

УДК 338.662. 6/2:621.365

Г.О. КУЦ, канд. техн. наук (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ),

Є.І. ГАЛИНОВСЬКИЙ, канд. екон. наук (Рада з вивчення продуктивних сил України НАН України, Київ),

В.І. МЕЛЬНИК, канд. екон. наук (Науково-дослідний економічний інститут, Київ)

КАЛОРИЙНІ ЕКВІВАЛЕНТИ ПЕРЕРАХУНКУ ПАЛИВА З НАТУРАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ НА УМОВНІ

Розроблено базу калорійних еквівалентів перерахунку палива з натуральних одиниць на умовні.

У різних сферах практичної діяльності обсяги палива й енергії визначаються як у натуральних, так і в умовних виразах. Наприклад, звітність підприємств і організацій за формами статзвітності, розробка енергетичних балансів і теплотехнічних розрахунків потребує перерахунку обсягів палива з натуральних величин на умовні з метою приведення їх до єдиної фізичної одиниці (тонна умовного палива). Перерахунок натуральних обсягів палива на умовне здійснюється через калорійні еквіваленти, які визначаються на основі їх теплоти згоряння. За часів СРСР калорійні еквіваленти, затверджені центральними органами, періодично переглядались, особливо це стосувалось таких видів палива, як кам'яне і буре вугілля, сланці, торф, відходи переробки сільськогосподарських продуктів тощо.

На сьогодні в Україні досить багато підприємств користуються еквівалентами минулих часів (90-х років), які у багатьох випадках не відповідають якісним характеристикам палива. Це призводить до розбіжностей у кількісних і якісних показниках при перерахунках, спричиняє до похибок в інженерних і економічних розрахунках енерготехнологічних процесів, створює конфліктні ситуації між виробниками і споживачами при торгівлі паливно-енергетичними ресурсами. В даній роботі визначено калорійні еквіваленти для твердих, рідких і газоподібних видів палива та їх обґрунтування.

З досить значного переліку номенклатури енергоресурсів, наданого Державним класифікатором продукції та послуг (ДКПП), в Україні найбільш використовуваними є такі види палива:

— первинне: кам'яне і буре вугілля, природний газ, нафта, в тому числі газовий конденсат, торф паливний, деревина паливна, відходи продукції сільського господарства;

— продукти переробки: кам'яновугільні, буровугільні та торф'яні брикети, кокс, коксик і коксовий дріб'язок, термоантрацит, автомобільний та авіаційний бензини, паливо для реактивних двигунів, дизельне паливо, мазут топковий і

флотський, гас освітлювальний і технічний, скраплений газ, коксовий газ, нафтозаводські гази тощо;

— вторинні горючі енергоресурси: доменний, феросплавний і конвертерний газ, луги, відходи деревообробки тощо.

Нижче коротко охарактеризовано зазначені види палива.

Кам'яне вугілля за фізичними властивостями розподіляється на марки, а за крупністю — на класи (їх класифікацію подано в табл. 1 і 2). Крім того, за напрямом споживання вугілля поділяється на енергетичне та коксівне і різниться між собою придатністю до процесів коксування та нормами якості. За хімічним складом вміст окремих елементів у вугіллі Донецького басейну становить: у горючій масі — вуглецю 70-93,5%; водню 1,7-5,5; азоту 0,8-1,6; кисню 1,4-13,2; сірки (загальної) в сухій масі 1,5-4; вологи в робочій масі 4,1-18.

Таблиця 1. Класифікація вугілля за марками

| Марка вугілля | Позначення марки | Середній показник відбиття вітриніту, R_v , % | Вихід летких речовин, V , % | Товщина пластичного шару "I", мм |
|-----------------------|------------------|---|-------------------------------|----------------------------------|
| Буре | Б | Менше 0,4 | Від 50 до 70 включно | - |
| Довгополум'яне | Д | Від 0,4 до 0,6 включно | >>35>>50>> | Менше 6 |
| Довгополум'яне газове | ДГ | >>0,50>>0,80>> | >>35>>48>> | Від 6 до 9 включно |
| Газове | Г | >>0,50>>1,0>> | >>33>>46>> | >>10>>16>>* |
| Жирне | Ж | >>0,85>>1,20>> | >>28>>36>> | >>17>>38>> |
| Коксівне | К | >>1,21>>1,60>> | >>18>>28>> | >>13>>28>> |
| Піснувате спікливе | ПС | >>1,30>>1,90>> | >>14>>22>> | >>6>>12>> |
| Пісне | П | >>1,60>>2,59>> | >>8>>18>>** | Менше 6 |
| Антрацит | А | >>2,60>>5,60>> | Менше 8 | - |

Примітка:

* якщо показник відбиття вітриніту менше за 0,85%, а товщина пластичного шару — більша за 16 мм, вугілля належить до марки Г.

** якщо вихід летких речовин менше за 8%, а теплота згоряння у безвологодому та беззолному стані $Q_r = 35,2$ МДж/кг більша, вугілля належить до марки П.

У Львівсько-Волинському басейні видобувається вугілля трьох марок: довгополум'яне газове, газове та жирне, воно використовується як енергетичне паливо. Усереднений хімічний склад цього вугілля: в горючій масі — вуглецю до 79%;

Таблиця 2. Класифікація вугілля на класи за крупністю

| Клас | Умове позначення | Розмір шматків, мм |
|------------------------------|------------------|---|
| Плита | П | Більше 100 |
| Кулак | К | 50-100 |
| Горіх | Г | 25-50 |
| Дрібний | Др | 13-25 |
| Сім'ячко | С | 6-3 |
| Штиб | Ш | Менше 6 |
| Рядовий | Р | Не більше 200 при шахтному і не більше 300 при кар'єрному видобутку |
| Дрібний і сім'ячко зі штибом | ДрСШ | Менше 25 |
| Сім'ячко зі штибом | СШ | Менше 13 |

водню – 5,2; азоту – 1,3; кисню – 10,9; сірки – 3,1; вологи до 10% у робочій масі. Буре вугілля (Дніпровський басейн) має середній вміст вуглецю 67,8%; водню – 5,7; азоту – 0,9; кисню – 20 в горючій масі та вологи 55% у робочій масі. До 60-62% рядового вугілля (від загального обсягу видобутку) проходить збагачення на збагачувальних фабриках з виходом концентрату, промпродукту і шламу, в яких залежно від марки вугілля, вміст вологи в робочій масі знаходиться в межах, відповідно: 8-13,5%; 9-10 і 17-21 та золи в сухій масі: 7,5-13,5; 36-39 і 20,5-29.

Продукти переробки кам'яного вугілля: кокс, коксик і коксовий дріб'язок – різняться між собою крупністю та вмістом вологи і золи. Волога в робочій масі металургійного коксу не перевищує 5% і золи в сухій масі 10%, для коксику і коксового дріб'язку ці показники значно вищі та досягають значень відповідно до 15 і 18%. Продукти перероблення бурого вугілля – буровугільні брикети, в яких вміст вологи в робочій масі становить 19-21% і золи в сухій масі 19-25.

Нижча теплота згоряння Q_{i}^p розраховувалась за хімічним складом палив, наданих у стандартах, технічних умовах, сертифікатах та інших затверджених документах [1-10]. В розрахунку приймалися середні значення зольності та вологості палива в робочій масі. Калорійні еквіваленти перерахунку палива із натуральних одиниць на умовні визначались діленням фактичного значення нижчої теплоти згоряння робочої маси палива на значення теплоти згоряння вугілля, яке дорівнює 7000 ккал/кг (вугільний еквівалент). Результати розрахунку калорійних еквівалентів для різних марок і класів кам'яного і бурого вугілля та продуктів їх збагачення і перетворення наведено в табл. 3.

Торф у країні видобувається в незначних обсягах (станом на 2003 рік – 510 тис. т) і використовується як комунально-побутове паливо. Горюча маса торфу містить до 57,8% вуглецю, 6 водню,

33 кисню і 2,5 азоту. В товарному торфі волога не перевищує 50 і 10% золи. Залежно від вмісту вологи нижча теплота згоряння торфу може мати від 1500 до 4000 ккал/кг.

Деревина паливна за номенклатурою продукції промисловості містить: дрова для опалення у вигляді розколотих відрізків, стовбурів, колод, полін, гілок, сучків, хмизу, пнів і коренів дерев. Елементарний склад горючої маси деревини всіх порід є досить близьким і містить до 50% вуглецю, 6 водню, 43 кисню і 0,6 азоту, вміст золи в сухій масі близько 1%. Величина нижчої теплоти згоряння деревини здебільшого залежить від вмісту вологи і, наприклад, за 40% вологи в робочій масі дорівнює 2440 ккал/кг, за 30% – 2940.

Для зазначених видів палива: торфу, деревини паливної та деревинних відходів деревообробних підприємств, відходів сільськогосподарського виробництва й інших видів рослинного палива – в табл. 4 наведено калорійні еквіваленти для перерахунку їх з відповідних одиниць виміру на умовні.

До рідких видів палива належать нафта і продукти її переробки: пропановий і бутановий гази, автомобільний і авіаційний бензини, гас технічний і освітлювальний, дизельне і моторне паливо, паливо для реактивних двигунів, мазут паливний і флотський, пічне побутове паливо, нафта (легроїн), бензол, толуол, мастила тощо.

Нафта за фізичними і хімічними властивостями має досить складну суміш вуглеводневих і неуглеводневих сполук. До основних хімічних елементів, що входять до складу нафти, належать (у робочій масі): вуглець у межах 82-87%, водень 11-15, 4 кисень до 1,5, азот до 2,2, сірка 0,1-7 та інші елементи. Нижча теплота згоряння нафти окремих родовищ відрізняється, але на практиці її значення прийнято рівним 10 тис. ккал/кг. Цей показник визначено як нафтовий еквівалент і в деяких країнах перерахунок палива з натуральних одиниць на умовні здійснюється за цим еквівалентом. Усереднений хімічний склад деяких продуктів переробки нафти: бензини – 85% вуглецю; 14,9 водню; 0,05 сірки і 0,05 кисню і азоту в горючій масі, гас, відповідно – 86,1, 3,7, 0,1 і 0,2, дизельне паливо – 86,5; 12,8; 0,4 і 0,3; мазути – 87,8; 10,7; 0,7 і 0,8.

У табл. 5 наведено значення нижчої теплоти згоряння і калорійних еквівалентів для рідких видів палива, які використовуються в країні.

Газоподібні природні види палива, а саме – природний газ, за хімічним складом, являє собою суміш метану та його гомологів (етану, пропану,

Таблиця 3. Значення калорійних еквівалентів перерахунку кам'яного та бурого вугілля і продуктів збагачення та перетворення з натуральних одиниць та умовні, т·К_e=т ул.

| Марка | Клас | Крупність | A ^d | W _f ^t | Нижча теплота згоряння Q _n ^p | | калорійні еквіваленти перерахунку, К _e |
|--------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------------------------|--|---------|---|
| | | | | | МДж/кг | Ккал/кг | |
| Довгополум'яне Д | ДР | 0-200 | 33 | 11 | 18,2 | 4336,7 | 0,6195 |
| | | 0-100 | 27 | 10 | 20,1 | 4790,5 | 0,6844 |
| | | 13-100 | 8,6 | 13,1 | 24,2 | 5785,5 | 0,8265 |
| | ДДСШ | 0-25 | 38,5 | 12,5 | 16,3 | 3898,6 | 0,5569 |
| | | 0-13 | 36,4 | 12,6 | 16,9 | 4029 | 0,5756 |
| Шлам ДК | | | 33 | 21,5 | 15,7 | 3756,3 | 0,5366 |
| | | | 8,5 | 13,5 | 24,1 | 5262,6 | 0,8232 |
| Довгополум'яне газове ДГ | ДГР* | 0-200 | 30,8 | 8,7 | 19,9 | 4757,4 | 0,68 |
| | ДГР | 0-200 | 39,5 | 11,2 | 25,9 | 4023,2 | 0,5747 |
| | ДГР | 0-200 | 33,3 | 6,7 | 20,0 | 4783,5 | 0,6834 |
| | ДГК | 50-100 | 6 | 14,2 | 25,4 | 6055 | 0,8650 |
| | ДГГ | 25-50 | 7,3 | 15 | 24,7 | 5909 | 0,8441 |
| | ДГГД | 13-50 | 8,7 | 9,2 | 26,2 | 6255,3 | 0,8936 |
| | ДГД | 13-25 | 7,5 | 15 | 24,7 | 5896 | 0,8423 |
| | ДГ | 13-100 | 7,9 | 9,3 | 26,4 | 6303 | 0,9004 |
| | ДГ | 0-100 | 19,5 | 11,7 | 22,4 | 3341,2 | 0,7630 |
| | ДГ | 0-13 | 7,2 | 11,5 | 25,9 | 6183,1 | 0,8833 |
| | ДГ | 0-25 | 14,5 | 14,9 | 22,8 | 5450,4 | 0,7786 |
| | ДГСШ | 0-13 | 29 | 11,8 | 19,7 | 4696,9 | 0,6710 |
| | ДГ | 0-13 | 27,2 | 8,9 | 20,9 | 4995,3 | 0,7136 |
| ДГ | 0-25 | 7,2 | 11,5 | 25,9 | 6183,1 | 0,8833 | |
| Газове Г | ГР* | 0-200 | 41,4 | 5,3 | 17,9 | 4270 | 0,6100 |
| | ГКГ | 25-100 | 6 | 6,5 | 28,4 | 6773,7 | 0,9678 |
| | Г | 0-100 | 14,7 | 12,2 | 24,0 | 5733,2 | 0,8190 |
| | ГСШ | 0-13 | 27,2 | 8,9 | 21,3 | 5088,1 | 0,7269 |
| | ГСШ | 0-13 | 36,4 | 12,6 | 17,7 | 4234,6 | 0,6049 |
| | ГСШ | 0-13 | 30,2 | 9,4 | 19,9 | 4757,8 | 0,6997 |
| | Г | 13-100 | 9 | 8,5 | 26,8 | 6403,4 | 0,9148 |
| | ГК | - | 7 | 8,5 | 27,4 | 6545,5 | 0,9351 |
| | Г промпродукт | - | 39,0 | 10 | 17,6 | 4196,5 | 0,5995 |
| | Г шлам | - | 25 | 21 | 18,7 | 4469,5 | 0,6385 |
| Жирне Ж | ЖР | 0-200 | 41,4 | 5,2 | 19,1 | 4558,3 | 0,6512 |
| | Ж | 13-100 | 7,8 | 6,3 | 29,7 | 7099,2 | 1,0142 |
| | Ж | 0-13 | 23,7 | 11,1 | 23,2 | 5538,1 | 0,7911 |
| | Ж промпродукт | - | 39 | 9 | 19,0 | 4532,7 | 0,6475 |
| | Ж шлам | - | 21,5 | 17 | 22,1 | 5282,7 | 0,7547 |
| Коксівне Г | КК | - | 7,7 | 10,5 | 28,5 | 6812 | 0,9731 |
| | К промпродукт | - | 40 | 9 | 18,8 | 4490,3 | 0,6415 |
| | К шлам | - | 21,5 | 17 | 22,3 | 5322 | 0,7603 |
| Пісне П | ПР | 0-200 | 31,2 | 5,3 | | | |
| | П | 0-100 | 20,2 | 8,6 | 24,9 | 5952,7 | 0,5504 |
| | ПК | - | 13,2 | 8 | 27,3 | 6525,6 | 0,9322 |
| | П промпродукт | - | 36 | 10 | 19,6 | 4682,3 | 0,6689 |
| П шлам | - | 20,5 | 20 | 21,4 | 5117,8 | 0,7311 | |
| Пісне спік-ливе ПС | ПСК | - | 8,3 | 8,5 | 28,8 | 6881 | 0,9830 |
| | ПС промпродукт | - | 39 | 7 | 19,5 | 4645,1 | 0,6636 |
| | ПС шлам | - | 23 | 17 | 21,7 | 5180 | 0,74 |
| Антрацит А | АР | 0-200 | 30,8 | 6,1 | 21,3 | 5078,4 | 0,7255 |
| | АК | 50-100 | 6,1 | 4,1 | 29,6 | 7063,3 | 1,009 |
| | АК | 25-100 | 7,5 | 4,5 | 29,0 | 6926,2 | 0,9895 |
| | АГ | 25-100 | 7,3 | 4,4 | 29,1 | 6949,1 | 0,9927 |
| | АД | 13-25 | 9,4 | 4,9 | 28,3 | 6752,5 | 0,9646 |
| | АС | 6-13 | 11,9 | 5,6 | 27,3 | 6512,8 | 0,9304 |
| | АШ збаг. | 0-6 | 19,8 | 7,6 | 24,2 | 5787,9 | 0,8268 |
| | АШ техн. | 0-6 | 16,4 | 7,5 | 25,3 | 6042,4 | 0,8632 |
| АШ відсів | 0-6 | 27,7 | 8,2 | 21,7 | 5175,8 | 0,7394 | |
| Буре вугілля Б | БЗ | - | 30 | 55 | 7,3 | 1736 | 0,2480 |
| Буро-вугільні брикети | - | - | 23 | 20 | 16,2 | 3864 | 0,5520 |
| Кокс сухий металургійний | - | - | 10 | 5 | 28,49 | 6800 | 0,9714 |
| Кокс сухий | - | - | 15,5 | 14 | 27,3 | 6510 | 0,9300 |
| Коксовий дріб'язок сухий | - | - | 18 | 15 | 26,4 | 6300 | 0,9000 |

* Львівсько-Волинське вугілля.

Таблиця 4. Значення калорійних еквівалентів перерахунку торфу, деревини паливної, відходів сільськогосподарського виробництва та іншого рослинного палива, одиниця виміру $\cdot K_c = t$ у.п.

| Види палива | Одиниці виміру | Калорійні еквіваленти, K_c |
|---|-----------------|------------------------------|
| Торф фрезерний за вологості 40% | т | 0,34 |
| Торф кусковий за вологості 33% | - | 0,41 |
| Торфобрікети і напівбрикети | - | 0,552 |
| Дрова для опалення, за: | | |
| - вологості 60%, ($\gamma = 1,0 \text{ т/м}^3$) | Щільний куб. м | 0,205 |
| - вологості 50%, ($\gamma = 0,94 \text{ т/м}^3$) | - | 0,223 |
| - вологості 40%, ($\gamma = 0,88 \text{ т/м}^3$) | - | 0,310 |
| - вологості 20%, ($\gamma = 0,75 \text{ т/м}^3$) | - | 0,372 |
| - вологості 10%, ($\gamma = 0,63 \text{ т/м}^3$) | - | 0,374 |
| Дрова для опалення (усереднені за обсягами споживання) | - | 0,264 |
| Ппали, колоди зі старих будинків, рудникові стійки тощо | - | 0,266 |
| Деревинні відходи деревообробки | складний куб. м | 0,199 |
| Сучки, хвоя, тріски | - | 0,05 |
| Пенька | - | 0,12 |
| Кора | - | 0,42 |
| Очерет, солома, лушпиння соняшникове, рисове (за умовної вологості 10%) | т | 0,5 |
| Качан кукурудзяний (за умовної вологості 30%) | - | 0,33 |
| Кізяк | - | 0,37 |
| Тирса, обрізки, стружка | - | 0,38 |

Таблиця 5. Значення калорійних еквівалентів перерахунку рідких видів палива з натуральних одиниць на умовні, $t \cdot K_c = t$ у.п.

| Види палива | Нижча теплота згоряння Q_H^p | | Калорійні еквіваленти перерахунку, K_c |
|---|--------------------------------|--------|--|
| | ккал/кг | МДж/кг | |
| Нафта-сирець | 10000 | 41,9 | 1,4286 |
| Мазут топковий: | | | |
| - низькосірчистий | | | |
| 40 | 9730 | 40,7 | 1,3900 |
| 100 | 9680 | 40,5 | 1,3829 |
| - малосірчистий | | | |
| 40 | 9730 | 40,7 | 1,3900 |
| 100 | 9680 | 40,5 | 1,3829 |
| - сірчистий | | | |
| 40 | 9522 | 39,0 | 1,3603 |
| 100 | 9307,8 | 39,0 | 1,3297 |
| - високосірчистий | | | |
| 40 | 9522 | 39,0 | 1,3603 |
| 100 | 9307,8 | 39,0 | 1,3297 |
| Мазут флотський: | | | |
| - низькосірчистий | | | |
| Ф5 | 9900 | 41,5 | 1,4143 |
| Ф12 | 9900 | 41,5 | 1,4143 |
| - малосірчистий: | | | |
| Ф5 | 9900 | 41,5 | 1,4143 |
| Ф12 | 9900 | 41,5 | 1,4143 |
| Флотський мазут для поставки на експорт | 9650 | 40,4 | 1,3786 |
| Бензин автомобільний | 10450 | 43,7 | 1,4929 |
| Дизельне паливо | 10000 | 41,9 | 1,4286 |
| Моторне паливо | 10000 | 41,9 | 1,4286 |
| Пічне побутове паливо | 10150 | 42,5 | 1,4500 |
| Газ освітлювальний | 10220 | 42,8 | 1,4600 |
| Газ технічний | 10290 | 43,1 | 1,47 |
| Бензол | 9590 | 40,2 | 1,3700 |
| Толуол | 9690 | 40,6 | 1,3843 |
| Паливо для реактивних двигунів | 10280 | 47,2 | 1,4686 |
| Метанол | 5100 | 21,4 | 0,7286 |
| Нафта (легроїн) | 10150 | 42,5 | 1,45 |
| Відпрацьовані мастила | 10150 | 42,5 | 1,45 |

бутану тощо) до 98,5% за об'ємом та незначної кількості сірководню та інертних газів (азоту, вуглекислого газу тощо). Нижча теплота згоряння природного газу залежить від родовищ його видобутку, її значення для вітчизняних споживачів лежить у межах 7380-8428 ккал/м³. Супутній газ порівняно з природним має більш високий відсоток важких гомологів і тому його нижча теплота згоряння знаходиться в межах 9500-12000 ккал/м³.

До продуктів перетворення належать нафтозаводські, коксовий і скраплений газ. Нафтозаводські газу залежно від процесу переробки нафти відрізняються за вмістом невизначених вуглеводнів і тому мають різні значення теплоти згоряння. Для окремих їх видів нижча теплота згоряння знаходиться в межах: прямої перегонки — 27000-32000 ккал/м³, термічного крекінгу — 16000-18000, каталітичного крекінгу — 15000-19000, коксування мазуту і гудрону — 13000-14000, піролізу бензину — 11000-15000, каталітичного риформінгу — 8000-13000.

Скраплені газу є продуктами нафтодобувного і нафтопереробного виробництва і розподіляються за вмістом пропану та бутану на три марки: технічний пропан, технічний бутан, суміш технічних пропану і бутану. Нижча теплота згоряння для першої та другої марки відповідно дорівнює 22400 і 29100 ккал/м³, для третьої марки цей показник залежить від співвідношення складових газу.

Коксовий газ — продукт процесу коксування вугілля, має хімічний склад за об'ємом у межах: 57-60% H₂, 24-26 CH₄, 202-2,5 C_nH_m, 6-6,8 CO, 3-4 N₂, 2-2,3 (CO₂+H₂S), 0,2-0,4 O₂. Відповідно до цього складу нижча теплота згоряння дорівнює 4000-4200 ккал/м³.

Група газоподібного палива: доменний, киснево-конвертерний і феросплавний газу — належить до горючих вторинних енергоресурсів металургійного виробництва і використовується як котельне та пічне паливо. Хімічний склад доменного газу залежить від низки факторів, а саме: вологості та температури нагрітого доменного дуття, збагачення його киснем і природним газом. Вміст окремих сполук у доменному газу знаходиться по об'єму в межах: 12,7-13,9% CO₂; 29-31,8 CO; 1,5-17,4 H₂; 0,3-0,4 CH₄ і 56,5-36,5 N₂, звідки нижча теплота згоряння Q_H^p знаходиться в межах 938-1439 ккал/м³. Для киснево-конвертерного і феросплавного газу основними складовими є окисел вуглецю й азоту, середній вміст

яких дорівнює 75-78 і 13-15%, а нижча теплота згоряння відповідно 2000-2500 і 2350-2700 ккал/м³. У табл. 6. наведено значення нижчої теплоти згоряння та калорійні еквіваленти перерахунку газоподібних видів палива з натуральних одиниць на умовні.

Розроблену базу калорійних еквівалентів перерахунку палива з натуральних одиниць на умовні можна рекомендувати до включення в інструкції загального енергетичного балансу та чинних форм статзвітності, що надасть широку можливість використовувати ці показники підприємствами і організаціями, які не мають умов для їх визначення лабораторними методами. Слід також зауважити, що значення калорійних еквівалентів через два-три роки слід переглядати, особливо це стосується таких видів палива, як кам'яне вугілля, хімічний склад якого може суттєво змінюватися через заглиблення копалин та освоєння нових родовищ.

Таблиця 6. Значення калорійних еквівалентів перерахунку газоподібних видів палива з натуральних одиниць на умовні, одиниці виміру: $K_c = t$ у.п.

| Види палива | Одиниці виміру | Нижча теплота згоряння, Q_{D1}^f | | Калорійні еквіваленти перерахунку, K_c |
|--|---------------------|------------------------------------|--------------------|--|
| | | ккал/м ³ | МДж/м ³ | |
| Природний газ | тис. м ³ | 7380-8428 | 33,4-35,3 | 1,14-1,204 |
| Суцільний газ | - | 9500-12000 | 39,8-50,2 | 1,3571-1,7143 |
| Нафтозаводські гази: | | | | |
| - прямої перегонки | - | 27000-32000 | 113-134 | 3,857-4,571 |
| - термічного крекінгу | - | 16000-18000 | 67-75,3 | 2,286-2,571 |
| - каталітичного крекінгу | - | 15000-19000 | 62,8-79,55 | 2,143-2,714 |
| - коксування мазуту і гудрону | - | 13000-14000 | 54,4-58,62 | 1,857-2,0 |
| - піролізу бензину | - | 11000-15000 | 46,0-62,8 | 1,571-2,142 |
| - каталітичного риформінгу | - | 8000-13000 | 33,5-54,4 | 1,142-1,857 |
| Скrapлений газ (технічний пропан) | - | 22400 | 93,789 | 3,2 |
| Скrapлений газ (технічний бутан) | - | 29100 | 121,842 | 4,16 |
| Скrapлений газ (комунально побутового призначення) | т | 10990 | 46,0 | 1,57 |
| Коксовий газ* | - | 4000 | 16,748 | 0,571 |
| Доменний газ** | - | 1000 | 4,187 | 0,143 |
| Кисисво-конверсійний газ | - | 2000-2500 | 8,4-10,5 | 0,286-0,371 |
| Феросплавний газ | - | 2350-2700 | 9,8-11,3 | 0,336-0,386 |

* приведений до $Q_{D1}^f = 4000$ ккал/м³.

** приведений до $Q_{D1}^f = 1000$ ккал/м³.

1. Енергетичні ресурси та потоки / Під ред. А.К. Шидловського. — К.: Українські енциклопедичні знання, 2003. — 472 с.
2. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття / Під заг. ред. А.К. Шидловського, М.П. Ковалка — К.: Українські енциклопедичні знання, 2001. — 400 с.
3. Шпак П.Ф. Власні мінеральні ресурси паливно-енергетичної сировини — головний фактор енергетичної безпеки України // Нафта і газ. — К.: 2001. — №4. — С. 22-24.
4. ДСТУ 3581-97 (ГОСТ 30517-97). Енергозбереження. Методи визначення і розрахунку теплоти згоряння палива.
5. ГОСТ 147-95 (ИСО 1928-76). Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и вычисления низшей теплоты сгорания.
6. ДСТУ 3472-96. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація.
7. ДСТУ 4083-2002. Вугілля кам'яне та антрацит для пилевидного спалювання на теплових електростанціях. Технічні умови.
8. ГОСТ 12113-94. Угли бурые, каменные, антрацит, твердые рассеянные органические вещества и углеродистые материалы. Метод определения показателей отражения.
9. О.Г. Шпак. Нафта і нафтопродукти. — К.: Ясон-К, 2000. — 269 с.
10. ДСТУ 4047-2001. Гази вуглеводневі скrapлені паливні для комунально-побутового споживання. Технічні умови.