

Подъем температуры в реакторах риформинга сопровождается увеличением коксообразования на катализаторе. На рисунке 2 представлен расчет динамики коксообразования на математической модели.

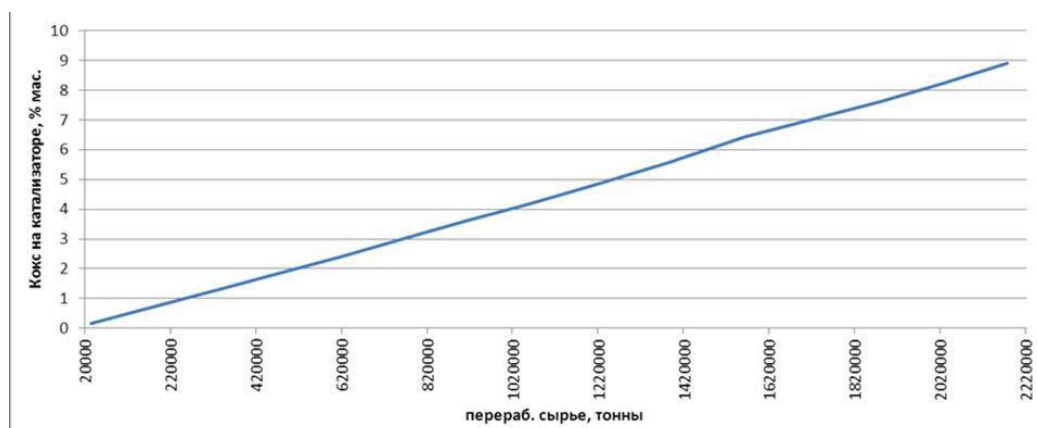


Рис. 2. Динамика коксообразования на катализаторе

Как видно из рисунка 2, при переработки 2,2 млн. тонн сырья, содержание кокса на катализаторе достигло 9% мас. На рисунках 4-5 представлено как изменялась влажность ВСГ и подача воды в реактор.

Согласно полученным результатам, подача хлора в реакционную зону риформинга не всегда являлась оптимальной. Как следствие, происходит снижение активности катализатора по сравнению с оптимальной.

Для достижения сбалансированности кислотной и металлической активности катализатора интервал расхода хлорорганических соединений должен составлять 0,5-1,3 мг/кг в зависимости от влажности системы, расхода и углеводородного состава перерабатываемого сырья, активности катализатора и технологических режимов работы установки.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АДДИТИВНОГО И НЕАДДИТИВНОГО МЕТОДОВ РАСЧЕТА ОКТАНОВОГО ЧИСЛА КОМПОНЕНТОВ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

М.С. Костень, М.В. Киргина

Научный руководитель ассистент М.В. Киргина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одними из наиболее приоритетных задач подпрограммы «Развитие нефтяной отрасли» государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» являются повышение глубины переработки нефти и увеличение выпуска топлива, соответствующего требованиям Технического регламента ТР ТС 013 2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», так к 2020 году планируется рост доли моторных топлив экологического Класса 5 в общем объеме производства не ниже 90,8 процента [1].

Вместе с тем, актуальным является предварительный и прогнозный расчет свойств приготавливаемого моторного топлива с целью получения высококачественного товарного продукта и увеличения эффективности производства.

Одним из основных свойств автомобильных бензинов является октановое число (ОЧ), определяемое по моторному (ОЧМ) и исследовательскому (ОЧИ) методам. Главной сложностью при расчете ОЧ моторных топлив является неаддитивность данной величины.

В работе представлен сравнительный анализ аддитивного (ОЧИ_{адд}, ОЧМ_{адд}) и неаддитивного (ОЧИ, ОЧМ) способов расчета ОЧ компонентов моторных топлив по отношению к экспериментально определенным значениям (ОЧИ_{эсп}, ОЧМ_{эсп}).

Неаддитивный расчет проводился с использованием программного комплекса «Compounding», разработанного на кафедре Химической технологии топлива и химической кибернетики Томского политехнического университета.

Данный программный продукт представляет собой инструмент, позволяющий рассчитывать параметры смеси, основываясь на параметрах исходных компонентов. Расчет происходит по алгоритмам, учитывающим взаимное влияние вовлеченных компонентов.

Исходными данными для работы служили результаты обработки данных хроматографического анализа бензиновых компонентов с установок каталитического риформинга, установки каталитического крекинга и установки изомеризации одного из нефтеперерабатывающих предприятий страны.

В таблице 1 представлены свойства исследуемых компонентов моторных топлив, в таблице 2 результаты расчета октанового числа.

Таблица 1

Свойства исследуемых компонентов моторных топлив

Компонент	ДНП, кПа	Плотность, кг/м ³	Вязкость, с·Па	Содержание веществ, % мас.					
				н-парафины	изо-парафины	нафтены	бензол	ароматика	олефины
Риформат 1.1	36,95	779,6	51,36	11,68	27,12	1,49	3,15	59,41	0,29
Риформат 1.2	44,07	773,41	48,81	12,77	26,78	1,46	3,36	58,54	0,42
Риформат 1.3	30,12	780,98	50,99	10,99	27,4	1,28	3,6	59,99	0,34
Риформат 2.1	24,41	786,43	51,21	10,9	24,2	1,9	3,53	62,57	0,38
Риформат 2.2	26,55	783,76	50,36	11,24	24,93	2,5	3,03	60,9	0,35
Риформат 2.3	35,9	776,44	49,2	12,81	24,93	2,15	3,69	59,7	0,35
Риформат 3.1	55,32	774,79	51	13,99	24,94	3,8	2,1	56,67	0,54
Риформат 3.2	52,05	777,22	50,33	12,84	25,41	1,76	3,03	59,58	0,39
Риформат 3.3	43,93	779,78	50,78	12,58	24,56	2,56	2,6	59,88	0,44
Бензин кат. крекинга 1	70,73	701,41	33,45	6,14	49,22	15,94	0,78	13,52	15,18
Бензин кат. крекинга 2	84,96	695,34	32,66	6,74	48,08	15,52	1,17	13,31	16,35
Бензин кат. крекинга 3	88	706,43	36,22	7,06	45,21	14,69	0,62	18,57	14,44
Изомеризат 1	104,42	622,42	24,13	14,3	81,58	4,13	0	0	0
Изомеризат 2	105,35	625,71	25,54	15,48	76,51	8	0	0	0
Изомеризат 3	118,34	617,4	23,09	17,24	79,33	3,43	0	0	0

Анализ результатов расчета показал, что погрешность неаддитивного метода расчета ОЧИ относительно эксперимента не превышает 0,7 пункта (при средней погрешности 0,4 пункта), для ОЧМ – не превышает 1 пункта (при средней погрешности 0,4 пункта). В то время как, метод аддитивного расчета дает погрешность в среднем для ОЧИ – 1,4 пункта; для ОЧМ – 1,6 пункта.

Таблица 2

Результаты расчета октанового числа компонентов моторных топлив

Компонент	ОЧИ	ОЧМ	ОЧИ _{адд}	ОЧМ _{адд}	ОЧИ _{эксп}	ОЧМ _{эксп}	Δ		$\Delta_{адд}$	
							ОЧИ	ОЧМ	ОЧИ	ОЧМ
Риформат 1.1	95,3	85,6	96,5	86,8	94,7	85,1	0,6	0,5	1,8	1,7
Риформат 1.2	95,3	85,6	96,9	87,2	94,8	85,1	0,5	0,5	2,1	2,1
Риформат 1.3	95,1	85,3	96,5	86,7	94,5	85,1	0,6	0,2	2,0	1,6
Риформат 2.1	95,8	85,6	97,5	87,3	95,1	85,2	0,7	0,4	2,4	2,1
Риформат 2.2	94,1	84,6	95,4	85,8	93,4	84,2	0,7	0,4	1,9	1,6
Риформат 2.3	95,5	85,7	97,1	87,3	95,3	85,3	0,2	0,4	1,8	2,0
Риформат 3.1	94,3	84,7	95,1	85,5	93,8	84,5	0,5	0,2	1,3	1,0
Риформат 3.2	95,7	85,8	97,0	87,2	95,6	85,6	0,1	0,2	1,4	1,6
Риформат 3.3	95,3	85,3	96,6	86,7	95	85,4	0,3	0,1	1,6	1,3
Бензин кат. крекинга 1	83,9	77,7	81,2	74,9	–	78,6	–	0,9	–	3,7
Бензин кат. крекинга 2	84,9	78,8	81,8	75,7	–	77,8	–	1,0	–	2,1
Бензин кат. крекинга 3	85,0	78,4	84,2	77,6	–	78,2	–	0,2	–	0,7
Изомеризат 1	88,3	85,5	88,0	85,2	88,3	86	0,0	0,5	0,3	0,8
Изомеризат 2	88,1	85,0	87,8	84,8	87,5	85,5	0,6	0,5	0,3	0,7
Изомеризат 3	88,9	85,8	88,7	85,6	88,4	86,4	0,5	0,6	0,3	0,8

Так же в ходе анализа отклонений замечено, что для потоков с высоким содержанием ароматических углеводородов (таких как представленные риформаты), метод аддитивного расчета ОЧ дает завышенные результаты, что говорит нам о неоправданном завышении значимости вклада ароматических углеводородов в увеличение октанового числа при аддитивном методе расчета. Для изомеризатов и бензинов каталитического крекинга наблюдается прямо противоположный эффект (неоправданное занижение вклада данных потоков в увеличение ОЧ продукта) что в сумме дает значительную погрешность аддитивного метода расчета ОЧ.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что неаддитивный метод расчета ОЧИ и ОЧМ, производимый с помощью программного комплекса «Compounding» может быть использован для расчетного анализа свойств компонентов моторных топлив.

Литература

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики»: постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 321 (ред. от 30.11.2016) // Собрание законодательства. – 2014. – № 18. – ст. 2167.