

Куц Г.О.

Інститут загальної енергетики Національної академії наук України

Тесленко О.І.

Інститут загальної енергетики Національної академії наук України

ДОПОВНЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ПОЛОЖЕНЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВНОЇ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ

У статті проаналізовані методики визначення складових повної енергоємності, як показника енергетичної ефективності виробництва продукції, виконання робіт та надання послуг та які регламентуються національними нормативними документами. Зокрема, ДСТУ 3682-98 «Енергозбереження. Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт та послуг». Однак деякі складові повної енергоємності не враховані у цьому національному стандарті та досі не мають чітких алгоритмів їх визначення. Науковці Інституту загальної енергетики НАН України займаються розвитком цих методик з часу прийняття стандарту. Показано необхідність доповнення цих методик. Автори цієї статті запропонували додатково враховувати такі складові повної енергоємності продукції промислових виробництв: витрати енергоресурсів на комунально-побутові потреби, а також втрати теплової та електричної енергії при їх транспортуванні та розподіленні. На прикладі виробництва сталі з використанням киснево-конверторної технології в металургійній промисловості показано, що витрати паливно-енергетичних ресурсів на комунально-побутові потреби можуть досягати до 0,5% від повної енергоємності сталі (або 3,920 кг у.п./т сталі), а втрати теплової та електричної енергії можуть досягти до 2,8 % від повної енергоємності сталі (або 22,704 кг у.п./т сталі). Розрахунки показують, що з урахуванням додаткових складових повна енергоємність киснево-конверторної сталі з урахуванням утилізації вторинних енергетичних ресурсів дорівнює 807,484 кг у.п./т сталі. Запропоновані доповнення існуючих методик визначення повної енергоємності промислових виробництв можуть бути використані в таких енергоємних виробництвах як чорна металургія, нафтохімічна, переробна та інші галузі.

Ключові слова: енергоємність, складові, енергоресурси, енергоносії, сировина, технологічний процес, промислове виробництво.

Постановка проблеми. Одним із важливих показників в проведенні аналізу ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), сировини та матеріалів у виробництві продукції є її енергоємність. Порівняно з такими показниками як коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт корисного використання енергії, які носять локальний характер по визначенню обсягів витрат енергії на одиницю продукції, енергоємність характеризує рівень інтенсифікації виробництва, розкриває можливі резерви використання енергетичного потенціалу виробничих потужностей підприємств. Проведення розрахунків енергоємності продукції чи послуг дозволяє визначити прямі (безпосередні) та непрямі (опосередковані, матеріалізовані) витрати енергоресурсів у виробничих процесах, що відповідає терміну «повна енергоємність продукції» [1]. Цей показник визначається як відношення прямих витрат ПЕР та енергії,

матеріалізованої у спожитих енергоресурсах, енергоносіях, сировині, матеріалах, основних виробничих фондах, а також витрат енергії при транспортуванні, захисті навколишнього середовища та трудовитрат до обсягу виробництва продукції, виконанню робіт та/або надання послуг (ПРП) у натуральному, умовному чи вартісному виразах. Підвищення ефективності енерговикористання та оптимізація енергоспоживання є актуальним напрямом розвитку сучасних промислових виробництв, виконання робіт та надання послуг, а удосконалення методичних положень визначення енергоємності ПРП цих видів діяльності дозволяє правильно визначати потенційні шляхи енергетичного вдосконалення виробництв, робіт та послуг.

Аналіз останніх досліджень. Розрахунок прямої чи повної енергоємності ПРП базується на показниках технологічних, цехових та загально-

виробничих нормах питомих витрат енергоресурсів на їх виробництво [2], а також витрат в допоміжних технологічних процесах і комунально-побутових потребах (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання, освітлення та інше), пов'язаних з основним виробництвом. До складу норм питомих витрат енергоресурсів на одиницю ПРП не включаються їх витрати та втрати, обумовлені відступом від прийнятої технології, режимів роботи устаткування та якості сировини і матеріалів.

Існують різні методологічні підходи до визначення повної енергоємності продукції, огляд яких наведено у [3, 4].

В чинних методиках та нормативних документах визначення повної енергоємності ПРП [1-7] не надано алгоритми розрахунку таких складових, як витрати ПЕР, матеріалів та сировини на комунально- побутові потреби та не враховуються втрати теплової та електричної енергії в технологічних процесах, транспортуванні та розподілу на загальновиробничих та цехових рівнях.

Метою статті є доповнення методичних положень визначення повної енергоємності продукції промислових виробництв для усунення наведених вище недоліків.

Виклад основного матеріалу. Повна енергоємність одиниці ПРП з урахуванням їх складових [4] визначається за наступною формулою з доповненнями авторів щодо врахування витрат енергоресурсів на комунально – побутові потреби та втрат теплової та електричної енергії:

$$E_{n.e} = \{ [B_{o.n} - (B_{z.sp} + B_{m.sp} + B_{n.sp})] - \sum_i \theta_{m,p}^i \cdot N_{m,p}^i + m_{c,m}^j \cdot \sum_j \theta_{c,m}^j \cdot N_{c,m}^j + m_{en}^k \cdot \sum_k \theta_{en}^k \cdot N_{en}^k + \sum_z \sum_p B_{mp}^z \cdot N_{mp}^p + \sum_q K_{o,p}^q \cdot C_{o,p}^q + \sum_q B_{n,c}^q \cdot N_{n,c}^q + \theta_{p,c} \cdot N_{p,c} + \sum_i K_{c,n}^i \cdot N_{c,n}^i + \sum_h K_{amp}^h \cdot N_{amp}^h \} / N_{o.n}, \text{ кг у. п. / одиницю виміру ПРП} \quad (1)$$

Нижче наведено значення кожної складової, яка входить до формули (1), відносно $N_{o.n}$ – обсягу ПРП, вироблених або наданих підприємством, у натуральному, умовному чи вартісному виразах (одиницях виміру).

1.1. Складова $[(B_{o.n} - (B_{z.sp} + B_{m.sp} + B_{n.sp}) / N_{o.n})]$ – енергоємність ПРП на стадії кінцевої технологічної схеми, кг у. п. / одиницю виміру ПРП:

де $B_{o.n}$ – обсяг палива та енергії, використаних на виробництво ПРП, з урахуванням безпосередніх втрат енергоресурсів в технологічному процесі, кг у. п.;

$B_{z.sp} + B_{m.sp} + B_{n.sp}$ – відповідно обсяги вторинних енергоресурсів: горючих, теплових та надлишкового тиску, утилізованих при виробництві ПРП, кг у. п.

1.2. Складова $[\sum_i \theta_{m,p}^i \cdot N_{m,p}^i / N_{o.n}]$ – енергоємність вторинних (супутніх) матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі виробництва осно-

вної продукції, кг у. п./одиницю виміру продукції: де i – індекс виду вторинних матеріальних ресурсів; $\theta_{m,p}$ – питомі витрати енергоресурсів при утворенні вторинних матеріальних ресурсів, кг у. п./т; $N_{m,p}^i$ – обсяг вторинних матеріальних ресурсів, т.

1.3. Складова $[m_{c,m}^j \cdot \sum_j \theta_{c,m}^j \cdot N_{c,m}^j / N_{o.n}]$ – енергоємність сировини, матеріалів, напівфабрикатів чи збірних вузлів у натуральному, умовному чи вартісному виразах, кг у. п./ одиницю виміру продукції;

де j – індекс виду сировини, матеріалів, напівфабрикатів чи збірних вузлів;

$\theta_{c,m}^j$ – питомі витрати енергоресурсів на виробництво вищезазначених видів, кг у. п. / одиницю виміру зазначених видів;

$m_{c,m}^j$ – частка обсягу окремих вищезазначених видів;

$N_{c,m}^j$ – обсяги окремих вищезазначених видів у відповідних одиницях виміру (кг, м³, штук, умовні одиниці).

1.4. Складова $[m_{en}^k \cdot \sum_k \theta_{en}^k \cdot N_{en}^k / N_{o.n}]$ – енергоємність окремих видів енергоносіїв, кг у. п./ одиницю виміру енергоносія;

де k – індекс виду енергоносія;

m_{en}^k – частка обсягу енергоносія, використаного безпосередньо у технологічному процесі виробництва продукції;

θ_{en}^k – питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів, матеріалізованих у k –тому виду енергоносія, кг у. п./ одиницю виміру енергоносія;

N_{en}^k – обсяг k –того виду енергоносія у одиниці його виміру.

Ця складова враховує енергоємність усіх енергоносіїв, які використовуються безпосередньо у технологічному процесі виробництва продукції: стиснуте повітря, кисень, інертні гази, вода тощо. Для енергоносіїв враховуються тільки витрати енергії (електричної та теплової) на їх видобуток або виробництво без урахування їх енергетичного потенціалу,

1.5. Складова $[\sum_z \sum_p B_{mp}^z \cdot N_{mp}^p / N_{o.n}]$ – енергоємність транспортування продукції, сировини, матеріалів, енергоресурсів, енергоносіїв та інших ресурсів, необхідних для виробництва основних видів продукції, кг у. п./ одиницю обсягу перевезення на визначену відстань, кг у. п./ т·км/одиницю виміру продукції;

де z – індекс виду транспорту;

p – індекс виду транспортованих ресурсів;

θ_{mp} – питомі витрати енергоресурсів на процеси транспортування, кг у. п./ т·км.

N_{mp} – обсяги транспортованих ресурсів, т·км.

За даною складовою розраховується енергоємність тільки для внутрішнього транспортування

виробництва підприємства. За оцінкою стандартів ДСТУ3682-98 та ГОСТ Р 51750-2001 [1, 6] енергоємність внутрішнього транспортування до повної енергоємності виробництва незначна і можна приймати в межах від 0,01% до 0,05%.

1.6. Складова $\left[\sum_q K_{o,\phi}^q \cdot C_{o,\phi}^q / N_{o,n} \right]$ – енергоємність основних виробничих фондів (ОВФ), амортизованих при виробництві продукції, кг у. п./одиницю виміру продукції,

де q – індекс виду ОВФ;

$K_{o,\phi}^q$ – коефіцієнт амортизації q -го виду ОВФ, кг у. п./натуральну одиницю ОВФ;

$C_{o,\phi}^q$ – обсяг ОВФ, які використовуються при виробництві ПРП, в одиницях виміру ОВФ.

В залежності від мети енергетичного аналізу, повну енергоємність ОВФ визначають за весь життєвий цикл промислового об'єкту з виробництва продукції або за станом на певний проміжок часу [8]. Ці два підходи до енергетичного аналізу умовно можна назвати проектним і експлуатаційним підходами. При проектному підході визначення повної енергоємності ОВФ здійснюється на всіх етапах їх створення – від проектування, будівництва споруд, закупівлі обладнання і виконанні ремонтно-профілактичних робіт при експлуатації, аж до виводу з експлуатації та ліквідації (утилізації) промислового об'єкту та його технологічного обладнання. При експлуатаційному підході обмежуються визначенням повної енергоємності ОВФ на поточний час. При проектному підході для оцінки загальної ефективності виробничого об'єкта використовується енергетичний аналіз, а при експлуатаційному – для моніторингу ефективності функціонування існуючого об'єкта енергетичного аналізу виробництва, технології або продукції шляхом порівняння з іншими або з цими ж об'єктами в інші роки. Обсяги ОВФ вимірюються як у вартісних, так і в натуральних показниках. Для виконання енергетичного аналізу необхідно користуватися вартістю ОВФ в натуральних показниках або їх оцінкою, визначеною на підставі інформації про повну початкову вартість.

При розрахунку енергоємності ОВФ важливим показником є коефіцієнт амортизації $K_{o,\phi}$, який безпосередньо залежить від норми амортизації відрахування. Наприклад, за даними [1, 6] величина $K_{o,\phi}$ для ОВФ доменного виробництва дорівнює 2,74 % від повної технологічної енергоємності чавуну та доменного шлаку. У випадку використання імпортного обладнання і матеріалів при виробництві ПРП, повні енерговитрати на їх функціонування необхідно визначати по їхній вартості і енергетичному еквіваленту валюти в рік закупівлі [8].

При подовженні терміну служби ОВФ або при інших змінах, в результаті яких будуть змінюватись повні енерговитрати, ОВФ потребують повторних розрахунків їх енергоємності. Для багатопродуктових виробництв розрахунок ОВФ виконується для кожного розподілу продукції на основну та вторинну (супутню) з подальшим сумуванням у відповідності до технології виробництва.

1.7. Складова $\left[\sum_q B_{n,c}^q \cdot N_{n,c}^q / N_{o,n} \right]$ – енергоємність природоохоронних заходів (технологій), застосованих для захисту навколишнього середовища від негативного впливу при виробництві ПРП, кг у. п. / одиницю виміру ПРП:

де q – індекс безповоротних відходів в навколишнє середовище від виробництва ПРП;

$B_{n,c}^q$ – обсяг прямих витрат енергоресурсів та матеріалізованих в енергоносіях, сировині та інших використаних ресурсах, кг у. п./т шкідливих речовин;

$N_{n,c}$ – обсяги безповоротних шкідливих речовин, утворених при виробництві ПРП, т.

Енергоємність природоохоронних заходів $e_{n,c}$ визначається, як сума трьох складових: енергоємності очищення газоподібних викидів $e_{g,z}$, стічних вод (рідин) $e_{e,p}$ та знешкодження твердих відходів $e_{e,m}$ за формулою [10, 11]:

$$e_{n,c} = e_{g,z} + e_{e,p} + e_{e,m} \quad (2)$$

За оцінкою [10] повна енергоємність природоохоронних заходів у виробництві чавуну складає від 0,34% до 0,65% від повної енергоємності продукції, а при застосуванні технології вдування пиловугільного пилу (ПВП) внаслідок додаткових витрат на очищення газоподібних викидів становить від 0,36% до 0,68% при умовах досягнення європейських екологічних нормативів. При існуючому очисному обладнанні в доменному виробництві зазначені показники відповідають 0,14 – 0,26% та 0,15 – 0,27 %, що відповідає питомим витратам електроенергії на очисне обладнання в доменному виробництві складає 3,7–7,1 кВт год/т чавуну без застосування вдування ПВП та 4,0–7,1 кВт год/т чавуну при застосуванні вдування ПВП.

1.8. Складова $\left[e_{p,c} \cdot N_{p,c} / N_{o,n} \right]$ – енергоємність відтворення робочої сили в кг у. п. / одиницю виміру ПРП:

де $e_{p,c}$ – питомі трудовитрати на виробництво ПРП, з врахуванням оплати праці в галузі, люд·год/одиницю виміру ПРП;

$N_{p,c}$ – повна енергоємність трудовитрат, кг у. п./люд·год.

Визначення показників $e_{p,c}$ і $N_{p,c}$ надано в нормативних документах [1, 6, 9] з наведенням прикладу

розрахунку енергоємності трудових затрат, значення величини якої дорівнює 5,39 кг у. п./люд.·год (158,0 МДж/люд. год). Від повної енергоємності чавуну доменного виробництва зазначений показник складає 21,12 %.

В табл. 1 наведені показники витрат робочої сили для деяких категорій робіт [12].

Таблиця 1
Показники витрат робочої сили
для деяких категорій робіт

Показник живої праці	Одиниці виміру	Значення показника
1. Дуже легка	кг у. п./люд.·год (МДж/люд.·год)	0,02 (0,60)
2. Легка	- " -	0,03 (0,90)
3. Середня	- " -	0,043 (1,26)
4. Тяжка	- " -	0,06 (1,86)
5. Дуже тяжка	- " -	0,085 (2,50)

Враховуючи, що виробництво чорної металургії відноситься до величин показників живої праці тяжких чи дуже тяжких, тоді енергоємність відновлювання робочої сили за зазначеними категоріями праці можна визначати за їх відношенням між показниками, наданих в табл. 1. Приймаючи, що доменне виробництво відноситься до категорії дуже тяжких при значенні показника витрат робочої сили рівним 0,085 кг у. п./люд.·год і має частку від повної енергоємності доменного виробництва 21,12%, тоді для виробництв з категорією дуже легкі, при значенні витрат робочої сили 0,02 кг у.п./ люд.·год, частка енергоємності відновлювання робочої сили від повної технологічної енергоємності даного виробництва буде складати 4,97%, відповідно до виробництв з категорією «легка» – 7,45%, категорією «середня» – 10,68% і категорією «тяжка» – 14,90%.

1.9. Складова $\left[\sum K_{k,n}^i \cdot N_{k,n}^i / N_{o,n} \right]$ – повна енергоємність комунально-побутових потреб (КПП), що пов'язані з виробництвом ПРП, кг у.п./одиницю виміру:

де $K_{k,n}$ – частка обсягу КПП за окремими видами ПРП,-;

$N_{k,n}^i$ – обсяг КПП за окремими видами ПРП, кг у.п.;
 t – індекс виду ПРП.

$$N_{k,n} = Q_o + Q_g + Q_{z,g} + Q_{n,o} + Q_{en} + Q_{c,m} + E_{el}; \quad (3)$$

де $Q_o, Q_g, Q_{z,g}$ – обсяги прямих витрат теплової енергії на здійснення відповідно обігріву, припливно-витяжної вентиляції, гарячого водопостачання, перерахованих в умовні величини, кг у.п.;
 $Q_{n,o}$ – обсяг прямих витрат теплової енергії на роботу побутового обладнання, кг у.п.;

Q_{en} – обсяги прямих витрат інших видів енергоносіїв в умовних одиницях, кг у.п.;

$Q_{c,m}$ – обсяг витрат енергії матеріалізованої у сировині і матеріалів в умовних одиницях, кг у.п.;

E_{el} – витрати електроенергії на здійснення зазначених КПП (обігріву, припливно – витяжну вентиляцію, гарячого і питного водопостачання, внутрішнього і зовнішнього освітлення виробничих і допоміжних цехів, адміністративних і комунально-побутових споруд, освітлення зовнішньої території підприємства), кг у.п. (з перерахуванням на витрати первинного палива для виробництва електроенергії в енергосистемі).

Визначення обсягів витрат енергоресурсів та енергоносіїв на КПП проводився за алгоритмами, які приведено нормативній документах: для теплової енергії на обігрів, припливно -витяжну вентиляцію та інші комунально-побутові потреби (заклади харчування, пральні, лазні тощо), освітлення в роботах [13-18].

1.10 Складова $\sum_h K_{emp}^h \cdot N_{emp}^h / N_{o,n}$ – енергоємність енергоресурсів втрачених у заводських теплових і електричних мережах та перетворювачах, кг у.п./одиницю виміру:

де K_{emp} – частка втрат енергоресурсів віднесена до окремого виду ПРП, відповідно;

N_{emp} – обсяг втрат енергоресурсів до окремого виду ПРП, кг у.п.

h – індекс виду енергоресурсу.

Річний обсяг втрат енергоресурсів складається із втрат окремо енергії теплової Q_{emp} і електричної енергії E_{emp} , перерахованого в умовне паливо:

$$N_{emp} = (Q_{emp} + E_{emp}) \cdot \tau, \text{ кг у. п./рік}; \quad (4)$$

де τ – кількість годин роботи заводських електричних мереж і перетворювачів протягом року, год.

Обсяги втрат теплової енергії в розподільчих теплових мережах підприємства визначається у відповідності до норм втрат теплоти трубопроводами [19-21]. Втрати електроенергії в заводських електричних мережах та трансформаторах можуть досягати до 7 % від загального обсягу споживання підприємством, що обумовлює необхідність врахування їх у складі норм витрат електроенергії. Річні втрати електроенергії в розподільчих електричних мережах підприємства визначаються за рекомендаціями [22, 23]. Аналіз статистичних звітів про постачання та витрати енергії в Україні [24] показав, що на підприємствах чорної металургії втрати електроенергії складають в межах від 0,45% до 0,50 % від загального споживання електроенергії, а теплової енергії – до 2,85% від загального споживання енергоресурсів.

Для основних та допоміжних виробничих цехів та споруд, які прирівняні до них, для проведення розрахунків показників витрат ПЕР на обігрів, вентиляцію і освітлення та інших побутових послуг для проведення розрахунків слід користуватись ДСТУ, ДБН і галузевими методичними положеннями, які мають відношення до розглянутих питань [13].

Одержані значення розрахунків відповідають обсягам витрат енергоресурсів і енергоносіїв на

КПП за рік і потребують в подальшому проведення перерахунків до одиниці виміру формули (1).

В цілому внесені доповнення до діючих методик [1, 6] забезпечують загальні принципи розрахунку повної енергоємності продукції на технологічному, цеховому та загальновиробничому (заводському) рівнях виробництва з включенням усіх витрат енергії, а саме безпосередньо енергоресурсів (прямі витрати) та енергії, матеріалі-

Таблиця 2

Показники розрахунку повної енергоємності киснево-конвертерної сталі

Види енергоресурсів енергоносіїв, сировини і матеріалів	Одиниці виміру	Обсяг витрат складових на 1 тону сталі	Повна енергоємність продукції та її складових, кг у.п./т	Частка енергоємності складових до повної енергоємності продукції, %
1. Енергоресурси:			39,1800	5,5
- електроенергія	кВт-год	84,7	32,100	
- паливо	кг у.п.	7,0	7,000	
2. Енергоносії:			23,185	3,4
- стиснуте повітря	куб-м	15,0	0,574	
- вода технічна	– " –	20,0	4,148	
- кисень	– " –	68,2	17,173	
- електроенергія	кВт-год	30,0	1,290	
3. Сировина:			635,368	91,1
- руда залізна	кг	1,0	0,034	
- чавун рідкий	– " –	850,0	578,510	
- сталевий скрап	– " –	270,0	13,500	
- розкислювачі	– " –	13,0	28,215	
- вогнетриви	– " –	13,4	2,582	
- вапно	– " –	60,0	12,288	
Повна технологічна енергоємність сталі	кг у.п./т		697,654	100
Вихід горючих ВЕР	кг у.п.		- 27,0	
Вихід теплових ВЕР	Гкал		- 4,938	
Енергоємність продукції урахуванням утилізації горючих та теплових ВЕР	кг у.п./т		665,716	82,5
4. Енергоємність окремих складових:	кг у.п./т		141,768	17,5
4.1. транспортування	– " –		0,665	
4.2. основних виробничих фондів	– " –		19,950	
4.3. робочої сили	– " –		93,198	
4.4. захисту навколишнього середовища	– " –		1,331	
4.5. комунально- побутових потреб			3,920	(0,5)
4.6. втрати енергії:			22,704	
- електричної			3,634	(2,8)
- теплової			19,070	
5. Повна енергоємність продукції з урахуванням складових за п. 4			807,484	100

зованої в енергоносіях, сировині та матеріалах (непрямі витрати). За даною методикою з врахуванням запропонованих авторами доповнень визначено повну технологічну енергоемність виробництва продукції чорної металургії за всіма ланками технологічного процесу.

Як приклад, в табл. 2 приведено дані розрахунку повної технологічної енергоемності киснево-конвертерної сталі, виплавленої за діючою (класичною) технологією без застосування ковшпечі і машини безперервного лиття заготовок (МБЛЗ) з використанням вихідної інформації [25-27]. До повної технологічної зазначеної продукції згідно методики враховано такі складові як енергоемність внутрішнього транспортування, основних виробничих фондів, трудовитрат та захисту навколишнього середовища.

Розрахунки показують, що з урахуванням додаткових складових повна енергоемність киснево-конвертерної сталі з урахуванням утилізації ВЕР дорівнює 807,484 кг у. п./т сталі, у тому числі за складовими, кг у. п./т: енергоресурси – 39,100; енергоносії – 23,185; сировина – 635,368; утилізація ВЕР – 31,938; інші – 141,768. Зокрема, витрати

на комунально – побутові потреби можуть досягати до 0,5% від повної енергоемності сталі (або 3,920 кг у.п./т сталі), а втрати теплової та електричної енергії можуть досягти до 2,8 % від повної енергоемності сталі (або 22,704 кг у.п./т сталі).

Отримані показники демонструють доцільність запропонованих авторами доповнень методичних положень визначення повної енергоемності продукції промислових виробництв.

Висновки

До діючих методик визначення повної енергоемності виробництва продукції внесено доповнення, що дозволило додатково врахувати такі складові, як витрати паливно-енергетичних ресурсів, матеріалів та сировини на комунально- побутові потреби та втрати теплової та електричної енергії в технологічних процесах, транспортуванні та розподілу цих видів енергоресурсів на загально-виробничих та цехових рівнях.

Запропоновані доповнення існуючих методик визначення повної енергоемності промислових виробництв можуть бути використані в таких енергоемних виробництвах як чорна металургія, нафтохімічна, переробна та інші галузі.

Список літератури:

1. ДСТУ 3682-98 (ГОСТ 30583-98) Енергозбереження. Методика визначення повної енергоемності продукції, робіт, послуг. Держстандарт України. Київ. 1998. 11 с.
2. ДСТУ 3740-98. Енергозбереження. Методи аналізу та розрахунку зниження витрат палива та енергії на металургійних підприємствах. Держстандарт України Київ. 1999. 11 с.
3. Панченко Г.Г. Стан і перспективи розвитку енергетичного аналізу. Енергетика, економіка, технології, екологія. 2019. № 4. С. 48 – 56.
4. Маляренко О.Є., Станиціна В.В. Удосконалена методика визначення повної енергоемності продукції для багатопродуктових виробництв. *Проблеми загальної енергетики*. 2021. Вип. 2(65). С. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2021.02.012>
5. Гнідий М.В. Куц Г.О., Терещук Д.А. Метод розрахунку повних енергетичних витрат на виробництво продукції. *Екотехнології та ресурсосбереження*. 1997. № 5. С. 67 – 72.
6. ГОСТ Р 51750-2001. Энергосбережение. Методика определения энергоёмкости при производстве продукции и оказания услуг в технологических энергетических системах. М: Госстандарт России. 2002. 24 с.
7. Maliarenko O., Horskiy V., Stanytsina V., Bogoslavskaya O., Kuts H. (2020). An improved approach to evaluation of the efficiency of energy saving measures based on the indicator of products total energy intensity. *Studies in Systems, Decision and Control* 298, 201–216. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_13.
8. Панченко Г.Г. Повна енергоемність основних виробничих фондів. Актуальні питання розвитку сучасної економіки, управління та адміністрування: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 28 грудня 2019 р.). Київ: Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського, 2019. Ч. 1. С. 101–104.
9. Панченко Г.Г. Повна енергоемність трудовитрат. Актуальні питання розвитку сучасної економіки, управління та адміністрування: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 28 грудня 2019 р.). Київ: Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського, 2019. Ч. 2. С. 43–46.
10. Станиціна В.В. Розвиток методу повної енергоемності для визначення показників енергетичної ефективності та потенціалів енергозбереження. Автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси». Інститут загальної енергетики НАН України. К.: 2016. 20 с.
11. Станиціна В.В. Енергоемність заходів з охорони навколишнього середовища як складова повної енергоемності продукції. *Проблеми загальної енергетики*. 2011. № 4 (27). С. 47–52.
12. Лисиенко Н.Г., Щелоков Я.М., Разин С.Е., Дружинина О.Г., Пареньков А.Е. Энергетический анализ, методика и базовое информационное обеспечение. Екатеринбург: Изд. УГТУ-УПИ. 2008. 98 с.

13. КТМ 204 України 244-94 «Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. URL: https://den.com.ua/lodd/book/ktm_204/17-01-0-1723.
14. Методика визначення енергетичної ефективності будівель. Затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 11 липня 2018 року № 169. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0822-18#Text>
15. Зміни до Методики визначення енергетичної ефективності будівель. Затверджено наказом Міністерства розвитку громад та територій України 27 жовтня 2020 року № 261. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20#Text>
16. ДСТУ Б.А. 2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні.
17. ДСТУ BEN15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінка енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики.
18. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. К.: Мінрегіон України. 2018. Екатеринбург: Изд. УГТУ-УПИ: https://Ledeffect.com.ua/images/-braneling/dbn_2018.pdf.
19. ДБН В.2.6.-31-2016 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіон України. 2018. URL: <https://gazoleton.org/sites/deloult/files/sites/all/uploads/DBN-V.2.6-2016-Teplota-izolyat-siva-budivel.pdf>.
20. Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л. Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов. К.: «Техника». 1985. 284 с.
21. Ионин А.А. и др. Теплоснабжение и тепловые сети. М.: Энергоиздат. 1985. 360 с. <http://books.totalarch.com/n/1490>.
22. Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения, 2-е изд./ Санкт-Петербург: Энергоатомиздат. 1992. 448 с.
23. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / под. ред. Рокотяна С.С. и Шапиро И.М. // М.: Энергоатомиздат, 1985. 352 с.
24. Звіт про постачання та витрати енергії. Статистична форма № 11 – МТП (річна). Держкомстат України за 2016-2019 рр.
25. Кудрин В.А. Теория и технологии производства стали: Учебник для вузов. М.: изд-во «Мир». 2003. 528 с.
26. ДСТУ 4369:2005 Енергозбереження. Чорна металургія. Ресурси енергетичні вторинні. Методика визначення показників виходу та використання. К.: Держспоживстандарт України. 2006. 24 с.
27. Паливно-енергетичні ресурси. Статистичний збірник. К.: Держкомстат України. 2016 – 2019 рр. 158 с.

Kuts H.O., Teslenko O.I. ADDITION OF METHODOLOGICAL PROVISIONS FOR DETERMINING THE TOTAL ENERGY INTENSITY OF PRODUCTS OF INDUSTRIAL PRODUCTION

The article analyzes the methods of determining the components of total energy cost as an indicator of the energy efficiency of production, performance of work and provision of services, which are regulated by national regulatory documents. In particular, DSTU 3682-98 "Energy conservation. Methods of determination of total energy cost of goods, labour and services". However, some components of total energy cost that are not taken into account in this national standard and still do not have precise algorithms for their determination. Scientists of the Institute of General Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine have been developing these methods since the adoption of this standard. The necessity of supplementing these methods is shown. The authors of this article proposed to additionally take into account the following components of the total energy cost of products of industrial production: consumption of energy resources for communal and household needs, as well as losses of thermal and electrical energy during their transportation and distribution. On the example of steel production using oxygen converter technology in the metallurgical industry, it is shown that the consumption of fuel and energy resources for communal and household needs can reach 0,5% of the total energy cost of steel (3,920 kg c.e. per ton of steel), and the loss of thermal and electrical energy can reach up to 2,8 % of the total energy cost of steel (22,704 kg c.e. per ton of steel). Calculations show that, taking into account additional components, the total energy cost of oxygen-converter steel with the utilization of secondary energy resources is equal to 807,484 kg c.e. per ton of steel. The proposed additions to the current methods of determining the total energy cost of products of industrial production can be used in such energy-intensive industries as ferrous metallurgy, petrochemical, processing and other industries.

Key words: total energy cost, components, energy resources, energy carriers, raw materials, technological process, industrial production.