

СУЧАСНИЙ СТАН СТАНДАРТИЗАЦІЇ ВУГІЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У статті розглянуті основні принципи та напрямки стандартизації вугільної продукції; наведені основні показники якості вугільної продукції та фактори, що впливають на їх кількісне значення, а також заходи щодо нормування їх величини.

Ключові слова: вугілля, показники якості, вологість, зольність, теплота згорання, леткі речовини; стандартизація.

Вугілля є основним первинним джерелом тепла та енергії, без яких неможливий розвиток промисловості та підвищення рівня життя населення. Частка його у світовому енергетичному балансі на початок ХХ сторіччя складала 93%. У зв'язку з впровадженням більш ефективних джерел енергії, таких як нафта, газ, атомна енергія, гідроенергія, частка вугілля у енергетичному балансі світу на середину ХХ ст. знизилась до 56% , а наприкінці 90-х рр. вона вже складала 29%.

Запаси вугілля в Україні, за даними британської нафтогазової ВР, складають 33,873 млрд. т., що складає 3,9% світових запасів, із них: 15,351 млрд. т. – антрациту; 18,522 млрд. т. – бурого вугілля. При поточному рівні добичі таких запасів має вистачити на 462 р. Основні запаси вугілля сконцентровані на сході України, де їх промислова добича почалася ще з другої половини ХІХ ст. На відміну від природного газу та нафти, які характеризуються стабільністю енергетичної цінності (теплотою згорання), вугілля за кожне десятиріччя добичі знижувало свою енергетичну цінність зі швидкістю майже 375 ккал/кг [1].

Якість вугілля та його технологічні властивості є одними із найважливіших природних факторів при економічній оцінці родовища. З позицій оцінки якості цінність вугілля уявляє собою уся добута вугільна маса, а якість вугілля оцінюється відповідністю його визначених властивостей вимогам нормативних документів (ГОСТи, ДСТУ, ГСТУ, ТУ) та згодою із споживачем. Вимоги споживача в умовах насиченості ринку постійно зростають, тому на гірничих підприємствах необхідно створювати ефективні системи контролю якості вугільної продукції, які б відповідали вимогам міжнародних стандартів.

Проведення робіт по стандартизації у будь-якій галузі промисловості повинно базуватися на визначених основних принципах стандартизації, які залежать від специфіки даної галузі, основних напрямків її розвитку. Аналіз наукових основ стандартизації, загальних принципів та основних напрямків розвитку вугільної галузі дозволив сформулювати основні принципи стандартизації вугільної продукції:

- 1) оптимізація рівня якості вугільної продукції при її стандартизації;
- 2) комплексність здійснення стандартизації вугільної продукції;
- 3) розвиток випереджаючої стандартизації;
- 4) загальна та часткова класифікація вугільної продукції при її стандартизації;
- 5) скорочення кількості показників якості вугілля, що нормуються, до мінімально необхідного рівня.

Огляд спеціальної літератури дозволяє виділити декілька основних напрямків в дослідженні питань стандартизації вугілля:

- 1) стандартизація методів відбору та приготування проб вугілля (теорія, практика, засоби механізації та автоматизації);

- 2) стандартизація методів дослідження вугілля (визначення показників якості);
- 3) стандартизація та нормування показників якості вугілля.

Методи відбору та приготування проб вугілля для лабораторних іспитів з метою визначення показників якості регламентуються державними стандартами. Розроблені в останні роки державні стандарти України на роботи, пов'язані з визначенням якісних показників рядового вугілля та концентратів базуються на тих же підходах, що і стандарти СРСР (ДСТУ ISO 8858-2 Вугілля кам'яне та антрацит. Метод випробування пінної флотації. Частина 2. Послідовне випробування; ДСТУ ISO 8858-3 Вугілля кам'яне та антрацит. Метод випробування пінної флотації. Частина 3. Випробування із зняттям обмежень; ДСТУ ISO 13909-8 Вугілля кам'яне, антрацит та кокс. Механізований відбір проб. Частина 8. Методи визначення систематичної похибки; ДСТУ 7146:2010 Вугілля кам'яне та антрацит для побутових потреб населення. Технічні умови; Методика розрахунку показників якості вугілля СОУ 10.1.00185755.001; Настанова щодо визначення паливного потенціалу рядового вугілля СОУ-Н 10.1-00185755-002:2008).

Спочатку лабораторні іспити обмежувалися визначенням горючої і негорючої складової. До негорючої частини вугілля відносять вологу (позначається W , від німецького Wasser і англійського Water) і неорганічні або мінеральні речовини (M).

Для характеристики вугілля за кількістю мінеральних речовин у вугіллі частіше за все використовують показник зольності (A , від німецького Ashe і англійського Ash), що визначається за залишком, який утворюється після повного згорання вугільної маси. Пізніше були введені ще три показники:

- а) вихід летких речовин (V), які утворюються при нагріванні вугілля до 850 — 1000°C без доступу повітря;
- б) вихід і кількісна характеристика твердого нелеткого залишку (K), який утворюється при визначенні виходу летких речовин;
- в) загальний вміст сірчистих сполук (S_t) (умовно перерахованих на елементну сірку), які входять до складу органічних і мінеральних речовин вугілля.

Оскільки ці показники тією чи іншою мірою пов'язані з природою, ступенем вуглефікації, то вони мають не лише теоретичне, але й практичне значення.

На значення показників, які характеризують властивості вугілля, найбільше впливають умови відбору, підготовки та зберігання вугілля. Значення одних і тих же показників можуть змінюватися в широкому діапазоні в залежності від того, в якому стані знаходиться вугілля — робочому, аналітичному чи сухому. У зв'язку з цим ці показники можна визначати лише при виконанні наступних умов:

- а) незмінність умов відбору, зберігання і підготування проби;
- б) жорстко визначені умови, за якими проводять випробування;
- в) визначеність вихідного стану проби, яка досліджується.

Таким чином, вологість, зольність та інші показники є конкретними тільки в тих випадках, коли однакові методи їх визначення та умови, в яких проводилися дослідження. Крім того, для отримання показників, які можна порівнювати між собою, отримані значення перераховують на певний стан палива (робочий, сухий і сухий знезолений), а також проводять стандартизацію методів відбору, підготовки і дослідження проби.

До основних сертифікованих показників якості вугілля відносяться: теплота згорання; зольність; вологість; вихід летких речовин; вміст сірки та азоту; хімічний склад золи; температура плавлення золи (T_a , T_b , T_c); коефіцієнт розмолотості; гранулометричний склад.

Теплота згорання Q – використовується для співставлення теплотехнічних властивостей вугілля різних родовищ, марок між собою та іншими видами палива.

Визначення теплоти згорання виконується заміром кількості тепла, що виділяється одиницею маси вугілля при повному згоранні його у середовищі стисненого кисню при стандартних умовах. Відповідними перерахунками величин отримують значення найвищої теплоти згорання Q_s (з виключенням тепла, отриманого за рахунок киснеутворення) та нижчої Q_i теплоти згорання з додатковим виключенням тепла, отриманого за рахунок випаровування води. Зміна теплоти згорання пов'язана із зміною вологості або зольності вугілля або двох цих показників разом.

Зольність уявляє собою відношення маси неорганічного залишку (золи, %), отриманого після повного згорання вугілля, до маси досліджуваної проби вугілля. Зольність вугілля визначається за ГОСТ 11022-75, а потім виконується перерахунок зольності аналітичної проби на суху A_c та робочу A_p масу у відсотках за наступними формулами:

$$A_c = A_a \frac{100}{100 - W_a}, \quad (1)$$

$$A_p = A_a \frac{100 - W_p}{100 - W_a}, \quad (2)$$

де W_a - вміст аналітичної вологи у досліджуваній пробі, %; W_p - вміст робочої вологи у досліджуваній пробі, %; A_a - зольність аналітичної проби, %.

Основними компонентами зольності є оксиди кремнію, алюмінію, кальцію, магнію, натрію, калію. Вихід та склад золи залежить від природи вугілля, умов його згорання. По складу золи вугілля підрозділяють на кремністе (SiO_2 - 40-70%), глиноземне (Al_2O_3 30-45%), вапнякове (CaO - 20-40%). Зміна зольності може бути пов'язана не тільки із зміною її шкідливих речовин (радіоактивності, вмісту фтору, хлору, бензапірену), які загострюють проблему викиду шкідливих речовин, але й відносно корисних, що роблять золу джерелом отримання, наприклад, з'єднань CaO , германію.

Вологість вугілля підрозділяється на зовнішню, внутрішню (гігроскопічну) та хімічно пов'язану. Зовнішня вологість – вологість, яка утримується на поверхні зерен вугілля та між ними. Внутрішня вологість – вологість, яка залишається у вугіллі після доведення його до повітряно-сухого стану. Хімічно пов'язана вологість входить безпосередньо у склад вугільної речовини та мінеральних складових. Природними факторами, що обумовлюють вміст вологи у вугіллі, є обводненість вугільних пластів та вміщуючих порід. Вологість значно знижує вміст корисних речовин – вуглецю та водню, збільшуючи невиробничі витрати при транспортуванні та навантаженні.

Вихід летких речовин характеризує здатність займання вугілля та стійкість його горіння в камері котла. Вихід летких речовин обумовлює швидкість взаємодії вугілля з киснем повітря, яка підвищується із збільшенням температури, тобто реакційну здатність вугілля. В антрацитах вихід летких речовин не перевищує 8%, у кам'яному вугіллі – від 8 до 50%, у бурому вугіллі – 45-60%. Характеристика вугілля по виходу летких речовин та нелеткому органічному (коксовому) залишку відіграє важливу роль для визначення його технологічних властивостей. Цей показник входить як один із основних в технологічну та промислову класифікації вугілля. Він враховується при визначенні раціонального промислового їх використання.

Вміст сірки. Масова частка загальної сірки (S_t) у вугіллі коливається в широких діапазонах. За цією величиною вугілля підрозділяється на низькосірчате (до 1,5%), середньосірчате (1,5-2,5%), сірчате (2,5-4%), високосірчате (понад 4%). Сірка

входить до складу мінеральної частини вугілля, іноді присутня у вигляді елементарної. Виділяють наступні різновиди сірки:

- органічна (S_o) – пов'язана хімічно з елементами вугільної речовини;
- піритна (S_n) – міститься у вугіллі у вигляді лінз, прошарків або дрібних частинок;

- сульфатна (S_c) – міститься у вигляді сульфатів заліза та кальцію.

Загальна сірка вугілля складається із всіх трьох різновидів:

$$S_t = S_o + S_n + S_c. \quad (3)$$

Підвищений вміст сірки у вугіллі погіршує якість коксу та збільшує його витрати при виплавці чавуна. Наприклад, зріст сірчастості вугілля на 0,1% знижує продуктивність доменної печі та збільшує витрати коксу на 1,8%. Все це обумовлює необхідність строгого нормування вмісту сірки у вугіллі.

Окрім негативного впливу, невеликий вміст сірки у паливі може позитивно впливати на зниження протидії електризації золи деякого вугілля в електрофільтрах, що знижує її викиди в атмосферу. У вугіллі донецького регіону вміст сірки коливається в межах 0,5 – 4,5%.

Вміст азоту – частково визначає кількість шкідливих викидів окислів азоту в атмосферу. Для зниження утворення окислів азоту існують технологічні схеми для зниження максимальної температури горіння та руйнування окислів азоту.

Хімічний склад золи використовують для експертних оцінок її властивостей, таких як схильність до шлакування, утворення твердих відкладень на поверхнях нагріву. Для окремих видів вугілля ймовірність шлакування можливо оцінити по хімічному складу золи за наступним співвідношенням:

$$\frac{CaO + MgO + K_2O + Na_2O + Fe_2O_3}{SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2}, \quad (4)$$

де у чисельнику – лужні (основні) складові, у знаменнику – кислі складові [2].

Температура плавлення золи. Температурні характеристики золи T_a , T_b , T_c (a – початок деформації, b – плавлення, c – рідиноплавкий стан (розтікання) за способом визначення є одними із найбільш ефективних показників «шлакуючих» та «рідиноплавких» станів золи та визначають вибір способу шлаковидалення.

Коефіцієнт розмолоздатності характеризує здатність вугілля до подрібнення.

Гранулометричний склад – якісна характеристика вугілля за розміром кусків. Сортуння вугілля по класам крупності здійснюється на ситах з отворами відповідних розмірів.

На сьогоднішній день вміст робочої вологи на багатьох вугільних підприємствах залишається високим. Однак, не завжди його можна знизити в результаті виконання виробничих заходів (проведення дренажних робіт, посилення контролю за витратами води на зрошення), оскільки вологість залежить від вихідної речовини вугілля та ступені метаморфізму. Мало метаморфізоване буре вугілля має вологість 54-58%. При збільшенні метаморфізму пластова вологість знижується, а потім в антрацитах знову дещо підвищується внаслідок росту внутрішньої поверхні пор.

Показники по загальній сірці та виходу летких речовин у вугіллі залежать від їх вмісту в пластах. Окрім того, вихід летких речовин може визначатися глибиною розробки, так як з її збільшенням зростає ступінь метаморфізму вугілля.

Для покращення показників якості за теплою згорання необхідно здійснити заходи по зниженню зольності та вологості вугілля шляхом удосконалення технології виїмки вугілля; удосконалення технології проведення підготовчих виробок; проведення

дренажних робіт; забезпечення оптимальної структури добичі на підприємствах за рахунок виробу більш раціональної дольової участі пластів та ін..

Аналіз сучасного стану теорії та практики стандартизації вугільної продукції дозволив встановити, що якість вугільної продукції в залежності від напрямку її використання характеризується значною кількістю показників, контроль за дотриманням яких в процесі виробництва та використання повинен базуватися на основних принципах стандартизації з урахуванням наступних положень:

1. В стандартах технічних вимог на вугілля повинна встановлюватися мінімально необхідна кількість показників, які нормуються, та достатньо повно характеризують придатність вугілля до використання.

2. Показники якості повинні бути чітко розмежовані на браковочні, при недотриманні яких вугілля не підлягає відправці споживачеві, та допоміжні, які слугують для додаткової характеристики вугілля, дотримання яких бажано при поставці споживачу.

3. Виконання та дотримання вимог стандартів повинно забезпечуватися об'єктивними умовами виробництва вугільної продукції: наявність стандартизованих методів контролю та оцінки показників якості; можливість впливати на величину показника в процесі добичі або переробки вугілля.

Література:

1. Синякевич Б.Г., Чернявский Н.В. Энергетический уголь Украины: соотношение цены и качества /Энергетика и электрификация, 2004, №12, с.37-40.

2. Алешинский Р.Е., Векслер Ф.М., Говсиевич Е.Р., Эдельман В.И. Качественные характеристики угольного топлива: их влияние на технико-экономические показатели ТЭС /Энергетик, 2003, №1, с.17-20.

3. Толкацер Д.Я. Цена и качество угольной продукции. М., Недра, 1982, 200 с.

4. Филиппов В.Н. Исследование, выбор и обоснование показателей качества углей для целей стандартизации (на примере экибастузских углей) /Автореферат диссертации, г. Люберцы, 1978 г., 22 с.