

УДК 669.187:504.05

В.М. КОЛЮПАНОВ, главный технолог, **В.В. СКЛЯРОВ**, ведущий инженер
Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЗАО «ДОНЕЦКСТАЛЬ» – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД» ПУТЕМ ЗАМЕНЫ МАРТЕНОВСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫМ *

Приведены и проанализированы предложения УкрГНТЦ «Энергосталь» по решению экологических проблем ЗАО «Донецксталь» – металлургический завод» путем замены мартеновского производства электросталеплавильным.

дуговая сталеплавильная печь, машина непрерывного литья заготовок, установка «печь-ковш», выбросы вредных веществ, пыль, шлак, газоочистка, аспирационная система, охрана атмосферы, окружающая среда

*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.

© В.М. Колюпанов, В.В. Скляр



Развитие металлургического комплекса Украины находит свое выражение в стремлении адаптировать имеющиеся мощности и технологии к требованиям мирового рынка относительно качества и стоимости продукции. Наряду с этим перед украинской металлургией стоит не менее актуальная задача – создание производств с современными технологиями и системами защиты окружающей природной среды, что особенно важно для предприятий, находящихся в крупных городах или вблизи от населенных пунктов.

Решение этой задачи может быть достигнуто путем коренной модернизации металлургических заводов Украины, оснащенных преимущественно мартеновскими печами.

Ведущие страны Европы, США и Япония вследствие экономического кризиса 80-х гг. прошлого века прошли сложные этапы модернизации экономики и, в том числе, черной металлургии, полностью выведя из эксплуатации мартеновские печи и заменив мартеновский способ производства стали конвертерным или электросталеплаильным. Кроме Украины, мартеновское производство стали сохранилось в России и в некоторых странах Европы и Азии (табл. 1).

Таблица 1 – Способы выплавки стали, используемые в различных странах

Страна	Конвертерный, %	Электросталеплаильный, %	Мартеновский, %
Украина	52,4	4,4	43,2
Россия	58,9	12,8	28,3
Страны ЕС	61,9	38,1	–
Прочие страны Европы	59,3	39,1	1,6
США	53,8	46,2	–
Канада	58,5	41,5	–
Япония	69,5	30,5	–
Китай	66,3	15,8	1,7
Индия	53,9	32,1	14,0
Южная Корея	58,4	41,6	–
ЮАР	62,1	36,6	–

Украина, будучи одной из ведущих стран мира по объему выплавляемой стали, в то же время имеет весьма отсталую металлургическую промышленность: более 40 % стали по-прежнему выплавляется мартеновским способом. Более того, почти весь парк мартеновских печей Украины (87 %) достиг сверхнормативного срока эксплуатации.

Модернизация предприятий черной металлургии актуальна и с точки зрения экологии, поскольку мартеновский способ производства стали является не только

устаревшим технически и технологически, но и наносящим наибольший вред окружающей природной среде.

Все эти проблемы стоят и перед мартеновским цехом ЗАО «Донецксталь» – МЗ» (г. Донецк).

В состав мартеновского цеха входят шесть мартеновских печей вместимостью по 150 т годной стали. В работе находится 5 мартеновских печей, одна печь не эксплуатируется, поскольку расположена в зоне реконструкции мартеновского цеха. В качестве шихты используются металлический лом, стружка, жидкий чугуна, известняк, железная руда, известь, ферросплавы, легирующие добавки и другие. Жидкий чугун подается в ковшах из миксерного отделения.

Выплавленная в мартеновских печах сталь доводится на установке «печь-ковш» и разливается в изложницы, частично – на УНПС.

Неорганизованные выбросы загрязняющих веществ в мартеновском производстве стали являются следствием процессов:

- завалки металлолома в печь;
- разгрузки и отгрузки сыпучих шихтовых материалов;
- переливов чугуна в миксерном отделении и в разливочном пролете;
- выбивания дымовых газов из мартеновских печей через завалочные окна в главном здании мартеновского цеха;
- разлики в изложницы.

Все неорганизованные выбросы попадают в атмосферу через аэрационный фонарь, организованные выбросы загрязняющих веществ от мартеновских печей – через дымовые трубы без очистки.

Дымовые газы от мартеновских печей содержат в своем составе загрязняющие вещества в виде пыли, содержащей около 65 % окислов железа, оксиды азота, диоксиды серы, оксид углерода. В зависимости от периодов плавки (заправка, завалка, слив чугуна, плавление, кипение, доводка, выпуск) изменяется секундный валовый выброс вредных веществ, характерный для каждого из этих периодов.

Максимальное пылевыделение наблюдается в период завалки, слива чугуна и продувки кислородом с одновременной подачей в две (из пяти работающих) мартеновские печи.

В цехе установлены два стенда для сушки ковшей: от одного стенда выброс NO_2 и CO в атмосферу организованный (через дымовую трубу), от другого – неорганизованный (через аэрационный фонарь плавильного пролета).

На существующей УНПС порезка слябов осуществляется резаками, выделяемые при этом из зоны газорезки пыль, окись углерода и двуокись азота удаляются

при помощи вытяжной вентиляции и выбрасываются в атмосферу без очистки.

Образование двуокиси азота находится в зависимости от тепловой нагрузки печи и избытка кислорода, а поскольку эти факторы непостоянны во времени, то, по результатам прямых измерений, концентрация двуокиси азота в дымовых газах колеблется в широких пределах.

На печах, отапливаемых природным газом, максимальные выбросы сернистого ангидрида с дымовыми газами наблюдаются в период слива жидкого чугуна (в течение 10–15 минут), в остальные периоды – выбросы незначительны.

Вредные выбросы мартеновских печей в атмосферу осуществляются без очистки.

Валовые выбросы вредных веществ в атмосферу от мартеновского цеха приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Валовые выбросы вредных веществ в атмосферу по мартеновскому цеху

Наименование	Выбросы, т/год
1. Пыль общая, в том числе:	992,59
• железа окись	560,23
• кальция оксид	53,43
• марганец и его соединение, (в пересчете на двуокись марганца)	9,47
• пыль неорганическая, содержащая $SiO_2 < 20\%$	283,06
• пыль графита	86,40
2. Газообразные примеси:	
• азота двуокись	2031,76
• ангидрид сернистый	280,26
• углерода окись	2173,41

Реконструкция мартеновского цеха ЗАО «Донецк-сталь» – МЗ» рассматривалась по трем возможным направлениям замены мартеновского способа производства стали

- конвертерным;
- электросталеплавильным;
- на агрегате «CONARC».

В конвертерном способе производства стали в качестве металлошихты используется жидкий чугун (~75–80 %) и металлический лом (~20–25 %); основной источник тепла – тепло химических реакций взаимодействия кислорода с углеродом.

Конвертерные способы производства стали отличаются по способу отвода газовой смеси, образующейся в ходе плавки:

- без дожигания образующегося CO до CO₂;
- с частичным дожиганием образующегося CO до CO₂;
- с дожиганием образующегося CO до CO₂.

Работа конвертеров без дожигания CO – самый производительный и современный способ конвертерного производства стали. Кроме достижения высокой производительности, этот способ позволяет использовать для производства электроэнергии образующийся в ходе плавки CO, сжигая его не в газоотводящих трактах конвертеров, а в специальных установках.

К недостаткам конвертерного способа относятся:

- трудности с увеличением доли металлолома в шихте;
- значительный угар (до 13–19 %) и дымообразование при продувке.

В электросталеплавильном способе производства стали в качестве основной металлошихты используется металлический лом (до 100 %); основной источник тепла – энергия электрической дуги.

Доля выплавки стали электросталеплавильным способом в мире неуклонно растет, поскольку дуговые сталеплавильные печи:

- являются основными агрегатами мини-заводов по переработке металлического лома;
- приближаются к конвертерам по длительности плавки и производительности;
- позволяют работать с разными вариантами состава металлошихты (металлический лом, чушковый чугун, жидкий чугун, железо прямого восстановления) в различных процентных соотношениях;
- используют (по конструкции и технологии выплавки стали) наряду с электрической энергией дополнительные источники тепла – кислородные фурмы и устройства вдувания порошкового коксика (тепло химических реакций взаимодействия кислорода с углеродом), газовые горелки, тепло жидкого чугуна.

К недостаткам электросталеплавильного способа производства стали можно отнести трудности с увеличением доли жидкого чугуна в металлошихте и всевозрастающий дефицит лома.

Процесс «CONARC» объединяет в себе конвертерный и электросталеплавильный способы производства стали.

В составе установки «CONARC»:

- два сталеплавильных агрегата, позволяющие осуществлять заливку жидкого чугуна, завалку металлического лома (или его заменителя – железа прямого восстановления), подачу добавочных материалов и легирующих;
- два устройства (по одному на каждый агрегат) подачи кислорода для продувки сверху;
- одна общая печная подстанция с поворотной консолью электрододержателей (конструкция аналогична двухпозиционной установке «печь-ковш»).



Процесс производства стали ведется одновременно в обоих агрегатах со смещением циклов плавки: во время расплавления твердой металлошхты с помощью электродов в одном агрегате, во втором ведется продувка жидкой ванны кислородом с целью обезуглероживания расплава и т.д.

В настоящее время процесс «CONARC» является самым универсальным с точки зрения возможности использования различных составов металлошхты (от 100 % твердой металлошхты до 80 % жидкого чугуна и 20 % твердой металлошхты) и различных видов энергии для получения стали. В то же время эта универсальность требует значительных капитальных вложений и наличия значительных свободных площадей, что не всегда возможно в условиях действующего производства.

Варианты возможной замены мартеновского производства ЗАО «Донецксталь» – МЗ» тщательно проработаны и проанализированы с учетом всех факторов, а именно:

- возможная производительность;
- наличие свободных площадей;
- потребление сырья и энергоресурсов;
- возможность реконструкции без потерь существующего производства стали;
- стоимостные показатели реконструкции;
- экологические показатели процессов.

На основании вышеуказанного принято решение о замене мартеновского способа производства стали электросталеплавильным как наиболее подходящим для условий площадки мартеновского цеха, о чем свидетельствуют следующие факторы:

- планировка существующей площадки мартеновского цеха;
- возможность реконструкции без потерь существующего производства стали;

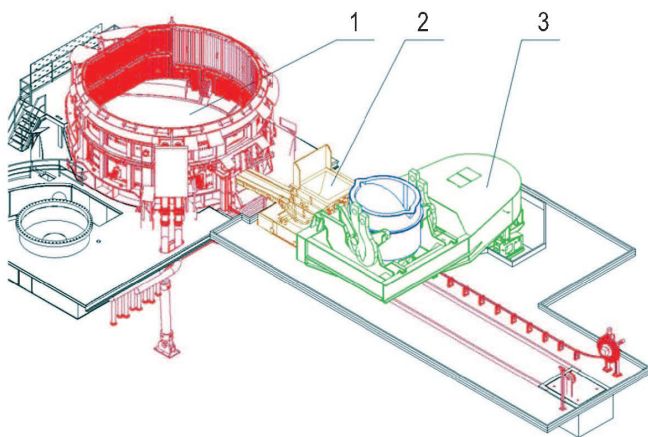


Рисунок 1 – Схема заливки чугуна в ДСП:

- 1 – Ванна ДСП, 2 – передвижной желоб,
- 3 – поворотнo-кантовальный стeнд

- конструкция дуговой сталеплавильной печи, которая позволяет не только достигнуть высокой производительности (до 1,8 млн т стали в год), но и обеспечивает возможность использования различного состава металлошхты (лом – 40 % + жидкий чугун – 60 %; лом – до 100 %; железо прямого восстановления – 80 % + лом – 20 %), а также дополнительные источники энергии (жидкий чугун, горелки, порошковый коксик и кислород). На рис. 1, 2 приведена схема заливки чугуна в ДСП.

В 2008 г. УкрГНТЦ «Энергосталь» разработал основные технические решения по замене мартеновского способа производства стали электросталеплавильным, согласно которым основными объектами комплекса являются:

1. Строительство:

- электросталеплавильного цеха (ЭСЦ), занимающего часть разливочного и шихтового пролета мартеновского цеха в составе плавильного и скрапного пролетов, включающих собственно дуговую сталеплавильную печь ДСП-150 со вспомогательными помещениями и системами; подъемно-транспортное оборудование; систему хранения, дозирования и подачи ферросплавов и сыпучих материалов; систему аспирации;
- газоочистки ДСП-150;
- конвейерной галереи транспортировки ферросплавов и сыпучих материалов в плавильный пролет;
- участка приема и охлаждения шлака ДСП-150;
- пневмотранспорта проб (с реконструкцией существующей экспресс-лаборатории);
- мастерской ремонта гидро- и пневмооборудования;

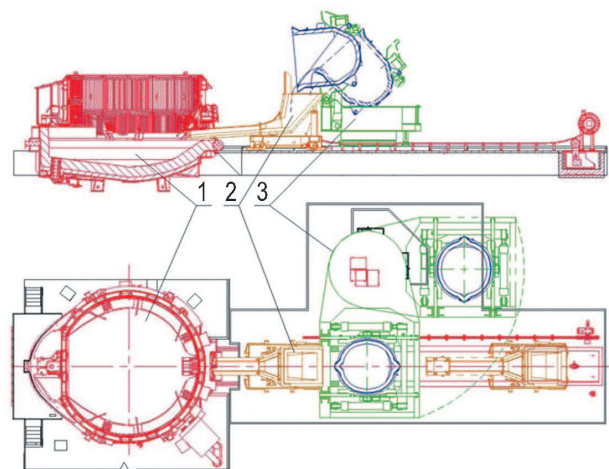


Рисунок 2 – Схема заливки чугуна в ДСП

(вертикальный разрез и план):

- 1 – ДСП; 2 – передвижной желоб,
- 3 – поворотнo-кантовальный стeнд

- отделения обжига известняка;
 - объектов электроснабжения;
 - объектов энергоснабжения;
 - объектов водного хозяйства.
2. Реконструкция:
- существующего шихтового двора с организацией отделения приема, хранения и подготовки ферросплавов и сыпучих материалов;
 - миксерного отделения;
 - участка подготовки лома;
 - путевого развития и объектов транспортного хозяйства.
3. Организация складского хозяйства.
4. Благоустройство и озеленение территории.

В ходе освоения и эксплуатации ДСП-150 мартеновские печи постепенно выводятся из эксплуатации. Планируется годовой объем производства стали – до 1,0 млн т с возможностью увеличения производств до 1,8 млн т. Планировочные решения по ЭСПЦ приведены на рис. 3.

Для очистки газовой смеси, образующейся в ходе плавки, предусматривается строительство газоочистки с рукавными фильтрами (схема газоочистки ДСП-150 приведена на рис. 4). Новая газоочистка предназначена для очистки:

- технологических выбросов от ДСП-150;
- неорганизованных выбросов от ДСП-150, улавливаемых подкрышным вытяжным зонтом;
- аспирационных выбросов системы транспортировки и хранения материалов;

- аспирационных выбросов существующего миксерного отделения.

Для предварительного осаждения пыли и дожигания CO до CO₂ предусматривается специальная камера, расположенная в непосредственной близости к ДСП-150.

Производительность газоочистки – 2,0 млн м³/час. Температура газовой смеси на входе в рукавный фильтр составляет до +130 °С в зависимости от режима работы печи (стадия выпуска плавки – стадия плавления). Начальная запыленность – от 1–2 до 4–5 г/м³ в зависимости от режима работы печи (стадия выпуска плавки – стадия плавления). Конечная запыленность – менее 10 мг/м³.

Поставщик основного оборудования ДСП-150 и газоочистки – компания Siemens-VAI.

В перспективе предусматривается строительство отделения непрерывной разливки стали (ОНРС) с полным переходом на непрерывную разливку стали. Замена мартеновского способа производства стали ЗАО «Донецксталь» – МЗ» электросталеплавильным позволит сократить выбросы пыли в 4,5 раза, оксида серы – в 2,2 раза, окислов азота – 10,5 раз.

В настоящее время УкрГНТЦ «Энергосталь» выполняет проект и рабочую документацию по замене мартеновского способа производства стали электросталеплавильным. На площадке завода начаты подготовительные строительные работы.

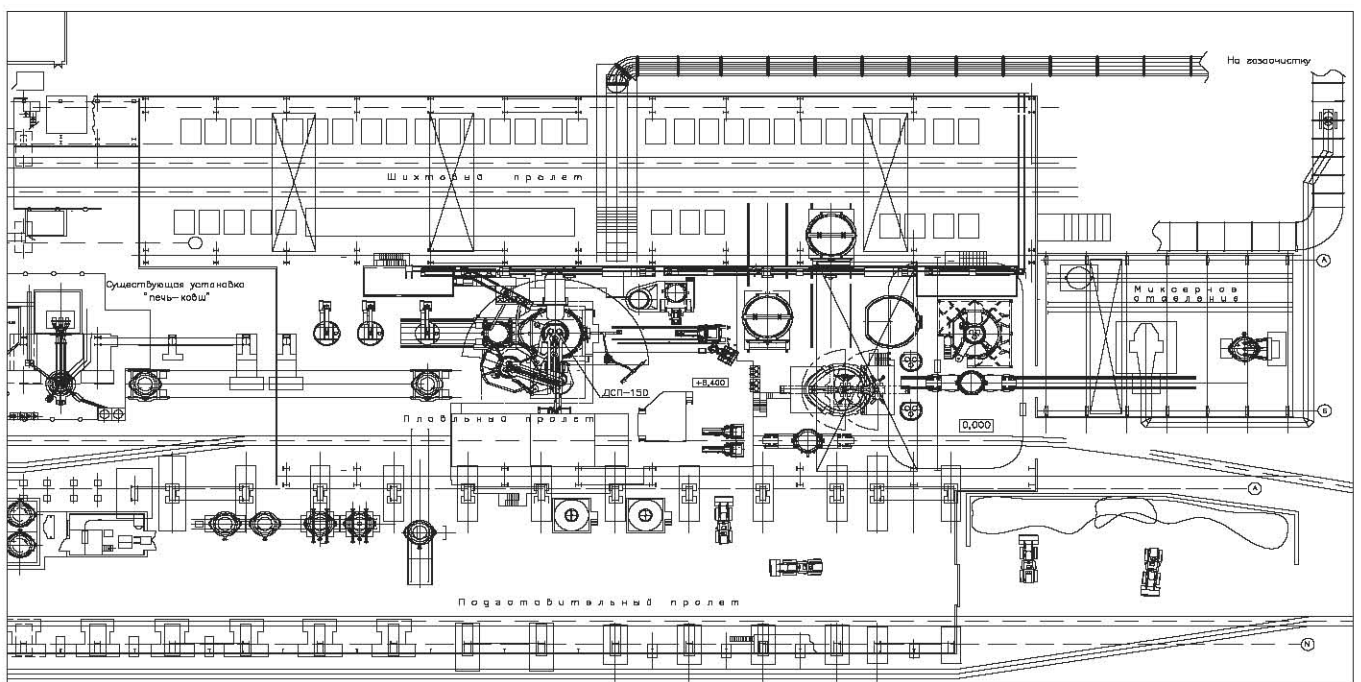


Рисунок 3 – План ЭСПЦ

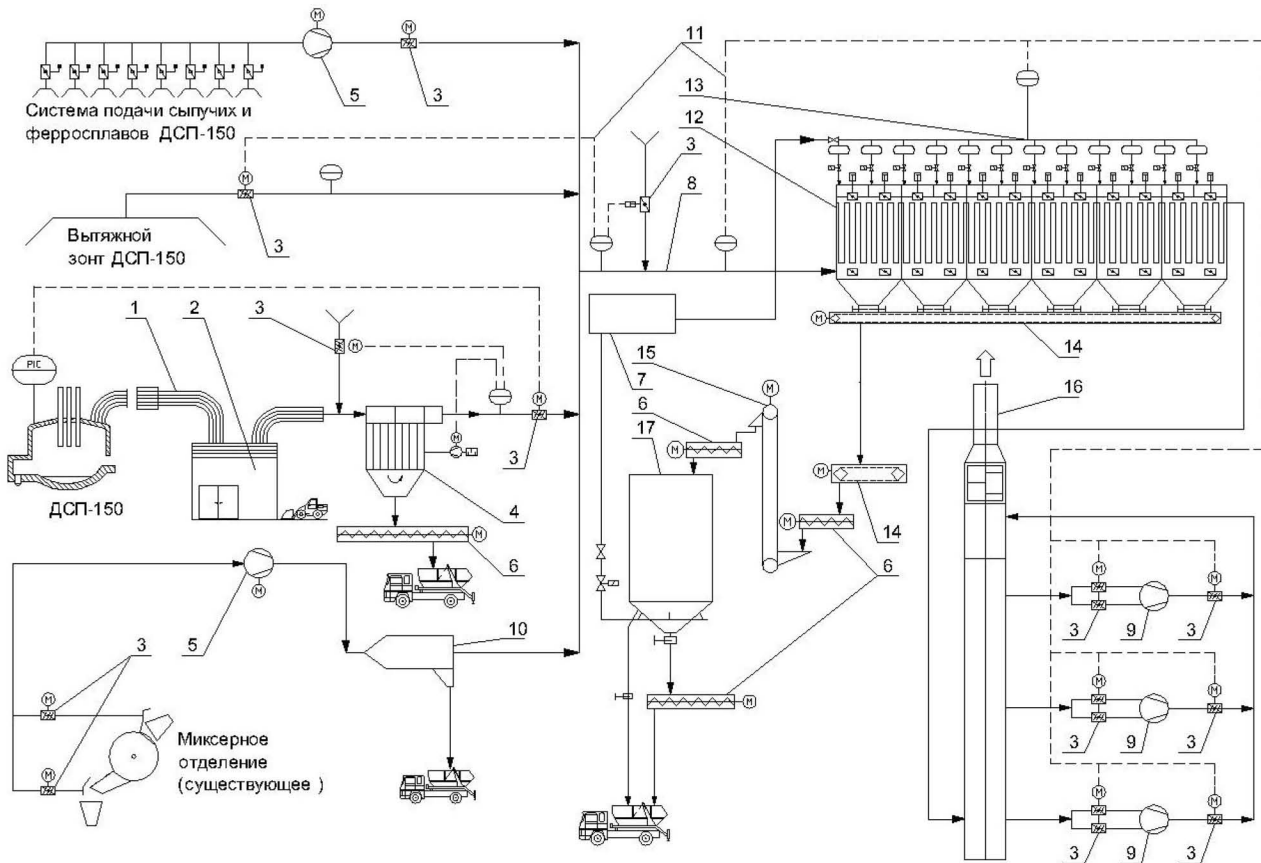


Рисунок 4 – Схема газоочистки ДСП-150:

- 1 – водоохлаждаемый газоход; 2 – камера дожигания окиси углерода и осаждения пыли; 3 – клапан; 4 – охладитель дымовой смеси; 5 – бустерный вентилятор; 6 – винтовой конвейер; 7 – установка подачи сжатого воздуха; 8 – смешивающий канал; 9 – дымосос; 10 – пылеосадитель; 11 – сигнальные линии с датчиками; 12 – рукавные фильтры; 13 – система очистки фильтра; 14 – скребковый конвейер; 15 – вертикальный конвейер; 16 – дымовая труба; 17 – бункер для пыли

ВЫВОДЫ

Проведенный в статье анализ показал, что мартеновский способ производства стали не соответствует современным экологическим характеристикам, уровню производительности, потребления сырья и энергоресурсов.

В настоящее время существуют способы производства стали (например, конвертерный, электросталеплавильный и на агрегате «CONARC»), способные заменить мартеновский практически на любом металлургическом предприятии Украины.

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны основные технические решения по замене мартеновского способа производства стали электросталеплавильным

на ЗАО «Донецксталь» – металлургический завод». Основное внимание при разработке этих решений уделялось проблеме энерго- и ресурсосбережения, а также решению экологических проблем. Планируется сокращение выбросов пыли в 4,5 раза, оксида серы – в 2,2 раза, окислов азота – в 10,5 раза.

Замена мартеновского способа производства стали электросталеплавильным в условиях ЗАО «Донецксталь» – МЗ» позволит расширить сортамент и качество выпускаемой продукции, снизить ее энергоемкость, повысить конкурентоспособность продукции, поднять рентабельность завода, а также существенно улучшить экологическую обстановку города в районе расположения завода.

Поступила в редакцию 15.04.2009

Наведено та проаналізовано пропозиції УкрДНТЦ «Енергосталь» щодо вирішення екологічних проблем ЗАТ «Донецксталь – металургійний завод» заміною мартенівського виробництва на електросталеплавильне.

Proposals of UkrSSEC «Energostal» on solving environmental problems of JSC «Donetskstal» – Iron & Steel Works» by substitution open-hearth production for electric furnace steelmaking are given and analyzed.