

**State Higher Educational Institution
“National Mining University” (Ukraine)**

**Brandenburg University of Technology
Cottbus-Senftenberg (Germany)**

**MANAGEMENT FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN
TRANSITIONAL ECONOMIES**

MONOGRAPH

**Dnepropetrovsk – Cottbus
2015**

ГЛАВА 11 СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ: МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ВЫЗОВ УКРАИНЫ

Шатоха В. И., Рогоза М. В.

Аннотация. В данной работе рассмотрены тенденции развития металлургии в Украине и в мире; анализируется техническое состояние, энергоэффективность и конкурентоспособность черной металлургии Украины; оцениваются экономические риски в условиях ограничений выбросов парниковых газов; изучаются возможные модели развития черной металлургии, обеспечивающие смягчение изменения климата.

Ключевые слова: устойчивое развитие, черная металлургия, модели развития черной металлургии, энергоэффективность и конкурентоспособность черной металлургии Украины.

11.1. Введение

Черная металлургия является одной из наиболее энергозатратных отраслей промышленности. Применение угля в качестве основного первичного энергоносителя делает ее крупным источником выбросов CO₂. По данным International Energy Agency (далее – IEA) [1], доля черной металлургии в мировых промышленных выбросах CO₂ составляет примерно 30%, а в общих антропогенных выбросах парниковых газов – около 9% [2]. То есть решение глобальных проблем смягчения изменения климата невозможно без сокращения выбросов парниковых газов предприятиями черной металлургии. Вместе с тем данная отрасль является базовой для социально-экономического развития и повышения уровня жизни, особенно в развивающихся странах. Поэтому движение к экологически сбалансированному развитию черной металлургии имеет ключевое значение в контексте всего комплекса глобальных и региональных аспектов устойчивого развития.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC) при Организации Объединенных Наций сформулировала амбициозные цели: для сдерживания глобального потепления в пределах 2°C сократить глобальные выбросы парниковых газов к 2050 г. относительно 2000 г. на 50%. Эти цели уже стали частью законодательства в некоторых странах мира [3]. Так, в октябре 2014 года Европейский Союз принял рамочный документ, регламентирующий вопросы совместной политики стран-членов в сфере климата и энергетики [4]. В этом документе, в частности, поставлены задачи радикального сокращения выбросов парниковых газов к 2030 г. В ранее принятых программных документах намечено к 2030 г. сократить выбросы CO₂ европейскими промышленными предприятиями на 34-40% и на 83-87% к 2050 году [5].

Шатоха Владимир Иванович – д-р техн. наук, профессор, академик АИН Украины, проректор по научно-педагогической работе в Национальной металлургической академии Украины. ✉ Национальная металлургическая академия Украины, пр. Гагарина, 4, к. 333, г. Днепропетровск, 49600, Украина. E-mail: shatokha@metal.nmetau.edu.ua; **Рогоза Михаил Валентинович** – канд. техн. наук, профессор кафедры систем электроснабжения, директор Научно-образовательного центра международного сотрудничества, заместитель проректора по международным связям Национального горного университета (г. Днепропетровск, Украина). ✉ ГВУЗ «Национальный горный университет», пр. Карла Маркса, 19, к. 4/31, 49600, Днепропетровск, Украина. E-mail: rogozat@ntu.org.ua.

Целями настоящей главы является оценка потенциала устойчивого развития черной металлургии в Украине, а также анализ возможных моделей развития черной металлургии, обеспечивающих смягчение изменения климата.

11.2. Тенденции развития металлургии в Украине и в мире

На рис.11.1 показана динамика роста производства стали в XX веке. Длительный период роста, наблюдавшийся после второй мировой войны, сменился стагнацией после нефтяных кризисов 1973 и 1980 годов. Однако к 2013 г. производство стали в мире уже удвоилось, что связано, главным образом, с экономическим ростом в Китае, доля которого в мировом производстве стали выросла с 15% в 2000 г. до 48,5% в 2013.

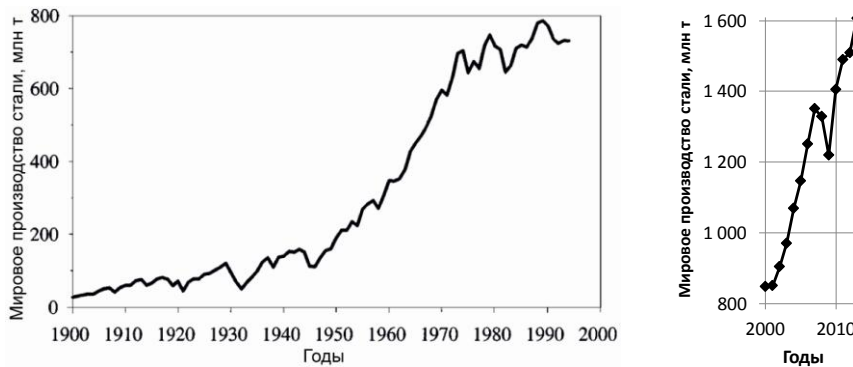


Рис. 11.1. Мировое производство стали в XX веке и в начале XXI века (Источник: по данным World Steel Association [6])

В Украине производство стали достигло максимума (почти 60 млн т /год) в середине 80-х годов, которое после распада СССР упало ниже 16 млн т, восстановившись на уровне около 43 млн т накануне мирового кризиса 2008-2009 гг. К 2013 г. выплавка стабилизировалась на уровне около 33 млн т. (см. рис. 11.2).

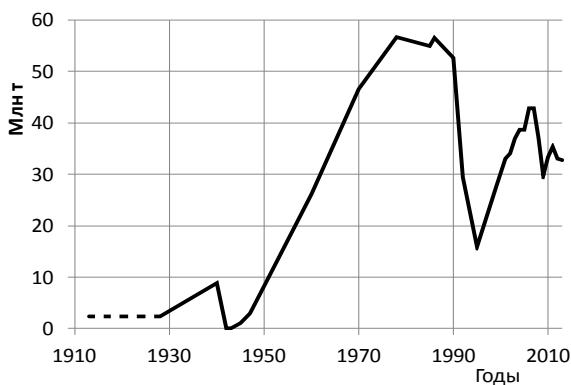


Рис. 11.2. Производство стали в Украине в период 1913-2013 годов (Источник:[9])

В частности, считается относительно низким уровень производства стали на душу населения в Индии. Аналитики ожидают рост производства стали в этой стране как минимум до среднемирового показателя – 225 кг на душу населения, что эквивалентно дополнительной выплавке свыше 200 млн стали (даже без учета увеличения численности населения в стране).

В таблице 11.1 для сравнения представлены данные о выплавке стали в странах, входящих в первую мировую десятку.

В частности, считается относительно низким уровень производства стали на душу населения в Индии. Аналитики ожидают рост производства стали в этой стране как минимум до среднемирового показателя – 225 кг на душу населения, что эквивалентно дополнительной выплавке свыше 200 млн стали (даже без учета увеличения численности населения в стране).

Аналитики ожидают рост производства стали в этой стране как минимум до среднемирового показателя – 225 кг на душу населения, что эквивалентно дополнительной выплавке свыше 200 млн стали (даже без учета увеличения численности населения в стране).

Таблица 11.1. Выплавка стали странами, входящими в первую десятку производителей (Источник: [7])

№	Страна	Производство стали				
		2013, млн т	2012, млн т	2013/2012, %	кг на душу населения	I кв. 2014 I кв. 2013
1	Китай	779,0	716,5	+8,0	571,2	+2,4
2	Япония	110,6	107,2	+3,1	870,0	+3,5
3	США	87,0	88,6	-1,8	273,7	+0,1
4	Индия	81,2	76,7	+5,5	65,3	+1,6
5	Российская Федерация	69,4	70,6	-1,7	475,3	+0,4
6	Южная Корея	66,0	69,3	-5,0	1314,2	+5,2
7	Германия	42,6	42,7	-0,2	527,8	+4,3
8	Турция	34,7	35,9	-3,5	452,6	-0,5
9	Бразилия	34,2	34,7	-1,5	170,1	+0,4
10	Украина	32,8	32,9	-0,3	722,3	-10,5

В работе [7] сделана попытка прогноза производство стали, применяя метод анализа материальных потоков и данные статистических трендов. Результаты моделирования показывают, например, что в Индии к 2075 г. может быть достигнут максимум производства стали – 400 млн т в/год с дальнейшим снижением данного показателя до 300 млн т /год к концу XXI века. Еще более существенный рост производства стали ожидается в странах африканского континента – до 500 млн т/год к 2100 г. и максимумом за пределами XXI века.

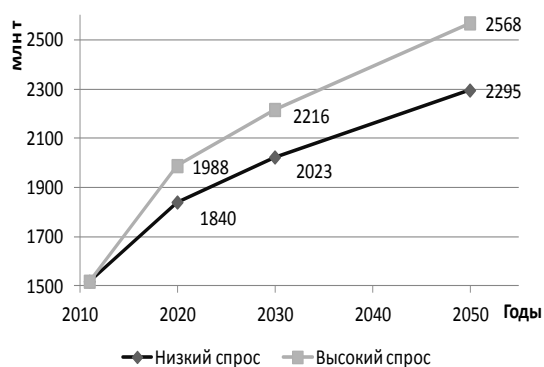


Рис. 11.3. Мировое производство стали согласно сценарию 2DS для вариантов низкого и высокого спроса (Источник: [8])

IEA, моделируя развитие экономики в целом и отдельных отраслей в условиях ограничения выбросов парниковых газов, предложил прогнозный сценарий 2DS [8], который призван обеспечивать сдерживание глобального потепления в пределах 2°C к концу столетия.

Согласно сценарию 2DS мировое производство стали к 2050 г. должно находиться в пределах 2568 млн т/год для варианта высокого спроса (см. рис.11.3). Если в силу различных факторов спрос на стальную продукцию будет расти

не столь быстро, производство может достигнуть 2295 млн т/год. Данная модель описывает такую динамику сокращения выбросов, которая с вероятностью 80% обеспечит ограничение глобального роста температуры до 2°C, устанавливает цель сокращения выбросов CO₂, связанных с производством энергии, к 2050 году более чем вдвое по отношению к 2009 году и их дальнейшее снижение. При этом IEA признает модернизацию энергетического сектора жизненно важной, но недостаточной: цель может быть достигнута, только если выбросы парниковых газов существенно сократятся и в других отраслях.

11.3. Техническое состояние, энергоэффективность и конкурентоспособность черной металлургии Украины

Обеспечение конкурентоспособности как одного из факторов устойчивого развития металлургии Украины требует, прежде всего, модернизации основных фондов и внедрения передовых технологий. Однако в условиях проблемной прибыльности возможности инвестирования в модернизацию оборудования существенно сокращаются (см. рис. 11.4).

Даже в 2007 г., когда объем инвестиций достигал максимума – 47,88 долл.

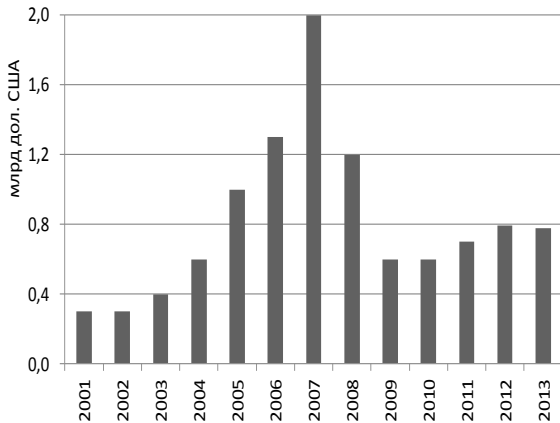


Рис. 11.4. Инвестиции в модернизацию предприятий черной металлургии Украины (Источник: [9])

США на 1 т стали, это было явно недостаточно, учитывая уровень износа основных фондов. Отметим, что возможности радикальной модернизации, имевшиеся до 2009 г., были в значительной степени упущены. Так, сегодня в отрасли стопроцентный износ имеют: коксовые батареи – 54%, доменные печи – 89%, мартеновские печи – 87%, кислородные конвертеры – 26%, прокатные станы – 90%.

Ситуация с состоянием основных фондов в других

отраслях промышленности в Украине аналогична металлургии. Так, по данным [9] общая потребность в замене изношенного стального оборудования эквивалентна свыше 300 млн т стали, которая востребована для удовлетворения потребностей внутренней промышленности. Это можно рассматривать как позитивный фактор экономически устойчивого развития черной металлургии в Украине, в том числе, в контексте снижения зависимости от экспорта.

До последнего времени около 80% продукции предприятий черной металлургии Украины экспортировалось. Экспортозависимость является одной из серьезных проблем данной отрасли в Украине, особенно в условиях избыточности производственных мощностей в мире. Из-за резкого снижения спроса на продукцию черной металлургии после 2009 года в мире средний уровень использования металлургических агрегатов в 2013 г. составлял лишь около 80% [10] (в Украине 74,9%). Например, резервные мощности Китая примерно равны производству стали в России и в Японии вместе взятых. Все это приводит к обострению конкуренции на мировом рынке стали. По показателю объема чистого экспорта стали (экспорт минус импорт) Украина занимает третье место в мире – после Китая и Японии. Свыше 40% экспорта из Украины составляют полупродукты (рис.11.5).

Одним из основных рынков сбыта для украинской черной металлургии сегодня является Ближний Восток: за 2011-2013 гг. экспорт в Саудовскую Аравию увеличился почти в 7 раз. Очевидно, этот рынок и в перспективе Турцию, вызывает сомнения, поскольку эта страна наращивает собственное

производство стали и сама является крупным экспортером. Изменение структуры экспорта в пользу продукции с высокой добавленной стоимостью является одним из основных резервов повышения конкурентоспособности черной металлургии Украины, что также будет способствовать диверсификации рынков сбыта.

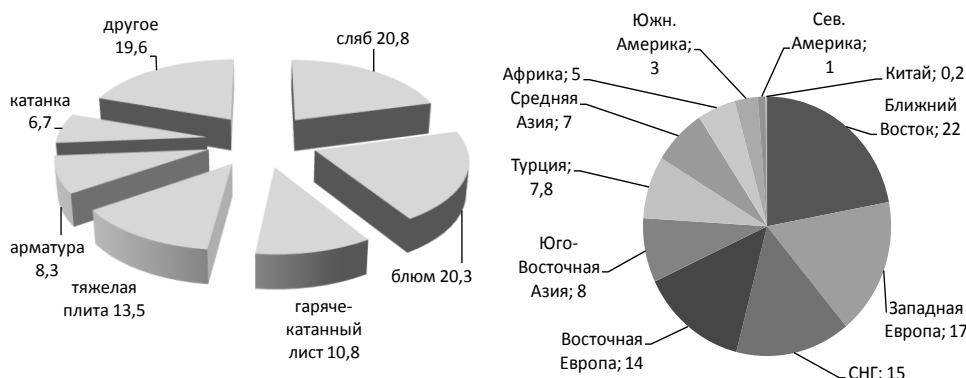


Рис. 11.5. Структура экспорта стали из Украины по видам продукции и рынкам сбыта, % (Источник: [10])

Энергетическая эффективность предприятий черной металлургии зависит от состояния оборудования, применяемых технологий и качества сырья. В зависимости от цены энергоносителей и структуры энергобаланса доля энергии в себестоимости продукции в разных странах составляет примерно 20-40%. При этом в первичных энергозатратах интегрированного металлургического производства твердое топливо занимает в среднем 95%, газообразное – 3-4%, жидкое – 1-2%. Примерно 75% энергии расходуется при выплавке чугуна в доменном производстве [12].

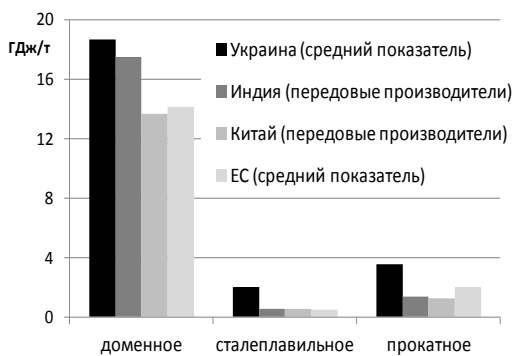


Рис. 11.6. Энергозатраты в разных секторах металлургического производства (Источник: [12])

На рис.11.6 сравниваются энергозатраты на разных участках производства металла для ЕС и Украины (средние показатели), а также Китая и Индии (передовые производители). С учетом уровня амортизации оборудования, а также проблем с качеством сырья (труднообогатимая руда, высокосернистые угли), не удивительно, что украинская черная металлургия заметно отстает по энергоэффективности от лучших мировых стандартов.

Организация экономического сотрудничества и развития (далее OECD) [13] произвела оценку потенциального снижения выбросов углекислого газа при производстве стали в условиях максимального внедрения лучших доступных технологий (Best Available Technologies, далее BAT), результаты которой представлены на рис. 11.7.

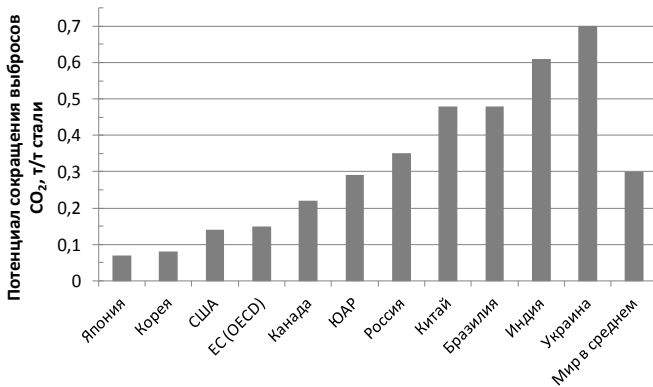


Рис. 11.7. Потенциал сокращения выбросов путем внедрения лучших доступных технологий для разных стран (Источник: [13])

Как видно, возможности сокращения выбросов CO₂ в Украине за счет внедрения современных технологий превышают средние мировые показатели более чем вдвое. В то же время, например, в Японии и Южной Корее потенциал сокращения выбросов парниковых газов за счет внедрения Ват практически исчерпан.

металлургии обусловлены на 95% применением углеродсодержащих топлив (оставшиеся 5 % связаны с использованием известняка), данные рис.11.7 практически эквивалентны потенциалу снижения энергозатрат.

В последние годы ситуация с применением энергоэффективных технологий в Украине значительно улучшалась (см. рис. 11.8). Такой результат достигнут не только за счет модернизации, но и благодаря выводу из эксплуатации устаревших агрегатов: за 2008-2013 гг. производственные мощности сталеплавильного производства в Украине сократились на 10% – с 47,8 млн т/ год при их использовании на 75,9%. Дальнейшие планы модернизации предприятий предусматривают увеличение доли непрерывнолитой стали до 79,1% в 2015 г. и практически полный вывод из эксплуатации мартеновских печей к 2017 г.

Поскольку выбросы CO₂ в черной

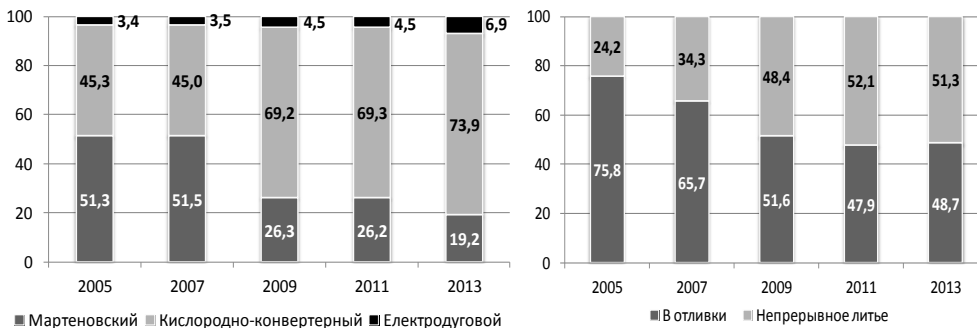


Рис. 11.8. Структура производства стали в Украине по способам выплавки и разливки, % (Источник: [10])

Суммарные показатели выбросов CO₂ предприятиями черной металлургии Украины показаны в таблице 12.2, а их распределение по источникам в горнометаллургическом комплексе демонстрируется на рис.12.9. Можно видеть, что в период 2008-2013 гг. из-за сокращения использования природного газа выбросы CO₂ в металлургии заметно выросли.

Таблица 11.2. Показатели выбросов CO₂ предприятиями черной металлургии Украины (Источник: по данным государственной статистики [14]*)

Показатели	Годы				
	2008	2009	2010	2011	2013
Доля черной металлургии в общих выбросах CO ₂ промышленными предприятиями, %	21,9	22,5	23,8	31,7	30,6
Выбросы CO ₂ предприятиями черной металлургии, тыс. т	38207,2	34348,3	39234,8	64073,1	60520,6
Удельные выбросы CO ₂ , кг на 1 т стали	1,0	1,1	1,2	1,8	1,8

*В настоящее время методика инвентаризации выбросов Госкомстатом Украины уточняется. Представленные данные о выбросах CO₂ выглядят весьма заниженными.

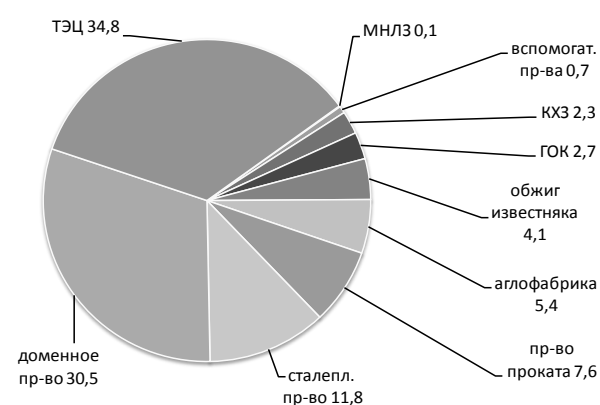


Рис. 11.9. Распределение выбросов парниковых газов по основным источникам образования в горно-металлургическом комплексе Украины, 2013 г. (Источник: согласно данным Украинского государственного научно-технического центра «Энергосталь» [15])

Многие предприятия внедрили технологию вдувания пылеугольного топлива в фурмы доменных печей взамен природного газа, что сопровождается существенным увеличением содержания CO₂ в колошниковом газе, а также и увеличением выбросов CO₂ в результате сжигания данного газа при его использовании в качестве топлива в прокатном производстве и на ТЭЦ. Такие изменения связаны с ростом цены и ненадежностью импорта природного газа из России.

11.4. Устойчивое развитие и экономические риски в условиях ограничений выбросов парниковых газов

В настоящее время активно разрабатываются сценарии, моделирующие будущее различных отраслей промышленности в контексте устойчивого развития. Значительный интерес представляет модель 2DS, разработанная ИЕА для черной металлургии в формате обеспечения смягчения изменения климата [8]. Ее реализация требует скоординированных усилий мирового сообщества для решения ряда проблем, в частности повышения технологической и энергетической эффективности в условиях ухудшения качества сырья. Согласно модели 2DS, выбросы CO₂ в черной металлургии до 2050 г. должны сократиться на 28% (на 1633 млн т CO₂ в годовом измерении) при росте производства на 51%. Основной результат (42% общего снижения выбросов CO₂ в отрасли) планируется достичь путем сокращения затрат энергии.

Наибольший потенциал для достижения общемирового результата будет иметь вывод из эксплуатации мартеновских печей в Украине и России, а также модернизация доменного производства в Индии, Китае и Украине. Предусматривается, что к 2050 г. 40% прямых выбросов CO₂ (812 млн т в год)

будет улавливаться средствами CCS (carbon capture and storage). Решающую роль в реализации данного сценария должна сыграть промышленная коммерциализация (начиная с 2020 г.) технологий, относящихся сегодня к числу радикально инновационных, имеющих большой потенциал для сокращения выбросов парниковых газов при производстве металла. Так, предполагается успешная реализация технологической части проектов ULCOS (Евросоюз) [16] и COURSE50 [17] (Япония), а также прогресс в дальнейшей разработке технологий HIs melt (Австралия, Китай) [18] и Finex [19] (Корея). Внедрение этих технологий в 2025 г. может обеспечить сокращение среднего мирового уровня удельного расхода энергии до 18,9 ГДж/т стали, то есть на 10% относительно 2011 года.

На наш взгляд, реалистичность краткосрочных результатов сценария 2DS весьма неоднозначна, поскольку текущие тенденции развития черной металлургии полностью противоположны прогнозу. Так, за 2000-2011 гг. фактическое суммарное потребление энергии при производстве стали выросло на 6,2% – в основном из-за увеличения объемов производства на 7,1%. При этом сценарий 2DS предусматривает увеличение потребления энергии в 2025 г. в сравнении с 2011 всего лишь на 1,2% при прогнозируемом росте производства на 27%. Реализация сценария требует радикального изменения существующей тенденции в соотношениях между производством стали и энергопотреблением. Причем такое изменение должно произойти в течение ближайших десяти лет.

Анализ нынешних и более долговременных трендов показывает, что в период 1950- 2000 гг. средний мировой показатель удельных энергозатрат при производстве стали сократился примерно на 60%, после чего возможности дальнейшего сокращения данного показателя в рамках существующих технологий в значительной мере оказались исчерпанными [20]. В XXI веке среднемировой показатель энергозатрат стабилизировался: по данным IEA расход энергии составил 20,7 ГДж/т стали в 2011 г. против 21,7 ГДж/т стали в 2000 г., а в 2013 г. по данным World Steel Association составил около 20 ГДж/т.

Некоторое повышение энергоэффективности действительно имело место, однако в значительной степени это связано со снижением доли стали, выплавленной из металлолома (с 47% в 2000 до 29% в 2011 г.). Как известно, при производстве стали в электродуговых печах из металлолома затраты энергии в среднем втрое ниже, чем по схеме «доменная печь – кислородный конвертер», поэтому сокращение потребления металлолома негативно отразилось на общих затратах энергии. Кроме того, наращивание производства стали в Китае развивается преимущественно по варианту «доменная печь – кислородный конвертер». При этом краткосрочная часть сценария 2DS предусматривает увеличение доли стали, выплавленной в электродуговых печах, до 37% к 2025 г. То есть эта часть прогноза также противоречит тенденциям, имевшим место на протяжении последнего десятилетия.

Производство стали из скрапа значительно дешевле, экологически безопаснее и требует меньше энергоносителей, по сравнению с циклом производства, основанным на использовании железных руд. Согласно сценарию развития черной металлургии [7], учитывающему будущие тенденции рынка металлолома, глобальная потребность в стали, полученной из доменного чугуна, может достичь максимума вблизи 2025 г. с дальнейшим ее сокращением. Это будет сопровождаться появлением избыточных доменных печей в последующие годы. Ожидается, что производство стали из скрапа вырастет более чем вдвое к 2050 г. и превысит производство первородной стали между 2050 и 2060 годами.

Реализация такого сценария приведет к серьезным проблемам для интегрированных предприятий. Значительная часть сталеплавильных мощностей станет ненужной для удовлетворения внутренних потребностей в Западной Европе и в развитых странах Азии. Однако если к этому времени Индия, страны Африки, Латинской Америки и Ближнего Востока, где спрос продолжит расти, все еще не будут в состоянии удовлетворять собственные потребности в стали, то возможность экспорта стали в эти регионы может продлить срок существования металлургических предприятий в развитых странах.

Исходя из этого, в работе [7] рассмотрены следующие два сценария. Первый сценарий допускает, что потребности отдельных стран удовлетворяются на глобальном рынке, а торговля следует за производственными мощностями (*trade follows capacity*). В этом случае производство размещается на уже имеющихся сегодня предприятиях – независимо от того, где возникает спрос, а конечная стальная продукция поставляется туда, где она необходима. Тогда, несмотря на уменьшение спроса на первородную сталь, после 2025 г. значительная часть существующих интегрированных предприятий благополучно достигнет 60-летнего «возрастного» предела и будут выведены из эксплуатации естественным путем. Однако за 2040-2060 гг. доменные печи с общим объемом производства около 200 млн т в год будут выведены из эксплуатации, так и не достигнув конечной амортизации, а в период 2020-2070 гг. не будет потребности в строительстве новых доменных печей. По этому сценарию рынки, открытые для импорта стали и скрапа, могут способствовать более-менее рациональному использованию существующих производств в глобальном масштабе.

Согласно другому, на наш взгляд, более реалистичному сценарию, производственные мощности следуют за спросом (*capacity follows demand*). В этом случае развивающиеся страны из соображений ресурсной безопасности и экономической независимости будут строить собственную металлургическую инфраструктуру, невзирая на наличие избыточных мощностей в экономически развитых странах. Например, продолжится строительство новых мощностей в Индии, странах Ближнего Востока, Латинской Америки и Африки. В странах с развитой металлургией это приведет к преждевременному выводу из эксплуатации производственных мощностей в объеме около 500 млн т в год, кроме 100 млн т мощностей, которые к этому времени достигнут полной амортизации. С большой степенью вероятности этот сценарий приведет к дальнейшему росту избыточных мощностей, падению цен и усугублению кризисных явлений, что фактически сегодня уже происходит.

В основе реализации сценариев устойчивого развития лежат не только политические решения, но и механизмы экономического стимулирования. Однако прибыльность функционирования черной металлургии в условиях экономических ограничений на выбросы парниковых газов не вполне очевидна. Так, прогнозы относительно будущей стоимости разрешений на выбросы CO₂ в Европе варьируют от 25 до 50 € за тонну CO₂, это при том, что производство тонны стали сопровождается выбросами около 2 т CO₂. Проблемы будущей конкурентоспособности европейской металлургии детально рассмотрены в соответствующем Плане действий [21], где определены наиболее актуальные направления работы. Соответственно Германия ограничивает бесплатные выбросы CO₂ для черной металлургии на уровне текущего производства, что ставит под угрозу большинство предприятий страны этой отрасли – они уже работают с максимальной энергетической и технологической эффективностью.

В Украине структурные изменения энергопотребления в металлургии, вызвавшее рост удельных выбросов CO₂ (см. табл.12.2), происходили при отсутствии обязательств по сокращению выбросов парниковых газов. Участие в Киотском протоколе было крайне выгодно для Украины, России и других стран. Установление Киотским протоколом «нулевого» варианта по отношению к 1990 г., в частности, для России фактически обеспечило инвестиции в ее экономику в размере до 10 млрд долл. США [22]. Дальнейшие условия относительно обязательств по сокращению выбросов парниковых газов должны проясниться в ноябре 2015 г. после очередной Конференции ООН по изменению климата в Париже. Судя по результатам Конференции ООН по изменению климата в Лиме (2014 г.), планируется принятие обязательств по сокращению выбросов парниковых газов всеми странами – не только развитыми, но и развивающимися [23]. А это потребует радикальной модернизации производства для обеспечения экологической устойчивости промышленного развития металлургии в Украине.

Следует признать, что, несмотря на усилия ООН и многих других международных организаций, а также успехи отдельных стран, многочисленные сценарии устойчивого развития остаются скорее пожеланием, нежели руководством к действию. Как отмечается в ЕТР 2010 [24], мир движется в прямо противоположном направлении от целей устойчивого развития, причем – в ускоренном темпе. Наряду с экономическими и политическими механизмами, важную роль в обеспечении устойчивого развития должно играть образование. Так, в рамках совместного европейского проекта по программе Tempus «Higher engineering training for environmentally sustainable industrial development» в Национальной металлургической академии Украины с 2015 года в магистерские учебные программы всех инженерных специальностей будет внедрена новая дисциплина «Устойчивое развитие в промышленности». Для современного инженера является необходимым понимание роли новых технологий в промышленности, чтобы активно поддерживать их разработку и внедрение в общем контексте устойчивого развития.

12.1. Выводы и рекомендации

Анализ проблем, факторов и сценариев устойчивого развития черной металлургии в мире и в Украине позволяет прийти к следующим выводам:

- достижение задач экологически устойчивого промышленного развития в металлургии требует скоординированных усилий мирового сообщества для повышения технологической и энергетической эффективности в условиях ухудшения качества сырья и наличия значительного количества неиспользуемых производственных мощностей в развитых странах;
- сокращение выбросов CO₂ в объемах, предусмотренных сценариями устойчивого развития, невозможно без внедрения разрабатываемых сегодня инновационных технологий начиная с 2020 года;
- обеспечение устойчивого развития украинской металлургии, особенно в условиях будущих ограничений на объемы выбросов CO₂, требует радикальной модернизации отрасли.

Литература

1. International Energy Agency. Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios & Strategies to 2050, OECD/IEA. – Paris, 2008. – 710 p.

2. Allwood J. M., Cullen J. M., Milford R. L. Options for achieving a 50% cut in industrial carbon emissions by 2050 / *Environ. Sci. Technol.* – 2010. – №7 (Vol. 44). – P.1888–1894.
3. Fisher B., Nakicenovic N. Issues related to mitigation in the long-term context // *Climate Change 2007: Mitigation: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Metz B., Davidson O. R., Bosch P. R., Dave R., Meyer L. A., Eds. – Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2007.
4. 2030 framework for climate and energy policies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm (дата обращения 07.03.2015).
5. Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050: COM(2011) 112 final, Brussels, 8.3.2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm (дата обращения 07.03.2015).
6. World Steel Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://worldsteel.org> (дата обращения 07.03.2015).
7. The steel scrap age / Pauliuk S., Milford R. L., Müller D. B., Allwood J. M. // *Environ Sci Technol.* – 2013. – №7 (Vol.47). – P. 3448-3454.
8. International Energy Agency. Energy Technology Perspectives 2014: Harnessing Electricity's Potential: IEA. – 2014. – 382 p.
9. Украинская металлургия: современные вызовы и перспективы развития: монография / А. И. Амоша, В. И. Большаков, А. А. Минаев, Ю. С. Залознова, Л. А. Збаразская, Ю. В. Макогон и др. / НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. – Донецк, 2013. – 114 с.
10. Lacroix Y. Major overcapacity in the global steel industry // *Euler Hermes Economic Research*, 10 October 2013.
11. Белов М. Новые стальные рынки для Украины: Саудовская Аравия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ugmk.info/print/art/1383115162.html> (дата обращения 07.03.2015).
12. Fact sheet energy: World Steel Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://worldsteel.org> (дата обращения 07.03.2015).
13. Carvalho A. Challenges & opportunities for the steel industry in moving towards green growth // *OECD Green Growth Workshop*, Seoul, 4 March 2010. – 16 p.
14. Государственная служба статистики Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ukrstat.gov.ua (дата обращения 07.03.2015).
15. Спирин В. Ю. Инвентаризация и мониторинг выбросов ПГ на предприятиях горно-металлургического комплекса. Проблемы и перспективы // Семинар з питань підготовки регіональних планів заходів з пом'якшення наслідків зміни клімату (м. Дніпропетровськ, 9-10 липня 2009 року, презентація PowerPoint) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: journal.esco.co.ua/2009_8/art003.ppt (дата обращения 07.03.2015).
16. Wins T. The Low Carbon Future of the European Steel Sector: Presentation for the EU Parliament, September 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ccar.org/resource/the-low-carbon-future-of-the-european-steel-sector/> (дата обращения 07.03.2015).
17. Tonomura S. Outline of Course 50 // *Energy Procedia.* – 2013. – Vol 37. – P.7160- 7167
18. Hismelt process - Rio Tinto [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.riotinto.com/ironore/hismelt-process-10659.aspx> (дата обращения 07.03.2015).
19. FINEX Innovative Ironmaking Process. The Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate 4th Steel Task Force Work Shop. April 14-16, 2008, Busan, Korea. (PowerPoint presentation) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.asiapacificpartnership.org/> (дата обращения 07.03.2015).
20. Sustainable steel: Policy and indicators 2014. WorldSteel Association. – 2014. – 16 p.
21. Action Plan for a competitive and sustainable steel industry in Europe: Brussels, COM(2013) 407. – 23 p.
22. Liverman D. M. Conventions of climate change: constructions of danger and the dispossession of the atmosphere / *Journal of Historical Geography.* – 2009 (35). – P. 279-296.
23. UN members agree deal at Lima climate talks: 14 December 2014, Last updated at 20:32 GMT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bbc.com/news/science-environment-30468048> (дата обращения 07.03.2015).
24. International Energy Agency. Energy Technology Perspectives 2010: Scenarios & Strategies to 2050. OECD/IEA: Paris, 2010. – P.49.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ITS FEASIBILITY

Vladimir Shatokha, Michael Rogoza

Keywords: Sustainable Development, Ferrous Metallurgy, Ferrous Metallurgy Development Model, Energy Efficiency and Competitiveness of the Steel Industry of Ukraine.

The purpose. Climate change challenges cannot be adequately addressed without essential reductions of greenhouse gases (GHG) emissions in the steel industry. However, this industry is also critical for the socio-economic development, notably in the emerging countries. Therefore, successful achievement of the sustainability targets for steel industry with respect to both environmental and social aspects has key importance in the global context. Current paper deals with analysis of problems, factors and scenarios of sustainable development for steel industry in Ukraine and worldwide.

Methodology. Research methodology applied is based on the recent Intergovernmental Panel for Climate Change assessment reports, statistic data from the World Steel Association and Ukrainian official sources. Studies by the International Energy Agency, published in Energy Technology Perspectives issues, various national and international initiatives such as ULCOS, COURSE50 etc., as well as studies by some independent scholars have been analysed in order to estimate plausible carbon constrained scenarios aimed at reaching the established by the IPCC global warming mitigation target of 2°C by the end of the 21st century.

Findings. Implementation of the best available technologies of iron- and steelmaking – even worldwide - is not sufficient to reach sustainability target, established by the International Energy Agency (IEA), requiring global GHG emissions reduction for 28% coupled with world's steel output growth for 51% by 2050. This target is achievable only under conditions when some breakthrough technologies are successfully commercialized as early as by 2020 and carbon capture and sequestration technologies cover as much as 40% of CO₂ emissions by 2050. However, energy efficiency improvement pathways designed by IEA for the steel industry totally contradict to current trends - the fact recognized also by the IEA. New clean development mechanism, successor to CDM under Kyoto Protocol yet to be developed; however, results of recent UN Conference on Climate Change (Lima, Peru, December 2014) show general incentive to apply GHG reduction responsibilities on both developed and developing nations. This may hamper competitiveness of industries in many countries, particularly in Ukraine.

Conclusions and Recommendations. 1. Coordinated efforts must be applied by the international community worldwide to ensure improvement of technological and energy efficiency under conditions when the quality of raw materials declines and production overcapacity grows. 2. Greenhouse gases emissions reductions envisaged by sustainable development scenarios can be reached if breakthrough carbon-lean and energy-efficient iron- and steelmaking technologies coupled with carbon capture and sequestration solutions are commercialized by 2020. 3. Sustainable development of Ukraine's steel industry, especially under carbon constrained economy conditions, requires radical modernization.

Vladimir Shatokha – Dr. Sc. (Eng) Habilitate, Professor, Academician of the Academy Engineer Science of Ukraine, Vice-Rector on scientific-pedagogical work at the National Metallurgical Academy of Ukraine (NMetAU). ✉ National Metallurgical Academy of Ukraine (NMetAU), Gagarin Av., 4, Room 333, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine. E-mail: shatokha@metal.nmetau.edu.ua; **Michael Rogoza** – Dr. Sc. (Eng), Professor of the Department of Electric Power Supply Systems at the National Mining University (Dnipropetrovsk, Ukraine). ✉ National Mining University, Karl Marx Av., 19, Room 4/31, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine. E-mail: rogozam@nmu.org.ua.