

Рис. Расход диэтилбензола из реактора и в смесителя

Математическая модель реактора, в основу которой были положены найденные решением обратной кинетической задачи кинетические параметры, позволяет с достаточно высокой точностью описывать реальный процесс, так как расчетные и экспериментальные данные имеют хорошую сходимость. Погрешность расчетов не превышает 9 %. Созданное математическое описание было использовано для расчета показателей работы смесительной камеры перед реактором алкилирования, при этом было уточнено время контакта реагентов с катализатором. Результаты расчета на модели показали, что при условиях проведения промышленного процесса после реконструкции при организации подачи катализаторного комплекса, бензола и этилена через новые смесительные устройства, будет наблюдаться малая скорость протекания целевых и побочных реакций на стадии смешения или их практическое отсутствие. Поэтому не существует потенциальной опасности перегрева сопутствующего оборудования – смесителя – в результате протекания экзотермических реакций и не возникает необходимости отвода избыточного тепла из аппарата.

Литература

1. Белинская Н.С., Долганова И.О., Ивашкина Е.Н., Мартеньянова Е.В., Ткачев В.В. Повышение эффективности технологии получения этилбензола с использованием метода математического моделирования // Фундаментальные исследования, 2013. – № 8 (часть 3). – 782 с.
2. Бесков В.С., Флокк В. Моделирование каталитических процессов и реакторов. – М: Химия, 1991.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СЫРЬЯ

Э.Я. Худавердиева

Научный руководитель доцент Е.А. Кузьменко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время добыча нефти стала неотъемлемой частью нашей жизни. Нефть, извлекаемая из скважин, всегда содержит в себе механические примеси, попутный газ и пластовые воды, в которых растворены различные соли. Обычно в начальный период эксплуатации месторождения добываются безводная или малообводненная нефть. По мере добычи ее обводненность увеличивается до 90...98%. Очевидно, что такую «сырую» нефть нельзя транспортировать и перерабатывать на нефтеперерабатывающем заводе без тщательной промысловой подготовки.

При промысловой подготовке и переработке нефти очень важную роль играет состав сырья. В данной работе исследовано влияние состава и свойств пластовой нефти на качество подготавливаемой на установке первичной подготовки нефти (УПН) товарной нефти на основе данных о нефти различных пластов соседних месторождений Западной Сибири с использованием моделирующей системы, описанной в [1]. В табл. 1. приведены составы и свойства пластовой нефти.

Таблица 1

Составы сырья

Пласт	Содержание компонентов, % молн.										Молекулярная масса, г/моль	Плотность безводной нефти, кг/м³ по ГОСТ 3900-85
	CO ₂	N ₂	C ₁ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	i-C ₅ H ₁₂	n-C ₅ H ₁₂	C ₆₊		
БС ₁	0,08	0,45	26,22	1,52	3,12	1,44	3,17	1,64	2,44	59,92	173,5	879,0
БС ₂₋₃	0,04	0,37	23,64	1,39	3,00	1,25	3,03	1,55	2,30	63,43	183,5	884,0
БС ₄	0,23	0,44	26,11	1,15	2,23	0,94	2,40	1,26	1,88	63,36	191,5	891,0
БС ₁₀	0,10	0,63	26,80	2,39	4,99	1,15	3,43	1,28	2,05	57,18	166,3	879,8
АС ₈	0,07	0,44	24,70	0,77	1,23	0,77	2,01	1,25	1,96	66,80	184,3	881,0
БС ₁₋₁	0,08	0,55	26,80	0,87	2,09	1,04	2,51	1,41	2,09	62,56	174,6	875,0
БС ₁₀₋₁	0,00	0,31	26,14	1,09	2,90	0,99	3,00	1,53	2,39	61,66	172,6	89,01
ЮС ₁	0,38	0,73	26,27	4,05	8,40	1,40	5,14	1,81	2,81	49,01	127,7	845,7
ЮС ₁₋₁	0,50	0,75	20,10	4,63	8,46	1,38	5,39	1,67	3,13	53,99	127,3	841,4
ЮС ₁₋₂	0,46	0,54	19,60	4,73	8,23	1,29	5,02	1,68	2,85	55,60	126,3	836,7
ЮС ₁₋₃	0,37	0,29	16,86	4,34	7,05	1,08	5,01	1,55	2,97	60,48	139,5	872,0

Из анализа информации о составе и свойствах нефти, добываемой из различных пластов и направляемой на одну УПН, следует, что на первичную подготовку поступают легкие нефти с плотностью до 840 кг/м³, это нефти пластов ЮС₁, ЮС₁₋₁, ЮС₁₋₂, тяжелые нефти с плотностью выше 890 кг/м³ – нефти пластов БС₄, БС₁₀₋₁ и средние – нефти пластов БС₁, БС₁₀, БС₂₋₃, АС₈, БС₁₋₁, ЮС₁₋₃. Чем больше плотность нефти, тем больше молекулярная масса и содержание С₆₊.

Упрощенная технологическая схема УПН и условия подготовки нефти приведены на рис.

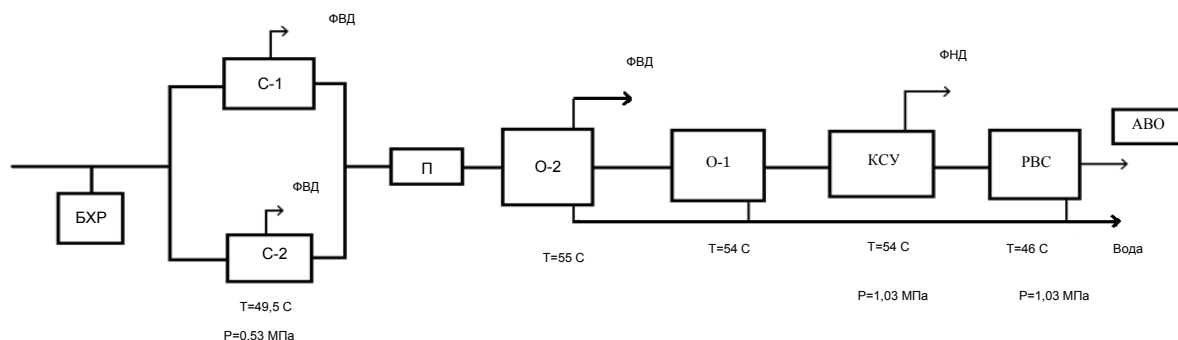


Рис. Упрощенная технологическая схема промысловой подготовки нефти УПН:

БХР – блок хим. реагента; **С-1, С-2** – Сепараторы; **П** – печь; **О-1, О-2** – отстойники; **КСУ** – конечная сепарационная установка; **РВС** – Резервуар вертикальный стальной; **АВО** – аппараты воздушного охлаждения; **ФВД** – факел высокого давления; **ФНД** – факел низкого давления

Составы и свойства пластовой нефти, последовательность технологических процессов и рабочие условия в аппаратах использовались в качестве исходных данных для моделирующей системы при выполнении исследований.

В результате моделирования процессов подготовки нефти различных пластов на УПН получены составы и показатели качества подготовленной нефти (табл.2), а также прогноз по ее выходу. Давление насыщенных паров (ДНП) было рассчитано с использованием формулы Ашворта по полученным составам товарной нефти. Результаты расчетов для всех основных показателей хорошо согласуются с данными реальной промышленной установки.

Таблица 2.

Состав и показатели качества подготовленной нефти.

Показатели	Пласт										
	БС ₁	БС ₂₋₃	БС ₄	БС ₁₀	АС ₈	БС ₁₋₁	БС ₁₀₋₁	ЮС ₁	ЮС ₁₋₁	ЮС ₁₋₂	ЮС ₁₋₃
Состав, %											
мол.: СО ₂	0,01	0,00	0,20	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
N ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
СН ₄	0,22	0,23	0,28	0,17	0,36	0,3	0,25	0,08	0,07	0,07	0,08
С ₂ H ₆	0,23	0,23	0,20	0,29	0,15	0,16	0,18	0,3	0,36	0,39	0,43
С ₃ H ₈	1,42	1,42	1,09	2,04	0,63	1,05	1,37	2,5	2,54	2,56	2,42
i-C ₄ H ₁₀	1,12	0,98	0,74	0,85	0,62	0,85	0,77	0,88	0,85	0,08	0,70
n-C ₄ H ₁₀	2,86	2,71	2,16	3,01	1,82	2,34	2,70	4,05	4,08	3,83	3,87
i-C ₅ H ₁₂	1,92	1,75	1,43	1,51	1,40	1,66	1,47	2,15	1,86	1,86	1,66
n-C ₅ H ₁₂	3,00	2,72	2,22	2,57	2,29	2,56	1,83	3,63	3,75	3,39	3,38
С ₆₊	88,31	88,18	87,7	88,73	90,49	90,09	87,61	86,38	86,48	87,07	97,34
H ₂ O	0,92	1,75	4,18	0,81	2,23	0,99	2,48	0,01	0,01	0,01	0,40
Содержание воды % масс.	0,1035	0,1906	0,4332	0,0951	0,2337	0,1094	0,2824	0,0100	0,0100	0,0100	0,0039
Содержание солей, мг/л	43,22	80,17	184,48	39,70	98,53	45,63	119,55	0,4	0,4	0,39	1,56
ДНП, кПа	53,19	50,90	50,29	51,48	51,90	51,85	66,19	50,24	50,98	50,98	210,84
Расход подготовленной нефти, кг/час	952578	97669	92258	93359	98849	96472	97777	85012	87107	87885	94524

Из результатов исследования видно, что составы подготовленной из различных пластов нефти отличаются существенно по содержанию компонентов С₆₊: от 86,38 (ЮС₁) до 97,34 (ЮС₁₋₃). По этому показателю нефти можно объединить в группы: 1) нефти пластов ЮС (ЮС₁, ЮС₁₋₁, ЮС₁₋₂), кроме ЮС₁₋₃ и нефти пластов БС₁, БС₄, БС₁₀ (содержание компонентов С₆₊ 86,38 – 88,73 % мол.); 2) нефти пластов АС₈, БС₁₋₁ (содержание компонентов С₆₊ 90,09 – 90,49 % мол.); 3) нефть пласта ЮС₁₋₃ (содержание компонентов С₆₊ 97,34 % мол.).

Содержание воды в нефти, подготавливаемой из всех пластов соответствуют требованиям ГОСТ Р 51858-2002 по 1 группе качества. Нефть, подготовленная из пластов группы ЮС, имеет наименьшее содержание воды и, соответственно, солей. Можно выделить группу пластов: БС₁₀₋₁, БС₄, нефть из которых, при рассматриваемых условиях подготовки, не будет соответствовать качеству 1 группы по содержанию солей (> 100

мг/л). Нефть, подготовленная из пластов AC_8 , BC_{2-3} соответствует 1 группе качества, но содержание солей в ней приближается к предельному значению. Нефти со средним содержанием солей (39,7 – 45,63 мг/л) получают из пластов BC_{1-1} , BC_{10} , BC_1 .

Повышенное содержание солей в нефти, полученной из пластов BC_{10-1} и BC_4 , связано с повышенным содержанием в ней воды и влиянием плотности и молекулярной массы нефти на качество ее подготовки. В связи с этим было предложено два варианта решения этой проблемы: увеличение температуры на выходе из печи и добавление промывной воды перед второй ступенью отстаивания, таким образом будет вымываться больше соли.

По давлению насыщенных паров нефть соответствует ГОСТ Р 51858-2002.

Расход нефти, полученной из разных пластов, колеблется в интервалах от 85011 кг/час до 98849 кг/час (табл.2). Наибольший выход продукта получается из нефти пласта AC_8 а наименьший – из нефти пласта $ЮС_1$. Объяснить этот факт можно сравнив составы и свойства пластовой нефти: в пласте $ЮС_1$ содержится больше газовых компонентов чем в пласте AC_8 , а содержание C_{6+} намного меньше. Так же отметим, что нефть пласта $ЮС_1$ относится к легким, а нефть пласта AC_8 - к средним по плотности и молекулярной массе.

По прогнозу показателей качества подготовленной нефти можно сделать заключение, что нефть, подготовленная из различных пластов при рассматриваемых условиях, будет соответствовать требованиям ГОСТ по ДНП, остаточному содержанию воды и практически все варианты будут удовлетворять требованию по содержанию солей. Для достижения показателя 1 группы качества по содержанию солей для подготовки нефти из пластов BC_4 , BC_{10-1} , получены варианты приемлемой технологии.

Отметим также, что моделирующая система чувствительна к составам и свойствам пластовой нефти, поэтому ее можно использовать для прогнозирования оптимальной технологии подготовки нефти в широком диапазоне изменения состава и свойств пластовых флюидов.

Литература

1. Ушева Н.В., Кравцов А.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А. Моделирование технологии промышленной подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2005. – Т.308 - №4. – С. 127-130.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ПЕНТАН-ГЕКСАНОВОЙ ФРАКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «HYSYS-IZOMER»

В.А. Чузлов

Научный руководитель доцент Н.В. Чеканцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Повышение спроса на высококачественные моторные топлива с низким содержанием ароматических углеводородов повысило спрос на изомеризаты, что в свою очередь привело к необходимости совершенствования действующих установок изомеризации. Важнейшими задачами, возникающими при этом является обеспечение длительного срока службы платиносодержащего катализатора, а также обеспечение энерго- и ресурсоэффективности процесса изомеризации пентан-гексановой фракции за счёт оптимального распределения сырьевых потоков [1]. В ходе данной работы была произведена оптимизация состава сырья промышленной установки изомеризации Л-35-11/300 (ООО "ПО Киришинефтеоргсинтез"), поступающего с установок по первичной переработке нефти цеха №1 путём подбора оптимальных режимов работы колонн блока вторичной ректификации бензина установок АТ-6 и АВТ-2.

Моделирование процесса ректификации проводится в программном пакете HYSYS. Связь между двумя системами осуществляется при помощи текстового файла, содержащего данные о составе и свойствах сырья изомеризации (фр. н. к. 62 °С). Файл данных формируется автоматически средствами HYSYS. Затем этот файл считывается компьютерной системой IZOMER, которая производит расчет реакторного блока изомеризации. В выходном файле IZOMER содержится состав и октановое число продукта [2]. Блок-схема комплексной модели представлена на рис. 1.



Рис. 1. Блок-схема комплексной модели изомеризации

В ходе данных исследований была произведена оценка влияния содержания метилциклопентана и циклогексана на процесс изомеризации пентан-гексановой фракции. В качестве критерия оценки было выбрано суммарное содержание 2,2-диметилбутана и 2,3-диметилбутана, так как данные углеводороды обладают