

## Содержание

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-3-5-12

Специальность 161 (05.17.07)

### СОТРУДНИЧЕСТВО ОТРАСЛЕВЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО И ПРОЕКТНОГО ИНСТИТУТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

© \* Е.Т. Ковалев, д.т.н. (ГП «УХИН»)

В статье обосновано значение, а также основные направления совместной работы ученых-исследователей и проектировщиков коксохимической подотрасли в современный период. Показана актуальность создания и развития технологий, открывающих возможность комплексного решения задач оптимизации и удешевления сырьевой базы в условиях реформирования мировых сырьевых рынков, а также снижения производственных затрат, экономии и диверсификации энергоресурсов и гармонизации природоохранных норм с европейскими требованиями.

Приведены нижеследующие конкретные примеры успешной совместной работы ведущих научно-исследовательского и проектного отраслевых институтов.

Создание комплексной технологии коксования трамбованной шихты с использованием большегрузных печей и передовой технологии сухого тушения кокса. На специально созданных исследовательских установках было установлено, что трамбуемая шихта должна измельчаться до 90-95 % содержания класса менее 3,15 мм, при этом содержание класса менее 1 мм должно составлять 60-65 %, менее 0,5 мм – 40-50 %, менее 0,25 мм – 25-30 %. Показано, что наилучший кокс получается из шихт с толщиной пластического слоя 13-16 мм. Фактический экономический эффект от внедрения работы составил 224 млн. грн. в год.

Разработка двухступенчатой схемы вакуум-карбонатной сероочистки, позволяющей очищать коксовый газ от сероводорода до уровня  $\leq 0,5$  г/нм<sup>3</sup>. Использование высокоэффективного катализатора обеспечивает степень конверсии SO<sub>2</sub> в SO<sub>3</sub> до 99,6 %. При этом объемная концентрация в выбросах из дымовой трубы составляет: SO<sub>2</sub> ~79 ppm, SO<sub>3</sub> ~3 ppm.

Показано, что совместная работа ГП «ГИПРОКОКС» и ГП «УХИН» позволяет успешно выполнять и внедрять в производственную практику разработки в области получения заменителей продуктов на основе нефти и природного газа, охраны окружающей среды, стандартизации и др.

Ключевые слова: коксующийся уголь, хранение, окисленность, качество кокса, технический анализ, прочность, предельные сроки хранения угля.

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [post@ukhin.org.ua](mailto:post@ukhin.org.ua)

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-3-14-22

Специальность 161 (05.17.07)

### РАЗРАБОТКА ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ СО СТУПЕНЧАТЫМ ПОДВОДОМ ВОЗДУХА

© С.А. Кравченко, к.т.н., Г.Э. Коськова, \* С.Ю. Стельмаченко (ГП «ГИПРОКОКС»), Ю.С. Васильев, д.т.н., И.В. Шульга, к.т.н., Л.Н. Фидчунов, к.т.н. (ГП «УХИН»)

Подтверждено, что рециркуляция продуктов горения является эффективным фактором замедления процесса горения и удлинения факела, а, следовательно, сокращения объема образования NO<sub>x</sub> в отопительной системе. Снижение концентрации NO<sub>x</sub> при рециркуляции объясняется понижением температуры процесса в результате падения скоростей цепных реакций в системе вследствие присутствия инертных продуктов горения.

Дополнительным фактором, обеспечивающим уменьшение объемов образования NO<sub>x</sub>, служит стадийность процесса сжигания топлива, при условии, что на первом этапе осуществляется сжигание топлива при недостатке окислителя, а на втором – дожигание продуктов газификации при пониженных температурах.

В результате многолетних исследований ГП «УХИН» на гидравлических моделях отопительной системы горизонтальных коксовых печей разной высоты и детального изучения динамики смешивания отопительного газа с воздухом по высоте вертикала, появилась возможность разработки предложений по обеспечению равномерности обогрева печей по высоте. Исследования на опытном огневом вертикале, моделирующем условия сгорания газа в отопительных каналах коксовых печей, позволили определить картину распределения температур в факеле.

Моделирование различных вариантов конструкции с разным количеством ступеней и окон рециркуляции показало, что рециркуляция снижает объемы образования NO<sub>x</sub> не менее, чем вдвое, а организация второй

ступени подвода воздуха – дополнительно на 10-30 % в зависимости от расположения второй ступени по высоте и количества подаваемого на неё воздуха.

Определены условия, обеспечивающие равномерный прогрев по высоте коксуемой загрузки и снижение образования термических оксидов азота. Получены расчетные данные по влиянию ступенчатой подачи воздуха в вертикалы на температурные условия в факеле горения и механизм образования оксидов азота. Рассмотрены технологические и конструктивные методы подавления образования  $\text{NO}_x$ . Приводятся новые конструктивные решения по огнеупорной кладке, разработанные ГП «ГИПРОКОКС» в последние годы.

Комплекс указанных условий обеспечивает значительное улучшение состояния воздушного бассейна в районе размещения коксохимических предприятий за счет сокращения объемов выбросов токсичных оксидов азота.

Ключевые слова: коксовые печи, батареи, ступенчатый подвод воздуха, условия сжигания отопительного газа, рециркуляция продуктов горения, механизм образования, термические оксиды азота, отопительная система печей, сокращение объемов образования оксидов азота, огнеупорная кладка.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [sys77@ua.fm](mailto:sys77@ua.fm)

---

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-3-23-29

Специальность 161 (05.17.07)

---

## КОМПЛЕКС ПОЛУПРОМЫШЛЕННОЙ КОКСОВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НАСЫПНЫХ И ТРАМБОВАННЫХ УГОЛЬНЫХ ШИХТ

© \*С.А. Кравченко, к.т.н., А.И. Земляной (ГП «ГИПРОКОКС»), А.Г. Колесников (ЧП «Интер-Кокс»)

В статье обосновано возникновение необходимости в научно-технической практике ГП «ГИПРОКОКС» более глубокого изучения и прогнозирования закономерностей, влияющих на процесс слоевого коксования в условиях, близких к промышленным. Подобные исследования ведутся по двум направлениям: воспроизведение промышленных условий коксования в полупромышленных печах с большой массой загрузки и лабораторных печах с небольшой массой загрузки, в которых не удается в полной мере воспроизвести слоевое коксование, идентичное процессу в промышленных печах, но менее дорогостоящих и более простых в эксплуатации.

Показаны преимущества использования полупромышленной печи на коксохимическом предприятии, которое, в частности, позволяет подбирать наиболее рациональные условия подготовки шихты (влажность, степень измельчения, насыпная плотность), находить оптимальный состав экспериментальных шихт с использованием газовых и слабоспекающихся углей, достигать высокого качества кокса, определять влияние состава шихты на величину давления распираания и т.п.

В статье представлено описание нового проекта комплекса полупромышленной коксовой печи конструкции ГП «ГИПРОКОКС» с массой загрузки 200-400 кг, предназначенной для разработки оптимальных составов трамбованных и насыпных шихт, а также определения их давления распираания.

В печи имеется возможность определять давление распираания как насыпных, так и трамбованных шихт, при абсолютных величинах давления соответствующих промышленным условиям. Разработанный полупромышленный комплекс размещается в отдельно стоящем здании или блок-модуле и, помимо собственно коксовой печи, включает участок сухого и мокрого тушения кокса, участок углеподготовки и узел трамбования шихты. Последний обеспечивает формирование уплотненной угольной массы плотностью от 0,8 до 1,2 т/м<sup>3</sup> (на влажную массу). Чтобы исключить субъективный фактор, трамбование угольной загрузки проводят при такой же работе трамбования, как в трамбовочно-загрузочно-выталкивающей машине – в среднем 560 кДж/кг. Печь работает в двух режимах: разогрев и коксование. Загрузка шихты производится только в предварительно нагретую до 1050 °С камеру. Получаемые данные не только обеспечивают получение сопоставимых исследовательских результатов, но и позволяют определить качество промышленного кокса

Статья содержит описание порядка работы комплекса, его схемы и фотографии.

Ключевые слова: уголь, шихта, кокс, насыпная загрузка, технология трамбования, слоевое коксование, полупромышленная печь, давление распираания, мокрое и сухое тушение, оборудование, полупромышленный комплекс.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [sa.kravchenko@giprokoks.com](mailto:sa.kravchenko@giprokoks.com)

**ГРАНУЛЯЦИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ МЕТОДОМ КОМПАКТИРОВАНИЯ**

© \* Е.И. Кудрявцев, Н.И. Манекина, И.И. Присняк, Л.А. Казак

В статье кратко описаны основные проблемы оптимизации процессов подготовки сульфата аммония к хранению, перевозке и использованию в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Доказаны преимущества гранулированного продукта перед мелкодисперсным кристаллическим. Показано, что эффективность процесса получения формованного товарного сульфата аммония зависит от технологического процесса формования и используемого оборудования. При этом основные характеристики выбранного способа – форма гранул, удельная поверхность, прочность, склонность к слеживаемости, скорость разложения в почве – являются определяющими при оценке качества получаемого продукта и его конкурентоспособности на рынке. К преимуществам формованного продукта относится также возможность улучшения условий труда в рабочей зоне на всех участках производства от получения формованного продукта до транспортировки и непосредственного использования в сельском хозяйстве при дозировании удобрений и внесении их в почву в результате снижения пылеобразования.

Представлено новое решение, которое улучшает качество сульфата аммония, используемого потребителем как удобрение в отношении транспортировки и внесения его в почву, включающее грануляцию продукта методом компактирования – процесс увеличения размера частиц материала сухим способом, при котором пылевидный продукт и более крупные частицы сульфата аммония приобретают достаточно единообразную чешуйчатую форму с весьма узким диапазоном крупности. Уплотнение продукта достигается с помощью механического сжатия через вальцовый пресс. Для разработанного метода предложены блок-схемы установки компактирования кристаллического сульфата аммония, технологическая схема и план размещения оборудования.

Доказано, что метод компактирования – один из наиболее перспективных способов производства сульфата аммония, как товарного продукта. Метод рекомендуется для использования на коксохимических производствах или в специально организованном комплексе, куда может поступать на подготовку сульфат аммония с нескольких коксохимических предприятий или др. предприятий, производящих это удобрение.

Ключевые слова: сульфат аммония, установка компактирования, упаковка, склад, грануляция, формование, измельчение, пылеобразование, качество продукции, экономичность.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [kam422@i.ua](mailto:kam422@i.ua)

**ВОЗМОЖНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

© \* Т.Ф. Трёмбач, М.В. Мезенцева, И.А. Радычук, П. П. Карножицкий (ГП «ГИПРОКОКС»)

В работе приведены краткое описание и анализ объектов коксохимического производства с целью определения потенциальных аварийных ситуаций на предприятии, а также их воздействие на окружающую природную среду. Приведены определения понятий «аварийная ситуация» и «авария». Оценена актуальность потенциальных аварийных ситуаций и их воздействий на окружающую природную среду и здоровье человека.

Причины возникновения аварийных ситуаций разделены на следующие группы: технические (выход технологических параметров за критические значения, прекращение подачи энергоресурсов, коррозия, эрозия и физический износ оборудования и т.п.), организационные (несоблюдение технологических регламентов, норм охраны труда и др. инструкций и нормативных документов), воздействие внешних факторов (стихийные бедствия, аномальные природные явления, терроризм и т.п.).

Изучены сценарии развития аварий с оценкой их последствий. Рассмотренные аварийные ситуации упорядочены согласно технологическим процессам, выполняемым на коксохимическом предприятии. Приведена характеристика загрязняющих веществ, поступающих в окружающую природную среду при различных аварийных ситуациях на коксохимических предприятиях.

Выявлены вероятность и условия, при которых возможно возникновение аварийных ситуаций и аварий, исходя из особенностей эксплуатации как отдельного оборудования, так и технологических установок в целом с учетом взрыво- и пожароопасных свойств веществ, которые имеют место в процессе производства. Представлен алгоритм поэтапного выполнения оценки воздействия аварийных выбросов на окружающую среду с учетом особенностей оборудования и технологических установок.

Все мероприятия по ликвидации или минимизации аварийных ситуаций на КХП выполняются с учетом материалов разработанного на предприятии «Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий

аварий (ПЛАС)». Приведено описание методики, разработанной ГП «ГИПРОКОКС» для оценки загрязнения атмосферы при аварийных ситуациях. Методика позволяет расчетным методом определить качественный и количественный состав аварийных выбросов загрязняющих веществ,

Ключевые слова: коксохимическое производство, аварийные ситуации, аварии, выбросы, загрязняющие вещества, атмосферный воздух, окружающая среда, оборудование, технологии.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [ozos@giprokoks.com](mailto:ozos@giprokoks.com)

---

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-3-43-47

Специальность 161 (05.17.07)

---

## **НОВАЯ РЕДАКЦИЯ «ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ». ПТЭ – 2017**

© В.И. Рудыка, д.э.н., С.В. Боровок, \*Л.Н.Борисов, Т.С. Борзенкова (ГП «ГИПРОКОКС»)

До начала 2018 г. в Украине действовали «Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий» (ПТЭ), утвержденные приказом от 05.07.2002 № 305 Министерства промышленной политики Украины. В течение предыдущих 15 лет предпринимались активные попытки приведения ПТЭ в соответствие с выходящими новыми нормативно-правовыми актами.

В связи с выходом новой редакции Закона о труде («Про трудову діяльність») и ряда других нормативно-правовых актов возникла необходимость актуализации ПТЭ, что стало основанием для решения Совета директоров Украинской научно-промышленной Ассоциацией «УКРКОКС» (УНПА «УКРКОКС») о пересмотре ПТЭ. Задание на разработку новой редакции ПТЭ было утверждено Министерством промышленной политики Украины и УНПА «УКРКОКС». Новая редакция ПТЭ была разработана, рассмотрена на совещании научно-технического Совета и утверждена Приказом от 29.12.2017 № 20 Украинской научно-промышленной Ассоциации «УКРКОКС» и введена в действие со 02.01.2018.

Новая редакция ПТЭ относительно коксовых батарей распространяется только на традиционную технологию производства кокса в горизонтальных узкокамерных коксовых печах с насыпным способом загрузки шихты. Для других технологических процессов производства кокса (с трамбованием, термоподготовкой, частичным брикетированием и др.) эксплуатация коксовых батарей осуществляется в соответствии с технологическим регламентом, разрабатываемым непосредственно предприятием. ПТЭ 2017 являются распорядительным документом для всех коксохимических предприятий и производств независимо от форм собственности.

В статье описан процесс согласования документа «Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий», а также приведены основные изменения, внесенные в новую редакцию. При этом посчитали целесообразным упорядочить структуру документа: выделен в отдельную главу перечень нормативных документов, расширены и перенесены в начало текста главы «Термины и определения» и «Обозначения и сокращения», исключен раздел о правилах приемки в эксплуатацию цехов коксохимического производства (как несоответствующий назначению документа), внесен ряд других редакционных дополнений.

Ключевые слова: правила технической эксплуатации, нормативный документ, распорядительный документ, новая редакция, коксохимические предприятия.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [to@giprokoks.com](mailto:to@giprokoks.com)

---

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-3-47-52

Специальность 161 (05.17.07)

---

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

© \*С.Ю. Абдуллин, А.А. Качура (ГП «ГИПРОКОКС»)

В статье представлены технические решения, применяемые в проектах ГП «ГИПРОКОКС» для повышения энергоэффективности коксохимических производств (КХП).

Одним из факторов, определяющих эффективное тушение кокса, является температура циркулирующих газов, подаваемых в камеру тушения. Исследования ГП «ГИПРОКОКС» в области реконструкции котла-утилизатора с установкой дополнительных поверхностей нагрева подтвердили возможность снижения температуры циркулирующих газов на выходе из котла. Показано, что оптимальным решением является установка субэкономайзера со змеевиковой поверхностью нагрева и водо-водяного пластинчатого

теплообменника перед ним для защиты от сернокислотной коррозии.

По сравнению с другими способами охлаждения циркулирующих газов, субэкономайзер имеет ряд преимуществ, подтвержденных технико-экономическим анализом его возможных конструкций. Показано, что работа с субэкономайзером обеспечивает качественное тушение кокса на возросшей на 10 % производительности блока установки сухого тушения кокса (УСТК) без повышения температуры кокса и роста удельного расхода дутья.

Для обеспечения объектов коксохимического производства паром на технологические нужды и нужды отопления предлагается использовать схему пароснабжения, включающую машинный зал с турбогенераторами, которые будут вырабатывать электроэнергию для нужд КХП за счет потенциала пара высокого давления.

Использование централизованного источника пара низких параметров позволит уменьшить количество (или отказаться от использования) не эффективных редуционных и редуционно-охладительных установок.

Рекомендуемое применение конденсационных турбин, как способ оптимизации пароснабжения, мягких газгольдеров взамен традиционных низконапорных, разработанных систем передачи ближним и дальним потребителям избыточного коксового газа для собственного и стороннего потребления, дают возможность эффективно использовать его избытки независимо от взаимного расположения потребителей.

Ключевые слова: сухое тушение кокса, избыточный коксовый газ, субэкономайзер, пароснабжение, конденсационная турбина, мягкий газгольдер, газопередача, энергоэффективность.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [abdullins1979@gmail.com](mailto:abdullins1979@gmail.com)