

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Академия Государственной противопожарной службы

И. Р. Бегишев

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине «Теория горения и взрыва»
(задание и методические рекомендации
по выполнению курсовой работы)

Москва 2009

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы

И. Р. Бегишев

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Теория горения и взрыва»
(задание и методические рекомендации
по выполнению курсовой работы)

Москва 2009

УДК 544
ББК 38.96
А 66

Р е ц е н з е н т ы:

Доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой физики

В. И. Служев

Доктор технических наук, профессор
начальник кафедры общей и специальной химии

С.С. Воевода

Бегишев И.Р.

А 66 Курсовая работа по дисциплине «Теория горения и взрыва» (задание и методические рекомендации по выполнению курсовой работы): Учебно-методическое пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 17 с.

ISBN

Учебно-методическое пособие предназначено для курсантов и слушателей Академии ГПС МЧС России

УДК 544
ББК 38.96

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2009

Курс «Теория горения и взрыва», преподаваемый в Академии ГПС МЧС России, призван сформировать у курсантов и слушателей теоретический фундамент для глубокого осмысления системы показателей пожарной опасности веществ и материалов как совокупности предельных условий и параметров возникновения и прекращения горения. Научить курсантов и слушателей правильно оценивать пожарную опасность веществ в конкретных условиях эксплуатации, овладеть методами расчета параметров горения и взрыва для решения практических задач.

В курсовой работе курсантам предлагается теоретически на основании расчетных методов определить параметры горения и взрыва выбранного горючего вещества, охарактеризовать его пожаровзрывоопасные свойства и сравнить полученные значения с показателями пожарной опасности, имеющимися в справочной литературе. Определить условия образования наиболее взрывоопасной паровоздушной смеси, определить параметры взрыва и рассчитать количество флегматизатора, необходимого для предотвращения взрыва такой смеси.

Выбор задания для слушателей заочной формы обучения

Номер варианта задания выбирается по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если последние две цифры от 41 до 80, то для нахождения номера варианта необходимо вычесть 40. Если последние две цифры от 81 до 100, то необходимо вычесть 80. Например, две последние цифры номера зачетной книжки 67, номер варианта задания $67-40=27$, если две последние цифры 99, то номер варианта задания $99-80=19$.

Задание на выполнение курсовой работы

1. Для вещества A (выбрать из табл. 1 в соответствии с номером варианта задания) рассчитать следующие параметры горения и взрыва:

- адиабатическую температуру горения ($T_{ад}$);
- температуру взрыва ($T_{взр}$);
- концентрационные пределы распространения пламени (КПР);
- минимальную флегматизирующую концентрацию азота (МФК);
- концентрацию горючего в точке флегматизации;
- зависимость КПР от концентрации флегматизатора;
- минимально взрывоопасное содержание кислорода (МВСК);
- температурные пределы распространения пламени (ТПР);
- температуру самовоспламенения ($T_{св}$);
- максимальное давление взрыва (P_{max});
- тротиловый эквивалент вещества ($\eta_{ТНТ}$).

2. Найти в справочной литературе или в Интернете пожаровзрывоопасные характеристики вещества A и сравнить их с полученными расчетными значениями. Сделать выводы.

3. Определить, какое количество вещества A (кг) должно испариться в помещении размерами $a \times b \times h$, чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь, тротильный эквивалент взрыва этой паровоздушной смеси, безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны взрыва и минимальное количество диоксида углерода (кг), которое потребуется для предотвращения взрыва в этом помещении. При расчетах принять, что пары вещества равномерно распределены по помещению и помещение относительно герметично. Давление и температуру в помещении считать нормальными.

Таблица 1

Номер варианта	Вещество	Химическая формула	Температура кипения, °C	Размеры помещения $a \times b \times h$, м
1	амилбензол	$C_{11}H_{16}$	202,0	4,0×3,5×3,0
2	трет-амиловый спирт	$C_5H_{12}O$	102,3	5,0×4,0×2,5
3	трет-бутилбензол	$C_{10}H_{14}$	168,0	4,5×4,0×3,0
4	2,2-диметилбутан	C_6H_{14}	49,7	5,5×4,0×3,0
5	2,4-диметилгексан	C_8H_{18}	109,4	6,0×4,5×3,0
6	3,3-диметилгептан	C_9H_{20}	137,0	7,0×5,0×3,5
7	2,6-диметил-4-гептанол	$C_9H_{20}O$	176,5	6,5×4,0×3,0
8	4,5-диметилоктан	$C_{10}H_{22}$	162,1	7,5×5,0×4,0
9	2,2-диметилпентан	C_7H_{16}	79,2	8,0×5,5×4,0
10	2,4-диметил-3-пентанол	$C_7H_{16}O$	138,7	8,5×5,0×4,0
11	2,4-диметил-3-этилпентан	C_9H_{20}	136,7	7,5×4,0×4,0
12	1,4-диэтилбензол	$C_{10}H_{14}$	183,8	8,0×5,0×3,5
13	3,5-диэтилтолуол	$C_{11}H_{16}$	201,0	9,0×5,5×4,0
14	втор-изоамиловый спирт	$C_5H_{12}O$	112,0	9,5×5,0×4,0
15	изобутиловый спирт	$C_4H_{10}O$	107,8	6,5×6,0×4,0
16	изогексиловый спирт	$C_6H_{14}O$	151,6	10,0×6,0×3,5
17	4-изопропилгептан	$C_{10}H_{22}$	158,0	9,5×6,0×4,0
18	n-ксилол	C_8H_{10}	138,3	10,0×4,5×3,0
19	2-метил-1-бутанол	$C_5H_{12}O$	128,0	6,0×5,0×2,5
20	3-метилгексан	C_7H_{16}	92,0	8,5×4,0×3,0
21	2-метилгептан	C_8H_{18}	117,6	9,0×6,0×5,5
22	4-метилоктан	C_9H_{20}	142,4	6,53,0×3,0
23	3-метилпентан	C_6H_{14}	63,3	8,0×6,0×4,5
24	4-метил-2-пентанол	$C_6H_{14}O$	133,0	10,5×6,0×5,0
25	3-метил-4-этилгексан	C_9H_{20}	140,6	6,0×4,5×3,0
26	2-метил-3-этилпентан	C_8H_{18}	115,6	8,0×5,0×4,0
27	4-метил-2-этилпентанол	$C_8H_{18}O$	177,3	7,0×4,0×3,0
28	пентаметилбензол	$C_{11}H_{16}$	232,0	6,0×4,0×3,0
29	пропилбензол	C_9H_{12}	159,0	9,0×5,0×4,0

Номер варианта	Вещество	Химическая формула	Температура кипения, °С	Размеры помещения $a \times b \times h$, м
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	$C_{10}H_{14}$	204,5	10,0×5,0×4,0
31	2,2,3,3-тетраметилгептан	$C_{11}H_{24}$	184,0	10,5×5,0×4,0
32	2,3,3,4-тетраметилпентан	C_9H_{20}	141,5	7,0×5,0×4,0
33	1,2,3-триметилбензол	C_9H_{12}	176,1	5,0×4,0×3,0
34	2,2,3-триметилбутан	C_7H_{16}	80,8	8,0×4,0×3,5
35	3,3,4-триметилгексан	C_9H_{20}	140,4	4,0×4,5×3,0
36	2,5,5-триметилгептан	$C_{10}H_{22}$	152,8	6,0×3,5×3,0
37	2,2,3-триметилпентан	C_8H_{18}	109,8	4,5×5,0×4,0
38	этилбензол	C_8H_{10}	136,2	5,5×5,0×3,0
39	3-этилоктан	$C_{10}H_{22}$	166,4	7,5×5,0×4,0
40	метаэтилтолуол	C_9H_{12}	161,3	6,0×6,0×4,5

Общие методические рекомендации по выполнению курсовой работы

1. Курсовую работу выполняют в отдельной тетради или на листах формата А4. На титульном листе должны быть указаны наименование работы, ф.и.о. слушателя, выполнившего ее, и номер варианта в соответствии с заданием преподавателя.

2. По ходу выполнения работы необходимо давать подробные пояснения к проводимым расчетам. Расчетные формулы сначала записывать в общем виде, а затем подставлять численные значения величин. При пользовании справочными данными и табличными значениями необходимо указывать в тексте работы, откуда взята та или иная величина.

3. Методики расчетов параметров горения и взрыва, которые необходимо провести по ходу выполнения курсовой работы, подробно описаны в учебном пособии [1] (А.С. Андросов и Е.П. Салеев. Примеры и задачи по курсу «Теория горения и взрыва»). В дальнейшем в настоящих методических рекомендациях будут указаны разделы и страницы этого учебного пособия, к которым необходимо обратиться при нахождении того или иного параметра.

Методические рекомендации к проведению расчетов параметров горения и взрыва

1. Расчет адиабатической температуры горения (T_{ad}) проводят методом последовательных приближений (§ 1.4, табл. 1.7 на стр. 27 в [1], см. также пример № 1 на стр. 28). Теплоты образования исходных горючих веществ, необходимые для расчета низшей теплоты сгорания по закону Гесса приведены в табл. 1 приложения настоящих методических указаний.

2. Аналогичным методом определяют и температуру взрыва ($T_{взр}$), (см. пример № 4 на стр. 30-31 в [1]).

3. Концентрационные пределы распространения пламени (КПР) рекомендуется провести по аппроксимационной формуле 2.2 (глава 2, стр. 34 в [1]).

4. Для расчета минимальной флегматизирующей концентрации (МФК) рекомендуется воспользоваться уравнением теплового баланса (2.11 и 2.12 на стр. 36-37 [1], см. также пример № 9 на стр. 42 там же).

5. Расчет концентрации горючего в точке флегматизации проводят по формуле 2.13 на стр. 37 [1], (см. также пример № 9 на стр. 42).

6. По полученным расчетным значениям КПР, МФК и концентрации горючего в точке флегматизации строят графическую зависимость КПР от концентрации флегматизатора.

7. Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК) можно рассчитать либо по формуле 2.9 на стр. 36, либо по формуле 2.13 на стр. 37, как это сделано в примере № 9 на стр. 42 [1].

8. Температурные пределы распространения пламени (ТПР) определяют по расчетным значениям концентрационных пределов. Для установления зависимости давления паров жидкости от температуры необходимо использовать уравнение Антуана (см. пример № 2 на стр. 46 [1]). Значения констант в уравнении Антуана приведены в табл. 1 приложения настоящих методических указаний. Обратите внимание, что в этой таблице коэффициенты A , B и C приведены для случая, когда давление (P) выражено в кПа, а температура (t) в °С.

9. Температуру самовоспламенения веществ ($T_{св}$) определяют по длине углеродной цепи (см. § 3.3, стр. 53-55 [1]). Структурные формулы веществ приводятся в табл. 2 приложения настоящих методических указаний.

10. Максимальное давление взрыва (P_{max}) рассчитывают по формуле 4.1 (§ 4.1., стр. 58 [1]).

11. Тротиловый эквивалент вещества ($\eta_{ТНТ}$) определяют по формуле 4.2 на стр. 59 [1] (см. также пример № 1 на стр. 60).

12. Все рассчитанные параметры горения и взрыва вещества A заносят в табл. 1а.

В справочной литературе или в Интернете для вещества A находят известные показатели пожарной опасности вещества и также составляют таблицу справочных значений. Причем здесь необходимо указать, из каких источников взяты эти величины.

Таблица 1а

Расчетные значения параметров горения и взрыва вещества А

Параметр горения и взрыва	Адиабат. тем-ра горения, $T_{ад}$	Тем-ра зрыва, $T_{взр}$	КПР	МФК (N_2)	МВСК	ТПР	Тем-ра самовоспл., $T_{св}$	Макс. давление взрыва, P_{max}	Тротил эквивалент вещества, $Ч_{тнт}$
Значение параметра									

Таблица 2а

Справочные значения показателей пожарной опасности вещества А

Показатель пожарной опасности						
Значение показателя						

13. На основании анализа параметров горения и взрыва вещества А и сравнения расчетных и экспериментальных значений делают вывод о пожарной опасности вещества и погрешности расчетных методик.

14. Количество вещества (кг), которое должно испариться в помещении размерами $a \times b \times h$ чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь, находят из условия образования в помещении паровоздушной смеси стехиометрического состава. Для этого из уравнения материального баланса горения находят стехиометрическую концентрацию вещества А. По рассчитанной концентрации вещества и известному объему помещения находят объем паров вещества А. Зная объем паров, рассчитывают их массу, воспользовавшись понятием киломоля вещества (для справки: масса одного киломоля вещества численно равна молекулярной массе в кг, объем одного киломоля вещества в газообразном состоянии при нормальных условиях равен $22,4 \text{ м}^3$).

15. Тротильный эквивалент взрыва ($M_{тнт}$) парогазовой смеси в помещении рассчитывают по формуле 4.3, стр. 59 [1].

16. Размер безопасной зоны ($R_{без}$) по действию давления воздушной ударной волны находят по формуле 4.4., стр. 59 [1].

17. Для определения количества диоксида углерода (M_{CO_2} в кг), необходимого для предотвращения взрыва в помещении, находят его минимальную флегматизирующую концентрацию как в пункте 1.4, затем его объем и массу как в пункте 3.1.

18. Результаты расчетов, выполненных по пунктам 3.1-3.4, оформляются в виде таблицы (табл. 3а).

Таблица 3а

Параметры взрыва паровоздушной смеси вещества А

Расчетные параметры	Объем помещения $V, \text{ м}^3$	Наиболее взрывоопасное количество вещества $m, \text{ кг}$	Трогильный эквивалент взрыва $M_{\text{ТНТ}}, \text{ кг}$	Безопасное расстояние по действию ударной волны $R_{\text{без}}, \text{ м}$	Количество необходимого CO_2 для предотвращения взрыва $M_{\text{CO}_2}, \text{ кг}$
Численные значения параметров					

19. В конце работы формулируются общие выводы по курсовой работе и указывается использованная литература.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1п

Теплота образования веществ и значения коэффициентов A, B, C

в уравнении Антуана $\lg P = A - \frac{B}{C+t}$, где P в кПа, а t в °С

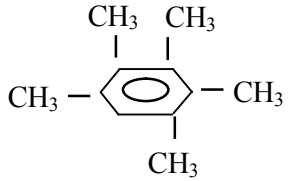

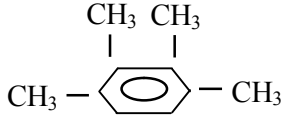
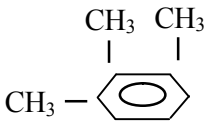
№	Вещество	Теплота образования ΔH_f , кДж/моль	Коэффициенты		
			A	B	C
1	амилбензол	34,4	6,68328	2069,486	210,431
2	трет-амиловый спирт	330,0	6,44711	1252,216	180,301
3	трет-бутилбензол	22,68	6,68934	1911,894	239,664
4	2,2-диметилбутан	177,8	5,93476	1127,187	228,9
5	2,4-диметилгексан	219,4	5,97799	1287,876	214,79
6	3,3-диметилгептан	241,6	6,21073	1509,585	221,989
7	2,6-диметил-4-гептанол	412,1	5,66299	1144,81	135,0
8	4,5-диметилоктан	253,4	6,31873	1645,436	219,378
9	2,2-диметилпентан	206,1	5,93972	1190,033	223,303
10	2,4-диметил-3-пентанол	370,5	5,61923	1029,6	146,1
11	2,4-диметил-3-этилпентан	235,0	6,16233	1490,02	221,908
12	1,4-диэтилбензол	22,2	6,41434	1820,632	230,413
13	3,5-диэтилтолуол	56,0	6,50299	1926,654	229,367
14	втор-изоамиловый спирт	314,2	6,9421	1090,9	157,2
15	изобутиловый спирт	283,2	7,83005	2058,392	245,642
16	изогексиловый спирт	325,7	7,05114	1273,35	153,56
17	4-изопропилгептан	251,1	6,31693	1628,498	219,75
18	n-ксилол	24,4	6,25485	1537,082	223,608
19	2-метил-1-бутанол	305,8	6,29693	1258,332	109,165
20	3-метилгексан	194,9	5,99812	1236,026	219,545
21	2-метилгептан	215,5	6,0423	1337,468	213,693
22	4-метилоктан	233,3	6,27293	1553,088	221,45
23	3-метилпентан	171,6	5,97380	1152,368	227,129
24	4-метил-2-пентанол	344,2	7,59199	2174,869	257,78
25	3-метил-4-этилгексан	229,9	6,21413	1524,093	221,543
26	2-метил-3-этилпентан	211,2	5,98851	1318,120	215,306
27	4-метил-2-этилпентанол	385,0	5,70756	1134,599	129,195
28	пентаметилбензол	73,5	6,68333	2069,486	210,431
29	пропилбензол	7,9	6,29713	1627,827	220,499
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	41,9	6,24188	1693,156	195,234
31	2,2,3,3-тетраметилгептан	276,2	6,28723	1715,271	216,609
32	2,3,3,4-тетраметилпентан	236,2	5,98454	1417,473	214,705
33	1,2,3-триметилбензол	9,46	6,44298	1791,164	227,844
34	2,2,3-триметилбутан	204,8	5,91723	1200,563	226,05
35	3,3,4-триметилгексан	235,9	6,15073	1499,426	221,333
36	2,5,5-триметилгептан	269,0	6,24873	1587,259	220,119
37	2,2,3-триметилпентан	220,0	5,95039	1294,875	218,42
38	этилбензол	29,9	6,35879	1590,660	229,581
39	3-этилоктан	251,1	6,38063	1686,45 3	219,039
40	метаэтилтолуол	1,8	6,35228	1676,538	224,676

Химические и структурные формулы веществ

№ п/п	Вещество	Хим. формула	Структурная формула
1	амилбензол	$C_{11}H_{16}$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \text{C}_6\text{H}_5$
2	трет-амиловый спирт (2-метил-2-бутанол)	$C_5H_{12}O$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
3	трет-бутилбензол (2-метил-2-фенилпропан)	$C_{10}H_{14}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4	2,2-диметилбутан	C_6H_{14}	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
5	2,4-диметилгексан	C_8H_{18}	$\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$
6	3,3-диметилгептан	C_9H_{20}	$\begin{array}{ccccccccccc} & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & - & \text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$
7	2,6-диметил-4-гептанол	$C_9H_{20}O$	$\begin{array}{ccccccccccc} & & & & & & \text{OH} & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & & & & & \text{CH}_3 & & \end{array}$
8	4,5-диметилоктан	$C_{10}H_{22}$	$\begin{array}{ccccccccccc} & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 \\ & & & & & & & & & & \\ \text{CH}_3 & & & & & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 \end{array}$

№ п/п	Вещество	Хим. формула	Структурная формула
9	2,2-диметилпентан	$C_7 H_{16}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - C - CH_2 - CH_2 - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$
10	2,4-диметил-3-пентанол	$C_7 H_{16}O$	$\begin{array}{c} OH \\ \\ CH_3 - CH - CH - CH - CH_3 \\ \quad \quad \\ CH_3 \quad \quad CH_3 \end{array}$
11	2,4-диметил-3-этилпентан	$C_9 H_{20}$	$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH - CH - CH_3 \\ \quad \quad \quad \quad \\ CH_3 \quad CH_2 \quad CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$
12	1,4-диэтилбензол	$C_{10} H_{14}$	$CH_3 - CH_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - CH_2 - CH_3$
13	3,5-диэтилтолуол	$C_{11} H_{16}$	$\begin{array}{c} \quad \quad \quad CH_2 - CH_3 \\ \quad \quad \quad / \\ CH_3 - \text{C}_6\text{H}_3 \\ \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad CH_2 - CH_3 \end{array}$
14	втор-изоамиловый спирт (3-метил-2-бутанол)	$C_5 H_{12}O$	$\begin{array}{c} OH \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_3 - CH - CH - CH_3 \end{array}$
15	изобутиловый спирт (2-метил-1-пропанол)	$C_4 H_{10}O$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ OH - CH_2 - CH - CH_3 \end{array}$
16	изогексиловый спирт (4-метил-1-пентанол)	$C_6 H_{14}O$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ OH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH - CH_3 \end{array}$
17	4-изопропилгептан	$C_{10} H_{22}$	$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH_3 \\ \\ CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_2 - CH_3 \end{array}$

№ п/п	Вещество	Хим. формула	Структурная формула
18	п-ксилол (1,4-диметилбензол)	$C_8 H_{10}$	$CH_3 - \text{C}_6\text{H}_4 - CH_3$
19	2-метил-1-бутанол	$C_5 H_{12}O$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ OH - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3 \end{array}$
20	3-метилгексан (изогептан)	$C_7 H_{16}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_2 - CH_3 \end{array}$
21	2-метилгептан (изооктан)	$C_8 H_{18}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3 \end{array}$
22	4-метилоктан	$C_9 H_{20}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_2 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ CH_3 \qquad \qquad \qquad CH_3 \end{array}$
23	3-метилпентан (2-этилбутан)	$C_6 H_{14}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3 \end{array}$
24	4-метил-2-пентанол (метиламиновый спирт)	$C_6 H_{14}O$	$\begin{array}{c} OH \qquad \qquad CH_3 \\ \qquad \qquad \\ CH_3 - CH - CH_2 - CH - CH_3 \end{array}$
25	3-метил-4-этилгексан	$C_9 H_{20}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH_2 - CH - CH - CH_2 - CH_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \qquad \qquad \qquad CH_2 - CH_3 \end{array}$
26	2-метил-3-этилпентан	$C_8 H_{18}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH - CH - CH_2 - CH_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \qquad \qquad \qquad CH_2 - CH_3 \end{array}$

№ п/п	Вещество	Хим. формула	Структурная формула
27	4-метил-2-этилпентанол (2-этилизогексанол)	$C_8 H_{18} O$	$ \begin{array}{ccccccc} & & & & CH_2 - CH_3 & & \\ & & & & & & \\ OH - CH_2 - CH - CH_2 - CH - CH_3 & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & CH_3 \end{array} $
28	пентаметилбензол	$C_{11} H_{16}$	
29	пропилбензол (фенилпропан)	$C_9 H_{12}$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - $ 
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	$C_{10} H_{14}$	
31	2,2,3,3-тетраметилгептан	$C_{11} H_{24}$	$ \begin{array}{ccccccc} & CH_3 & CH_3 & & & & \\ & & & & & & \\ CH_3 - C - C - CH_2 - CH_2 - CH_2 & & & & & & \\ & & & & & & \\ & CH_3 & CH_3 & & & & CH_3 \end{array} $
32	2,3,3,4-тетраметилпентан	$C_9 H_{20}$	$ \begin{array}{ccccccc} & CH_3 & CH_3 & CH_3 & & & \\ & & & & & & \\ CH_3 - CH - C - CH - CH_3 & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & CH_3 & & & \end{array} $
33	1,2,3-триметилбензол	$C_9 H_{12}$	
34	2,2,3-триметилбутан	$C_7 H_{16}$	$ \begin{array}{ccccccc} & CH_3 & & & & & \\ & & & & & & \\ CH_3 - C - CH - CH_3 & & & & & & \\ & & & & & & \\ & CH_3 & CH_3 & & & & \end{array} $

№ п/п	Вещество	Хим. формула	Структурная формула
35	3,3,4-триметилгексан	C ₉ H ₂₀	$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & - & \text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & & \end{array} $
36	2,5,5-триметилгептан	C ₁₀ H ₂₂	$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & \\ & & & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array} $
37	2,2,3-триметилпентан	C ₈ H ₁₈	$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array} $
38	этилбензол	C ₈ H ₁₀	$ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5 $
39	3-этилоктан	C ₁₀ H ₂₂	$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_2 - \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & \\ & & & & & & & & \\ \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & & & & & & & \end{array} $
40	метаэтилтолуол (1-метил-3-этилбензол)	C ₉ H ₁₂	$ \text{CH}_3 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 $

Бегишев Ильдар Рафатович

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Теория горения и взрыва»
(задание и методические рекомендации
по выполнению курсовой работы)

Подписано в печать _____ . Формат 60×90 1/16.
Печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____ Бумага офсетная.
Тираж _____ экз. Заказ _____

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4