

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ СЫРОЙ НЕФТИ В ГАЗОВОМ КОТЛЕ МОЩНОСТЬЮ 4 МВт

© Этенко С.А., Карпов А.Д.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: stepanetenki@gmail.com

*Научный руководитель: Матвеев С.С., канд. техн. наук, доцент
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

Ключевые слова: горелка, нефть, жаротрубный котел, газодинамическое моделирование, CFD-моделирование, горение.

Сырая нефть остается одним из ключевых энергоресурсов мировой экономики, несмотря на активное развитие возобновляемой энергетики. В ряде регионов, особенно в нефтедобывающих странах, ее использование в качестве топлива для энергетических установок экономически оправдано из-за доступности и относительно низкой стоимости по сравнению с очищенными нефтепродуктами. Однако сжигание сырой нефти в промышленных котлах сопряжено с рядом технологических и экологических проблем, требующих глубокого изучения.

Котлы мощностью 4 МВт широко применяются в децентрализованной энергетике – на нефтепромыслах, в удаленных поселках и на промышленных объектах, где подключение к магистральным газовым сетям невозможно или нерентабельно. В таких условиях сырая нефть зачастую становится основным или резервным топливом. Однако ее химическая неоднородность, высокое содержание сернистых, азотистых и металлосодержащих примесей, а также склонность к образованию сажистых отложений существенно осложняют эксплуатацию котельного оборудования.

В рамках работы выполняется формирование математических моделей процессов сжигания котельно-печного топлива при работе горелочного устройства мощностью 4 МВт. Модели разрабатываются для случаев сжигания следующих видов котельно-печного топлива:

– нефть по ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия» [1].

Сравнение характеристик различных топлив представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик различных топлив

Параметр	Сырая нефть	Мазут	Природный газ
Теплота сгорания, МДж/кг	42–45	39–42	48–50
Содержание серы, %	0.5–3.0	1.0–4.0	<0.01
Температура воспламенения, °C	250–400	200–350	600–650

Таблица 2 – Значения эмиссии вредных веществ на выходе из расчетной области

№ п/п	Режим	СО мг/м3	NO мг/м3	NOx мг/м3
1	100%	295.9	390.2	597

Для моделирования процессов горения в проточной части жаровой трубы котла сгенерирована дискретная (сеточная) модель проточной части (см. рис.).

При моделировании процессов распыла и горения сырой нефти использовался суррогат, найденный в открытых литературных источниках. Результаты расчетов эмиссии CO и NOx представлены в таблице 2.

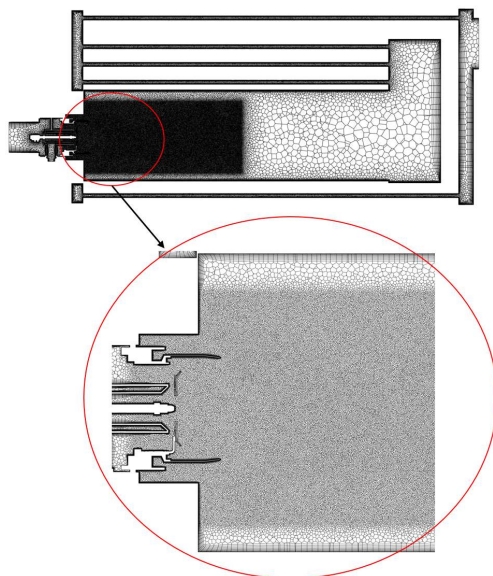


Рисунок – Дискретная модель проточной части котла с установленным горелочным устройством

В результате выполнения расчетов процессов горения сырой нефти в проточной части водогрейного котла можно заключить, что исходная конструкция горелочного устройства не позволяет обеспечить нормы по эмиссии оксидов азота (250 мг/м³), по CO (160 мг/м³).

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51858-2002 (2017). Нефть. Общие технические условия. – Введ. 2018-07-01. – М. : Стандартиформ, 2017. – 14 с.