

## О НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ В ОАО «КОКС».

Герасимов С.В., к.х.н., начальник отдела по ООС, Р и ЧС, ОАО «Кокс»

*Аннотация.* Рассмотрен вопрос создания в РФ справочника по наилучшим доступным технологиям в коксохимической подотрасли. Представлен перечень технологий, применяемых в ОАО «Кокс», в сопоставлении с содержательной частью европейских справочников НДТ «Производство чугуна и стали» и «Эффективное использование энергии», а также инновационных технологий на основе собственных научных разработок.

*Ключевые слова:* наилучшие доступные технологии, НДТ, коксохимическое производство, ОАО «Кокс»

Черная металлургия является одной из наиболее экологически опасной отраслью реального сектора экономики. Так, согласно исследованиям, проведенными эколого-энергетическим агентством «Интерфакс-ЭРА» [1], среди шестнадцати основных отраслей черная металлургия занимает первое место по энергопотреблению и второе – по интегральному воздействию на окружающую среду (табл.1).

Таблица 1.

Эко-энергетические и технологические показатели отраслей промышленности РФ

Отрасль	Потребление всех видов энергии	Интегральные воздействия на окружающую среду	Технологическая эффективность
Энергетика	188.6 / 2	152.1 / 3	189.0 / 2
Нефтедобыча	96.3 / 6	235.3 / 1	20.3 / 16
Нефтепереработка	148.1 / 4	42.6 / 10	215.4 / 1
Газовая	162.1 / 3	66.4 / 8	152.5 / 3
Угольная	18.0 / 11	73.0 / 7	26.0 / 15
<b>Черная металлургия</b>	<b>290.0 / 1</b>	<b>223.9 / 2</b>	<b>77.2 / 7</b>
Цветная металлургия	71.3 / 8	117.6 / 5	53.6 / 11
Химия и нефтехимия	82.6 / 7	38.5 / 12	145.0 / 4
Транспорт	96.7 / 5	136.1 / 4	70.8 / 8

Источник: <http://interfax-era.ru/chernaya-metallurgia>

И хотя удельный вес коксохимии в черной металлургии по этим показателям невелик: 1% по экологической нагрузке и менее 5% - по энергопотреблению со стороны, однако в силу того, что предприятия по производству продуктов коксования исторически были градообразующими и, как следствие, располагаются в городской черте, то их деятельность находится под пристальным

вниманием как административных органов, так и городского населения в целом.

Аналогичную картину можно наблюдать и в остальном мире – именно черная металлургия оказывает одно из наибольших антропогенных воздействий на окружающую среду. Поэтому не случайно, что принцип наилучших доступных технологий (Best Available Techniques – BAT) появился впервые в Европе применительно к предприятиям металлургического комплекса. Впервые этот принцип, охарактеризованный как «наилучшие доступные технологии без чрезмерных затрат» (Best available techniques not entailing excessive costs - BATNEEC) был сформулирован в Директиве рабочей группы по атмосферному воздуху (Air Framework Directive - AFD) в 1984г.

В 1996г. Данный принцип был переосмыслен и изложен в Директиве по Комплексному предупреждению и контролю загрязнений (Integrated pollution prevention and control /IPPC), 96/61/ЕС., и рассматривал вопросы применения наилучших доступных технологий в отношении трех компонентов окружающей среды – атмосферного воздуха, водных объектов и почв. Согласно указанной Директиве под наилучшей доступной технологией понимался такой способ деятельности производственного предприятия, при использовании которого производственная система в течение всего своего жизненного цикла оказывает на окружающую среду наименьшее воздействие.

В развитие Директивы постепенно создавались (и до сих пор создаются) единые для всех европейских стран справочники по НДТ (BREF – Bat REference document). В тридцати трех справочниках (26 – отраслевых и 7 – сквозных) указан перечень технологий, считающихся на момент создания справочника самыми лучшими с точки зрения соблюдения экологических требований и доступных для предприятий, заинтересованных в их применении.

До недавнего времени в большинстве нормативных документов Российской Федерации сохранялся термин «наилучшие существующие технологии - НСТ». Федеральным законом №219-ФЗ [2] внесены изменения в Федеральный закон «Об охране окружающей среды», и с начала 2015г. введено в действие определение: «наилучшая доступная технология - технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критерии достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения» [3].

Распоряжением Правительства РФ № 2178-р [4] определен график разработки отечественных справочников, согласно которому российский справочник по НДТ в области черной металлургии (в том числе, коксохимии), должен быть создан в 2017 г., а Федеральный закон [2] предусматривает введение в действие справочника в 2019 г. Таким образом, на настоящий момент не существует каких-либо предписывающих документов по внедрению экологически безопасных технологий. Однако отечественные предприятия, особенно те, чья продукция шла на экспорт, инициировали внедрение технологических нормативов, основанных на применении наилучших имеющихся (доступных) технологий, ис-

пользуя данные, заложенные в европейских справочниках (BREF) при планировании модернизации производств.

Что касается коксохимического производства, то его модернизация имеет свою отличительную особенность, присущую технологиям, в которых высокая производительность достигается либо при высоких температурах (нефтепереработка, металлургия) либо в условиях агрессивной химической среды (химия, нефтехимия). Такие технологические процессы требуют особых и весьма затратных мер защиты человека и природной среды. Усиление «контура защиты» и изоляции технологического процесса (компактность завода, наличие замкнутых водооборотных циклов, аспирация и очистка воздуха) одновременно ведет к сокращению удельных воздействий на среду. При этом организация производства, ресурсное обеспечение, кадры в производстве кокса имеют значительно меньший по сравнению с другими отраслями эффект – главное здесь технологии, а для их модернизации (а не текущего ремонта и обслуживания) нужны ресурсы и значительные разовые вложения [1].

Следовательно, наибольший эколого-энергетический результат может быть получен, в первую очередь, при строительстве и вводе в эксплуатацию новых коксовых батарей и иных объектов, требующих значительных капитальных затрат. Учитывая это обстоятельство, европейские справочники по НДТ предусматривают условное разделение по трем группам:

- НДТ для старых заводов (более 20 лет эксплуатации),
- НДТ для новых и строящихся заводов,
- перспективные технологии (имеющиеся в мировой практике, но не в Европе).

В рамках модернизации производства, которое началось с начала 2000-х годов, ОАО «Кокс» руководствовалось собственными научными разработками, а позже стало использовать в качестве технологического ориентира документ ЕС «Iron and steel production» (Производство чугуна и стали) [5], раздел «BAT for coke oven plants» (НДТ для коксовых заводов), согласно которому определен комплекс технологий, разделенный по группам технологических операций, включая также общесистемные рекомендации.

К мероприятиям **общего характера** относятся:

- тщательное техническое обслуживание печных камер, дверей коксовых печей и уплотнений рам, стояков, загрузочных отверстий и другого оборудования (систематическая программа, выполняемая специально подготовленным персоналом);
- очистка дверей, уплотнений рам, загрузочных отверстий, крышек, стояков, а также поддержание свободного потока газа в коксовых печах.

Процесс **загрузки** предпочтительно осуществлять углезагрузочными вагонами. С комплексной точки зрения «бездымная» загрузка или последовательная загрузка с использованием двойных стояков или перекидных труб является предпочтительной, т.к. очистка всех газов и очистка от твёрдых веществ осуществляются в процессе очистки коксового газа. Однако если газы выделяются и очищаются вне коксовой печи, предпочтительным способом является загрузка с наземной очисткой выделяемых газов. Очистка должна состоять из эффек-

тивной эвакуации, последующего сжигания и тканевой фильтрации. Достижимы значения твёрдых выбросов <5 г/т кокса.

Для **коксования** эффективно сочетание следующих мер:

- чёткая, непрерывная работа коксовой печи без сильных колебаний температуры;
- применение дверей с гибким уплотнением с пружинным прижатием или кромочных дверей для обеспечения на печах ≤5% видимых выбросов (частота любых утечек по отношению к общему числу дверей) из всех дверей на новых заводах и ≤10% видимых выбросов из дверей на существующих заводах;
- стояки с гидрозатворами позволяют снизить видимые выбросы до <1% (частота любых утечек по отношению к общему числу стояков) из всех труб;
- заливка загрузочных люков глиняной сусpenзией (или другим подходящим уплотнительным материалом) позволяет снизить видимые выбросы до <1% из всех люков;
- планирные дверцы, снабжённые уплотнителем, позволяют снизить видимые выбросы до <5%.

С целью снижения выбросов в ходе **обогрева коксовых батарей** необходимо:

- использовать обессеренный коксовый газ;
- предотвращать утечки между печной камерой и отопительной камерой за счёт стабильной работы печи,
- своевременно проводить ремонт мест газования между печной и отопительной камерами.

Применение технологии деазотизации (low- $\text{NO}_x$ ) при строительстве новых батарей, таких как ступенчатое сжигание (на новых современных заводах достижимы выбросы порядка 450-700 г/т кокса). Из-за высокой стоимости денитрификация дымового газа (например, процесс SCR) не применяется, кроме тех случаев, когда ситуация на новых заводах не позволяет обеспечить экологическую безопасность.

В процессе **выдачи кокса из печных камер** применение интегриированного зонта на коксовозном вагоне, наземная очистка газа тканевым фильтром и использование коксотушильного вагона, работающего с одной установки, позволяет достичь уровня выбросов взвесей менее 5 г/т кокса (выбросы дымовой трубы).

Поскольку **тушение кокса** возможно в двух вариантах – мокром и сухом, то BREF предусматривает экологически безопасные технологии также в двух вариантах. При этом для снижения выбросов взвесей при мокром тушении до величины менее 50 г на тонну кокса исключается использование технологической воды с существенным составом органических веществ (стоки коксового производства, стоки с высоким содержанием углеводородов и т.д.) в качестве тушильной.

Сухое тушение кокса должно обязательно сопровождаться утилизацией физического тепла и улавливанием пыли при загрузке, транспортировке, распаковке с помощью тканевой фильтрации. В соответствии с настоящими ценами

на энергоресурсы в ЕС понятие «эксплуатационной / стоимостной / природоохранной выгоды» диктует жёсткие ограничения по применению сухого тушения. Кроме того, необходимо использовать полученную энергию.

К мерам, фактически обеспечивающих газоплотную эксплуатацию **установок очистки коксового газа**, можно отнести следующие:

- минимизация количества фланцев путём заварки штуцеров, по возможности;
- использование газоплотных насосов (например, магнитных);
- исключение выбросов дыхательных клапанов в баках-хранилищах путём соединения выхода клапана с газосборником коксовой печи (или за счёт сбора газов и последующего сжигания).

**Биологическая очистка сточных вод** будет протекать существенно легче, если использовать предварительно отгонку аммиака с использованием щёлочи (при этом достигима концентрация NH<sub>3</sub> в стоках отпарной колонны 20мг/л), а также удаление каменноугольных смол и масел.

С помощью биологической очистки сточных вод, включающей стадию нитрификации / денитрификации, достигается:

– снижение ХПК:	> 90 %
– сульфиды:	< 0,1 мг/дм <sup>3</sup>
– ПАУ (б Borneff) <sup>1</sup> :	< 0,05 мг/дм <sup>3</sup>
– цианиды:	< 0,1 мг/дм <sup>3</sup>
– фенолы:	< 0,5 мг/дм <sup>3</sup>
– азот суммарный (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> и NO <sub>2</sub> ):	< 30 мг/дм <sup>3</sup>
– взвешенные вещества:	< 40 мг/дм <sup>3</sup>

Эти концентрации основаны на удельном объеме сточной воды 0,4 м<sup>3</sup>/т кокса.

В принципе, все вышеперечисленные технологии могут применяться как на новых, так и на существующих коксохимических производств, кроме технологий снижения оксидов азота (только для новых заводов).

В 2012 г. опубликовано новое издание европейского справочника по чёрной металлургии с внесением списка технологий, появившихся после 2005г. Так, раздел «Коксохимические заводы» пополнился главой по углеподготовительным операциям (проведение, насколько это возможно, операций по разгрузке, дроблению, хранению углей и шихт в закрытых помещениях), внесению норматива по роданид-ионам в процесс биохимической очистки сточных вод и др.

В ОАО "Кокс" применяются [6] большинство указанных в справочнике BREF технологий. Исключение составляют следующие:

- вместо гидроуплотнения стояков применяется пневмоуплотнение, обеспечивающее снижение выбросов до уровня не более 1%, т.е. на уровне нормы BREF, при этом отсутствует загрязнение воды;

<sup>1</sup> Сумма флуорантрена, бенз[b]флуорантрена, бенз[k]флуорантрена, бенз[a]пирена, индено[1,2,3-c,d]пирена и бенз[g,h,i]перилена.

- применяемая технология отопления батарей с частичной рециркуляцией продуктов сгорания обеспечивает концентрацию оксидов азота в дымовых газах не более 300-500 мг/нм<sup>3</sup> (по нормам BREF ≤ 450-770 мг/нм<sup>3</sup>);
- удаление соединений серы из коксового газа не проводится, поскольку в качестве сырья используются малосернистые угли Кузнецкого бассейна (однако на предпроектном уровне рассматривается вопрос удаления соединений серы из дымовых газов на будущих батареях);
- не внедрена стадия нитрификации/денитрификации в процессе биологической очистки сточных вод, поскольку значительная часть сточных вод идет для утилизации избытка коксового газа в присутствии воды с целью снижения оксидов азота (неселективное восстановление NO<sub>x</sub> аммиачной водой).

Среди инновационных природоохранных технологий ОАО "Кокс", которые в соответствии с [1] можно отнести к НДТ, следует отметить:

- технологию очистки коксового газа круговым фосфатным способом со сжиганием аммиака из пароаммиачных смесей в циклонных реакторах с котлом-утилизатором;
- применение локальных и стационарных установок беспылевой выдачи кокса;
- технологию локализации и очистки выбросов при снятии и очистке дверей печных камер;
- технологию шнековой загрузки коксовых печей;
- трехстадийную биохимическую очистку сточных вод с частичной утилизацией избытков коксового газа и сточной воды;
- технологию разгрузки камер УСТК с применением роторных затворов;
- применение коллекторных систем сбора и обезвреживания выбросов из воздушников емкостного оборудования, используя явление внутренних газоперетоков для сокращения сброса в атмосферу;
- организацию замкнутых водооборотных циклов с использованием всех видов сточных вод (производственных, ливневых, шламовых и хозяйствственно-бытовых) с целью создания полностью бессточного коксохимического производства;
- сооружение автоматизированного закрытого склада угля (что исключило проведение операций по приему, хранению и переработки углей и шихты на открытом воздухе).

Некоторые из перечисленных технологий обладают новизной и впервые осуществлены в ОАО "Кокс". Они отличаются более высоким экологическим эффектом, чем известные зарубежные достижения и на этом основании могут быть рекомендованы для применения на других отечественных заводах. Однако формальным препятствием для расширения географии передовых технологий может стать, во-первых, квалификация технологий на отечественном уровне при их существовании на двух и более предприятиях и, во-вторых, отсутствие раздела «перспективные технологии» (что при уникальности применения процесса на одном заводе позволило бы рекомендовать его для дальнейшего рас-

пространения). Тем не менее, ОАО «Кокс», продолжает работу по внедрению экологически ориентированных и ресурсосберегающих технологий.

Так, в настоящее время в рамках следования европейскому справочнику «Energy Efficiency» (Эффективное использование энергии) на заводе продолжаются работы по исчерпывающему использованию коксового газа – побочного продукта при производстве кокса. С сентября 2014 года на территории ОАО «Кокс» ведется строительство комплекса электростанции, которая в качестве топлива будет использовать излишки коксового газа. Пуск в эксплуатацию электростанции, намеченный на 2016г., позволит улучшить экологическую обстановку в городе благодаря трем составляющим.

1. Исключение перебоев с подачей электроэнергии от внешних источников, что повышает энергобезопасность завода и уменьшает риск возникновения аварий и инцидентов, сопровождающиеся залповыми выбросами вредных веществ в атмосферу.

2. Экологически значимым фактором функционирования такой электростанции является ресурсосбережение. Вследствие того, что в качестве топлива используется побочный продукт – коксовый газ, экономятся природные ресурсы – уголь, природный газ и вода; сокращается до минимума потребление тепловой и электроэнергии со стороны.

3. Немаловажным аргументом также следует считать снижение выбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессе утилизации газа в контролируемых условиях на котлах электростанции по сравнению со свободным горением на свече, в частности, оксидов азота.

Таким образом, в результате работ, направленных на обеспечение экологической и энергетической безопасности коксохимического производства, в ОАО «Кокс» определен ряд технологий, которые, несомненно, претендуют на право называться наилучшими.

#### Список литературы.

1. Мартынов А.С., Артюхов В.А., Забелин С.И. и др. Энергопотребление и эко-энергетическая эффективность отраслей экономики Российской Федерации. Черная металлургия (обзор). / Эколого-энергетическое рейтинговое агентство Интерфакс-ЭРА, 25 января 2013 г. - <http://interfax-era.ru/chernaya-metallurgia>

2. Федеральный закон от 21.07.2014г. №219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

3. Федеральный закон от 10 января 2002г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», ст. 1.

4. Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2014 N 2178-р «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015-2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий».

5. Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel (Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), December 2001.

6. Использование наилучших существующих технологий на ОАО «Кокс» по ресурсосбережению, охране атмосферного воздуха и водных объектов: Тезисы докл. семинара повышения квалификации инспекторского состава территориальных органов Росприроднадзора в СФО. – Кемерово, 2010. – 36с.