

**НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
ИХ ВНЕДРЕНИЕ НА ПАО «АВДЕЕВСКИЙ
КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

**THE BEST AVAILABLE TECHNIQUES AND
THEIR IMPLEMENTATION AT PJSC "AVDIIVKA
COKE"**

© 2013 Кирбаба В.В.
(ПАО «АКХЗ»),
Малыш А.С., к.т.н., Борисенко А.Л., к.т.н.,
Авилова Н.И., Герман К.Е. (ГП «УХИИ»)

Kirbaba V.V.
(PJSC "AVDIIVKA COKE"),
Malysh A.S., PhD in technical sciences,
Borisenko A.L., PhD in technical sciences,
Avilova N.I., German K.E. (SE "UKHIN")

Рассмотрены наилучшие доступные технологии (НДТ) и их внедрение на ПАО «АКХЗ» для достижения технологических нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ и минимизации образования отходов.

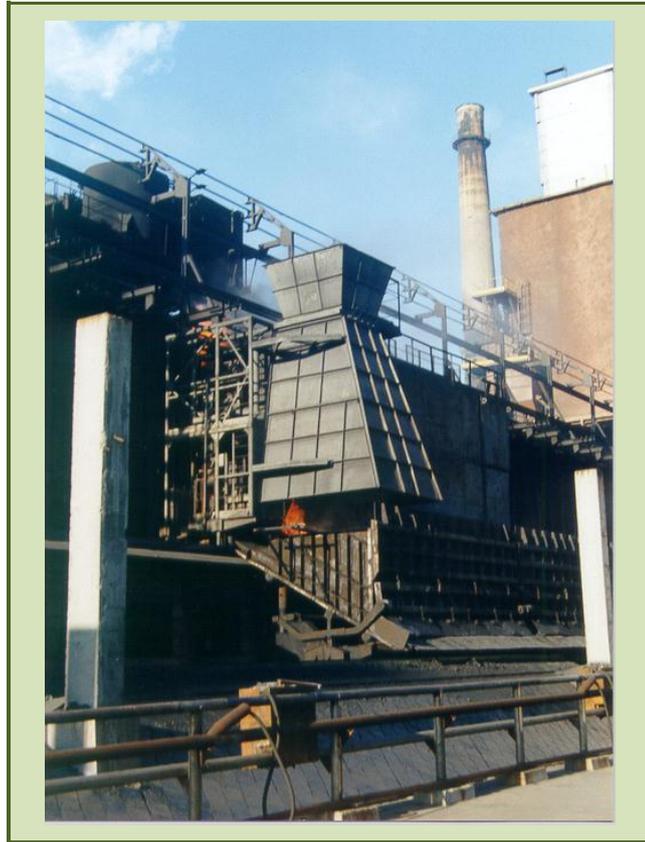
The Best Available Techniques (BAT) has been considered and their implementation at PJSC "AVDIIVKA COKE" to achieve the technological standards for allowable emissions of pollutants and waste minimization.

Ключевые слова: регулирование выбросов, технологические нормативы, коксовые печи, показатели эмиссии, наилучшие доступные технологии (НДТ), модернизация оборудования, снижение выбросов в атмосферу, отходы производства, термическое обезвреживание.
Keywords: regulation of emissions, technological standards, coke oven, emissions performance, the Best Available Techniques, modernization of equipment, reduction of air emissions, waste, thermal decontamination.

Одним из основных механизмов в плане регулирования охраны окружающей среды является система разрешений на выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) и получения лимитов на образование и утилизацию отходов, при которых возможна эксплуатация того или иного объекта. Для получения разрешения на выбросы проводится инвентаризация источников выбросов ЗВ, выполняется оценка технологических процессов и оборудования с точки зрения возможности снижения либо предотвращения выбросов ЗВ в окружающую среду и осуществляется внедрение новых методов и технологий.

В соответствии с новыми требованиями, регулирование выбросов ЗВ осуществляется комплексно, то есть предприятию устанавливаются:

- нормативы выбросов для стационарных источников;
- условия ведения технологического процесса для установок и технологического оборудования;
- мероприятия по снижению выбросами ЗВ;
- мероприятия по контролю за выбросами ЗВ.



При этом должны соблюдаться санитарно-гигиенические нормативы в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны и в зоне жилой застройки вблизи предприятия. Эти требования вытекают из нормативных документов, утвержденных в Украине, таких как Закон «Об охране атмосферного воздуха» [1], а также Постановлений Кабинета Министров и Приказов Минприроды Украины, с учетом Европейских Директив, таких как, Директива 2010/75/ЕС «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений» от 24.11.2010 [2].

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). В соответствии с Директивой, НДТ – самые эффективные на сегодняшний день производственные процессы и методы, позволяющие предотвратить или уменьшить негативное влияние человека на окружающую среду до допустимого уровня. Опыт европейских и других зарубежных стран показывает, что применение НДТ позволяет перейти на более экологически и экономически эффективные технологии, которые обеспечивают нормативные величины выбросов или позволяют снизить выбросы до минимально возможных для каждого конкретного производства. Граничные значения выбросов ЗВ основываются на внедрении НДТ, без установления необходимости использования одной отдельной технологии. При этом необходимо принимать во внимание технические характеристики объекта, его географическое положение, экономическую целесообразность и местные условия окружающей среды.

В странах ЕС охрана окружающей среды на коксохимических предприятиях регламентируется Законодательными нормативными документами с учетом внедрения НДТ [2,3]. В Германии, где законодательно установлены наиболее жесткие нормативы среди стран ЕС, разработаны технические Инструкции, в которых указаны мероприятия по снижению выбросов ЗВ, сроки их внедрения и рекомендуемые предельно-допустимые значения выбросов. Предписаниями Инструкции «TA-Luft» (1986 г.) [4] с внесенными изменениями в 2001 г. для коксохимических заводов предусматривается:

- ограничение содержания общей серы в газе для обогрева коксовых печей до $0,8 \text{ г/м}^3$;
- ограничение содержания оксидов азота (в пересчете на диоксид азота) в отходящих газах обогрева до $0,5 \text{ г/м}^3$ при стандартном содержании кислорода 5 %;
- исключение выбросов через крышки загрузочных люков;
- применение водяных уплотнителей (или других эквивалентных мер) крышек стояков и высокоэффективных уплотнителей дверей коксовых печей;
- оснащение машин, обслуживающих печи, механизмами чистки рам дверей;
- отсос всех газов, образующихся при загрузке коксовых печей, непосредственно через загружаемую или соседнюю печь в газосборник коксовой батареи, а при отсутствии такой возможности – сжигание этих газов (содержание пыли в остаточных выбросах не должно превышать 25 мг/м^3);
- 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.

В настоящий момент в Украине отсутствует реестр НДТ по всем отраслям промышленности, в том числе и по коксохимическому производству, 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.

Учитывая тот факт, что Украина является крупным производителем кокса и располагает 14-ю коксохимическими предприятиями, – как самостоятельными, так и в составе металлургических комплексов, – возникла необходимость создания базы НДТ с учетом используемого сырья, технических и экономических возможностей для развития отрасли. УХИНОм разрабатываются НДТ для коксохимического производства. Это в дальнейшем позволит разработать мероприятия по внедрению НДТ конкретно для каждого предприятия при подготовке документов, обосновывающих объемы выбросов ЗВ для получения разрешения на выбросы.

На ПАО «АКХЗ» по состоянию на 01.01.2013 г. в эксплуатации находится 8 коксовых батарей общей проектной мощностью 6,18 млн. тонн валового кокса в год 6 %-й влажности. Коксовая батарея № 4 находится на реконструкции.

Средний срок службы действующих коксовых батарей КЦ №1 составляет около 10 лет, КЦ №2-4 – около 22 лет. Распределение коксовых батарей по срокам службы и проектным мощностям представлено в табл. 1 [5]. Как следует из данных таблицы, 66,5 % кокса производится на коксовых батареях со сроком службы свыше 20 лет.

Таблица 1

Распределение коксовых батарей по срокам службы и проектным мощностям

Срок службы коксовых батарей, лет	Количество коксовых батарей, шт.	Доля в общем количестве коксовых батарей, %	Проектная мощность коксовых батарей, тыс.т/год	Доля в общей проектной мощности, %
≤ 5	1	12,5	690	11,17
> 5; ≤ 10	1	12,5	690	11,17
> 10; ≤ 15	1	12,5	690	11,17
> 20; ≤ 25	5	62,5	4 110	66,50
Всего	8	100	6180	100

Перечень и количество выбросов основных ЗВ ПАО «АКХЗ» (по 2ТП-воздух) за 2012 г. представлены в табл. 2.

Таблица 2

Перечень и количество выбросов основных ЗВ

Наименование ЗВ	Выбросы ЗВ, т/год	Вклад в общие выбросы, %
Всего по предприятию	16837,089	100,00
Наиболее распространенные загрязняющие вещества		
Азота оксиды	4377,495	26,00
Серная кислота	4,398	0,03
Серы диоксид	2343,678	13,92
Сероводород	41,524	0,25
Оксид углерода	5268,252	31,29
Вещества в виде твердых взвешенных частиц	4474,164	26,57
Опасные загрязняющие вещества		
Цианистый водород	37,094	0,22
Бензол	116,672	0,69
Ксилол	1,712	0,01
Толуол	0,18	0,00
Нафталин	40,888	0,24
Тетрахлорэтилен	5,73	0,03
Фенол	11,241	0,07
Пиридин	3,017	0,02
Другие загрязняющие вещества		
Аммиак	86,672	0,51
Другие	24,372	0,14

Следует также отметить, что в последние 7 лет на ПАО «АКХЗ» наблюдается устойчивая тенденция к снижению показателя эмиссии (удельных выбросов) ЗВ. На рис. 1 представлена диаграмма, отображающая стабильное, поэтапное снижение показателей эмиссии, несмотря на колебания производства кокса [7].

Согласно приведенным данным, удельные выбросы ЗВ за последние годы снизились с 4,60 кг/т в 2008 г. до 3,91 кг/т в 2012 г. Такое снижение было достигнуто благодаря целенаправленной экологической политике предприятия и системному внедрению природоохранных мероприятий.

При разработке обосновывающих документов для получения разрешения на выбросы ПАО «АКХЗ» нами был проведен сопоставительный анализ технологического уровня ПАО «АКХЗ» с НДТ ЕС (ВАТ – Best Available Techniques).

НДТ, рекомендуемые для внедрения на зарубежных коксохимических заводах, идентичны технологиям, которые внедряются на ПАО «АКХЗ» для снижения выбросов ЗВ. Так, за последние годы, на заводе был внедрен ряд технологических процессов, обеспечивающих снижение образования выбросов ЗВ. К таким внедрениям относятся глубокая очистка коксового газа от сероводорода, закрытие цикла конечного охлаждения коксового газа и ряд других мероприятий – менее крупных, но не менее значимых с точки зрения снижения выбросов в атмосферный воздух.

На ближайшие 3-5 лет заводом запланировано внедрение следующих природоохранных мероприятий:

- реконструкция ГОУ УСТК;
- установка ГОУ в помещениях грохотов и на перегрузочных станциях;
- внедрение пылеподавления при погрузке кокса в вагоны;
- реконструкция уже имеющихся ГОУ с достижением показателей, соответствующих нормативным требованиям;
- объединение воздушников емкостей и хранилищ в коллекторную систему;
- а также ряд других мероприятий.

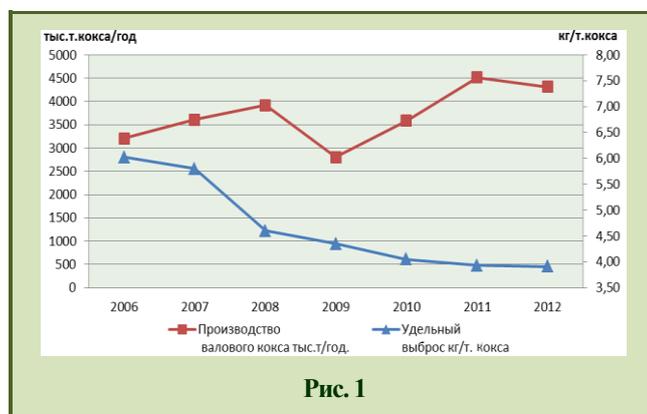


Рис. 1

На предприятии своевременно проводится текущий ремонт печных камер для устранения прососов сырого коксового газа из камеры в отопительную систему. Производится замена старого оборудования на новое, отвечающее современным требованиям; проводится своевременная наладка работающего оборудования, что обеспечивает соблюдение текущих технологических нормативов допустимых выбросов от установок и оборудования на всем предприятии.

УХИНОм разработаны технологические нормативы допустимых выбросов для коксовых печей, в которых предусмотрены текущие и перспективные нормативы [6].

Для достижения и исключения превышений перспективных технологических нормативов допустимых выбросов ЗВ на ПАО «АКХЗ» требуется произвести реконструкцию коксовых батарей № 5-9, срок эксплуатации которых на данный момент превышает 20 лет. При строительстве или реконструкции коксовых батарей должны быть предусмотрены новые технологии и природоохранные мероприятия, относящиеся к НДТ:

- ступенчатый подвод воздуха в камеру сгорания для снижения образования оксидов азота;
- регулирование давления в печах во время коксования – система PROven;
- использование более тонких кирпичей и термостойкой кладки с лучшей теплопроводностью для оптимизации температурного режима и снижения образования оксидов азота;
- применение компьютерных систем для вычисления объема тепла, требуемого для каждой батареи;
- оборудование коксовой батареи автоматической системой загрузки шихты и выдачи кокса;
- оборудование коксовых батарей стационарными установками беспылевой выдачи кокса с очисткой выбросов от пыли в рукавных фильтрах;
- использование пружинных, гибких герметизирующих дверей усовершенствованной конструкции;
- тушение кокса очищенной сточной водой с установкой в башнях тушения каплеотбойников, либо применение новых методов тушения кокса, которые позволяют уменьшить каплеунос и объем испаряющейся воды (например, подача воды сверху и снизу тушильного вагона и др.);
- применение эффективных пылегазоочистных установок в отделениях подготовки угля и сортировки кокса;
- внедрение других технологий, позволяющих с оправданными финансовыми затратами обеспечить снижение выбросов ЗВ.

Для контроля выбросов ЗВ дымовые трубы коксовых батарей должны быть оборудованы газоанализаторами, обеспечивающими непрерывный мониторинг, системами видеомониторинга для контроля выбросов ЗВ от неорганизованных источников и др.

Мировые тенденции дальнейшего развития коксохимии сводятся к производству кокса без улавливания химических продуктов коксования. Это процесс позволяет сократить количество источников выбросов и количество печевыдач кокса, расширить ассортимент применяемого угля и др. Однако в отечественной коксохимической промышленности эта технология пока еще не нашла применения.

Реконструкция существующих коксовых батарей с комплексом природоохранных мероприятий и внедрение газоочистных систем позволит обеспечить соблюдение технологических нормативов выбросов ЗВ и в целом значительно улучшить качество атмосферного воздуха.

С целью обеспечения технологической защиты окружающей среды от негативного воздействия отходов ПАО «АКХЗ» осуществляет разработку и внедрение технологий, направленных на минимизацию образования и вовлечение отходов в производство, а также технологий обезвреживания и удаления неизбежных отходов с использованием собственного производственного потенциала. Так на предприятии внедрен и функционирует ресурсоэнергосберегающий технологический цикл коксохимического производства с замкнутыми материальными и энергетическими потоками, соответствующий НДТ [3]. В случае отсутствия спроса любые побочные коксохимические продукты, а также уловленные пыли могут быть возвращены в исходное сырье – угольные концентраты или в угольную шихту и в последующем перерабатываться вместе с

ней. Внедрение этой технологии позволило полностью исключить образование на ПАО «АКХЗ» специфических технологических отходов коксохимического производства.

Примерный перечень присадок побочных продуктов и методы их использования приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование побочного продукта	Происхождение	Области и методы использования
1	Фусы каменноугольные	Процесс конденсации и получения каменноугольной смолы	Возврат в угольную шихту для коксования.
2	Смолы и масла биохимической очистки сточных вод	Процесс очистки сточных вод	Использование как компонента дорожных вяжущих материалов. Возврат в угольную шихту для коксования. Товарный продукт.
3	Шламы биохимустановок	Процесс очистки сточных вод	Возврат в угольную шихту для коксования.
4	Кислая смолка сульфатных отделений	Процесс производства сульфата аммония	Использование как компонента дорожных вяжущих материалов. Возврат в угольную шихту для коксования. Товарный продукт.
5	Отработанный раствор вакуум-карбонатной сероочистки	Процесс очистки коксового газа от сероводорода	Использование как нейтрализующего агента. Использование для производства пластификатора бетона. Возврат в угольную шихту для коксования.
6	Нафталинсодержащий остаток от очистки газопроводов и оборудования	Охлаждение, транспортировка, очистка и переработка коксового газа	Возврат в угольную шихту для коксования. Сырье для производства технического нафталина (товарный продукт)
7	Остатки очисток пропаренных хранилищ сырого бензола, каменноугольных масел, др. химических продуктов коксования и продуктов переработки смолы каменноугольной и сырого бензола	Процессы производства и хранения химических продуктов коксования, процессы производства продуктов переработки сырого бензола и смолы каменноугольной	Возврат в угольную шихту для коксования
8	Пыль и шлам коксовые уловленные	Процесс тушения, транспортировки и сортировки валового кокса	Возврат в угольную шихту для коксования
9	Пыль и шлам угольных концентратов уловленные, просыпи угольной шихты	Процесс подготовки, транспортировки и загрузки угольной шихты для коксования	Возврат в угольную шихту для коксования

Такая технология является рациональной не только с экологической, но и с экономической точки зрения, т.к. рециклинг специфических коксохимических отходов и неиспользуемых побочных продуктов в процесс коксования практически полностью исключает не только размещение отходов в окружающей среде, но и устраняет потери углеродсодержащего сырья. Путем расширения сферы применения этой технологии, с использованием технологических особенностей и инфраструктуры современного коксохимического производства, на ПАО «АКХЗ» был разработан и внедрен процесс термохимической переработки (обезвреживания) пиролизическим методом большого ассортимента неспецифических углеродсодержащих отходов вспомогательных производств и производственного потребления любой консистенции – жидкой, шламообразной, твердой [8].

В промышленных условиях ПАО «АКХЗ» термическому обезвреживанию в коксовых печах подвергали пакетированные некоксохимические отходы. Эти отходы, представляющие собой разрозненные, достаточно мелкие предметы (промасленная ветошь, изношенная спецодежда, отработанные бумажные элементы из масляных фильтров, обрывки электроизоляции, отходы механообработки древесины), упаковывали в полимерные или тканевые мешки либо в ткань из спецодежды. Масса одного пакета составляла 3-8 кг в зависимости от плотности упаковки того или иного отхода. Обезвреживание пакетированных отходов осуществляли путем подачи их в коксовые печи через люки. Отходы в камеры коксования можно подавать дифференцированно, то есть каждый вид отхода отдельно, либо загружать несколько видов, но таким образом, чтобы суммарное количество не превышало 5-10 пакетов на одну печь.

Как показали опытно-промышленные исследования, максимальное суммарное введение органосодержащих присадок (в виде отходов) не должно превышать 1 %, высокозольных – не более 0,1 %, высокосернистых – не более 0,01 % от массы угольной шихты.

Для утилизации угольной шихты и древесных опилок от ликвидации проливов нефте- или коксохимических продуктов предложен способ их подачи в шихту совместно с каменноугольными фусами. Для этого отходы следует загружать в кузов автосамосвала, предназначенного для внутривозовского транспортирования фусов, и подавать вместе с последними в углеподготовительный цех на установку подачи фусов в шихту.

Полученные результаты позволили разработать процесс и схему экологически безопасной переработки указанных выше отходов пиролизным методом с использованием камер коксования. Составлен технологический регламент термического обезвреживания отходов. Производительность по термообезвреживанию органических отходов составляет не более 220 кг на одну печь. Данный метод позволяет обезвреживать на предприятии до 100 т отходов в год.

Технологией предусмотрено введение присадок к угольной шихте для коксования на стадии ее приготовления в углеподготовительном цехе или подача отходов непосредственно в коксовые печи. При этом количество, способы и места их подачи установлены таким образом, чтобы избежать отрицательного влияния на качество продукции и окружающую среду.

Термохимическое обезвреживание отходов пиролизным методом происходит в процессе коксования подготовленной угольной шихты с присадками в коксовых печах без изменения параметров технологических процессов производства кокса, переработки, очистки и использования коксового газа. При этом твердый остаток от пиролизной переработки отходов попадает в товарную коксовую мелочь, которая после выдачи из печи валового кокса проходит вместе с ним все технологические стадии обработки (в т.ч. мокрое тушение, пылеподавление, пылеулавливание). Газообразные продукты пиролиза органических отходов переходят в коксовый газ, в составе которого проходят полный цикл очистки, переработки и использования.

Следует отметить, что современное коксохимическое производство является многотоннажным: на производство 1 млн. тонн валового кокса расходуется ~ 1,33 млн. тонн угольной шихты; в одну камеру коксования однократно загружается (в зависимости от полезного объема коксовой печи) 17-32 т угольной шихты. Валовое же количество образующихся текущих органосодержащих отходов всех видов, которые можно обезвреживать пиролизным методом с использованием коксовых печей, на любом коксохимическом предприятии никогда не достигает даже 1 % от массы перерабатываемой угольной шихты.

Мощность коксохимического производства настолько велика по сравнению с количеством предлагаемых к переработке отходов, а сам процесс пиролизной переработки угольной шихты настолько отработан (и соответствует существующему мировому техническому уровню и НДТ, в т.ч. относительно защиты окружающей среды), что такое решение априори является наиболее рациональным с любой точки зрения – экологической, социальной, экономической.



Выводы

1. На ПАО «АКХЗ» постоянно внедряются новые технологии и природоохранные мероприятия, обеспечивающие снижение выбросов ЗВ.
2. Существующий печной фонд с комплексом мероприятий по стабилизации работы коксовых батарей обеспечивает достижение текущих технологических нормативов по коксовым печам.
3. При модернизации и реконструкции коксовых печей на стадии проекта необходимо предусматривать применение НДТ, которые позволяют снизить выбросы ЗВ до нормативных величин, экономично использовать сырье и энергоресурсы.
4. Действующий на ПАО «АКХЗ» ресурсо- и энергосберегающий технологический цикл коксохимического производства с замкнутыми материальными и энергетическими потоками соответствует НДТ, обеспечивает наиболее рациональную на сегодняшний день переработку (утилизацию, термообезвреживание) пиролизным методом в коксовых печах избыточных побочных коксохимических продуктов и ряда нетехнологических отходов.
5. Эта технология в перспективе позволит квалифицированно переработать не только текущие, но и накопленные химические отходы.

Библиографический список

1. Закон Украины об охране окружающей природной среды. Введен в действие Постановлением ВР Украины от 26.06.1991 г № 1268-ХП с изменениями и дополнениями. **Редакция действует с 18.11.2012** / [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. *Наилучшие зарубежные технологии по снижению выбросов ЗВ на коксохимических заводах (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production / 2012)* / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IS_Adopted_03_2012.pdf/

4. *Техническая инструкция по контролю качества воздуха, TA – Luft, 1986 г. с изменениями от 27.07.2001 г. BGI I, Bundesgesetzblatt.* – 1950 с.

5. *Систематизация и анализ технико-экономических показателей работы коксохимических предприятий и производств Украины за 2006-2012гг.* – Харьков: ГИПРОКОКС, 2007-2013.

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

7. **Кауфман С.И.** *Экологическая безопасность и возможность достижения перспективных технологических нормативов на ПАО «Авдеевский КХЗ»* / **С.И.Кауфман, В.В.Кирбаба, К.Е.Герман, А.Л.Борисенко, А.С.Мальши** // *Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: материалы IX между. конфер., 24-26.05.2012.* – Москва, 2012. – 269 с.

8. **Борисенко А.Л.** *Об опыте 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 15.07.2013