

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет Энергетический

Кафедра Химии

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

для студентов заочной формы обучения

по дисциплине «**Химия топлива**»
наименование дисциплины (модуля)

для направления подготовки (специальности) 23.05.01 «**Наземные транспортно-технологические средства**»

код и наименование направления подготовки (специальности)

наименование профиля подготовки **Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование**

Общая трудоемкость дисциплины 108 часов (3 зачетных единиц)

Виды занятий	Распределение по семестрам в часах	Всего часов
	9 семестр	
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия, в т.ч.:	12	12
лекционные (ЛК)	6	6
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа студентов (СРС)	96 контрольная работа	96
Форма промежуточного контроля в семестре	зачёт	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)	0	0

Краткое содержание курса

Химический состав и свойства различных видов топлива Топливо, ГСМ, природное топливо, радионуклиды, водородная энергетика, альтернативные источники энергии, горение, теплотворная способность, энтальпия. Углерод и углеводороды как компоненты топлива Углерод, углеводороды (УВ), алканы, алкены, алкадиены, арены, карбоновые кислоты, спирты, производные углеводородов, химические свойства УВ и их производных Нефть и нефтепродукты Нефть, фракции, нефтепереработка, дистилляция, крекинг, ректификационная колонна, бензин, керосин, дизель, газойль, лигроин, мазут, масла, смазки, вязкость, индекс вязкости, вискозиметр, температура каплепадения, трение, износ, трансмиссионные масла, пластичные смазки, старение масел, бензин, дизельное топливо, теплотворная способность, энтальпия, горение, детонация, октановое и цетановое число, марки топлива, детонационная стойкость, ДВС, газообразное топливо, температура вспышки. Альтернативные виды Радиоактивность, АЭС, ветрогенератор, аккумулятор, биогаз, биотопливо, антифризы, пусковые жидкости, тормозные жидкости, амортизационные жидкости, присадки, растворители, электролиты.

Форма текущего контроля

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Контрольная работы выполняется в виде конспекта ответов на четыре теоретических вопроса и пять практических заданий и предоставляется ведущему дисциплину преподавателю во время сессии.

Для выбора теоретических вопросов и задач по основным разделам дисциплины необходимо руководствоваться данными таблиц 1 и 2.

Таблица 1

Выбор теоретических вопросов по последней цифре номера зачетной книжки

Теоретические задания	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номера контрольных вопросов из перечня для подготовки к экзамену в конце учебных материалов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Таблица 2

Выбор вариантов задач по последним двум цифрам зачетной книжки

Варианты задач	Две последние цифры в зачетной книжке	Варианты задач	Две последние цифры в зачетной книжке
1	01, 21, 41, 61, 81	11	11, 31, 51, 71, 91
2	02, 22, 42, 62, 82	12	12, 32, 52, 72, 92
3	03, 23, 43, 63, 83	13	13, 33, 53, 73, 93
4	04, 24, 44, 64, 84	14	14, 34, 54, 74, 94
5	05, 25, 45, 65, 85	15	15, 35, 55, 75, 95
6	06, 26, 46, 66, 86	16	16, 36, 56, 76, 96
7	07, 27, 47, 67, 87	17	17, 37, 57, 77, 97
8	08, 28, 48, 68, 88	18	18, 38, 58, 78, 98
9	09, 29, 49, 69, 89	19	19, 39, 59, 79, 99
10	10, 30, 50, 70, 90	20	20, 40, 60, 80, 00

Контрольная работа оформляется в тетради 18 листов, на титульный лист наклеивается типовая этикетка с указанием ФИО, группы, номера варианта. Допускается оформление контрольной работы в печатном виде. В этом случае, необходимо придерживаться требований, изложенных в методической инструкции **МИ 01-02-2018** [Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](#)¹.

При написании полных ответов на контрольные вопросы следует давать определения терминов, приводить схемы химических реакций. Решение практических заданий должно обязательно содержать формулы соединений и уравнения реакций. Нумерация формул, таблиц и рисунков в работе - сквозная. Список использованных источников (литературы) необходимо оформить в соответствии с ГОСТ 7.80-2000.

Контрольную работу необходимо сдать преподавателю кафедры химии ЗабГУ (ауд. 03-417), ведущему дисциплину «Химия топлива» в начале сессии.

¹ [https://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Prikladnaya_geologiya/Instrukciya_MI_01-02-2018\(4\).pdf](https://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Prikladnaya_geologiya/Instrukciya_MI_01-02-2018(4).pdf)

Топливо – горючее вещество (основная часть которого – углерод), способное к выделению большого количества теплоты и развивающее при этом высокую температуру, имеющее широкое распространение в природе, добываемое легкодоступными и дешевыми способами. Кроме того, топливо при сгорании не должно выделять токсичных соединений.

Топливо состоит из органической и неорганической частей. Органическая часть топлива включает в себя горючую часть, представленную следующими химическими элементами: углерод (**C**) – 50...87 %, водород (**H**) – 12...14%, кислород (**O**), сера (**S**) – от 0,01 в ряде случаев до 7 % и не горючую часть: азот (**N**), кислород (**O**). Негорючая часть топлива не выделяет теплоту и образует внешний балласт: минеральные примеси (**M**) и вода (**W**). При сгорании топлива вода испаряется, минеральные примеси частично разлагаются и образуют золу (**A**). Углерод (**C**) и водород (**H**) при сгорании выделяют большое количество теплоты. Сера, входящая в состав топлива в небольшом количестве, образует при сгорании оксиды серы, вызывающие интенсивную коррозию деталей. Поэтому ее наличие в топливе нежелательно.

Важнейшей характеристикой любого топлива является его теплота сгорания (энергоемкость). Количество теплоты измеряют джоулями (**Дж**), но долго пользовались калориями (кал), 1 кал = 4,1867 Дж. Энергетический потенциал топлива определяется высшей – максимально возможное количество теплоты (**Q_v**) или низшей (**Q_n**) теплотой сгорания. Высшая удельная теплота сгорания жидкого и твердого топлива определяется экспериментально или вычисляется по формуле Д. И. Менделеева:

$$Q_v = 396C + 1256H - 109(O - S) \text{ кДж/кг.} \quad (1)$$

Низшая удельная теплота сгорания определяется как разность:

$$Q_n = Q_v - 25(9H + W) \text{ кДж/кг,} \quad (2)$$

где **H** и **W** – содержание в топливе водорода и воды.

Вычитаемое **25(9H + W)** представляет собой количество теплоты, затраченное на превращение влаги топлива в пар, который уносится в

атмосферу с продуктами сгорания. Для характеристики газообразных топлив применяют объемный показатель объемной теплоты сгорания, представляющий собой количество теплоты, выделяемой при сгорании 1 м³ газа. Сжигают навеску испытуемого топлива или определенного объема газа в **калориметрической бомбе** в среде сжатого кислорода и определяют количество теплоты, выделяющейся при сгорании.

Горение - быстро протекающая реакция взаимодействия углеводородов и примесей топлива с кислородом воздуха, которая сопровождается выделением теплоты и излучением света. Для возникновения реакции необходимо, чтобы топливо и окислитель были нагреты до температуры самовоспламенения топлива, зависящей от его химического состава и физических свойств, концентрации кислорода, способов смесеобразования, температуры окружающей среды и т. п.

Для полного сгорания 1 кг топлива теоретически необходимое количество воздуха L_T (кг) определяется по формуле:

$$L_T = (2,67C + 8H + S - O) / 23,2, \quad (3)$$

где коэффициенты в числителе показывают теоретически необходимое количество кислорода для окисления, соответственно 1 кг углерода (C), водорода (H), и серы (S) определенное по реакциям; состав топлива в %.

Жидкие топлива подразделяются на следующие виды²:

- карбюраторные топлива (авиационные и автомобильные);
- реактивное топливо;
- топливо для дизелей – дизельное топливо (зимние, летние, арктические), моторное топливо, соляровое масло;
- котельные топлива (мазут флотский, топочный мазут). Химмотология – область знаний о свойствах, качестве и рациональном использовании топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей в технике³.

² Бойко, Е. В. Химия нефти и топлив : учебное пособие / Е. В. Бойко. – Ульяновск: УлГТУ, 2007.– 60 с.

ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С РЕШЕНИЕМ

Задача 1⁴. Перевести горючую массу топлива на рабочую.

Задан состав каменного угля на горючую массу, %:

84,0 C^г; 4,5 H^г; 2,0 N^г; 9,0 O^г; 0,5 S^г.

Влажность и зольность приведены на рабочую массу, %:

12,0 W^р; 11,4 A^р.

Решение:

Перевод осуществляем по формуле:

$$C^p = C^g \cdot K, \quad (4)$$

где K – переводной коэффициент.

$$K = \frac{100 - W^p - A^p}{100} = \frac{100 - 12,0 - 11,4}{100} = 0,766.$$

Таким образом,

$C^p = 84,0 \cdot 0,766 = 64,34$ %; $H^p = 3,45$ %; $N^p = 1,53$ %; $O^p = 6,90$ %; $S^p = 0,38$ %.

Проверяем сумму элементного состава рабочей массы топлива:

$C^p + H^p + O^p + S^p + N^p + A^p + W^p = 64,34 + 3,45 + 6,90 + 0,38 + 1,53 + 11,4 + 12,0 = 100$ %.

Задача 2. Рассчитайте плотность природного газа.

Природный газ имеет объёмный состав, r, %:

92 CH₄; 2 C₂H₆; 1,5 C₃H₈; 0,4 H₂S; 2 CO₂; 2,1 N₂.

Решение:

Плотность смеси (ρ) рассчитывается по аддитивной формуле через плотность компонентов (ρ_i) и объёмную долю компонентов r_i , %:

³ Коломиец, П.В. Топливо: Учебное пособие по дисциплине «Химмотология» для подготовки магистров по направлению 140500.68 «Энергомашиностроение», магистерская программа 140506 «Поршневые и комбинированные двигатели» / П.В. Коломиец. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 78 с.

⁴ Гришко Б.М. Практикум по расчету горения топлива: Учеб. пособие / Б. М. Гришко, П. А. Трубаев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 70 с

$$\rho = 0,01 \sum r_i \rho_i = 0,01(r_{\text{CH}_4} \cdot \rho_{\text{CH}_4} + r_{\text{C}_2\text{H}_6} \cdot \rho_{\text{C}_2\text{H}_6} + r_{\text{C}_3\text{H}_8} \cdot \rho_{\text{C}_3\text{H}_8} + r_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{S}} + r_{\text{CO}_2} \cdot \rho_{\text{CO}_2} + r_{\text{N}_2} \cdot \rho_{\text{N}_2}) = 0,01(92 \cdot 0,717 + 2 \cdot 1,342 + 1,5 \cdot 1,967 + 0,4 \cdot 1,539 + 2 \cdot 1,977 + 2,1 \cdot 1,25) = 0,788 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: 0,788 кг/м³.

Задача 3. Рассчитайте низшую и высшую теплотворную способность природного газа.

Объемное содержание сухой массы природного газа составляет, г, %:
94,0 CH₄; 2,8 C₂H₆; 0,4 C₃H₈; 0,3 C₄H₁₀; 0,1 C₅H₁₂; 2,0 N₂; 0,4 CO₂.

Решение:

Низшая теплотворная способность природного газа

$$Q_{\text{н}}^{\text{P}} = 358\text{CH}_4 + 640\text{C}_2\text{H}_6 + 930\text{C}_3\text{H}_8 + 1200\text{C}_4\text{H}_{10} + 1460\text{C}_5\text{H}_{12} = \\ = 358 \cdot 94 + 640 \cdot 2,8 + 930 \cdot 0,4 + 1200 \cdot 0,3 + 1460 \cdot 0,1 = 36180 \text{ кДж/м}^3.$$

Высшая теплотворная способность природного газа

$$Q_{\text{в}}^{\text{P}} = 398\text{CH}_4 + 700\text{C}_2\text{H}_6 + 1000\text{C}_3\text{H}_8 + 1300\text{C}_4\text{H}_{10} + 1580\text{C}_5\text{H}_{12} = \\ = 398 \cdot 94 + 700 \cdot 2,8 + 1000 \cdot 0,4 + 1300 \cdot 0,3 + 1580 \cdot 0,1 = \\ = 40300 \text{ кДж/м}^3.$$

Ответ: 36180; 40300 кДж/м³.

Задача 4. Рассчитайте объемы воздуха и продуктов сгорания по составу твердого топлива.

Задан состав рабочей массы твердого топлива, %:
59,5 C^P; 4,0 H^P; 0,55 N^P; 19,35 O^P; 0,3 S^P; A^P = 6,3%; W^P = 10%.

Решение:

Объем воздуха $V_{\text{в}}^0$, теоретически необходимый для сгорания 1 кг твердого топлива:

$$V_{\text{во}} = (2,67C^{\text{P}} + S^{\text{P}} + 8H^{\text{P}} - O^{\text{P}}) / 30 = (2,67 \cdot 59,5 + 0,3 + 8 \cdot 4 - 19,35) / 30 = 5,73 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Объем двуокиси углерода:

$$V_{\text{CO}_2} = 0,0187C^{\text{P}} = 0,0187 \cdot 59,5 = 1,11 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Объем двуокиси серы:

$$V_{\text{SO}_2} = 0,007S^p = 0,007 \cdot 0,3 = 0,002 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Объем водяного пара, при сжигании топлива в абсолютно сухом воздухе:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,111H^p + 0,0124W^p = 0,111 \cdot 4 + 0,0124 \cdot 10 = 0,57 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Объем азота:

$$V_{\text{N}_2} = 0,79V_{\text{B}}^0 + 0,008N^p = 0,79 \cdot 5,73 + 0,008 \cdot 0,55 = 4,53 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Суммарный объем продуктов сгорания $V_{\text{п.г}}^0$, образующийся при полном сгорании топлива в стехиометрическом объеме воздуха:

$$V_{\text{п.г}}^0 = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{N}_2} = 1,11 + 0,002 + 0,57 + 4,53 = 6,21 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Ответ: 6,21 м³/кг.

Задача 5. Определите процентное содержание СО в продуктах сгорания природного газа и коэффициент избытка воздуха α .

Газовым анализом установлено, что в продуктах сгорания природного газа содержится $\text{CO}'_2 = 9,0\%$, $\text{O}'_2 = 5\%$.

Решение:

Содержание СО в продуктах сгорания определяем из уравнения газового анализа:

$$\text{CO}' = \frac{21 - \beta \text{RO}'_2 - (\text{RO}'_2 + \text{O}'_2)}{0,605 + \beta} = \frac{21 - 0,78 \cdot 9 - (9 + 5)}{0,605 + 0,78} = 0.$$

Коэффициент избытка воздуха α рассчитываем по «азотной» формуле для полного сгорания:

$$\alpha = \frac{N'_2}{N'_2 - 3,76\text{O}'_2} = \frac{86}{86 - 3,76 \cdot 5} = 1,28,$$

где содержание азота N'_2 , % в сухих продуктах сгорания:

$$N'_2 = 100 - \text{CO}'_2 - \text{O}'_2 = 100 - 9 - 5 = 86 \text{ \%}.$$

Ответ: 0 %; 1,28.

ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЗАДАЧА 1⁵.

Определить процентное содержание CO в продуктах сгорания природного газа и коэффициент избытка воздуха α , если известно содержание CO₂ и O₂ в сухих продуктах сгорания (табл. 3)

Таблица 3

Содержание CO₂ и O₂ в сухих продуктах природного газа

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO ₂ , %	7,0	7,4	9,8	7,6	7,8	8,2	8,4	8,8	9,0	9,2
O ₂ , %	8,2	7,8	7,0	6,3	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CO ₂ , %	9,6	9,8	10,0	7,0	7,4	8,8	7,6	7,8	8,2	8,4
O ₂ , %	3,5	3,0	2,5	8,0	7,5	5,3	6,8	6,3	6,2	5,3

ЗАДАЧА 2⁵.

Определить суммарный объем продуктов сгорания природного газа, состав которого приведен в табл. 4. Данные газового анализа приведены в табл. 5. Определить коэффициент использования природного газа, при температуре уходящих газов $t_{y,r} = 200$ °С.

Таблица 4

Средний состав некоторых природных газов

№	Состав природного газа, %						
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₈	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂
1	98,7	0,35	0,12	0,06	-	0,1	0,67
2	85,0	4,4	2,4	1,8	1,3	0,1	5,0
3	98,5	0,5	0,1	-	-	-	0,9
4	94,0	1,8	0,4	0,1	0,1	0,1	3,5
5	95,1	2,3	0,7	0,4	0,8	0,2	0,5
6	81,8	5,1	2,1	1,3	0,7	0,4	8,5
7	98,3	0,3	0,12	0,15	-	0,1	1,03
8	93,5	4,0	1,0	0,5	0,5	0,1	0,4
9	89,6	4,1	0,7	0,1	1,3	3,8	0,4

⁵ Гришко, Б.М. Практикум по расчету горения топлива: Учеб. пособие / Б. М. Гришко, П. А. Трубаев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 70 с.

10	90,9	5,2	1,3	0,2	1,5	-	0,9
11	78,3	6,4	1,7	-	0,6	0,1	12,8
12	85,0	3,3	1,2	0,5	-	0,2	9,9
13	91,5	3,3	1,4	-	1,6	1,1	2,0
14	94,6	0,5	0,3	0,2	-	0,5	3,3
15	92,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	5,9
16	90,0	4,5	0,9	0,3	1,1	-	3,0
17	93,8	2,9	1,0	0,6	-	1,8	1,7
18	96,4	1,5	0,1	0,1	0,1	-	-
19	90,4	2,7	0,9	0,2	0,6	-	5,2
20	94,8	0,8	0,2	0,1	0,6	-	3,5

Таблица 5

Содержание газов в сухих продуктах сгорания природного газа

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO ₂ , %	7,0	7,4	9,8	7,6	7,8	8,2	8,4	8,8	9,0	9,2
CO, %	0,4	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,4	0,25	0,1	0,2
H ₂ , %	0,2	0,15	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
CH ₄ , %	0,1	0,10	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,15	0,1	0,1
Варианты	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CO ₂ , %	8,0	8,8	9,0	9,2	9,6	9,8	10,0	9,6	8,6	9,2
CO, %	0,15	0,4	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,4	0,25	0,1
H ₂ , %	0,15	0,2	0,15	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2	0,15	0,1
CH ₄ , %	0,15	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,15	0,1

ЗАДАЧА 3⁶.

Задан состав каменного угля на горючую массу топлива, %: C^r, O^r, H^r, S^r, N^r, зольность приведена на сухую массу A^c, влажность на рабочую массу W₁^p (табл 6). Определить состав топлива на рабочую массу топлива при влажности W_{1r}, и подсушенного топлива при влажности W₂^p.

⁶ Гришко, Б.М. Практикум по расчету горения топлива: Учеб. пособие / Б. М. Гришко, П. А. Трубаев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 70 с.

Исходные данные для разных вариантов

№	Состав каменного угля, %							
	C ^r	H ^r	N ^r	O ^r	S ^r	A ^c	W ₁ ^p	W ₂ ^p
1	76,0	5,5	1,6	11,7	5,2	17,5	13,0	5,0
2	80,5	5,4	1,5	8,2	4,4	18,0	7,0	3,0
3	84,0	5,2	1,5	5,7	3,6	19,5	5,0	2,0
4	87,0	4,8	1,5	3,1	3,6	19,0	5,0	2,0
5	88,5	4,5	1,5	2,5	3,0	19,5	4,5	2,0
6	89,5	4,2	1,5	1,4	3,4	18,0	5,0	2,0
7	74,0	5,0	2,0	15,4	3,6	28,0	11,0	4,0
8	85,5	5,3	2,3	5,9	1,0	19,0	5,0	2,0
9	78,4	5,6	1,3	7,7	7,0	27,0	5,0	2,0
10	85,7	5,2	1,1	7,0	1,0	26,0	7,0	3,0
11	84,0	5,1	1,3	8,7	0,9	22,0	8,0	4,0
12	78,5	5,3	1,5	13,3	1,4	40,0	8,0	4,0
13	82,0	5,0	1,5	10,7	0,8	38,0	7,0	3,0
14	77,5	5,2	1,0	14,0	2,3	18,0	15,0	6,0
15	79,0	5,0	1,2	13,6	1,2	14,0	15,0	6,0
16	78,5	6,0	1,6	11,4	2,5	40,0	11,0	4,0
17	76,5	5,7	1,5	14,2	2,1	31,0	13,0	5,0
18	78,5	5,6	2,3	13,2	0,4	9,0	11,0	4,0
19	82,0	5,8	2,6	9,1	0,5	10,0	7,5	3,0
20	84,5	5,5	2,5	6,8	0,7	20,0	5,5	2,0

ЗАДАЧА 4^б.

Определить низшую теплоту сгорания $Q_{\text{н}}^{\text{p}}$ каменного угля, состав которого дан в табл. 7, при начальной влажности W_1^{p} и конечной влажности W_2^{p} подсушенного топлива. Сравнить полученные значения теплоты сгорания топлива. Определить низшую $Q_{\text{н}}^{\text{c}}$ и высшую $Q_{\text{в}}^{\text{c}}$ теплоту сгорания природного газа, состав которого приведен в табл. 4, сравнить значения.

Исходные данные для разных вариантов

№	Состав природного газа, %							
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂	H ₂ S
1	98,7	0,35	0,12	0,06	-	0,1	0,67	-
2	85,0	4,4	2,4	1,8	1,3	0,1	5,0	-
3	98,5	0,5	0,1	-	-	-	0,9	-
4	94,0	1,8	0,4	0,1	0,1	0,1	3,5	-
5	95,1	2,3	0,7	0,4	0,8	0,2	0,5	-
6	81,7	5,0	2,0	1,2	0,6	0,4	8,5	0,6
7	98,3	0,3	0,12	0,15	-	0,1	1,03	-
8	93,5	4,0	1,0	0,5	0,5	0,1	0,4	-
9	89,6	4,1	0,7	0,1	1,3	3,8	0,4	-
10	90,9	5,2	1,3	0,2	1,5	-	0,9	-
11	78,3	6,4	1,7	-	-	0,6	12,8	-
12	85,0	3,3	1,2	0,5	-	0,1	9,9	-
13	91,5	3,3	1,4	-	1,6	0,2	2,0	-
14	94,6	0,5	0,3	0,2	-	1,1	3,3	-
15	92,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,5	5,9	-
16	90,0	4,5	0,9	0,3	1,1	0,2	3,0	-
17	93,8	2,9	1,0	0,6	-	-	1,7	-
18	96,4	1,5	0,1	0,1	0,1	1,8	-	-
19	90,4	2,7	0,9	0,2	0,6	-	5,2	-
20	94,8	0,8	0,2	0,1	0,6	-	3,5	-

ЗАДАЧА 5⁷.

Определить объем воздуха $V_{\text{во}}$, теоретически необходимый для сгорания 1 кг каменного угля и выход суммарного объема продуктов сгорания каменного угля V_{ε}^0 , состав которого рассчитан в задаче № 3, при начальной влажности W_1^P и конечной влажности W_2^P подсушенного топлива.

Сравнить полученные значения объемов воздуха и продуктов сгорания топлива при начальной влажности W_1^P и конечной влажности W_2^P топлива, а также результаты, полученные расчетом по составу топлива, с результатами расчета, полученными по эмпирическим зависимостям.

⁷ Гришко, Б.М. Практикум по расчету горения топлива: Учеб. пособие / Б. М. Гришко, П. А. Трубаев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 70 с.

Форма промежуточного контроля

Зачет

К сдаче зачета допускаются студенты, которые отработали лекционный материал и лабораторные занятия, составили конспект и отчеты по выполненным лабораторным работам, а также выполнили контрольную работу.

Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету (Теоретические вопросы для контрольной работы).

1. Современное состояние нефтедобывающей промышленности. Три гипотезы происхождения нефти.
2. Классификация нефти. Фракционный, групповой и элементный состав нефти.
3. Классификация топлив: карбюраторные, реактивные, дизельные. Топлива для карбюраторных двигателей.
4. Производство автомобильных эксплуатационных материалов. Физико-химические и эксплуатационные свойства автомобильных бензинов согласно ГОСТ Р 51115–97. Основные отличия от предшествующего ГОСТ 2084–77.
5. Химический состав нефти и природного газа. Синтез высокооктановых компонентов топлив.
6. Основные способы переработки нефти. Обессоливание. Прямая перегонка нефти. Атмосферно-вакуумная установка переработки нефти.
7. Вторичная переработка нефти. Каталитический крекинг. Гидрокрекинг.
8. Состав и свойства топлив. Очистка топлив и масел. Топлива и масла из твердых горючих ископаемых.

9. Автомобильные бензины. Фракционный состав бензинов. Влияние его на эксплуатационные показатели двигателей. Общие требования к топливу для карбюраторных двигателей.

10. Испарение, смесеобразование и сгорание бензинов.

11. Антидетонационные свойства, фракционный состав, химическая стабильность бензинов. Повышение детонационной стойкости бензинов. Антидетонаторы на основе соединений свинца, марганца, железа. Оксигенанты.

12. Коррозия агрессивность, низкотемпературные свойства, ассортимент бензинов. Коррозионное воздействие топлива на двигатель и топливоподающую аппаратуру.

13. Дизельные топлива. Основные требования и обоснование требований к дизельным топливам. Смесеобразование и сгорание дизельных топлив. Испаряемость дизельных топлив, фракционный состав.

14. Газообразные топлива. Свойства и состав газообразных топлив. Сжатые и сжиженные газы. Особенности применения газообразных топлив.

15. Масла для двигателей. Основные требования к качеству масла. Основные сведения о трении и износе.

16. Вязкостные, антиокислительные, моющие, противоизносные, противопенные свойства масел для двигателей.

17. Стабильность и возможность смешения масел разных марок. Старение масел в двигателях. Ассортимент масел для двигателей.

18. Трансмиссионные масла. Условия работы, эксплуатационные свойства, ассортимент трансмиссионных масел. Масла для гидромеханических передач.

19. Пластичные смазки, их состав, ассортимент и производство. Эксплуатационные свойства пластичных смазок и методы их оценки.

20. Технические жидкости. Пусковые, охлаждающие жидкости. Жидкости для гидравлических передач. Моющие составы. Электролит.

21. Особенности хранения и пути экономии автомобильных топлив, смазочных материалов и жидкостей. Изменение качества топлив, смазочных материалов и жидкостей при хранении, заправке и применении.

22. Токсичность топлив и других автомобильных эксплуатационных материалов. Пожаро- и взрывоопасность. Охрана окружающей среды и утилизация отходов.

23. Классификация топлив. Физико-химические и эксплуатационные свойства топлив.

24. Химическое строение бензина. Основные характеристики бензинов: испаряемость, детонационная стойкость, химическая устойчивость.

25. Состав товарных автомобильных бензинов. Принципы компаундирования бензинов, использование высокооктановых добавок и присадок к бензинам.

26. Понятие присадок и добавок к бензинам, их марки, строение и свойства.

27. Авиационные бензины, основные требования к ним: октановое число, сортность, теплота сгорания, кислотность и др.

28. Понятие цетанового и октанового чисел. Влияние данных показателей на качество топлива. Какие виды топлива выделяют на основе данных показателей?

29. Способы получения бензинов. Основные фракции и продукты каждого способа.

30. Ассортимент товарных дизельных топлив. Отличия и характеристики зимних, летних и арктических видов. Обоснование выбора присадок для товарных дизельных топлив.

31. Котельные топлива. Основные требования к ним, химический состав, ассортимент и способы получения котельного топлива.

32. Особенности бензинов по критериям: вязкость, октановое число, теплота сгорания, кислотность, содержание и виды примесей, температура вспышки и начала кристаллизации.

33. Газовые моторные топлива. Состав и свойства газовых топлив. Сравнить эксплуатационные свойства топлива марки ПА и марки ПБА.

34. Нефтяные растворители, основные требования к ним: испаряемость, способность к образованию отложений, коррозионная агрессивность, содержание ароматических углеводородов.

35. Области применения и основные виды смазочных масел. Каким образом и где используются смазочные масла. Химическая характеристика смазочных масел (с учетом марки).

36. Моторные масла, их роль в работе двигателя. Строение и химические характеристики, марки и основные требования к маслам: индекс вязкости, противоизносные свойства, антиокислительные, антикоррозионные свойства и т.д.

37. Основные требования к пластичным смазкам, их химическое строение и значение. Основные характеристики смазок: предел прочности на сдвиг, вязкость, механическая стабильность, термоупрочнение, химическая стабильность и др.

38. Состав и ассортимент товарных пластичных смазок, свойства пластичных смазок на основе минерального и синтетических масел.

39. Отличия минеральных и синтетических масел, их товарная классификация, химическое строение и эксплуатационные характеристики.

40. Химический состав выхлопных газов, основные требования к выхлопным газам с точки зрения охраны окружающей среды.

41. Определение неполадок двигателя по основным наблюдаемым изменениям выхлопных газов (цвет, температура, запах, скорость и частота выброса газа).

42. Отличия в работе и строении дизельного и карбюраторного двигателей.

43. Виды синтетических топлив. Характеристики каждого вида искусственного топлива.

44. Технические жидкости, их назначение, виды, химический состав и марки.

45. Показатели качества моторных топлив, подлежащие обязательному контролю. Охарактеризуйте виды контроля.

46. Водородное топливо: принципы действия, недостатки, достоинства, перспективы.

47. Радиоактивное топливо.

48. Экологические характеристики топлива и пути повышения безопасности.

49. Токсическое действие разных видов топлива на человека и среду.

50. Меры первой помощи при отравлении горюче-смазочных материалов.

Перечень типовых задач (для оценки умений)

1. Кинематическая вязкость нефти приволжского месторождения $\nu_{20} = 8,35 \text{ мм}^2/\text{с}$. Определить ее условную и динамическую вязкости при той же температуре, если $\rho_4^{20} = 0,8231$.

2. Из природного газа объемом 40 л (н.у.) получили хлорметан массой 30,3 г. Определите объемную долю метана в природном газе, если выход хлорметана равен 40 % от теоретически возможного.

3. Природный газ Астраханского происхождения имеет следующий состав (в объемных процентах): $\text{CH}_4 - 47,48$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 1,92$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 0,93$; $\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,56$; $\text{C}_5\text{H}_{12} - 3,08$; $\text{N}_2 - 1,98$; $\text{CO}_2 - 21,55$; $\text{H}_2\text{S} - 22,5$. Определите плотность газа при нормальных условиях.

4. Определить температуру кипения масляного погона, если известен его состав⁸.

Таблица

Фракции масла и их молярные доли

⁸ Хорошко, С.И., Хорошко А.Н. Сборник задач по химии и технологии нефти и газа Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений / С.И. Хорошко, А.Н. Хорошко — Минск: Выш. шк., 1989. — 119 с.

Фракция, °С	Молярная доля
420-436	0,45
436-454	0,30
454-470	0,25

5. Какой объем водорода (н.у.) выделится при каталитическом дегидрировании метилциклогексана массой 49 г в толуол, если реакция протекает с выходом 75 % от теоретического?

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

Печатные издания

1. Тютрина С.В. Химия горюче-смазочных материалов. Практикум: учеб. пособие / Тютрина Светлана Владленовна. - Чита: ЗабГУ, 2015. - 242 с.

2. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие / Кириченко Нина Борисовна. - 5-е изд., стер. - Москва: Академия, 2008. - 208 с.

3. Обельницкий А.М. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости: учебник для вузов / А.М. Обельницкий, Е.А. Егорушкин, Ю.Н. Чернявский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: ИПО "Полигран", 1995. - 272 с.

4. Обельницкий А.М. Топливо и смазочные материалы: учебник / Обельницкий Александр Моисеевич. - Москва: Высш. шк., 1982. - 208 с.

Издания из ЭБС

5. Хаханина Т.И. Органическая химия: Учебное пособие / Хаханина Татьяна Ивановна; Хаханина Т.И., Осипенкова Н.Г. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 396 с.

Дополнительная литература

Печатные издания

6. Печуро Н.С. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа / Н. С. Печуро, В. Д. Капкин, О. Ю. Песин. - Москва: Химия, 1986. - 352 с.

7. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие / Колчин Альберт Иванович, Демидов Виктор Петрович . - 4-е изд., стер. - Москва: Высш. шк., 2008. – 496 с.

8. Ананьев С.И. Эксплуатационные материалы для автомобилей и тракторов: учеб. пособие / С. И. Ананьев, В. Г. Безносков, В. В. Беднарский. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. - 384 с.

Издания из ЭБС

9. Грандберг И.И. Органическая химия: Учебник / Грандберг И.И., Нам Н.Л. - 8-е изд. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 608 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

10. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>.

11. Виртуальная химическая школа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maratak.m.narod.ru>

12. Мир химии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chem.km.ru>

13. Основы химии: образовательный сайт для школьников и студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hemi.nsu.ru>

