

Вугілля кам'яне — різновид вугілля викопного, за ступенем вуглефікації проміжний між вугіллям бурим і антрацитом.

Характеристика і склад

Щільна осадова порода чорного, іноді сіро-чорного кольору. Блиск смоляний або металічний. Елементний склад органічної речовини вугілля кам'яного: 75–92 % Карбону, 2,5–5,7 % Гідрогену, 1,5–15 % Оксигену, 2–48 % летких речовин. Вологість 1–12 %. Вища теплота згоряння в перерахунку на сухий беззольний стан — 30,5–36,8 МДж/кг.

Належить до гумолітів; сапропеліти і гумітосапропеліти присутні у вигляді лінз та невеликих прошарків. Утворення кам'яного вугілля характерне майже для всіх геологічних систем — від девону до неогену (включно); воно активно утворювалося в кам'яновугільному, пермському та юрському періодах.

Залягає у формі пластів і лінзовидних покладів різної потужності (від десятків сантиметрів до декількох сотень метрів) на різних глибинах (від виходів на поверхню до 2500 м і глибше).

Утворилося з продуктів розкладу органічних залишків рослин, що зазнали зміни (метаморфізму) в умовах високого тиску навколишніх порід земної кори і порівняно високої температури. Характеризується нейтральним складом органічної маси, не реагує зі слабкими лугами ні в звичайних умовах, ні під тиском.

Бітуми кам'яного вугілля, на відміну від бурого вугілля, представлені переважно сполуками ароматичної структури. У кам'яного вугілля не виявлені жирні кислоти та естери, мало сполук зі структурою парафінів.

Кам'яне вугілля поділяють на блискуче, напівблискуче, напівматове, матове. Залежно від переважання тих або інших петрографічних компонентів виділяють вітренове, кларенове, дюрено-кларенове, кларено-дюренове, дюренове і фюзенове кам'яне вугілля. Пласти можуть бути складені одним із наведених літотипів, частіше їхнім чергуванням. Зазвичай блискучі відміни вугілля малозольні внаслідок незначного вмісту мінеральних домішок.

Виділено 4 типи структури органічної речовини вугілля — телінітова, посттелінітова, преколінітова і колінітова, які є послідовними стадіями єдиного процесу розкладання лігніно-целюлозних тканин. До генетичних груп кам'яного вугілля, крім цих 4 типів, додатково включено лейптинітове вугілля. Кожна з 5 генетичних груп за типом речовини мікрокомпонентів вугілля поділена на відповідні класи.

У процесі занурення вугленосної товщі на глибину в умовах підвищення тиску і температури відбувається послідовне перетворення органічної маси, зміна її хімічного складу, фізичних властивостей і молекулярної будови. Усі ці перетворення позначаються терміном «регіональний метаморфізм вугілля». На

кінцевій (вищій) стадії метаморфізму кам'яне вугілля перетворюється в антрацит з яскраво вираженою кристалічною структурою графіту. Крім регіонального метаморфізму, іноді мають місце перетворення від впливом тепла вивержених порід, що знаходяться поряд із вугленосними товщами (перекривають або підстилають їх) — термальний метаморфізм, а також безпосередньо у вугільних пластах — контактний метаморфізм. Зростання міри метаморфізму в органічній речовині кам'яного вугілля простежується послідовним збільшенням відносного вмісту Карбону і зменшенням вмісту Оксигену і Гідрогену. Послідовно знижується вихід летких речовин (від 50 до 8 % в перерахунку на сухий беззольний стан); змінюються також теплота згоряння, здатність спікатися і фізичні властивості вугілля. Зокрема лінійно змінюються блиск, відбивна здатність вітриніту, насипна маса вугілля та інші властивості. Інші фізичні властивості (пористість, густина, щільність, спікливість, теплота згоряння, пружні властивості тощо) змінюються або за яскраво вираженим параболічним законом, або за змішаним. Як оптичний критерій стадії метаморфізму вугілля використовують показник відбивної здатності вітриніту; його застосовують також і в нафтовій геології для встановлення стадії катагенного перетворення осадової товщі, що містить органічну речовину. Відбивна здатність вітриніту в масляній імерсії (R_o) послідовно зростає від 0,5–0,65 % для вугілля марки Д до 2–2,5 % для вугілля марки П. Щільність та густина кам'яного вугілля залежать від петрографічного складу, кількості і характеру мінеральних домішок та міри метаморфізму.

Найбільшою густиною (1300–1500 кг/м³) характеризуються компоненти групи фюзиніту, найменшою (1280–1300 кг/м³) — групи вітриніту. Зміна густини з підвищенням міри метаморфізму відбувається за параболічним законом з інверсією в зоні переходу до групи жирних; у малозольних різновидах вона знижується від вугілля марки Д до марки Ж у середньому від 1370 до 1280 кг/м³ і послідовно зростає для вугілля марки П до 1340 кг/м³.

Загальна пористість вугілля змінюється також за екстремальним законом. Для вугілля Донецького вугільного басейну марки Д вона становить 22–14 %, вугілля марки К — 4–8 % і збільшується (вочевидь, внаслідок розпушення) до 10–15 % для вугілля марки П.

Пори у вугіллі поділяють на макропори — середній діаметр $500 \text{ Ч } 10^{-10} \text{ м}$ та мікропори $(5-15) \text{ Ч } 10^{-10} \text{ м}$; проміжок займають мезопори. Макропористість зменшується зі збільшенням стадії метаморфізму, мікропор — навпаки. Ендогенна (розвинена в процесі утворення вугілля) тріщинність, що оцінюється кількістю тріщин на кожні 5 см блискучого вугілля, контролюється стадією метаморфізму вугілля: вона зростає до 12 тріщин при переході бурого вугілля в довгополумене, має 35–60 для коксівного і послідовно зменшується до 12–15 при переході до антрацитів. Такій же закономірності підлеглі зміни пружних

властивостей вугілля — модуля Юнга, коефіцієнта Пуассона, модуля зсуву (зрізу), швидкості ультразвуку.

Механічна міцність кам'яного вугілля характеризується їхньою дробимістю, крихкістю та твердістю, тимчасовим спротивом стисненню. Вугільна речовина є діамагнітною, мінеральні домішки характеризуються парамагнітними властивостями. Магнітна сприйнятність вугілля зростає зі збільшенням їхньої стадії метаморфізму. За тепловими властивостями кам'яне вугілля наближається до теплоізоляторів.

Головні технологічні властивості, що визначають його цінність: спіклівість і коксівна здатність. Стандартний показник спіклівості — індекс Рога (RI) і товщина пластичного шару, яку визначають за допомогою так званого апарата Сапожникова.

Класифікація

Існує багато видів класифікації кам'яного вугілля: за речовинним складом, петрографічним складом, генетичні, хіміко-технологічні, промислові та змішані.

Генетичні класифікації характеризують умови накопичення вугілля, речовинні і петрографічні — його речовинний і петрографічний склад, хіміко-технологічні — хімічний склад вугілля, процеси формування та промислової переробки, промислові — технологічне групування видів вугілля залежно від вимог промисловості.

Класифікації вугілля в пластах використовують для характеристики вугільних родовищ.

За основу промислової класифікації вугілля в окремих країнах приймають різні параметри властивостей і складу вугілля: в США класифікують за теплотою згоряння, вмістом зв'язаного Карбону і відносним вмістом летких речовин, в Японії — за теплотою згоряння, так званим паливним коефіцієнтом і міцністю коксу або нездатністю до коксування.

У СРСР до 1954 як основна промислова класифікація діяла розроблена в 1930 так звана донецька класифікація. Її ще називають марочною і генетичною, оскільки покладені в її основу зміни властивостей вугілля віддзеркалюють їхній зв'язок із генетичним розвитком органічної речовини вугілля. В Україні використовували стандартизовану класифікацію вугілля. За середнім виходом летких речовин і характеристикою нелеткого залишку з урахуванням спіклівості і величини теплоти згоряння кам'яне вугілля поділяли на 10 основних марок: довгополумене (Д), газове (Г), газожирне (ГЖ), жирне (Ж), коксове жирне (КЖ), коксівне (К), коксове друге (К2), слабкоспікливе (СС), опіснене спікливе (ОС) і пісне (П). Від марки Д до марки П вміст Карбону послідовно збільшується від 76 до 92 %, вихід летких речовин зменшується з 42 до 7–12 %. У кожній з марок, крім Д і Г, за технологічними властивостями виділяють декілька технологічних груп. Для Донбасу виділяють такі марки вугілля: Д, Г, ГЖ, Ж, К,

ОС, П; для Львівсько-Волинського басейну: Д, Г, ГЖ, Ж. Класифікація вугілля весь час удосконалюється. Однією з перспективних вважають геолого-промислову класифікація, концепція якої запропонована наприкінці 20 ст. (С. Пожидаєв [1956; Україна] та інші).

Станом на кінець 2019 діє варіант класифікації вугілля за Стандартом України «Вугілля буре, кам'яне та антрацит» (ДСТУ 3472:2015).

Поширення, запаси і ресурси

Найбільші розвідані запаси кам'яного вугілля в Україні зосереджені в Донецькому та Львівсько-Волинському вугільних басейнах.

За кордоном — у Карагандинському, Південно-Якутському, Мінусинському, Буреїнському, Тунгуському, Ленському, Таймирському (РФ), Аппалачському, Пенсильванському (США), Нижньорейнсько-Вестфальському (Німеччина), Верхньосілезькому (Польща), Остравсько-Карвінському (Чехія), Шаньсі (Китай), Південноуельському (Велика Британія) та інших басейнах.

Станом на 01.01.2019 балансові запаси кам'яного вугілля марок А+В+С1 в Україні складають (у тисячах т): 41 402 940.00; категорії С2 — 11 233 218.00.

Переробка і використання

Кам'яне вугілля використовують як технологічну, енерго-технологічну і енергетичну сировини під час виробництва коксу і напівкоксу з отриманням великої кількості хімічних продуктів (нафталін, феноли, пек тощо), на основі яких одержують добрива, пластмаси, синтетичні волокна, лаки, фарби тощо. Один із найбільш перспективних напрямів використання — скраплення (зрідження) — гідрогенізація вугілля з отриманням рідкого палива. Під час переробки кам'яного вугілля отримують також активне вугілля, штучний графіт тощо; в промислових масштабах вилучають ванадій, германій і сірку; розроблені методи отримання галію, молібдену, цинку, свинцю. Існують різні схеми неенергетичного використання кам'яного вугілля на основі термохімічної, хімічної та іншої переробки з метою їхнього повного комплексного використання і забезпечення охорони довкілля.

На початок 21 ст. кам'яне вугілля в Україні розглядали як надійний ресурс забезпечення національної енергетичної безпеки. Для задоволення потреб економіки Україна щорічно використовувала близько 100 млн т вугілля, з яких майже 80 млн т видобували вітчизняні підприємства. 2015 світове споживання вугілля — 3839,9 млн т нафтового еквівалента) або 7312 млн т вугілля.

Джерела

ДСТУ 3472:2015. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація. Київ : Держстандарт України, 2016. 8 с.

Література

Coal Science : in 3 vol. / Edited by M. Gorbaty, J. Larsen, I. Wender et al. New York : Academic Press, 1982–1984.

Coenen R. Steinkohle. Berlin : Springer, 1985. 456 p.

Саранчук В. И., Айруни А. Т., Ковалев К. Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства углей. Киев : Наукова думка, 1988. 191 с.

Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / За ред. В. С. Білецького. Донецьк : Східний видавничий дім, 2004–2013.

Саранчук В. І., Ільяшов М. О., Ошовський В. В. та ін. Основи хімії і фізики горючих копалин. Донецьк : Східний видавничий дім, 2008. 640 с.

Короткий словник з петрографії вугілля / Уклад.: Г. Маценко, В. Білецький, Т. Шендрік. Донецьк : Східний видавничий дім, 2011. 74 с.

Freese V. Coal: A Human History. New York : Basic Books, 2016. 384 p.

В. С. Білецький