

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ И СОСТАВА ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО СЫРЬЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К.В. Юрина, В.А. Чузлов

Научный руководитель Э.Д. Иванчина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние годы объёмы производства большинства видов нефтехимической продукции в России уменьшились, также снизился технический уровень по сравнению с ведущими и развивающимися странами. При этом потенциал развития в России расширяется за счёт решения ряда проблем, связанных с утилизацией ресурсов попутного нефтяного газа, повышением степени переработки сырьевых ресурсов, производством продукции высокого качества с улучшенными антидетонационными свойствами для использования их как внутри страны, так и на экспорт [1, 2].

Особое внимание в наше время уделяется производству высокооктановых экологически чистых автомобильных бензинов. Главную роль в этом производстве играет процесс изомеризации. Особая ценность процесса изомеризации состоит в том, что в качестве сырья используются низкооктановые компоненты - фракция н. к. - 62°C и рафинаты каталитического риформинга. Это сырьё в основном состоит из пентановой и гексановой фракций. Данное сырьё, а также фракции C_5 и C_6 , получаемые с газодифракционной установкой, изомеризуются в среде водорода в присутствии катализатора. Получают углеводороды со сравнительно высоким октановым числом изостроения. При изомеризации пентановой фракции получают продукт с более высоким октановым числом. Изомеризация n-пентана используется не только для нефтеперерабатывающей, но и для нефтехимической промышленности, так как изопентан дегидрированием можно превратить в изопрен - сырьё для каучука. Следовательно, изомеризация может служить как для производства высокооктановых бензинов, так и для получения ценных синтетических каучуков. Высокая детонационная стойкость и высокая испаряемость продуктов изомеризации углеводородов C_5 - C_6 делают их исключительно ценными компонентами высокосортных бензинов. Особенно высоки октановые числа смешения (по исследовательскому методу) изомеризатов с ароматизированными компонентами. Если принять октановое число продукта изомеризации фракций углеводородов C_5 - C_6 за 98, то в указанных смесях оно возрастает до 103-104. По этому показателю изомеризат лишь незначительно уступает продукту алкилирования изобутана бутиленами. Особо востребованы проекты таких компаний как Axens, Universal Oil Products, научно-производственное предприятие «Нефтехим».

По Российской технологии изомеризации научной-производственной организации «Нефтехим» Изомалк-2 на сегодняшний день работают 12 установок. Еще три находятся на стадии проектирования и строительства. Технология находится на уровне лучших мировых аналогов и конкурентоспособна. В настоящее время разрабатываются новые технологии по изомеризации фракции C_7 , она доведена практически до промышленного масштаба, не имеет мировых аналогов. Данная технология особенно важна для увеенчения производства высокооктанового бензина с минимальным содержанием бензола, ароматики и серы.

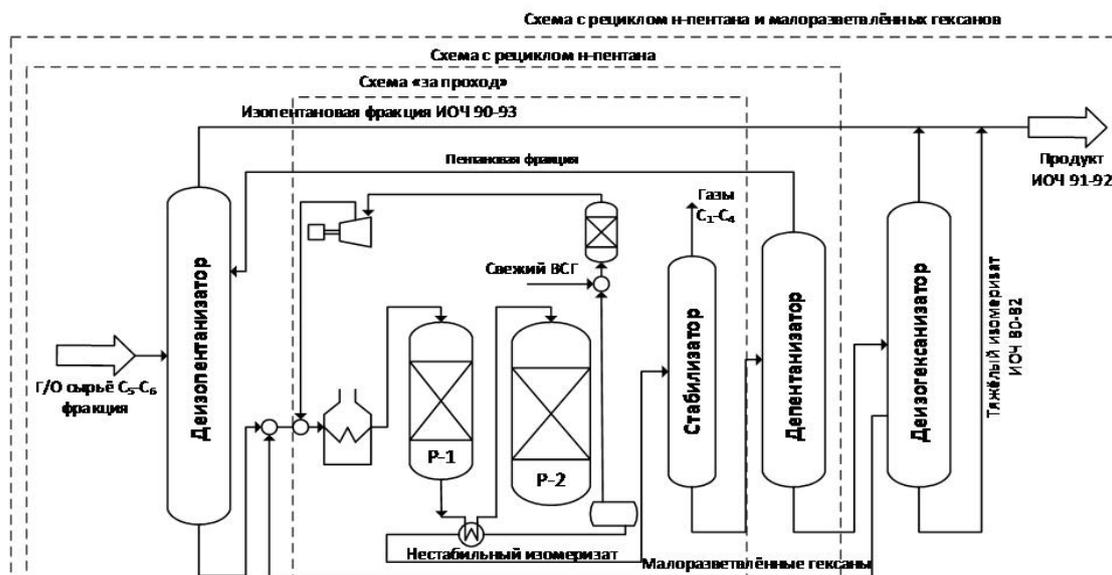


Рис. Блок-схема установки изомеризации с рециклами по n-пентану и малоразветвлённому гексану

В технологии изомеризации пентан-гексановой фракции «Изомалк-2» (НПП Нефтехим) используется платинооксидный катализатор (Pt/ZrO_2-SO_4), обладающий значительно более высокой эффективностью, чем Pt/цеолитные катализаторы, а также высокой устойчивостью к каталитическим ядам в сравнении с системами Pt/ Al_2O_3Cl [1]. В зависимости от структуры потоков технология изомеризации «Изомалк-2» позволяет получать

катализат с ОЧИ от 82 до 92 пунктов. В качестве сырья используется прямогонная фракция бензина н.к.- 62 °С. Полное превращение пентан-гексановой фракции с октановым числом 69-75 пп по и.м. обеспечивает схема с двумя рециклами: по н-пентану и малоразветвлённым гексанам. Продуктами установки является объединенный изомеризат, состоящий из верхнего потока – легкий изомеризат и изомеризата гексанового (рисунок 1). Гарантийный срок службы катализатора СИ-2 – 10 лет и его активность на длительный срок остается высокой.

Данная схема позволяет максимально использовать возможности технологии «Изомалк-2». Осуществление рециклов по н-пентану и малоразветвлённым гексанам позволяет достигать значений октанового числа изокомпонента в пределах 91-92 пунктов. Составы материальных потоков процесса изомеризации лёгких бензиновых фракций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав материальных потоков процесса изомеризации лёгких бензиновых фракций

Компонент	Состав материального потока, % мас.									
	Деизопентанизатор			Реакторный блок		Сухой газ стабилизации	Депентанизатор		Деизогексанизатор	
	Сырьё	Изопентановая фракция	Нижний продукт	Сырьё	Стабильный изомеризат		Пентановая фракция	Нижний продукт	Боковой поток	Гексановый изомеризат
C ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,06	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,64	0,00	0,00	0,00	0,00
н-С ₄	0,28	1,07	0,00	0,00	0,08	0,33	0,44	0,00	0,00	0,00
изо-С ₄	0,01	0,45	0,00	0,00	0,08	3,31	0,38	0,00	0,00	0,00
н-С ₅	30,09	1,89	42,40	26,72	10,24	0,03	26,81	0,10	0,00	0,57
изо-С ₅	16,05	96,59	1,74	1,36	23,26	0,07	71,43	0,00	0,00	0,01
н-С ₆	16,12	0,00	16,46	16,83	6,87	0,00	0,00	10,80	16,38	0,22
2-МП	14,89	0,00	15,61	24,52	18,40	0,00	0,00	29,01	41,25	17,65
3-МП	8,26	0,00	8,47	15,12	10,51	0,00	0,00	16,61	27,59	3,77
2,2-ДМБ	0,60	0,00	0,91	0,56	18,62	0,00	0,68	29,37	0,38	64,79
2,3-ДМБ	1,82	0,00	2,00	5,34	6,06	0,00	0,00	9,52	11,05	9,07
Н-С ₇	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Сумма i-С ₇	0,06	0,00	0,06	0,08	0,09	0,00	0,00	0,07	0,05	0,00
Сумма С ₈	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00
ЦП	4,30	0,00	4,65	2,67	1,79	0,00	0,27	1,51	0,00	3,90
МЦП	6,45	0,00	6,59	5,30	1,84	0,00	0,00	1,41	2,02	0,01
ЦГ	0,46	0,00	0,47	1,08	1,63	0,00	0,00	1,13	1,15	0,00
Бензол	0,60	0,00	0,61	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ДМЦП	0,01	0,00	0,01	0,03	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
Н ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,92	0,00	0,00	0,00	0,00
Толуол	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
МЦГ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00

Математическая модель процесса изомеризации позволяет оценить влияние изменения состава перерабатываемого сырья, изменение загрузки по сырью, колебания температурного режима реакторного блока, а также изменение активности катализатора с целью повышения ресурсоэффективности процесса, а также получения продукта заданного качества.

Литература

1. Брагинский О.Б., Маевский А.В., Фейгин В.И. Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефте- и газохимии в РФ // Институт современного развития, 2011 / М.: Эконинформ – 455-485 с.;
2. Капустин В.М., Силян М.А., Чернышова Е.А. Новые технологии добычи и использования углеводородного сырья // Публичный аналитический доклад по направлению научно-технологического развития / Москва 2014, 441 – 452 с.