

О ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ ОТБОРА ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛАТОВ ПРИ ПЕРЕГОНКЕ НЕФТИ ЗА СЧЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

С.В. Иванов, аспирант, П.С. Антонюк, студент, В.А. Луцковская, студент,
*В.В. Кравченко, старший научный сотрудник, **С.И. Воробьев, профессор,
В.Н. Торховский, старший научный сотрудник

кафедра Технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива им. А.Н. Баширова

*Центр инструментальных методов исследований

**кафедра Коллоидной химии им. С.С. Воюцкого

МИТХТ им. М.В. Ломоносова

e-mail: ivanovmitht@gmail.com

Подтверждено высказанное ранее предположение о том, что за счет предварительной механоактивации можно повысить выход вакуумных дистиллатов (газойлей) при разгонке нефти, относящейся по ГОСТ Р51858-2002 к битуминозному типу. Однако суммарный выход дистиллатных фракций при этом увеличивается менее, чем на 1% мас. по сравнению с их потенциальным содержанием.

The possibility of increasing the amount of vacuum gasoil from oil distillation by preliminary oil mechanical activation was confirmed. The oil was bituminous type on the basis of GOST R51858-2002. However, overall increase of distillate fractions is less than 1% mass compared to their potential content.

Ключевые слова: битуминозная нефть, механоактивация, гидродинамическая кавитация, фракционный состав

Key words: bituminous oil, mechanical activation, hydrodynamic cavitation, fractional composition.

Увеличение глубины отбора дистиллатных фракций при первичной перегонке является одним из мероприятий, позволяющих полнее использовать углеводородный потенциал нефти. Создана, но пока в ограниченном масштабе внедрена отечественная технология вакуумной перегонки мазута с отбором газойлей, выкипающих до 580–600°C [1].

Перегонка мазутов в промышленных условиях обычно сопровождается вводом в куб вакуумной колонны водяного пара в количестве до 1.5% от массы мазута. Наряду с позитивным влиянием (улучшение отпарки углеводородов) имеют место и отрицательные эффекты: необходимость увеличения площади сечения колонны, разбавление паров углеводородов и снижение за счет этого к.п.д. тарелок ректификационных колонн, увеличение нагрузки на систему создания вакуума и др. Повышение суммарного выхода вакуумных дистиллатов (на 7.8% мас.) и улучшение их качества достигается путем реконструкции вакуумной колонны с оснащением ее регулярными насадками фирмы Кох-Глитч с распределителями пара и жидкости [2].

Получение тяжелых вакуумных дистиллатов с температурой конца кипения 580–600°C расширяет сырьевую базу процессов, углубляющих переработку нефти (каталитический крекинг, гидрокрекинг).

При исследовании механоактивации нефтяного сырья, вызванной гидродинамической кавитацией в дезинтеграционном агрегате ДА-1 при давлении сжатия 30 МПа, было установлено [3], что последующая первичная перегонка тяжелых (по ГОСТ Р51858-2002) западно-

сибирских нефтей (плотность 870–880 кг/м³) с высоким содержанием высококипящих *n*-алканов сопровождается увеличением доли углеводородов, выкипающих до 100–200°C, на 3–7.5% об. Начало кипения этих нефтей после механоактивации снизилось на 9–18°C по сравнению с исходным образцом.

Иную картину наблюдали [4], когда механоактивации в ДА-1 перед первичной перегонкой подвергали частично отбензиненную нефть одного из месторождений Республики Коми. Она характеризовалась повышенным содержанием силикагелевых смол (более 14%) и асфальтенов (выше 7%); содержание парафина не превышало 1%. Плотность этой нефти составляла 937 кг/м³ (битуминозная по ГОСТ Р51858-2002). Увеличение в ДА-1 давления сжатия в интервале 20–50 МПа сопровождалось незначительным повышением температуры начала кипения и снижением концентрации углеводородов, выкипающих до 360°C. Повышение содержания фракций, кипящих в диапазоне 360–500°C, не компенсировало снижение доли легкого погона, поэтому суммарный выход дистиллатных фракций постепенно снижался. Соответственно доля тяжелого остатка (гудрона) в нефти возрастала по мере увеличения давления сжатия. Установлено также, что описанные изменения фракционного состава нефти сопровождаются и изменением ее углеводородного состава. По данным ИК-спектроскопии увеличилась относительная концентрация ароматических соединений, образование которых вызвано реакциями циклизации и дегидроциклизации парафинов и нафтенных.

При определении характеристик гудронов было показано [4], что пенетрация (при 25°C) и температура размягчения после механоактивации при давлении сжатия выше 40 МПа отличаются от аналогичных показателей гудрона, выработанного из начального образца нефти. Пенетрация увеличилась, а температура размягчения снизилась, что мы связали с разрушением ассоциатов асфальтенов в гудроне и образованием дисперсной системы с пониженной вязкостью. В связи с этим было высказано предположение о возможности (за счет увеличения выхода паровой фазы из активированного сырья) более глубокого отбора вакуумных дистиллатов, температура конца кипения (КК) которых может заметно превысить 500°C.

Цель настоящей работы заключается в проверке справедливости высказанного предположения. Принцип действия ДА-1 описан в [3]. Характеристика нефти и ее перегонка (исходного образца и после механоактивации давлением сжатия 40 и 50 МПа) в основном соответствовали изложенным в [4]. Отличие при

перегонке заключалось в том, что отбор вакуумного дистиллата с температурой кипения выше 430°C заканчивали не при 500°C, а в момент появления в колбе, используемой для перегонки, неконденсирующихся паров (признак деструкции) и повышения за счет этого остаточного давления сверх 1 мм рт. ст. Фиксируемую при этом температуру принимали за КК. Образец нефти после механоактивации давлением 50 МПа был разделен на две части. Одна из них, так же, как и образец после механоактивации давлением 40 МПа, была перегнана не позднее 2 ч после обработки, а вторая – через месяц. Результаты опыта 2(м) показывают как изменились свойства нефти через месяц после прекращения действия механической нагрузки.

Образцы гудрона были охарактеризованы глубиной проникновения иглы (пенетрацией) по ГОСТ 11501-78 и температурой размягчения, определяемой по ГОСТ 11506-73 методом «кольца и шара» (КиШ).

Полученные результаты приведены в таблице и на рис. 1 и 2.

Таблица. Влияние давления сжатия и глубины отбора вакуумных дистиллатов на фракционный состав нефти.

Показатели	Исходный образец нефти		После механоактивации при давлении, МПа				
			40		50		
	Опыт 1 [4]	Опыт 2	Опыт 1[4]	Опыт 2	Опыт 1 [4]	Опыт 2	Опыт 2 (м)
Начало кипения (НК), °C	119	120	123	121	122	121	124
Выкипает, % мас.: до 200°C	7.1	6.7	6.6	6.0	6.9	6.7	6.4
до 300°C	23.8	23.7	21.4	20.7	21.0	21.2	21.3
до 360°C	32.5	32.0	28.8	28.7	28.1	28.2	27.8
до 430°C	40.1	40.2	37.2	38.2	37.8	37.3	38.1
до 500°C (КК)	52.7	56.7 (528)	51.0	55.5 (510)	49.7	57.4 (538)	57.1 (530)
>500°C (КК) (гудрон)	46.4	42.4	48.0	43.5	49.1	41.4	41.8
Потери	0.9	0.9	1.0	1.0	1.2	1.2	1.1
Итого:	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Σ (430°C–КК)	12.6	16.5	13.8	17.3	11.9	20.1	19.0
Δ (КК–500°C)	–	4.0	–	4.5	–	7.7	7.4

Из представленных в таблице данных видно, что предварительная механоактивация (давление сжатия 50 МПа) и повышение за счет этого при перегонке нефти температуры КК вакуумных дистиллатов до 538°C позволяет увеличить выход последних на 7.7% мас., что подтверждает справедливость высказанного ранее [4] предположения. Однако при сравнении достигнутого результата с одновременно возросшим отбором вакуумных дистиллатов (до температуры КК, равной 528°C) из исходного образца нефти заключаем, что за счет механоактивации суммарное повышение выхода дистиллатных фракций (НК–КК) сос-

тавило всего 0.7% мас.; увеличение в нефти концентрации компонентов, кипящих выше 430°C, лишь компенсировало снижение доли низкокипящих соединений.

Графические зависимости, приведенные на рис. 1, позволяют сделать вывод: по мере увеличения суммарного выхода дистиллатных фракций за счет повышения глубины отбора вакуумного газойля после предварительной механоактивации при давлении сжатия 40–50 МПа доля мальтенов (углеводородов и смол с повышенным содержанием ароматических структур [4]) в гудронах снизилась, что привело к одно-

значному и ожидаемому изменению пенетрации и температуры размягчения. в отличие от зафиксированного в [4] характера изменения этих показателей.

Для нефтей, подобных по показателям исследованной, можно рассмотреть варианты механоактивации, связанные с более высоким давлением сжатия и/или увеличением числа циклов воздействия. Однако характер зависимости, пред-

ставленной на рис. 2, показывает, что существенного повышения суммарного выхода дистиллатных фракций (выше 56.7% мас.) только за счет механоактивации достичь не удастся. Полагаем, что использование для перегонки активированной нефти реконструированной вакуумной колонны в промышленных условиях [2] даст возможность получить желаемый результат.

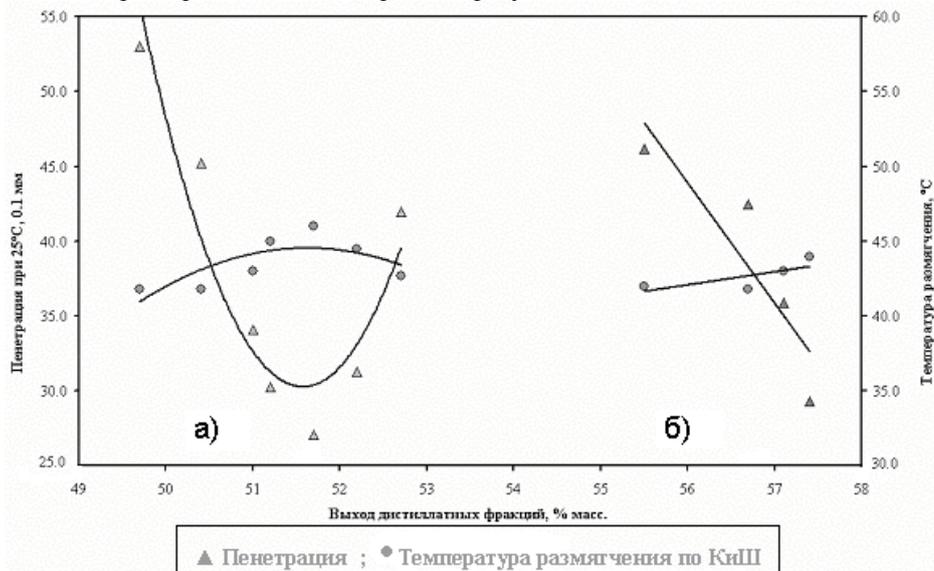


Рис. 1. Характер изменения пенетрации и температуры размягчения гудрона при глубине отбора дистиллатных фракций до 500°C [4] (а) и до температуры КК (б).

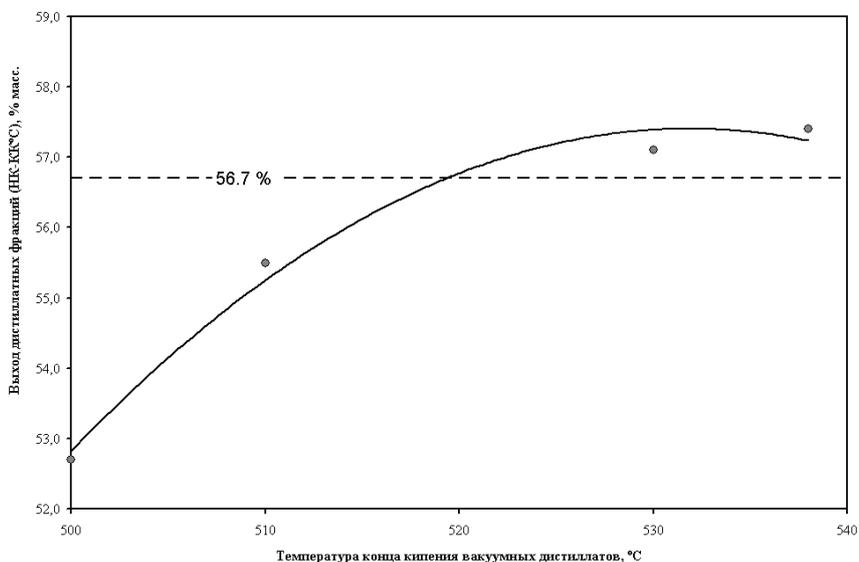


Рис. 2. Взаимосвязь конца кипения вакуумного газойля и суммарного выхода дистиллатных фракций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Капустин В.М., Чернышова Е.А. Развитие нефтепереработки и нефтехимии в России // Нефтехимия. 2010. Т. 50. № 4. С. 259–266.
2. Технология переработки нефти: в 2 ч. Ч. 1. Первичная переработка нефти / Под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. – М.: Химия, КолосС, 2005. 400 с.
3. Воробьев С.И., Торховский В.Н., Тугорский И.А., Казмалы И.К. Механоактивация углеводородов с помощью дезинтегратора высокого давления // Вестник МИТХТ. 2008. Т. 3. № 3. С. 77–84.
4. Иванов С.В., Антонюк П.С., Луцковская В.А., Кравченко В.В., Воробьев С.И., Торховский В.Н. Влияние механоактивации на состав нефти и характеристики ее фракции, выкипающей выше 500°C // Вестник МИТХТ. 2010. Т. 5. № 4. С. 40–43.