



**УДК 669.013:620.9**

**В.Г. ЛИТВИНЕНКО**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,

**А.Л. СКОРОМНЫЙ**, заместитель директора структурного подразделения,

**А.А. СЛИСАРЕНКО**, заведующий лабораторией,

**Т.А. АНДРЕЕВА**, канд. экон. наук, старший научный сотрудник, **Р.А. ПЕРЕТЯТКО**, младший научный сотрудник

Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности «Энергосталь» (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

## **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАРТЕНОВСКОГО ЦЕХА ПрАО «ДОНЕЦКСТАЛЬ» – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

Рассмотрен вопрос энергоэффективности проекта замены мартеновских печей на электросталеплавильную в условиях действующего цеха. Показано влияние способа выплавки и разлива стали, а также состава металлошихты на цеховую энергоемкость сортового и листового проката и на выбросы в атмосферу парниковых газов и загрязняющих веществ.

**Ключевые слова:** прокат, мартеновская сталь, электросталь, состав металлошихты, энергоемкость, сортовой прокат, листовой прокат, способ разлива стали, двуокись углерода, загрязняющие вещества.

Снижение затрат топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в черной металлургии, которая является одним из основных потребителей топлива и электроэнергии в Украине, – кардинальная задача, стоящая перед горно-металлургическим комплексом (ГМК). Заинтересованность в решении этого вопроса должна проявляться уже на стадии разработки проектов – как сооружения новых производственных мощностей, так и технического перевооружения и модернизации действующих металлургических объектов – и выражаться, прежде всего, в строгом контроле со стороны государственных органов за обеспечением энергоэффективности проектных решений.

В действительности все обстоит далеко не так. Несмотря на то, что и в государственных строительных нормах в части проектирования (ДБН А.2.2.3-2007), и в составе технико-экономических обоснований проекта (ТЭО), и в утверждаемой части рабочих проектов предусматривается наличие показателей эффективности (снижения расхода энергоносителей), эти показатели являются не обязательными, а рекомендуемыми, а следовательно, они редко рассчитываются и обычно не указываются в составе проектной документации. Это объясняется тем, что заказчики либо не акцентируют внимание на необходимости разработки ТЭО проектов, либо не оплачивают ТЭО до начала проектирования объекта, либо заказывают его уже на стадии завершения строительно-монтажных работ, когда по сути уже ничего невозможно изменить. Определение энергоемкости предусматривается и в рабочей части проекта, однако вопросы, энергоемкость какой продукции должна определяться и каким образом она должна рассчитываться, зачастую обходятся стороной.

Хорошо известно, что на металлургических предприятиях изменение технологии одного передела влечет за собой изменение в производственных процессах сопредельных производств, а следовательно, и изменения в потреблении энергоресурсов в целом по предприятию и, чаще всего, по всему горно-металлургическому комплексу. Необходим правильный методический подход к определению действительных изменений в энергопотреблении при реализации проекта.

Во многих случаях достаточно полная оценка энергоэффективности может быть получена путем сравнения сквозной энергоемкости производства конечной продукции предприятия до и после осуществления предлагаемых проектных решений. Рассмотрим целесообразность такого подхода на примере ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод (далее – ДМЗ).

Проектом технического перевооружения мартеновского цеха ДМЗ предусматривается замена мартеновских печей электросталеплавильной печью ДСП-150 с увеличением объема выплавки стали до 900 тыс. т.

Действующая в настоящее время МНЛЗ производительностью 600 тыс. т литых слябов в год сохраняется, как и сохраняется разливка части стали (300 тыс. т) в слитки для дальнейшего производства сортового проката.

В проекте рассмотрены два варианта технологии выплавки электростали:

а) с содержанием в металлошихте жидкого чугуна в количестве 433 кг на тонну стали;

б) с использованием в качестве металлошихты исключительно металлолома.

Полная металлургическая энергоемкость проката ( $d_o$ , кг у.т./т) рассчитывается по формуле

$$d_o = \sum d_{цi} \cdot q_{цi} + d_{пр}, \quad (1)$$

где  $d_{цi}$  – цеховая энергоемкость производства  $i$ -го полуфабриката или готовой продукции, кг у.т./т;

$q_{цi}$  – сквозной расходный коэффициент  $i$ -го полуфабриката на производство готовой продукции, т/т;

$d_{пр}$  – прочие постоянные расходы энергоресурсов, кг у.т./т.

Сквозной расходный коэффициент рассчитывается путем перемножения расходных коэффициентов по технологической цепи металлургического производства. Например, если на изготовление 1 т листового проката расходуются 1,2369 т непрерывнолитых заготовок, а на выплавку стали – 0,4529 т чугуна, то сквозной расход чугуна на производство проката составит  $1,2369 \times 0,4529 = 0,5602$  т/т.

Цеховая энергоемкость производства готового проката или каждого полуфабриката (выплавка стали и чугуна, производство извести, кокса и т.п.) включает в себя цеховые удельные расходы покупной электроэнергии и условного топлива, а также производных энергоносителей (кислород, дутье и т.д.), выработанных на заводе и пересчитанных в удельный расход покупной электроэнергии и условного топлива.

Под энергоемкостью ( $d$ , кг у.т./т) понимается сумма удельных расходов условного топлива ( $t$ , кг у.т./т) и покупной электроэнергии ( $e$ , кВт·час/т), пересчитанной в удельный расход условного топлива, исходя из того, что  $1 \text{ кВт·час} = 0,34 \text{ кг у.т.}$

В качестве сравнительного периода принят 2008 г., когда в мартеновском цехе ДМЗ было выплавлено 869,5 тыс. т стали с расходом чугуна 452,9 кг/т. Часть стали была разлита на МНЛЗ с последующей прокаткой на лист, а часть – в слитки для прокатки на блюминге с последующим получением сортового проката. Доменный, сталеплавильный и прокатный переделы для любой технологии выплавки стали рассматривались как единое производство условно интегрированного предприятия в составе ДМЗ и АО (частное) «ДЭМЗ».



На рис. 1 показана технологическая схема и материальный баланс производства проката при технологии выплавки стали в электропечи с расходом чугуна в металлошихте 433 кг/т. Приведены возможное количество изготовленного проката и полуфабрикатов, необходимых для его производства. Расходные коэффициенты полуфабрикатов на каждом переделе показаны под стрелками. Расходные коэффициенты окатышей, агломерата и кокса на выплавку чугуна принимались такими же, как и в отчетных данных доменного цеха ДМЗ за 2008 г. Цеховая энергоемкость готового проката, извести, мартееновской стали и чугуна рассчитана по отчетным данным ДМЗ и ДЭМЗ. Цеховая энергоемкость

производства агломерата, окатышей, кокса, ферросплавов, добычи и обогащения железной руды принималась по средневзвешенным отраслевым показателям. При этом варианте технологии выплавки электростали потребность в полуфабрикатах (чугун, агломерат, окатыши, кокс, железорудный концентрат) незначительно отличалась от их расхода в 2008 г., когда расходный коэффициент чугуна на выплавку мартееновской стали составлял 452,9 кг/т.

Материальный баланс производства проката из электростали для технологии выплавки только из металлолома (без использования в металлошихте жидкого или твердого чугуна) приведен на рис. 2.

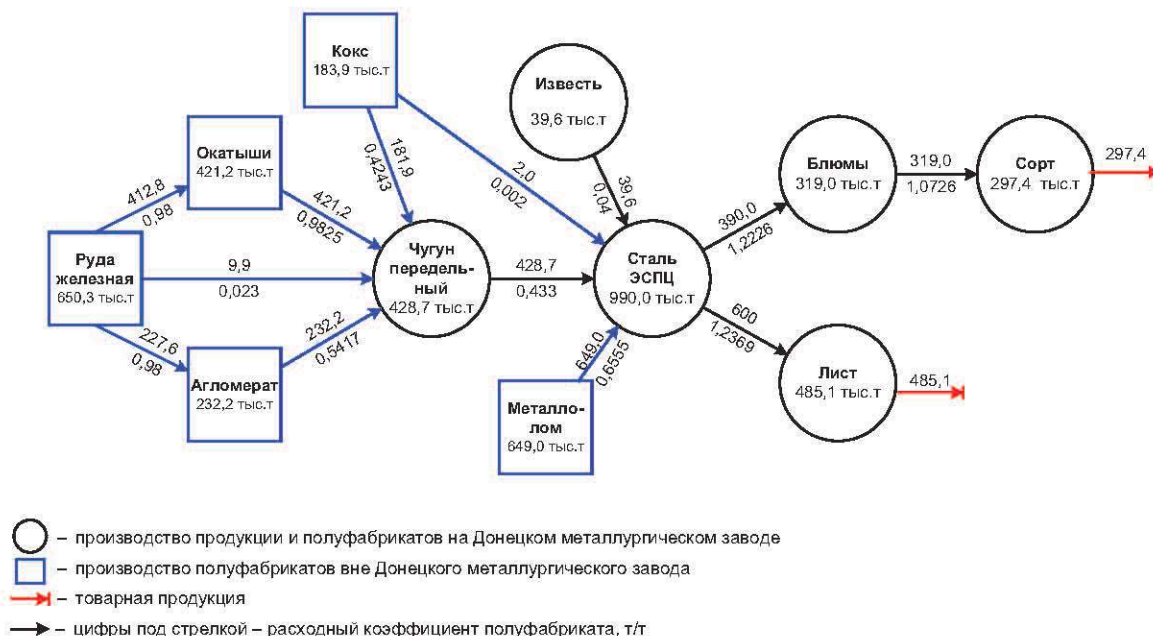


Рисунок 1 – Материальный баланс производства проката из электростали на интегрированном ДМЗ (вариант с расходом чугуна 433 кг/т)

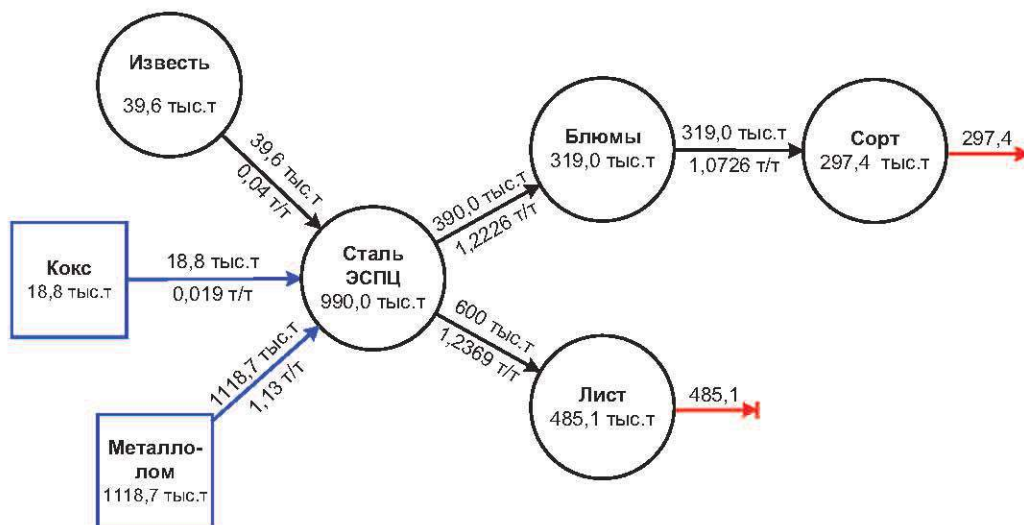


Рисунок 2 – Материальный баланс производства проката из электростали на интегрированном ДМЗ (вариант с составом металлошихты на 100 % из металлолома)

Результаты расчета цеховой энергоемкости продукции и полной металлургической энергоемкости (ПМЭ) сортового и листового проката для всех трех вариантов выплавки стали даны в табл. 1. При выплавке стали в мартеновских печах ПМЭ листового проката составляет 1040,4 кг у.т./т ( $e = 574,3$  кВт·час/т,  $t = 846,2$  кг у.т./т). Несмотря на то, что цеховая энергоемкость сортового проката (155,2 кг у.т./т) почти на 30 кг у.т./т меньше, чем листового (184,1 кг у.т./т), ПМЭ сортового проката (1113,0 кг у.т./т) почти на 70 кг у.т./т больше, чем ПМЭ листового проката. Такая разница обусловлена тем, что сталь для листопрокатного цеха разливается на МНЛЗ, поэтому отсутствует обжимной передел, вследствие чего сквозные расходные коэффициенты всех полуфабрикатов существенно меньше.

Все расходы ТЭР на производство проката (для каждого варианта выплавки стали) можно условно разделить на четыре группы:

1. Затраты ТЭР в прокатных цехах (включая обжимной), которые являются во всех случаях величиной постоянной: при выплавке стали в мартеновских печах они составляют 17,7–20,2 % ПМЭ проката, а при выплавке электростали без использования чугуна в металлосталь – 33,5–38,1 % (в зависимости от вида проката).

2. Затраты ТЭР на выплавку стали, которые для мартеновского производства стали составляют 285,5–297,2 кг у.т./т (25,6–28,5 % ПМЭ проката). Эти расходы энергоресурсов определяются способом выплавки стали и составом металлошихты.

3. Затраты энергоресурсов на производство чугуна (выплавка чугуна, производство агломерата, кокса, добыча и обогащение железной руды). Эти затраты ТЭР составляют около 45 % ПМЭ проката для первого варианта выплавки стали (468 кг у.т./т для производства листа и 494,3 кг у.т./ при производстве сорта). Их величина определяется расходом чугуна на выплавку стали и сквозным расходным коэффициентом чугуна на изготовление проката.

4. Остальные затраты ТЭР (на производство извести, ферросплавов, подготовку металлолома, на оказание ремонтных, транспортных и прочих услуг) составляют меньше 10 % ПМЭ проката и зависят от технологии выплавки стали незначительно.

Замена мартеновских печей электросталеплавильной при расходе жидкого чугуна на выплавку стали 433 кг/т (в мартеновских печах – 453 кг/т) изменит материальный баланс производства проката незначительно: расход ТЭР на выплавку стали сократится на 100 кг у.т./т

**Таблица 1 – Влияние способа выплавки стали в условиях ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» на сквозную энергоемкость листового и сортового проката**

Продукция, полуфабрикаты	Цеховая энергоемкость $d_{ц}$ , кг у.т./т	Листовой прокат						Сортовой прокат						
		мартеновская сталь		электро-сталь (расход чугуна 433 кг/т)		электро-сталь (без чугуна)		мартеновская сталь		электро-сталь (расход чугуна 433 кг/т)		электро-сталь (без чугуна)		
		$q_{ср}$ т/т	$q_{сг} \cdot d_{ц}$ кг у.т./т	$q_{ср}$ т/т	$q_{сг} \cdot d_{ц}$ кг у.т./т	$q_{ср}$ т/т	$q_{сг} \cdot d_{ц}$ кг у.т./т	$q_{ср}$ т/т	$q_{сг} \cdot d_{ц}$ кг у.т./т	$q_{ср}$ т/т	$q_{сг} \cdot d_{ц}$ кг у.т./т	$q_{ср}$ т/т	$q_{сг} \cdot d_{ц}$ кг у.т./т	
Листовой прокат	184,1	1	184,1	1	184,1	1	184,1							
Сортовой прокат	155,2							1	155,2	1	155,2	1	155,2	
Блюмы	64,4							1,0726	69,1	1,0726	69,1	1,0726	69,1	
Сталь мартеновская, слитки	217,8							1,3114	285,6					
Сталь мартеновская, МНЛЗ	240,2	1,2369	297,2											
Электросталь МНЛЗ	161,3			1,2369	199,5									
Электросталь, слитки	138,8									1,3114	182,0			
Электросталь, МНЛЗ	212,4					1,2369	262,8							
Электросталь, слитки	190,0												1,3114	249,1
Чугун	622,5	0,5602	348,7	0,5356	333,4			0,5935	369,5	0,5678	353,5			
Металлолом	4,7	0,8805	4,1	0,8108	3,8	1,3977	6,5	0,9336	4,4	0,8596	4,1	1,4819	7,0	
Известь	150,1	0,0195	2,9	0,0495	7,5	0,0495	7,4	0,0525	7,9	0,0524	7,9	0,0525	7,9	
Агломерат	58,1	0,3035	17,6	0,2901	16,9			0,3217	18,7	0,3076	17,9			
Окатыши	49,9	0,5504	27,5	0,5262	26,3			0,5835	29,1	0,5579	27,8			
Железорудный концентрат	36,1	0,8368	30,2	0,8	28,9			0,8885	32,1	0,8020	29,0			
Кокс	180,1	0,2377	42,8	0,2273	40,9	0,0235	4,2	0,2520	45,4	0,2409	43,4	0,0249	4,5	
Прочие затраты ТЭР			85,3		85,3		85,3		95,8		95,8		95,8	
Итого, ПМЭ			1040,4		926,6		550,3		1113,0		985,7		588,6	



(с 297,2 до 199,5 кг у.т./т для листового проката и с 285,6 до 182,0 кг у.т./т для сортового проката); расход энергоресурсов, связанных с производством чугуна, уменьшится на 23–26 кг у.т./т; ПМЭ листового проката сократится на 113,8 кг у.т./т (с 1040,4 до 926,6 кг у.т./т), для сортового проката – на 127,3 кг у.т./т (с 1113,0 до 985,7 кг у.т./т).

Заметно изменится и состав расходуемых энергоресурсов. Если при мартеновском способе выплавки стали сквозная электроемкость листового проката составила 574,3 кВт·ч (17 % ПМЭ), то при электроплавке стали она возрастет до 775,0 кВт·час/т (28,6 % ПМЭ). Аналогичная картина будет иметь место и для производства сортового проката.

Всего при производстве 485,1 тыс. т листового проката и 297,4 тыс. т сортового проката в этом варианте технологии выплавки электростали возможная экономия топлива составит 151,4 тыс. т у.т., а дополнительный расход электроэнергии – 163,9 млн кВт·час.

При выплавке стали в электропечи без использования жидкого чугуна в металлошихте расход энергоресурсов в сталеплавильном цехе значительно (на 63,3–67,1 кг у.т./т) возрастет по сравнению с технологией, предусматривающей расход 433 кг чугуна на тонну стали. Рост будет обусловлен исключением из теплового баланса плавки физического и химического тепла чугуна. Кардинально изменится и материальный баланс производства проката (рис. 2) – отпадет надобность в производстве железорудного сырья и выплавке чугуна, увеличится потребность в металлоломе. За счет этого резко снизится ПМЭ проката: до 550,3 кг у.т./т для листового и до 588,6 кг/т – для сортового. Еще в большей степени по сравнению с выплавкой стали в мартеновских печах изменится и состав энергоресурсов в процессе производства проката – его сквозная электроемкость возрастет до 795 кВт·час/т, что составит 46,0–49,1 % ПМЭ, а топливоемкость уменьшится до 280,0–318,6 кг у.т./т.

Таким образом, замена мартеновских печей дуговой электропечью позволит сократить и затраты энергоресурсов на выплавку стали и полную металлургическую энергоемкость проката при любом составе металлошихты электросталеплавильного процесса. Однако, если сравнивать между собой обе технологии выплавки электростали, принимая в качестве критерия оценки энергоэффективности проектных решений цеховую энергоемкость выплавки стали, то можно сделать неправильный вывод о преимуществе технологии выплавки с расходом чугуна. Действительно, при расходе чугуна на выплавку стали 433 кг/т, ее цеховая энергоемкость составит 161,3 кг у.т./т (при использовании МНЛЗ), а при переплаве одного металлолома – 212,4 кг у.т./т (табл.1.). ПМЭ листового проката при выплавке электростали без исполь-

зования чугуна в металлошихте составит 550,3 кг у.т./т, а при использовании чугуна – 926,6 кг у.т./т. Аналогичная разница в величине ПМЭ будет и для сортового проката, то есть во втором варианте технологии выплавки электростали будет иметь место значительная экономия энергоресурсов. Причем экономия будет не виртуальной, а вполне реальной, поскольку эта экономия будет составной частью себестоимости железорудного сырья и чугуна, в использовании которых отпадет надобность.

В варианте технологии выплавки электростали без использования жидкого чугуна в металлошихте возможная экономия топлива по сравнению с выплавкой стали в мартеновских печах составит 454,5 тыс. т у.т. при дополнительном расходе электроэнергии – 177,3 млн кВт·час.

Следует учесть еще один позитивный результат изменения способа выплавки стали на ДМЗ, расположенном почти в центре города с миллионным населением, связанный с выбросами в атмосферу углекислого газа и загрязняющих веществ – в табл. 2 представлен расчет удельных величин этих выбросов, отнесенных на тонну листового проката (для сортового проката характер изменений этих величин практически такой же). Исходные данные для расчета эмиссии диоксида углерода приняты по результатам собственных исследований, а для расчета вредных веществ – из статотчетности [1].

Из табл. 2 следует, что производство 1 тонны листового проката при выплавке стали в мартеновских печах сопровождается выбросами 1,339 т CO<sub>2</sub> и 14,318 кг загрязняющих веществ (пыли). С точки зрения эмиссии парниковых газов, наиболее негативную роль играют доменное и мартеновское производство (суммарно – 0,92 т CO<sub>2</sub>/т), а с точки зрения загрязняющих веществ – агломерационное, мартеновское и доменное производство, дающие почти 86 % всех выбросов (12,27 кг/т).

При выплавке стали в электропечах с использованием жидкого чугуна заметно уменьшается эмиссия CO<sub>2</sub> (на 0,28 т/т) и выбросы загрязняющих веществ меньше (на 1,3 кг/т) – за счет снижения коэффициентов эмиссии и выбросов в сталеплавильном производстве. При выплавке стали в дуговой электропечи без использования чугуна выбросы диоксида углерода в атмосферу уменьшаются в 3,8 раз, а загрязняющих веществ – в 3,3 раза. Снижение выбросов последних – это, прежде всего, результат исключения из технологического цикла производства агломерата (5,362 кг вредных веществ на тонну проката), чугуна (2,651 кг/т) и окатышей (0,382 кг/т), а также значительное снижение расхода кокса (0,577 кг/т). Увеличение расхода металлолома дает несущественный рост выбросов – как загрязняющих веществ, так и диоксида углерода. Снижение эмиссии двуокиси углерода практически на 1 т/т в этом варианте выплавки

**Таблица 2 – Влияние способа выплавки стали в условиях ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» на выбросы в атмосферу парниковых газов (p) и загрязняющих веществ (v) при производстве листового проката**

Продукция, полуфабрикаты	Удельные выбросы в атмосферу		Выплавка стали в мартеновских печах			Выплавка стали в электропечах (расход чугуна 433 кг/т)			Выплавка стали в электропечах (без чугуна)		
	$p_p$ , т/т	$v_p$ , кг/т	$q_{ei}$ , т/т	$q_{ei} \cdot p_p$ , т/т	$q_{ei} \cdot v_p$ , кг/т	$q_{ei}$ , т/т	$q_{ei} \cdot p_p$ , т/т	$q_{ei} \cdot v_p$ , кг/т	$q_{ei}$ , т/т	$q_{ei} \cdot p_p$ , т/т	$q_{ei} \cdot v_p$ , кг/т
Листовой прокат	0,215	0,863	1	0,215	0,863	1	0,215	0,863	1	0,215	0,863
Сталь мартеновская, МНЛЗ	0,352	3,444	1,2369	0,435	4,26						
Электросталь МНЛЗ	0,127	2,626				1,2369	0,157	3,248			
Электросталь, МНЛЗ	0,056	2,626							1,2369	0,069	3,248
Чугун	0,868	4,733	0,5602	0,486	2,651	0,5356	0,465	2,535			
Металлолом	0,009	0,022	0,8805	0,008	0,019	0,8108	0,007	0,018	1,3977	0,013	0,031
Известь	0,886	2,699	0,0195	0,017	0,053	0,0495	0,044	0,134	0,0495	0,044	0,134
Агломерат	0,180	17,668	0,3035	0,055	5,362	0,2901	0,052	5,125			
Окатыши	0,092	0,694	0,5504	0,051	0,382	0,5262	0,048	0,365			
Железорудный концентрат	0,002	0,18	0,8368	0,002	0,151	0,800	0,002	0,144			
Кокс	0,294	2,428	0,2377	0,07	0,577	0,2273	0,067	0,552	0,0235	0,007	0,057
Итого				1,339	14,318		1,057	12,984		0,348	4,333

электростали является следствием, прежде всего, отсутствия надобности производства как чугуна (0,486 т/т), так и сырья для его производства (агломерата, кокса и окатышей). Кроме того, вследствие отсутствия чугуна в металлошихте снижаются выбросы диоксида углерода в сталеплавильном цехе на 0,35 т на тонну стали или на 0,366 т на тонну проката.

В целом производство 485,1 тыс. т листового проката при выплавке стали в мартеновских печах сопровождается выбросами в атмосферу 649 тыс. т двуокиси углерода и 6945 т загрязняющих веществ. В результате реконструкции сталеплавильного цеха при выплавке электростали на жидком чугуне выбросы диоксида углерода снизятся до 513 тыс. т, а загрязняющих веществ – до 6298 т. Исключение из металлошихты чугуна при выплавке электростали позволит снизить выбросы  $CO_2$  до 169 тыс.т, а загрязняющих веществ – до 2100 т.

Однако выбор варианта технологии выплавки стали для практической реализации, к сожалению, может решаться в совершенно другой плоскости. Дело в том, что на ДЭМЗ вся образующаяся в прокатных цехах обрезь металла используется в действующем сталеплавильном цехе, а избыточного (за пределами металлургических предприятий) металлолома в нашей стране не хватает: во-первых, строятся новые цехи и заводы с выплавкой электростали исключительно на металлоломе (например, завод в г. Белая Церковь), во-вторых, металлолом усиленно экспортируется за пределы страны, в результате чего постоянно растет расход чугуна на выплавку стали в конвертерных

цехах действующих металлургических предприятий. Следовательно, выплавка электростали на ДМЗ без использования чугуна в металлошихте может стать реальностью, с нашей точки зрения, только в том случае, если в стране будут использоваться экономические меры воздействия, направленные на снижение вывоза металлолома за пределы Украины. С этой целью необходимо приравнять экспорт металлолома к действиям, наносящим вред экономике общественного производства, и рассматривать сокращение вывоза металлолома как меру по сокращению затрат энергоресурсов (в частности – природного газа), а также по оздоровлению экологической обстановки.

## ВЫВОДЫ

Замена мартеновских печей на дуговую электросталеплавильную ДСП-150 в условиях ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» позволит сократить (на 78–79 кг у.т./т) энергозатраты на выплавку стали при использовании жидкого чугуна (433 кг/т) в металлошихте, а при выплавке электростали только на металлоломе – на 22–28 кг у.т./т (в зависимости от способа разлива стали).

В результате замены мартеновского способа выплавки стали на электросталеплавильный полная металлургическая энергоёмкость листового и сортового проката снизится:

- при использовании жидкого чугуна в металлошихте электропечи – с 1040,4 (1113,0) кг у.т./т до 926,6 (985,7) кг у.т./т,



- при выплавке электростали без жидкого чугуна – до 550,3 (588,6) кг у.т./т.

Кроме того, значительно уменьшатся выбросы в атмосферу парниковых газов и загрязняющих веществ. Наиболее полную и объективную оценку энергоэффективности проектных решений можно получить путем сравнения сквозной (заводской или полной металлургической) энергоемкости конечной продукции металлургического производства.

Розглянуто питання енергоефективності проекту заміни мартенівських печей на електросталеплавильну в умовах діючого цеху. Показано вплив способу виплавки та розливу сталі, а також складу металошихти на цехову енергоємність сортового й листового прокату та на викиди в атмосферу парникових газів і забруднюючих речовин.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році [Електронний ресурс]. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с. – Режим доступу : [http://www.menr.gov.ua/ND\\_2010.pdf](http://www.menr.gov.ua/ND_2010.pdf).

*Поступила в редакцію 10.04.2012*

Concerning energy efficiency of the project aimed at replacing open-hearth furnaces with electric arc-furnace in conditions of operating shop. It is shown influence of the method of steel smelting and casting, as well as metal charge composition on the shop energy intensity of section and sheet steel and emissions of greenhouse gases and pollutants released into atmospheric air.