

**ПМ 01. Проведение буровых работ в соответствии с технологическим
регламентом**

МДК 01.01 Технология бурения нефтяных и газовых скважин

**Осуществление расчетов тепловых процессов
нефтегазопромыслового оборудования**

методические указания и задания к контрольной работе
для студентов заочной формы обучения

специальность

21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин

Одобрены
предметной (цикловой)
комиссией
Протокол № 9 от 18.06.15
Председатель П(Ц)К О.И.Сидоров

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

Методические указания и задания к контрольной работе по теме «Осуществление расчетов тепловых процессов нефтегазопромыслового оборудования» МДК 01.01 Технология бурения нефтяных и газовых скважин, разработаны на основании программы профессионального модуля ПМ 01. Проведение буровых работ в соответствии с технологическим регламентом по специальности среднего профессионального образования 21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин.

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 задания к контрольной работе разработаны на основании программы профессионального модуля ПМ 01 Проведение буровых работ в соответствии с технологическим регламентом по специальности среднего профессионального образования 21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин.

Изучение материала базируется на знаниях, полученных при изучении физики, технической механики, геологии и темы «Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов», МДК 02.01 Эксплуатация бурового оборудования ПМ.02 Обслуживание и эксплуатация бурового оборудования.

Предусматривается изучение основ термодинамики, теории передачи теплоты, принципов действия и конструкции различных теплосиловых установок, используемых на нефтебазах, нефтеперекачивающих и компрессорных станциях магистральных трубопроводов, а также элементов их расчета.

В результате изучения темы обучающийся должен **уметь**:

- производить расчеты требуемых физических величин в соответствии с законами и уравнениями термодинамики и теплопередачи.

В результате изучения темы обучающийся должен **знать**:

- основные понятия, законы и процессы термодинамики и теплопередачи;
- методы расчета термодинамических и тепловых процессов;
- классификацию, особенности конструкции, действия и эксплуатацию котельных установок, поршневых двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и теплосиловых установок.

Тема рассчитана на 120 часов, в том числе 48 часов отведено на выполнение практических работ и 40 часов на внеаудиторную самостоятельную работу.

Для заочной формы обучения предусмотрено проведение 16 часов аудиторных занятий, в том числе 8 часов на выполнение практических работ, на самостоятельное изучение отводится 104 часа.

Учебным планом предусмотрено выполнение 1 контрольной работы.

Итоговой формой контроля является экзамен.

Тематический план и содержание темы **Осуществление расчетов тепловых процессов нефтегазопромыслового оборудования**

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
ПМ 01. Проведение буровых работ в соответствии с технологическим регламентом		
МДК 01. 01. Технология бурения нефтяных и газовых скважин		
Тема 2. Осуществление расчетов тепловых процессов нефтегазопромыслового оборудования		
	1. Законы и уравнения термодинамики	10/22/13
	Термодинамическая система. Законы идеальных газов. Смеси жидкостей, паров и газов.	2
	Теплоемкость вещества. Первое и второе начало термодинамики.	2
	Термодинамические процессы изменения состояния	2
	Процессы парообразования. Истечение и дросселирование газов и паров.	2
	Термодинамические процессы компрессорных машин, паросиловых установок и поршневых двигателей внутреннего сгорания	2
	Практическая работа № 2.1 Газовые процессы и газовые законы	6
	Практическая работа № 2.2 Расчет газовой смеси и их теплоемкости	6
	Практическая работа № 2.3 Определение параметров водяного пара по таблицам и диаграммам	4
	Практическая работа № 2.4 Расчет циклов ДВС	6
	Самостоятельная работа № 2.1 Графическое изображение структуры текста лекции	2
	Самостоятельная работа № 2.2 Решение индивидуальных графических задач	3
	Самостоятельная работа № 2.3 Решение индивидуальных задач на расчет паросиловой установки	6
	Самостоятельная работа № 2.4 Составление теста по пройденной теме	2

1	2	3
	2. Законы и уравнения теплопередачи	6/10/4
	Формы передачи теплоты	2
	Теплообмен теплопроводностью, конвекцией и излучением	2
	Назначение и виды теплообменных аппаратов	2
	Практическая работа № 2.5 Расчет теплопроводности через однослойную и многослойную стенки	2
	Практическая работа № 2.6 Расчет теплообмена конвекцией и излучением	4
	Практическая работа № 2.7 Тепловой расчет теплообменных аппаратов	4
	Самостоятельная работа № 2.5 Подготовка сообщения по теме: «Теплообменные аппараты, применяемые в нефтяной и газовой промышленности»	4
	3. Особенности конструкции и эксплуатации теплотехники	16/16/23
	Топливо, продукты сгорания. Топки и топочные устройства. Котельные установки	6
	Поршневые двигатели внутреннего сгорания: назначение, виды, эксплуатация и применение в нефтяной и газовой промышленности	2
	Газотурбинные установки: классификация, особенности конструкции и эксплуатация	2
	Теплосиловые установки: виды, преимущества и недостатки	2
	Практическая работа № 2.8 Расчет топлива и процесса горения	4
	Практическая работа № 2.9 Расчет топок	2
	Практическая работа № 2.10 Тепловой расчет ДВС	4
	Практическая работа № 2.11 Расчет циклов ГТУ	6
	Самостоятельная работа № 2.6 Составление таблицы «Классификация топлива»	2
	Самостоятельная работа № 2.7 Графическое изображение основных элементов городской котельной номер №2	4
	Самостоятельная работа № 2.8 Подготовка сообщения по теме: «Поршневые ДВС и ГТУ, применяемые в нефтяной и газовой промышленности»	4
	Самостоятельная работа № 2.9 Выполнение творческих заданий: фотографий, презентаций, фильмов	8
	Самостоятельная работа № 2.10 Подготовка к тесту по теме	5
ИТОГО:		120

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), не должно быть ошибок по существу предмета.

5. В начале работы необходимо указать номер варианта, затем вопрос и ответ на поставленный вопрос. При необходимости записи сопровождать схемами, рисунками, таблицами. Записи выполняются четко и разборчиво.

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

7. Графическая часть контрольной работы должна выполняться аккуратно, с использованием чертежных инструментов. Все рисунки и схемы требуется пронумеровать в порядке их расположения. По тексту при оформлении каждой из задач необходимо делать ссылку на номер рисунка или схемы. На рисунках (схемах) наносить 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.

10. Допускается выполнение контрольной работы на листах формата А4. Текст печатается на одной стороне с интервалом 1,5; параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный); параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -1,25 см, межстрочный интервал – полуторный; поля: верхнее и нижнее поля – 20 мм, левое поле 30 мм, правое – 15 мм;

11. 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.

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

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

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

15. Контрольная работа включает письменные ответы на два теоретических вопроса и решение трех задач.

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

17. Номера теоретических вопросов контрольной работы помещены в таблице. 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 ответить письменно.

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

Контрольная работа

Номера вопросов теоретической части контрольной работы

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

Теоретические вопросы

1. Основные законы термодинамики и теплопередачи.
2. Понятия об энергии, теплоте, работе: определение, единицы измерения.
3. Понятие о термодинамических системах: виды, определение.
4. Основные параметры состояния термодинамической системы.
5. Основные законы идеальных газов: законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака.
6. Основные законы идеальных газов: Шарля, Авогадро.
7. Понятие о термодинамическом процессе.
8. Понятие о внутренней энергии, энтальпии, работе, совершаемой газом в термодинамическом процессе.
9. Теплоемкость газов: истинная и средняя, зависимость теплоемкости от температуры и характера процесса.
10. Понятие об изохорном процессе, изображение его в P-V, P-T, координатах.
11. Понятие об изобарном процессе, изображение его в P-V, P-T, координатах.
12. Понятие об изотермическом процессе, изображение его в P-V, P-T, координатах.
13. Понятие об адиабатном процессе, изображение его в P-V, P-T, координатах.
14. Основные положения о II законе термодинамики, понятие об энтропии.
15. Понятие о круговом процессе. Обратимый, необратимый круговые процессы.
16. Идеальный цикл и диаграмма теплового двигателя, термический к.п.д.
17. Идеальный цикл и диаграмма холодильной машины, к.п.д. холодильной машины.
18. Процессы парообразования в P-V, P-T координатах.
19. Теплота парообразования и теплоемкость перегретого пара.
20. Влажный воздух и параметры его состояния.
21. Цикл Ренкина: изображение и коэффициент полезного действия.
22. Сопла, как преобразователи потенциальной энергии газа в кинетическую энергию потока.
23. Понятие о дросселировании газов и паров.
24. Теплообмен теплопроводностью через плоскую стенку.
25. Теплообмен теплопроводностью через цилиндрическую стенку.
26. Теплообмен излучением между телами.
27. Тепловое излучение газов.
28. Конвективный теплообмен.
29. Сложный теплообмен.
30. Тепловая изоляция.
31. Типы теплообменных аппаратов.
32. Классификация топлива.
33. Сущность процесса горения топлива, полное горение, неполное.
34. Теплота сгорания топлива. «Условное» топливо.

35. Состав топлива и его характеристики.
36. Котельная установка: основные элементы и классификация.
37. Тепловой баланс котельной установки.
38. Котельные агрегаты: определение, виды.
39. Классификация топочных устройств.
40. Вертикальный котел системы В.Г. Шухова.
41. Прямоточный котел Л.Д. Рамзина.
42. Классификация горелок.
43. Пароперегреватели: назначение, схемы подключения.
44. Водяные экономайзеры: назначение, виды.
45. Паровая турбина активного действия.
46. Паровая турбина реактивного действия.
47. Теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом и отводом теплоты (цикл Отто).
48. Теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом и изохорным отводом теплоты (цикл Дизеля).
49. Теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом и изохорным отводом теплоты (цикл Тринклера).
50. Требования, предъявляемые к смазочным маслам и топливу.
51. Классификация теплосиловых установок.
52. Понятие о детонации и октановом числе топлива.
53. Принцип действия 2-х тактного двигателя внутреннего сгорания.
54. Принцип действия 4-х тактного двигателя внутреннего сгорания.
55. Принцип работы одноступенчатого поршневого компрессора.
56. Понятие о теплообменном аппарате, классификация теплообменных аппаратов.
57. Понятие о газотурбинной установке.
58. Способы повышения мощности и к.п.д. поршневых двигателей внутреннего сгорания.
59. Сопло Лаваля: устройство и принцип работы.

Задача 1

В резервуаре емкостью V находится смесь газов при давлении P_1 и температуре t_1 °C. Определить первоначальные объемные, массовые доли компонентов, составляющих смесь; плотность и удельный объем смеси; газовую постоянную смеси и парциальные давления компонентов.

Исходные данные к задаче 1

Предпоследняя цифра варианта	Исходные параметры	Единицы измерения	Последняя цифра варианта									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 20 30
0	Состав смеси	газ м ³	O ₂ 1,1	CH ₄ 1,2	NH ₃ 1,3	CO 1,4	NH ₃ 1,5	H ₂ O 1,6	CO ₂ 1,7	N ₂ 1,8	H ₂ 1,9	CH ₄ 1
		газ кг	H ₂ O 10	O ₂ 10,5	CH ₄ 11	N ₂ 11,5	CO 12	NH ₃ 12,5	H ₂ 13	H ₂ O 13,5	CO ₂ 14	N ₂ 15
		газ м ³	CO ₂ 1,4	N ₂ 1,3	O ₂ 1,2	CH ₄ 1,1	H ₂ 1	CH ₄ 0,9	NH ₃ 0,8	CO 0,7	NH ₃ 0,6	H ₂ O 0,5
	P ₁	МПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	t ₁	°C	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Состав смеси	газ кг	H ₂ O 5	CO ₂ 5,5	NH ₃ 6	CO 6,5	H ₂ 7	CH ₄ 7,5	CO ₂ 8	CH ₄ 8,5	N ₂ 9	O ₂ 9,5
		газ м ³	CO ₂ 3	O ₂ 3,1	CO 3,2	H ₂ 3,3	NH ₃ 3,4	NH ₃ 3,5	CH ₄ 3,6	N ₂ 3,7	O ₂ 3,8	H ₂ O 3,9
		газ кг	CH ₄ 7,5	CO 8	H ₂ 8,5	NH ₃ 9	CH ₄ 9,5	H ₂ O 10	N ₂ 10,5	O ₂ 11	H ₂ O 11,5	CO ₂ 12
	P ₁	атм	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	6,5
	t ₁	°C	13	16	15	17	18	20	21	23	25	24

2	Состав смеси	газ м ³	CH ₄ 1,15	N ₂ 1,25	NH ₃ 1,35	CO ₂ 1,45	H ₂ O 1,55	O ₂ 1,65	H ₂ O 1,75	CO ₂ 1,85	NH ₃ 1,95	CH ₄ 2
		газ кг	N ₂ 10	NH ₃ 10,5	CO ₂ 11	H ₂ O 11,5	CO 12	H ₂ O 12,5	CO ₂ 13	NH ₃ 13,5	CO ₂ 14	H ₂ 15
		газ кг	NH ₃ 1 4	CO ₂ 1 3	H ₂ O 1 2	CH ₄ 1 1	O ₂ 10	CO ₂ 9	NH ₃ 8	CO 7	CH ₄ 6	N ₂ 5
	P ₁	кПа	150	200	300	400	500	600	700	800	900	100
	t ₁	°C	10	17	12	13	19	25	26	17	18	19

Методические указания к решению задачи 1

Алгоритм решения задачи:

1. Производим расчет плотности на конкретные температуру T₁ и давление P₁ по формуле:

$$\rho_i = \rho_{i(n,y)} \frac{P_1 \cdot T_{n,y}}{P_{n,y} \cdot T_1}, \quad (1)$$

где: $\rho_{i(n,y)}$ - берем из таблицы 1 Основные параметры газов (см. Приложение)

T_{n,y} = 293 К,;

P_{n,y} = 10⁵ Па

2. Производим расчет параметров газовой смеси, используя формулы из таблицы 2 расчета газовых смесей (см. Приложение)
3. После выполнения расчетов записываем ответ.

Задача 2

При нагнетании водяного пара в нефтяной пласт для повышения нефтеотдачи наружная поверхность насосно-компрессорных труб (НКТ) изолируется асбестовой бумагой. Определить температуру наружной поверхности изоляции T₃ и на границе слоев стенки T₂ (см. рис. 1), если размеры НКТ и коэффициент теплопроводности материала труб: d₁, d₂, λ₁; толщина слоя и коэффициент теплопроводности асбестовой бумаги соответственно δ₂, λ₂; температура внутренней поверхности НКТ T₁; плотность удельного теплового потока q. Длину участка труб принять 1 метр.

Исходные данные к задаче 2

Предпоследняя цифра варианта	Исходные параметры	Единицы измерения	Последняя цифра варианта									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 20 30
0	d ₁	мм	27	33	42	48	60	73	73	89	102	114
	d ₂	мм	33	40	49	56	70	87	86	105	115	128
	λ ₁	$\frac{Вт}{м \cdot C}$	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	δ ₂	мм	1,5	1,55	1,6	1,65	1,65	1,7	1,75	1,5	1,8	1,85
	λ ₂	$\frac{Вт}{м \cdot C}$	0,106	0,109	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13
	T ₁	°C	416	413	410	407	404	401	398	395	392	389
	q	Вт/м ²	9360	9260	9170	9080	8990	8900	8810	8720	8600	8550
1	d ₁	мм	73	27	27	33	33	42	48	52	60	73
	d ₂	мм	84	32,72	34,8	39,7	42,1	48,3	58,1	67,2	72,9	87,0

1	λ_1	$\frac{Bm}{м \cdot C}$	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	δ_2	мм	1,9	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65	1,3
	λ_2	$\frac{Bm}{м \cdot C}$	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
	T_1	$^{\circ}C$	385	382	379	376	373	370	367	364	361	358
	q	Вт/м ²	8460	8400	8300	8200	8130	8050	7950	7890	7810	7730
2	d ₁	мм	89	102	42	48	52	60	73	89	102	114
	d ₂	мм	103,6	118,7	49,1	63,2	60,4	77,0	92,9	108,0	123,0	135,8
	λ_1	$\frac{Bm}{м \cdot C}$	47	48	49	50	37	43	46	42	47	49
	δ_2	мм	2	1,9	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
	λ_2	$\frac{Bm}{м \cdot C}$	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,21
	T_1	$^{\circ}C$	355	352	349	346	343	340	337	334	331	329
	q	Вт/м ²	7650	7580	7500	7400	7350	7280	7200	7130	7060	6990

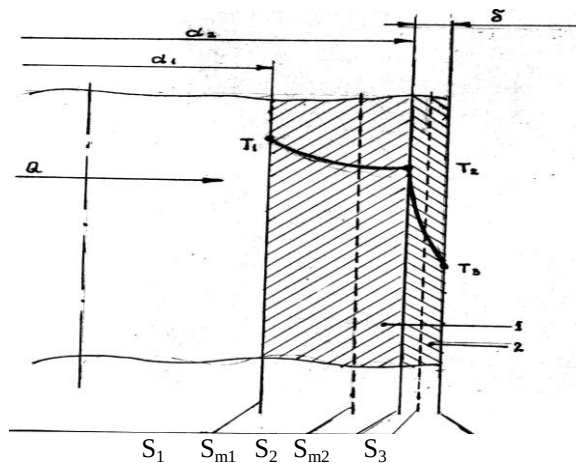


рис. 1. Границы слоев НКТ и изоляции.

Методические указания к решению задачи 2

Алгоритм решения задачи:

1. Находим среднее значение площади стенки НКТ:

$$S_{m1} = \sqrt{S_1 S_2}, \text{ м}^2, \quad (2)$$

где S_1 - площадь внутренней поверхности НКТ, м².
 S_2 - площадь на границе раздела НКТ и изоляции, м².

2. Находим среднее значение площади изоляции:

$$S_{m2} = \sqrt{S_3 S_2}, \text{ м}^2, \quad (3)$$

где S_3 - площадь внешней поверхности изоляции, м².

3. Находим среднее значение площади условной стенки (труба + изоляция):

$$S_m = \sqrt{S_{m1} S_{m2}}, \text{ м}^2 \quad (4)$$

4. Находим общее термическое сопротивление стенки:

$$R = R_1 + R_2 = \frac{\delta_1}{\lambda_1 S_{m1}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2 S_{m2}} \quad (5)$$

5. Находим эквивалентный коэффициент теплопроводности условной стенки:

$$\lambda_{\text{э}} = \frac{\delta}{S_m R}, \text{ Вт/м} \cdot \text{С} \quad (6)$$

6. Определяем температуру на наружной поверхности изоляции:

$$T_3 = T_1 - q \frac{\delta}{\lambda_{\text{э}}}, \text{ К} \quad (7)$$

7. Определяем температуру на наружной поверхности НКТ:

$$T_2 = T_1 - \frac{\delta_1}{\lambda_1} \cdot \frac{S_m}{S_{m1}} q, \text{ К} \quad (8)$$

8. По результатам расчетов записываем ответ.

Задача 3

Определить низшую теплоту сгорания рабочей массы топлива следующего элементарного состава, топливный эквивалент заданного рабочего топлива, теоретический и действительный расход воздуха, необходимого для сжигания топлива.

Исходные данные к задаче 3

Предпоследняя цифра варианта	Исходные параметры	Единицы измерения	Последняя цифра варианта									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 20 30
0	C ^r	%	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78
	H ^r	%	1,5	1,8	2,1	2,3	9	10	2,9	3,1	10,4	17
	N ^r	%	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
	O ^r	%	1	2	4	5	1	2	7	6	5	2
	S ^r	%	0,5	1,1	0,7	1,4	0,6	0,5	4,5	7	3	0,9
	A ^p	%	10	12	13	11	14	15	16	17	18	19
	W ^p	%	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	α		1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,1
1	C ^c	%	66	64	60	60	58	56	51	52	45	48
	H ^c	%	14	10,5	18	23	10,4	24	30	17	21	33
	N ^c	%	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	11	14	2,9
	O ^c	%	4	7	3,5	1,5	10	2	1,7	2,4	2,1	4,2
	S ^c	%	4	6,4	4,3	0,2	5,2	0,5	1,7	3,6	0,9	1,9
	A ^p	%	10	10	12	13	14	15	13	14	17	10
	W ^p	%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	α		1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1
2	C ^r	%	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38
	H ^r	%	35	58	42	27	33	29	36	38	48	41
	N ^r	%	3	3,1	3,2	13	3,4	17	15	3,7	3,8	3,9
	O ^r	%	2,8	2	2,1	6,1	7,1	3,6	2,1	12,7	6,2	9,4
	S ^r	%	3,2	2,9	0,7	3,9	8,5	4,4	2,9	3,6	2	7,7
	A ^p	%	30	31	32	33	34	17	18	19	20	21
	W ^p	%	25	26	27	28	2	3	4	5	6	7
	α		2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1

Методические указания к решению задачи 3

Алгоритм решения задачи:

1. Определяем коэффициент пересчета состава топлива с горючей массы на рабочую:

$$K_r = \frac{100 - (A^p + W^p)}{100}; \quad (9)$$

2. Определяем коэффициент пересчета состава топлива с сухой массы на рабочую:

$$K_c = \frac{(100 - W^p)}{100} \quad (10)$$

3. Пересчитываем состав топлива с горючей (сухой) массы на рабочую, умножив % состава топлива на поправочный коэффициент K_r (K_c).

4. Определяем низшую теплоту сгорания топлива по формуле Менделеева:

$$Q_H^p = 0,338 \cdot C^p + 1,025 \cdot H^p - 0,1085 (O^p - S^p) - 0,025 \cdot W^p, \quad \frac{\text{МДж}}{\text{кг}} \quad (11)$$

5. Рассчитываем топливный эквивалент:

$$\vartheta = \frac{Q_H^p}{29,3}, \quad (12)$$

где: 29,3 – теплота сгорания «условного» топлива, $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$

6. Рассчитываем теоретический расход воздуха для сжигания топлива:

$$V_B^T = 0,0899 \cdot C^p + 0,267 \cdot H^p + 0,033(S^p - O^p), \text{ м}^3 \quad (13)$$

7. Рассчитываем действительный расход воздуха:

$$V_B^A = V_B^T \cdot \alpha, \text{ м}^3, \quad (14)$$

где α - коэффициент избытка воздуха.

8. По результатам расчетов записываем ответ.

Вопросы для подготовки к экзамену

Теоретические вопросы

1. Уравнение состояния реального газа.
2. Основные газовые процессы и газовые законы.
3. Газовые смеси: примеры и способы задания.
4. Расчет теплообменных аппаратов: конструктивный и поверочный.
5. Основные законы теплопередачи: теплопроводность, конвекция и лучистый теплообмен.
6. Основное и вспомогательное оборудование котельных установок.
7. Двигатели внутреннего сгорания: классификация, принцип действия, применение в нефтяной и газовой промышленности.
8. Газотурбинные установки: назначение, классификация и область применения.
9. Тепловые установки: классификация, преимущества и недостатки.

Практические задания

1. Рассчитать параметры газовой смеси, если задан ее объемный или массовый состав.
2. Построить температурную диаграмму прямотока или противотока для теплообменного аппарата и определить площадь его поверхности по исходным данным.
3. Расшифровать марку двигателя внутреннего сгорания.

Литература

Основные источники:

1. Брюханов О.Н. и др. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики.- М.: Инфра-М, 2013. - 254с.
2. Прибытков И.А. Теоретические основы теплотехники.- М.: «Академия» 2004. – 464с.

Дополнительные источники:

1. Лепешкин А.В., Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы.- М.: АСАДЕМА, 2005. - 356с.

Таблица 1. Основные параметры газов

Название газа	Хим. формула	Молекулярная масса, μ	Плотность ρ , кг/м^3	Газовая постоянная R, Дж/(кг·К)
Воздух		28,96	1,293	287,0
Кислород	O ₂	32,00	1,429	259,8
Азот	N ₂	28,026	1,251	296,8
Атмосферный азот	N ₂	28,16	(1,257)	(295,3)
Гелий	He	4,003	0,179	2078,0
Аргон	Ar	39,994	1,783	208,2
Водород	H ₂	2,016	0,090	4124,0
Оксись углерода	CO	28,01	1,250	296,8
Двуокись углерода	CO ₂	44,01	1,977	188,9
Сернистый газ	SO ₂	64,06	2,926	129,8
Метан	CH ₄	16,032	0,717	518,8
Этилен	C ₂ H ₄	28,052	1,251	296,6
Коксовый газ		11,50	0,515	721,0
Аммиак	NH ₃	17,032	0,771	488,3
Водяной пар	H ₂ O	18,016	(0,804)	(461)

Таблица 2. Таблица для расчета газовых смесей

Доля	Перевод в другую долю	Плотность, $\rho_{см}$, удельный объём смеси $v_{см}$	Молекулярная масса смеси, $\mu_{см}$	Газовая постоянная смеси $R_{см}$; $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	Парциальное давление компонента P_i ; Па
Массовая	$r_i = \frac{\frac{g_i}{\mu_i}}{\sum \frac{g_i}{\mu_i}}$	$\rho_{см} = \frac{1}{\frac{g_i}{\rho_i}}$ $v_{см} = \sum \frac{g_i}{\rho_i}$	$\mu_{см} = \frac{1}{\sum \frac{g_i}{\mu_i}}$	$R_{см} = \sum g_i \cdot R_i$	$P_i = g_i \frac{R_i}{R_{см}} P_{см}$
Объёмная	$g_i = \frac{r_i \cdot \mu_i}{\sum r_i \cdot \mu_i}$	$\rho_{см} = \sum r_i \cdot \rho_i$ $v_{см} = \frac{1}{\sum r_i \cdot \rho_i}$	$\mu_{см} = \sum r_i \cdot \mu_i$	$R_{см} = \frac{8314}{\sum r_i \cdot \mu_i}$	$P_i = P_{см} \cdot r_i$