

УДК: 574

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Серебряков О.В.<sup>1</sup>, Прохорова Н.Л.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова–Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Россия, Воронеж, email: [o-ser00@mail.ru](mailto:o-ser00@mail.ru)

**В научной статье проведен анализ коксохимического производства, а именно, технология изготовления кокса, получаемое сырье, основные экологические проблемы данного производства. Эта тема очень актуальна в современном мире, так как коксохимические предприятия наносят колоссальный урон окружающей среде. Основными источниками выбросов являются дымовые трубы коксовых батарей, технологические операции загрузки и выгрузки коксовых печей и тушения кокса, градирни цикла конечного охлаждения газа, воздушники оборудования химических цехов, аспирационные системы. Один из основных разделов, коксохимия – обособленная часть химии и химической промышленности, специализирующаяся на переработке природного топлива (каменного угля) в кокс методом коксования. При этом даже побочные продукты, образующиеся в процессе (коксовый газ, масла, смолы), становятся исходным сырьем для ряда других производств: изготовления удобрений, химических реагентов, выпуска полимеров, моющих средств и прочего. Поэтому нужность этой отрасли сложно переоценить. В связи с этим стоит вопрос: Какие основные проблемы коксохимических производств и пути их решения? В данной статье была проведена работа изучения коксохимических производств, способ утилизации отходов и проведена оценка экологического риска от загрязнения атмосферного воздуха при выдаче кокса.**

Ключевые слова: кокс, коксохимическое производство, уголь, экологические проблемы, технология производства, экология, коксохимия, каменный уголь.

## **ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF COKE CHEMICAL PRODUCTION**

**Serebryakov O.V.<sup>1</sup>, Prokhorova N.L.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>VGLTU-Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova, Russia, Voronezh, email: [o-ser00@mail.ru](mailto:o-ser00@mail.ru)

**The scientific article analyzes the coke chemical production, namely, the technology of coke production, the raw materials obtained, the main environmental problems of this production. This topic is very relevant in the modern world, as coke chemical enterprises cause enormous damage to the environment. The main sources of emissions are smokestacks of coke batteries, technological operations of loading and unloading coke ovens and coke extinguishing, cooling towers of the final gas cooling cycle, air vents of chemical workshops equipment, aspiration systems. One of the main sections, coke chemistry is a separate part of chemistry and the chemical industry specializing in the processing of natural fuel (coal) into coke by coking. At the same time, even by-products formed in the process (coke oven gas, oils, resins) become raw materials for a number of other industries: the manufacture of fertilizers, chemical reagents, the production of polymers, detergents and other things. Therefore, the need for this industry is difficult to overestimate. In this regard, the question is: What are the main problems of coke chemical production and ways to solve them? In this article, the work of studying**

**coke chemical plants, the method of waste disposal was carried out and an assessment of the environmental risk from atmospheric air pollution during the issuance of coke was carried out.**

Keywords: coke, coke chemical production, coal, environmental problems, production technology, ecology, coke chemistry, coal.

**Введение.** В настоящее время коксохимическое производство - одно из самых «грязных» современных производств. Производство кокса является основным источником загрязнения окружающей среды фенолом, бенз(а)пиреном, другими органическими соединениями, аммиаком, оксидом углерода, соединениями азота и серы, водородом и пылью. Большинство этих веществ очень токсичны и могут превращаться в различные соединения при взаимодействии с другими веществами. Некоторые вещества (СО<sub>2</sub>, оксиды азота и метан) являются парниковыми газами и способствуют потеплению климата на планете.

Цель работы – изучение коксохимического производства, его историю создания, влияние на экологию и оценку загрязнения атмосферного воздуха при выдаче кокса.

В большинстве случаев коксохимические предприятия являются побочным продуктом в регионах со значительной концентрацией промышленного производства и высокой плотностью населения. При этом отказываться от кокса и коксохимических продуктов нельзя будет ни сегодня, ни в ближайшем будущем. Следовательно, необходимо развивать такие производственные мощности, которые бы поддерживали и пытались улучшить текущее состояние окружающей среды. Единственный способ уменьшить вредное воздействие в этой ситуации - это дальнейшее развитие современных технологий и производств, при одновременном снижении вредных выбросов и удельного расхода ресурсов и энергии на единицу продукции.

Задача работы - изучить технологию коксохимического производства, его влияние на окружающую среду и оценить экологический риск от загрязнения атмосферного воздуха при производстве кокса.

**Материалы и методы.** Основная цель – оценить уровень загрязнения атмосферы от коксохимических производств. В данной работе будет рассмотрен технологический процесс производства кокса, изучен состав коксового газа до и после обработки и предложены пути решения проблемы. Для проведения данного исследования были использованы литературные данные. В ходе работы применялись методы литературного анализа.

**Основная часть.** Сырьем для коксования служат специальные сорта каменных углей, способных спекаться (коксоующиеся угли). Добываются длиннопламенные (Д), газовые (Г), газожирные (ГЖ), коксовожирные (КЖ), жирные (Ж), коксовые (К), отточенноспекающиеся (ОС) и тощие (Т) угли. Угли марок ОС, Т, Г, ГЖ, Д дают плохой кокс. Однако ввиду дефицитности коксоующихся углей перед коксованием обычно составляют смесь углей разных сортов (шихту). В шихту можно ввести значительные количества самококсоующегося угля, чтобы общие свойства шихты обеспечивали нормальный процесс коксования.

В таблице 1 представлены данные по производству каменноугольного кокса в период с 1913 по 1965 гг. Данная таблица показывает, что спрос и, следовательно, производство кокса постоянно растет. Колебания производства кокса связаны с политической ситуацией в стране.

Таблица 1 - Динамика производства каменноугольного кокса в России, СССР и РФ

Год	Производство валового кокса, тыс. т	Год	Производство валового кокса, тыс. т
1913	444,3	1970	7540,4

Год	Производство валового кокса, тыс. т	Год	Производство валового кокса, тыс. т
1927	417,6	1980	8591,5
1937	2002,8	1992	30423,0
1940	2110,1	1994	25392,0
1945	1364,8	1997	25603,0
1955	4359,2	2000	28100,0
1965	6746,2	-	-

К основным производственным цехам относятся:

1. Угледобготовительный цех, в котором осуществляется прием, хранение, подготовка угля и получение угольной шихты для коксования;
  2. Коксовый цех, на котором угольная шихта подвергается термообработке для производства кокса и продуктов парогазового коксования;
  3. Цех охлаждения и улавливания парогазовых продуктов и выделения химических соединений (аммиак, сырой бензол, каменноугольная смола и др.);
  4. Цех по переработке уловленных продуктов (ректификация, перегонка гудрона, смолы и др.).
- Технология процесса коксования углей. Коксование осуществляется в высокопроизводительных коксовых печах, отапливаемых низкокалорийным (доменная печь) или высококалорийным (коксовая печь и др.) Газом. На рис. 1 показана одна из существующих схем производства кокса.

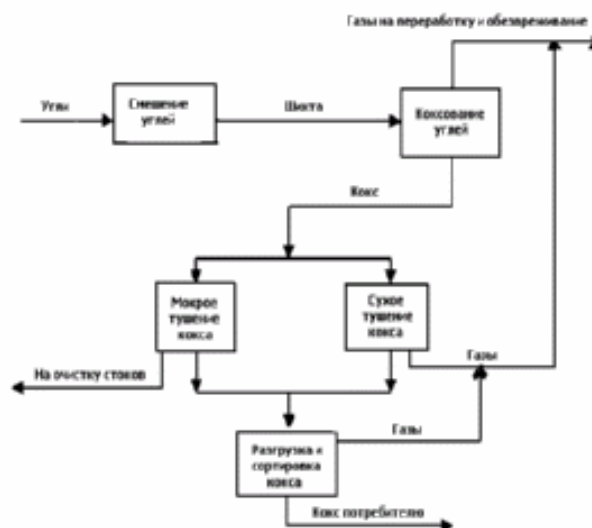


Рис. 1 – Схема производства кокса

В процессе коксования образуется большое количество сточных вод. Их приблизительное количество и состав можно представить следующим образом, в м<sup>3</sup>/т кокса:

1. Надсмольная вода после аммиачной колонны 0,280;
2. Вода из последнего цикла охлаждения 0,050;
3. Вода сепарации улавливания углеводородов бензола 0,076;

4. Сепарационные воды на установке по переработке смол 0,090;
5. Периодические оттоки 0,042;
6. Ливневой сток 0,046.

Итого, загрязненных стоков 0,584.

Основные проблемы коксохимического производства. Снижение уровня загрязнения воздуха в настоящее время является наиболее актуальной социально-экономической проблемой при производстве кокса.

Природоохранные мероприятия можно разделить на две группы:

1. Мероприятия технологического плана, предусматривающие уменьшение количества выхлопных газов и пыли от источника их образования;
2. Мероприятия, предусматривающие модернизацию, реконструкцию и внедрение нового пыле- и газоочистного оборудования с целью повышения эффективности его работы.

Наиболее опасными источниками пыли и аэрозолей при работе коксового блока, на который приходится около 70% газовых выбросов, являются стадия термической подготовки угля (до 3,5 кг/т кокса), выгрузка кокса (1 кг/т), загрузка печей (0,5 кг/т), мокрое тушение кокса (1,6 кг/т).

При бездымной загрузке угольной шихты в камеры коксования с помощью инъекции газов загрузки в газосборник эффективность улавливания газов составляет: при пароинъекции 95%, а при гидроинъекции 99%.

Выдача беспыльного кокса с использованием новой конструкции двухкамерного зонта с установкой отсоса и сухой очистки подаваемой пылегазовой смеси позволяет достичь:

- 1) эффективности сбора и очистки 99%;
- 2) локализация выбросов от АКБ выше 95%.

В России для совершенствования процесса вакуумно-карбонатной очистки коксового газа от серы существует новая схема регенерации абсорбционного раствора с отдельными круговыми циклами абсорбционного раствора и паро-опресненного конденсата через первичные газоохладители. был развит. реализовано. Последний пример. Использование прямого нагрева коксового газа для регенерации абсорбционного раствора вакуумной десульфуризации карбоната по этой схеме позволяет значительно снизить расход пара на десорбцию сероводорода и увеличить расход абсорбционного раствора на орошение газа для снижения остаточного сероводорода. содержание в очищенном газе. Следующие данные сравнивают содержание сероводорода до и после очистки. Хладагент используется для нагрева регенерированного абсорбирующего раствора и хладагента в верхних секциях охладителей первичного газа, непосредственно охлаждая коксовый газ с 80 до 82-65.

Таблица 2 – Состав коксового газа после конечного охлаждения, объёмн. %:

Аммиак	0,001
Пиридиновые основания	0,001
Бензолные углеводы	9,4
Сероводород	3,2
Цианистый водород	0,057
Углекислый газ	2,0
Водород	53,0
Метан	22,0
Кислород	0,33
Азот	3,0

Смола	0,001
Нафталин	0,01
СО	7,0

После сероочистки содержание сероводорода уменьшается в 800 раз.

Размещение пыле- и газоочистных сооружений по этапам технологической переработки исходных углей в кокс определяется технологией производства кокса.

Из новых технологических процессов производства кокса наиболее эффективны непрерывные схемы производства (получение формованного кокса, коксование в кольцевых печах и другие), при этом сводится к минимуму число зон загрузки и выгрузки.

Таблица 3 – Состав коксового газа после очистки от сероводорода, объём. %:

Водород	61,6
Метан	25,7
Углекислый газ	2,4
СО	6,6
Кислород	0,58
Азот	3,0
Смола	0,001
Нафталин	0,01
Цианистый водород	0,055
Сероводород	0,004
Бензол	0,05

**Результаты.** По статье В.Г. Лупенко, А.А. Осокиной, Л.Б. Павловича проблема защиты воздушного бассейна особенно остро стоит на коксохимическом производстве. При высокотемпературном пиролизе каменного угля и последующем улавливании и переработке химических продуктов коксования образуется в среднем 5,2 – 8,0 кг/т кокса специфических вредных выбросов в атмосферу.

Для регулирования загрязнения окружающей среды, чтобы почти полностью защитить здоровье человека от загрязнения, предлагается ввести понятие риска, которое было основой американской экологической политики с 1980-х годов. Он основан на том факте, что постоянное присутствие в окружающей среде веществ, которые могут нанести вред здоровью человека, всегда создает уровень реального риска, который никогда не бывает ничем.

Опасные выбросы в атмосферу из-за производства горячего кокса из коксовых батарей составляют значительную долю от общих выбросов коксовых печей. В целях предотвращения загрязнения атмосферного воздуха коксовые печи оснащаются специальными УБВК, внедрение которых позволяет переносить неконтролируемые выбросы от коксового производства на организованные, новые стационарный источник выбросов. Преобразование неорганизованных выбросов в организованные значительно улучшает экологические условия на рабочем месте: содержание вредных примесей в воздухе рабочей зоны после внедрения УБВК примерно в 5,7 раза ниже, чем без него. Таким образом, анализ экологических рисков показал, что для их снижения необходимо внедрить УБВК на всех коксовых батареях компании и повысить качество кокса.

**Заключение.** Коксохимическое производство - одна из смежных отраслей металлургической и химической промышленности. Коксование – это химическая переработка угля, при которой вместе с коксом образуется высококалорийный газ из кокса, который содержит различные химические продукты, которые являются основным сырьем для многих химических производств, особенно для продуктов органического синтеза. На основании проведенного анализа можно сделать выводы:

1. Угольный кокс в основном используется для выплавки чугуна в доменных печах. Технико-экономические показатели доменной печи во многом зависят от ее физико-механических свойств.
2. На основной технологической фазе производства кокса образуются различные газообразные, жидкие и твердые отходы. Их количество велико, а состав усложняется разнообразием продуктов, образующихся при коксовании угля.
3. Выброс пыли в атмосферу коксовых печей обусловлен особенностями технологических процессов. Большая часть пыли образуется при производстве кокса.
4. В целях предотвращения загрязнения атмосферного воздуха коксовые печи оснащаются специальными УБВК, внедрение которых позволяет переносить неконтролируемые выбросы от коксового производства на организованные, новые стационарный источник выбросов.
5. Анализ экологических рисков показал, что для их снижения необходимо внедрить УБВК на всех коксовых батареях компании и повысить качество кокса.

## **Список литературы**

1. Абдуллин С. Ю. Энергоэффективные решения для коксохимического производства / С. Ю. Абдуллин, А. А. Качура // Кокс и химия. – 2011. – С. 56-60.
2. Бабаев В.Н. Использование фенольных сточных вод коксохимического производства в оборотных системах водоснабжения / В. Н. Бабаев, С. В. Нестеренко, В. А. Ткачев, Е. П. Смилка // Экология и промышленность. - 2016. - С. 65-70.
3. Билло Е. В. Сточные воды коксохимического производства / Е.В. Билло, Е. С. Сухаревская // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – 2019.- С. 78-85.
4. Голосман Е. З. Каталитическое разложение аммиака в коксохимических и других производствах / Е. З. Голосман, О. И. Платонов, В. Н. Ефремов // Химия и химическая технология: достижения и перспективы. – 2017. – С. 70.
5. Дроздник И. Д. Коксование угольных шихт с повышенным содержанием газовых углей в условиях коксохимического производства / И. Д. Дроздник, И. В. Мирошниченко, С. В. Фатенко // Кокс и химия. – 2019. № 9 – С. 12-18.
6. Зубахин Н. П. Способ получения активных углей из шихт коксохимического производства / Н. П. Зубахин, В. Н. Клушин // Сборник. – 2018. С 76-81.
7. Климчук В. А. Неорганизованные выбросы пыли коксохимического производства в атмосферный воздух / В. А. Климчук // Тенденции развития науки: инновационный подход. - 2019. -С. 157-160.

8. Козлова И. В. Сточные воды коксохимического производства / И. В. Козлова, Л. Б. Павлович // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. - №6. – С.17-22.
9. Коновалова Х. А. Рассмотрение возможных путей переработки смоляного отвала коксохимического производства / Х. А. Коновалова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – 2017. – С. 373-375.
10. Кауфман А. А. Тенология коксохимического производства / А. А. Кауфман, Г.Д. Харлампович // Учебник Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов. – 2004. С. 78-92.
11. Лахтин С. Н. Коксохимическое производство / С. Н. Лахтин // Кокс и химия. – 2013. – 17-25.
12. Лейбович Р.Е. Технология производства кокса / Р.Е. Лейбович, Е.И. Яковлева, А.Б. Филатов. // - М.: Металлургия, 1982. - 360с.