

Министерство образования Республики Башкортостан
ГАПОУ

Нефтекамский нефтяной колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

**Тема 1.1 Основы разработки нефтяных и газовых месторождений
МДК 01.01 Разработка нефтяных и газовых месторождений**

для студентов заочного отделения (3 курс) специальности:
21.02.01 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

г. Нефтекамск, 2018 г.

Программу, методические указания и
задания на контрольную работу
подготовила преподаватель Нефтекамского
нефтяного колледжа:

Э.Р. Кахтачёва

Ответственный за выпуск
Заведующий заочным отделением:

Н.И.Братчикова

Рассмотрено
и утверждено на заседании ПЦК
нефтяных дисциплин:

М.А. Шестернева

1. Введение

Целью данных методических указаний является обеспечение реализации Государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников (далее - Государственные требования) по специальности 21.01.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений для заочной формы обучения по Разработке нефтяных и газовых месторождений в условиях действия государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, оказание помощи студентам - заочникам (далее студент) в организации их самостоятельной работы над изучением учебного материала.

2. Примерная программа учебной дисциплины

Таблица 1

Содержание учебного материала	
1	Введение Основные понятия и определения физики нефтяного пласта
2	Физические свойства горных пород-коллекторов нефти и газа: Типы пород коллекторов. Гранулометрический состав пород. Пористость горных пород. Методы измерения пористости горных пород. Проницаемость горных пород. Удельная поверхность горных пород. Методы определения удельной поверхности горной породы
3	Физико-механические и тепловые свойства горных пород Напряженное состояние горных пород в условиях залегания в массиве. Напряженное состояние горных пород в районе горных выработок. Деформационные и прочностные свойства горных пород. Упругие изменения свойств коллекторов в процессе разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Влияние давления на коллекторские свойства горных пород
4	Состав и физические свойства природных газов и нефтей Физическое состояние нефти и газа при различных условиях в залежи. Состав и классификация нефтей. Состав и классификация природных газов. Растворимость газов в нефти и в воде. Давление насыщения нефти газом. Сжимаемость нефти газом. Плотность и вязкость пластовой нефти
5	Фазовые состояния углеводородных систем Схемы фазовых превращений углеводородов. Фазовое состояние системы нефть-газ при различных давлениях и температуре. Краткая характеристика газогидратных залежей. Газоконденсатная характеристика залежи
6	Пластовые воды и их физические свойства Состояние остаточной воды в нефтяных и газовых коллекторах. Методы определения количества остаточной воды в пластах. Состояние переходных зон нефть-газ, нефть-вода, вода-газ. Физические свойства пластовых вод
7	Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть-газ-вода-порода Роль поверхностных явлений при движении нефти газа и воды в пористой среде. Зависимость поверхностного натяжения плавления жидкости от давления и температуры. Смачивание и краевой угол. Работа адгезин.

	Теплота смачивания. Свойства поверхностных слоев пластовых жидкостей. Измерение углов смачивания
8	Физические основы вытеснения нефти водой и газом с пористых сред Источники пластовой энергии. Силы, действующие в залежи. Поверхностные явления при фильтрации пластовых жидкостей. Причины нарушения закона Дарси. Общая схема вытеснения из пласта из нефти водой и газом. Роль капиллярных процессов при вытеснение нефти водой из простых сред
9	Повышение нефте- и газоотдачи газовой залежи Методы увеличения извлекаемых запасов нефти. Моющие и нефтевытесняющие свойства вод. Обработка воды ПАВ-ми. Применение углерода для увеличения нефтеотдачи пластов. Вытеснение нефти из пласта растворами полимеров. Щелочное и термо-щелочное заводнение. Термические способы увеличения нефтеотдачи

Разработка нефтяных и газовых месторождений включает в себя разделы, изучающие физические свойства пород нефтяных и газовых коллекторов; свойства пластовых жидкостей, газов и газоконденсатных смесей; методы их анализа, а также физические основы увеличения нефте- и газоотдачи пластов.

В последние десятилетия ни одно месторождение не начинают разрабатывать без детального изучения физических свойств пород пласта, пластовых жидкостей и газов — без этого нельзя осуществить научно обоснованную разработку месторождений нефти и газа.

Эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных залежей связана с фильтрацией огромных масс жидкостей и газов в пористой среде к забоям скважин. От свойств пористых сред, пластовых жидкостей и газов зависят закономерности фильтрации нефти, газа и воды, дебиты скважин, продуктивность коллектора.

По мере эксплуатации залежей условия залегания нефти, воды и газа в пласте изменяются. Это сопровождается значительными изменениями свойств пород, пластовых жидкостей, газов и газоконденсатных смесей. Поэтому эти свойства рассматриваются в динамике — в зависимости от изменения пластового давления, температуры и других условий в залежах.

Важное место в курсе отводится физике и физико-химии вытеснения нефти и газа из пористых сред вытесняющими агентами. Эти материалы служат теоретической основой современных методов увеличения нефте- и газоотдачи пластов.

Современный инженер-нефтяник, занимающийся рациональной разработкой нефтяных и газовых месторождений, должен хорошо знать геологическое строение залежи, её физические характеристики (пористость, проницаемость, насыщенность и др.), физико-химические свойства нефти, газа и воды, насыщающие породы, уметь правильно обработать и оценить данные, которые получены при вскрытии пласта и при его последующей эксплуатации. Эти данные позволят определить начальные запасы углеводородов в залежи. Они необходимы для объективного представления о процессах, происходящих в пласте при его разработке и на различных стадиях эксплуатации.

Вопросы для самоконтроля

1. Типы пород-коллекторов
2. Виды цемента в горных породах
3. Основные фильтрационные-емкостные свойства пород-коллекторов
4. Что такое газогидраты? Условия образования.
5. Классификация нефти по содержанию серы, смол, асфальтенов и выходу светлых фракций
6. Фракционный состав нефти
7. Состав и классификация природных газов
8. Свойства нефти в пластовых условиях
9. Свойства газа в пластовых условиях
10. Пластовые воды (виды, свойства)
11. Молекулярно-поверхностные свойства системы «нефть-газ-вода-порода»
12. Источники пластовой энергии
13. Методы увеличения нефтеотдачи пластов

Объем контрольной работы зависит от полноты отображения ответа на вопрос.

Ценность значительно повысится, если студент при ее выполнении будет использовать не только материалы учебника и монографии, но и новейшие данные, взятые из периодической печати по нефтепромысловой и геологической тематике.

3. Задания для контрольных работ

Учебным планом предусматривается выполнение одной контрольной работы. Каждое задание включает 30 вариантов. Вариант задания определяется по двум последним цифрам шифра студента. Например, студенты, имеющий шифр 084412, 084442, 084472 - выполняют варианты №12, если шифр 084455 - № варианта 25 и т.д. Выполненная контрольная работа состоит из ответов на 4 контрольных вопроса и выполнения практических работ (задач).

Контрольные вопросы выбираются из перечня вопросов, составленных для экзаменов, соответственно номерам, указанным в таблице 2.

Ответы на вопросы должны быть четкими и конкретными, не должны представлять собой переписывание из учебников отдельных абзацев, должны содержать поясняющие схемы, эскизы и графики. Текстовая часть контрольной работы выполняется рукописно, рисунки допускается выполнять печатные на принтере.

При выполнении задачи записывают условие задачи, исходные данные с полным наименованием, обозначением, размерностями величин; приводят расчетные формулы, схемы, выполняют необходимые построения.

Единицы измерения величин в расчетах принимают в системе СИ.

В ответах на вопросы и в решении задачи необходимо делать ссылки на источники, в конце работы приводят список использованной литературы.

Номера контрольных вопросов по вариантам

Таблица 2

Вариант	№ вопросов	Вариант	№ вопросов
01	1, 5, 18, 31	16	3, 16, 20, 36
02	2, 6, 19, 32	17	4, 17, 22, 37
03	3, 7, 20, 33	18	5, 18, 21, 38
04	4, 8, 21, 34	19	6, 19, 24, 39
05	5, 9, 22, 35	20	7, 20, 23, 40
06	6, 10, 23, 36	21	8, 21, 26, 41
07	7, 11, 24, 37	22	9, 22, 25, 42
08	8, 12, 25, 38	23	10, 23, 28, 43
09	9, 13, 26, 39	24	11, 24, 27, 31
10	10, 14, 27, 40	25	6, 12, 25, 32
11	11, 15, 28, 41	26	7, 13, 26, 33
12	12, 16, 29, 42	27	8, 14, 27, 34
13	13, 17, 30, 43	28	9, 15, 28, 35
14	1, 14, 18, 34	29	10, 16, 21, 30
15	2, 14, 15, 35	30	11, 17, 22, 31

**Контрольные вопросы
(примерный перечень экзаменационных вопросов)**

1. Основные типы пород-коллекторов.
2. Коллекторские свойства горных пород (перечислить, дать определения).
3. Гранулометрический состав пород и методы его определения. Классификация обломочных пород по гранулометрическому составу.
4. Пористость горных пород (виды, методы определения).
5. Проницаемость горных пород (виды, методы определения).
6. Удельная поверхность горных пород и методы ее определения.
7. Насыщенность пород флюидами (виды, от чего зависит, методы определения).
8. Механические свойства горных пород.
9. Тепловые свойства горных пород.
10. Химический и фракционный состав нефти.
11. Классификация нефти по содержанию серы, смол, парафинов и выходу светлых фракций.
12. Физические свойства нефти.
13. Плотность нефти в пластовых условиях и характер ее изменения в зависимости от различных природных факторов.
14. Вязкость нефти в пластовых условиях и характер ее изменения в зависимости от различных природных факторов.
15. Объемный коэффициент и усадка пластовой нефти. От чего они зависят?
16. Классификация нефти по физическим свойствам.
17. Причины и характер различий состава и свойств нефти в поверхностных и пластовых условиях.

18. Состав и классификация природных газов.
19. Физические свойства природных газов.
20. Растворимость газов в нефти и воде. Коэффициент растворимости газа.
21. Контактное и дифференциальное разгазирование пластовой нефти.
22. Схема фазовых превращений однокомпонентных углеводородных систем.
23. Схема фазовых превращений многокомпонентных углеводородных систем.
24. Газогидраты и условия их образования.
25. Фазовое состояние системы нефть-газ при различных давлениях и температурах.
26. Конденсат (виды, состав, свойства).
27. Остаточная вода, ее виды, свойства и условия нахождения в породах.
28. От чего зависит и на что влияет содержание остаточной воды в породах-коллекторах нефти и газа?
29. Методы определения количества остаточной воды в пластах.
30. Типы пластовых вод по отношению к нефтегазовым залежам.
31. Физические свойства пластовых вод.
32. Минерализация и химический состав пластовых вод.
33. Молекулярно-поверхностные свойства системы «нефть-газ-вода-порода».
34. Характер смачиваемости пород. От чего зависит и как влияет на свойства пород-коллекторов.
35. Что такое краевой угол смачивания пород? Гидрофильные и гидрофобные породы.
36. Измерение углов смачивания.
37. Гестерезис смачивания.
38. Источники пластовой энергии, режимы работы нефтяных и газовых залежей.
39. Факторы, влияющие на величину нефтеотдачи.
40. Схема вытеснения из пласта нефти водой и газом.
41. Причины нарушения закона Дарси.

4. Примерный перечень практических занятий

Таблица 3

Наименование практических работ
ПР № 1 Определение коэффициента абсолютной проницаемости образца горной породы при фильтрации через него керосина
ПР № 2 Определение коллекторских свойств фиктивного грунта
ПР № 3 Определение открытой и полной пористости горной породы, открытых и закрытых пор и твердой фазы при исследовании методом Преображенского
ПР № 4 Определение коэффициента сжимаемости газа
ПР № 5 Расчет давления насыщения нефти газом при $T < T_{пл}$ в процессе подъема скважинной продукции

ПР № 6 Определение состава равновесных паровой и жидкой фаз углеводородных смесей
ПР № 7 Определение газовых компонентов, растворенных в пластовой жидкости, находящихся в фазовом равновесии с газом газовой залежи
ПР № 8 Расчет плотности газа, оставшейся в нефти и воде в растворенном состоянии и определение плотности газонасыщенной нефти
ПР № 9 Определение начального коэффициента нефтеводонасыщенности образца горной породы, исследуемого в приборе Дина и Старка
ПР № 10 Определение скорости фильтрации и средней скорости движения нефти у стенки скважины и на заданном расстоянии
ПР № 11 Определение числа Рейнольдса у стенки скважины
ПР № 12 Определение радиуса призабойной зоны, в которой нарушен закон Дарси

5. Задачи

Задача 1. Определить пористость, просветность и удельную поверхность фиктивного грунта, если угол укладки частиц α равен 60° , 70° , 80° , 90° . Построить график зависимости данных величин от угла укладки. Диаметр частиц фиктивного грунта d соответствует номеру варианта.

Указания к решению задачи:

1. Полная пористость фиктивного грунта $m_0 = 1 - \frac{\pi}{6(1 - \cos \alpha)\sqrt{1 + 2 \cos \alpha}}$
2. Посчитать значение полной пористости фиктивного грунта для всех углов укладки частиц и на основании полученных данных построить график зависимости пористости от угла укладки частиц.
3. Просветность фиктивного грунта $n = 1 - \frac{\pi}{4 \sin \alpha}$
4. Посчитать значение просветности фиктивного грунта для всех углов укладки частиц и на основании полученных данных построить график зависимости просветности от угла укладки частиц.
5. Удельная поверхность фиктивного грунта $S_{yo} = \frac{6(1 - m)}{d}, \frac{m^2}{m^3}$
6. Посчитать значение удельной поверхности фиктивного грунта для всех углов укладки частиц и на основании полученных данных построить график зависимости удельной поверхности от угла укладки частиц.

Вывод: С увеличением угла укладки частиц фиктивного грунта пористость _____ (увеличивается или уменьшается), просветность _____ (увеличивается или уменьшается), удельная поверхность _____ (увеличивается или уменьшается).

Задача 2. Определить коэффициент фильтрации, проницаемость, если известно, что площадь поперечного сечения горизонтально расположенного образца песчаника F , длина образца L , разность давлений на входе жидкости в образец и на выходе Δp , удельный вес жидкости γ , динамический коэффициент вязкости μ и расход Q .

Таблица исходных данных

Вариант	F , см ²	L , см	Δp , атм	γ , кг/м ³	μ , мПа·с	Q , л/час
1	30	5	0,2	1000	1	5
2	30	6	0,3	1010	1,02	5
3	31	5	0,2	1010	1,05	6
4	31	6	0,3	1000	1,07	9
5	29	5	0,2	1100	1	4
6	29	6	0,3	1010	1	6
7	32	10	0,4	1000	1	5
8	32	9	0,3	1000	1,03	8
9	28	8	0,4	1010	1	7
10	28	7	0,3	1010	1,02	4
11	30	10	0,5	1000	1,03	9
12	30	9	0,6	1100	1,04	6
13	31	8	0,5	1100	1	8
14	31	7	0,4	1010	1	5
15	29	10	0,8	1000	1,02	9
16	29	9	0,7	1010	1,01	7
17	28	8	0,6	1050	1	6
18	28	7	0,5	1100	1,02	9
19	32	6	0,4	1000	1	6
20	32	5	0,3	1010	1,03	5
21	35	4	0,2	1050	1,02	8
22	35	3	0,8	1100	1	4
23	34	8	0,6	1000	1	5
24	34	9	0,4	1010	1,02	6
25	33	10	0,2	1050	1,02	4
26	33	11	0,7	1100	1	7
27	32	5	0,5	1000	1,01	4
28	32	4	0,3	1010	1,01	8

29	29	10	0,7	1050	1	9
30	29	9	0,6	1000	1	5

Указания к решению задачи:

1. Коэффициент фильтрации $c = \frac{Q \cdot L}{\Delta p \cdot F}$, $\frac{см}{сек}$

Примечание: необходимо перевести расход из л/ч в л/сек.

2. Коэффициент проницаемости $k = \frac{c \cdot \mu}{\gamma \cdot 1000}$, $м^2$

Примечание: необходимо перевести вязкость из мПа·с в Па·с

Вывод: Для условий задачи коэффициент фильтрации составит _____, коэффициент проницаемости - _____.

Задача 3. Определить начальный коэффициент нефтенасыщенности образца горной породы, исследуемого в приборе Дина и Старка если известны масса насыщенного образца горной породы до экстрагирования M_0 , г, масса сухого образца горной породы после экстрагирования M_1 , г, объем воды в ловушке прибора в конце опыта $V_в$, мл, плотность пластовой воды в образце горной породы $\rho_в$, г/см³, плотность нефти в образце горной породы $\rho_н$, кг/м³

Таблица исходных данных

Вариант	M_0 , г	M_1 , г	$V_в$, мл	$\rho_в$, г/см ³	$\rho_н$, кг/м ³
1	40	36	1,3	1,06	805
2	41	37	1,2	1,06	805
3	42	38	1,1	1,06	805
4	43	39	1,1	1,06	805
5	44	40	1,0	1,06	805
6	45	41	1,3	1,06	805
7	46	42	1,4	1,06	805
8	47	43	1,5	1,06	805
9	48	44	1,6	1,06	805
10	49	45	1,7	1,06	805
11	40	30	0,9	1,1	900
12	41	31	1,0	1,1	900
13	42	32	1,1	1,1	900
14	43	33	1,2	1,1	900
15	44	34	1,3	1,1	900
16	45	35	1,4	1,1	900
17	46	36	1,5	1,1	900
18	47	37	1,6	1,1	900

19	48	38	1,7	1,1	900
20	49	39	1,8	1,1	900
21	40	36	1,3	1,08	880
22	41	37	1,4	1,08	880
23	42	38	1,5	1,08	880
24	43	39	1,6	1,08	880
25	44	40	1,7	1,08	880
26	45	41	1,2	1,08	880
27	46	42	1,2	1,08	880
28	47	43	1,4	1,08	880
29	48	44	1,5	1,08	880
30	49	45	1,6	1,08	880

Указания к решению задачи:

1. Масса воды, содержащейся в порах образца до опыта и скопившаяся в ловушке после окончания опыта: $M_в = V_в \cdot \rho_в$, г
2. Масса жидкости в образце: $M_{жс} = M_0 - M_1$, г
3. Объем нефти, содержащейся в порах образца до опыта: $V_н = \frac{M_{жс} - M_в}{\rho_н}$, мл
4. Общий объем жидкости, содержащейся в породе: $V_{жс} = V_в + V_н$, мл
5. Начальный коэффициент водонасыщенности образца горной породы:

$$S_в = \frac{V_в}{V_{жс}}$$
6. Начальный коэффициент нефтенасыщенности образца горной породы:

$$S_н = \frac{V_н}{V_{жс}}$$

Вывод: Начальный коэффициент нефтенасыщенности образца горной породы ____ (____%).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная:

1. Покрепин Б.В. Разработка нефтяных и газовых месторождений, - Волгоград: Изд-во «Ин-Фолио», 2015
2. Росляк А.Т., Физика пласта, - Томск, 2015
3. Сваровская Н.А., Физика пласта, - Томск: Изд-во ТПУ, 2014

Дополнительная:

1. Вакула Я.В., Емельянычева С.Е., Основы нефтяного и газового дела: Методические указания по проведению практических занятий, - Альметьевск: АГНИ, 2007
2. Мордвинов А.А., Воронина Н.В., Каракчиев Э.И. Лабораторно-экспериментальные и практические методы исследования нефтегазопромысловых процессов: Учебное пособие. – Ухта: УГТУ, 2001
3. Сборник задач по физике пласта: практикум по дисциплине «Физика пласта», А.Т. Росляк и др., - Томск: Изд-во ТПУ, 2009