УДК 541.6+665.6

Е.К. КАЛДЫГОЗОВ, Н. ДАУРЕНБЕК, Ж.Т. АЛБАЕВА

ГИДРОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ НОВЫХ НЕФТЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

В данной статье приведены результаты процесса гидроочистки вакуумного газойля нефтей Западного-Казахстана. Приводятся основные физико-химические свойства вакуумных дистиллятов нефтей месторождения – Карачаганак, Тенгиз, Каламкас, Каражамбас. Изучены и подобраны параметры процесса гидроочистки вакуумных газойлей с целью получения малосернистого котельного топлива с пониженной вязкостью.

Разработка рациональных вариантов переработки различных фракций нефтей и газоконденсатов новых месторождений позволяет эффективно решать задачу удовлетворения потребности страны в высококачественных моторных и котельных топливах, смазочных маслах, в нефтяном коксе и в сырье для нефтехимического синтеза.

Физико-химические характеристики исходных вакуумных дистиллятов приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Физико-химические характеристики исходных вакуумных дистиллятов**

Показатели	Вакуумный дистиллят			
	Карачаганак	Тенгиз	Каламкас	Каражанбас
Плотность при 20°С, кг/м³	879,0	887,0	890,1	917,8
Содержание серы, % мас.	1,16	1,10	1,98	1,65
Температура застывания, °С	30	28	-4	-17
Коксуемость, %	0,37	0,10	0,39	0,30
Зольность, %	0,02	0,015	-	-

Одним из важнейших направлений в развитии нефтеперерабатывающей промышленности Республики Казахстан является получение высококачественных моторных топлив и смазочных масел гидрокаталитической переработкой. Дефицит нефтяного сырья обусловливает его более квалифицированную переработку посредством каталитических процессов и тщательную подготовку путем гидроочистки от сернистых, азотистых и кислородных соединений.

Эффективность процесса гидроочистки дистиллятных фракций нефтяного сырья в значительной степени зависит от активности используемого катализатора и условий ведения процесса, т.е. от выбора оптимальных параметров основных влияющих факторов.

Из полученных экспериментальных данных (таблица 1) наблюдается, что вакуумные дистилляты исследуемых нефтей заметно отличаются по качественным показателям. Наименьшей плотностью обладает вакуумный дистиллят Карачаганакской нефти. Наибольшую плотность имеет вакуумный дистиллят нефти месторождения Каражамбас.

Каталитическое облагораживание под давлением водорода позволяет достаточно полно удалить нежелательные примеси из дистиллятных фракций, уменьшить их склонность к образованию отложений и осадков, а также снизить коррозионную агрессивность. Известно, что предварительная гидроочистка сырья процесса каталитического крекинга значительно способствует увеличению срока службы катализаторов, улучшению качества и повышению выхода целевых продуктов.

В таблице 2 приведены основные параметры ведения процесса при различных температурах и давлениях, а также показаны физико-химические характеристики гидроочищенной вакуумной фракции Карачаганакской, Каламкасской, Тенгизской, Каражамбасской нефтей.

Исследование процесса гидроочистки вакуумных дистиллятов западных нефтей Республики Казахстан проводили в присутствии промышленного катализатора ГS-168Ш при температурах 360, 380, 400, 420°С, давлениях 3, 4, 5, 6 МПа и объемных скоростях подачи сырья 0,7; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0 $ч^{-1}$. Данные исследования приведены в таблице 3.

Исследование процесса гидроочистки вакуумных дистиллятов западных нефтей Республики Казахстан проводили в присутствии промышленного катализатора ГS-168Ш при температурах 360, 380, 400, 420°С, давлениях 3, 4, 5, 6 МПа и объемных скоростях подачи сырья 0,7; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0 $ч^{-1}$. Данные исследования приведены в таблице 3.

Вакуумные дистилляты характеризуются значительным содержанием сернистых соединений (1,1 - 2,0 % масс.), параметров процесса гидроочистки вакуумных дистиллятов на катализаторе ГS-168Ш провели серию опытов по изучению кинетических закономерностей процесса.

Изучение влияния температуры на процесс гидроочистки вакуумных дистиллятов проводилось при давлении 4,0 МПа и объемной скорости подачи сырья 1 $ч^{-1}$.

Результаты исследования показывают, что по мере повышения температуры процесса увеличивается степень гидрообессеривания исходных вакуумных дистиллятов (таблица 4).

При температуре 420°С скорость процесса гидроочистки вакуумных дистиллятов достигает максимальной величины, т.е. с увеличением температуры скорость процесса возрастает, однако следует отметить, что при этом усиливаются и побочные реакции крекинга, об этом свидетельствует уменьшение плотности, снижение температуры начала кипения у образцов, гидроочищенных при более жестком режиме.

Повышение температуры от 360 до 420°С больше всего сказывается на вакуумном дистил-

Таблица 2. **Характеристика гидроочищенных вакуумных дистиллятов**

Режим процесса			Показатели							
			Фракционный состав, ^{0}C					Содержание серы, % масс.	ρ_4^{20}, кг/м^3	Температура застывания, ^{0}C
Температура, ^{0}C	Давление, МПа	Объемная скорость, ч$^{-1}$	н.к	10%	50 %	90%	к.к			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Карачаганак										
360	4,0	1,0	240	308	382	454	474	0,230	873,3	21
380	3,0	1,0	225	318	378	474	485	0,188	872,9	28
380	4,0	0,7	208	285	365	439	470	0,109	869,8	14
380	4,0	1,0	220	294	372	450	475	0,141	870,5	18
380	4,0	1,25	236	322	374	447	480	0,182	871,1	25
380	4,0	1,5	202	350	380	482	500	0,196	871,5	31
380	4,0	2,0	212	350	384	474	492	0,228	872,2	34
380	5,0	0,7	192	320	365	476	485	0,093	866,8	14
380	5,0	1,0	206	324	368	479	485	0,115	866,2	16
380	5,0	1,25	216	338	366	462	478	0,156	868,9	20
380	5,0	1,5	228	349	375	483	492	0,183	870,6	26
380	6,0	0,7	198	322	368	448	468	0,091	866,5	11
380	6,0	1,0	202	320	368	476	480	0,114	867,8	14
380	6,0	1,25	208	336	372	464	485	0,139	868,6	18
380	6,0	1,5	226	340	370	475	484	0,183	869,4	24
400	4,0	1,0	198	326	368	442	462	0,138	868,4	22
420	4,0	1,0	162	308	364	430	455	0,105	867,3	18
Тенгиз										
360	4,0	1,0	252	332	390	438	474	0,248	880,6	24
380	3,0	1,0	238	325	391	432	485	0,148	879,4	21
380	4,0	0,7	236	319	384	429	470	0,117	876,2	17
380	4,0	1,0	227	311	372	427	475	0,125	877,8	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
380	4,0	1,25	216	310	386	428	480	0,139	878,3	23
380	4,0	1,5	214	308	378	429	500	0,186	880,7	25
380	4,0	2,0	202	308	379	422	492	0,229	882,5	29
380	5,0	0,7	218	316	382	420	485	0,114	876,1	14
380	5,0	1,0	206	312	370	426	485	0,119	876,9	17
380	5,0	1,25	180	308	386	438	478	0,128	878,0	19
380	5,0	1,5	186	302	392	437	492	0,162	880,2	24
380	6,0	0,7	206	302	372	424	468	0,108	874,2	9
380	6,0	1,0	208	295	365	422	480	0,114	876,1	13
380	6,0	1,25	178	316	378	427	485	0,135	877,4	16
380	6,0	1,5	192	324	388	441	484	0,158	879,5	20
400	4,0	1,0	185	316	380	432	462	0,108	874,6	14
420	4,0	1,0	174	302	375	425	455	0,108	870,5	11
Каламкас										
360	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,252	881,2	-15
380	3,0	1,0	-	-	-	-	-	0,174	879,8	-7
380	4,0	0,7	-	-	-	-	-	0,134	877,3	-16
380	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,138	878,9	-18
380	4,0	1,25	-	-	-	-	-	0,150	880,1	-10
380	4,0	1,5	-	-	-	-	-	0,166	881,6	-6
380	4,0	2,0	-	-	-	-	-	0,234	882,4	-2
380	5,0	0,7	-	-	-	-	-	0,130	874,5	-16
380	5,0	1,0	-	-	-	-	-	0,134	875,4	-18
380	5,0	1,25	-	-	-	-	-	0,148	878,2	-14
380	5,0	1,5	-	-	-	-	-	0,152	880,0	-11
380	6,0	0,7	-	-	-	-	-	0,130	870,2	-19
380	6,0	1,0	-	-	-	-	-	0,132	872,4	-15

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
380	6,0	1,25	-	-	-	-	-	0,143	876,3	-10
380	6,0	1,5	-	-	-	-	-	0,156	879,3	-8
400	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,125	874,2	-14
420	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,130	870,1	-9
Каражамбас										
360	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,422	910,6	-25
380	3,0	1,0	-	-	-	-	-	0,260	906,4	-18
380	4,0	0,7	-	-	-	-	-	0,192	903,5	-21
380	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,214	906,8	-20
380	4,0	1,25	-	-	-	-	-	0,244	909,7	-18
380	4,0	1,5	-	-	-	-	-	0,254	914,3	-17
380	4,0	2,0	-	-	-	-	-	0,342	915,8	-12
380	5,0	0,7	-	-	-	-	-	0,176	901,3	-24
380	5,0	1,0	-	-	-	-	-	0,206	905,5	-22
380	5,0	1,25	-	-	-	-	-	0,226	908,5	-21
380	5,0	1,5	-	-	-	-	-	0,232	912,4	-19
380	6,0	0,7	-	-	-	-	-	0,161	897,2	-23
380	6,0	1,0	-	-	-	-	-	0,194	902,1	-23
380	6,0	1,25	-	-	-	-	-	0,207	905,4	-24
380	6,0	1,5	-	-	-	-	-	0,218	910,3	-20
400	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,172	898,4	-22
420	4,0	1,0	-	-	-	-	-	0,165	892,7	-24

Таблица 3. **Физико-химическая характеристика гидроочищенного вакуумного дистиллята из нефтесмеси**

Режим процесса			ρ_4^{20}, кг/м^3	ν_{20}, мм^2/с	Содержание серы, % масс.	Фракционный состав, ^{0}С					Температура застывания, ^{0}С
Температура, ^{0}С	Давление, МПа	Скорость подачи сырья, ч$^{-1}$				н.к	10%	50%	90%	к.к.	
360	4	1,0	879,8	15,9	0,187	358	383	418	461	495	27
380	3	1,0	877,8	15,7	0,112	356	382	418	462	493	26
380	4	0,7	879,4	13,6	0,087	357	379	416	460	492	26
380	4	1,0	880,5	13,8	0,092	352	382	418	458	472	27
380	4	1,25	878,0	14,3	0,096	350	380	419	459	496	27
380	4	1,5	876,7	14,4	0,114	358	389	419	458	496	28
380	4	2,0	877,1	14,6	0,168	361	392	426	472	497	29
380	5	0,7	880,6	13,5	0,082	353	380	416	462	491	26
380	5	1,0	879,9	13,2	0,085	353	382	417	458	492	25
380	5	1,25	880,3	13,3	0,093	350	387	416	462	494	26
380	5	1,5	878,3	13,6	0,098	350	388	419	468	496	26
380	6	0,7	879,4	11,8	0,081	358	388	419	469	495	23
380	6	1,0	877,8	12,5	0,084	362	390	422	473	489	23
380	6	1,25	876,8	12,6	0,087	363	394	429	471	489	24
380	6	1,5	876,7	13,8	0,095	363	396	421	472	496	27
400	4	1,0	879,5	13,3	0,080	349	379	413	464	488	23
420	4	1,0	875,1	11,5	0,073	347	376	409	465	484	21

ляте каражамбасской нефти - глубина обессеривания данного дистиллята увеличивается на 16%. В этих же условиях глубина обессеривания вакуумного дистиллята каламкасской нефти увеличивается всего на 7%.

Влияние давления на процесс гидроочистки вакуумных дистиллятов исследовали при температуре 380°С, объемной скорости подачи сырья 1,0ч$^{-1}$.

Из полученных данных следует, что для гидрогенизатов влияние давления значителен в интервале давления 3-5 МПа, дальнейшее увеличение давления существенно не влияет на глубину гидрообессеривания поэтому целесообразно проводить процесс при давлении 3-5 МПа.

Изучение влияния объемной скорости подачи сырья на глубину гидроочистки вакуумных

Таблица 4. **Физико-химические характеристики гидроочищенного ваку-умного дистиллята из нефтесмеси**

Режим процесса			ρ_4^{20}, кг/м^3	ν_{20}, мм^2/с	Содержание серы, % масс.	Фракционный состав, ^{0}С					Температура застывания, ^{0}С
Температура, ^{0}С	Давление, МПа	Скорость подачи сырья, ч$^{-1}$				н.к	10 %	50 %	90%	к.к.	
360	4	1	879,8	15,9	0,187	358	383	418	461	495	27
380	3	1	877,8	15,7	0,112	356	382	418	462	493	26
380	4	0,7	879,4	13,6	0,087	357	379	416	460	492	26
380	4	1	880,5	13,8	0,092	352	382	418	458	472	27
380	4	1,25	878,0	14,3	0,096	350	380	419	459	496	27
380	4	1,5	876,7	14,4	0,114	358	389	419	458	496	28
380	4	2	877,1	14,6	0,168	361	392	426	472	497	29
380	5	0,7	880,6	13,5	0,082	353	380	416	462	491	26
380	5	1	879,9	13,2	0,085	353	382	417	458	492	25
380	5	1,25	880,3	13,3	0,093	350	387	416	462	494	26
380	5	1,5	878,3	13,6	0,098	350	388	419	468	496	26
380	6	0,7	879,4	11,8	0,081	358	388	419	469	495	23
380	6	1	877,8	12,5	0,084	362	390	422	473	489	23
380	6	1,25	876,8	12,6	0,087	363	394	429	471	489	24
380	6	1,5	876,7	13,8	0,095	363	396	421	472	496	27
400	4	1	879,5	13,3	0,080	349	379	413	464	488	23
420	4	1	875,1	11,5	0,073	347	376	409	465	484	21

газойлей проводили при температуре 380^{0}С и давлении 4 МПа.

При снижении объемной скорости подачи сырья с 2,0 ч$^{-1}$ до 0,7 ч$^{-1}$ глубина гидрообессеривания вакуумных дистиллятов Карашыганакской, Тенгизской и Каражамбасской нефтей увеличивается с 79-81% до 89-91%. Снижение объемной скорости подачи сырья на глубину гидрообессеривания вакуумного дистиллята каламкасской нефти сказывается незначительно. Так, как объемная скорость подачи сырья непосредственно связана с производительностью установки гидроочистки, поэтому целесообразно поддерживать объемную скорость 1,0 ч$^{-1}$ с учетом того, что в этом случае достигается достаточная степень гидрообессирования - 87-93%.

Анализ гидрогенизата показывает, что вязкость продуктов гидроочистки снижается с повышением объемной скорости подачи сырья, изменение температуры и давления особо не влияет на данный показатель.

ЛИТЕРАТУРА

1.*Смирнов В.К., Ирисова Е.Н., Талисман Е.Л.* и др. Гидроочистка дистиллятных фракций Западно-Сибирских нефтей // Химия и технология топлив и масел.-2004, -№4, - С.37- 40.

2. *Ирисова Е.Н., Смирнов В.К., Полункин Я.М.* и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2005.- №4. – С. 9-12.

3. *Бабынин А.А., Смирнов В.К., Винина К.М.,* и др.// Нефтепереработка и нефтехимия. – 2006.- №7. – С. 10-14.

4. *Смирнов В.К., Бабынин А.А., Ирисова Е.Н., Талисман Е.Л.* // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2006.- №8. – С. 20-24.

5. *Каменский А.А., Вязков В.А., Михайлов Ю.А.* Получение низкозастывающих дизельных топлив гидрогенизацией алканов // Химия и технология топлив и масел. - 1992.- № 5.- С.12-13.

Резюме

Батыс Қазақстан мұнайларынан алынған вакуумды газойлді гидротазалау процесінің нәтижелері көрсетілген. Қарашығанақ, Теңіз, Қаламқас, Қаражамбас кенорынынан алынған вакуумды дистиллятының физика-химиялық қасиеттері берілген. Аз күкіртті және төмен тұтқырлы қазан отынын алу мақсатында гидротазалау процесінің параметрлері зерттеліп таңдалды.

Summary

In this article results of process of hydrorefining of vacuum gasoil of oils of Western Kazahstan are presented. The basic physico-chemical properties of vacuum distillates of oil deposits – Karachaganak, Tengiz, Kalamkas, Karazhambas are presented. Parametres of process of hydrorefining of vacuum gasoils for the purpose of production of low-sulfur fuel oil with the low viscosity are studied and selected.