

УДК 669.1

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, д.т.н., генеральный директор, **В.Д. МАНТУЛА**, заместитель генерального директора, **А.Л. КАНЕВСКИЙ**, к.т.н., заведующий лабораторией, **А.С. ЛАВОШНИК**, ведущий научный сотрудник Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ – СУЩЕСТВЕННЫЙ ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ*

В работе приведен анализ влияния удельных расходов и природы используемого топлива на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Дана экологическая оценка технической политики энергосбережения металлургического производства, ориентированной на замену природного газа альтернативными видами органического топлива.

энергоэффективность, структура потребления топлива, альтернативные топлива, металлургическое производство, экологическая оценка

В условиях роста мировых цен на природный газ (ПГ) сохранение и повышение конкурентоспособности отечественной металлопродукции на внешнем рынке требует усилий по безусловному сокращению ее энергоемкости.

Энергоэффективность в металлургическом производстве определяется уровнем применяемых технологий, удельным расходом и качеством используемых сырьевых материалов и топлива, видом потребляемого топлива и условиями его сжигания, уровнем использования вторичных энергоресурсов (ВЭР), степенью рециркуляции отходов.

Концепция энергетической стратегии Украины на период до 2030 г. определяет снижение удельного потребления энергоресурсов за счет рационального их использования, внедрения энергосберегающих технологий и оборудования, снижения удельного веса энергоемких технологий как одну из главных задач [1].

Основные направления реализации государственной промышленной политики в области энергосбережения на предприятиях горно-металлургического комплекса (ГМК) Украины сформулированы в «Отраслевой программе энергоэффективности и энергосбережения на период до 2017 г.», разработанной Минпромполитики Украины при непосредственном участии УкрГНТЦ «Энергосталь».

Инновационной программой энергосбережения на 2006–2012 гг. для предприятий объединения «Металлургпром» планируется экономия топлива на уровне 200–250 кг у.т./т проката за счет модернизации основных технологических агрегатов. Экономия топлива

за счет использования ВЭР, планируемая на этот период по основным производствам, составит 120–150 кг у.т./т проката [2].

В настоящее время низкая энергоэффективность металлургического производства существенно усугубляет кризисные явления в отрасли и остается одним из основных факторов, влияющих на экологическую обстановку на металлургических предприятиях.

Нельзя не отметить и влияние кризисных явлений современного периода на удельное потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и, в конечном счете, на объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. На этих показателях существенно сказывается увеличение времени работы металлургических агрегатов на «тихом ходу», а также работа оборудования на пониженной (относительно проектных параметров) нагрузке.

Удельные расходы условного топлива в ГМК и удельные нормы потребления кокса и ПГ для производства основных видов продукции значительно превышают аналогичные показатели ведущих мировых производителей металла.

Объем годового потребления ПГ в ГМК составляет более 9 млрд м³, из них порядка 7,5 млрд м³ приходится на металлургические предприятия отрасли.

Следует отметить, что ПГ в металлургии используется преимущественно как вспомогательное топливо или как интенсификатор технологических процессов.

Показатели удельного потребления в общем объеме потребления топлива и удельные расходы ПГ в металлургической промышленности приведены в табл. 1.

*Статья опубликована по материалам XVII Международной научно-практической конференции «Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов», г. Щелкино, АР Крым, 2009 г.

© Д.В. Сталинский, В.Д. Мантула, А.Л. Каневский, А.С. Лавошник



Таблица 1 – Характеристика потребления природного газа в металлургической промышленности

Наименование производства	Доля ПГ в объемах потребления топлива, %	Удельный расход, м ³ /т
Производство агломерата	9,5	3,8
Производство чугуна	16,1	84,1
Производство стали, в т.ч.		
• мартеновской	93,1	65,2
• конвертерной	73,6	4,3
Производство проката	54,2	32,2
Обжиг известняка	100,0	200,0
ТЭЦ	6,0	7,0

Приведенные данные показывают, что наибольший относительный вклад ПГ в общий расход ТЭР имеет место в производстве стали, проката и обжиге извести (от 54 до 100 %). При этом больше всего ПГ расходуется в производстве чугуна (84 м³/т) и обжиге извести (200 м³/т).

В отечественном металлургическом производстве существенный перерасход ПГ обусловлен низким качеством используемых сырьевых материалов, а также большим удельным весом мартеновского производства, где ПГ является основным энергоносителем.

Перерасход кокса в украинской металлургии также объясняется низким качеством шихтовых материалов и недостаточным объемом использования в отрасли пылеугольного топлива (ПУТ).

Изменение сложившихся пропорций в структуре ТЭР планируется за счет существенного увеличения потребления как угольного топлива, так и других альтернативных топлив.

Различные подходы к повышению энергоэффективности металлургического производства и их экологические последствия взаимосвязаны.

В Украине выбросы вредных веществ в атмосферу в 2008 г. составили порядка 7,2 млн т/год. Кроме того, в атмосферу за этот период поступило около 179 млн т диоксида углерода.

Выбросы загрязняющих веществ от всех стационарных производственных и технологических процессов достигают 4,5 млн т/год. При этом основную нагрузку на окружающую среду оказывают процессы сжигания топлива в энергетике и перерабатывающей промышленности (38 % объема валовых выбросов), а также в технологических процессах (35,1 %). Вклад технологических процессов, реализуемых в черной металлургии и угольной промышленности, составляет 30,3 % [3].

Общие выбросы парниковых газов на предприятиях ГМК Украины в 2007 г. составили почти 97,5 млн т СО₂.

Прямая зависимость объема выбросов от расхода топлива в промышленных процессах дает основание считать уровень потребления ТЭР косвенной мерой негативного воздействия на окружающую среду, что абсолютно справедливо для энергосберегающих мероприятий, связанных с увеличением доли полезно используемых ВЭР либо сопровождающихся сокращением удельных расходов топлива без изменения структуры его потребления.

Принимая во внимание влияние химического состава и свойств сжигаемых топлив на состав газовых выбросов, следует подчеркнуть, что экологическая оценка изменения структуры топливопотребления и планируемых энергосберегающих мероприятий является актуальной задачей и приобретает самостоятельное значение в решении экологических проблем ГМК.

Очевидны также неизбежные изменения объемов и состава продуктов сгорания при замене ПГ альтернативными топливами, связанные с изменением условий сжигания, которые в рамках настоящей статьи подробно не рассматриваются.

Все, отмеченное выше, должно отражаться на эффективности работы газоочистных установок (ГОУ) существующих производств и может повлечь за собой необходимость их реконструкции. При проектировании объектов нового строительства в таких условиях достижение соответствия действующим нормативам предельно допустимых выбросов в атмосферу также потребует новых решений и, возможно, повышенных затрат.

Для отдельного производителя обоснованный выбор первичного энергоносителя в производстве товарной продукции или энергии в большой степени определяется местными условиями. Существенное влияние на выбор для предприятий полного металлургического цикла всегда будет оказывать привязанность к производимому доменному газу [4].

В черной металлургии альтернативой ПГ являются газы, генерируемые в технологических процессах производства чугуна, стали, кокса, ферросплавов, а также кокс, антрацит, ПУТ, мазут. Энергетический потенциал технологических газов черной металлургии оценивается в более чем 12 млн т у.т./год.

Вариант замены ПГ коксом для Украины не является привлекательным, что объясняется практически одинаковыми мировыми ценами на кокс и ПГ, а также дефицитом кокса. Коэффициент замены ПГ коксом составляет 0,6–0,7 кг/м³, но такая замена, будучи практически равноценной энергетически, приводит к ухудшению экологических последствий (табл. 2).

Энергоэффективность вдувания ПУТ в доменном производстве выражается в снижении удельного потребления топлива до 66,5 кг у.т./т чугуна. Сущность меро-

прияття сводится к подаче в доменную печь до 130 кг угольной пыли на тонну чугуна при одновременном сокращении потребления кокса и ПГ.

Экологический эффект частичной замены ПГ и кокса кусковым антрацитом или ПУТ состоит в снижении производства кокса, что приводит к сокращению вредных выбросов в атмосферу в коксохимическом производстве [5]. Эквивалент замены кокса ПУТ составляет 0,9 кг кокса/кг ПУТ.

ПУТ на основе концентратов и углей отечественной сырьевой базы содержат до 12 % золы и до 1,5 % серы, следовательно, частичную замену ПГ и кокса ПУТ в самом доменном процессе нельзя связывать с сокращением выбросов в атмосферу таких загрязнителей, как оксиды серы и пыль. Необходимо отметить, что использование угля в металлургических агрегатах также предполагает неконтролируемый выброс летучих веществ.

Как отмечено выше, проявление экологических последствий энергосберегающих мероприятий не ограничивается местом их фактической реализации. Так, например, снижение объемов потребления кокса в доменном производстве влечет за собой сокращение производства кокса и, соответственно, выбросов в коксохимическом производстве. Таким образом, расчет совокупного экологического эффекта от внедрения энергосберегающего мероприятия должен включать оценку экологических последствий не только на объекте внедрения, но и на связанных смежных производствах.

Использование ресурсов коксового газа в металлургическом производстве подразумевает его эквивалентную замену доменным газом в коксохимическом производстве, что приводит к общему снижению выбросов в атмосферу загрязняющих веществ.

Мотивацией применения коксового газа в металлургических производствах являются технологические преимущества коксового газа в сравнении с природным и подтвержденная эффективность такой замены (эквивалент замены кокса – 0,35 кг/м³). Кроме того, коксовый газ является одним из видов экологически чистого топлива, используемого в металлургии. Однако на уровне доменного процесса замена природного газа коксовым приводит как к снижению эмиссии парниковых газов, так и к дополнительной эмиссии в атмосферу сернистых соединений. Сочетание вдувания коксового газа с использованием кусковых углей является наиболее удачным технологически и приоритетным экономически и экологически [6]. Следует также учитывать, что коксовый и доменный газы содержат в своем составе некоторое количество сернистых соединений и пыли, что приводит к дополнительной эмиссии этих загрязняющих веществ в атмосферу непосредственно в доменном процессе.

Замена ПГ альтернативными видами топлива существенно сказывается на эмиссии парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O) и других загрязняющих веществ. Так, например, энергетически эквивалентная замена ПГ доменным газом ведет к существенному росту эмиссии диоксида углерода, а замена коксовым – к сокращению выбросов CO₂. Усредненные удельные показатели эмиссии загрязняющих веществ при сжигании традиционных для металлургии видов топлива приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при сжигании органического топлива

Вид топлива	CO ₂ , кг/кг у.т.	NO _x , кг/т у.т.	CO, кг/т у.т.	SO ₂ , кг/т у.т.	с.т.ч.*, кг/т у.т.
Природный газ	1,75	4,4	0,5	–	–
Доменный газ	7,0	2,93	0,6	10,0	0,1
Коксовый газ	1,25	4,4	0,6	10,0	0,1
Мазут	2,27	5,86	0,44	33,46	0,017
Уголь	2,74	7,3	0,33	77,53	4,4
Кокс	3,2	7,3	0,33	77,53	4,4

Примечание: приведены данные:

- для Донецкого газового угля марки ГР (Q = 20,47 МДж/кг, S_r = 2,85 %, A_r = 25,2 %, N_r = 0,97 %);
- для высокосернистого мазута марки М 40 (Q = 40,4 МДж/кг, S_r = 2,5 %, A_r = 0,15 %, N_r = 0,97 %);
- по газу газопровода Уренгой-Ужгород (Q = 33,08 МДж/кг, S_r = 0,0 %)

* с.т.ч. – суспендированные твердые частицы

Анализ приведенных выше характеристик показывает, что замена ПГ угольным топливом по месту реализации мероприятия будет сопровождаться увеличением выбросов оксидов серы и пыли. Эти выводы распространяются также на ПУТ и водоугольные суспензии, приготовленные на основе ископаемого топлива отечественной сырьевой базы.

Сложившаяся в настоящее время структура добычи углей в Украине [7] не соответствует имеющимся балансовым запасам (табл. 3), поэтому в перспективе прогнозируется ориентация национальной угольной и углеперерабатывающей промышленности на использование, прежде всего, малометаморфизованных углей. Изменение состава сжигаемых углей при планируемых значительных объемах его использования в ГМК повлечет за собой существенное изменение объема и состава выбросов в атмосферу.

Вышеизложенное необходимо учитывать как в перспективных программах энергосбережения, так и в оценке экологических показателей их осуществления.

Таким образом, эффект реализации энергосберегающих программ, планов и мероприятий, выраженный в единицах сокращения потребления условно-



Таблица 3 – Структура запасов и добычи углей Украины

Марка по ДСТУ 3472-96		Доля, %	
Наименование	Обозначение	В запасах	В добыче
Бурый	Б	6,7	5,2
Длиннопламенный	Д	34,4	9,4
Газовый	Г	21,3	19,3
Газовый жирный	ГЖ	5,1	9,9
Жирный	Ж	5,5	11,9
Коксовый	К	3,7	5,0
Антрацит	А	14,9	22,8

го топлива, может быть оценен в объемах выбросов загрязняющих веществ только на основе данных о структуре топливного баланса определенного периода, процесса, предприятия, отрасли по базовому и сопоставляемому периоду.

Снижение удельных расходов ТЭР без изменения структуры потребления ведет к безусловному снижению нагрузки на окружающую природную среду.

В случае изменения структуры топливопотребления экологическая оценка энергосберегающих мероприятий неоднозначна. С одной стороны, сокращение объемов потребления топлива приводит к снижению выбросов, с другой – спектр загрязнителей атмосферы может расширяться, а эмиссия загрязняющих веществ возрастать, так как удельные выбросы в атмосферный воздух определяются природой используемого топлива. И только сопоставление заменяемых топлив с учетом энергетического эквивалента такой замены в каждом конкретном случае позволяет выполнить экологическую оценку фактического изменения объемов выбросов. В конечном счете, экологическую оценку замены одного вида топлива другим для каждого производителя возможно выполнить только путем сопоставления сравниваемых вариантов в единицах платы за выбросы. Следует отметить, что такая оценка также не является полной и, с учетом существующих тенденций ужесточения отечественного природоохранного законодательства, в ближайшие годы будет корректироваться на величину платы за выбросы таких парниковых газов прямого действия, как диоксид углерода, перфторуглероды, гексафторуглероды и гексафторид серы.

Экологическая оценка замены топлива на технологическом агрегате и выполнение соответствующих расчетов предполагают использование большого объема исходных данных по составу топлива, технологии его сжигания, технологии производства, эффективности ГОУ. Обобщенную экологическую оценку замены топлива по отдельному технологическому агрегату можно выполнить на основе показателей удельных выбросов за-

грязняющих веществ, разработанных для аналогичного оборудования и сопоставимых условий.

Изменение объема выбросов загрязняющих веществ по результатам освоения программы энергосбережения предприятия осуществляют путем оценочной инвентаризации всех агрегатов, охваченных реализацией данной программы.

Расчет отраслевых показателей по выбросам загрязняющих веществ предполагает использование данных изменения потребления отдельных видов топлива, а также усредненных (отраслевых) коэффициентов эмиссии загрязняющих веществ, которые могут быть получены на основе анализа выбросов различных агрегатов.

Необходимо отметить, что экологическая оценка воздействия на окружающую природную среду, которая охватывает контроль изменяющихся выбросов большого ряда газовых и конденсированных компонентов, а также твердых суспендированных частиц, требует дополнительных методов анализа и расчетов, что целесообразно выполнять с привлечением специализированных организаций.

Согласно «Комплексной государственной программе энергосбережения Украины», оценка экологической эффективности осуществления энергосберегающих мероприятий выражается в сокращении выбросов в окружающую природную среду свыше 1 млн т оксидов серы и почти 340 тыс. т оксидов азота в год. В свете изложенного выше эта задача представляется масштабной, но выполнимой при обеспечении соответствующего финансирования.

ВЫВОДЫ

1. Среди направлений снижения негативного влияния производства на окружающую природную среду повышение энергоэффективности предприятий ГМК является одним из главных.

2. В случае изменения структуры топливопотребления экологическая оценка энергосберегающих мероприятий неоднозначна. С одной стороны, сокращение объемов потребления топлива приводит к снижению выбросов, с другой – спектр загрязняющих веществ может расширяться, а эмиссия этих веществ возрастать.

3. Экологическая оценка замены топлива на технологическом агрегате и выполнение соответствующих расчетов предполагают использование большого объема исходных данных по составу топлива, технологии его сжигания, показателям удельных выбросов загрязняющих веществ для различных видов топлива, технологии производства и эффективности газоочисток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 года // Распоряжение Кабинета Министров Украины от 15 марта 2006 г. № 145-р.
2. Пути снижения энергозатрат на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины / Д.В. Сталинский, В.А. Ботштейн, А.Л. Каневский, А.Г. Нотыч // Экология и промышленность. – 2006. – № 7. – С. 4–7.
3. Довкілля України : статистичний збірник. – К. : Держкомстат України, 2007. – 241 с.
4. Грановський В.Г. Про першочергові перспективні завдання в сфері енергозбереження / В.Г. Грановський, В.С. Харахулах // Экология и промышленность. – 2005. – № 4 (5). – С. 4–8.
5. Демчук Д.А. Экологические преимущества антрацитовых заменителей металлургического кокса / Д.А. Демчук, А.В. Кекух, Г.И. Орел // Вестник межд. академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – СПб, 2003. – Т. 8, № 5(65). – С. 65–75.
6. Товаровский И. Уголь во главе угла / И. Товаровский // Металлургический компас. Украина-мир. – 2008. – № 2. – С. 42–43.
7. Концепции современного естествознания : учебное пособие / Ю.Б. Тютюнников, И.В. Шульга, Ю.Я. Филоненко [и др.]. – Х. : ИД «Инжэк», 2005. – 400 с.

Поступила в редакцию 15.04.2009

У роботі наведено аналіз впливу питомих витрат і природи використовуваного палива на викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Надано екологічну оцінку технічної політики виробництва, яка орієнтується на заміну природного газу альтернативними видами органічного палива.

The paper analyses influence of specific fuel consumption and fuel nature on emissions released into atmospheric air. There is environmental assessment of energy-saving policy at metallurgical productions, which is pointed to substitute natural gas for alternative kinds of organic fuel.