



УДК 662.74.628.51

Е.Т. КОВАЛЕВ, докт. техн. наук, профессор, директор,**А.С. МАЛЫШ**, канд. техн. наук, с.н.с., ведущий научный сотрудник,**А.Л. БОРИСЕНКО**, канд. техн. наук, с.н.с., заведующий отделом

Украинский научно-исследовательский углехимический институт (УХИН), г. Харьков

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ И ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ НА НИХ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Дан анализ существующего состояния коксохимических заводов Украины. Представлены природоохранные объекты, технологии и установки, которые находятся в стадии проектирования или строительства. Рассмотрены наилучшие доступные технологии и возможности их внедрения на коксохимических предприятиях Украины для достижения технологических нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ.

Ключевые слова: регулирование выбросов, технологические нормативы, коксовые печи, валовые выбросы, наилучшие доступные технологии, модернизация оборудования, снижение выбросов в атмосферу.

В соответствии с Законом Украины «Об охране атмосферного воздуха» [1], Директивой 2008/1/ЕС «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений», введенной вместо Директивы 96/61/ ЕС [2], и другими нормативными документами в сфере природоохранного законодательства регулирование выбросов загрязняющих веществ осуществляется комплексно, т.е. предприятиям устанавливаются нормативы выбросов для стационарных источников, установок и технологического оборудования и при этом должны соблюдаться санитарно-гигиенические нормативы выбросов в атмосферном воздухе и в зоне влияния предприятия.

Регулирование выбросов осуществляется государством за счет системы разрешений на выбросы загрязняющих веществ, согласно которым возможна дальнейшая эксплуатация того или иного объекта.

В соответствии с новыми требованиями для предприятий первой группы, к которой относятся все коксохимические предприятия Украины, необходима разработка рекомендаций, обеспечивающих высокий уровень охраны окружающей природной среды, включая атмосферный воздух, отходы и воду.

В странах Евросоюза при разработке и выдаче разрешений на выбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и сброс загрязненных вод используются справочные пособия по так называемым наилучшим доступным технологиям (НДТ) – Best Available Techniques (BAT) для базовых отраслей промышленности, которые устанавливают экологические требования к технологии

и при этом учитывают экономическую целесообразность ее внедрения [3].

В справочниках, регулярно обновляемых специально созданным Европейским бюро, представлен комплекс технологий, базирующийся на технических характеристиках объекта, его географическом положении, местных условиях окружающей природной среды, что позволяет достичь граничных значений выбросов загрязняющих веществ.

В настоящее время в Украине отсутствует реестр отечественных НДТ по всем отраслям промышленности, в т.ч. и в коксохимическом производстве, внедрение которых может обеспечить снижение выбросов загрязняющих веществ либо непосредственно за счет самой технологии, либо после соответствующей очистки. При этом следует отметить, что, несмотря на отсутствие в Украине реестра НДТ, коксохимическая отрасль располагает необходимым перечнем современных технических решений для их внедрения в производство.

Украина является достаточно крупным производителем кокса (14 коксохимических предприятий), и в соответствии с требованиями п. 2.11 «Інструкції про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців» возникла необходимость создания базы НДТ с учетом используемого сырья, технических и экономических возможностей для развития отрас-

ли. Работу по созданию такой базы в настоящее время выполняет УХИН. В дальнейшем это позволит разработать мероприятия по внедрению НДТ для каждого предприятия при подготовке документов, обосновывающих объемы выбросов загрязняющих веществ для получения разрешения на выбросы, а также дополнить и внести изменения в технологические нормативы допустимых выбросов для коксовых печей.

В Украине (по состоянию на 01.01.2011 г.) на 14 коксохимических заводах эксплуатируются 54 коксовые батареи общей проектной мощностью 27 млн т/год валового кокса 6 % влажности. Фактическое производство кокса в 2010 г. составило 18,6 млн т валового кокса 6 % влажности.

Украинские коксохимические предприятия различаются следующим:

- производительностью (большие, средние и малые заводы);
- системой загрузки угольной шихты (гравитационная, трамбованная и термоподготовленная);

- системой охлаждения готового кокса (мокрая и сухая);
- отношением к металлургическому заводу (независимые коксохимические предприятия или в составе металлургических комбинатов).

Средний срок эксплуатации действующих коксовых батарей составляет около 24 лет. Распределение коксовых батарей по срокам службы и проектным мощностям представлено в табл. 1 [4]. Как следует из таблицы, 70 % коксовых батарей находится в эксплуатации более 30 лет.

Вклад основных технологических процессов и оборудования в валовые выбросы загрязняющих веществ от коксохимических предприятий представлен в табл. 2. Как следует из таблицы, основным вкладчиком выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух коксохимических предприятий являются коксовые батареи [5], их доля составляет 75–80 % от общих валовых выбросов загрязняющих веществ коксохимических заводов.

Таблица 1 – Распределение коксовых батарей по срокам эксплуатации и проектным мощностям

Срок эксплуатации 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	9	16,67	4 742	17,56
> 5 < = 10	4	7,41	2 252	8,34
> 10 < = 15	2	3,70	1 380	5,11
> 15 < = 20	2	3,70	1 830	6,78
> 20 < = 25	15	27,78	5 598	20,73
> 25 < = 30	7	12,96	3 803	14,08
> 30 < = 35	5	9,26	2 666	9,87
> 35 < = 40	3	5,56	2 003	7,42
> 40 < = 45	2	3,70	710	2,63
Свыше 45	5	9,26	2 022	7,49
Итого > 20	37	68,52	16 802	62,22
Всего	54	100,00	27 006	100,00

Таблица 2 – Вклад основных технологических процессов и технологического оборудования в валовые выбросы

Наименование технологического процесса	Процент от общих выбросов, %	Загрязняющие вещества
Основное производство		
Транспортировка угольных концентратов, их хранение, дробление и подача в коксовые печи	1,5–2,5	Вещества в виде твердых суспендированных частиц, недифференцированные по составу
Процесс производства кокса		
Неорганизованные выбросы от процессов загрузки коксовых печей шихтой, газование коксовых дверей, люков и стояков, выдача кокса, его тушение, сортировка	10,0–15,0	Оксиды азота (в пересчете на диоксид), диоксид серы, оксид углерода, вещества в виде твердых суспендированных частиц, недифференцированные по составу, аммиак, сероводород, водород цианистый, фенол, бензол, нафталин, бенз/а/пирен
Организованные выбросы из дымовых труб коксовых батарей	55,0–65,0	Оксиды азота (в пересчете на диоксид), диоксид серы, оксид углерода, вещества в виде твердых суспендированных частиц, недифференцированные по составу



Таблица 2 – Продолжение

Наименование технологического процесса	Процент от общих выбросов, %	Загрязняющие вещества
Обработка коксового газа, его охлаждение, выделение смолы, улавливание аммиака, бензолных углеводородов, сероводорода, переработка каменноугольной смолы	8,0–10,0	Аммиак, сероводород, водород цианистый, бензол, нафталин, пиридин, фенол, сероуглерод, бенз/а/пирен
Вспомогательное производство		
Парокотельные установки	15,0–20,0	Оксиды азота (в пересчете на диоксид азота), серы диоксид, оксид углерода
Другие источники	0,5	

Фактические валовые выбросы загрязняющих веществ коксохимических предприятий Украины (по форме статотчетности 2ТП-воздух) за 2009–2010 гг. представлены в табл. 3.

Согласно приведенным данным, удельные выбросы загрязняющих веществ колеблются в диапазоне 1,51–13,3 кг/т кокса, средний показатель эмиссии за 2010 г. составил 3,6 кг/т кокса. Максимальная величина удельных выбросов характерна только для тех предприятий, на которых отсутствует очистка коксового газа от сероводорода.

Авторами проведен сопоставительный анализ технологического уровня коксохимических предприятий Украины с зарубежными НДТ.

Наилучшие доступные технологии, которые внедряются на отечественных коксохимических заводах для

снижения выбросов загрязняющих веществ, в большинстве технологических процессов идентичны наилучшим технологиям зарубежных коксохимических заводов.

Одним из основных мероприятий по уменьшению выбросов (кроме строительства цеха сероочистки) является строительство новых коксовых батарей или реконструкция с внедрением полного комплекса природоохранных мероприятий. За последнее время в эксплуатацию введены коксовые батареи: № 4 ПАО «Ясиновский КХЗ» (с комплексом термоподготовки шихты к коксованию), № 10-бис ПАО «Алчевсккокс» (трамбованная шихта и сухое тушение кокса), № 3, 4 КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», № 3 ПАО «Авдеевский КХЗ», № 4 КХП ПАО «МК «Азовсталь», № 2 ЧАО «Макеевкокс».

Глубокая очистка коксового газа от сероводорода имеется на шести коксохимических предприятиях, за-

Таблица 3 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу коксохимических предприятий Украины

Предприятия	Производство кокса 6 % влажности		Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу		Удельные выбросы	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
	тыс. т	тыс. т	т	т	кг/т	кг/т
ПАО «Авдеевский КХЗ»	2799,00	3585,10	12164,01	14521,08	4,346	4,050
ПАО «Донецккокс»	277,30	354,40	1059,290	951,922	3,820	2,686
ЧАО «Енакиевский коксохимпром»	353,10	495,30	4328,870	6597,145	12,260	13,319
ПАО «Алчевсккокс»	3429,60	2941,10	6256,880	5916,265	1,824	2,012
ПАО «Макеевский КХЗ»	–	–	150,507	118,123	–	–
ЧАО «Макеевкокс»	1104,80	1137,80	8053,018	8609,322	7,289	7,567
ПАО «Ясиновский КХЗ»	1493,70	1556,20	5775,855	5391,697	3,867	3,465
ПАО «Евраз Баглейкокс»	596,00	638,40	1793,739	1893,601	3,010	2,966
ПАО «Евраз Днепродзержинский КХЗ»	525,30	547,10	893,505	1280,643	1,701	2,341
КХП ПАО «Евраз-ДМЗ им. Петровского»	613,20	664,00	1128,878	1002,044	1,841	1,509
ПАО «Запорожкокс»	1244,10	1240,80	3040,026	3014,589	2,444	2,430
ООО НПО «Инкор и К°»	–	–	188,044	178,901	–	–
ООО «ИСТЭК» (филиал «Горловский коксохимзавод»)	421,00	434,40	1339,144	2097,814	3,181	4,829
ПрАО «Харьковский коксовый завод»	145,20	161,00	412,033	410,913	2,838	2,552
КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	2364,80	2697,57	6132,600	6919,00	2,593	2,565
КХП ПАО «МК «Азовсталь»	2023,90	2157,643	8473,398	85643724	4,186	3,97-
Итого:	17391,00	18610,813	61189,80	67467,78	3,533	3,62

крытие цикла конечного охлаждения коксового газа – на семи заводах, установки беспылевой выдачи кокса стационарного типа – на шести предприятиях и др.

Наиболее крупные мероприятия, такие как очистка коксового газа от сероводорода до $0,5 \text{ г/м}^3$, закрытие цикла конечного охлаждения коксового газа внедрены на ПАО «Авдеевский коксохимический завод», КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ПАО «Запорожжкокс», ПАО «Алчевсккокс», ПАО «Евраз Баглейкокс».

На предприятиях ПАО «Ясиновский коксохимический завод», ЧАО «Макеевкокс», КХП ПАО «Евраз Днепродзержинский коксохимический завод» в стадии внедрения находятся установки по очистке коксового газа от сероводорода с применением более эффективного поглотителя – моноэтаноламина.

На всех коксохимических заводах обеспечен отсос газов, образующихся при загрузке коксовых печей, с их передачей в газосборник или соседнюю печь коксовой батареи, установлены газоплотные двери, мокрое тушение кокса осуществляется только биохимически очищенной водой, на углеподготовках и коксортировках используются эффективные газоочистные устройства.

На таких предприятиях, как КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ПАО «Донецккокс», ЧАО «Макеевкокс», ПАО «Ясиновский КХЗ», ПАО «Авдеевский КХЗ», ЧАО «Енакиевский коксохимпром», ПАО «Запорожжкокс» и др. внедряются коллекторные системы сбора выбросов от воздушников и емкостей с подачей их в газопровод коксового газа или на термокаталитическое обезвреживание.

Регулярно проводится диагностика и ремонт камер коксования с использованием современных технологий, что предотвращает переток сырого коксового газа в отопительную систему коксовых батарей, осуществляется замена старого оборудования на новое. Перечисленные выше мероприятия практически на всех заводах обеспечивают соблюдение текущих технологических нормативов допустимых выбросов.

Технологические нормативы (текущие и перспективные) допустимых выбросов для коксовых печей разработаны в УХИН и утверждены приказом Минприроды Украины от 29.09.2009 г. № 507.

Для внедрения перспективных технологических нормативов необходимо применение НДТ и реконструкция коксовых печей, срок эксплуатации которых превышает нормативный [6]. Следовательно, в бизнес-планах предприятий должны быть предусмотрены необходимые капитальные вложения и сроки введения в эксплуатацию новых коксовых батарей, отвечающих современным требованиям, при строительстве или реконструкции кото-

рых должны быть использованы современные технические решения и природоохранные мероприятия:

- двухступенчатый подвод тепла;
- регулирование давления в печах во время коксования – система PROven (на большинстве коксовых батарей ЕС-25 используется регулирование давления);
- стационарные установки беспылевой выдачи кокса с очисткой выбросов от пыли в рукавных фильтрах [7];
- применение газоплотных дверей усовершенствованной конструкции, обеспечивающих высокую герметичность;
- отопление коксовых батарей очищенным от сероводорода коксовым газом (при этом концентрация диоксида серы в отходящих газах не должна превышать 500 мг/м^3);
- тушение кокса очищенной сточной водой с установкой в тушильных башнях каплеотбойников либо применение усовершенствованных методов тушения с подачей воды сверху и снизу тушильного вагона, тушение в башнях конфузорно-диффузорного типа и другие методы, уменьшающие каплеунос и объем испаряющейся воды;
- строительство высокоэффективных газоочистных установок [7];
- использование избыточного коксового газа для производства электроэнергии либо другие методы его эффективного использования [8];
- другие технологии, позволяющие с оправданными финансовыми затратами обеспечить снижение выбросов загрязняющих веществ.

Для контроля выбросов загрязняющих веществ коксовые батареи должны быть оборудованы газоанализаторами, обеспечивающими непрерывный мониторинг, а также системами видеомониторинга.

Мировые тенденции дальнейшего развития коксохимического производства сводятся к использованию коксовых реакторов вместо многокамерных коксовых печей. Эти системы позволяют сократить количество источников выбросов, печевыдач кокса, расширить ассортимент применяемого угля и др.

Строительство новых батарей, а также реконструкция существующих коксовых батарей с комплексом природоохранных мероприятий позволят обеспечить соблюдение перспективных технологических нормативов выбросов загрязняющих веществ и в целом в значительной степени улучшить качество атмосферного воздуха.

Однако, учитывая высокую степень износа печного фонда коксохимических заводов Украины, для внедрения природоохранных мероприятий потребуются определенный период времени и значительные финансовые затраты.



ВЫВОДЫ

На коксохимических предприятиях Украины постоянно внедряются новые технологии и природоохранные мероприятия, которые обеспечивают снижение выбросов загрязняющих веществ и соблюдение текущих технологических нормативов.

Наличие устаревшего печного фонда не позволяет одновременно на всех предприятиях внедрить перспективные технологические нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ на коксовых печах.

При модернизации и реконструкции новых коксовых печей на стадии проекта необходимо применение наилучших доступных отечественных технологий, которые позволят снизить выбросы загрязняющих веществ, полноценно использовать сырье и энергоресурсы.

Коксохимическим заводам необходимо завершить разработку бизнес-планов развития предприятия с учетом внедрения природоохранных мероприятий, позволяющих достичь перспективных технологических нормативов допустимых выбросов от коксовых печей.

Учитывая степень износа оборудования и большие финансовые затраты, сроки внедрения перспективных технологических нормативов допустимых выбросов на коксохимических предприятиях требуют дополнительного рассмотрения в Минприроды Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» (від 16.10.1992 р. № 2707-XII) // Матеріали з впровадження нового механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря / За ред. С.С. Куруленка – Київ: ДЕІ Мінприроди України, 2007. – 216 с.
2. Директива 2008/1/ЄС Європейського парламенту та ради від 15.01.2008 р. про комплексне запобігання і контроль забруднення (кодифікована версія). Офіційний вісник Європейського Союзу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sda.gov.ua:8080/control/uk>
3. Наилучшие зарубежные технологии по снижению выбросов загрязняющих веществ на коксохимических заводах (Best Available Techniques Reference Document On the production of Iron and Steel / December – 2001). Рекомендации для внедрения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eippcb.jrc.es/reference/>
4. Анализ состояния и учет печного фонда и основных цехов коксохимических предприятий Украины (по состоянию на 01.01.2010 г.). – Харьков: ГИПРОКОКС, 2010. – 20 с.
5. Ковалев, Е.Т. Эффективность охраны окружающей среды на коксохимических предприятиях Украины / Е.Т. Ковалев, А.С. Малыш, А.Л. Борисенко, Л.П. Банников, Т.П. Григорьева, И.М. Дубичинская // Общие вопросы промышленной экологии. – 2006. – № 3. – С. 6–8.
6. 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 // Углекимический журнал. – 2010. – № 3–4. – С. 104–110.
7. Зингерман, Ю.Е. Снижение пылевых выбросов на коксохимических предприятиях / Ю.Е. Зингерман, Т.Ф. Трембач // Общие вопросы промышленной экологии. – 2006. – № 3. – С. 17–19.
8. Войтенко, Б.И. Анализ энерго- и ресурсопотребления на предприятии и разработка рекомендаций по внедрению энергосберегающих технологий / Б.И. Войтенко, В.Н. Рубчевский, В.С. Шарагин, И.В. Шульга, А.С. Малыш, А.Л. Борисенко, К.Е. Кныш // Углекимический журнал. – 2009. № 1–2 – С. 82–92.

Поступила в редакцию 11.11.2011

Проаналізовано існуючий стан коксохімічних заводів України. Надано природоохоронні об'єкти технології та устаткування, що знаходяться на стадії проектування чи будівництва. Розглянуто найкращі доступні технології та можливості їх впровадження на коксохімічних підприємствах України для досягнення технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин.

The analysis of the current state of Ukrainian by-product coke plants is given. Objects aimed at environment protection being at the stage of developing or implementing are presented. The best available technologies and possibility of their implementation at by-product coke plants of Ukraine for the purpose of achieving technological standards of permissible emissions are considered.