

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)**

ФИЗИКА НЕФТЯНОГО И ГАЗОВОГО ПЛАСТА ДЛЯ БАКАЛАВРОВ

Методические указания

Ухта, УГТУ, 2013

УДК [622.276.5+622.279](075.8)

ББК 33,36я7

В 75

Воронина, Н. В.

В 75 Физика нефтяного и газового пласта [Текст]: метод. указания /
Н. В. Воронина. – Ухта : УГТУ, 2013. – 8 с.

Методические указания предназначены для выполнения контрольной работы по дисциплине «Физика нефтяного и газового пласта» студентами-бакалаврами по направлению 131000 «Нефтегазовое дело» по профилям подготовки: Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти; Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ; Эксплуатация и обслуживание объектов нефтегазового комплекса арктического шельфа.

Методические указания содержат рабочую программу, теоретические и практические вопросы, задачи.

УДК [622.276.5+622.279](075.8)

ББК 33,36я7

Методические указания рассмотрены, одобрены и рекомендованы для издания кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений и подземная гидромеханика» (протокол №01 от 04.09.2013).

Рецензент: А. Н. Рочев, доцент кафедры РЭНГМ и ПГ УГТУ, к.т.н.

Редактор: О. А. Миклина, доцент кафедры РЭНГМ и ПГ УГТУ.

Корректор: К. В. Коптяева.

Технический редактор: Л. П. Коровкина.

В методических указаниях учтены замечания рецензента и редактора.

План 2013 г., позиция 125.

Подписано в печать 30.09.2013. Компьютерный набор.

Объем 8 с. Тираж 100 экз. Заказ №278.

© Ухтинский государственный технический университет, 2013

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.

Типография УГТУ.

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, д. 13.

ВВЕДЕНИЕ

На заочном виде обучения в соответствии с федеральным государственным стандартом третьего поколения дисциплина «Физика нефтяного и газового пласта» изучается студентами-бакалаврами всех профилей направления 131000 «Нефтегазовое дело».

Изучение этой дисциплины состоит из самостоятельной работы студентов с учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями с целью выполнения одной контрольной работы и подготовки к лекционным и лабораторным занятиям в аудиториях кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений и подземной гидромеханики» (РЭНГМ и ПГ).

Формами контроля знаний студента по дисциплине являются:

- защита выполненной контрольной работы;
- выполнение лабораторных работ;
- сдача экзамена.

Контрольная работа состоит из теоретического и практического вопроса и двух задач. Номер каждого вопроса и вариант каждой задачи выбирается по последней цифре зачетной книжки.

Контрольные работы следует сдавать лично или выслать по почте на кафедру до начала экзаменационной сессии.

При выполнении контрольной работы следует пользоваться Международной системой единиц (международное сокращенное название – System International – аббревиатура SI, в русской транскрипции – система интернациональная – аббревиатура СИ).

В четвертом разделе данных методических указаний приведена рабочая программа дисциплины «Физика нефтяного и газового пласта».

ЗАДАНИЕ ПЕРВОЕ – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Схема фазовых превращений углеводородов, критическая температура и критическое давление многокомпонентных углеводородных смесей. Характеристика газогидратных залежей.
2. Фазовое состояние системы нефть-газ при различных давлениях и температурах. Влажосодержание природных газов и газоконденсатных систем, влияние воды на фазовые превращения углеводородов.
3. Роль поверхностных явлений при движении нефти, воды и газа в пористой среде. Понятия смачивание, краевой угол, теплота смачивания.
4. Свойства поверхностных слоев пластовых жидкостей. Кинетический гистерезис смачивания.
5. Источники пластовой энергии, поверхностные явления при фильтрации пластовых жидкостей, электрокинетические явления в пористых средах.
6. Дроссельный эффект при движении жидкостей и газов в пористой среде. Где используется дроссельный эффект? Что такое дросселирование, коэффициент Джоуля-Томсона?
7. Нефтеотдача пластов при различных условиях дренирования залежи. Коэффициент нефтеотдачи, пластовые формы существования остаточной нефти. От чего зависит нефтеотдача пластов? Зависимость методом Бабаляна нефтеотдачи от скорости вытеснения нефти водой.
8. Роль капиллярных процессов при вытеснении нефти водой из пористых сред. Механизм появления капиллярных сил.
9. Компонентоотдача газовых и газоконденсатных месторождений. Коэффициент объемной компонентоотдачи. Коэффициент газоотдачи при различных режимах эксплуатации.
10. Методы повышения нефти- и газоотдачи пластов: моющие и нефтewытесняющие свойства вод, обработка ПАВ, термические методы.

ЗАДАНИЕ ВТОРОЕ – ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Лабораторные методы определения плотности нефти, нефтепродуктов и пластовых вод. Краткая характеристика.
2. Лабораторные методы определения плотности, вязкости газа. Краткая характеристика.
3. Методы исследования конденсата и газа. Краткая характеристика.
4. Методы увеличения нефтеотдачи пластов. Краткая характеристика.
5. Методы определения объемного коэффициента нефти, газосодержания, температуры насыщения нефти парафином. Краткая характеристика.

6. Методы определения молекулярной массы газа, сжимаемости, температуры кипения и застывания. Краткая характеристика.
7. Лабораторные методы определения давления насыщения нефти газом, плотности нефти, сжимаемости. Краткое описание.
8. Определение физических свойств газа: состав, плотность, вязкость. Краткое описание.
9. Определение остаточной водонасыщенности образцов пород методом центрифугирования.
10. Освобождение образцов горных пород от содержащихся в них нефти и воды. Оценка весового содержания жидкостей, методы определения.

ЗАДАНИЕ ТРЕТЬЕ – ЗАДАЧИ

3.1 Задача на определение вязкости природного газа

Найти коэффициент динамической вязкости природного газа при следующих условиях: $T = (0, 20, 60)^\circ\text{C}$ при $P = (0,1; 1; 2; 3; 10; 20; 30)$ МПа. Состав природного газа по вариантам приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав газа для определения вязкости (по вариантам)

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
объемная (мольная) доля, %										
CH_4	20,0	19,0	18,0	17,6	18,2	22,1	23,0	21,0	22,0	38,7
C_2H_6	12,0	11,2	19,2	18,1	12,2	13,0	10,2	11,2	9,8	10,2
C_3H_8	36,0	32,0	36,0	30,0	29,0	35,0	34,0	36,0	38,0	21,0
C_4H_{10}	3,0	11,0	1,4	6,7	15,8	3,3	5,7	5,4	2,3	2,7
C_4H_{10}	12,0	10,0	11,0	12,0	10,0	11,0	12,0	10,0	11,0	12,0
$\text{C}_{5+\text{в}}$	9,0	8,6	8,2	8,6	7,2	7,8	7,9	8,3	8,6	8,2
N_2	8,0	8,2	6,2	7,0	7,6	7,8	7,2	8,1	8,3	7,2

Результаты расчетов представить графически (три линии в координатах «коэффициент динамической вязкости μ_z – давление P ») и сделать комментарии.

3.2 Задача на определение плотности и теплоты гидрата природного газа

Определить плотность гидрата природного газа и теплоту гидратообразования следующего состава [9]. Состав в объемных долях дан в таблице 2.

Равновесное условие гидратообразования:

$$P_p = 7,0 \text{ МПа}; T_p = 287,26 \text{ К};$$

$$P_{1p} = 8,0 \text{ МПа}; T_{1p} = 289,26 \text{ К};$$

$$P_{2p} = 6,6 \text{ МПа}; T_{2p} = 287,16 \text{ К}.$$

Таблица 2 – Состав газа (по вариантам)

Состав газа	Объемная доля									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CH ₄	0,9496	0,9494	0,9493	0,9492	0,9491	0,9487	0,9495	0,949	0,9487	0,9497
C ₂ H ₆	0,0296	0,0297	0,0297	0,0297	0,0298	0,031	0,0295	0,0296	0,0306	0,0296
C ₃ H ₈	0,008	0,0081	0,0082	0,0083	0,0082	0,0083	0,0082	0,0085	0,008	0,0081
n-C ₄ H ₁₀	0,0037	0,0036	0,0037	0,0038	0,0037	0,0038	0,0038	0,0037	0,0036	0,0036
i-C ₄ H ₁₀	0,002	0,0021	0,002	0,002	0,0021	0,0021	0,002	0,0023	0,0021	0,002
C ₅ H ₁₂	0,0029	0,0029	0,0028	0,0028	0,0028	0,0029	0,0027	0,0028	0,0026	0,0028
CO ₂	0,0042	0,0042	0,0042	0,0042	0,0042	0,0042	0,0043	0,0042	0,0044	0,0042

Парциальное давление i -го компонента газа $P_i = PX_i$, где P – давление гидратообразования, МПа; X_i – мольная доля i -го компонента газовой смеси.

$$C_i = 10 \cdot \exp(A_i - B_i T), \quad (1)$$

где A_i и B_i – значения для гидратообразующих компонентов газов, приведены в таблице 3.

Степень заполнения полостей определяется по формуле 2:

$$\Theta = \frac{C_i P_i}{1 + \sum C_i P_i}, \quad (2)$$

где C_i – постоянная Лэнгмеора для газа i -го компонента, МПа;

P_i – парциальное давление i -го компонента, МПа.

$$\rho_{\text{гидр}} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}} + M_i (n_1 \sum \Theta_{1i} + n_2 \sum \Theta_{2i})}{N_0 a_0^3}, \quad (3)$$

$$\Delta H = \frac{RT_1 T_2 \ln(P_2/P_1)}{T_1 - T_2}, \quad (4)$$

где P_1 и T_1 – равновесные давления и температуры гидратообразования в точке 1, а P_2 и T_2 – в точке 2, $R = 8,31$ Дж/моль – газовая постоянная.

Таблица 3 – Значения коэффициентов A_i и B_i

Компонент	Малые полости		Большие полости	
	A_i	B_i	A_i	B_i
<i>Структура 1</i>				
CH ₄	6,9153	0,0316	6,0966	0,0279
C ₂ H ₆	9,4892	0,0406	11,9410	0,0418
C ₂ H ₄	18,1735	0,0729	20,2959	0,0729
H ₂ S	6,0658	0,0117	4,4568	0,0117
CO ₂	14,9976	0,0588	15,2076	0,0589
N ₂	3,2485	0,0262	3,0116	0,0248
<i>Структура 2</i>				
CH ₄	6,0499	0,0284	6,2957	0,0285
C ₂ H ₆	9,4892	0,0406	11,9410	0,0418
C ₂ H ₄	18,1735	0,0729	20,2959	0,0729
C ₃ H ₈	-	-	18,2760	0,0462
C ₃ H ₆	-	-	9,6250	0,0182
C ₄ H ₁₀	-	-	13,6942	0,0277
H ₂ S	4,8258	0,0093	2,4030	0,0063
CO ₂	23,0350	0,0904	25,2710	0,0978
N ₂	3,2485	0,0262	3,0116	0,0248

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия

Наименование разделов	Основное содержание разделов	Количество аудиторных часов по дневному виду обучения
1. Фазовые состояния углеводородных систем	Схемы фазовых превращений углеводородов; критическая температура, давление многокомпонентных углеводородных смесей; влагосодержание природных газов, фазовое состояние системы нефть-газ при различных давлениях и температурах, расчет фазовых равновесий углеводородных смесей. Состояние переходных зон нефть-вода, нефть-газ, вода-газ	5
2. Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть-газ-вода-порода	Зависимость поверхностного натяжения пластовых жидкостей от температуры, давления; смачивание и краевой угол, свойства поверхностных слоев пластовых жидкостей, измерение углов смачивания	4
3. Физические основы вытеснения нефти и газа из пористых сред	Источники пластовой энергии; поверхностные явления при фильтрации пластовых жидкостей, общая схема вытеснения из пласта нефти водой и газом; нефтеотдача пластов; роль полимерных процессов в вытеснении нефти водой из пористых сред; зависимость нефтеотдачи от скорости вытеснения нефти водой	4
4. Повышение углеводородоотдачи продуктивных пластов	Методы увеличения извлекаемых запасов нефти, обработка воды ПАВ, вытеснение нефти из пласта растворами полимеров, термические способы увеличения нефтеотдачи, извлечение нефти газом высокого давления	4
	Всего:	17

Лабораторные занятия

Количество лабораторных работ	Тема занятий	Количество аудиторных часов по дневному виду обучения
1.	Состав и свойства газов	8
2.	Определение остаточной водонасыщенности центрифуги	2
3.	Свойства нефти, нефтепродуктов и пластовых вод при атмосферном давлении и под давлением (плотность, вязкость, газовый фактор, объемный коэффициент нефти)	7
	Всего:	17

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гиматудинов, Ш. К. Физика нефтяного и газового пласта : учеб. для вузов / Ш. К. Гиматудинов, А. И. Ширковский. – 4-е изд. – М. : Недра, 2005. – 311 с.
2. Мирзаджанзаде, А. Х. Физика нефтяного и газового пласта : учеб. для вузов / А. Х. Мирзаджанзаде, И. М. Аметов, А. Г. Ковалёв. – М. : Недра, 1992. – 270 с.
3. Мордвинов, А. А. Лабораторно-экспериментальные и практические методы исследования нефтегазопромысловых процессов : учеб. пособие / А. А. Мордвинов, Н. В. Воронина, Э. И. Каракчиев. – Ухта : УГТУ, 2001. – 114 с.
4. Мордвинов, А. А. Единицы физических величин и правила их применения : учеб. пособие / А. А. Мордвинов. – Ухта : УИИ, 1997. – 60 с.
5. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных скважин / под общ. ред. Г. А. Зотова, З. С. Алиева. – М. : Недра, 1980. – 301 с.
6. Михайлов, Н. Н. Физика нефтяного и газового пласта. Т. 1 : учеб. пособие / Н. Н. Михайлов. – М. : МАКС Пресс, 2008. – 448 с.