

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный технический университет»

ТРАНСПОРТ И ХРАНЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Тезисы докладов
II Международной научно-технической конференции
молодых учёных

(Омск, 7 апреля 2021 года)



Научное текстовое электронное издание
локального распространения

Омск
Издательство ОмГТУ
2021

Сведения об издании: 1, 2

© ОмГТУ, 2021
ISBN 978-5-8149-3236-5



УДК 66.021.4

Владислав Викторович Гребенкин¹, Владимир Витальевич Рындин²

АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

¹ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», Павлодар, Казахстан

²НАО «Торайгыров университет», г. Павлодар, Казахстан

Аннотация: Процесс коксования решает актуальные проблемы по обеспечению безотходного производства, дополнительного выхода светлых дистиллятов. В основу процесса замедленного коксования положен метод термического крекинга, при высоких температурах. Нагрев сырья до соответствующих температур осуществляется в трубчатых печах, при некоторых особенностях нагрева. В статье описаны особенности технологического режима работы трубчатой печи на установке замедленного коксования, проанализированы её остановки на ревизии, ремонты и очистки трубчатого змеевика от коксовых отложений и обоснована актуальность исследования данного направления.

Ключевые слова: трубчатая печь, изменение технологического режима, аварийные ситуации, установка замедленного коксования, нефтепереработка

Трубчатые печи считаются одним из трудно обслуживаемых видов оборудования, наряду с ректификационными колоннами, реакторами, поскольку при ведении технологического режима надо контролировать несколько ключевых параметров. Авторы [1–6] вывели логичную закономерность, что межремонтный пробег установок замедленного коксования напрямую связан с длительностью работы блока реакционно-нагревательных печей. Высокотемпературный нагрев сырья в печах установки замедленного коксования (УЗК) сопровождается преждевременным закоксовыванием змеевика труб, что и определяет длительность их работы. Средняя продолжительность работы печей отечественных УЗК без остановки на очистку от коксоотложений составляет 6–12 месяцев, в реальности остановка происходит раз в 2–3 месяца, а то и чаще. Из этого следует, что исследования в области увеличения межремонтного пробега трубчатых печей считаются актуальными.

В качестве объекта исследования определяем трубчатую печь нагрева вторичного сырья П–1/1 типа ГС1 475/23 установки замедленного коксования типа 21–10/9 ТОО «Павлодарский нефтехимический завод».

Целью данной статьи является анализ причин неконтролируемого изменения режима работы трубчатой печи УЗК.

Задачи исследования: изучить вопрос оптимизации межремонтного периода трубчатых печей УЗК, проанализировать основные причины их остановок, выявить актуальные направления для дальнейшего исследования.

На рисунке 1 приведена технологическая схема УЗК, где наглядно показано, что трубчатая печь занимает одну из ключевых позиций, без которой ведение процесса коксования невозможно.

Кроме основного потока сырья в продуктовый змеевик печи параллельно в течение всего цикла работы подается турбулизатор для предотвращения коксообразования и обеспечения необходимого режима течения жидкости. Нагрев сырья осуществляется непосредственно с помощью газо-мазутных горелок (42 шт.) типа YLSOG–1.2. и системы подвода к ним топливного газа [1].

В процессе эксплуатации продуктовый змеевик трубчатой печи подвергаются высоким температурам нагрева, порядка 450–600 °С, повышенной скорости движения сырья.



Помимо этого, диффузионное взаимодействие поверхностных слоев металла с углеродом приводят к потере стойкости и способствуют трещинообразованию.

Трубчатая печь нагрева вторичного сырья П–1/1 УЗК ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» имеет также ряд особенностей, свойственных только данной установке. Сырье процесса – гудрон отгон западно-сибирской нефти в смеси кумкольской – отличается высокой коксуемостью, обусловленной повышенной концентрацией смолисто-асфальтеновых веществ и высоким содержанием гетероэлементов и тяжелых металлов [2]. Из этого вытекает одна из основных проблем – преждевременное коксование сырья в продуктовых змеевиках печи нагрева вторичного сырья.

Преждевременное коксование – образование слоя кокса на внутренней поверхности змеевика во время ведения нормального технологического режима, что приводит к увеличению температуры металла и перепаду давлений в печи. Основные причины коксообразования на внутренней поверхности труб описал Валявин Г. Г. [4].

Однако эти мероприятия скорее направлены на обеспечение безопасной работы, чем на уменьшение коксообразования. Об этом подтверждают данные парового выжига кокса с внутренней поверхности труб (таблица 1) за последний год. Исходя из этого, можно сделать вывод, что наличие проблемы отложений кокса в целом приводит к серьезным простоям производства, а, следовательно, к финансовым потерям.

Таблица 1. Данные паровоздушной очистки отложений кокса трубчатой печи П–1/1 УЗК

Оборудование	Дата проведения	Продолжительность, дней	Причина
Трубчатая печь П–1/1 УЗК, ППТНО, ТОО «ПНХЗ»	19.04.2018	12	Ревизия
	16.08.2018	18	Остановка блока
	08.12.2018	16	Остановка блока
	08.09.2019	15	Ревизия
	03.02.2020	13	Остановка блока
	18.05.2020	9	Текущий ремонт
	21.10.2020	11	Аварийная ситуация
Итого		94	

Исходя из данных ремонтных карт продуктового змеевика [7], процессу закоксовывания печи П–1/1 в большой степени подвержены нижние трубы камеры радиации с сырьем, нагретым до необходимой для коксования температуры. Этому способствует окончательное испарение воды, вводимой в качестве турбулизатора в поток и общая длина змеевика, то есть сырье нагревается до регламентной температуры коксования не на выходе из печи, как положено, а на некотором расстоянии от него. Учесть данные особенности при проектировании оборудования достаточно сложно, ввиду отсутствия знаний о деталях нагрева сырья и его особенностях.

Образование коксовых отложений на внутренней поверхности трубного змеевика является серьезной проблемой для предприятия в целом. Частые остановки на паровоздушную очистку реакционно-нагревательных печей УЗК непосредственно влияют на общий межремонтный пробег установки и её экономическую эффективность, т. к. требует остановки технологии или же перевод работы на один блок.

Как видно из таблицы 1, суммарная продолжительность данной операции за 2 года – около 3 месяцев. Это существенный показатель потери прибыли и нерациональности производства.

Решить основную часть проблем по преждевременному закоксовыванию змеевика трубчатой печи можно основываясь на исследованиях гидродинамики потока движения сырья в процессе нагрева. Результатом данного исследования будет расчет оптимальной длины продуктового змеевика, при котором сырье с учетом его физико-химических свойств и особенностями



его движения, нагреется до регламентной температуры на границе печи. Дальнейший процесс коксования произойдет уже в подготовленном для этого месте – реакторе. Аналогичный расчет был предпринят для определения оптимальной ширины камеры радиации [7].

В статье рассмотрены основные причины остановки трубчатой печи установки замедленного коксования и выбрано направления для дальнейшего исследования. Анализ производственной документации показал, что стремясь увеличить межремонтные пробеги, проводились реконструкции печей, которые заключались преимущественно в изменении схемы обвязки существующих змеевиков и своевременном техническом обслуживании конструктивных элементов. Хотя на это затрачивались значительные средства, нужные результаты достигались далеко не во всех случаях и не на всех установках. Это связано с тем, что для каждого вида сырья существуют оптимальные параметры (максимально допустимая температура стенок печных труб, длительность пребывания сырья в трубах, гидродинамические условия в змеевике и т. д.), которые, в свою очередь, обеспечиваются оптимальной геометрией змеевика, профилем теплоподвода и его конструктивными особенностями.

В связи с вышеизложенной проблемой и существенными последствиями её возникновения предлагается продолжить исследования в области расчета оптимальной длины змеевика трубчатой печи для исключения преждевременного коксования в нем сырья.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Мухамадеев Д. Х. Способы очистки печных труб установок замедленного коксования от коксовых отложений [Текст] / Д. Х. Мухамадеев, Г. Г. Валявин, В. П. Запорин // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2014. – №2 – С. 166–180.
- [2] Баширов М. Г. Совершенствование систем автоматического управления и противоаварийной защиты трубчатых печей на основе мониторинга параметров процесса коксообразования [Текст] / М. Г. Баширов, З. Х. Павлова, М. М. Закиричная, А. М. Хафизов // – Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – 2018. – №1 – С. 120–144.
- [3] Честных М. Н. Авария на опасном производственном объекте «Площадка установки замедленного коксования 21–10/5» [Текст] / М. Н. Честных, А. А. Ярмин, А. М. Конев, А. Ф. Шакуров // – Наука и Техника. – 2015. – №4 – С. 93–95.
- [4] Краснов А. В. Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007–2016 гг. [Текст] / А. В. Краснов, З. Х. Садыкова, Д. Ю. Перегожин // – Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – 2017. – №6 – С. 179–190.
- [5] Валявин Г. Г. Современные и перспективные термолитические процессы глубокой переработки нефтяного сырья / Г. Г. Валявин, Р. Р. Суюнов, С. А. Ахметов, К. Г. Валявин – СПб.: Недра, 2010. – 224 с.
- [6] Жидков А. Б. Печи установок замедленного коксования / А. Б. Жидков, А. В. Масько, Е. А. Хухрин, А. А. Моисеев – СПб.: АртПроект, 2018. – 100 с., илл.
- [7] Кузеев И. Р. Баязитов М. И. Д. В. Куликов, А. Г. Чиркова Высокотемпературные процессы и аппараты переработки углеводородного сырья. – Уфа: Гилем, 1999 г. – 326 с.