

УДК 669.1

А.І. СИМБОРСЬКИЙ, кандидат економічних наук (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В ОСНОВНИХ ПРОЦЕСАХ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

Проаналізовано динаміку питомих витрат, загальне споживання енергоресурсів, структуру споживання котельно-пічного палива за видами та економію паливно-енергетичних ресурсів в окремих виробництвах чорної металургії за 1995-2003 рр.

Пріоритетним напрямом діяльності промислових підприємств та організацій в сучасних умовах є раціональне та економічне використання паливно-енергетичних ресурсів, досягнення максимально можливого ефективного їх споживання на існуючому технологічному рівні розвитку техніки. За сучасних умов рівень енергетичних витрат у структурі собівартості виробництва металопродукції є одним із основних чинників, які визначають конкурентоспроможність продукції на світових ринках сталі та прокату, а також фінансово-економічний стан енергоємних металургійних підприємств. Відповідно, завдання зменшення енерговитрат у металургії є найбільш актуальною проблемою галузі.

Найкращі показники ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів – це фактичні питомі витрати палива та енергії на виробництво основних видів продукції. В табл. 1 наведено динаміку питомих витрат енергоресурсів в окремих виробництвах чорної металургії України за період з 1995-го по 2003 рр. З даних таблиці видно, що питома витрата палива на виплавку чавуну зменшилася відповідно з 708 до 637,1 кг у.п./т, тобто на 70,9 кг у.п./т, або на 10%; електроенергії – з 18 до 11,7 кВт·год/т, тобто на 6,3 кВт·год/т, або на 35%; теплової енергії – з 85,7 до 56,2 Мкал/т, тобто на 29,5 Мкал/т, або на 34,4%. Енергоємність виробництва чавуну за прямими витратами енергоресурсів за ці роки зменшилася з 729,86 до 652,7 кг у.п./т, тобто на 77,2 кг у.п./т, або на 10,6%.

Підвищення ефективності використання котельно-пічного палива при виплавці чавуну в цей період досягнуто за рахунок поліпшення якості підготовленої залізорудної сировини і коксу, вдосконалення технології доменної плавки шляхом застосування систем автоматичного регулювання теплового навантаження котлоагрегатів, співвідношення витрат "природний газ – дуття", вдування пиловугільного палива в доменні печі, виведення з експлуатації фізично і морально зас-

тарілих агрегатів, які є джерелом екологічних забруднень через неоснащеність сучасними очисними спорудами. Так, на металургійному комбінаті "Запоріжсталь" впровадження у 2004 році автоматичного регулювання теплового навантаження котлоагрегатів і тиску пари в головних паропроводах котельного цеху №1 ТЕЦ-ППС забезпечило економію 3,54 тис.т у.п., а також зміну співвідношення газ-повітря при спалюванні газової суміші в повітрянагрівачах доменних печей – 0,83 тис.т у.п. Застосування там же нової системи нагріву повітрянагрівачів доменної печі №2 струменево-вихровими пальниками форкамерного типу дало можливість забезпечити температуру дуття в 1200°C і економію природного газу від 10 до 15 млн м³ на рік [1].

На комбінаті "Криворіжсталь" було впроваджено технологію доменної плавки з частковою заміною коксу збагаченим кусковим вугіллям-антрацитом. Використання його в першому доменному цеху доведено до 55-57 кг на кожен тону виплавленого чавуну, а в другому – до 40-46 кг [2]. Економію коксу за рахунок вдування пиловугільного палива в доменну піч постійно отримують на Донецькому металургійному заводі, де вже давно впроваджено цю технологію. Комплекс підготовки і вдування пиловугільного палива в доменні печі передбачається збудувати також на Єнакіївському металургійному заводі, Алчевському комбінаті та Маріупольському металургійному комбінаті імені Ілліча.

Зменшенню питомих витрат електричної енергії на виплавку чавуну сприяли такі енергозберігаючі заходи, як упровадження автоматизованої системи поточного обліку електричної енергії в доменному переділі, застосування регульованого електроприводу, своєчасне проведення поточного відновлювального ремонту з обов'язковою модернізацією електрообладнання діючих доменних печей тощо. Так, на металургійному комбінаті "Азовсталь" активно впроваджують автоматичні системи управління виробництвом: на

Таблиця 1. Динаміка роздрібних тарифів на електроенергію за класами напруги по енергопостачальним компаніям за серпень 2005 року та лютий 2007 року (розрахункові та граничні рівні)

Вид продукції	Енергоємність за прямими витратами енергоресурсів, кг у.п./т	Питомі витрати палива, кг у.п./т	Питомі витрати електроенергії, кВт-год/т	Питомі витрати теплоенергії, Мкал/т
1995 рік				
Чавун	729,86	708	18	85,7
Сталь – усього	116,59	79,5	82,5	40,8
в тому числі:				
сталь мартенівська	148,15	130,7	28,1	40,8
сталь киснево-конвертерна	29,76	11,5	50,6	
електросталь	330,95	15,5	874,3	
Прокат чорних металів	193,92	136	126,6	68,3
Труби сталеві	314,44	170,7	267,1	264,2
2000 рік				
Чавун	674,5	658,9	13,3	61,8
Сталь – усього	83,8	54,6	61,2	37,7
в тому числі:				
сталь мартенівська	122,9	107,5	23,9	37,7
сталь киснево-конвертерна	21	6,6	38,9	
електросталь	319,1	26,5	790,1	
Прокат чорних металів	150,1	103	105,2	46,8
Труби сталеві	290,1	172,3	236,3	173,4
2003 рік				
Чавун	652,7	637,1	11,7	56,2
Сталь – усього	78	51,6	57,6	27,4
в тому числі:				
сталь мартенівська	116,9	103,7	22,1	27,4
сталь киснево-конвертерна	18,4	5,1	35,7	
електросталь	301,6	28	734,3	
Прокат чорних металів	137,4	92,5	93,4	42,5
Труби сталеві	249,9	138,3	227,3	152,9

печах №5 і №6 введено автоматизовану систему управління технологічними процесами в доменному цеху, яка дозволила значно зменшити питомі витрати енергоносіїв на тонну чавуну. Автоматизована система комерційного обліку споживання електроенергії, яку було впроваджено у 2003 році, дозволила комбінату перейти з одноставового тарифу на зонний, завдяки чому економія фінансових ресурсів за 2004 рік перевищила півтора мільйона гривень [3].

Зниження питомих витрат теплової енергії в доменному процесі забезпечили такі заходи: автоматизація управління тепловим режимом доменної печі, повітрянагрівачів і трактів шихтоподачі, вдосконалення теплообміну газових потоків у доменній печі, підвищення ефективності вико-

ристання фізичного тепла відхідних газів та інших теплозберігаючих заходів. Так, на комбінаті "Криворіжсталь" використання доменного і коксового газів повністю замінило споживання природного газу в агломераційному цеху, економія природного газу сягнула 2,1 тис. м³ за годину [2]. Питома витрата палива на виплавку сталі за вказаний період зменшилася з 79,5 до 51,6 кг у.п./т, тобто на 27,9 кг у.п./т, або на 35,1%; електроенергії – відповідно з 82,5 до 57,6 кВт-год/т, тобто на 24,9 кВт-год/т, або на 30,2%; теплової енергії - з 40,8 до 27,4 Мкал/т, тобто на 13,4 Мкал/т, або на 16,6%. Енергоємність сталі за прямими витратами енергоресурсів у цілому зменшилася з 116,59 до 78 кг у.п./т, тобто на 38,59 кг у.п./т, або на 33,1%. При цьому енергоємність мартенівської

сталі зменшилася зі 148,15 до 116,9 кг.п./т, тобто на 31,25 кг у.п./т, або на 21,1%; киснево-конвертерної сталі – відповідно з 29,76 до 18,4 кг у.п./т, тобто на 11,36 кг у.п./т, або на 38,2%; електросталі – з 330,95 до 301,6 кг у.п./т, тобто на 29,35 кг у.п./т, або на 8,9% (табл. 1).

Зниження питомих витрат палива у виробництві сталі було досягнуто насамперед шляхом поліпшення структури виробництва, тобто за рахунок зменшення мартенівської та збільшення виплавки киснево-конвертерної та електросталі; впровадження комплексної автоматизованої системи обліку природного газу по всіх споживачах, а також питної та технічної води за основними мережами металургійних комбінатів; удосконалення технології та інтенсифікації мартенівської плавки; підвищення надійності та ефективності роботи котлів-утилізаторів; установок випарного охолодження мартенівських печей та інших паливозберігаючих заходів.

Так, за період з 1995-го по 2003 рр. частка мартенівської сталі від загальної її виплавки зменшилася з 52,7 до 47,5%, хоча абсолютне її виробництво збільшилось на 6 млн т, або на 50,8%. Це зумовлено значним зростанням виплавки киснево-конвертерної сталі – з 9,7 до 18,6 млн т, тобто на 8,9 млн т, або на 91,8%, а питома вага її зросла відповідно з 43,7 до 49,6%. Виплавка електросталі в цей період збільшилась на 0,3 млн т, проте питома вага її зменшилась з 3,6 до 2,9% унаслідок збільшення виробництва киснево-конвертерної сталі майже удвічі.

Зменшення питомих витрат електричної енергії при виплавці мартенівської сталі досягнуто шляхом заміни фізично застарілого і мало-ефективного електрообладнання мартенівських цехів, підвищення рівня завантаження і зменшення простоїв електрообладнання, впровадження автоматизованих систем обліку енергоресурсів та інших електрозберігаючих заходів. Підвищенню ефективності використання теплової енергії в мартенівських цехах сприяло впровадження нових теплозберігаючих технологій і обладнання, поліпшення систем обліку і контролю використання теплової енергії, підвищення рівня утилізації вторинних енергоресурсів у мартенівському виробництві.

При виплавці киснево-конвертерної сталі питома витрата палива зменшилась завдяки поліпшенню структури виробництва за рахунок випереджаючих темпів росту виплавки киснево-конвертерної сталі порівняно з мартенівською; вдосконаленню технології та інтенсифікації киснево-

конвертерної плавки; впровадженню автоматизованих систем обліку енергоресурсів в конвертерних цехах, охолоджувачів конвертерних газів та інших паливозберігаючих заходів. Так, упровадження автоматизованої системи обліку енергоресурсів у конвертерному цеху металургійного комбінату "Азовсталь", інвестиційні витрати щяку становили близько 271 тис. грн., дозволило значно зменшити питомі витрати енергоресурсів на кожен тону виплавленої сталі [3].

Зменшення питомих витрат електричної енергії в киснево-конвертерному виробництві сталі забезпечили такі заходи, як впровадження енергетичного менеджменту, автоматизованих систем обліку енергоресурсів, підвищення рівня завантаження і зменшення простоїв електрообладнання, модернізація приводних електродвигунів великої потужності з упровадженням тиристорних перетворювачів частоти, збільшення обсягів розливки сталі на машинах безперервного лиття заготовок тощо. Так, на металургійному комбінаті "Запоріжсталь" за допомоги енергоменеджменту розв'язують такі важливі проблеми, як отримання цілісної картини споживання енергоресурсів на підприємстві, створення системи обліку і контролю за їх споживанням, проведення регулярних аналізів енергоспоживання, розробка і впровадження енергозберігаючих заходів [1].

Зменшення питомих витрат котельно-пічного палива та електричної енергії при виробництві електросталі досягнуто за рахунок заміни малопотужних трансформаторів дугових сталеплавильних печей на більш потужні; модернізації та інтенсифікації електросталеплавильного виробництва; своєчасного проведення капітальних ремонтів енергетичних агрегатів і енергокомунікацій в потрібному обсязі; використання сухих методів очистки газів, що відходять з електропечей та інших енергозберігаючих заходів. Так, заміна діючого трансформатора (50 МВА) на дуговій сталеплавильній печі №2 міні-металургійного заводу "Істіл (Україна)" на більш потужний – 81 МВА дозволить збільшити швидкість нагріву ванни рідкого металу, скоротити час плавки металошихти та прискорити протікання хімічних реакцій, що забезпечить заводу ще більше скорочення питомих витрат енергоносіїв. До речі, питома витрата електроенергії на цьому заводі скоротилася з 401,21 кВт-год/т у 2001 році до 366,85 кВт-год/т у 2004-му, тобто на 34,36 кВт-год/т, або на 8,6%, а питома витрата природного газу – відповідно з 8,57 до 7,94 м³/т, тобто на 0,63 м³/т, або на 7,3% [1].

Питома витрата палива на прокат чорних металів зменшилася зі 136 кг у.п./т у 1995 році до 92,5 кг у.п./т у 2003-му, тобто на 43,5 кг у.п./т, або на 32%. Питома витрата електроенергії зменшилася відповідно з 126,6 до 93,4 кВт·год/т, тобто на 33,2 кВт·год/т, або на 26,2%; теплоенергії – з 68,3 до 42,5 Мкал/т, тобто на 25,8 Мкал/т, або на 37,8%. Енергоємність виробництва прокату чорних металів за прямими витратами енергоресурсів за цей час знизилася з 193,9 до 137,4 кг у.п./т, тобто на 56,5 кг у.п./т, або на 29,1% (табл. 1).

Зменшення питомої витрати палива на виробництво прокату чорних металів у цей період досягнуто за рахунок підвищення рівня використання доменного і коксового газу в нагрівальних печах; реконструкції та модернізації прокатних станів; автоматизації та оптимізації режимів нагрівання, транспортування, прокатки зливків і заготовок; впровадження на безперервних широкосмугових станах технології прямої прокатки, підвищення рівня використання вторинних енергоресурсів та інших паливозберігаючих заходів. Так, на Криворізькому металургійному комбінаті планово ведеться модернізація нагрівальних печей ряду прокатних станів, яка забезпечує значну економію енергоресурсів. Наприклад, застосування енергозберігаючих технічних рішень на печі дрібносортового дротяного стану №6 дозволило досягти економії 5,3-8,5 кг у.п. на тонну металу по всаду [2].

Впровадження на безперервних широкосмугових станах металургійних комбінатів "Запо-ріжсталь" та ім. Ілліча виробництва гарячекатаних смуг завтовшки 1,5 мм прямою прокаткою, тобто без застосування проміжного нагрівання слябів, зменшило питомі витрати палива з 145 до 47 кг у.п. на кожну тонну прокату, або в 3,1 разу [5].

Зменшенню питомих витрат електричної енергії на виробництво прокату сприяли такі заходи, як упровадження нових технологій і обладнання, структурні зміни у виробництві прокату, заміна малопродуктивних прокатних станів на нові високопродуктивні, збільшення обсягів розливки сталі на машинах безперервного лиття заготовок та інші енергозберігаючі заходи. Так, впровадження на безперервних широкосмужних станах виробництва гарячекатаних смуг завтовшки 1,5 мм прямою прокаткою зменшує загальні питомі витрати електроенергії з 93,8 до 79 кВт·год/т, тобто на 14,8 кВт·год, або на 15,8%. Зараз 66% продукції безперервного широкосмужного стану 1700 Маріупольського металургійного комбінату

імені Ілліча виробляють без проміжного нагрівання слябів [5].

За даними Інституту сталі VDEh (Дюссельдорф, Німеччина) споживання енергії при виробництві тонкого листа за різними технологічними схемами становить:

- при розливці сталі у зливки з наступною прокаткою – 2650 МДж/т;
- при розливці сталі на слябовій МБЛЗ з охолодженням зливків до нормальної температури і з наступною прокаткою – 2120 МДж/т;
- при розливці сталі на слябовій МБЛЗ і передачею гарячих слябів для наступної прокатки – 1560 МДж/т;
- при розливці сталі на тонкослябовій МБЛЗ – 790 МДж/т;
- при розливці сталі безпосередньо на тонкий лист на двовалковій МБЛЗ і холодній прокатці – 265 МДж/т [6].

Як видно з наведених даних, залежно від прийнятої технології виробництва питомі витрати енергоресурсів на тонну прокату різняться досить суттєво – максимальні більші за мінімальні у 10 разів.

Зменшення питомих витрат теплової енергії в прокатному виробництві досягнуто за рахунок реконструкції та модернізації прокатних станів, впровадження нових технологій та обладнання, ефективної термоізоляції енергетичних і технологічних агрегатів, оснащення нагрівальних печей прокатних станів котлами-утилізаторами та установками випарного охолодження. Так, на Криворізькому металургійному комбінаті ефективно використовують тепло газів, що відходять від нагрівальних пристроїв. Котли-утилізатори і системи випарного охолодження виробляють пару, яка значно дешевша за пару теплоелектроцентралі – відповідно 16 і 38,98 грн. за 1 Гкал, тобто менше у 2,4 разу. Тому виробництво теплової енергії за рахунок використання вторинного тепла весь час зростає: якщо в 2000 році воно становило 17,4% від загального споживання пари по комбінату, то в 2004-му – уже 21,6% [2].

Питома витрата палива на виготовлення сталених труб за цей період зменшилась з 170,7 до 138,3 кг у.п./т, тобто на 32,4 кг у.п./т, або на 19%; електроенергії – відповідно з 267,1 до 227,3 кВт·год/т, тобто на 39,8 кВт·год/т, або на 14,9%; теплоенергії – з 264,2 до 152,9 Мкал/т, тобто на 111,3 Мкал/т, або на 42,1%. Енергоємність сталених труб у цілому за прямими витратами енергоресурсів зменшилась з 314,4 до 249,9 кг у.п./т, тобто на 64,5 кг у.п./т, або на 20,5% (табл. 1).

Такому значному зниженню енергоємності виробництва сталених труб сприяли: розробка і впровадження нових технологій та обладнання; оптимізація швидкісних режимів прокатки; модернізація та реконструкція енергетичного обладнання трубопрокатних станів; підвищення рівня утилізації вторинних енергоресурсів; зменшення втрат енергоресурсів за рахунок покращання ізоляції агрегатів та поліпшення режимів їх роботи.

Аналіз енергоспоживання названих вище виробництв за період з 1995-го по 2003 рр. (табл. 2) показав, що загальне споживання енергоресурсів на виробничо-експлуатаційні потреби збільшилося з 19,6 до 26,8 млн т у.п., тобто на 7,2 млн т у.п., або на 36,6%. При цьому витрати енергоресурсів на виплавку чавуну зросли з 13,1 до 19,2 млн т у.п., тобто на 6,1 млн т у.п., або на 46,3 %. Питома вага цих витрат у загальному енергоспоживанні за цей період збільшилася з 67,1 до 71,8%, а питома вага енергоспоживання всіх інших продуктів чорної металургії значно зменшилася. Так, частка сталі в загальному енергоспоживанні впала з 12,6% у 1995 році до 11% у 2000 році та до 10,4% у 2003-му, хоча абсолютне енергоспоживання на виробництво сталі збільшилось за весь період на 305 тис. т у.п., або на 12,4%. Частка прокату чорних металів у загальному енергоспоживанні зменшилась з 18% до 16,4 та 16,1%, а саме споживання енергоресурсів збільшилось на 775,7 тис. т у.п., або на 22%, і становило 4,3 млн т у.п. Енергоспоживання на виробництво сталених труб протягом цих років було більш-менш стабільним (у 1995 році – 456,5 тис. т у.п., у 2000-му – 443,7 тис. т у.п. і у 2003-му – 462,8 тис. т у.п.), проте питома вага його зменшилась відповідно з 2,3% до 1,9 та 1,7%.

Найпоширенішим видом серед паливно-енергетичних ресурсів, як і раніше, залишається котельно-пічне паливо, споживання якого за весь період збільшилось з 17,2 до 23,9 млн т у.п., тобто на 6,7 млн т у.п., або на 39,2%. Звичайно, більшість його споживається при виробництві чавуну. Так, якщо в 1995 році для цього було витрачено 12,7 млн т у.п., що становило 74% від загального споживання палива, то в 2000 році на виробництво чавуну було спожито 16,4 млн т у.п., тобто на 29,1% більше, що підвищило питому вагу цих витрат до 77,5%. У 2003 році виплавка чавуну збільшилась ще на 14,8% і досягла 18,8 млн т у.п., а його частка в загальному паливоспоживанні зросла до 78,4% (табл. 2).

Безперервне абсолютне та відносне зростання споживання палива при виплавці чавуну зу-

мовило значне зменшення питомих часток інших переділів. Так, частка споживання палива на виробництво сталі скоротилася з 10% у 1995 році до 8,6% у 2003-му, хоча абсолютне споживання палива і зросло за цей час на 212,3 тис. т у.п., або на 12,2%. При цьому слід зазначити, що споживання палива на виплавку мартенівської сталі за той самий період збільшилось на 319,5 тис. т у.п., або на 21,3%, а киснево-конвертерної – зменшилось на 14,7%. Питома вага споживання палива на виробництво прокату в загальному паливоспоживанні зменшилась відповідно з 14,5 до 12,4%, а абсолютне споживання палива збільшилось на 475,2 тис. т у.п., або на 19%. Частка споживання палива на виробництво труб зменшилась за той самий період з 1,5 до 1,1%, хоча абсолютне споживання палива залишалось стабільним.

Загальні витрати електричної енергії за період, що аналізується, зросли з 4,8 до 6 млрд кВт-год, тобто на 1,2 млрд кВт-год, або на 23,9%. Найбільшими споживачами електроенергії є виробництва прокату та сталі. Так, споживання електричної енергії на виробництво прокату зросло з 2,2 млрд кВт-год у 1995 році до майже 3 млрд кВт-год у 2003-му, тобто на 32,9%, що перевищує загальне зростання споживання електроенергії. Частка електроенергії, яка пішла на виготовлення прокату чорних металів, при цьому збільшилась відповідно з 46,7 до 50,1%. Споживання електроенергії на виготовлення сталі зросло з 1,8 до 2,15 млрд кВт-год, тобто на 324,3 млн кВт-год, або на 17,8%, а питома вага його в загальному електроспоживанні зменшилась з 37,9 до 36%. Споживання електроенергії на виплавку мартенівської сталі збільшилось за весь період на 20,1% і становило 386,1 млн кВт-год; на виробництво киснево-конвертерної сталі – на 36,1% і досягло 655,9 млн кВт-год, а на виробництво електросталі – всього на 8,4% і становило 1,1 млрд кВт-год. Це свідчить про незначне зростання виробництва електросталі в Україні в цей період.

Найбільш стабільними в ці роки були витрати теплової енергії на виготовлення основних видів продукції чорної металургії. Так, якщо у 1995 році було спожито 3473,5 тис. Гкал, то у 2003-му – 3517,9 тис. Гкал теплової енергії, тобто зростання становило лише на 44,4 тис. Гкал, або 1,3%. основними споживачами теплової енергії є виробництво чавуну та прокату чорних металів. Споживання теплової енергії на виробництво чавуну збільшилось за вказаний період з 1,54 до

Таблиця 2. Загальне споживання енергоресурсів в окремих виробництвах чорної металургії України за 1995-2003 рр.

Вид продукції	Енергоспоживання, тис. т у.п.	Загальні витрати палива, тис. т у.п.	Загальні витрати електроенергії, млн кВт-год	Загальні витрати теплоенергії, тис. Гкал
1995 рік				
Чавун	13140,03	12746,5	324,22	1542,17
Сталь - усього	2465,35	1734,58	1825,97	401,35
в тому числі:				
сталь мартенівська	1691,25	1503,3	321,48	401,35
сталь киснево-конвертерна	283,84	109,96	481,94	
електросталь	490,26	121,32	1022,55	
Прокат чорних металів	3528,82	2494,87	2249,34	1240,29
Труби сталінні	456,56	253,33	419,32	289,65
Разом	19590,76	17229,32	4818,85	3473,46
2000 рік				
Чавун	16776,20	16388,26	331,61	1530,82
Сталь – усього	2610,66	1816,92	1937,42	440,64
в тому числі:				
сталь мартенівська	1909,50	1694,69	374,01	440,64
сталь киснево-конвертерна	308,72	96,71	572,55	
електросталь	392,44	25,52	990,86	
Прокат чорних металів	3901,37	2686,25	2737	1163,99
Труби сталінні	443,66	259,33	407,09	193,91
Разом	23731,89	21150,76	5413,12	3329,36
2003 рік				
Чавун	19220,57	18812,45	345,44	1673,08
Сталь - усього	2770,40	1946,90	2150,29	346,42
в тому числі:				
сталь мартенівська	1988,96	1822,78	386,13	346,42
сталь киснево-конвертерна	338,22	93,82	655,93	
електросталь	443,22	30,30	1108,23	
Прокат чорних металів	4304,55	2970,05	2989,4	1321,22
Труби сталінні	462,76	252,33	485,37	177,15
Разом	26758,28	23981,73	5970,5	3517,87
2003 рік у відсотках до 1995 року				
Чавун	146,3	147,6	106,5	108,5
Сталь - усього	112,4	112,2	117,8	86,3
в тому числі:				
сталь мартенівська	117,6	121,3	120,1	86,3
сталь киснево-кновертерна	119,2	85,3	136,1	-
електросталь	90,4	25,0	108,4	-
Прокат чорних металів	122,0	119,0	132,9	106,5
Труби сталінні	101,4	99,6	115,8	61,2
Разом	136,6	139,2	123,9	101,3

1,67 млн Гкал, або на 8,5%, а його питома вага в загальному теплоспоживанні зросла з 44,4 до 47,6%. Споживання теплової енергії на випуск прокату чорних металів збільшилось з 1,24 до

1,32 млн Гкал, тобто на 6,5%, а частка його зросла з 35,7 до 37,6%. Це сталося внаслідок значного зменшення споживання теплової енергії на виробництво мартенівської сталі та сталінних труб.

Як свідчать дані табл. 2, споживання теплової енергії на виробництво мартенівської сталі за вісім років зменшилось на 54,9 тис. Гкал, або на 13,7 %, а його питома вага в загальному теплоспоживанні зменшилась з 11,6 до 9,8%. Споживання теплової енергії на виробництво сталених труб зменшилось відповідно з 289,7 до 177,2 тис. Гкал, тобто на 112,5 тис. Гкал, або на 38,8%, а його питома вага в загальному теплоспоживанні зменшилась з 8,3 до 5%.

Структуру використання котельно-пічного палива за видами в окремих виробництвах чорної металургії за 1995 та 2003 рр. наведено в табл. 3. Звідси видно, що в цей період у структурі споживання палива сталися такі зміни: якщо в 1995 році на виплавку чавуну було витрачено 1,4 млн т у.п., або майже третина від усього спожитого природного газу, 11,3 млн т у.п. коксу, тобто 67,3 % від загального споживання палива та 40,2 тис. т у.п. вугілля, то у 2003 році споживання коксу на виплавку чавуну збільшилось до 15,2 млн т у.п., тобто на 34,2%, зросло і споживання вугілля – до 277,9 тис. т у.п., або в 6,9 разу більше. Природний газ у доменному виробництві в цьому році зовсім не використовувався, тому в цілому природного газу було спожито на 993,9 тис. т у.п., або на 23,6% менше.

У структурі споживання котельно-пічного палива на виплавку сталі у 1995 році провідне місце посідав природний газ – його було спожито 1,2 млн т у.п., або 76,4% від загального паливоспоживання; далі був мазут – 325,2 тис. т у.п., або 20% та вторинні паливні ресурси (доменний і коксовий гази) – 58,9 тис. т у.п., або 3,6% від споживання палива на виробництво сталі. У 2003 році споживання природного газу на виплавку сталі зросло до 1,66 млн т у.п., або на 33,6%. Внаслідок цього його частка в загальному паливоспоживанні зросла до 85,2%. При цьому слід відмітити, що споживання природного газу на виплавку киснево-конвертерної сталі у 2003 році зменшилося на 16,6 тис. т у.п., або на 15,7%, а мартенівської сталі – збільшилось на 416,1 тис. т у.п., або на 37%. Питома вага мазуту в структурі споживання палива на виплавку сталі у 2003 році зменшилася до 12,4 % і становила 241 тис. т у.п. Використання вторинних енергоресурсів також зменшилося до 44,4 тис. т у.п., що дорівнює 2,3%.

При загальному зростанні споживання палива на виробництво прокату в 2003 році на 475 тис. т у.п., або на 19% порівняно з 1995 роком витрати природного газу зменшилися на 53 тис. т у.п., або на 3,3%, а питома вага знизилась відповідно з 64,9

до 52,8%. Зате значно збільшилось використання доменного і коксового газів – 1402,8 тис. т у.п. проти 873,8 тис. т у.п., тобто на 529 тис. т у.п., або на 60,5%, а частка використання вторинних енергоресурсів збільшилася відповідно з 35 до 47,2%.

У табл. 4 наведено розрахунки економії паливно-енергетичних ресурсів в окремих виробництвах чорної металургії у 2003 році відносно 1995-го та 2000 рр. При цьому заощаджена електрична та тепла енергія перераховувались на умовне паливо за фактичними питомими витратами котельно-пічного палива на їх відпуск по Україні. Економія енергоресурсів у цілому відносно 1995 року за вказаними виробництвами становила майже 5,2 млн т у.п., у тому числі котельно-пічного палива 4,1 млн т у.п., або 79,9% від загальної економії. Найбільшої частки економії було досягнуто при виробництві чавуну – 2318,9 тис.т у.п., або 44,8% від загальної економії. На другому місці за економією знаходиться виробництво прокату – 1917,8 тис.т у.п., або 37,1% від загальної економії. І на третьому місці – виробництво сталі, де за вісім років зекономлено 824,2 тис. т у.п., або 15,9% від загальної економії. При цьому при виплавці мартенівської сталі було зекономлено 540 тис. т у.п., тобто 65,5% всієї отриманої економії в цьому переділі. При виробництві киснево-конвертерної сталі економія становила 219,1 тис. т у.п., або 26,6% від загальної економії енергоресурсів.

Економія електричної енергії в 2003 році порівняно з 1995-м становила 1,9 млрд кВт-год.

Найбільшої економії було досягнуто при виробництві прокату чорних металів – 1062 млн кВт-год, або 55,3% та виробництві сталі – 588,9 млн кВт-год, або 30,6% від загальної економії. При цьому при виплавці киснево-конвертерної сталі економія електроенергії становила 272,7 млн кВт-год, або 35,95%, і при виплавці електросталі – 211,3 млн кВт-год, або 17,8% від сумарної економії електроенергії в переділі.

Економія теплової енергії у 2003 році порівняно з 1995-м у зазначених виробництвах становила майже 2 млн Гкал. Найбільшою вона була при виплавці чавуну – 916,1 тис. Гкал, або 47,1% та виробництві прокату чорних металів – 750,3 тис. Гкал, або 38,6% від сумарної економії теплової енергії (табл. 4).

Відносно 2000 року економія енергоресурсів у 2003 році в цілому досягла 1,4 млн т у.п. При цьому найбільшу економію (48,1%) було знову-таки отримано при виплавці чавуну; при виробництві прокату чорних металів було зекономлено 498,7

Таблиця 3. Структура використання котельно-пічного палива за видами в окремих виробництвах чорної металургії за 1995 і 2003 рр.

Види продукції	Витрачено палива, всього тис. т у.п.	У тому числі								
		вугілля	кокс металургійний, коксик і коксовий дріб'язок	мазут топковий	паливо пічне побутове (ППП)	газ горючий природний	газ коксовий	газ доменний	газ горючий штучний та інші відхідні гази	інші види палива
1995 рік										
Чавун	12746,8	40,2	11348,4			1358,2				
Сталь – усього	1625,3			325,2		1241,2	58,9			
у тому числі :										
сталь киснево-конвертерна	109,9					106,0	3,9			
сталь мартенівська	1503,3			325,2		1123,5	54,6			
електросталь	12,1		0,0			11,7	0,4			
Прокат чорних металів	2494,9	0,0		0,6	0,0	1620,2	873,8			0,3
Разом:	16867,0	40,2	11348,4	325,8	0,0	4219,6	932,7			0,3
Структура витрат паливних ресурсів у 1995 році										
Чавун	100	0,3	89,0			10,7				
Сталь - усього	100			20,0		76,4	3,6			
у тому числі :										
сталь киснево-конвертерна	100					96,5	3,5			
сталь мартенівська	100			21,6		74,8	3,6			
електросталь	100					96,7	3,3			
Прокат чорних металів	100			0,0		64,9	35,0			0,0
Разом:	100	0,3	67,3	1,9	0,0	25,0	5,5			0,0
2003 рік										
Чавун	18812,5	277,915	15226,4							3308,11
Сталь - усього	1946,89	1,67	0,095	241,062	0	1658,503	44,267	0,103	0	1,19
у тому числі:										
сталь киснево-конвертерна	93,819	1,67	0	0	0	89,361	2,788	0	0	0
сталь мартенівська	1822,78			241,062		1539,615	40,909		0	1,19
електросталь:	30,295		0,095			29,527	0,57	0,103	0	0
Прокат чорних металів	2970,05	0,043				1567,222	627,31	775,483	0	0
Разом	23729,4	279,628	15226,5	241,062	0	3225,725	671,57	775,586	0	3309,3
Структура витрат паливних ресурсів у 2003 році, %										
Чавун	100,0	1,5	80,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6
Сталь - усього	100,0	0,1	0,0	12,4	0,0	85,2	2,3	0,0	0,0	0,1
у тому числі:										
сталь киснево-конвертерна	100,0	1,8	0,0	0,0	0,0	95,2	3,0	0,0	0,0	0,0
сталь мартенівська	100,0	0,0	0,0	13,2	0,0	84,5	2,2	0,0	0,0	0,1
електросталь	100,0	0,0	0,3	0,0	0,0	97,5	1,9	0,3	0,0	0,0
Прокат чорних металів	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,8	21,1	26,1	0,0	0,0
Разом	100	1,2	64,2	1,0	0	13,6	2,8	3,3	0	13,9

тис. т у.п., або 34,6%, при виплавці сталі – 177,6 тис. т у.п., або 12,3% від загальної економії паливно-енергетичних ресурсів.

Економія котельно-пічного палива становила 1,1 млн т у.п. по всіх переділах, у тому числі при

виплавці чавуну – 646,7 тис. т у.п., або 56,8%, і виробництві прокату – 337,1 тис. т у.п., або 29,6% від загальної економії палива. Економія електричної енергії у 2003 році відносно 2000-го досягла 617,9 млн кВт·год. Найбільшою вона була при вироб-

ництві прокату – 377,7 млн кВт-год, тобто 61,1%, та при виплавці сталі – 173,7 млн кВт-год, або 28,1% від загальної економії. Економія теплової енергії становила відповідно 442,2 тис.Гкал, у тому числі при виплавці чавуну – 173,9 тис.Гкал, тобто 39,3 %, сталі – 120,7 тис.Гкал, або 27,3%, та виробництві прокату чорних металів – 125 тис. Гкал, або 28,3% від загальної економії теплової енергії (табл. 4).

Попри досягнуті обсяги економії паливно-енергетичних ресурсів в основних переділах чорної металургії, питомі витрати їх залишаються ще значно більшими порівняно з фактичними показниками металургійних підприємств Росії та країн Євросоюзу (табл. 5). Так, питомі рівні споживання паливно-енергетичних ресурсів на виробництво тонни коксу в Україні становлять 3,5 ГДж, у Росії – 3,4 ГДж, тобто на 2,9% менше, а в країнах Євросоюзу – 3,3 ГДж, що вже на 5,7% менше. Дещо кращими є показники енергоефективності українських металургійних комбінатів при виробництві агломерату та виплавці чавуну: на тонну агломерату в Україні витрачається 2,1 ГДж, що на 10,5% більше ніж у Росії, але це на 27,6% менше ніж у країнах ЄС; на тонну чавуну в Україні витрачається 16,7 ГДж, що на 9,9% більше від країн ЄС і на 11,2% менше ніж у Росії.

По виробництву сталі та прокату чорних металів показники енергоефективності вітчизняних мета-

лургійних комбінатів у декілька разів перевищують відповідні показники країн ЄС та Росії. Так, якщо в Україні на виробництво 1 т сталі витрачається 3,3 ГДж, то в Росії – 1,93 ГДж, тобто в 1,7 разу менше, а в країнах ЄС – всього 0,53 ГДж, або в 6,2 разу менше. При розливці сталі та виробництві прокату Україна витрачає 5,23 ГДж/т, Росія – 3,72 ГДж/т, тобто на 1,51 ГДж/т, або на 28,9% менше, а країни ЄС – відповідно 2,93 ГДж/т, що на 2,3 ГДж/т, чи на 44% менше.

Таким чином, основне відставання показників енергоефективності вітчизняної металопродукції порівняно з іншими країнами відбувається на стадії виробництва сталі та прокату. Це пов'язано насамперед зі значною часткою виробництва мартенівської сталі на Україні, яка по суті стала єдиною державою в світі, що нарощує обсяги виробництва мартенівської сталі. Так, якщо у 2000 році Україна виплавляла в мартенах 16,8 млн т, або 52,9% від усієї сталі, то в 2003-му – 17,8 млн т, що становило на той час 47,5% загального виробництва сталі.

Значною мірою відставання енергоекономічних показників українського прокатного виробництва пов'язано з недостатньою увагою нових власників металургійних підприємств до проведення повномасштабних модернізацій та реконструкцій прокатних станів, ступінь зносу яких до-

Таблиця 4. Економія паливно-енергетичних ресурсів в окремих виробництвах чорної металургії у 2003 році відносно 1995-го і 2000 рр.

Вид продукції	Економія енергоресурсів, усього тис. т у.п.	Економія палива, тис. т у.п.	Економія електроенергії, млн кВт-год	Економія теплоенергії, тис. Гкал
Відносно 1995 року				
Чавун	2318,9	2096,5	186,2	916,1
Сталь – усього	824,2	578,6	588,9	157,1
в тому числі:				
сталь мартенівська	540,0	474,7	104,9	157,1
сталь киснево-конвертерна	219,1	117,5	272,7	0,0
електросталь	65,2	-13,5	211,3	0,0
Прокат чорних металів	1917,8	1396,5	1062,8	750,3
Труби сталеві	111,2	59,1	85,0	122,3
Разом	5172,1	4130,7	1922,9	1945,7
Відносно 2000 року				
Чавун	693,3	646,7	47,3	173,9
Сталь – усього	177,6	92,7	173,7	120,7
в тому числі:				
сталь мартенівська	98,7	66,8	31,5	120,7
сталь киснево-конвертерна	49,1	27,5	58,0	0,0
електросталь	29,8	-1,6	84,2	0,0
Прокат чорних металів	498,7	337,1	377,7	125,0
Труби сталеві	73,0	62,0	19,2	22,5
Разом	1442,6	1138,5	617,9	442,2

Таблиця 5. Порівняння питомих рівнів споживання паливно-енергетичних ресурсів в Україні на різних стадіях виробництва металопродукції зі стандартами ЄС, ГДж/т [7]

Стадії виробництва	Стандарт ЄС	Україна	Росія
Виробництво коксу	3,3	3,5	3,4
Виробництво агломерату	2,9	2,1	1,9
Виробництво чавуну	15,2	16,7	18,8
Виплавка сталі	0,53	3,3	1,93
Розливка і прокатка	2,93	5,23	3,72

сяг 90%, а вік експлуатації – перевищив 50 років [8]. Моральна застарілість і фізичне зношення станів гарячої та холодної прокатки блокує випуск високотехнологічної продукції для вітчизняної автомобільної промисловості, машинобудування та інших галузей економіки. Основними енергозберігаючими заходами в прокатному виробництві повинні бути: впровадження технології

нескінченної прокатки сортового прокату, широке використання технології низькотемпературної прокатки, модернізація пальникових пристроїв у методичних нагрівальних печах, переобладнання термічних і нагрівальних агрегатів із застосуванням нових ефективних вогнестійких та теплоізоляційних матеріалів, використання димових газів нагрівальних колодязів та інші заходи.

1. В. Набоков. Прямая связь с конкурентоспособностью // "Металл". – 2005. – №8. – С. 44-45.
2. В. Белик. Без лишних трат // "Металл". – 2005. – №8. – С. 10-41.
3. М. Давыдов. Производная металлургического бизнеса // "Металл". – 2005. – №8. – С. 42-43.
4. Г.Касьян. Показатели энергопотребления и мероприятия по энергосбережению украинского мини-металлургического завода // "Металл". – 2005. – №8. – С. 38.
5. В. Данченко, А. Путники. За тонкими стенами // "Металл". – 2003. – №9. – С. 72-73.
6. В. Сафонов. Энергосберегающая электрометаллургия // "Металл". – 2005. – №8. – С. 37.
7. А. Смирнов. "Единственная дорога в завтра // "Металл". – 2005. – №8. – С. 32-35.
8. А. Сафьян. О развитии прокатных производств Украины в контексте вступления страны в ВТО // "Металл". – 2006. – №4. – С. 36-37.