

УДК 622.279.23/4

**Н.М. Парфенова**, к.х.н., старший научный сотрудник Лаборатории комплексных исследований углеводородных систем Центра исследований нефтегазовых пластовых систем и технологического моделирования, e-mail: N\_Parfenova@vniigaz.gazprom.ru; **Л.С. Косякова**, старший научный сотрудник Лаборатории комплексных исследований углеводородных систем Центра исследований нефтегазовых пластовых систем и технологического моделирования, e-mail: L\_Kosyakova@vniigaz.gazprom.ru; **Е.Б. Григорьев**, д.т.н., заместитель директора Центра исследований нефтегазовых пластовых систем и технологического оборудования, e-mail: E\_Grigoriev@vniigaz.gazprom.ru; **И.М. Шафиев**, начальник Лаборатории комплексных исследований углеводородных систем Центра исследований нефтегазовых пластовых систем и технологического моделирования, e-mail: I\_Shafiev@vniigaz.gazprom.ru; **Д.Р. Крайн**, заместитель начальника Лаборатории комплексных исследований углеводородных систем Центра исследований нефтегазовых пластовых систем и технологического моделирования, e-mail: D\_Krain@vniigaz.gazprom.ru; **М.М. Орман**, младший научный сотрудник Лаборатории геолого-промысловых исследований Центра исследований нефтегазовых пластовых систем и технологического моделирования, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», e-mail: M\_Orman@vniigaz.gazprom.ru

## Характеристика и направления рационального использования газоконденсатов ачимовских отложений Уренгойского НГКМ

**Проведено комплексное физико-химическое исследование конденсатов ачимовских отложений (пласты Ач<sub>3-4</sub>, Ач<sub>3-4,5</sub> и Ач<sub>5</sub>) Уренгойского НГКМ. Установлено, что конденсаты изученных залежей схожи между собой по физико-химическим характеристикам, относятся к тяжелым конденсатам метаново-нафтенового типа. Показано, что бензиновые, керосиновые и дизельные фракции конденсатов являются благоприятным сырьем для использования их в качестве основы для получения соответствующих топлив.**

**Ключевые слова:** газоконденсат, фракционный состав, групповой углеводородный состав, бензиновые, керосиновые, дизельные фракции.

Продуктивность ачимовских отложений на Уренгойском месторождении установлена в 1978 г. скважиной 95-Р. В разрезе ачимовской толщи выделены шесть песчаных пластов (Ач<sub>1</sub>, Ач<sub>2</sub>, Ач<sub>3-4</sub>, Ач<sub>5</sub>, Ач<sub>6</sub>, Ач<sub>6</sub>). Глубина залегания ачимовской пачки – 3400–4000 м. Ачимовская свита пород берриас-валанжинского возраста представляет собой глинистые отложения толщиной до 200 м и более, включающие в себя песчаные тела клиноформного типа [1, 2]. Залежи ачимовских отложений находятся в «жестких» термобарических условиях: пластовые давления составляют 57–61 МПа, температуры – 106–110 °С. Потенциальное содержание конденсата находится в пределах 286–319 г/м<sup>3</sup> на газ сепарации, конденсатогазовый

фактор по сырому конденсату 413 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, или 268,7 г/м<sup>3</sup>. «Жесткие» термобарические условия обусловили растворимость в газе сравнительно тяжелых по фракционному составу жидких углеводородов [3].

В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проведен мониторинг физико-химических характеристик конденсатов с начала разработки месторождения до настоящего времени.

Объектами настоящей работы явились конденсаты из залежей пластов Ач<sub>3-4</sub>, Ач<sub>3-4,5</sub> и Ач<sub>5</sub>, отобранные из разведочных скважин при начальном пластовом давлении: 732, 778, 716, 285, 727, 212-4 (Ач<sub>3-4</sub>), 774, 705 (Ач<sub>3-4,5</sub>), 440, 336, 800, 213-3 (Ач<sub>5</sub>), а также из эксплуатируемых скважин при текущем

пластовом давлении: 212-4 (Ач<sub>3-4</sub>) и 213-3 (Ач<sub>5</sub>).

Общими характерными особенностями изученных конденсатов являются: довольно высокие значения плотности (779,7–790,7 кг/см<sup>3</sup>), значительное содержание твердых парафинов (3,34–5,04 % масс.), низкое содержание серы (0,025–0,028 % масс.), широкий температурный интервал выкипания. Конденсаты, отобранные в начальный период разработки (1996–1999 гг.), схожи между собой как по физико-химическим свойствам, так и по фракционному составу. Сравнение конденсатов по фракционному составу, определенному по ГОСТ 2177 (рис. 1), показывает, что кривые фракционного состава имеют одинаковый вид, лежат близко друг к

другу, что является свидетельством большого сходства между ними.

Для сравнения с результатами исследования конденсатов ачимовских отложений, проведенными в ООО «Газпром ВНИИГАЗ», были использованы данные по фракционному составу конденсатов в начальный период разработки, определенные в ОАО «ТЦЛ» (рис. 2), которые также свидетельствуют об их сходстве.

Конденсаты из залежи Ач<sub>5</sub> (скв. 440, 336 и 800 Восточного Уренгоя), отобранные в 1999 г., схожи между собой по всем основным параметрам, но несколько легче конденсатов, отобранных из залежей Ач<sub>3-4</sub> и Ач<sub>3-4,5</sub> (табл. 1). Так, средняя плотность конденсатов залежи Ач<sub>5</sub> – 775,2 г/см<sup>3</sup>, конденсатов залежей Ач<sub>3-4</sub> и Ач<sub>3-4,5</sub> – 788,0 г/см<sup>3</sup>, остаток перегонки составляет соответственно 7,5–9,6% объемн. и 11,6–14,0% объемн. В целом же эти конденсаты схожи с конденсатами пластов Ач<sub>3-4</sub> и Ач<sub>3-4,5</sub>.

За изменением свойств конденсатов в процессе разработки наиболее отчетливо можно проследить по сопоставлению данных по кривым истинных температур кипения (ИТК). Разгонка конденсатов для построения кривых ИТК проводилась на автоматической установке фракционированной разгонки нефтей фирмы i-Fisher в соответствии с ASTM 2892 и ASTM 5236. На рисунке 3 представлена динамика изменения фракционного состава конденсатов в процессе опытно-промышленной эксплуатации (ОПЭ) с начала разработки по настоящее время.

Конденсат из скв. 213-3, отобранный при начальном пластовом давлении (60,3 МПа) с плотностью 790,7 кг/м<sup>3</sup>, немного тяжелее по фракционному составу ранее исследованных конденсатов. Тем не менее кривая ИТК этого конденсата (кривая 1) хорошо вписывается в общую картину. Конденсат из скв. 212-4, эксплуатируемой в промышленном масштабе с 2009 г., отличается по всем физико-химическим характеристикам от других конденсатов. Эта различие очевидно не только во фракционном составе, кривая которого (2 на рисунке 3) лежит ниже остальных кривых и характеризуется иной формой, свидетельствующей о большем количестве

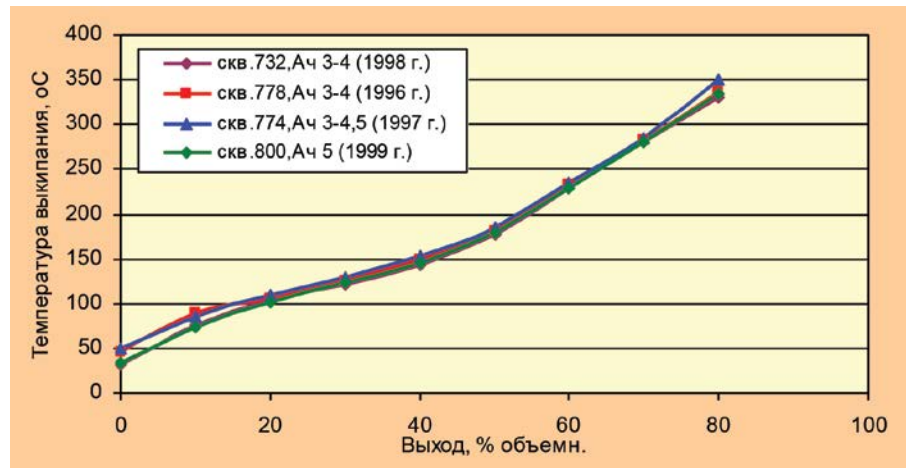


Рис. 1. Фракционный состав конденсатов в начальный период разработки по ГОСТ 2177 (данные ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

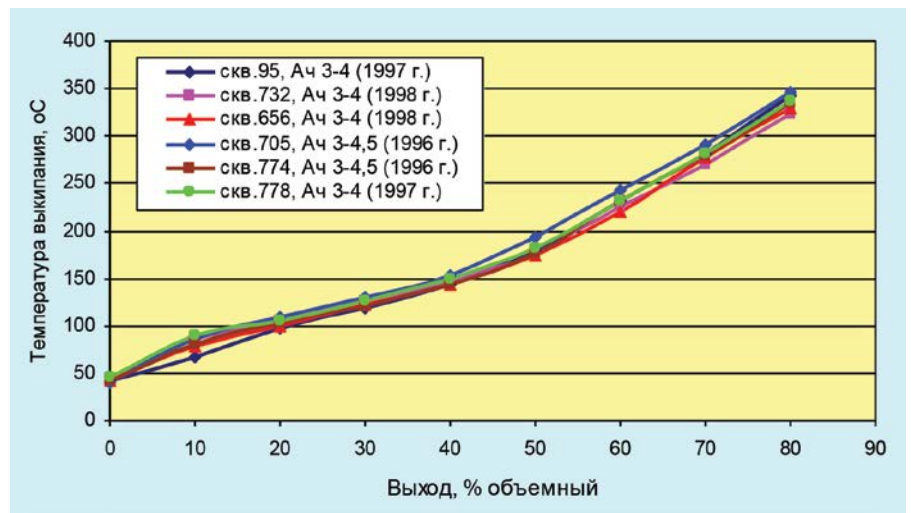


Рис. 2. Фракционный состав конденсатов по ГОСТ 2177 (данные ОАО «ТЦЛ»)

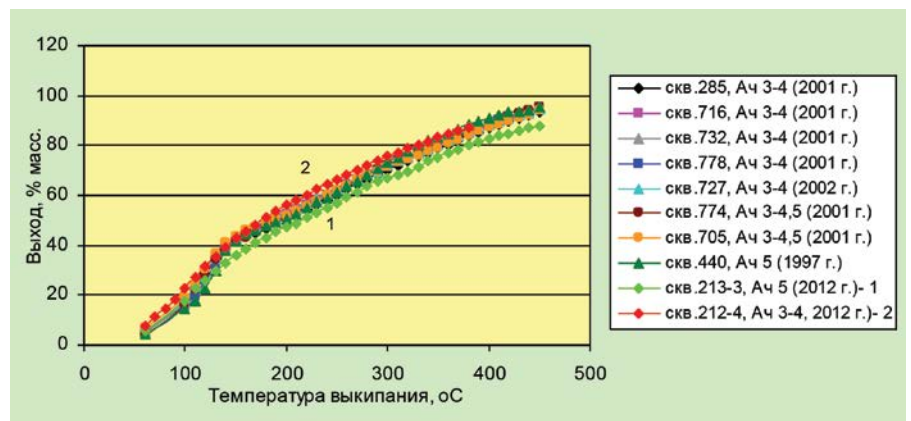


Рис. 3. Динамика изменения фракционного состава конденсатов в процессе ОПЭ

легких фракций до 100 °С и меньшем содержании тяжелых фракций. Конденсат имеет меньшие значения плотности (765,5 кг/м<sup>3</sup>), молекулярной массы (124), кинематической вязкости (1,24 мм<sup>2</sup>/с),

остатка перегонки (5,0 % объемн.) по сравнению с другими конденсатами. Все эти изменения свидетельствуют о наметившейся тенденции к некоторому облегчению состава конденсата, проис-

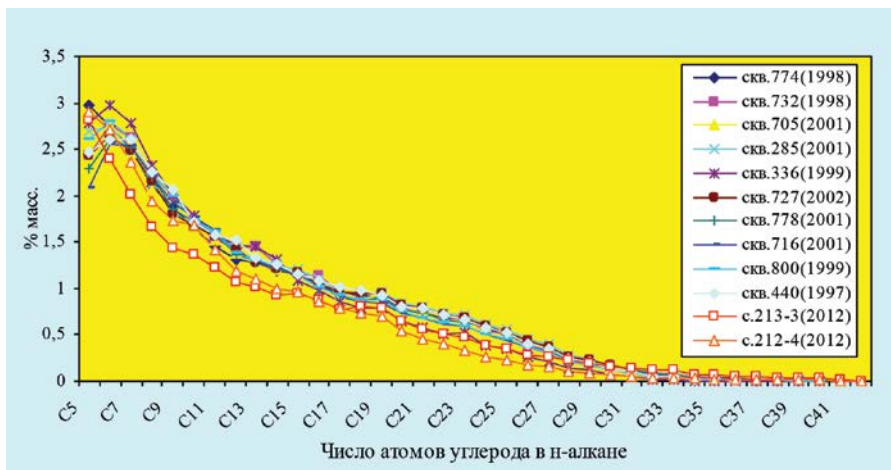


Рис. 4. Молекулярно-массовое распределение n-алканов

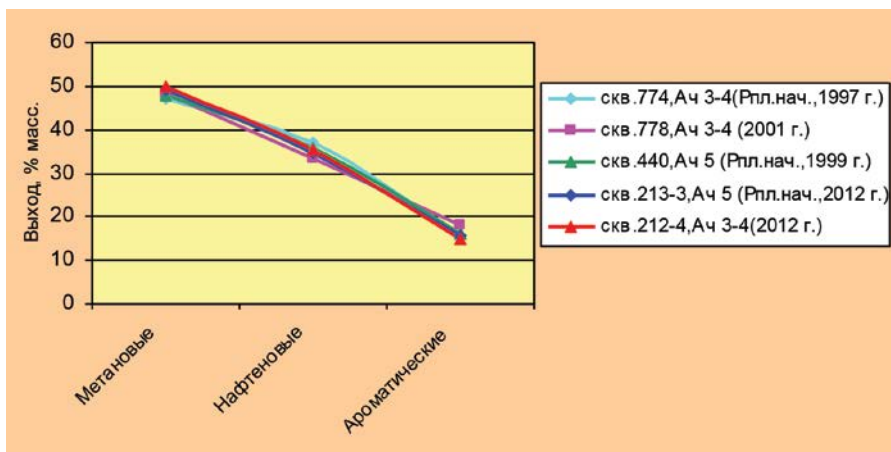


Рис. 5. Групповой углеводородный состав конденсатов

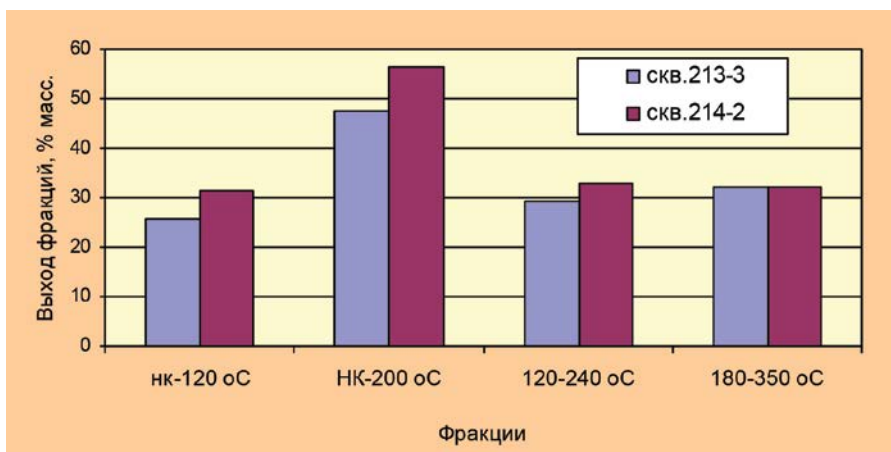


Рис. 6. Потенциальное содержание топливных фракций в конденсатах из скважин 212-4 и 213-3 на текущий момент разработки

ходящему в процессе разработки при падении пластового давления. Данные по фракционному составу конденсатов согласуются с данными компонентного состава. Компонентный состав

конденсатов определялся методом газо-жидкостной хроматографии на приборе Autosystem фирмы Perkin-Elmer и Varian CP-3800. На рисунке 4 представлено молекулярно-массовое распреде-

ление n-алканов в ачимовских конденсатах 1998–2012 гг. отбора. В целом для всех исследованных конденсатов положение молекулярно-концентрационного максимума в ряду нормальных алканов приурочено к углеводородам  $C_5$  и  $C_6$ . Протяженность ряда n-алканов составляет 40–41 атомов углерода. Более короткий ряд n-алканов до  $C_{38}$  обнаружен в конденсатах Восточно-Уренгойского месторождения (с кв. 336 и 800). Количество ациклических изопреноидов в исследуемых конденсатах невелико (2,06–2,75% масс.). Характерным для ачимовских конденсатов является то, что при значительной протяженности ряда нормальных алканов в составе конденсатов содержится довольно высокое количество низкокипящих УВ  $C_5$ – $C_8$  (30–32% масс.), наряду с таким же высоким содержанием УВ средней части  $C_{16}$ – $C_{32}$  (28,7–32,6% масс.), что, по всей вероятности, связано с аномально высокими термобарическими условиями.

Генетические показатели (пристан/н- $C_{17}$  = 0,40–0,45; фитан/ $C_{18}$  = 0,11–0,18;  $K_i$  = пристан + фитан/ $nC_{17} + C_{18}$  = 0,28–0,33), рассчитанные по данным компонентного состава, достаточно близки, что позволяет говорить о единой природе происхождения ачимовских конденсатов. Соотношение пристан/фитан меняется в интервале 2,84–4,03, что указывает на смешанный тип основного органического вещества.

Групповой углеводородный состав конденсатов представлен по дистиллятной части, выкипающей в пределах НК-300 °С, и выполнен методом анилиновых точек (рис. 5). Из графика видно, что все исследованные конденсаты: начального периода разработки 1997–1999 гг. (с кв. 774, 440), 2001 г. (с кв. 778) и текущего периода 2012 г. (с кв. 212-4 и 213-3) схожи между собой по углеводородному составу и принадлежат к типу метаново-нафтенных конденсатов с небольшим преобладанием метановых углеводородов над нафтенными. В конденсатах из скважин 727, 778, 440, 213-3 и 212-4 содержание метановых углеводородов варьирует в узком интервале – 46,6–50,0% масс., нафтенных углеводородов – в интервале 33,5–36,0% масс. В конденсате из скв. 716 примерно

Таблица 1. Характеристика бензиновых фракций конденсата из скв. 213-3 (2012 г.)

Показатели	Температурные пределы выкипания фракции, °С		
	НК-120	62-180	НК-200
Выход, % масс.	25,82	43,10	47,39
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	713,4	751,8	742,0
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	0,61	0,80	0,95
Октановое число:			
• по моторному методу	69,80	65,00	65,4
• по исследовательскому методу	75,45	70,90	70,7
Давление насыщенных паров, кПа	1,22	0,45	0,84
Теплота сгорания, кДж/кг:			
• низшая	43 700	43 300	43 400
• высшая	47 400	47 400	46 900
Содержание общей серы, % масс.	<0,01	<0,01	<0,01

равное содержание метановых и нафтеновых углеводородов. Количество ароматических углеводородов среднее и находится в пределах 14–18% масс. Характеризуя товарные свойства конденсатов, можно отметить, что конденсаты содержат все товарные фракции с хорошими выходами последних. Содержание бензиновой фракции НК-200 °С составляет 51–56% масс., фракции авиакеросина 120–240 °С – 29–34% масс.,

фракции дизельного топлива 180–350 °С – 33–34% масс. Потенциальное содержание топливных фракций в конденсатах из скважин 212-4 и 213-3 (2012 г.) представлено на рисунке 6. Конденсат из скв. 212-4 характеризуется более высокими выходами бензиновых фракций по сравнению с конденсатом из скв. 213-3 и примерно равными выходами фракций авиакеросина и дизельного топлива.

Характеристика бензиновых фракций конденсата из скв. 213-3 приведена в таблице 1. Бензиновые фракции конденсата характеризуются высокими выходами, довольно высокими октановыми числами (70,7–75,5 п. по исследовательскому методу, несколько более низкими по моторному методу – 65,0–69,8 п.), хорошими показателями теплоты сгорания, практически отсутствием сернистых соединений. Однако они имеют низкие

## XXI специализированная выставка



ОАО «Тюменская ярмарка»

Адрес: Россия, 625013, г. Тюмень, ул. Севастопольская, 12, Выставочный зал  
 телефакс: (3452) 48-55-56, 48-66-99, 48-53-33; e-mail: tyumfair@gmail.com. www.expo72.ru



**2014**

**НЕФТЬ И ГАЗ**

**Топливо энергетический комплекс**

**16-19**  
**сентября**



Таблица 2. Характеристика керосиновой фракции

Показатели	Скв. 213-3 (Ач5, 2012 г.), фракция 120–240 °С	Норма для марок топлива для реактивных двигателей (ГОСТ 10227-86)	
		ТС-1	
		Высший сорт ОКП 02 5121 0205	Первый сорт ОКП 02 5121 0204
Выход, % масс.	29,25	–	–
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	788,7	не менее 780 кг/м <sup>3</sup>	не менее 775 кг/м <sup>3</sup>
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с (сСт)	1,20	не менее 1,30	не менее 1,25
<b>Фракционный состав (по ГОСТ 2177-99):</b>			
температура начала перегонки, °С	127,1	не выше 150	не выше 150
10% перегоняется при температуре, °С	143,1	не выше 165	не выше 165
50%	169,3	не выше 195	не выше 195
90%	217,4	не выше 230	не выше 230
98%	234,0	не выше 250	не выше 250
остаток от разгонки, %	0,9	не более 1,5	не более 1,5
потери от разгонки, %	1,5	не более 1,5	не более 1,5
Температура начала кристаллизации, °С	ниже –60	не выше –60	
Испытание на медной пластинке	выдерж.	по п. 4.4 стандарта	
Массовая доля ароматических углеводородов, %	20,9	не более 22	не более 22
Содержание общей серы, % масс.	<0,01	не более 0,20	не более 0,25

значения давления насыщенных паров, вследствие чего не отвечают требованиям ТУ 51-03-11088 на фракцию газоконденсатную бензиновую прямогонную для автобензинов газоконденсатных прямогонных. В целом же эксплуатационные характеристики бензиновых фракций конденсата позволяют рекомендовать эти фракции в качестве основы для получения автомобильных бензинов. Характеристика керосиновой фракции конденсата из скв. 213-3 (2012 г.)

приведена в таблице 2. Видно, что по всем основным показателям керосиновая фракция, выкипающая в пределах 120–240 °С, соответствует требованиям ГОСТ 10227-86 на реактивное топливо марки ТС-1. Однако она имеет более низкое значение кинематической вязкости при 20 °С, вследствие чего может быть рекомендована в качестве основы для получения реактивного топлива только после добавления соответствующих присадок.

Характеристика фракций дизельного топлива приведена в таблице 3. Широкая фракция дизельного топлива 180–350 °С по всем основным характеристикам соответствует требованиям ГОСТ 305-82 на летнее дизельное топливо марки Л. Для использования этой фракции в качестве дизельного топлива марки З необходимо применение присадок, снижающих температуру помутнения и застывания. Фракция дизельного топлива, выкипающая в бо-

Таблица 3. Характеристика фракций дизельного топлива

Показатели	Скв.716 (Ач 3-4, 2001 г.) Фракция 160-340 °С	Скв.213-3 (Ач 5, 2012 г.) Фракция 180-350 °С	Норма для марок дизтоплива (ГОСТ 305-82)	
			Л	З
Выход, % масс.	34,15	32,24	-	-
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	823,0	832,0	не более 860	не более 840
Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	826,8	835,4	-	-
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	2,81	3,73	3,0–6,0	1,8–5,0
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	78	74	не менее 40	не менее 35
<b>Фракционный состав:</b>				
50%	235	255,2	не более 280	не более 280
96%	316	344,5	не более 360	не более 340
Температура помутнения, °С	минус 21	минус 10	не выше минус 5	не выше минус 25
Температура застывания, °С	минус 26	минус 18	не выше минус 10	не выше минус 35
Цетановое число (по расчету, ГОСТ 27768-88)	46,8	50,5	не менее 45	не менее 45
Содержание общей серы, % масс.	0,03	0,03	не более 0,20	не более 0,20



**ИННОВАЦИИ  
НАДЕЖНОСТЬ  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ**



## **ООО «КУПЕР»**

**Изготовление, поставка, сервис насосных установок, интеллектуальных систем управления, блочных кустовых насосных станций и другого нефтепромыслового оборудования для системы ППД**

**423450, Республика Татарстан,  
г.Альметьевск, ул.Р.Фахретдина, 60В  
Тел/факс: +7 (8553)31-84-74, 31-81-35  
info@kupercompany.com  
www.kupercompany.com**



лее узком температурном интервале 160–340 °С, требует улучшения вязкостных свойств. В целом же исследованные дизельные дистилляты характеризуются хорошим качеством и могут быть рекомендованы в качестве основы для получения высококачественного дизельного топлива.

Остаток, выкипающий выше 350 °С, не содержащий асфальтенов и значительного количества смолистых соединений, представляет собой качественное сырье для получения масел различного назначения.

## ВЫВОДЫ

1. Конденсаты ачимовских отложений Уренгойского НГКМ месторождения из разведочных скважин пластов Ач<sub>3-4</sub>, Ач<sub>3-4,5</sub> и Ач<sub>5</sub>, добытые в период 1996–2012 гг., при начальном пластовом

давлении схожи между собой по физико-химическим характеристикам. Они характеризуются высокой плотностью (779,7–790,7 кг/м<sup>3</sup>), выкипают в широком температурном интервале (34,4–540 °С), являются парафинистыми (содержание парафина 3,4–5,1% масс.), малосмолистыми (содержание смол силикагелевых 0,33–0,61% масс.), низкосернистыми (содержание общей серы 0,025–0,028% масс.), метаново-нафтенового типа. Небольшое снижение пластового давления (от 60,8–60,0 до 58,0) МПа в период 1997–2003 гг. при ОПЭ не сказалось на физико-химических характеристиках изученных конденсатов.

2. В конденсате из скв. 212-4, эксплуатируемой с 2009 г., наметилась тенденция к некоторому облегчению состава. Об этом свидетельствуют такие показатели, как уменьшение

плотности (765,5 кг/м<sup>3</sup>), вязкости кинематической, молекулярной массы, а также данные фракционного и компонентного составов. Содержание высокомолекулярной части конденсата, выкипающей выше 380 °С, сократилось до 7,2% масс. по сравнению с 13–17% масс. конденсатов при начальных пластовых условиях.

3. Бензиновые, керосиновые и фракции дизельного топлива характеризуются высокими выходами, благоприятными эксплуатационными характеристиками и могут быть рекомендованы в качестве основы для получения высококачественных топлив различного назначения. Остаток выше 350 °С, не содержащий асфальтенов и большого количества смолистых соединений, представляет собой сырье для получения масел различного назначения.

## Литература:

1. А.Е. Рыжов, Н.В. Савченко. Коллекторные свойства пород продуктивных отложений по керновым данным / Изучение углеводородных систем сложного состава: Сб. научн. трудов. – М.: ООО «Газпром», 2000. – С. 6–11.
2. Рыжов А.Е., Савченко Н.В., Шеберстов Е.В. Особенности разработки газоконденсатных залежей ачимовских отложений // Газовая промышленность. – 2006. – № 1. – С. 32–33.
3. Островская Т.Д., Федорова Г.С., Виноградов М.К., Гриценко И.А., Радченко С.С. Особенности фазового состояния пластовой системы и фазовых процессов при разработке залежей / Изучение углеводородных систем сложного состава: Сб. научн. трудов. – М.: ООО «Газпром», 2000. – С. 59–68.

UDC 622.279.23/4

**N.M. Parfenova**, Cand.Sc. (Chemistry), Senior Scientific Researcher of the Laboratory of Complex Studies of Hydrocarbon Systems of the Research Center of Oil and Gas Reservoir-Type Systems and Process Modeling, e-mail: N\_Parfenova@vniigaz.gazprom.ru; **L.S. Kosyakova**, Senior Scientific Researcher of the Laboratory of Complex Studies of Hydrocarbon Systems of the Research Center of Oil and Gas Reservoir-Type Systems and Process Modeling, e-mail: L\_Kosyakova@vniigaz.gazprom.ru; **E.B. Grigoriev**, D.Sc. (Engineering), Deputy Director of the Research Center of Oil and Gas Reservoir-Type Systems and Process Equipment, e-mail: E\_Grigoriev@vniigaz.gazprom.ru; **I.M. Shafiev**, Head of the Laboratory of Complex Studies of Hydrocarbon Systems of the Research Center of Oil and Gas Reservoir-Type Systems and Process Modeling, e-mail: I\_Shafiev@vniigaz.gazprom.ru; **D.R. Krain**, Deputy Head of the Laboratory of Complex Studies of Hydrocarbon Systems of the Research Center of Oil and Gas Reservoir-Type Systems and Process Modeling, e-mail: D\_Krain@vniigaz.gazprom.ru; **M.M. Orman**, Junior Scientific Researcher of the Laboratory of Geological Field Research of the Research Center of Oil and Gas Reservoir-Type Systems and Process Modeling, Gazprom VNIIGAZ LLC, e-mail: M\_Orman@vniigaz.gazprom.ru.

## Characterization and directions of rational use of condensates Achimov deposits of the Urengoy oil and gas condensates field

*Conducted a complex physico-chemical study of condensate from the Achimov deposits (layers Ah 3-4, Ah 3-4,5 and Ah 5) of the Urengoy oil and gas condensate field. It is established that the condensates explored deposits are similar by its physical and chemical characteristics, belong to heavy condensates methane-naphthenic type. It is shown that gasoline, kerosene and diesel fractions condensates are favourable raw material for use as the basis for the respective fuels.*

**Keywords:** gas condensate, fractional composition, the group's hydrocarbon composition, gasoline, kerosene, diesel fractions.

## References:

1. Ryzhov A.E., Savchenko N.V. Kollektornye svoystva porod produktivnykh otlozheniy po kernovym dannym (Collector properties of rocks of productive deposits based on the core data) / The study of hydrocarbon systems of complex composition. – М.: Gazprom, 2000. – P. 6–11.
2. Ryzhov A.E., Savchenko N.V., Sheberstov E.V. Osobennosti razrabotki gazokondensatnykh zalezhei achimovskikh otlozheniy (Features of development of gas condensate deposits of the Achimov deposits) // Gas industry. – 2006. – No. 1. – P. 32–33.
3. Ostrovskaya T.D., Fedorov G.S., Vinogradov M.K., Gritsenko I.A., Radchenko S.S. Osobennosti fazovogo sostoyaniya plastovoi sistemy i fazovykh protsessov pri razrabotke zalezhei (Features of the phase state of the reservoir system and phase processes at the development of deposits) / The study of hydrocarbon systems of complex composition. – М.: Gazprom, 2000. – P. 59–68.