

УДК 662.741.355.002.5

С.Ю. АБДУЛЛИН, начальник отдела, **И.В. ТАТАРКА**, инженер III категории

Государственное предприятие по проектированию предприятий коксохимической промышленности (ГИПРОКОКС), г. Харьков

УТИЛИЗАЦИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ ЦИРКУЛИРУЮЩИХ ГАЗОВ УСТАНОВОК СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА

Представлены два способа обезвреживания и утилизации избыточных циркулирующих газов установок сухого тушения кокса. Рассчитан состав выбросов и определены экономические показатели работы двух установок, сделаны выводы о целесообразности их применения.

Ключевые слова: нормативы допустимых выбросов, оксид углерода, пыль, котел утилизации, установка термokatалитического восстановления, количество вредных выбросов.

На коксохимических предприятиях одним из источников вредных выбросов является установка сухого тушения кокса (УСТК). Ввиду особенности технологии сухого тушения кокса необходимо постоянно сбрасывать часть газа, циркулирующего в контуре УСТК, через специальные свечи. Избыточные циркулирующие газы имеют высокое содержание СО и коксовой пыли.

Приказом Минприроды Украины от 29.09.2011 г. № 507 установлены текущие и перспективные технологические нормативы допустимых выбросов по оксиду углерода и пыли через сбросные свечи УСТК:

- текущий норматив:
 - оксид углерода – 8000 мг/м³ выбросов;
 - пыль – 800 мг/м³ выбросов;
- перспективный норматив (с 2015 г.):
 - оксид углерода – 500 мг/м³ выбросов;
 - пыль – 50 мг/м³ выбросов.

По имеющимся данным, на УСТК ПАО «Алчевсккокс» фактические выбросы пыли превышают нормативные в 5 раз; согласно перспективному нормативу, по оксиду углерода – превышение в 14–15 раз, по пыли – в 80–88 раз.

С целью повышения экологической безопасности разрабатываемых установок – минимизации воздействия на окружающую природную среду Гипрококсом разрабатываются технические решения по герметизации тракта УСТК, аспирации узлов выгрузки и загрузки кокса.

Согласно литературному обзору, который коррелируется с опытом Гипрококса, содержание СО в избыточных циркулирующих газах УСТК возможно снизить двумя различными способами:

1. Осуществление более полного дожига горючих компонентов циркулирующего газа (СО и Н₂) до СО₂ и Н₂О в кольцевом газоходе УСТК путем увеличения регулируемого подсоса воздуха. Однако одновременно



происходит рост угара кокса – в настоящее время первый способ не используется, так как он экономически нецелесообразен.

2. Снижение выбросов СО в атмосферу за счет утилизации избыточных циркулирующих газов УСТК путем их сжигания и очистки от пыли в отдельной установке. Этот способ для УСТК не реализован – подобные установки успешно используются для обезвреживания газов коксовых батарей [6].

На сегодняшний день на территории Украины УСТК работают на ПАО «Алчевсккокс» и ПАО «Авдеевский КХЗ», планируется их строительство и на многих других предприятиях. Кроме того, по проекту Гипрококса большое количество установок сухого тушения кокса построено на территории России и стран дальнего зарубежья. Новые технические решения, разработанные Гипрококсом, позволяют эффективно утилизировать избыток циркулирующих газов.

Способы обезвреживания избытка циркулирующих газов

Технология сухого тушения кокса предусматривает необходимость сбрасывания вредных веществ в атмосферу, поскольку многократная циркуляция газов через раскаленный кокс приводит к изменению состава газа, в частности, способствует увеличению количества СО (до 21–28 %), а следовательно, установка становится взрывоопасной, газ – высокотоксичным. Для снижения взрывоопасности установки необходимо уменьшать концентрации горючих компонентов в циркулирующем газе, что осуществляется разбавлением смеси азотом, а также дожиганием оксида углерода при помощи подачи воздуха в зону высоких температур. Образующийся избыток газов сбрасывается через свечу из контура циркуляции в атмосферу.

Коксовая пыль, которая содержится в выбрасываемых циркулирующих газах, может быть эффективно очищена с помощью тканевых рукавных или карманных фильтров. Для очистки от пыли «Гипрококс» разработал различные технические решения как по индивидуальным фильтрам для каждого блока, так и по общим для всей УСТК. С помощью используемых фильтров концентрация пыли может быть снижена до 10–20 мг/м³, что соответствует требованиям действующих норм. Такие фильтры достаточно компактны и имеют низкое аэродинамическое сопротивление.

Одним из способов утилизации избытков цирк. газов, разработанных Гипрококсом, является дожигание СО с помощью котла утилизации избытков циркулирующих газов.

Котел КО предназначен для утилизации избытков циркулирующих газов УСТК путем сжигания их в смеси с коксовым газом в топке с предварительной очисткой газа от коксовой пыли в фильтре. Общий вид котла представлен на рис. 1.

Дожигание происходит следующим образом. Избыток циркулирующих газов направляется в котел КО с помощью специального дымососа. Ввиду низкой калорийности циркулирующих газов в котел также подается коксовый газ для обеспечения необходимого режима горения. Воздух в топку подается с помощью вентилятора. В результате горения смеси происходит процесс окисления СО до СО₂. На выходе из котла содержание СО составляет около 100 мг/нм³ газа, содержание NO_x – 200 мг/нм³ газов.

Представленный на рис. 1 котел КО предназначен для обезвреживания избытков циркулирующих газов в количестве от 10 000 до 15 000 нм³/час. В зависимости от режима работы котла расход коксового газа составляет 500–1500 нм³/ч. Котел КО не только обезвреживает цир-

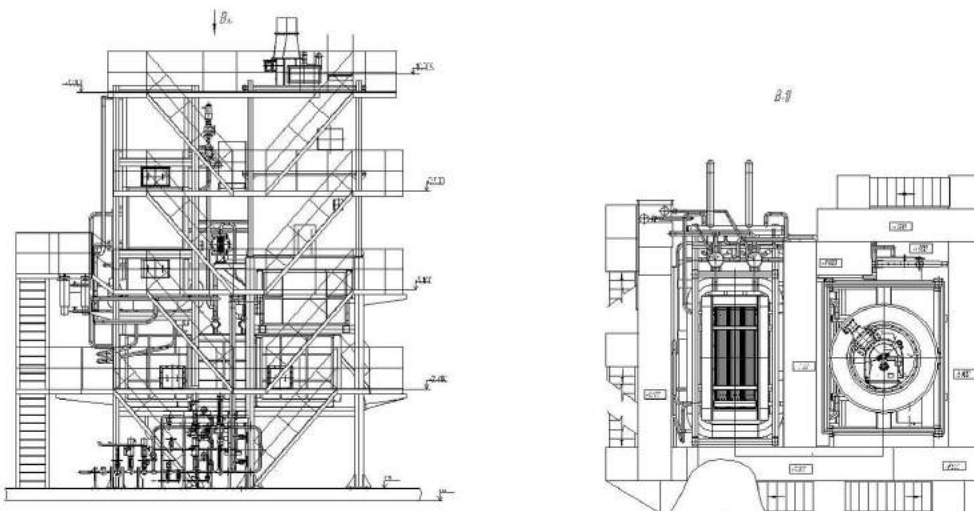


Рисунок 1 – Общий вид котла КО

кулирующие газы, но и позволяет получать дополнительный пар в количестве до 15 т/час, который может использоваться на технологические нужды предприятия.

Котел КО может быть размещен непосредственно в котельной УСТК или в отдельном здании поблизости от установки сухого тушения кокса. Габаритные размеры помещения, требуемого для установки котла утилизации, представлены на рис. 2.

Гипрококс разработал рабочую документацию по строительству узла утилизации избыточных циркулирующих газов с применением котла КО для ряда коксохимических предприятий России. В настоящее время заканчивается реализация одного из проектов на УСТК одного из коксохимических заводов России. Пуск установки планируется осуществить в 2012 г.

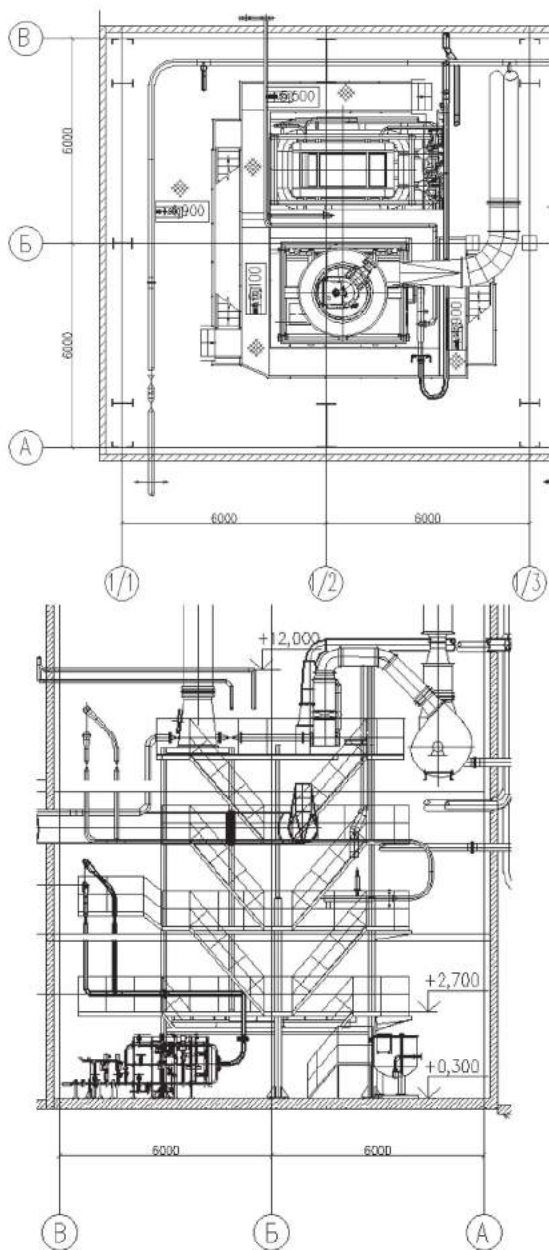


Рисунок 2 – Размещение котла КО

В настоящее время Гипрококсом ведется разработка альтернативного способа обезвреживания избытков циркулирующих газов. В основе этой технологии лежит принцип каталитического окисления угарного газа.

Установка термокаталитическая (УТК) предназначена для термокаталитического окисления оксида углерода до углекислого газа.

УТК имеет модульную конструкцию и включает в себя:

- теплообменный терморекуперативный модуль (теплообменник);
- нагревательный модуль (серия электронагревателей);
- реактор (отсек с катализатором, в объеме которого происходит процесс окисления угарного газа).

На рис. 3 представлен общий вид установки термокаталитического окисления.

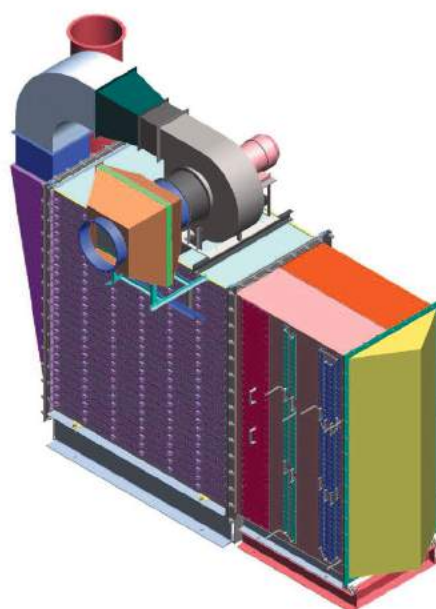


Рисунок 3 – Установка термокаталитического разложения

Установка работает следующим образом. Очищенный от пыли газ направляется в УТК и, проходя через группу теплообменных модулей, нагревается, забирая тепло от перекрестного выходного нагретого потока, а затем поступает в реактор. В реакторе происходит каталитическая очистка газа от вредных веществ до концентраций, не превышающих ПДК.

Находящийся в реакторе катализатор на основе пениметалла характеризуется низким значением теплоемкости и высокой теплопроводностью, разогрет до требуемой температуры. Оксид углерода, попадая на катализатор, окисляется кислородом воздуха в диоксид углерода и вытесняется потоком из зоны реакции.

В результате экзотермической реакции окисления выделяемое тепло расходуется на нагрев катализатора и



уходящих газов. Этого тепла достаточно для обеспечения процесса окисления в реакторе без подвода дополнительного тепла от постороннего источника. Сам по себе катализатор – вещество, которое не участвует в химической реакции, но обеспечивает ее возможность при низких температурах. Согласно выполненным расчетам, температура адиабатического окисления составляет порядка 360 °С, а, по данным изготовителя, для эффективной работы установки требуется температура 200–250 °С.

Производительность одного модуля установки термokatалитической составляет 5000 нм³/час. Установка термokatалитического окисления достаточно компактна (рис. 4), поэтому может быть установлена на каждом блоке УСТК отдельно. Для сброса уходящих газов могут быть использованы «холодные» свечи УСТК.

Эффективность реактора составляет 99 %, поэтому позволяет существенно снизить выбросы CO, NO_x, не образуется, поскольку реакция происходит при низкой температуре. УСТК, входящая в комплекс коксовой батареи № 10-бис ПАО «Алчевсккокс», состоит из трех блоков «камера-котел», введена в эксплуатацию в 2007 г. и предназначена для тушения кокса. В работе одновременно находятся два или три блока.

Технические решения по утилизации избытков циркулирующих газов на ПАО «Алчевсккокс»

Согласно выполненным расчетам, избыток циркулирующих газов с каждой свечи будет составлять 3000–5000 нм³/час.

Для утилизации избытков циркулирующих газов в проекте могут быть применены обе вышеописанные технологии. Однако строительство узла утилизации избытков

циркулирующих газов с дожиганием газов в котле КО значительно удалено от УСТК, что влечет дополнительные затраты на передачу избыточных циркулирующих газов.

Модули УТК могут быть размещены непосредственно на площадках пылесадительного пролета УСТК. Компоновка котельной УСТК с использованием УТК-5000 для каждого блока УСТК отдельно может выглядеть следующим образом (рис. 5).

В настоящее время ПАО «Алчевсккокс» и ряд зарубежных заказчиков проявляют большой интерес к представленным разработкам.

Согласно выполненным экологическим расчетам определены основные показатели работы установок. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительная таблица двух технологий обезвреживания избытков циркулирующих газов

Состав выбросов	Выбросы после котла утилизации	Выбросы после трех УТК-5000 (эффективность реактора 99 %)
CO ₂ Массовый расход, г/с Концентрация, мг/м ³	1 691 144 136	1 425 149 424
CO Массовый расход, г/с Концентрация, мг/м ³	1,163 99,16	4,14 433
SO _x Массовый расход, г/с Концентрация, мг/м ³	0,358 30,53	0 0
NO _x Массовый расход, г/с Концентрация, мг/м ³	0,66 56,31	0 0

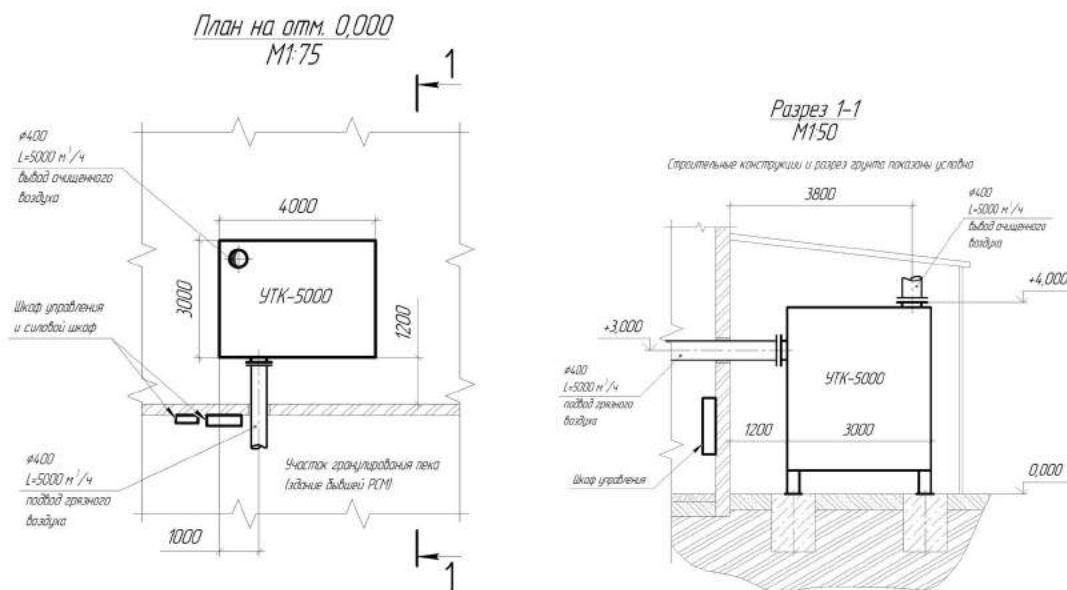


Рисунок 4 – Размещение установки УТК

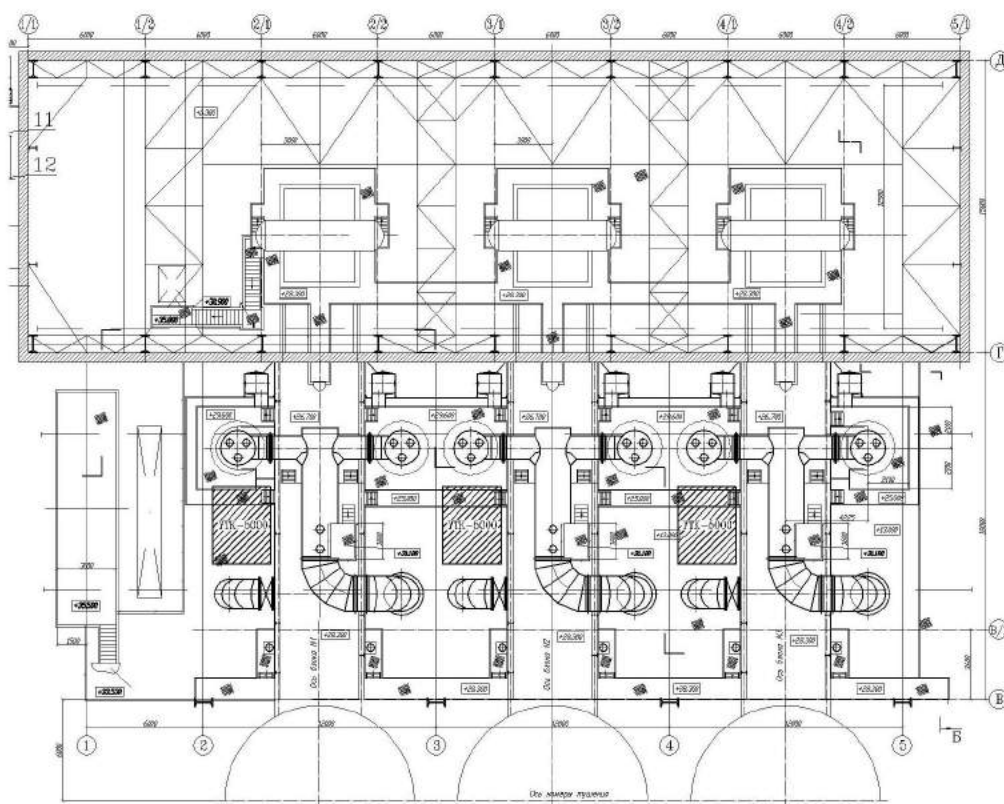


Рисунок 5 – Компоновка котельной УСТК с использованием УТК-5000

Указанные концентрации не превышают текущие и перспективные технологические нормативы, установленные Приказом Минприроды Украины от 29.09.2011 г. № 507, допустимых выбросов через сбросные свечи УСТК по оксиду углерода и пыли. По предварительной оценке, затраты на строительство котла утилизации избытков циркулирующих газов КО, включающие вспомогательное оборудование (фильтр, дымосос, вентилятор), составляют порядка 19 млн грн, затраты на строительство трех УТК-5000 – порядка 10 млн грн.

ВЫВОДЫ

В рамках постоянной работы Гипрококса по повышению экологической безопасности установок сухого тушения кокса разработаны новые технологии минимизации воздействия УСТК на окружающую природную среду. Избыточные циркулирующие газы, имеющие высокое содержание СО и коксовой пыли, могут быть очищены от этих загрязняющих веществ до величин, не превышающих предельно допустимых концентраций.

На сегодняшний день Гипрококс разработал две технологии, позволяющие снизить концентрацию вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Такими технологиями являются установка котла утилизации избытков циркулирующих газов КО и установка каталитического окисления УТК.

УТК, занимающая значительно меньшую площадь по сравнению с котлом КО, может быть установлена для каждого блока отдельно. Для работы УТК-5000 дымосос не требуется – достаточно вентилятора малой мощности. Стоимость трех установок УТК-5000 ниже стоимости котла КО.

Следует заметить, что УТК-5000 позволяет исключить выбросы NO_x и SO_x, однако, по сравнению с котлом КО, концентрация СО в избыточном газе несколько выше.

Использование котла КО позволяет не только существенно снизить концентрацию вредных веществ, но и обеспечивает дополнительно выработку пара, который может быть использован на технологические нужды предприятия.

Необходимость строительства установок утилизации избыточных циркулирующих газов в Украине для всех существующих строящихся УСТК обусловлена Приказом Минприроды № 507 от 29.09.2011 г., который с 2015 г. устанавливает более жесткие текущие и перспективные технологические нормативы допустимых выбросов через сбросные свечи УСТК.

Разработанные Гипрококсом технологии утилизации избыточных циркулирующих газов могут быть применены для снижения выбросов от различных установок сухого тушения кокса на территории Украины, России и стран дальнего зарубежья.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухое тушение кокса / М.Г. Теплитский, И.З. Гордон, Н.А. Кудрявая, М.С. Кручинин, Ю.М. Вотович. – М. : Metallurgy, 1971. – 264 с.
2. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час : разработана научно-исследовательским институтом охраны атмосферного воздуха (НИИАтмосфера) при участии Госкомэкологии Пермской области, Всероссийского научно-исследовательского теплотехнического института (ВТИ), энергетического института им. Г.М. Кржижановского (ЭНИИ) и ООО «Импульс-Холдинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://energyeffect.net/assets/docs/energy/53.doc>.
3. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) / А.М. Гурвич, Н.В. Кузнецов. – М. : Госэнергоиздат, 1957. – 232 с.
4. Справочник коксохимика. Т. V. Энергетика, автоматика, паротеплоснабжение, ремонтная служба / под ред. А.К. Шелкова. – М. : Metallurgy, 1966. – 454 с.
5. Основы практической теории горения / под ред. В.В. Померанцева. – Л. : Энергия, 1973. – 263 с.
6. **Данилин, Е.А.** Установка теплового обезвреживания и утилизация тепла дымовых газов коксовых батарей / Е.А. Данилин, М.С. Герман, Б.И. Войтенко, В.Н. Рубчевский, А.А. Лобов // Кокс и химия. – 2003. – № 12. – С. 36–39.
7. Обезвреживание избыточного теплоносителя установок сухого тушения кокса / С.Г. Стахеев, В.И. Сухоруков, С.А. Корчаков, Н.А. Мотин, А.Г. Черкащенко, А.А. Кауфман // Кокс и химия. – 2005. – № 10. – С. 15–19.

Поступила в редакцию 10.04.2012

Надано два способи знешкодження та утилізації надлишку циркулюючих газів установок сухого тушіння коксу. Розраховано склад викидів та визначено економічні показники роботи двох установок, зроблено висновки щодо доцільності їх застосування.

Two methods of mitigation and recovery of excess circulating gas of dry coke-quenching installations were developed. Emission composition after two recovery plants of excess circulating gas of dry coke-quenching installations was calculated. Economic performance of the two plants was determined; conclusions as to their application are given.