

НЕФТЕЮГАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Югорский государственный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов заочной формы обучения

ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования

МДК 02.01 Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования

Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов

специальность

21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Рассмотрены
предметной (цикловой)
комиссией
Протокол № 9 от 18.06.15
Председатель П(Ц)К М.А. Усупов

Утверждены .
заседанием методсовета
Протокол № 6 от 23.06.15
Председатель методсовета
И.А. Успехова

Методические указания и задания к контрольной работе по теме «Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов» МДК 02.01 Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования по специальности среднего профессионального образования 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Организация-разработчик: Нефтеюганский индустриальный колледж (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Югорский государственный университет»

Разработчик: Кунакова Т.А. – преподаватель НИК (филиала) ФГБОУ ВПО «ЮГУ»

Пояснительная записка

Методические указания и контрольные задания разработаны на основании программы профессионального модуля ПМ 02 Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования МДК 02.01 Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования.

Изучение материала базируется на знаниях, полученных при изучении физики, математики, химии, технической механики, геологии и является основой при изучении темы 2 «Осуществление расчетов тепловых процессов нефтегазопромыслового оборудования» МДК 02.01 Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования ПМ.02 Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования.

В данной теме предусматривается изучение физической сущности основ гидравлики, выполнение гидравлических расчётов трубопроводов на нефтебазах, нефтеперекачивающих и компрессорных станциях.

В результате освоения темы студент должен:

уметь:

- определять физические свойства жидкости;
- выполнять гидравлические расчёты трубопроводов;

знать:

- основные физические свойства жидкости;
- общие законы и уравнения гидростатики и гидродинамики;
- методы расчёта гидравлических сопротивлений движущейся жидкости;

Изучение темы рассчитано на 144 часа, в том числе 48 часов отведено на выполнение практических работ и 48 часов на внеаудиторную самостоятельную работу.

Для заочной формы обучения предусмотрено проведение 20 часов аудиторных занятий, в том числе 10 часов отведено на выполнение практических работ, на самостоятельное изучение отводится 124 часа.

Учебным планом предусмотрено выполнение 1 контрольной работы.

Итоговой формой контроля является экзамен.

Тематический план

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект)	Объем часов
Раздел ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования		
МДК 02. 01. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования		
Тема 1. Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов		
	1.Физические свойства жидкости	26
	Основные физические свойства жидкости: плотность, вязкость, сжимаемость, температурное расширение Приборы для измерения плотности и вязкости: ареометр и вискозиметр	6
	Молекулярно-поверхностные и физические свойства системы «нефть-газ-вода-порода».	2
	Лабораторная работа №1.1 Определение физических свойств жидкости	4
	Лабораторная работа №1.2 Определение вязкости вискозиметром Энглера	2
	Практическая работа №1.1 Решение задач на определение физических свойств жидкости	4
	Самостоятельная работа №1.1 Изучение методики определения основных физических свойств жидкости	4
	Самостоятельная работа №1.2 Расчетно-графическое оформление лабораторной работы № 1,2	4
	2. Законы гидростатики	20
	Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики	2
	Приборы для измерения давления.	2
	Силы давления. Закон Архимеда. Простые гидравлические машины и устройства.	4

	Практическая работа №1.2 Решение задач на законы гидростатики	4
	Самостоятельная работа №1.3 Изучение приборов для измерения давления	2
	Самостоятельная работа №1.4 Графическое изображение простых гидравлических машин	4
	Самостоятельная работа №1.5 Ответы на контрольные вопросы	2
	3. Законы гидродинамики	50
	Основные понятия и определения гидродинамики. Гидравлические элементы потока жидкости.	4
	Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости	4
	Измерение расхода и скорости жидкости. Напор и мощность насоса.	4
	Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Потери напора на трение и на местные сопротивления	6
	Лабораторная работа №1.3 Геометрическая иллюстрация уравнения Бернулли	4
	Лабораторная работа №1.4 Изучение режимов движения жидкости	2
	Лабораторная работа №1.5 Определение потерь напора в трубопроводах	4
	Практическая работа №1.3 Решение задач на законы гидродинамики	4
	Практическая работа №1.4 Решение задач на определение напора и мощности насоса	4
	Практическая работа №1.5 Решение задач на режимы движения и потери напора	4
	Самостоятельная работа №1.6 Графическое построение уравнения Бернулли	4
	Самостоятельная работа №1.7 Расчетно-графическое оформление лабораторной работы №1.4- 1.5	2
	Самостоятельная работа №1.8 Оформление и решение вариативных задач	4
	4. Движение жидкости в трубопроводах	48
	Классификация трубопроводов. Гидравлическая характеристика трубопровода	2
	Гидравлический удар в трубопроводах	2
	Истечение жидкости из отверстий и насадок	2
	Движение неньютоновских жидкостей в трубопроводах и в пористой среде	4
	Практическая работа №1.6 Расчет простого трубопровода	2
	Практическая работа №1.7 Расчет сложного трубопровода	4
	Практическая работа №1.8 Решение задач на гидроудар и сифонный трубопровод	6
	Практическая работа №1.9 Решение задач на фильтрацию и определение дебита скважины	4
	Практическая работа №1.10 Расчет неньютоновских жидкостей	2

	Самостоятельная работа №1.9 Составление таблицы классификации трубопроводов	2
	Самостоятельная работа №1.10 Графическое построение параллельного и последовательного соединения трубопроводов	6
	Самостоятельная работа №1.11 Совместная работа насоса и сети	6
	Самостоятельная работа №1.12 Подготовка презентаций по курсу	4
	Самостоятельная работа №1.13 Подготовка к тестированию	4
	ИТОГО:	144

Основные требования к выполнению и оформлению контрольной работы

1. Студент, для освоения требуемых знаний и умений по изучаемой теме, перед выполнением контрольной работы должен изучить учебный материал, указанный в тематическом плане.

2. Контрольная работа должна быть правильно оформлена: на обложке тетради указывается тема, по которой выполняется контрольная работа, междисциплинарный курс (МДК) и профессиональный модуль (ПМ), номер варианта, ФИО студента и преподавателя.

3. В тетради необходимо оставлять поля шириной 3 - 4 см, в конце 1-2 страницы для рецензии.

4. Контрольная работа должна быть написана грамотно (без стилистических и грамматических ошибок), а также не должно быть ошибок по существу предмета.

5. Задания контрольной работы необходимо переписывать полностью, отвечать конкретно и только на поставленный вопрос. При необходимости записи сопровождать схемами, рисунками, таблицами. Записи выполняются пастой черного (фиолетового) цвета, четко и разборчиво.

6. Выполнение каждого действия должно быть прокомментировано. При расчетах следует записать формулу, а только затем числовые вычисления. Выполнение расчетов и их запись должны носить последовательный характер. Не допускается подставлять в формулу значения какой-либо величины, а ниже производить вычисления этого числа. Каждое задание начинать с новой страницы.

7. Графическая часть контрольной работы выполняется аккуратно, с использованием чертежных инструментов. Все рисунки и схемы должны быть пронумерованы в порядке их расположения. По тексту при оформлении каждой из задач необходимо делать ссылку на номер рисунка или схемы. На рисунках (схемах) необходимо нанести известные и искомые параметры.

При оформлении заданий контрольной работы должна соблюдаться следующая последовательность (каждый пункт выполняется с красной строки):

- задание контрольной работы;
- исходные данные для решения задачи (единицы измерения перевести в систему СИ);
- рисунок (схема);
- по центру строки слово «Решение:», ниже изложение хода решения задачи с пояснениями;
- ответ.

8. Отвечать на теоретические вопросы контрольной работы необходимо кратко и по существу.

9. В конце контрольной работы указывается перечень литературы, которой студент пользовался при выполнении контрольной работы (фамилия автора, название книги, название издательства и год издания).

10. При возврате контрольной работы студент должен внимательно прочитать рецензию преподавателя, выполнить все его рекомендации и советы. Исправления необходимо выполнить в той же тетради и сдать контрольную работу повторно.

11. Контрольная работа должна быть предоставлена в учебную часть в срок, указанный в учебном графике.

12. Выполненные контрольные работы оцениваются оценкой «зачтено» или «не зачтено». Контрольные работы, выполненные небрежно, не по-своему варианту возвращаются студенту без проверки.

13. Студенты, не выполнившие контрольную работу, к экзамену не допускаются.

14. Каждым вариантом предусматривается письменные ответы на два теоретических вопроса и решение трех задач.

15. Контрольная работа рассчитана на 30 вариантов. Индивидуальный вариант для выполнения работы соответствует порядковому номеру списочного состава студента в журнале.

16. Номера теоретических вопросов контрольной работы помещены в таблицу. В первом вертикальном столбце таблицы необходимо найти цифру, соответствующую предпоследней цифре варианта студента, в горизонтальном – последнюю цифру варианта и на пересечении строк, соответствующих этим цифрам, находятся номера вопросов, на которые необходимо письменно ответить.

17. По всем неясным вопросам, которые возникают в процессе изучения материала и выполнения контрольной работы, следует обратиться к преподавателю за консультацией.

Контрольная работа

Номера вопросов теоретической части контрольной работы

Предпоследняя цифра варианта	Последняя цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 38	2, 39	3, 40	4, 41	5, 42	6, 43	7, 44	8, 45	9, 46	10, 47
1	11, 48	12, 49	13, 50	14, 51	15, 52	16, 53	17, 54	18, 55	19, 56	20, 57
2	21, 58	22, 59	23, 60	24, 54	25, 55	26, 56	27, 1	28, 2	29, 3	30, 4
3	31, 5	32, 6	33, 7	34, 8	35, 9	36, 10	37, 11	38, 12	39, 13	40, 14
4	41, 15	42, 16	43, 17	44, 18	45, 19	46, 20	47, 21	48, 22	49, 23	50, 24
5	51, 25	52, 26	53, 27	54, 28	55, 29	56, 30	57, 31	58, 32	59, 33	60, 34
6	60, 35	56, 36	57, 37	1, 38	2, 39	3, 40	4, 41	5, 42	6, 43	7, 44
7	8, 45	9, 46	10, 47	11, 48	12, 49	13, 50	14, 51	15, 52	46, 53	17, 54
8	18, 55	19, 56	20, 57	21, 58	22, 59	23, 60	24, 54	25, 55	26, 56	27, 57
9	28, 4	29, 5	30, 6	31, 7	32, 8	33, 9	34, 10	35, 11	36, 12	37, 2

Теоретические вопросы

1. Предмет «Гидравлика» и краткий очерк ее развития.
2. Основные понятия и определения по предмету.
3. Физические величины и единицы их измерения.
4. Понятие плотности и ее единицы измерения.
5. Понятие сжимаемости и температурного расширения жидкости.
6. Понятия давления насыщенных паров и поверхностного натяжения.
7. Приборы для определения плотности жидкости.
8. Приборы для определения вязкости жидкости.
9. Приборы для измерения давления.
10. Гидростатическое давление. Понятия избыточного давления и вакуума. Расчетные формулы.
11. Сжимающее давление. Закон Паскаля.
12. Основное уравнение гидростатики.
13. Свойства поверхностей равного давления.
14. Определение давления жидкости на плоские поверхности.
15. Центр давления. Определение точки приложения давления жидкости.
16. Давление жидкости на криволинейные поверхности.
17. Горизонтальная и вертикальная составляющие силы давления жидкости.
18. Определение центра водоизмещения. Закон Архимеда.
19. Устройство и принцип работы гидравлического пресса и гидравлического домкрата.
20. Устройство и принцип работы гидравлического аккумулятора, мультипликатора, динамометра.
21. Гидродинамическое давление. Установившееся и неустановившееся движение жидкости.
22. Схема движения жидкости.
23. Гидравлические элементы потока.
24. Вывод уравнения неразрывности для потока жидкости. Равномерное и неравномерное движение.
25. Определение массового и объемного расхода жидкости.
26. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
27. Энергетический смысл уравнения Бернулли.
28. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
29. Понятие линейные и местные потери, гидравлический уклон.
30. Конструкция расходомера Вентури. Его назначение.
31. Определение расхода и скорости жидкости.
32. Конструкция и принцип работы расходомеров дроссельного типа.
33. Определение мощности насоса.
34. Режимы движения жидкости.
35. Число Рейнольдса.
36. Вывод основного уравнения равномерного движения.
37. Определение коэффициентов гидравлического трения и гидравлического сопротивления.
38. Пульсация скоростей. График пульсаций.
39. Механизм турбулентного потока.
40. Влияние гладкости и шероховатости на гидравлические сопротивления.
41. График И.Никурадзе для определения гидравлических сопротивлений.
42. Распределение скоростей при турбулентном режиме.
43. Способы снижения потерь напора в трубах.
44. Местные сопротивления.
45. Коэффициенты местных сопротивлений.
46. Интерференция местных сопротивлений.
47. Определение полной потери напора и коэффициента сопротивления системы.
48. Сопротивление при обтекании тел. Лобовое сопротивление.

49. Движение твердых тел в восходящем потоке жидкости.
50. Назначение и классификация трубопроводов.
51. Расчет и проектирование трубопроводов.
52. Трубопроводы, работающие под вакуумом.
53. Явление кавитации. Причины возникновения. Условия безкавитационной работы.
54. Сифонные трубопровода. Проверка условий работоспособности.
55. Гидравлический удар в трубах.
56. Истечение жидкостей через отверстия.
57. Истечение жидкости из насадков.
58. Движение жидкости в пористой среде. Основные понятия и определения.
59. Основной закон фильтрации.
60. Общие понятия и классификация неньютоновских жидкостей.

Задача 1

Определить разность уровней (h) жидкости в вертикальных трубках А и Б, установленных на большом и малом цилиндрах, если усилия обоих поршней направлены навстречу друг другу и равны между собой. D, d – диаметры большого и малого поршней в цилиндрах, H – уровень жидкости в трубке Б.

Исходные данные к задаче 1

Параметры	Цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н, мм	Предпоследняя									
	100	400	200	800	120	300	700	900	280	500
D/d	Последняя									
	3	4	2	7	6	8	5	10	12	9

Методические указания к решению задачи 1

Алгоритм решения задачи

1. Модуль силы F_1 , действующей на правый поршень определяется по формуле

$$F_1 = P_{ж} S ; n \quad (1)$$

где S – площадь правого поршня, m^2
 $P_{ж}$ – давление столба жидкости, Па

$$P_{ж} = \rho q H ; Па \quad (2)$$

следовательно:

$$P_1 = \frac{\pi d^2}{4} \rho q H ; n \quad (3)$$

где ρ – плотность жидкости, $кг/м^3$.

2. Модуль силы, действующей на левый поршень

$$F_2 = \rho q (H - h) S ; n \quad (4)$$

где S – площадь левого поршня, м^2

$$S = \frac{\pi D^2}{4}; \text{м}^2 \quad (5)$$

3. Так как по условию задачи $F_1 = F_2$, приравниваем полученные выражения, производим преобразование формул и определяем разность уровней жидкости h .

Задача 2

Определить потери напора на трение в трубопроводе, который выполнен из цельнотянутых труб.

Условные обозначения параметров для исходных данных:

L , км – протяженность трубопровода;

G , млн.т/год – годовая пропускная способность трубопровода;

d , мм – наружный диаметр трубопровода;

δ , мм – толщина стенки трубы;

ρ , кг/м^3 – плотность нефтепродукта,

ν , $\text{см}^2/\text{с}$ – кинематическая вязкость нефтепродукта;

τ , сут. – длительность перекачки.

Исходные данные к задаче 2

№ п/п	Предпоследняя цифра варианта				Последняя цифра варианта	
	L , км	G , млн.т/год	d , мм	δ , мм	ρ , кг/м^3	ν , $\text{см}^2/\text{с}$
0	80	0,7	219	6	760	0,02
1	120	1,6	273	8	780	1,2
2	30	2,1	325	9	900	0,55
3	150	3,2	377	10	880	0,28
4	60	4,8	426	10	850	4,38
5	90	0,9	219	8	800	1,46
6	40	2,5	377	9	820	0,72
7	50	1,8	325	10	860	0,98
8	10	1,3	273	9	840	0,10
9	70	3,5	426	11	890	0,35

Методические указания к решению задачи 2

Алгоритм решения задачи

1. Массовый секундный расход нефтепродукта:

$$q = \frac{G \cdot 10^6 \cdot 10^3}{\rho \cdot 360 \cdot 24 \cdot 3600}; \text{м}^3/\text{с} \quad (6)$$

2. Скорость течения нефтепродукта по трубопроводу:

$$V = \frac{4q}{\pi d_e^2}; \text{м/с} \quad d_e = (d - 2\delta) \cdot 10^{-3}; \text{м} \quad (7)$$

3. Режим перекачки:

$$Re = \frac{Vd_{\epsilon}}{\nu}, \quad (8)$$

где Re – параметр Рейнольдса

4. Коэффициент гидравлических сопротивлений, расчетная формула которого зависит от параметра Рейнольдса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} \text{ для } Re > 2320 \quad (9)$$

$$\lambda = \frac{64}{Re} \text{ для } Re < 2320 \quad (10)$$

5. Гидравлический уклон по формуле:

$$i = \frac{\lambda V^2}{d_{\epsilon} 2q}, \quad (11)$$

6. Определяем потери напора в трубопроводе по формуле:

$$h_T = iL; \text{ м} \quad (12)$$

Задача 3

Определить характер гидравлического удара (прямой, не прямой) на трубопроводе и повышение давления на расстоянии $L = 5 \text{ км}$. По трубопроводу перекачивается нефтепродукт. Время закрытия задвижки $t_3 = 8,2 \text{ с}$.

Исходные данные для решения задачи (диаметр трубопровода, толщину стенки трубы, плотность нефтепродукта и секундный расход) взять из задачи 2.

Методические указания к решению задачи 3

Алгоритм решения задачи

1. Скорость распространения ударной волны с учетом упругости трубопровода определяем по формуле:

$$C = \frac{\sqrt{K/\rho}}{\sqrt{1 + \frac{Kd_{\epsilon}}{\delta E}}}; \text{ м/с} \quad (13)$$

где K – модуль упругости жидкости:

$$K = \frac{1}{\beta_v}; \text{ Па} \quad (14)$$

β_v – коэффициент объемного сжатия нефти;

E – модуль упругости материала трубы:

$$\beta_v = 7,4 \cdot 10^{-10}; \text{ Па}^{-1}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^{11}; \text{Па}$$

2. Скорость движения нефтепродукта:

$$V = \frac{4q}{\pi d_g^2}; \text{м/с (см. задачу 2)} \quad (15)$$

3. Фаза гидроудара:

$$T = \frac{2\lambda}{C}; \text{с} \quad (16)$$

По полученному результату определяем характер гидроудара: если $T < t_3$, то гидроудар не прямой, если $T > t_3$, прямой.

4. Максимальное ударное повышение давления для прямого гидроудара:

$$\Delta P = \rho CV; \text{Па} \quad (17)$$

для непрямого гидроудара:

$$\Delta P = \rho CV \frac{T}{t_3} \quad (18)$$

Вопросы для подготовки к экзамену

Теоретические вопросы

1. Физические свойства жидкостей: плотность, вязкость, сжимаемость, температурное расширение, поверхностное натяжение: определение, обозначение и единицы измерения.
2. Способы определения плотности и вязкости жидкостей.
3. Основное уравнение гидростатики.
4. Закон Архимеда.
5. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
6. Режимы движения жидкостей. Опыт и число Рейнольдса.
7. Потери напора на трение и на местные сопротивления.
8. Назначение и классификация трубопроводов.
9. Гидравлический удар в трубопроводах: прямой и непрямой

Практические задания для подготовки к экзамену

1. Определить опытным путём кинематическую вязкость и поверхностное натяжение жидкости.
2. Вычислить полное и избыточное давление жидкости на определенной глубине.
3. Определить диаметр в трубе переменного сечения при известном другом диаметре и скорости движения жидкости.

Список рекомендуемой литературы

Основные источники

1. Брюханов, О.Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики [Электронный ресурс]: учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 254с.– Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=420324>(ЭБС Znanium)
2. Ухин, Б.В. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебник / Б.В. Ухин, А.А. Гусев. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 432 с.– Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=405311>

Дополнительные источники

1. Гидравлика, пневматика и термодинамика [Электронный ресурс]: курс лекций /под ред. В.М. Филина. - Москва: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015- 320 с.-Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=478661>(ЭБС Znanium)

Интернет-ресурсы (И-Р):

- И-Р 1 <http://mosgruz.net>
И-Р 2 <http://gidravl.com>
И-Р 3 <http://stringer46.narod.ru/>
И-Р 4 <http://works.tarefer.ru/81/100019/index.html>
И-Р 5 <http://znanium.com>(ЭБС Znanium)
И-Р 6 <http://e.lanbook.com>(ЭБС Лань)