайдай¹, В.Е. Фірсова¹, Т.В. Лампіка¹

¹ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ ПРОДУКТІВ, ОТРИМАНИХ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ВІДХОДІВ ВУГІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

© A. Pavlychenko¹, O. Haidai¹, V. Firsova¹, T. Lampika¹

¹ Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

OPTIMIZATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS OF FUEL PRODUCTS OBTAINED FROM TREATMENT OF COAL INDUSTRY WASTE

Мета. Визначення раціональних фізико-механічних властивостей композиційного палива з відходів вугільної галузі.

Методика дослідження полягає у встановленні раціональних параметрів технологічних процесів при проведенні лабораторних і промислових експериментів під час виготовлення твердого палива з дисперсної сировини, що включає в себе відходи вугільної галузі. Застосовано комплексний аналітичний підхід до вирішення завдань з визначення фізико-механічних властивостей готового палива, які повинні відповідати технічним та екологічним вимогам до їх використання.

Результати дослідження. Виконано аналіз придатності відходів вугільної галузі для використання в якості сировини для виготовлення композиційного палива. Запропоновано для зменшення дефіциту вугілля використовувати сировину з відходів вугледобувних підприємств. Розглянуто шляхи оптимізації фізико-механічних властивостей палива при переробці кам'яновугільних шламів і застосуванні штибів для отримання паливних композицій. Встановлено, що збільшення зарядженості часток (на прикладі антрацитового шламу) від 12,0 до 58,6 мВ веде до збільшення показника його міцності при згрудкуванні від 13,3 до 75,6 кг/см². Обґрунтовано і визначено необхідні види в'язучих і активуючих компонентів та їх концентрація і співвідношення в відсотках для складу композицій для цілого ряду вугільних шламів і штибів: органічні – скоп 15-20% і неорганічні – фізичні розчини 1,5-2,2 %.

Наукова новизна. Виявленні закономірності зміни якості та фізико-механічних властивостей готового композиційного палива залежно від типу відходів вугільної галузі, що застосовуються при його виготовленні.

Практичне значення. Обґрунтовано технологічні схеми виробництва композиційного палива з продуктів переробки відходів вуглезбагачувальних фабрик.

Ключові слова: відходи, вугільна галузь, шлами, композиційне паливо, виробництво, переробка, технологічні рішення, фізико-механічні властивості.

Вступ. Україна має запаси вугілля всіх стадій вуглефікації – починаючи з бурих і закінчуючи антрацитами. Загальні ресурси становлять близько 117 млрд тон, розвідані за категоріями: А+В+С₁+С₂ близько 52 млрд тон.

Видобуток вугілля в Україні зростав до 1976 року і досяг рекордної позначки 218,2 млн тон. Після цього року спостерігається постійний спад

видобутку вугілля, який спричинили ряд причин [1]. Гірничо-геологічні умови родовищ вугілля складні. До 70% запасів вугілля складають пласти потужністю до 0,9 м. В середньому пласти вугілля високої газоносності, небезпечні по викидах, високозольні, а вміст сірки становить близько 2-4%.

Зі збільшенням глибини розробки до 500-1300 метрів гострими з'явилися підвищений гірничий тиск, висока температура порід, що вміщують вугілля, складність вентиляції, зниження безпеки і різке погіршення умов праці гірників. Також незадовільним залишається технічний стан підприємств, в умовах низького фінансування вугільної галузі з боку держави.

У 1991 році фонд шахт України становив 278 одиниць, також в експлуатації знаходилося 7 вугільних розрізів в Дніпровському басейні. Річний обсяг видобутку тоді склав 135,6 млн т. У 1994 році вугільний потенціал склав 259 шахт і вже на 1 розріз менше. Виробнича потужність вугледобувних підприємств становила близько 190 млн тон, а річний обсяг видобутку – 94,4 млн т. На 1 січня 2002 року виробничі потужності шахт склали 104,1 млн. тон, рівень їх освоєння – 84,3%, в 2001 році обсяг видобутку склав 83,4 млн т.

Головний сенс реструктуризації вугільної промисловості України полягав у підтримці рівня видобутку вугілля і його стабілізації. Надалі передбачалося поступове нарощування видобутку вугілля за рахунок збільшення потужності діючих шахт і будівництва нових. Зараз можна констатувати, що процес реструктуризації підприємств вугільної промисловості протікає, по суті, односторонньо. В основному це пов'язано з тим, що в подальший розвиток залучаються тільки потужні, великі підприємства, реконструкція діючих підприємств передбачається за рахунок ділянок на більших глибинах, що містять значну кількість запасів вугілля. Для інтенсифікації видобутку вугілля з пластів, здатних забезпечити високу продуктивність лав, передбачається розробка і випуск нового модельного ряду високопродуктивної техніки для видобутку вугілля. При цьому в число неперспективних підприємств, що підлягають закриттю, потрапила велика кількість шахт, що мають нормальні технічні параметри і здатних після проведення мінімально необхідної кадрової, технічної та економічної реорганізації продовжувати роботу з задовільними економічними результатами.

За 2019 рік вугледобувними підприємствами України видобуто вугілля на 2062,0 тис. тон (або на 6,2%) менше порівняно з відповідним періодом минулого року. У тому числі видобуток енергетичного вугілля зменшився на 2575,9 тис. тон (або на 9,4%), коксівного вугілля – збільшився на 513,9 тис. тон (або на 8,8%). Протягом 2019 року загальний обсяг видобутку вугілля вугледобувними підприємствами, що підпорядковані Міністерству енергетики та вугільної промисловості України (з 2020 року Міністерству енергетики України), зменшився порівняно з минулим роком на 574,2 тис. тон (або на 13,8%). У тому числі видобуток енергетичного вугілля зменшився на 860,2 тис. тон (або на 24,0%), коксівного – збільшився на 286,0 тис. тон (або на 51,1%) порівняно з 2018 роком [2]. В 2020 році станом на початок листопада в цілому відмічено падіння видобутку вугілля на 8,0%.

В сучасних умовах роботи вугільної галузі для забезпечення потреб України у вугіллі необхідні технічні рішення, які окрім традиційних джерел з корінних родовищ, також дадуть змогу заповнити дефіцит вугілля в країні.

Виробнича діяльність людини майже постійно пов'язана з утворенням твердих відходів [3-6]. Такі відходи, як газоподібні і рідкі порівняно швидко розчиняються і стають частиною навколишнього середовища, то тверді відходи складаються і існують багато років. Місця складування відходів займають значні території [6]. Щорічно в Україні складається до 1,5 млрд тон твердих відходів. Усього в країні їх утворилося за різними оцінками від 30 до 40 млрд тон. У зв'язку з низьким рівнем технологічних процесів обсяг утворення промислових відходів в Україні в 6,5 разів вищий, ніж у США, і в 3,2 рази вищий, ніж у країнах ЄС.

Тільки в Донецькій області щорічно фіксується приріст не менше 20% всіх промислових відходів. Область в масштабах України посідає перше місце за накопиченням золошлакових відходів (35% від загальноукраїнських), металургійних шлаків (90%), шахтних порід (50%), шламових відходів (85%) і відходів будматеріалів (80%). На території області зосереджено близько 5 млрд тон промислових відходів при щорічному обсязі їх виробництва 20-30 млн тон. Утилізується в області близько 14% річного їх виходу при збереженні тенденції зниження частки утилізації (так у 1990 році утилізувалося близько 23% вироблених відходів).

В цілому на території нашої держави поблизу шахт і збагачувальних фабрик вже накопичено за різними даними від 120 до 250 млн тон вугільних шлаків, які представляють собою вторинний паливний ресурс, використання якого може суттєво покращити паливно-енергетичний баланс країни. З іншої сторони проблемою є те, що накопичені відходи вуглевидобутку і вуглезбагачення – шлами та штиби, займають великі площі земельних угідь, складів, бункерів та ін.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р було схвалено Енергетичну стратегію України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Згідно положень та планування використання джерел первинного постачання енергії передбачено застосування в 2020 році до 4 млн тон біомаси, біопалива та відходів різних галузей, в 2025 році вже 6 млн тон, а в 2035 році близько 11 млн тон. Отже якщо в 2015 році цей показник був 2,1 млн тон тоді частка передбаченого застосування біомаси, біопалива та відходів різних галузей зросте в 5,24 рази.

Якість сировини, що вміщує вуглець, характеризує зола в діапазоні 15-75%, вологість 15-60% (в деяких випадках до 80%) і гранулометричний склад 0-3 мм. Відповідно, тверде паливо із зазначеними характеристиками не придатне для транспортування, безпечного спалювання та має низьку калорійну здатність. Для використання продуктів переробки при розробці вугільних родовищ (шламосховища та хвостосховища збагачувальних фабрик) необхідний вибір раціональної технології їх приведення до товарного вигляду палива, що буде відповідати технічним умовам використання у народному господарстві.

Узагальнені наукові дослідження, які було проведено при обґрунтуванні

технології розробки техногенних родовищ вугільної галузі показали, що однією з найефективніших є технологія електрокінетичного згрудкування відходів гірничого виробництва з можливістю також виготовлення композиційного палива [7].

Внаслідок значного розширення кількості досліджень з переробки широкого спектру видів відходів різних галузей промисловостей [7-10] виникла необхідність оптимізації раціональних фізико-механічних параметрів готового твердого палива завдяки додаванню в'язучих і активуючих речовин при застосуванні електрокінетичного згрудкування. Саме ці дослідження нададуть можливість розширити діапазон переробки різних видів відходів та ефективно використання ресурсів при застосуванні відповідних технологічних рішень.

Метою роботи є обґрунтування раціональних фізико-механічних властивостей готового палива з додаванням сполучних і активуючих речовин, при переробці відходів вугільної галузі.

Постановка задачі і методика дослідження. Одним з перспективних напрямків отримання додаткових джерел енергії є переробка техногенних відходів вугільної галузі. Комплексною переробкою і використанням ресурсів позабалансового кам'яновугільного палива є його згрудкування.

Паливо, що згрудковане має високі теплоенергетичні та фізико-механічні властивості, зокрема, водостійкість, термостійкість, механічну міцність, яка відповідає технічним вимогам. Готове паливо, навіть при використанні кам'яно-вугільних шламів, що вміщують велику кількість золи має теплотворну здатність не менше 3500 ккал/кг, а при згрудкуванні вугілля з більш кращими показниками (кількість золи до 30-40%) може досягати 4500 ккал/кг [11], а згрудкування антрацитових шламів і штибів дає можливість отримати енергетичні ресурси з теплотворністю до 8000 ккал/кг.

У загальному випадку паливо може сприймати зовнішні навантаження як комбінацію стиснення, розтягування, вигину, зрізу і удару. Для необхідних технологічних цілей, при згрудкуванні, найбільший практичний інтерес представляє випробування брикету на стиск.

Основні результати. В результаті проведених лабораторних і промислових досліджень були отримані зразки готового згрудкованого палива з шламів та штибів, різних марок та їх композицій (табл. 1), що володіють нижчезазначеними фізико-механічними властивостями. Різновиди шламів і штибів показані індексами марок.

Залежно від технологій транспортування і використання готового палива в багатьох випадках потрібне збільшення міцності брикетів. Для обґрунтування раціональних технологічних параметрів і збільшення механічної міцності брикетів на одновісний стиск було проведено понад 750 аналітичних, лабораторних і промислових експериментів, в результаті яких отримані оптимальні, згідно технічних вимог, параметри згрудкованого палива (табл. 2). Як видно з табл. 2, одним з видів застосовуваних неорганічних і органічних сполучних для покращення фізико-механічних властивостей при згрудкуванні матеріалів, що вміщують вуглець, обраний гідролізний лігнін (складова

композиції 10-20%), який володіє необхідними адгезійними властивостями і є доступним в народному господарстві.

Таблиця 1

Результати досліджень міцностних характеристик готового згрудкованного палива

| № випробування | Марка (штибу чи шламу) | Вологість, % | Зола (глина), % | Міцність, кг/см ² |
|----------------|------------------------|--------------|-----------------|------------------------------|
| 1 | A ₁ шлам | 14,90 | 17,09 | 13,3 |
| 2 | A ₂ шлам | 18,17 | 19,77 | 9,7 |
| 3 | A ₃ штиб | 19,50 | 8,00 | 10,1 |
| 4 | K ₁ шлам | 17,20 | 33,20 | 12,5 |
| 5 | K ₂ штиб | 9,00 | 16,20 | 11,2 |
| 6 | T ₁ шлам | 16,10 | 31,20 | 13,8 |
| 7 | T ₂ штиб | 8,00 | 28,30 | 9,2 |
| 8 | Д-Г ₁ шлам | 15,00 | 18,50 | 8,9 |
| 9 | Г ₁ шлам | 17,00 | 17,50 | 11,1 |
| 10 | Г ₂ штиб | 7,50 | 35,98 | 9,5 |

Таблиця 2

Отриманні оптимально раціональні показники фізико-механічних властивостей готового палива з додаванням в'язучих і активуючих речовин

| № випробування | Марка (штибу чи шламу) | Міцність брикетів без добавок, кг/см ² | В'язуче, % | | | | Активуючі речовини, % | | | |
|----------------|------------------------|---|--------------------|-----------------------|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | | | гідролізний лігнін | | скоп | | полікатіоніт | | фізичні розчини | |
| | | | K, % | P, кг/см ² | K, % | P, кг/см ² | K, % | P, кг/см ² | K, % | P, кг/см ² |
| 1 | A ₁ шлам | 13,3 | 12 | 15,9 | 15 | 17,3 | 2 | 46,5 | 2,0 | 75,6 |
| 2 | A ₂ шлам | 9,7 | 15 | 13,1 | 15 | 15,3 | 1,5 | 38,2 | 1,5 | 56,3 |
| 3 | A ₃ штиб | 10,1 | 13 | 16,2 | 20 | 15,7 | - | - | 1,2 | 43,8 |
| 4 | K ₁ шлам | 12,5 | 16 | 18,5 | 15 | 19,4 | - | - | - | - |
| 5 | K ₂ штиб | 11,2 | 20 | 16,7 | 18 | 14,8 | - | - | 1,5 | 48,8 |
| 6 | T ₁ шлам | 13,8 | 11 | 20,2 | 16 | 24,3 | - | - | 2,0 | 53,4 |
| 7 | T ₂ штиб | 9,2 | 10 | 15,2 | 20 | 14,4 | - | - | - | - |
| 8 | Д-Г ₁ шлам | 8,9 | 12 | 13,0 | 15 | 15,7 | - | - | 2,2 | 44,5 |
| 9 | Г ₁ шлам | 11,1 | 15 | 17,4 | 15 | 19,9 | - | - | 2,0 | 42,9 |
| 10 | Г ₂ штиб | 9,5 | 15 | 14,5 | 18 | 13,7 | - | - | - | - |

* де K – концентрація в'язучих і активуючих речовин, що додаються при згрудкуванні палива, %; P – міцність готового палива, при відповідній концентрації, кг/см²

Але поряд з такими, що відповідають вимогам фізико-механічними і фізико-хімічними параметрами неорганічних сполучних (13,0-20,2 кг/см² на одновісний стиск) при згрудкуванні вони мають один суттєвий недолік. При збільшенні відсотка вмісту прямо пропорційно зменшується калорійність готового композиційного палива – головний якісний показник при його використанні. Тому їх використання разом з іншими неорганічними сполучними, наприклад рідким склом, в якості компонентів для отримання композиційного палива не завжди прийнятне.

Наступним видом сполучних матеріалів в дослідженнях був використаний скоп, який є органічним (з вмістом неорганічної золи до 36%) в'язким і відноситься до відходів целюлозно-паперової промисловості. Скоп (складова композиції 15-20%), як і інші аналогічні матеріали (наприклад, мокра пресована паперова маса), відноситься до компонентів, який поліпшує адгезійно-хімічні процеси при згрудкуванні палива. Його використання при змішуванні дозволяє отримати готове композиційне паливо з фізико-механічними параметрами (13,7-24,3 кг/см² на одновісний стиск) не поступається застосуванню при ідентичних умовах лігніну, рідкого скла тощо. Але при спалюванні палива зі скопом загальна калорійність більше в порівнянні з застосовуваними неорганічними речовинами, що можуть бути використанні, як в'язучі речовини.

Отже, представлені вище сполучні забезпечують товарний вигляд композиційного палива, яке в свою чергу недостатньо відповідає необхідним фізико-механічними параметрами для транспортування на значні відстані і перевантаження на стиках транспортних ланцюжків. При цьому є ще один недолік – композиційне паливо з такими сполучними володіє достатнім розмоканням, що не прийнятне і на малих відстанях його транспортування. Відповідно для збільшення механічної міцності, зниження показника до розмокання і при цьому забезпечення не зменшення загальної калорійності запропоновані активуючі речовини, що підвищують адгезійно-хімічні властивості при застосуванні технології електрокінетичного отримання композиційного палива.

Для досліджень були використані активуючі речовини – полікатионіти, які відносяться до коагулянтів і флокулянтів.

Флокулянти мають досить високу молекулярну масу і забезпечують отримання достатньо великих пластівців для подальшого їх виведення з рідини. Іонний заряд цих продуктів змінюється від 0 до 100% катіонів або аніонів, для того щоб найкращим чином підходити для застосування. Неіонні флокулянти виготовляються методом полімеризації акриламідів. Молекулярна маса від 1,5 до 10 мільйонів – в'язкість при концентрації 5 г/л знаходиться в діапазоні 8-200 сП. Аніонні флокулянти виходять методом полімеризації акриламідів і карбонової солі або сульфокислоти. Найбільш часто використовується акрилова кислота. Характеристики аніонних полімерів: молекулярна маса від 3 до 20 мільйонів; в'язкість при концентрації 5 г/л – від 60 до 200 сП.

Катіонні флокулянти представлені чотирма основними мономерами: діметіламіноетілакрилат, діметіламіноетілметакрілат, діалілдіметіламоній хлорид, акріламідопропілтріметіламонійхлорид.

Катіонні флокулянти виходять методом полімеризації акріламіду з одним з виробничих продуктів. Характеристики катіонних полімерів: молекулярна маса – від 3 до 10 мільйонів; в'язкість при концентрації 5 г/л – від 100 до 800 сП.

В теперішній час затребувані три форми флокулянтів: емульсії, порошки і кульки – гранули невеликого діаметру. Ці різновиди флокулянтів виготовляються за допомогою різних типів полімеризації.

Емульсії: мономер, що емульгуються в розчинник, а потім полімеризуються. В кінці процесу полімеризації додається поверхнево-активна речовина, що робить емульсію розчинною у воді. Основними перевагами таких продуктів є їх рідка форма і порівняно велика ефективність.

Порошкоподібні флокулянти: мономер полімеризуються в рідкій формі. Отримана таким чином желеподібна маса дробиться, потім висушується. Основними перевагами подібних продуктів є простота виробничо-технологічного процесу, зручність використання і високий вміст активної речовини в готовому продукті.

Кульки (гранули): мономер в підвішеному стані поміщаються в розчинник і полімеризуються. Потім розчинник випаровується для отримання мікро кульок. Основними перевагами подібних продуктів є, відсутність пилу і швидке розчинення. Іноді зустрічаються флокулянти в формі водного гелю, виробництво яких здійснюється за тією ж схемою, що і порошкоподібних і закінчується етапом полімеризації без подальшого висушування.

Коагулянти мають досить великий катіонний заряд для нейтралізації негативних зарядів колоїдів, що є показником ініціації процесу утворення пластівців. Їх молекулярна маса відносно низька, щоб забезпечити гарне поширення зарядів навколо частинки і, завдяки їх малій в'язкості, рівномірний розподіл полімеру в рідкій фазі.

В силу того, що полікатіоніти відносяться до недешевих речовин, були проведені не багаточисельні експерименти, в результаті яких було отримано композиційне паливо з гарними властивостями, що характеризувалось міцністю на одновісний стиск ($38,2-46,5 \text{ кг/см}^2$ в залежності від концентрації).

Для оптимізації фізико-механічних і вартісних параметрів технології отримання композиційного палива на підставі проведених раніше досліджень [12], а також виходячи з вище наведеного, розроблені активуючі речовини, що складаються з сировини, яка є доступною і низько вартісною.

Експериментально встановлено, що при використанні фізичних розчинів Eh-потенціал на поверхні частинок збільшується в 2-2,5 рази. Встановлено, що зростання зарядженості (по осі – в мілівольтах), як видно з рис., веде до збільшення міцності (по осі – в кг/см^2) і поліпшенню структуроутворення отриманого згрудкованного палива.

Були отримані залежності міцності готового палива від концентрації в'язучих і активуючих речовин, що додаються. Так необхідна механічна

міцність готової продукції з антрацитового шламу, досягнута шляхом активації складових його частинок.

Залежно від необхідних характеристик міцності і складу вихідної сировини було обґрунтовано процентне відношення фізіологічного розчину (для матеріалів, що вміщують вуглець від 1,5 до 10%), який додається в вихідну шихту. За допомогою приладу pH - 150М вимірюємо pH (кислотність) і Eh (електрокінетичний потенціал зарядженості частинок), досліджуваного середовища шихти, далі визначаємо технологічні характеристики фізико-механічні властивості згодом згрудкованного палива (див. табл. 2).

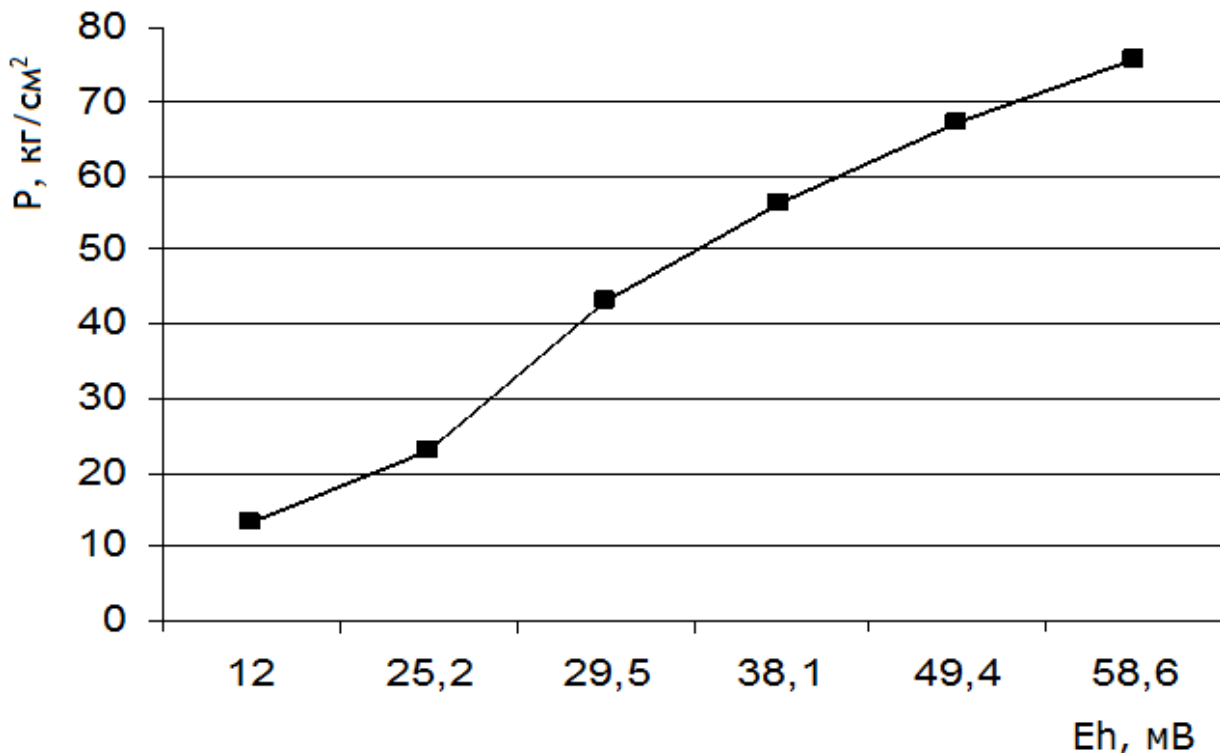


Рис. Залежність міцності згрудкованих відходів вуглезбагачення від електрокінетичного потенціалу зарядженості часток

Висновки. Проведено дослідження з визначення оптимально раціональних параметрів готової енергоефективної продукції в результаті застосування технології розробки техногенних відходів, що представлені сировиною вуглезбагачення. Отриманні зразки готового твердого палива для різних напрямків його споживання і характеристик, що обумовлюють калорійність від 3000 до 8000 ккал/кг і міцністю на одновісній тиск від 13,0 до 75,6 кг/см². Встановлено, що збільшення зарядженості часток (на прикладі антрацитового шламу) від 12,0 до 58,6 мВ веде до збільшення показника міцності при його згрудкуванні від 13,3 до 75,6 кг/см². Обґрунтовані і вибрані необхідні види в'язучих і активуючих та їх концентрація і співвідношення в відсотках для складу композицій для цілого ряду вугільних шламів і штибів: органічні – скоп 15-20% і неорганічні – фізичні розчини 1,5-2,2 %.

Перелік посилань

1. Гайдай, О.А. (2011). *Обґрунтування технологічних параметрів виймки тонких і некондиційних вугільних пластів в слабометаморфізованих вміщуючих породах. Дис. на здоб. вчен. ступ. канд. техн. наук. ДВНЗ “Національний гірничий університет”*
2. *Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за грудень та 2019 рік.* (2019) Міністерство енергетики та вугільної промисловості.
3. Кузік, І.М. (2012). Вплив породних відвалів шахт на компоненти довкілля та визначення можливостей щодо його зменшення. *Екологія і природокористування, 15*, 31-37.
4. Кроїк, Г.А., & Мельник, О.В. (2012). Закономірності розподілу техногенних та токсичних елементів у відходах добування та переробки вугілля Західного Донбасу. *Вісник ДНУ, серія «Геологія. Географія», 14(20)*, 77-82.
5. Коваленко, А., & Павличенко, А. (2013). Аналіз еколого-соціальних наслідків розміщення відходів вуглевидобутку. *Розробка родовищ, 405-408*.
6. Petlovanyi, M., Kuzmenko, O., Lozynskyi, V., Popovych, V., Sai, K., Saik, P. (2019). Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits, 13(1)*, 24-38.
<https://doi:10.33271/mining13.01.024>
7. 1. Павличенко, А. В., Гайдай, О. А., Фірсова, В. Е., Руських, В. В., & Ткач, І. В. (2020). Технологічні напрями переробки відходів вуглезбагачення. *Збірник Наукових Праць Національного Гірничого Університету, 62*, 139–148.
<https://doi.org/10.33271/crpnmu/62.139>
8. Білецький, В.С., & Сергєєв, П.В. (2013). Утилізація відходів збагачення вугілля шляхом їх брикетування. *Збагачення корисних копалин, 53(94)*, 205-209.
9. Самойлік В.Г., Білецький В.С., & Гудінов Д.В. (2013). Вплив мінеральної компоненти на технологічні характеристики водовугільного палива. *Збагачення корисних копалин, 53(94)*, 91-95.
10. Елишевич, А.Т. (1989). *Брикетирование полезных ископаемых*. Недра.
11. Гайдай, А.А. (2006). Исследования прочностных свойств брикетов из угольных шламов и штыбков, полученных способом холодного окускования. *Сб. научн. тр. НГУ, 26(1)*, 208.
12. Гайдай, А.А. (2010). Оцінка якісних показників кам'яного вугілля при видобутку в технологічному ланцюзі та можливість вторинного використання продуктів збагачення. *Науковий вісник НГУ, 1*, 23-25.

АННОТАЦІЯ

Цель. Определение рациональных физико-механических свойств композиционного топлива из отходов угольной отрасли.

Методика исследований заключается в установлении рациональных параметров технологических процессов при проведении лабораторных и промышленных экспериментов при изготовлении твердого топлива с дисперсного сырья, включающего в себя отходы угольной отрасли. Применен комплексный аналитический подход к решению задач по определению физико-механических свойств готового топлива, которые должны соответствовать техническим и экологическим требованиям к их использованию.

Результаты исследования. Выполнен анализ пригодности отходов угольной отрасли для использования в качестве сырья для изготовления композиционного топлива. Предложено для уменьшения дефицита угля использовать сырье из отходов угледобывающих предприятий. Рассмотрены пути оптимизации физико-механических свойств топлива при переработке каменноугольных шламов и применении штыбков для получения топливных композиций. Установлено, что увеличение заряженности частиц (на примере антрацитового шлама) от 12,0 до

58,6 мВ веде до збільшення показателя його міцності при окучуванні з 13,3 до 75,6 кг/см². Обґрунтовано і визначено необхідні види вяжучих і активуючих компонентів, їх концентрація і співвідношення в процентах для складу композицій для цілого ряду угольних шламов і штыбов: органічні – скоп 15-20% і неорганічні – фізичні розчини 1,5-2,2%.

Научна новизна. Виявлені закономірності зміни якості і фізико-механичних властивостей готового композиційного палива в залежності від типу відходів угольної галузі, застосовувані при його виготовленні.

Практичне значення. Обґрунтовано технологічні схеми виробництва композиційного палива з продуктів переробки відходів угледобувальних заводів.

Ключові слова: відходи, угольна галузь, шлами, композиційне паливо, виробництво, переробка, технологічні рішення, фізико-механичні властивості.

ABSTRACT

Goal. Determination of rational physical and mechanical properties of composite fuel from coal industry waste.

The research methodology consists in establishing rational parameters of technological processes during laboratory and industrial experiments during the production of solid fuel from dispersed raw materials, which includes waste from the coal industry. A comprehensive analytical approach to solving problems to determine the physical and mechanical properties of finished fuel, which must meet the technical and environmental requirements for their use, is applied.

Research results. The analysis of suitability of coal industry waste for use as raw materials for production of composite fuel is executed. It is proposed to use raw materials from waste from coal mining enterprises to reduce the shortage of coal. Ways to optimize the physical and mechanical properties of fuel in the processing of coal sludge and the use of rubbles to obtain fuel compositions are considered. It is established that the increase of particle charge (on the example of anthracite sludge) from 12.0 to 58.6 mV leads to an increase in its lump strength from 13.3 to 75.6 kg/cm². The necessary types of binders and activating components and their concentration and percentage ratio for the composition for a number of coal sludge and rubbles are substantiated and determined: organic – clutter 15-20% and inorganic – physical solutions 1.5-2.2%.

Scientific novelty. Patterns of changes in the quality and physical and mechanical properties of the finished composite fuel depending on the type of waste from the coal industry used in its manufacture are identified.

Practical value. Technological schemes of composite fuel production from products of waste processing of coal concentrators are substantiated.

Keywords: waste, coal industry, sludge, composite fuel, production, processing, technological solutions, physical and mechanical properties.