

**ВНЕДРЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ
ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ
ВЕЩЕСТВ НА ПАО «ЗАПОРОЖКОКС»**

**THE IMPLEMENTATION OF BEST AVAILABLE
TECHNIQUES TO ACHIEVE TECHNOLOGICAL
STANDARDS OF PERMITTED EMISSIONS ON
THE PJSC "ZAPORIZHCOKE"**

© 2014 Бессонов С.В., Якубин Н.Ю.
(ПАО «ЗАПОРОЖКОКС»),
Борисенко А.Л., к.т.н., Малыш А.С., к.т.н.,
Малахова Т.Я. (ГП «УХИН»)

Bessonov, S.V., Yakubin N.Yu.
(PJSC "ZAPORIZHCOKE"),
Borisenko A.L., PhD in technical sciences,
Malysh A.S., PhD in technical sciences,
Malakhova T.Ya. (SE "UKHIN")

В статье отражены природоохранные мероприятия, внедренные за последние годы на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» и описаны технологии, внедрение которых на предприятии обеспечит достижение перспективных технологических допустимых нормативов выбросов загрязняющих веществ. Приведены показатели эмиссии (удельные выбросы) загрязняющих веществ и динамика их снижения за счет внедрения природоохранных мероприятий и новых технологий.

The article reflects the environmental measures implemented in recent years on PJSC "ZAPORIZHCOKE" and describes the technologies, the introduction of which at the enterprise would provide the promising technological acceptable standards of pollutant emissions. The indexes of specific emissions of pollutants and dynamics of their reducing through the introduction of environmental measures and new techniques are shown.

Ключевые слова: природоохранные мероприятия, выбросы загрязняющих веществ, новые технологии, нормативы выбросов, показатели эмиссии.

Keywords: environmental protection measures, pollutant emissions, new techniques, emission standards, emission indicators.

В соответствии со ст. 11 Закона Украины «Об охране атмосферного воздуха» [1] с целью обеспечения предупреждения и контроля загрязнения атмосферного воздуха каждая установка может функционировать только при наличии разрешения на выбросы загрязняющих веществ. Разрешение должно включать мероприятия по достижению высокого уровня защиты окружающей среды, пороговые значения выбросов загрязняющих веществ и условия эксплуатации оборудования. Условия, предусмотренные разрешением, устанавливаются на основе наилучших доступных технологий.

Термин «наилучшие доступные технологии» (Best Available Techniques, BAT) появился в странах ЕС с принятием Директивы Совета Европы 96/61/ЕС (в нынешней редакции 2010/75/ЕС) «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений» от 24.11.2010 [2]. Согласно Директиве, наилучшие доступные технологии (НДТ) представляют собой самые эффективные на данный момент производственные процессы и методы, позволяющие предотвратить или уменьшить до допустимого уровня негативное влияние человека на окружающую среду.

Как показывает опыт зарубежных стран, применение НДТ способствует переходу к более экологически и экономически эффективным технологиям, позволяющим обеспечить нормативные величины выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) или снизить их до минимально возможных для условий конкретного производства. Граничные значения выбросов ЗВ основываются на внедрении НДТ, без установления необходимости использования одной отдельной технологии.

В настоящее время в странах ЕС охрана окружающей среды на коксохимических предприятиях регламентируется Законодательным нормативным документом, которым предусматривается внедрение НДТ в соответствии с требованиями [3] и в котором приводятся допустимый уровень выбросов загрязняющих веществ и условия эксплуатации оборудования.

В некоторых странах, например, в Германии, принят Федеральный Закон «О защите окружающей среды», а к нему разработаны Технические Инструкции «О снижении загрязнения атмосферного воздуха «TA-Luft», «О снижении шума «Ta-Larm» и др. Однако, большинство предприятий использует Законодательные документы, разработанные для стран ЕС. Согласно [2] для сокращения или предотвращения выбросов рекомендуется:

- хранение пылевидных материалов осуществлять в закрытых или огороженных складах с минимизацией высоты сбрасывания;
- обеспечение концентрации пыли в выбросах на уровне 10-20 мг/м³, как среднее значение за период отбора;
- ограничение содержания общей серы в газе для обогрева коксовых печей на уровне 0,3-1,0 г/м³;
- ограничение содержания оксидов азота (в пересчете на диоксид азота) в отходящих газах обогрева коксовых батарей до 0,35-0,5 г/м³ для новых и 0,5-0,65 г/м³ для более старых батарей при стандартном содержании кислорода 5 %;
- уменьшение видимых выбросов через крышки загрузочных люков с использованием глинистой суспензии или другого подходящего материала;

- применение водяных уплотнителей (или других эквивалентных мер) крышек стояков;
- обеспечение видимых парогазовых выбросов не более чем от 5-10 % общего количества дверей;
- оснащение машин, обслуживающих печи, механизмами очистки;
- по возможности, использование переменного регулирования давления в камерах печи во время коксования;
- отсос всех газов, образующихся при загрузке коксовых печей, непосредственно через загружаемую или соседнюю печь в газосборник коксовой батареи, а при отсутствии такой возможности – уменьшение выбросов газов (содержание пыли в остаточных выбросах не должно превышать 5 г/т кокса);
- отсос и обеспыливание газов при выдаче кокса (выбросы пыли при этом не должны превышать 5 г/т кокса);
- применение для тушения кокса наиболее экологически чистого процесса сухого тушения, перевод на этот процесс старых заводов при их модернизации;
- мониторинг коксовых батарей;
- минимизация газовых выбросов в цехах улавливания коксового газа и переработки химических продуктов коксования за счет использования соответствующих уплотнений, установки дыхательных клапанов, коллекторных систем, использования герметичных насосов и т.д.



В настоящий момент в Украине отсутствует реестр НДТ по всем отраслям промышленности, внедрение которых обеспечит снижение выбросов ЗВ либо за счет самой технологии, либо после соответствующей очистки отходящих газов.

Предотвращение образования выбросов является основным принципом ведения природоохранной деятельности. Поэтому предпочтение имеют технологии, внедрение которых приводит к снижению образования выбросов ЗВ.

Для Украины, которая является крупным производителем кокса, имеющим 14 коксохимических предприятий (как самостоятельных, так и в составе металлургических комплексов), в настоящее время актуальным является создание базы НДТ с учетом используемого сырья, технических и экономических возможностей для развития отрасли. ГП «УХИН» разработал проект НДТ для коксохимического производства с учетом аналогичных разработок для коксохимических заводов стран ЕС, что позволит рекомендовать мероприятия по внедрению НДТ конкретно для каждого предприятия при подготовке документов, обосновывающих объемы выбросов ЗВ для получения разрешения на выбросы [4].

На ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» в настоящее время эксплуатируется три коксовые батареи проектной мощностью 1790 тыс. т/год кокса 6 % влажности.

Согласно последней инвентаризации выбросов загрязняющих веществ, проведенной ЧАО «УкрНИИОГаз» (г. Запорожье), на промплощадке предприятия выявлено 194 стационарных источника выбросов ЗВ, из них 95 источников с организованными выбросами и 61 неорганизованный источник. В эксплуатации находится и эффективно работает 16 пылегазоочистных установок; 39 воздушников оборудованы дыхательными клапанами.

Общее количество выбросов ЗВ с учетом номинального производства кокса составляет 3649,7397 тонн. Фактическое количество за 2013 год составило 3094,272 т.

Для достижения текущих технологических нормативов выбросов на действующем оборудовании на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» были внедрены следующие природоохранные мероприятия, которые можно отнести к НДТ:

- реконструкция цеха сероочистки с внедрением нового оборудования, позволившего осуществить очистку коксового газа от сероводорода до $0,1 \text{ г/м}^3$ и снизить выбросы диоксида серы от топливоиспользующих установок (дымовые трубы коксовых печей, трубчатые печи и др.);
- введение в эксплуатацию котлоэнергетической установки в комплексе коксовой батареи № 2-бис, которая позволила использовать избытки коксового газа для получения пара и электроэнергии, а также обеспечить использование тепла продуктов горения коксового газа от коксовой батареи № 2-бис и соответственно снизить выбросы оксида углерода и оксидов азота;
- все коксовые батареи оснащены современными газоплотными дверями. Газование дверей составляет менее 5 %, что соответствует наилучшему мировому уровню;
- стояки коксовых печей оборудованы гидроинжекцией для обеспечения бездымной загрузки шихты;



- тушение кокса осуществляется очищенной сточной водой, башни тушения оборудованы каплеотбойниками, что снижает выбросы при тушении кокса на 25-30 %;
- на коксовой батарее № 2-бис внедрена технология импульсного тушения кокса;
- выдача кокса коксовых батарей №№ 5, 6 оснащена передвижными локальными установками беспылевой выдачи кокса на двересъемных машинах, работающих на принципе пылеподавления (выбросы от выдачи кокса орошаются водой с помощью форсунок);
- аспирационные выбросы углеподготовки и коксортировки оборудованы газоочистными системами;
- коксовая батарея № 2-бис оснащена стационарной системой беспылевой выдачи кокса, предназначенной для локализации пыли в процессе выгрузки кокса из камеры коксования, ее транспортировки и очистки в двухступенчатой пылеочистной установке. Эффективность работы установки беспылевой выдачи кокса (УБВК) по очистке пылевоздушного потока, выделяющегося при выдаче кокса из камеры коксования, составляет в среднем 95 %. Степень локализации отходящих газов составляет 70 %, что не в полной мере позволяет очистить весь объем газов от пыли при выдаче кокса.

Повысить эффективность очистки стационарной УБВК возможно за счет выполнения следующих мероприятий:

- установка электроимпульсной регенерации рукавов взамен существующей системы обратной продувки, так как действующая система регенерации малоэффективна;
- реконструкция узла выгрузки пыли, уловленной рукавными фильтрами;
- реконструкция узла стыковки зонтов с аспирационными воздуховодами от печей с установкой бесконтактных конечных выключателей.

В дальнейшем при реконструкции УБВК (в комплексе реконструкции коксовых батарей) предполагается применение сухого способа очистки пылевоздушной смеси, разработанного ГП «ГИПРОКОКС» с использованием современных пылеулавливающих аппаратов – рукавных фильтров с эффективностью очистки от пыли 99,9 %. Технология относится к НДТ.

Основным недостатком установки беспылевой выдачи кокса с передвижной системой очистки является низкая эффективность ее работы (40-60 %). Вместе с тем, эти установки являются менее энергоемкими, чем стационарные УБВК.

В дальнейшем при реконструкции коксовых батарей №№ 5, 6 предлагается внедрение стационарных установок беспылевой выдачи кокса с очисткой выбросов с применением сухого способа очистки пылевоздушной смеси.

Большой объем природоохранных мероприятий выполнен в химических цехах.

Сборники и хранилища жидких продуктов (каменноугольная смола, каменноугольные масла и др.) оборудованы коллекторными системами с подачей выбросов загрязняющих веществ либо в газопровод коксового газа, либо на установки каталитической очистки газов.

В химических цехах для очистки выбросов от ПАУ и других загрязняющих веществ работают установки каталитического дожига (УКД). К установкам подключено емкостное оборудование, объединенное общей коллекторной системой.

Выбросы ЗВ из резервуаров склада смолы ЦСПП, оборудованных общей коллекторной системой, и из железнодорожных цистерн со смолой обезвреживаются на УКД КР1-ЗУ-01.

На аналогичных установках осуществляется очистка ЗВ, выделяющихся из подсводового пространства емкостного оборудования отделения дистилляции смолы и склада масел. Регулярно контролируется состояние катализатора и при необходимости проводится его обновление.

В 2013 году на УКД склада масел была проведена замена катализатора на муллитокремнеземистый волокнистый материал МКРРХ-150, а на дистилляции смолы проведено обновление катализатора, что позволило обеспечить эффективность очистки выбросов до нормативных величин.

С 2012 года эксплуатируется две установки каталитического дожига вредных выбросов отделения дистилляции бензола цеха улавливания, выполненные по проектам ЧАО «Коксохимпроект» (г. Донецк). Технология термокаталитической очистки, конструкторская документация на термокаталитический реактор разработаны ООО «Промтеплоэкопомощь» с привлечением ГП «ГНИП Института титана» (г. Запорожье). Поставка термокаталитических реакторов выполнена ООО «Промтеплоэкопомощь».

В отделении дистилляции бензола к УКД подключен коллектор выбросов от хранилищ поглотительного масла, сырого бензола, сепаратора и сборника флегмы. В качестве каталитической насадки применяется муллитокремнеземистый волокнистый материал МКРРХ-150*.

В пековом парке загрязняющие вещества, выделяющиеся в момент подачи жидкого пека на охлаждаемую ленту при грануляции пека, из железнодорожных цистерн и хранилищ пека также направляются на установку термокаталитического дожига паров, которая состоит из: теплогенератора, термокаталитического реактора (ТКР) с каталитической насадкой, теплообменника «воздух-воздух» и дымососа. В теплогенераторе установлена бесфакельная инжекционная газовая горелка типа СГЛ-15 с блоком автоматического управления «КотБус». Блок автоматического управления обеспечивает: розжиг горелки, поддержание заданных температурных параметров, безопасность эксплуатации установок.

Загрязненные органическими соединениями (фенол, бензол, нафталин, бенз(а)пирен и др.) газы предварительно нагреваются в теплообменнике до температуры 280-300 °С и далее в теплогенераторе до 400-450 °С. Нагретые загрязненные газы поступают в камеру с каталитической насадкой, в которой под действием температуры и катализатора происходит окисление токсичных органических соединений, в том числе и бенз(а)пирена. Продуктами окисления органических веществ являются диоксид углерода и вода.

Очищенные газы с температурой 400-600 °С направляются в теплообменник, в котором теплом очищенных газов подогревается загрязненный газ, поступающий на очистку. Охлажденные в теплообменнике очищенные газы при помощи дымососа через дымовую трубу трубчатых печей выбрасываются в атмосферу.

Контроль эффективности обезвреживания органических веществ осуществлялся путем отбора проб загрязненных газов до и после ТКР с целью определения в них концентраций органических соединений. Испытания показали, что эффективность обезвреживания органических соединений составила 99,0-99,5 %. Содержание загрязняющих веществ в очищенных газах обеспечивает достижение установленных нормативов выбросов в атмосферный воздух.

В отличие от эксплуатируемых ранее УКД, на вновь построенных применяется нагрев загрязненных газов за счет горения коксового газа, а не как, ранее электроподогревом. Данное мероприятие позволило не только улучшить эффективность очистки, но и существенно снизить затраты по термокаталитическому дожигу загрязняющих веществ.

В отделении нейтрализации цеха мышьяково-содовой сероочистки для улавливания и нейтрализации кислых паров (диоксида серы, серной кислоты, сероводорода) от нейтрализаторов и вакуум-фильтров работает установка, представляющая собой промыватель (скруббер), орошаемый содовым раствором.

Все вышеперечисленные мероприятия позволили обеспечить снижение выбросов загрязняющих веществ, что является одной из важнейших задач, решаемых предприятием наряду с производством продукции.

С 2007 по 2012 гг. на ПАО «ЗАПОРЖКОКС» наблюдается устойчивая тенденция к снижению показателей эмиссии (удельных выбросов) ЗВ. В табл. 1 представлены данные, свидетельствующие о стабильном снижении показателей эмиссии.

Таблица 1

**Показатели эмиссии (удельные выбросы) загрязняющих веществ
ПАО «ЗАПОРЖКОКС» и коксохимических предприятий Украины в период с 2007 по 2012 годы**

	Удельные выбросы, кг/т кокса					
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
ПАО «ЗАПОРЖКОКС»	2,765	2,769	2,444	2,430	2,339	2,355
Среднее по КХП Украины	3,582	3,538	3,557	3,758	3,750	3,568

* Авторами данной разработки являются Майков В. В. (ООО «Промтеплоэкопомощь») и Звонова Н.И. (ГП "ГНИП Институт титана").

Перечень и количество выбросов основных ЗВ

Наименование ЗВ	Выбросы ЗВ, т/год	Вклад в общие выбросы, %
Всего по предприятию	3649,7397	100,00
Наиболее распространенные загрязняющие вещества		
Азота оксиды	1292,7691	35,42
Серная кислота	0,4419	0,01
Сероводород	26,2372	0,72
Оксид углерода	1559,0665	42,72
Вещества в виде твердых взвешенных частиц	455,1259	12,47
Опасные загрязняющие вещества		
Цианистый водород	8,6472	0,24
Бензол	42,0141	1,15
Ксилол	0,5202	0,01
Толуол	7,8735	0,22
Нафталин	15,2836	0,42
Фенол	6,7196	0,18
Другие загрязняющие вещества		
Аммиак	65,6449	1,80
Прочие	169,396	4,64

Согласно приведенным данным, удельные выбросы ЗВ за последние годы снизились примерно на 15 % (с 2,765 кг/т кокса в 2007 г. до 2,355 кг/т кокса в 2012 г.) благодаря целенаправленной экологической политике предприятия и системному внедрению природоохранных мероприятий. За тот же период удельные выбросы ЗВ в целом по Украине снизились в среднем на 8 %.

В табл. 2 представлены перечень и количество выбросов ЗВ ПАО «ЗАПОРОЖКОКС».

В ближайшее время на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» планируется произвести реконструкцию КБ № 1 с полным комплексом новых современных природоохранных мероприятий. В рамках реконструкции планируется замена значительной части существующего оборудования цеха улавливания на новое высокотехнологическое оборудование, что позволит значительно сократить количество источников выбросов и, следовательно, уменьшить объемы выбросов.

На предприятии ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» внедрена ресурсосберегающая технология, которая обеспечивает минимальное образование отходов или побочных продуктов, их максимальное вовлечение в технологический процесс получения кокса или коксохимической продукции, что полностью отвечает требованиям НДТ и [3]. Данная технология позволила максимально уменьшить количество отходов, размещаемых на полигонах [5, 6].

**Перечень побочных продуктов и направления их использования
на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС»**

№ п/п	Наименование побочного продукта	Происхождение	Направление использования
1	2	3	4
1.	Фусы каменноугольные	Процесс конденсации и получения каменноугольной смолы	Подача в угольную шихту для коксования
2.	Смолы и масла биохимической очистки сточных вод	Процесс очистки сточных вод	Использование в качестве компонента котельных топлив. Подача в угольную шихту для коксования
3.	Шлам биохимустановок	Процесс очистки сточных вод	Использование в качестве компонента дорожных вяжущих материалов. Подача в угольную шихту для коксования
5.	Отработанный раствор мышьяково-содовой сероочистки	Процесс очистки коксового газа от сероводорода	Получение раствора отработанного поглотительного (РОП)
6.	Кислая смолка сульфатного отделения, кислая смолка цеха ректификации	Процесс получения сульфата аммония. Сернокислотная очистка сырого бензола	Использование в качестве компонента дорожных вяжущих материалов. Подача в угольную шихту для коксования
7.	Остатки очисток пропаренных хранилищ сырого бензола, каменноугольных масел и других химических продуктов коксования и переработки каменноугольной смолы и сырого бензола	Процессы производства и хранения химических продуктов коксования, процессы переработки сырого бензола и каменноугольной смолы	Подача в угольную шихту для коксования
8.	Пыль и шлам коксовые уловленные	Процесс тушения, транспортировки и сортировки валового кокса	Подача в угольную шихту для коксования
9.	Пыль и шлам угольных концентратов уловленные, просыпи угольной шихты	Процесс подготовки, транспортировки и загрузки угольной шихты для коксования	Подача в угольную шихту для коксования

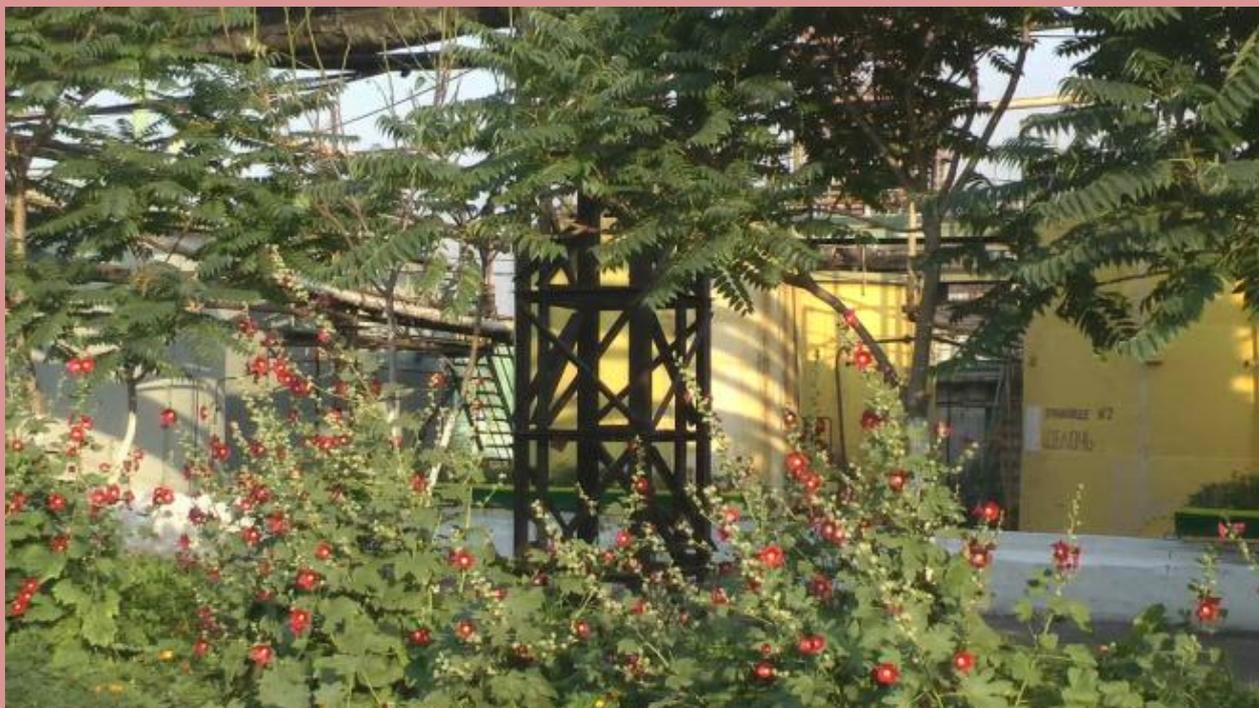
В табл. 3 представлен перечень побочных коксохимических продуктов и направления их использования на предприятии.

Также на предприятии ведется постоянная работа по разработке нормативных документов во исполнение требований закона Украины «Об отходах», Государственных санитарных правил и норм «Гигиенические требования по обращению с промышленными отходами и определение их класса опасности для здоровья населения» ГСанПиН 2.2.7.029-99, Постановления Кабинета Министров Украины от 01.11.1999г. №2034 и др.

На предприятии проведена работа по инвентаризации и паспортизации нетехнологических отходов, разработаны на них реестровые карты и др.

Разработана инструкция по сбору и временному хранению нетехнологических отходов ПАО «ЗАПОРОЖКОКС». Настоящая инструкция устанавливает порядок и план действий по сбору и временному размещению (хранению) промышленных отходов ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» на промышленных площадках цехов и других структурных подразделений соответственно классам опасности отходов, а также их перевозки. В инструкции предусмотрен комплекс мер безопасности, исключающих или снижающих отрицательное воздействие на окружающую среду и здоровье людей при сборе и временном хранении отходов ПАО «ЗАПОРОЖКОКС». Действие настоящей инструкции распространяется на все структурные подразделения ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», в результате производственной деятельности которых образуются отходы.

Весь комплекс природоохранных работ по охране окружающей среды, внедренных или планируемых к реализации на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», значительно улучшил экологическую обстановку на предприятии, а значит в городе Запорожье, и обеспечивает допустимый уровень загрязнений.



Библиографический список

1. Закон Украины «Об охране атмосферного воздуха». Введен в действие Постановлением ВР Украины от 16.10.1992 г. № 2707-ХІІ с изменениями и дополнениями. Редакция действует с 16.12.2012 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T126400.html.

2. Директива 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза «О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним) (новая редакция)» от 24.11.2010 (введена вместо Директив 96/61/ЕС и 2008/1/ЕС) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=INT;n=53628>.

3. Commission Implementing Decision of 28.02/2012, establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for iron and steel production (notified under document C(2012) 903) (Text with EEA relevance) (2012/135/EU) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2012:070:SOM:EN:HTML>.

4. Васильев Ю.С. О внедрении технологических нормативов выбросов на коксовых печах и мероприятия по их достижению / Ю.С.Васильев, А.С.Малыш, А.Л.Борисенко, К.Е.Герман // Углекислотный журнал. – 2010. – № 3-4. – С.104-110.

5. Борисенко А.Л. Комплексное решение экологических проблем на ОАО «Запорожжкокс» / А.Л.Борисенко, А.С.Малыш, Г.М.Ткалич, С.В.Новик // Углекислотный журнал. – 2009. – № 1-2. – С. 96-100.

6. Борисенко А.Л. Опыт термохимической переработки отходов пиролизическим методом / А.Л.Борисенко, Н.И.Авилова, М.И.Близнюкова, Т.Я.Малахова // Углекислотный журнал. – 2012. – № 1-2. – С. 49-55.

Рукопись поступила в редакцию 09.12.2013