



УДК 504.064:669.1

В.Д. МАНТУЛА, заместитель генерального директора,

С.В. СПИРИНА, к.х.н., заведующий отделом, А.Л. КАНЕВСКИЙ, к.т.н., заведующий лабораторией,

В.Ю. СПИРИН, старший научный сотрудник, М.Н. БУГАЕНКО, научный сотрудник

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь», г. Харьков

ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ*

Приведены результаты исследований, выполненных УкрГНТЦ «Энергосталь» по оценке объемов выбросов парниковых газов предприятиями горно-металлургического комплекса в базовом 1990 г., 2006–2007 гг. и на перспективу до 2012 г. Установлено, что для предприятий ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ОАО «Запорожсталь», ОАО «МК «Азовсталь», ОАО «Енакиевский метзавод», ЗАО «Донецксталь» – МЗ» объем выбросов парниковых газов в 2007 г. по сравнению с 1990 г. снизился на 18 590 тыс. т CO₂-экв. Около 50 % этого снижения обусловлено уменьшением объемов производства, а оставшаяся часть – проведенными на предприятиях энергосберегающими мероприятиями. Излишек углеродных квот к 2012 г на этих предприятиях составит 11 776 тыс. т CO₂-экв. Основными источниками эмиссии парниковых газов на металлургических предприятиях с полным металлургическим циклом являются аглодоменное производство (36 %), выработка пара в котлах ТЭЦ (35 %), производство стали (12 %), проката (7,6 %).

выбросы парниковых газов, объем производства, базовый год, энергосберегающее мероприятие

Киотский протокол – международный документ, принятый в 1997 г. в дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата, – ограничивает увеличение объемов выбросов парниковых газов (ПГ) и является инструментом достижения конечной цели Конвенции – стабилизации выбросов ПГ на уровне, который «не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». После ратификации Киотского протокола (февраль 2004 г.) Украина взяла на себя обязательства стабилизировать антропогенные выбросы парниковых газов на протяжении периода обязательств 2008–2012 гг. на уровне 1990 г. и получила возможность участия в реализации так называемых гибких механизмов Киотского протокола, а именно:

- торговля квотами на выбросы парниковых газов (начиная с 2008 г.);
- проекты совместного осуществления (ПСО), которые должны стать источниками значительных финансовых поступлений в экономику страны (начиная с 2008 г.). ПСО являются на сегодняшний день для Украины единственным эффективным механизмом

привлечения инвестиций в такой важный сектор экономики, каким является металлургия.

Потребляя около 20 % всех добываемых углеродсодержащих энергоресурсов, горно-металлургический комплекс Украины (ГМК) занимает второе место после энергетики по объемам выбросов ПГ в атмосферный воздух.

В статье приведены результаты исследований, выполненных УкрГНТЦ «Энергосталь» на протяжении 2006–2007 гг., по оценке объемов выбросов ПГ предприятиями ГМК в базовом 1990 г., 2006–2007 гг. и на перспективу до 2012 и 2030 г. с учетом прогнозов развития производства. Исследования были проведены на пяти металлургических предприятиях, двух огнеупорных заводах и одном ГОКе, что позволяет оценить картину выбросов на предприятиях ГМК Украины.

Методология оценки выбросов ПГ изложена в международных документах [1–3].

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработал «Руководство по проведению расчетов объемов выбросов ПГ на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины»

* Статья опубликована по материалам XVI Международной конференции «Экология и здоровье человека. Охрана воздушно-го и водного бассейнов. Утилизация отходов», г. Щелкино, АР Крым, 2008 г.

(в дальнейшем Руководство) [4], в котором изложен метод расчета объемов выбросов ПГ с учетом подхода, рекомендованного межправительственной группой экспертов по изменению климата. В Руководстве учтены особенности всех производств ГМК Украины: горнорудного, агломерационного, доменного, сталеплавильного, прокатного, ферросплавного, коксохимического, огнеупорного, а также производства извести.

При создании методики принято учитывать данные о выбросах диоксида углерода (CO₂), которые составляют не менее 95 % всех выбросов ПГ, метана (CH₄) и закиси азота (N₂O) согласно коэффициентам по умолчанию [1–3] и не учитывать данные о выбросах гидрофторуглеродов, перфторуглеродов и гексафторида серы на предприятиях ГМК.

Итоги оценки выбросов ПГ рассмотрены для предприятий с полным металлургическим циклом на примере ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ОАО «Запорожсталь», ОАО «МК «Азовсталь», ОАО «Енакиевский метзавод» (ОАО «ЕМЗ»), ЗАО «Донецксталь» – МЗ; для горно-обогатительных комбинатов – на примере ГОКа ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» и ОАО «Центральный

горно-обогатительный комбинат» (ОАО «ЦГОК»); для огнеупорных предприятий на примере ОАО «Часовоярский огнеупорный комбинат» и ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод».

На рис. 1, 2 представлена динамика производства стали и объемов выбросов ПГ на пяти металлургических предприятиях ГМК.

Как следует из рис. 1, 2, при росте на 4 % объемов производства стали на ОАО «Запорожсталь» и ОАО «МК «Азовсталь» в 2007 г. по сравнению с 1990 г. объемы выбросов ПГ уменьшились на 21 % и 14 % соответственно.

Снижение объемов производства стали за этот период времени на ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» на 34 % и ОАО «ЕМЗ» на 5 % сопровождалось снижением выбросов ПГ на 40 % и 21,5 % соответственно. Достигнутое снижение выбросов ПГ за период 1990–2007 гг. свидетельствует о целенаправленной политике энергосбережения, проводимой на предприятиях ГМК.

Наглядной иллюстрацией полученных данных является табл. 1, где представлены удельные выбро-

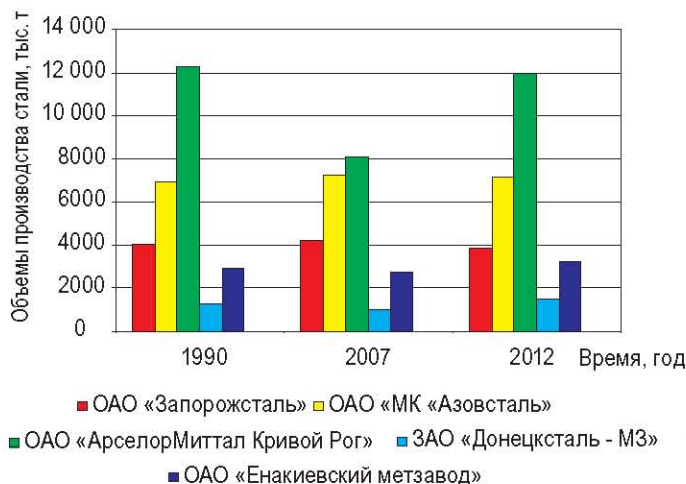


Рисунок 1 – Динамика объемов производства стали на пяти металлургических предприятиях

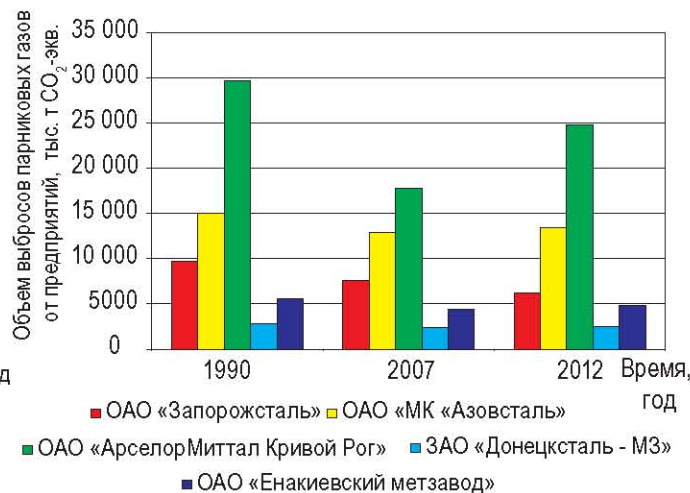


Рисунок 2 – Динамика объемов выбросов парниковых газов на пяти металлургических предприятиях

Таблица 1 – Удельные выбросы парниковых газов на предприятиях ГМК Украины

Предприятие	Удельные выбросы парниковых газов, т CO ₂ -экв./т продукции		
	1990	2006–2007	2012
ОАО «Запорожсталь» (стали / чугуны)	2,39 (2,45)	1,81* (2,17)*	1,62** (1,88)**
ОАО «МК «Азовсталь» (стали / чугуны)	2,17 (2,74)	1,79* (2,11)*	1,87 (2,14)
ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» (стали / чугуны)	2,43 (2,52)	2,20 (2,47)	2,07 (2,33)
ЗАО «Донецксталь – МЗ» (стали / чугуны)	2,27 (2,45)	2,28 (2,05)	1,67
ОАО «ЕМЗ» (стали / чугуны)	1,90 (1,97)	1,57 (1,79)	1,48 (1,73)
ОАО «ЦГОК» (окатыши)	0,18	0,10	0,096
ОАО «Часовоярский огнеупорный комбинат» (огнеупоры)	0,42	0,60	0,59
ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» (огнеупоры)	0,30	0,28	0,26

* – прогнозируемые данные на 2008 г.; ** – прогнозируемые данные на 2030 г.



сы ПГ на предприятиях ГМК Украины в базовом 1990 г., 2006–2007 гг. и рассчитанные на перспективу до 2012 г. и 2030 г. с учетом прогнозов развития производства.

Снижение выбросов ПГ в 2006 г. по сравнению с 1990 г. при производстве окатышей произошло за счет снижения объемов производства (48,3 %), вывода из эксплуатации котельной и уменьшения удельного расхода природного газа.

При постоянном объеме производства окатышей к 2012 г. выбросы ПГ уменьшатся за счет снижения удельного расхода природного газа и расхода известняка на тонну продукции.

Рост удельной эмиссии ПГ при производстве огнеупоров на ОАО «Часовоярский огнеупорный завод» обусловлен увеличением удельного расхода топлива. Это объясняется неравномерным режимом работы оборудования, его износом, ростом номенклатуры выпускаемой продукции, при производстве которой использовались тепловые агрегаты с повышенным удельным расходом топлива (например, периодические печи).

На рис. 3 отображена динамика суммарных выбросов ПГ на восьми предприятиях ГМК Украины.

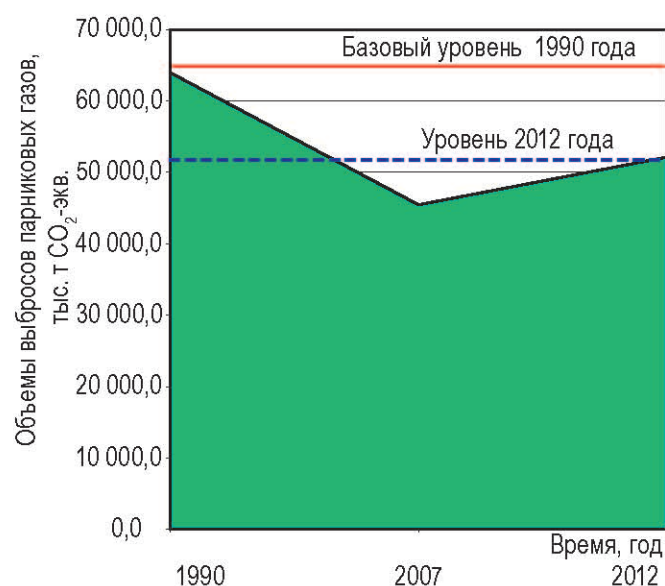


Рисунок 3 – Динамика суммарных объемов выбросов парниковых газов на восьми предприятиях ГМК Украины

Как видно из рис. 3, объем выбросов ПГ в 2007 г. по сравнению с 1990 г. снизился на 18 590 тыс. т CO₂-экв. Около 50 % этого снижения достигнуто в результате уменьшения объемов производства, а оставшаяся часть – благодаря проведенным на предприятиях энергосберегающим мероприятиям. Излишек углеродных квот к 2012 г. на этих предприятиях составит 11 776 тыс. т CO₂-экв.

Согласно «Государственной программе развития и реформирования ГМК на период до 2012 года» ожидается

увеличение объемов производства на металлургических предприятиях ГМК на 12 %. Учитывая, что на предприятиях ГМК Украины намечена широкомасштабная программа перевооружения основных агрегатов, сопровождающаяся снижением энергопотребления на 10–15 %, можно ожидать, что увеличение объемов эмиссии ПГ к 2012 г. по отношению к 2007 г. составит не более 5–7 %.

В период подготовки к заключению нового протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата, согласно которому Украина должна будет взять на себя обязательства по снижению выбросов ПГ, вопрос о торговле единицами установленного количества парниковых газов в ГМК на углеродных рынках требует проведения мониторинга эмиссии ПГ на протяжении 2008–2012 гг. на каждом предприятии индивидуально.

По данным [5], суммарные удельные энергозатраты на производство стали в настоящее время составляют 25,2 ГДж/т стали; для стран Евросоюза – 18,7 ГДж/т стали. Высокая энергоемкость металлопродукции Украины свидетельствует о несовершенстве существующей технологии, особенно в аглодоменном и сталелитейном производствах. Повышение же степени утилизации и использования вторичных энергоресурсов на предприятии позволяет повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции и привлечь зарубежные инвестиции в рамках ПСО Киотского протокола. По предварительным оценкам УкрГНТЦ «Энергосталь», реализация энергосберегающих мероприятий, оформленных в качестве ПСО, позволит сократить выбросы ПГ на 16,5 млн т CO₂-экв.

Общие удельные выбросы ПГ по предприятиям трудно сопоставить, так как предприятия существенно отличаются по структуре. Так, ОАО «Запорожсталь» и ЗАО «Донецксталь – МЗ» – металлургические предприятия с полным циклом, производящие сталь мартеновским способом, а ОАО «ЕМЗ» – только конвертерным способом. ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» и ОАО «МК «Азовсталь» имеют в своей структуре мартеновское и конвертерное производства стали, свое коксохимическое производство. На ЗАО «Донецксталь–МЗ» нет агломерационного производства. ОАО «МК «Азовсталь» производит агломерат в недостаточном количестве для своих нужд, а ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» – крупнейшее металлургическое предприятие, включающее также горнорудное производство и горно-обогатительный комплекс, – производит агломерат с избытком.

Большой интерес представляет динамика удельных выбросов ПГ по производствам на металлургических предприятиях ГМК (табл. 2).

Из табл. 2 следует, что наибольшие удельные выбросы ПГ наблюдаются при производстве, т CO₂/т продукции: извести – до 1,3; на ТЭЦ – до 1,1; чугуна – до 0,84.

Таблица 2 – Динамика удельных выбросов ПГ по основным производствам на металлургических предприятиях ГМК

Предприятие	Продукция	Удельные выбросы парниковых газов (по производствам), т CO ₂ -экв/т продукции		
		1990	2006–2007	2012
ОАО «Запорожсталь»	известь	0,79	0,79*	0,89**
	агломерат	0,24	0,18*	0,17**
	чугун	0,53	0,62*	0,60**
	сталь мартеновская	0,28	0,28*	–
	сталь конвертерная	–	–	0,15**
	ТЭЦ	0,63	1,01*	1,10**
	прокат	0,15	0,05*	0,05**
ОАО «МК «Азовсталь»	известь	0,85	1,00*	1,00
	агломерат	0,23	0,12*	0,12
	чугун	0,83	0,70*	0,67
	сталь мартеновская	0,44	0,44*	0,44
	сталь конвертерная	0,17	0,17*	0,17
	ТЭЦ	0,83	0,90*	1,03
	прокат	0,26	0,37*	0,37
ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	известь	1,32	1,27	1,32
	агломерат	0,33	0,26	0,23
	чугун	0,62	0,56	0,55
	сталь мартеновская	0,41	0,22	–
	сталь конвертерная	0,14	0,18	0,18
	ТЭЦ	0,92	1,01	1,01
	прокат	0,19	0,11	–
ЗАО «Донецксталь – МЗ»	известь	1,00	1,00	1,00
	агломерат	0,33	0,26	0,23
	чугун	0,84	0,66	0,61
	сталь мартеновская	0,39	0,34	0,28
	ТЭЦ	0,99	0,98	0,64
	прокат	0,21	0,21	0,10
	КХП (кокс)	0,17	0,15	–
ОАО «ЕМЗ»	известь	1,12	1,02	1,02
	агломерат	0,22	0,17	0,17
	чугун	0,68	0,64	0,57
	сталь конвертерная	0,14	0,13	0,13
	МНЛЗ	–	0,007	0,007
	ТЭЦ	1,27	0,87	0,87
	прокат	0,21	0,095	0,090

* – прогнозируемые данные на 2008 г.; ** – прогнозируемые данные на 2030 г.

Отдельно необходимо отметить, что:

- увеличение удельных выбросов на ТЭЦ ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» обусловлено заменой части природного газа доменным газом;
- достигнутое существенное снижение удельных выбросов парниковых газов при производстве проката на ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» связано с оптимизацией процесса сжигания топлива на нагревательных колодцах, а на ОАО «ЕМЗ» – с вводом в эксплуатацию МНЛЗ и значительным сокращением производства заготовки на блюминге;
- намеченное снижение удельных выбросов парниковых газов при производстве проката и на ТЭЦ-ПВС

ЗАО «Донецксталь – МЗ» связано с предполагаемой реконструкцией основных агрегатов и уменьшением потребления топлива.

На рис. 4 представлена эмиссия ПГ от каждого источника выбросов предприятия с полным металлургическим циклом.

Основные источники эмиссии ПГ на металлургических предприятиях с полным металлургическим циклом – аглодоменное производство (36 %), выработка пара в котлах ТЭЦ (35 %), производство стали (12 %), проката (7,6 %) [6, 7].

Приведенные результаты являются предварительными, более детальный анализ выбросов ПГ будет вы-

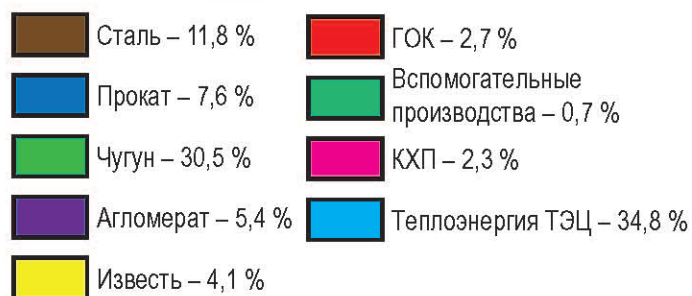
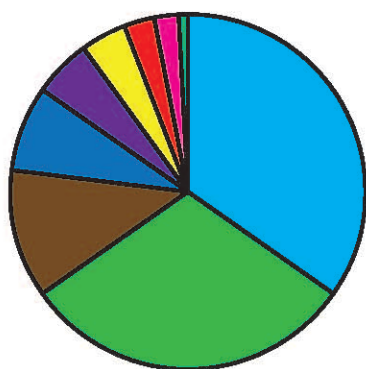


Рисунок 4 – Эмиссия ПГ от каждого источника выбросов металлургического предприятия с полным циклом

полнен после проведения исследований на всех предприятиях ГМК Украины.

Результаты проведенных исследований будут использованы предприятиями ГМК при формировании перспективных планов развития и внедрения природоохранных мероприятий.

ВЫВОДЫ

По нашим расчетам, ГМК выполнит главное условие Киотского протокола, т.е. не превысит уровень эмиссии ПГ к 2012 г., зафиксированный в 1990 г. Однако в свете того, что Украине после завершения действия Киотского протокола, по-видимому, необходимо будет снижать выбросы ПГ, предприятиям ГМК необходимо при наращивании производства находить пути снижения энергоемкости металлопродукции (особенно в аглодоменном производстве, при производстве извести и выработке пара в котлах ТЭЦ). Для предприятий ГМК перспективным является не продажа углеродных квот, а разработка и реализация ПСО и привлечение зарубежных инвестиций.

Наведено результати досліджень, виконаних УкрДНТЦ «Енергосталь», з оцінки обсягів викидів парникових газів підприємствами гірничо-металургійного комплексу у базовому 1990 р., 2006–2007 рр. і на перспективу до 2012 р. Установлено, що для підприємств ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ВАТ «Запоріжсталь», ВАТ «МК «Азовсталь», ВАТ «Снаківський метзавод»,

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов [Электронный ресурс] – МГЭИК, 1996, Website <http://www.ipcc-nggip.or.jp/public/gl/invsl.htm>
2. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов [Электронный ресурс] – МГЭИК, 2001, Website http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/russian/gp-gaum_ru/index.htm
3. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов [Электронный ресурс] – МГЭИК, 2006, Website <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>
4. Керівництво по проведенню розрахунків обсягів викидів парникових газів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України [Текст] / Д.В. Сталінський, В.А. Ботштейн, В.Д. Мантула, В.Я. Дамрін, В.Г. Литвиненко, А.Г. Нотич, С.В. Спіріна, В.Ю. Спірін, М.М. Бугаєнко, В.О. Турецька. – Харків: УкрДНТЦ «Енергосталь», 2006. – С. 31.
5. Грановский, В.К. Про першочергові та перспективні завдання в сфері енергозбереження [Текст] / В.К. Грановський, В.С. Харахулах // *Экология и промышленность.* – 2005. – № 4. – С. 4–6.
6. Сталинский, Д.В. Инвентаризация выбросов парниковых газов от основных и вспомогательных производств ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» [Текст] / Д.В. Сталинский, В.Д. Мантула, С.В. Спирина, В.Ю. Спирин, М.Н. Бугаенко, Л.Г. Максименко, Е.Н. Головецкая // *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: збірник наукових статей III Міжнародної науково-практичної конференції. Том 2.* – Харків, 2007. – С. 275–280.
7. Литвиненко, В.Г. Эмиссия диоксида углерода на металлургических предприятиях [Текст] / В.Г. Литвиненко, Г.Н. Грецькая, М.Н. Бугаенко, В.А. Турецкая // *Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: сборник научных статей XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х т. Том 2.* / УкрГНТЦ «Енергосталь». – Харьков: Райдер, 2006. – С. 34–37.

Поступила в редакцию 10.04.2008

Results of investigation carried out by UkrSSEC «Energostal» on assessment greenhouse gas emissions at the iron & steel works in base 1990, 2006–2007 and for prospect up to 2012 are given. It was established, that at JSC «Arcelor Mittal Kryviy Rih», JSC «Zaporozhstal», JSC «Integrated Iron & Steel Works «Azovstal», JSC «Enakievo Iron & Steel Works», JSC «Dnipropetrovsk Iron & Steel

ЗАТ «Донецьксталь» – МЗ» обсяг викидів парникових газів у 2007 р. порівняно з 1990 р. знизився на 18 590 тис. т CO₂-екв. Більш 50 % цього зниження обумовлено зменшенням обсягів виробництва, а інша частина – проведеними на підприємствах енергозберігаючими заходами. Залишок вуглецевих квот до 2012 р. на цих підприємствах складає 11 776 тис. т CO₂-екв. Основними джерелами емісії парникових газів на металургійних підприємствах з повним металургійним циклом є аглодоменне виробництво (36 %), вироблення пари в котлах ТЭЦ (35 %), виробництво сталі (12 %), прокату (7,6%).

Works" greenhouse gas emissions in 2007 in comparison with 1990 decreased on 18590 thousand ton in CO₂-equivalent. About 50 % of this decrease is due to reduction of product output and another part owing to energy-saving measures being carried out at the enterprises. Surplus of carbon quotas at these enterprises in 2012 will amount to 11776 thousand ton in CO₂-equivalent. The basic greenhouse gas emission points at the integrated iron & steel works are sintering and blast-furnace shops (36%), steam generation in boilers of thermal power stations (35%), steelmaking (12%), rolling (7.6%).