



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ  
ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ  
КАФЕДРА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ  
ТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ**

**Елагін Г.І., Нуянзін В.М., Майборода А. О.**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ  
КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ  
з навчальної дисципліни  
«ТЕОРІЯ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ»  
для студентів заочної форми навчання, підготовка яких  
здійснюється на другому (магістерському) рівні вищої освіти за  
спеціальністю 261 «Пожежна безпека»**

**Черкаси 2023**

**Елагін Г.І., Нуянзін В.М., Майборода А. О.** Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Теорія пожежовибухонебезпеки» для студентів заочної форми навчання, підготовка яких здійснюється на другому (магістерському) рівні вищої освіти за спеціальністю 261 «Пожежна безпека». – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. – 36 с.

**Упорядники:** інженер науково-дослідної лабораторії інновацій у сфері цивільної безпеки факультету цивільного захисту кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник Елагін Г.І., начальник кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж кандидат технічних наук, доцент Нуянзін В. М., доцент кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж кандидат педагогічних наук, доцент Майборода А. О.

**Рецензент:** Професор кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України д.т.н., професор Поздєєв С. В.

Розглянуто на засіданні методичної ради Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України

Протокол від 27 квітня 2023 року № 7.

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Загальні вимоги до виконання контрольної роботи.....	5
Вибір варіанту контрольної роботи.....	5
Теоретичні питання для виконання контрольної роботи.....	7
Розрахункові задачі.....	12
Розрахунково-теоретичні завдання.....	15
Приклади виконання контрольної роботи.....	16
Таблиці і номограми, необхідні для розв'язування задач і вправ.....	21
Література.....	35

## ВСТУП

Освітній процес – це інтелектуальна, творча діяльність у сфері вищої освіти і науки, що провадиться через систему науково-методичних і педагогічних заходів та спрямована на передачу, засвоєння, примноження і використання знань, умінь та інших компетентностей у осіб, які навчаються, а також на формування гармонійно розвиненої особистості.

Метою освітнього процесу є підготовка компетентних, висококваліфікованих і конкурентоздатних на національному та міжнародному ринку праці фахівців для сфери цивільного захисту та інших галузей і видів економічної діяльності.

Освітній процес організовується з урахуванням наявних науково-педагогічного потенціалу, початково-методичної, наукової і матеріально-технічної бази із використанням можливостей сучасних інноваційних технологій.

Освітній процес здійснюється у таких формах: навчальні заняття; самостійна робота; практична підготовка; контрольні заходи.

Самостійна робота є однією з основних форм організації освітнього процесу, який здійснюється здобувачем з метою оволодіння навчальним матеріалом в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота передбачає вивчення навчального матеріалу, який викладається під час аудиторних занять та міститься у рекомендованій літературі. Результати самостійної роботи спеціально не оцінюються, але виявляються під час діагностики знань з навчальної дисципліни. Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння здобувачем в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом.

Контрольна робота є обов'язковою формою контролю навчальної (зокрема самостійної) роботи здобувача та відображає ступінь освоєння матеріалу за програмами конкретних навчальних дисциплін, якість освітнього процесу.

Цілі проведення контрольної роботи: перевірка, оцінка та аналіз знань здобувачів; отримання інформації про характер їх пізнавальної діяльності, рівень самостійності й активності, про ефективність використання форм і методів навчальної діяльності.

У загальній системі організації самостійної роботи слухачів заочної форми навчання особливе місце посідає контрольна робота з навчальної дисципліни. Її метою є не лише перевірка рівня засвоєння навчального матеріалу, але й, що більш важливе, закріплення отриманих теоретичних знань і набутих практичних навичок.

Дана контрольна робота є одним із етапів вивчення навчальної дисципліни «Теорія пожежовибухонебезпеки».

## **ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ З ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

Контрольна робота складається з двох теоретичних запитань, розрахункової задачі та розрахунково-теоретичного завдання.

Контрольна робота оцінюється: «зараховано», «незараховано». У разі незарахування контрольної роботи вказуються причини цього. Контрольна робота може бути незарахована у випадках:

- контрольну роботу виконано не за варіантом;
- завдання виконані з порушенням вимог до них;
- не виконано або не вірно виконано одне із завдань;

Отримавши незараховану контрольну роботу, здобувач зобов'язаний уважно ознайомитися із зауваженнями і внести в роботу відповідні зміни та доповнення, усунути вказані недоліки. На обкладинці допрацьованої роботи необхідно вказати «Повторно» і направити її у відділення заочного навчання.

Здобувачі, які несвоєчасно здали контрольну роботу без поважних причин, на екзаменаційну сесію не викликаються.

Контрольну роботу оформляють на аркушах формату А4 (210 × 297мм), виконують машинописним способом на одному боці аркуша білого паперу.

При машинописному виконанні контрольну роботу друкують через півтора інтервали, з розрахунку не більш 30 рядків на сторінці за умов рівномірного її заповнення та висотою літер і цифр не менш, ніж 1,8 мм. (кегель 14).

Текст слід друкувати, витримуючи параметри сторінок: верхній, нижній береги – не менш 20 мм, лівий – 30, правий – 15 мм.

На обкладинці необхідно вказати назву навчального закладу, дисципліни, що вивчається, кафедри, номер залікової книжки, прізвище, ім'я та по батькові.

Під час виконання роботи потрібно спочатку записати умову завдання, а потім дати на нього відповідь (розв'язання). Відповіді повинні бути конкретні, написані державною мовою, акуратно оформлені.

В тексті контрольної роботи обов'язкове посилання на використані літературні джерела, перелік яких наводиться у списку літератури.

Посилання в тексті на літературні джерела потрібно розташовувати у квадратних дужках, порядковий номер джерела зазначається згідно з списком літератури.

У кінці роботи потрібно вказати перелік літератури, поставити дату і підпис. Виконана робота направляється у відділення заочного навчання на перевірку в строк, який вказаний у графіку виконання контрольних робіт.

## **ВИБІР ВАРІАНТУ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

В даній таблиці у крайньому зліва вертикальному стовпчику розташована передостання цифра залікової книжки здобувача, у верхньому горизонтальному рядку – остання цифра.

Студенти вибирають варіант за шифром, який отримують у відділенні заочного навчання по таблиці, або як виняток отримують номер варіанту від викладача.

Перші два числа кожної клітинки (верхні) означають номери теоретичних питань. Третє число (посередині клітинки) означає номер розрахункової задачі.

Останнє число (внизу клітинки) означає номер розрахунково-теоретичного завдання. Умова завдання однакова для всіх варіантів, а речовина – в залежності від варіанту (наведена далі під відповідним номером).

Остання цифра шифру залікової книжки

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	23,69 50 58.15	24,70 51 58.16	25,71 52 58.17	26,72 53 58.18	27,73 54 58.19	28,74 55 58.20	29,75 56 58.21	30,76 57 58.22	31,77 1 58.23	32,78 2 58.24
1	33,79 3 58.25	34,80 4 58.26	35,81 5 58.27	36,82 6 58.28	37,83 7 58.29	38,84 8 58.30	39,85 9 58.31	40,86 10 58.32	41,87 11 58.33	42,88 12 58.34
2	43,89 13 58.35	44,90 14 58.36	45,91 15 58.1	46,92 16 58.2	47,93 17 58.3	48,94 18 58.4	49,95 19 58.5	50,96 20 58.6	51,97 21 58.7	52,98 22 58.8
3	53,99 23 58.9	54,100 24 58.10	55,101 25 58.11	56,102 26 58.12	57,103 27 58.13	58,104 28 58.14	59,105 29 58.15	60,106 30 58.16	61,107 31 58.17	62,108 32 58.18
4	63,1 33 58.19	64,2 34 58.20	65,3 35 58.21	66,4 36 58.22	67,5 37 58.23	68,6 38 58.24	69,7 39 58.25	70,8 40 58.26	71,9 41 58.27	72,10 42 58.28
5	73,11 43 58.29	74,12 44 58.30	75,13 45 58.31	76,14 46 58.32	77,15 47 58.33	78,16 48 58.34	79,17 49 58.35	80,18 50 58.36	81,19 51 58.1	82,20 52 58.2
6	83,21 53 58.3	84,22 54 58.4	85,23 55 58.5	86,24 56 58.6	87,25 57 58.7	88,26 1 58.8	89,27 2 58.9	90,28 3 58.10	91,29 4 58.11	92,30 5 58.12
7	93,31 6 58.8	94,32 7 58.9	95,33 8 58.10	96,34 9 58.11	97,35 10 58.12	98,36 11 58.13	99,37 12 58.14	100,38 13 58.15	101,39 14 58.16	102,40 15 58.17
8	103,41 16 58.18	104,42 17 58.19	105,43 18 58.20	106,44 19 58.21	107,45 20 58.22	108,46 21 58.23	1,47 22 58.24	2,48 23 58.25	3,49 24 58.26	4,50 25 58.27
9	5,51 26 58.28	6,52 27 58.29	7,53 28 58.30	8,54 29 58.31	9,55 30 58.32	10,56 31 58.33	11,57 32 58.34	12,58 33 58.35	13,59 34 58.36	14,60 35 58.1

## ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Об'єкт уваги дисципліни «Теорія пожежовибухонебезпеки». Місце навчальної дисциплін серед інших дисциплін, які вивчаються майбутніми фахівцями. Поняття про пожежу і горіння.
2. Проста і складна речовини. Будова речовини: атом, молекула, протон, нейтрон, електрон, хімічний елемент.
3. Валентність хімічних елементів. Моль. Кілограм-моль. Закон Авогадро.
4. Класифікація хімічних речовин (прості і складні, органічні і неорганічні).
5. Природа хімічного зв'язку. Типи хімічного зв'язку.
6. Хімічна реакція. Процес горіння як різновид хімічної реакції. Горіння з точки зору електронної теорії будови атомів.
7. Полум'я: структура, колір, види.
8. Світіння полум'я. Колір світіння. Розрахунок світіння дифузійного полум'я.
9. Рівняння реакції горіння речовин у повітрі. Приклади рівнянь горіння галогеновмісних сполук.
10. Складання стехіометричних рівнянь процесу горіння речовин. Приклади рівнянь горіння сульфурвмісних сполук.
11. Витрати повітря на горіння індивідуальних речовин та їх сумішей. Розрахунок витрат повітря.
12. Продукти згоряння речовин. Дим. Розрахунок об'єму сухих та вологих продуктів згорання.
13. Екзо- та ендотермічні реакції. Теплота утворення речовин.
14. Перший і другий закони термодинаміки. Вища і нижча теплота згорання.
15. Розрахунок теплоти згоряння індивідуальної речовини за законом Геса.
16. Розрахунок теплоти згоряння суміші речовин по теплотах згоряння компонентів.
17. Розрахунок теплоти згоряння матеріалів за формулою Д. І. Менделєєва.
18. Калориметрична, теоретична і дійсна температура горіння.
19. Перетворення при нагріванні речовин різного типу і різного агрегатного стану.
20. Гомогенні і гетерогенні реакції. Приклади гомогенного і гетерогенного горіння.
21. Кінетика хімічних реакцій. Рівняння Ареніуса. Фактори, що впливають на швидкість хімічної реакції, зокрема реакції гомогенного горіння.
22. Явище каталізу. Позитивний і негативний, гомогенний і гетерогенний каталіз. Механізм дії каталізаторів.
23. Ланцюгові реакції. Механізм з точки зору будови атома (молекули) і стадії розвитку при горінні.
24. Пероксидна теорія горіння О. М. Баха та К. Енглера і її сучасне трактування.

25. Теплова теорія самоспалахування М. М. Семенова (співвідношення між тепловиділенням і тепловідводом).

26. Температура самоспалахування (дійсна і практично вимірювана). Період індукції. Залежність температури самоспалахування від об'єму та форми ємності, складу горючої речовини. Вогнеперешкоджувачі.

27. Експериментальні та розрахункові методи визначення температури самоспалахування.

28. Самонагрівання матеріалів. Класифікація за причинами самонагрівання.

29. Самонагрівання матеріалів. Температура самонагрівання. Пірофорні речовини.

30. Теплове самозаймання жирів та масел. Фактори, що впливають на самозаймання жирів та масел. Йодне число.

31. Теплове самозаймання вугілля. Фактори, які на нього впливають.

32. Утворення і самозаймання сульфідів металів. Запобігання пожежі, спричиненої сульфідом заліза.

33. Самозаймання при окисленні білого фосфору, лужних металів, карбідів металів, подрібнених металів.

34. Мікробіологічне самозаймання.

35. Самозаймання внаслідок хімічних реакцій речовин між собою (карбіди металів, негашене вапно; взаємодія відновників з окислювачами).

36. Примусове займання горючих систем. Відміна примусового спалахування від самоспалахування. Види джерел запалювання.

37. Теплова теорія спалахування. Критична умова спалахування за Я. Б. Зельдовичем.

38. Теплова теорія спалахування. Рівняння Д. А. Франк-Каменецького.

39. Температура запалювання нагрітою поверхнею. Фактори, що на неї впливають. Індукційний період при примусовому спалахуванні.

40. Запалювання іскрами різного походження. Фактори, які впливають на займання під дією іскор.

41. Запалювання електричним розрядом. Теплова і іонна теорія запалювання.

42. Мінімальна енергія запалювання. Залежність її від зовнішніх факторів.

43. Розрахунок запалювальної здатності теплових джерел запалювання.

44. Кінетичне горіння газових сумішей. Фронт полум'я. Температура, тиск і концентрація в смузі полум'я, за смугою і перед нею.

45. Нормальна, масова і видима швидкість поширення полум'я при кінетичному горінні газових сумішей.

46. Дифузійна і теплова теорії поширення полум'я при кінетичному горінні газових сумішей.

47. Рівняння залежності нормальної швидкості поширення полум'я при горінні газових сумішей від параметрів процесу (рівняння Я. Б. Зельдовича). Критичний гасячий діаметр.

48. Концентраційні межі поширення полум'я по газових сумішах. Формули розрахунку.



49. Концентраційні межі поширення полум'я по газових сумішах. Залежність від потужності джерела запалювання, домішок активних та інертних флегматизаторів, початкової температури і тиску.

50. Детонаційне горіння газів і парів.

51. Вибух. Алгоритм розрахунку температури і максимального тиску вибуху.

52. Випаровування рідин. Насичена пара. Визначення тиску насиченої пари індивідуальної речовини по номограмі, за рівнянням Клаузіуса-Клапейрона, по таблицях.

53. Розрахунок тиску насиченої пари суміші рідин.

54. Розрахунок концентрації пари рідини в повітрі. НКМПП та ВКМПП.

55. Визначення ступеню небезпечності концентрації парів рідини в повітрі.

Гранично допустима вибухобезпечна концентрація.

56. Спалах та спалахування рідини. Температура спалаху у закритому та відкритому тиглях.

57. Температура спалаху індивідуальних рідин і сумішей. Способи визначення.

58. Температурні межі поширення полум'я по поверхні рідини. Способи їх розрахунку.

59. Методи розрахунку температури спалаху рідин.

60. Поширення полум'я по поверхні рідини. Фактори, від яких залежить швидкість поширення полум'я.

61. Вигорання індивідуальних рідин і їх сумішей. Швидкість вигорання і фактори, від яких вона залежить.

62. Прогрівання рідини при горінні вглиб. Розподіл температур першого типу і гомотермічний розподіл. Закипання рідин в резервуарі (спінення). Викид.

63. Перетворення твердих речовин при горінні. Механізм горіння деревини і пластмас. Перевуглювання.

64. Горіння металів.

65. Поширення полум'я по поверхні твердих матеріалів. Залежність швидкості поширення полум'я від окремих факторів (вологість, кут нахилу поверхні, підложка, вітер, подрібненість матеріалів).

66. Вигорання твердого матеріалу. Лінійна, масова та приведена масова швидкість вигорання.

67. Горіння пилоповітряних сумішей. Аерогель і аерозоль.

68. Горіння аерогелю. Температура спалахування. Температура тління. Подвійний, потрійний і т.д. вибух при горінні аерогелю.

69. Горіння аерозолі органічної речовини. Механізм теплопередачі.

70. Горіння аерозолі металу. Співвідношення об'ємів горючої суміші і продуктів горіння.

71. Концентраційні межі поширення полум'я аерозолі. Фактори, що впливають на НКМПП. Розрахунок НКМПП для дрібно- та грубодисперсного аерозолі.

72. Класифікація речовин по групах горючості.

73. Розрахунок горючості речовини за коефіцієнтом горючості і за теплою згоряння.
74. Стандарти показники пожежо- та вибухонебезпечності.
75. Теорія хімічної будови А.М.Бутлерова. Ізомерія.
76. Основи класифікації і номенклатури органічних сполук.
77. Насичені, олефінові, ацетиленові, аліциклічні та ароматичні вуглеводні. Будова. Загальна формула.
78. Показники пожежної безпеки вуглеводнів і їх залежність від будови сполуки і довжини карбонового ланцюга.
79. Номенклатура та ізомерія галогеновмісних сполук. Особливості галогеновмісних сполук при згорянні.
80. Поняття про елементоорганічні сполуки. Пожежна і токсикологічна небезпечність їх.
81. Мономери і полімери. Процеси полімеризації і поліконденсації. Тримірні (зшиті) структури.
82. Перетворення пластичних мас різного типу а також синтетичних волокон і гум при нагріванні і горінні.
83. Нітро- та аміносполуки. Будова. Перетворення при нагріванні і згорянні. Нітротолуоли.
84. Спирти. Альдегіди. Кетони. Пероксиди. Нітрогліцерин. Будова, пожежо- і вибухонебезпечність.
85. Органічні кислоти і їх похідні. Прості і складні ефіри (етери та естери). Властивості, пожежна безпека.
86. Правила зберігання і застосування речовин, що використовуються у сільському господарстві.
87. Класифікація пожеж за умовами масо- і теплообміну та за видами горючих матеріалів.
88. Основні параметри розвитку пожежі. (постійне та тимчасове пожежне навантаження, площа і фронт пожежі, швидкість збільшення площини, температура, тривалість і т.д.).
89. Методи розрахунку безпечних меж поширення полум'я, безпечної робочої температури нагріву технологічної поверхні.
90. Особливості розвитку пожеж класів В та С на відкритих просторах.
91. Особливості розвитку пожеж класу А на відкритих просторах.
92. Визначення лінійної швидкості поширення пожеж на відкритій місцевості.
93. Температурний режим пожежі в огороженні.
94. Зміна основних параметрів пожежі в приміщенні у часі.
95. Розрахунок висоти нейтральної зони при пожежі у приміщенні.
96. Граничні параметри горіння і їх значення у забезпеченні пожежної безпеки.
97. Теплова теорія згасання полум'я.
98. Фізико-хімічні механізми припинення горіння і їх залежність від режиму горіння і від агрегатного стану речовини.

99. Класифікація вогнегасних засобів та основи їх вибору у конкретній ситуації.
100. Припинення горіння охолодженням. Види охолоджуючих засобів.
101. Умови згасання полум'я при охолодженні горючих газів, рідин, твердих речовин.
102. Залежність типу вогнегасячого засобу, що застосовується від режиму горіння і від агрегатного стану горючої речовини.
103. Припинення горіння нейтральними газами. Область застосування флегматизаторів.
104. Механізм вогнегасної дії хімічно-активних інгібіторів. Їх умовні позначення і область застосування.
105. Класифікація ізолюючих вогнегасних засобів. Основні параметри, що характеризують вогнегасну дію повітряно-механічних пін: кратність, дисперсність, в'язкість, стійкість.
106. Механізм гасіння вогнегасними порошками. Загальні відомості про склад і область застосування вогнегасних порошоків.
107. Комбіновані вогнегасячі засоби. Способи використання комбінованих засобів гасіння пожеж.

## РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ

1. Визначити об'єм; температура ( $-20^{\circ}\text{C}$ ); тиск повітря, необхідний для згоряння  $2\text{ м}^3$  ацетилену. Коефіцієнт надлишку повітря 1,4.
2. Визначити об'єм повітря, необхідний для згоряння 8 кг метану. Коефіцієнт надлишку повітря 1,5720 мм рт. ст.
3. Визначити об'єм повітря, необхідний для згоряння 10 кг палива складу:  $[\text{C}] = 70\%$ ,  $[\text{H}] = 10\%$ ,  $[\text{N}] = 3\%$ ,  $[\text{S}] = 4\%$ ,  $[\text{O}] = 3\%$ , зола = 5%, волога = 5%.
4. Визначити об'єм продуктів горіння, що утворюються при спалюванні  $3\text{ м}^3$  бутану. Температура продуктів горіння 1300 К, тиск 101,3 кПа. Коефіцієнт надлишку повітря 1,2.
5. Визначити об'єм продуктів горіння, що утворюються при спалюванні  $10\text{ м}^3$  суміші, яка містить 20% об. пропану і 80% об. метану. Температура продуктів згоряння 1200 К, тиск 720 мм рт. ст.
6. Визначити об'єм і склад продуктів спалювання 20 кг метану. Температура продуктів згоряння  $900^{\circ}\text{C}$ , тиск 740 мм рт. ст.
7. Визначити об'єм продуктів спалювання 10 кг паперу, складу:  $[\text{C}] = 55\%$ ,  $[\text{H}] = 25\%$ ,  $[\text{S}] = 3\%$ ,  $[\text{O}] = 13\%$ , зола = 2%, волога = 2%. Температура продуктів згоряння  $800^{\circ}\text{C}$ , тиск 101,3 кПа.
8. Визначити склад продуктів згоряння 5 кг суміші, яка складається з 20% дихлоретану і 80% етилового спирту. Коефіцієнт надлишку повітря 1,3.
9. Розрахувати коефіцієнт горючості триетаноламіну  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3\text{N}$ . Зробити висновок про його пожежонебезпечність.
10. Знайти нижчу теплоту згоряння суміші з 2 кг гексану і 5 кг бензолу, користуючись даними про їх теплоту утворення.
11. Знайти нижчу теплоту згоряння для гуми складом:  $[\text{C}] = 85\%$ ,  $[\text{H}] = 12\%$ ,  $[\text{S}] = 3\%$ .
12. Знайти вищу теплоту згоряння картону складу:  $[\text{C}] = 40\%$ ,  $[\text{H}] = 20\%$ ,  $[\text{O}] = 30\%$ , зола = 5%, волога = 5%.
13. Визначити калориметричну температуру горіння етиленгліколю.
14. Визначити калориметричну температуру горіння гасу складу:  $[\text{C}] = 92\%$ ,  $[\text{H}] = 8\%$ .
15. Визначити, як зміниться швидкість горіння водню в повітрі, якщо тиск зменшиться з 750 мм рт. ст. до 250 мм рт. ст.
16. Визначити концентрацію (в  $\text{г}/\text{м}^3$ ) метану; при якій швидкість горіння його в повітрі буде максимальною.
17. Розрахувати допустиму температуру нагріву технологічної поверхні, якщо в виробництві застосовується гексанол. Температура самоспалахування  $285^{\circ}\text{C}$ .
18. Визначити максимальний тиск вибуху суміші метану з повітрям, якщо температура вибуху становила  $1000^{\circ}\text{C}$ , а температура вихідної суміші  $20^{\circ}\text{C}$ .
19. Розрахувати температуру і максимальний тиск вибуху суміші водню з киснем при початковій температурі  $25^{\circ}\text{C}$ .
20. Визначити концентраційні межі поширення полум'я етану.

21. Визначити концентраційні межі поширення полум'я в суміші, що складається з 50% водню, 20% ацетилену і 30% оксиду вуглецю.

22. Користуючись рівнянням Антуана, визначити тиск насиченої пари стиролу при температурі 80° С.

23. Користуючись номограмою, знайти тиск насиченої пари гліцерину при температурі 150° С. Перевірити знайдене значення, користуючись таблицею термодинамічних властивостей речовин.

24. Користуючись таблицею термодинамічних властивостей, визначити температуру, при якій тиск насиченої пари стиролу дорівнюватиме 60 мм рт. ст.

25. Знайти тиск насиченої пари суміші ацетону (20%) і октану (80%) при температурі 30° С.

26. Знайти гранично допустиму вибухобезпечну концентрацію толуолу.

27. Визначити тиск насиченої пари суміші води (30%) та гексану (70%) при температурі 30° С.

28. Визначити температурні межі поширення полум'я для н-октану.

29. Визначити температуру самоспалахування 2,2,4-триметилпентану (ізооктану), врахувавши середню довжину вуглецевого ланцюга.

30. Вирахувати температуру спалаху суміші 40% бензолу та 60% стиролу, користуючись формулою Елея.

31. Визначити ступінь небезпечності парів ацетону при температурі 40° С і тиску 760 мм рт. ст.

32. Визначити ступінь небезпечності суміші пентану з кумолом при температурі 50°С і тиску 760 мм рт. ст.

33. Визначити нижню концентраційну межу поширення полум'я для аерозолу фенолу з середньою дисперсністю 9 мкм.

34. Визначити нижню концентраційну межу поширення полум'я для аерозолу антрацену з середньою дисперсністю 45 мкм.

35. Визначити температурні межі поширення полум'я бутилбензолу.

36. Визначити температурні межі поширення полум'я і по них температуру спалаху для о-ксилолу.

37. Розрахувати масову і видиму швидкість поширення полум'я в суміші етану з повітрям (вміст етану 10,0% за масою), якщо нормальна швидкість дорівнює 1,35 м/с а кут нахилу фронту полум'я до горизонталі - 60°.

38. Розрахувати лінійну швидкість вигорання бензолу, якщо масова швидкість його вигорання в даному резервуарі складає 22,0 г/см<sup>2</sup>•хв.

39. Розрахувати приведену масову швидкість вигорання букових дощок, якщо поверхня горіння складала 180 м<sup>2</sup>, площа пожежі 90 м<sup>2</sup>, а лінійна швидкість вигорання 20•10<sup>-6</sup> м/с. Густина букової деревини прийняти рівною 800 кг/м<sup>3</sup>.

40. Розрахувати коефіцієнт горючості і теплоту згорання оцтової кислоти і зробити висновок про її горючість.

41. Розрахувати коефіцієнт горючості і теплоту згорання хлороформу. Зробити висновок про горючість хлороформу.

42. Вказати скільки ізомерів класу спиртів може мати н-аміловий спирт (1-пентанол). Навести структурні формули ізомерів.

43. Вказати до якого класу сполук відноситься 2,2,4-триметилпентан. Навести структурну формулу.

44. Вказати до якого класу сполук відноситься 3-хлор-1-бутен. Навести його структурну формулу.

45. Вказати до якого класу сполук відноситься 3-метилгептанова кислота. Навести її структурну формулу.

46. Вказати до якого класу сполук відноситься бутилацетат. Навести структурну формулу.

47. Вказати до якого класу сполук відноситься 4-етил-2-октанон. Навести структурну формулу.

48. Пояснити різницю між поліетиленом і поліетилентерефталатом. Написати рівняння отримання їх з мономерів.

49. Пояснити різницю між каучуком, гумою та ебонітом. Написати рівняння вулканізації бутадієнового каучуку сіркою.

50. Розрахувати постійне і тимчасове пожежне навантаження (в  $\text{кг}/\text{м}^2$ ) в кімнаті з дубовою підлогою площею 80 кв. м, виготовленою з дощок товщиною 30 мм, якщо в кімнаті зберігається десять 30-літрових бутлів з бензолом і десять 20-літрових бутлів з метанолом. Густина деревини прийняти рівною  $900 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

51. Розрахувати висоту факелу полум'я при пожежі на газовій свердловині з дебітом  $0,5 \text{ млн. м}^3$  на добу.

52. Розрахувати висоту факелу полум'я, якщо горить етиловий спирт в резервуарі діаметром 5 м, розташованому в захищеному від вітру місці.

53. Розрахувати швидкість поширення полум'я на складі деревини, якщо нормальна лінійна швидкість горіння цієї деревини  $0,04 \text{ м}/\text{с}$ , а швидкість вітру  $15 \text{ м}/\text{с}$ .

54. Розрахувати приблизне значення дійсної температури пожежі, якщо горить етиловий спирт на відкритій площадці.

55. Користуючись стандартною температурою кривою, розрахувати приблизне значення середньооб'ємної температури на 15-ій хвилині пожежі в приміщенні з площею підлоги 80 кв. м. і площею проємів 5 кв. м.

56. Розрахувати секундний масовий надлишок повітря при пожежі в приміщенні площею  $80 \text{ м}^2$ , якщо приведена швидкість вигорання горючих речовин  $9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ , середня теоретично необхідна кількість повітря  $8,0 \text{ м}^3$  на 1 кг горючих речовин, площа проємів 5 кв. м і швидкість притоку повітря в проємі  $1,0 \text{ м}/\text{с}$ .

57. Розрахувати відстань до нейтральної зони від осі верхніх та нижніх проємів, якщо пожежа з температурою продуктів горіння  $400^\circ \text{ C}$  відбувається в приміщенні висотою 5 м, з площею відкритих дверей  $2,0 \text{ м}^2$  і вибитим вікном у верхній частині приміщення розміром  $1 \times 2 \text{ м}$ . Температура зовнішнього повітря  $25^\circ \text{ C}$ .

## РОЗРАХУНКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ЗАВДАННЯ

58. Для однієї із речовин, перерахованих в п. п. 58.1 - 58.36, встановити по довідниках:

- агрегатний стан і фізико-хімічні властивості,
- токсичність речовини і продуктів її згоряння,
- засоби, придатні для гасіння, при горінні цієї речовини;

розрахувати:

- коефіцієнт горючості,
- температуру спалаху,
- нижчу теплоту згоряння,
- температуру вибуху,
- максимальний тиск вибуху,
- концентраційні межі вибухонебезпечності,
- температурні межі вибухонебезпечності.

58.1. Карбон оксид (оксид вуглецю). 58.2. Карбон сульфід (сірковуглець).  
58.3. Гідроген сульфід (сірководень). 58.4. Метан. 58.5. Гексан. 58.6. Гептан.  
58.7. Октан. 58.8. Нонан. 58.9. Декан. 58.10. Додекан. 58.11. Тридекан. 58.12.  
Тетрадекан. 58.13. Ейкозан. 58.14. Метилпентан. 58.15. Гексен-1. 58.16.  
Циклогексан. 58.17. Бензол. 58.18. Толуол. 58.19. о-Ксилол. 58.20. п-Ксилол.  
58.21. Стирол (етенілбензол). 58.22. Метанол. 58.23. Етанол. 58.24. Бутанол.  
58.25. Гліцерин (1,2,3-пропантріол). 58.26. 2-метил-2-пропанол. 58.27. Етиленгліколь  
(1,2-етандіол). 58.28. Ацетон (пропанон). 58.29. Діетиловий етер. 58.30.  
Циклогексанон. 58.31. Ацетальдегід (етаналь). 58.32. Мурашина (метанова) кислота.  
58.33. Оцтова (етанова) кислота. 58.34. Піридин. 58.35. Масляна (бутанова)  
кислота. 58.36. Анілін.

## ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

### Варіант №

**Питання 23.** Явище каталізу. Позитивний і негативний, гомогенний і гетерогенний каталіз. Механізм дії каталізаторів.

Відповідь.

Каталізаторами називаються речовини, ..... і далі, конспектуючи або обговорюючи своїми словами відомості про каталізатори з обов'язковою відповіддю на поставлені питання.

**Питання 69.** Горіння аерогелю. Температура спалахування. Температура тління. Подвійний, потрійний і т. д. вибух при горінні аерогелю.

Відповідь.

Аерогелем називається пил, який знаходиться у стані осаду.....і далі, конспектуючи або обговорюючи своїми словами відомості про аерогель з обов'язковою відповіддю на поставлені питання.

**Розрахункова задача 100.** Розрахувати кратність і газовміст піни, що утворилася з 5 м<sup>3</sup> розчину піноутворювача і 200 м<sup>3</sup> повітря.

Відповідь

Загальний об'єм піни складає  $V_{\text{п}} = 200 + 5 = 205 \text{ м}^3$ .

Кратність піни дорівнює  $K_{\text{п}} = 205 : 5 = 41$ .

Газовміст піни  $\beta_{\text{п}} = 5 : 200 = 0,025$

### Розрахунково-теоретична задача 58.37.

Для пропілового спирту встановити по довідниках

- агрегатний стан, фізико-хімічні властивості і структурну формулу;
- токсичність речовини і продуктів її згорання;
- засоби, придатні для гасіння при горінні цієї речовини.

Розрахувати:

- коефіцієнт горючості;
- температуру спалаху;
- нижчу теплоту згорання;
- температуру горіння; температурні межі поширення полум'я;
- стехіометричну концентрацію;
- температурні межі поширення полум'я, висоту полум'я.

Відповідь.

Пропіловий спирт – 1-пропанол при нормальних умовах являє собою рідину, легшу за воду і в воді розчинну. Температура кипіння 97,8 °С. По хімічних властивостях – це типовий представник органічних спиртів, при окисненні спочатку утворює альдегід, потім пропанову кислоту і далі карбон двооксид та воду. Структурна формула:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ . Пропіловий спирт – речовина малотоксична. При повному згоранні утворює карбон двооксид та воду. При невеликих концентраціях продукт згорання – карбон двооксид токсичності не спричиняє. Гасити горіння пропілового спирту можна водою, піною, вогнегасячими порошками.

Коефіцієнт горючості  $K = 3 \times 4 + 8 - 2 = 18$ .

Температура спалаху за формулою



$$t_{\text{сп}} = t_{\text{кип}} - 18 \sqrt{K} = 97,8 - 18 \sqrt{18} = 20,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

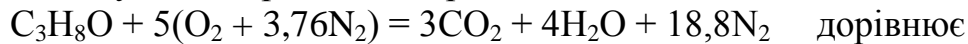
Нижчу теплоту згорання розраховуємо за методом Менделєєва.

Молекулярна маса  $M = 3 \times 12 + 8 + 16 = 60$ . Вміст в речовині карбону  $36 \times 100 : 60 = 60,0 \%$ , гідрогену  $8 \times 100 : 60 = 13,3 \%$ , оксигену  $16 \times 100 : 60 = 26,7 \%$ .

За формулою Менделєєва:

$$Q_{\text{н}} = 339,4 \times 60,0 + 1257 \times 13,3 - 108,9 \times 26,7 - 25 \times 9 \times 13,3 = 31182,0 \text{ кДж/кг, або } 31182,0 \times 60 = 1870920,0 \text{ кДж/кг-моль.}$$

Об'єм продуктів повного згорання 1 кг-молю пропілового спирту при нормальних умовах з рівняння горіння



$$V_{\text{п.г.}} = 22,4 \times (3 + 4 + 18,8) = 577,9 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Тепловміст 1 м<sup>3</sup> суміші продуктів горіння

$$1870920,0 : 577,9 = 3237,4 \text{ кДж/м}^3.$$

З таблиці тепловмісту газів (табл. 4 додатку) приблизно такий тепловміст азот має при температурі 2200 °С. Враховуючи, що суміш газів такий тепловміст буде мати при меншій температурі, для першого розрахунку обираємо температуру в 2000 °С.

В такому випадку для продуктів згорання 1 кг-моля пропілового спирту загальний тепловміст складає:

$$Q_{2000} = 3 \times 22,4 \times 4847,8 + 4 \times 22,4 \times 3928,5 + 18,8 \times 22,4 \times 2979,9 = 1932611,3 \text{ кДж,}$$

що більше розрахованого вище дійсного  $Q_{\text{н}}$ . Для другого розрахунку обираємо температуру в 1900 °С:

$$Q_{1900} = 4 \times 22,4 \times 4579,7 + 5 \times 22,4 \times 3693,5 + 22,56 \times 22,4 \times 2818,2 = 1825493,8 \text{ кДж.}$$

За формулою інтерполяції дійсна температура горіння складає:

$$t_{\text{дйсн}} = 1900 + \frac{(2000 - 1900)(1870920,0 - 1825493,8)}{1932611,3 - 1825493,8} = 1942,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Для розрахунку концентраційних меж поширення полум'я користуємось значенням  $\beta$  з наведеного вище рівняння хімічної реакції горіння (5).

$$\text{НКМПП} = 100 : (8,684 \times 5 + 4,679) = 2,1 \%;$$

$$\text{ВКМПП} = 100 : (1,550 \times 5 + 0,560) = 12,0 \%.$$

Враховуючи, що в 100 м<sup>3</sup> повітря знаходиться 21 м<sup>3</sup> кисню, а співвідношення пропілового спирту і кисню при стехіометричній концентрації складає, згідно рівняння хімічної реакції горіння, 1:5, до цих 100 м<sup>3</sup> повітря треба додати  $21/5 = 4,2$  м<sup>3</sup> парів пропілового спирту, тобто стехіометрична концентрація його в повітрі становитиме  $4,2 \times 100 / 104,2 = 4,0 \%$ .

Для розрахунку температурних меж поширення полум'я спочатку знаходимо тиск насиченої пари пропілового спирту на нижній та верхній концентраційних межах:

$$\text{на нижній: } P = 760 \times 2,1 : 100 = 16,0 \text{ мм рт ст.};$$

$$\text{на верхній: } P = 760 \times 12,0 : 100 = 91,2 \text{ мм рт ст.}$$

З таблиці термодинамічних властивостей для пропілового спирту тиск насиченої пари складає:

$$10 \text{ мм рт ст} \quad \text{при температурі} \quad 14,7 \text{ } ^\circ\text{C};$$

40 мм рт ст при температурі 36,4 °С;  
 100 мм рт ст при температурі 52,8 °С.

За методикою інтерполяції:

НТМПП = 14,7 + (16,0 – 10) (36,4 – 14,7) : (40 – 10) = 19,0 °С;

ВТМПП = 36,4 + (91,2 – 40) (52,8 – 36,4) : (100 – 40) = 50,4 °С.

### Використана література

#### Варіант №

**Питання 86.** Органічні кислоти і їх похідні. Етери та естери (прості і складні ефіри). Властивості, пожежна небезпека.

Відповідь.

Органічними кислотами називаються органічні сполуки, які містять у своєму складі карбоксильну групу –COOH. За систематичною номенклатурою їх назви будують, називаючи вуглеводень з тим же числом атомів карбону, додаючи до назви ще один суфікс „ова” і слово кислота. Наприклад, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH – бутанова кислота, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH=CHCOOH – 2-пентенова кислота. ....і т.д.

**Питання 100.** Класифікація вогнегасних засобів та основи їх вибору у конкретній ситуації.

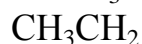
Відповідь.

Вогнегасними засобами називаються речовини і матеріали, які вводяться безпосередньо у зону горіння і створюють умови для припинення горіння. Класифікація таких засобів проводиться за двома ознаками: за агрегатним станом і за превалюючим механізмом дії. За агрегатним станом..... і далі, конспектуючи або обговорюючи своїми словами питання класифікації та основ вибору вогнегасного засобу у конкретній ситуації.

**Розрахункова задача 101.** Вказати до якого класу сполук відноситься 4-етил-3-октенова кислота. Навести її структурну формулу.

Відповідь

4-Етил-3-октенова кислота відноситься до класу ненасичених (олефінових) кислот. Її структурна формула: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>C=CHCH<sub>2</sub>COOH



#### Розрахунково-теоретична задача 58.38.

**Питання 60.14.** Для етилацетату встановити по довідниках:

- агрегатний стан, фізико-хімічні властивості і структурну формулу;
- токсичність речовини і продуктів її згорання;
- засоби, придатні для гасіння при горінні цієї речовини.

Розрахувати:

- коефіцієнт горючості;
- температуру спалаху;
- нижчу теплоту згорання;
- температуру горіння; температурні межі поширення полум'я;
- стехіометричну концентрацію;
- температурні межі поширення полум'я, висоту полум'я.

Відповідь.

Етилацетат при нормальних умовах являє собою рідину, легшу за воду і в воді нерозчинну. Температура кипіння  $77^{\circ}\text{C}$ . Табличне значення температури спалаху ( $-3^{\circ}\text{C}$ ), тобто відноситься до легкозаймистих рідин. По хімічних властивостях – це типовий представник складних ефірів (етерів) насичених кислот. Структурна формула:  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ . Етилацетат – речовина середньої токсичності. При повному згоранні утворює карбон двооксид та воду. При невеликих концентраціях карбон двооксид токсичності не спричиняє, отже продукти повного згорання етилацетату не токсичні. Гасити горіння етилацетату можна розпиленою водою, піною, вогнегасячими порошками.

Коефіцієнт горючості  $K = 4 \times 4 + 8 - 2 \times 2 = 20$ .

Температура спалаху за формулою

$$t_{\text{сп}} = t_{\text{кип}} - 18 \sqrt{K} = 77 - 18 \sqrt{20} = -4^{\circ}\text{C}.$$

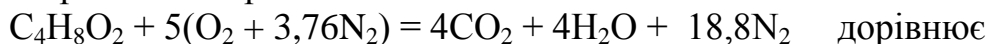
Нижчу теплоту згорання розраховуємо за методом Менделєєва.

Молекулярна маса  $M = 4 \times 12 + 8 + 2 \times 16 = 88$ . Вміст в речовині карбону  $48 \times 100 : 88 = 54,5\%$ , гідрогену  $8 \times 100 : 88 = 9,1\%$ , кисню  $32 \times 100 : 88 = 36,4\%$ .

За формулою Менделєєва:

$Q_{\text{н}} = 339,4 \times 54,5 + 1257 \times 9,1 - 108,9 \times 36,4 - 25 \times 9 \times 9,1 = 23924,5$  кДж/кг, або  $23924,5 \times 88 = 2105356$  кДж/кг-моль.

Об'єм продуктів повного згорання 1 кг-молу етилацетату при нормальних умовах з рівняння горіння



$$V_{\text{п.г.}} = 22,4 \times (4 + 4 + 18,8) = 600,3 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Тепловміст 1 м<sup>3</sup> суміші продуктів горіння

$$2105356 : 600,3 = 3507,2 \text{ кДж/м}^3.$$

З таблиці тепловмісту газів приблизно такий тепловміст азот має при температурі  $2300^{\circ}\text{C}$ . Враховуючи, що суміш газів такий тепловміст буде мати при меншій температурі, для першого розрахунку обираємо температуру в  $2100^{\circ}\text{C}$ .

В такому випадку для продуктів згорання 1 кг-моля етилацетату загальний тепловміст складає:

$Q_{2100} = 4 \times 22,4 \times 5118,2 + 4 \times 22,4 \times 4166,1 + 18,8 \times 22,4 \times 3142,9 = 2155411,3$  кДж, що більше розрахованого вище дійсного  $Q_{\text{н}}$ .

Для другого розрахунку обираємо температуру в  $1800^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_{2000} = 4 \times 22,4 \times 4847,8 + 4 \times 22,4 \times 3928,5 + 18,8 \times 22,4 \times 2979,9 = 2041252,0 \text{ кДж}.$$

За формулою інтерполяції дійсна температура горіння складає:

$$t_{\text{дійсн}} = 2000 + \frac{(2100 - 2000)(2105356,0 - 2041252,0)}{2155411,3 - 2041252,0} = 2056,2^{\circ}\text{C}.$$

Для розрахунку концентраційних меж поширення полум'я користуємось значенням  $\beta$  з наведеного вище рівняння хімічної реакції горіння (6).

$$\text{НКМПП} = 100 : (8,684 \times 5 + 4,679) = 2,1\%;$$

$$\text{ВКМПП} = 100 : (1,55 \times 5 + 0,56) = 12,0\%.$$

Враховуючи, що в 100 м<sup>3</sup> повітря знаходиться 21 м<sup>3</sup> кисню, а співвідношення етилацетату і кисню при стехіометричній концентрації складає, згідно рівняння хімічної реакції горіння, 1 : 5, до цих 100 м<sup>3</sup> повітря треба додати  $21/5 = 4,2$  м<sup>3</sup> парів

етилацетату, тобто стехіометрична концентрація його в повітрі становитиме  $4,2 \times 100 / 104,2 = 4,0 \%$ .

Для розрахунку температурних меж поширення полум'я спочатку знаходимо тиск насиченої пари етилацетату на нижній та верхній концентраційних межах:

На нижній:  $P = 760 \times 2,1 : 100 = 16,0$  мм рт ст;

На верхній:  $P = 760 \times 12,0 : 100 = 91,2$  мм рт ст.

З таблиці термодинамічних властивостей для етилацетату тиск насиченої пари складає:

10 мм рт ст. при температурі  $-13,5$  °С;

40 мм рт ст. при температурі  $9,1$  °С;

100 мм рт ст. при температурі  $27,0$  °С.

За методикою інтерполяції:

НТМПП =  $-13,5 + (16,0 - 10,0) (9,1 + 13,5) : (40 - 10) = -9,0$  °С;

ВТМПП =  $9,1 + (91,2 - 40) (27,0 - 9,1) : (100 - 40) = 24,3$  °С.

### Використана література



Продовження таблиці 1

**Температура самоспалахування /К/ деяких ароматичних вуглеводнів залежно від середньої довжини карбонного ланцюга**

$L_{сер}$	$T_{ссп}$	$L_{сер}$	$T_{ссп}$	$L_{сер}$	$T_{ссп}$
-2	843	–	–	–	–
-1,9	842	0,1	810	2,1	702
-1,8	841	0,2	794	2,2	701
-1,7	840	0,3	774	2,3	701
-1,6	840	0,4	753	2,4	700
-1,5	839	0,5	733	2,5	700
-1,4	838	0,6	723	2,6	699
-1,3	837	0,7	718	2,7	699
-1,2	837	0,8	715	2,8	698
-1,1	836	0,9	713	2,9	698
-1	835	1	712	3	697
-0,9	835	1,1	711	3,1	697
-0,8	834	1,2	710	3,2	697
-0,7	833	1,3	709	3,3	697
-0,6	832	1,4	708	3,4	696
-0,5	831	1,5	707	3,5	696
-0,4	830	1,6	706	3,6	696
-0,3	829	1,7	705	3,7	696
-0,2	827	1,8	704	3,8	696
-0,1	824	1,9	703	3,9	696
0	819	2	703	4	695

**Температура самоспалахування /К/ деяких насичених одноатомних спиртів  
залежно від  
середньої довжини карбонного ланцюга**

$L_{\text{сер}}$	$T_{\text{спп}}$	$L_{\text{сер}}$	$T_{\text{спп}}$	$L_{\text{сер}}$	$T_{\text{спп}}$	$L_{\text{сер}}$	$T_{\text{спп}}$
2,0	737	4,4	610	6,8	545	9,2	518
2,1	736	4,5	606	6,9	543	9,3	517
2,2	734	4,6	602	7,0	542	9,4	516
2,3	732	4,7	599	7,1	540	9,5	516
2,4	730	4,8	595	7,2	539	9,6	515
2,5	728	4,9	592	7,3	537	9,7	514
2,6	725	5,0	588	7,4	536	9,8	513
2,7	721	5,1	585	7,5	535	9,9	513
2,8	716	5,2	582	7,6	534	10,0	512
2,9	711	5,3	579	7,7	533	10,5	509
3,0	706	5,4	577	7,8	531	11,0	507
3,1	696	5,5	574	7,9	530	11,5	506
3,2	693	5,6	572	8,0	529	12,0	505
3,3	686	5,7	569	8,1	528	12,5	505
3,4	678	5,8	567	8,2	527	13,0	504
3,5	669	5,9	564	8,3	526	13,5	504
3,6	658	6,0	562	8,4	525	14,0	503
3,7	649	6,1	560	8,5	524	14,5	503
3,8	642	6,2	557	8,6	523	15,0	502
3,9	634	6,3	555	8,7	522	15,5	502
4,0	628	6,4	553	8,8	521	16,0	501
4,1	623	6,5	551	8,9	520	16,5	501
4,2	619	6,6	549	9,0	519	17,0	500
4,3	614	6,7	547	9,1	519	17,5	500

Таблиця 2

## Термодинамічні властивості і тиск насиченої пари речовин

Позначення, прийняті в таблиці:

$H_{зг}$  – теплота згоряння речовини, кДж/моль, визначається для газоподібного стану при температурі 25°C /298 K/, а для інших станів при температурі 20°C /293 K/ ( $Q_v$ )<sup>p</sup>;

$H_{утв}$  – теплота утворення речовини з її елементів при 298K, кДж/моль ( $Q_n$ );

$C_p$  – дійсна мольна стандартна теплоємність при постійному тиску і температурі 298K, Дж/моль • K.

Назва речовини	Формула	Стан	$H_{зг},$ кДж/ моль	$H_{утв},$ кДж/ моль	$C_p^0,$ Дж/ моль	Температура °С при тиску насиченої пари, мм рт. ст.					
						1 мм	10 мм	40 мм	100 мм	400 мм	760 мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	г	3538,52	-146,54	120,29	-76,0	-50,1	-29,3	-12,6	18,5	36,1
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	г	3303,72	82,98	81,73	-45,0	-11,6	7,5	26,1	60,6	80,1
Гексен – І	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	г	4037,16	- 41,70	132,43	-57,9	-29,3	- 6,8	11,1	44,6	63,5
Циклогексан	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	г	3955,65	-123,22	106,34	-47,0	-17,0	6,7	25,5	60,8	80,7
3-Метилпентан	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	г	4193,12	-171,74	143,19	-58,9	-30,1	- 7,5	10,5	44,2	63,3
Гексан	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	г	4197,56	-167,30	143,19	-54,0	-25,0	- 2,3	15,8	49,6	68,7
Толуол	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	г	3950,58	50,03	24,80	-26,1	6,4	31,8	51,9	89,5	110,6
Стирол	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	г	4441,78	147,00	122,17	- 1,6	32,8	60,8	82,5	122,7	145,2
Гептан	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	г	4856,73	-187,95	153,53	-33,0	- 2,0	22,4	41,8	78,0	98,4
Етилбензол	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	г	4618,58	29,81	128,49	- 9,2	25,9	52,8	74,1	113,8	136,2
o-Ксилол	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	г	4599,37	19,00	133,35	- 3,7	32,1	59,6	81,3	127,7	144,4
n-Ксилол	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	г	4598,32	17,96	126,94	- 8,1	27,3	54,4	75,9	115,9	138,4



Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тетрадекан	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	г	9471,00	-332,33	-326,28	80,0	121,9	154,0	179,5	226,9	253,6
Пентадекан	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	г	10130,17	-352,99	-349,18	93,0	136,0	168,7	195,0	243,4	270,6
Гексадекан	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	г	10789,38	-373,59	439,61	105,0	149,0	182,8	209,5	259,0	286,8
Гептадекан	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	г	11448,55	-394,94	394,94	117,0	162,0	195,9	223,3	273,8	302,1
Октадекан	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	г	12107,72	-414,84	417,84	129,0	173,6	208,8	236,6	288,4	317,0
Нонадекан	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	г	12766,93	-435,43	440,70	139,0	185,0	220,8	249,2	302,0	330,0
Ейкозан	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	г	13426,10	-456,07	463,60	150,0	196,0	232,5	261,0	314,0	343,0
Мурашина кислота	CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	р	262,93	409,47	99,10	- 20,0	2,1	24,0	43,8	80,3	100,6
Метилловий спирт	CH <sub>4</sub> O	р	715,52	-238,73	81,64	- 44,0	- 16,2	5,0	21,2	49,9	64,7
Етиловий спирт	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	р	1371,60	-277,82	111,54	- 31,3	- 2,3	19,0	34,9	63,5	78,4
Ацетон	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	р	1786,92	-248,45	75,36	- 59,4	- 31,1	- 9,4	7,7	39,5	56,5
Пропіловий спирт	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	р	2011,76	-307,19	131,26	- 15,0	14,7	36,4	52,8	82,0	97,8
Ізопропіловий спирт	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	р	1987,89	-318,95	164,96	- 26,1	2,4	23,8	39,5	67,8	82,5
Гліцерин	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	р	1662,16	-669,05	150,31	125,5	167,2	198,0	220,1	263,0	290,0
Діоксан	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	р	2247,89	-398,08	152,82	- 35,8	- 1,2	25,2	45,1	81,8	101,1
Масляна кислота	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	р	2177,13	-536,25	176,26	25,5	61,5	88,0	108,0	144,0	163,5
Етилацетат	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	р	2247,89	-471,31	169,15	- 43,4	- 13,5	9,1	27,0	59,3	77,1
Бутиловий спирт	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	р	2673,69	-332,18	183,38	- 1,2	30,2	53,4	70,1	100,8	117,5
Етиленгліколь	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	р	1189,00	-455,40	78,69	53,0	92,6	120,0	141,0	178,5	197,3
м-Ксилол	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	г	4597,61	17,25	127,66	- 7,2	28,2	55,3	76,8	116,7	139,1
Октан	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	г	5515,89	-208,59	188,99	- 14,0	19,2	45,1	65,7	104,0	125,7
Пропілбензол	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	г	5267,99	7,83	153,78	7,4	43,4	71,6	94,0	135,7	159,2
Кумол	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	г	5264,11	3,94	151,81	2,8	38,3	66,1	88,1	129,2	152,4
Псевдокумол	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	г	5246,23	- 13,94	154,11	14,8	51,7	80,5	103,4	145,6	169,3

## Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нонан	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	г	6196,05	-229,31	211,85	4,0	39,1	66,3	87,9	128,1	150,8
Бутилбензол	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	г	5926,16	- 13,82	177,60	26,6	62,4	91,9	115,3	158,8	183,3
<i>цис</i> -Декалін	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	р	4406,40	-219,59	232,16	29,5	69,4	99,7	123,4	169,0	195,7
<i>транс</i> -Декалін	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	р	6278,11	-230,86	228,64	24,0	63,0	84,9	115,5	161,0	187,3
Ундекан	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	г	7493,53	-270,47	257,61	37,0	75,1	104,6	127,9	171,4	195,9
Декан	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	г	6834,28	-249,83	234,75	21,0	57,7	86,0	108,6	150,5	174,4
Дифеніл	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	тв	6253,40	102,70	197,19	70,6	117,0	152,5	178,4	228,0	225,5
Додекан	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	г	8152,54	-286,88	280,51	52,0	91,6	122,0	146,1	191,0	216,3
Тридекан	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	г	8811,83	-311,71	303,42	67,0	107,1	138,4	163,3	209,5	235,4
Трет.-бутиловий спирт	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	р	2634,76	-371,33	225,25	-20,4	5,5	24,5	39,8	68,0	82,9
Діетиловий ефір	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	р	2728,54	-273,40	170,82	-74,3	- 48,0	- 27,7	- 11,5	17,9	34,6
Аміловий спирт	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	р	3323,06	-359,48	209,34	13,6	44,9	68,0	85,8	119,8	137,8
Циклогексанол	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	р	3729,18	-349,39	209,05	21,0	55,0	83,0	103,7	141,4	167,0
Піридин	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	р	2754,91	100,02	132,81	-18,9	13,2	38,0	57,8	95,6	115,2
Анілін	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	р	3398,43	35,34	199,71	31,0	68,2	96,9	119,4	160,9	184,0
Мезитилен	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	г	5244,09	- 16,08	150,35	12,3	48,8	77,2	99,7	141,4	164,7
Пропілциклогексан	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	г	5924,82	-193,43	184,34	4,2	40,2	68,5	91,0	133,0	156,7
Ацетальдегід	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	г	1172,30	-166,47	62,80	-81,5	- 55,8	- 37,8	- 22,6	4,9	20,2
Оцтова кислота	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	р	871,72	-399,82	72,84	-17,2	17,1	42,4	62,2	98,1	117,9
Карбон сульфід	CS <sub>2</sub>	р	1076,00	87,92	75,78						
Карбон оксид	CO	г	283,11	-110,60	29,16						
Гідроген сульфід	H <sub>2</sub> S	г	579,37	- 20,16	33,99						
Вода	H <sub>2</sub> O	г		-241,80	33,59						
Сульфур діоксид	SO <sub>2</sub>	г		-297,09	39,82						
Карбон діоксид	CO <sub>2</sub>	г		-393,78	37,15						
Азот	N <sub>2</sub>	г			27,88						
Кисень	O <sub>2</sub>	г			29,39						
Хлор	Cl <sub>2</sub>	г			33,95						

Таблиця 3

## Внутрішня енергія газів

Темпе- рату- ра, °C	Внутрішня енергія, Дж/моль					
	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
200	4039,5	4131,6	4152,5	4152,5	–	–
300	6027,8	6220,4	6233,0	6233,0	6948,8	7497,1
400	8104,1	8363,6	8317,6	8326,0	10059,0	10084,1
600	12290,1	12926,4	12583,1	12729,2	17309,1	15433,8
800	16523,7	17853,3	17070,5	17204,5	25563,9	21323,5
1000	20837,8	23069,0	21834,2	22060,2	34521,9	27531,3
1200	25300,2	28473,2	26832,3	27146,2	43965,6	34325,2
1400	29934,1	34002,9	32006,2	32403,0	53765,0	41525,0
1600	34710,0	39666,5	37305,6	37778,7	63819,8	49143,6
1800	39675,0	45426,5	42726,5	43258,1	74083,8	57159,8
2000	44790,2	51270,1	48256,2	48829,7	84502,8	65510,9
2200	50139,4	57210,1	52819,4	64464,1	95035,8	74092,2
2400	55397,6	53250,5	59441,2	60131,9	105088,1	82882,8
2600	58885,4	69362,0	65092,3	65824,8	116450,4	91861,8
2800	66477,9	74553,1	70802,0	71563,9	127279,5	100967,3
3000	72129,0	81811,2	76549,4	77340,5	138188,2	110217,4
3200	77853,5	88228,4	82316,7	-	149025,0	118850,7
3400	83656,5	94667,7	88119,6	-	160090,7	128116,1
3600	89522,2	101178,2	99939,2	-	171198,3	137483,6
3800	95443,5	107771,5	99775,6	-	189305,8	147036,2
4000	101416,9	114362,4	105620,4	-	193476,2	159213,7

## Тепловміст газів при сталому тиску

Температура, °C	Тепловміст, кДж/м <sup>3</sup>					
	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Повітря	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>
0	0	0	0	0	0	0
100	131,8	130,1	130,1	170,1	150,6	181,4
200	267,2	260,9	261,6	357,7	304,7	377,9
300	407,1	393,6	395,4	559,7	463,0	587,0
400	551,4	528,7	532,1	772,6	626,8	824,6
500	669,3	666,6	672,0	925,1	786,2	1034,9
600	850,6	807,8	814,5	1225,6	969,5	1269,6
700	1004,7	951,9	960,3	1463,1	1149,7	1507,5
800	1160,6	1198,2	1108,2	1706,2	1335,3	1746,4
900	1319,0	1246,9	1258,7	1953,8	1527,2	1994,8
1000	1479,6	1398,2	1410,7	2205,2	1724,2	2237,4
1100	1639,5	1551,1	1564,9	2460,4	1926,5	2477,8
1200	1802,1	1705,3	1720,4	2718,5	2133,9	2735,2
1300	1965,1	1861,2	1877,5	2979,1	2345,5	2979,5
1400	2129,8	1808,8	2035,5	3241,4	2560,9	3238,0
1500	2295,7	2176,7	2194,7	3505,7	2781,3	3488,2
1600	2462,4	2335,5	2355,2	3771,4	3004,2	3747,5
1700	2630,5	2495,9	2515,7	4039,6	3231,7	4003,1
1800	2799,7	2656,4	2678,2	4307,3	3461,3	4161,2
1900	2969,4	2818,2	2840,4	4579,7	3693,5	4529,8
2000	3140,8	2979,9	3004,2	4847,8	3928,5	4667,6
2100	3311,7	3142,9	3167,6	5118,2	4166,1	5059,4
2200	3497,8	3306,3	3332,3	5392,5	4405,8	5337,2
2300	3659,1	3469,3	3497,4	5660,7	4667,1	5608,7
2400	3834,3	3633,1	3663,3	5933,0	4890,9	5892,8
2500	4009,8	3797,4	3828,8	6209,6	5187,1	6460,1
2600	4184,9	3953,9	3988,4	6487,4	5387,1	6460,1
2700	4368,9	4135,9	4156,5	6761,8	5639,3	6753,8
2800	4546,1	4304,4	4320,7	7033,7	5897,8	7050,9
2900	4729,2	4469,0	4484,9	7311,1	6159,3	7351,3
3000	4914,9	4634,5	4652,1	7589,7	6425,8	7655,1

Таблиця 5

## Показники пожежної небезпеки деяких горючих рідин

Назва рідини	Температура спалаху, °С	ТМПП, °С	КМПП, % об.	Теплота згоряння, кДж/моль	Температура самоспалахування, °С	
					Мін.	Станд.
Ацетон	-18	-2÷6	2,2÷13	1789,1	465	–
Бензол	-11	-14÷13	1,4÷7,1	3282,4	534	562
Гексан	-20	-26÷4	1,2÷7,5	4150,6	–	234
Гліцерин	198	182÷217	2,6÷11,3	1658,8	362	–
Метанол	8	7÷39	6÷34,7	726,6	436	464
Етанол	13	11÷41	–	1374,3	365	404
Пропанол	23	–	2,1÷13,5	2019,6	–	371
Бутанол	34	34÷68	1,7÷12	2677,4	–	345
Трет.-бутиловий спирт	10	9÷13	1,9÷9	–	–	480
Аміловий спирт	27-43	38÷80	1,2÷10	3297,5	273	300
Толуол	4	0÷30	1,3÷6,7	3921,8	490	536
Діетиловий ефір	-41	-45÷13	1,7÷49	2730,6	164	–
Оцтовоетиловий ефір	2	1÷31	3,5÷16,8	2256,3	–	400
Амілацетат	25	20÷58	1,08÷7,5	–	–	360

Таблиця 6

Залежність коефіцієнта  $f$  від складу суміші

A%	B%	f	A%	B%	f
0	100	0,0	55	45	27,6
5	95	3,3	60	40	29,0
10	90	6,5	65	35	30,0
15	85	9,2	70	30	30,3
20	80	11,9	75	25	30,4
25	75	14,5	80	20	29,2
30	70	17,0	85	15	26,0
35	65	19,4	90	10	20,0
40	60	21,7	95	5	12,0
45	55	23,9	100	0	0,0
50	50	25,9			

**Примітка.** За компонент А приймається компонент з більшою температурою спалаху.

**Константи рівняння Антуана для визначення пружності насиченої пари, в мм рт. ст.**

Назва речовини	Хімічна формула	Константи рівняння Антуана		
		A	B	CA
<i>n</i> -Аміловий спирт	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	7,18246	1287,625	161,300
Анілін	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	6,92129	1457,020	176,195
Ацетальдегід	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	7,19160	1093,537	233,413
Ацетон	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	7,25058	1281,721	237,088
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	6,48898	902,275	178,099
<i>n</i> -Бутиловий спирт	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	9,59730	2664,684	279,638
<i>n</i> -Гексадекан	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	6,78749	1656,405	136,869
<i>n</i> -Гексан	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	6,87024	1166,274	223,661
<i>n</i> -Гептан	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	6,95154	12956,405	219,819
<i>n</i> -Декан	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	7,39530	1809,975	227,700
Діоксан	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	7,52611	1632,425	250,725
Діетиловий ефір	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	6,99790	1098,945	232,372
<i>n</i> -Додекан	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	8,17081	2463,739	253,884
Ізопропіловий спирт	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	8,38562	1733,000	232,380
<i>m</i> -Ксилол	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	7,00849	1461,925	215,073
<i>o</i> -Ксилол	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	6,99891	1474,679	213,686
Метиловий спирт	CH <sub>4</sub> O	8,22777	1660,454	245,818
<i>n</i> -Нонан	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	7,05283	1510,695	211,502
<i>n</i> -Октан	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	6,96903	1379,556	211,896
Оцтова кислота	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	7,79846	1789,752	245,908
<i>n</i> -Пентадекан	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	6,94237	1739,084	157,545
<i>n</i> -Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	6,84715	1062,555	231,805
Піридин	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	6,78610	1217,730	169,342
<i>n</i> -Пропіловий спирт	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	8,31708	1751,981	225,125
Сірковуглець	CS <sub>2</sub>	7,00048	1202,471	245,616
Стирол	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	7,94049	2113,057	272,986
<i>n</i> -Тетрадекан	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	7,27514	1950,497	190,513
Толуол	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	6,95508	1345,087	219,516
<i>n</i> -Тридекан	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	7,96895	2468,910	250,310
<i>n</i> -Ундекан	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	7,68008	2102,959	242,574
Циклогексан	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	6,64788	1095,531	210,064
Етилацетат	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	6,99242	1200,297	214,262
Етилбензол	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	6,95904	1425,464	213,345
Етиленгліколь	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	9,01261	2753,183	252,009
Етиловий спирт	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	8,68665	1918,508	252,125

Таблиця 8

**Значення вищої та нижчої теплоти згоряння для речовин у газоподібному стані за стандартних умов**

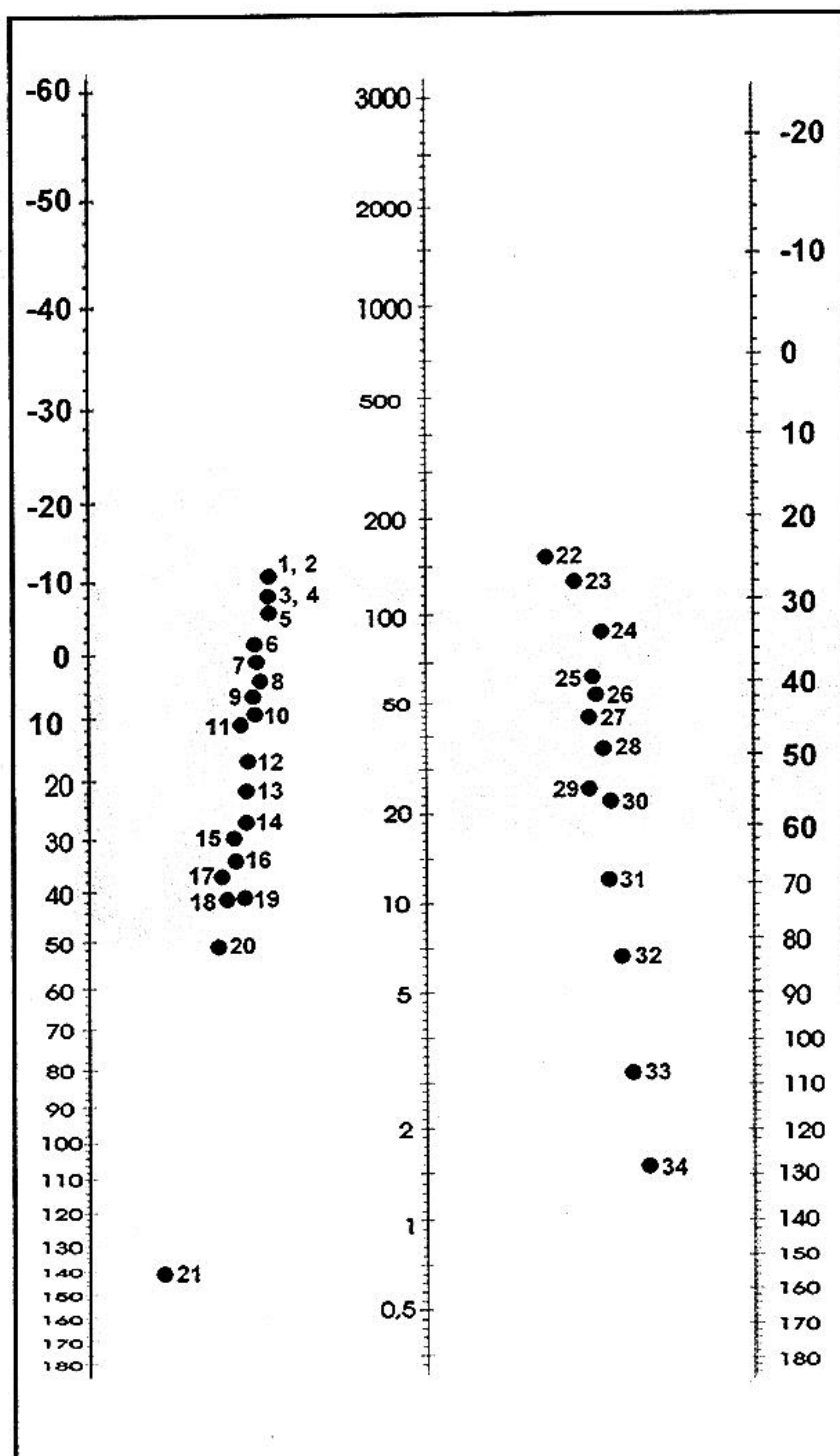
Назва речовини	Хімічна формула	$Q_v$	$Q_n$
		кДж/м <sup>3</sup>	кДж/м <sup>3</sup>
Метан	CH <sub>4</sub>	39820	35880
Етан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	70310	64360
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	101210	63180
<i>n</i> -Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	133800	123570
Ізобутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	132960	122780
Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	169270	150630
Гексан	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	187400	173170
Гептан	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	216880	200550
Октан	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	246180	227760
Нонан	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	276330	256230
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	162615	155670
Толуол	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	176260	168180
Водень	H <sub>2</sub>	12750	10790
Карбон діоксид	CO <sub>2</sub>	12640	12640
Гідроген сульфід	H <sub>2</sub> S	25350	23700

Таблиця 9

**Константи для розрахунку ТМПП**

Гомологічний ряд	ТМПП	k	l
Алкани CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -CH <sub>3</sub>	H	0,6957	73,8
	B	0,7874	50,3
Метилалкани (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -CH <sub>3</sub>	H	0,7900	52,2
	B	0,6885	74,9
Алкени CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -CH <sub>3</sub>	H	0,6867	74,5
	B	0,7976	49,5
Фенілалкани C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -CH <sub>3</sub>	H	0,6751	70,2
	B	-	-
Нормальні спирти CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -OH	H	0,5746	33,7
	B	0,6928	15,0
Естери мурашиної кислоти HCOO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -CH <sub>3</sub>	H	0,5359	47,6
	H	0,6050	25,0
Естери ацетатної кислоти CH <sub>3</sub> COO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -CH <sub>3</sub>	H	0,5940	50,0
	B	0,7761	40,8
Первинні аміни типу CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> NH <sub>2</sub>	H	0,5004	54,6

1. Ізопрен
2. Метилформіат
3. Діетиловий етер
4. Пентан
5. Сірковуглець
6. Етилформіат
7. Метилацетат
8. Гексан
9. Карбонтетрахлорид
10. Етилацетат
11. Бензол
12. Гептан
13. Толуол
14. Бутилацетат
15. Октан
16. Ксилол
17. Амілацетат
18. Скипидар
19. Нонан
20. Декан
21. Дибутилфталат
22. Ацетон
23. Метанол
24. Етанол
25. Вода
26. Пропанол
27. Оцтова кислота
28. Бутанол
29. Циклогексанон
30. Пентанол
31. Анілін
32. Етиленгліколь
33. Діетиленгліколь
34. Гліцерин



Номограма для визначення тиску парів рідин



## ЛІТЕРАТУРА

### Власні напрацювання:

1. Магльована Т. В. Курс лекцій «Хімія» // Магльована Т. В., Нуянзін В.М. // Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. – 118 с.
2. Єлагін Г.І. Методичні вказівки «Теорія горіння та вибуху» // Єлагін Г.І., Майборода А. О., Нуянзін В.М. // Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020. – 62 с.
3. Патент на корисну модель № 142052 Лабораторний стенд для дослідження припинення горіння методом флегматизації Винахідники: Кропива Михайло Олександрович, Вовк Артур Юрійович, Землянський Олег Миколайович, Нуянзін Віталій Михайлович, Костенко Тетяна Вікторівна, Майборода Артем Олександрович. Зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 12.05.2020 р.
4. Патент на корисну модель № 148067 Пристрій з автономним живленням для демонстрації пожежовибухонебезпечних властивостей пилоповітряних сумішей Винахідники: Кропива Михайло Олександрович, Вовк Артур Юрійович, Нуянзін Віталій Михайлович, Землянський Олег Миколайович, Журбинський Дмитро Анатолійович, Майборода Артем Олександрович. Зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 30.06.2021 р.
5. Кропива М. О., Майборода А. О., Нуянзін В. М., Марченко І. А., Однороженко Д. С. Ефективність заходів протипожежного захисту у підкапотному просторі автомобілів. Матеріали 21 всеукраїнської науково-практичної конференції (за міжнародною участю) розвиток цивільного захисту в сучасних безпекових умовах 8 жовтня 2019 р. – Київ: ІДУЦЗ, 2019. – 145-146 с.
6. Кропива М.О., Майборода А.О., Нуянзін В.М., Однороженко Д.С., Марченко І.А. Ефективність заходів протипожежного захисту у підкапотному просторі автомобілів. Розвиток цивільного захисту в сучасних безпекових умовах: Матеріали 21 Всеукраїнської науково-практичної конференції (за міжнародною участю). – Електронне видання комбінованого використання. – Київ: ІДУЦЗ, 2019. – 145-146 с.
7. Кропива М.О., Нуянзін В.М., Майборода А.О., Вовк А.Ю., Марченко І.А., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, Кухаронак Н., Білоруський національний технічний університет Особливості виникнення пожеж на легковому транспорті. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2020. – С. 82-84.
8. Нуянзін Віталій, Кропива Михайло, Майборода Артем, Несват Олександр, ЧПБ ім.Героїв Чорнобиля НУЦЗУ Дослідження флегматизуючих властивостей вуглекислого газу. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2020. – С. 120-122.
9. Віктор ГВОЗДЬ, канд. техн. наук, професор, Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, Михайло КРОПИВА, канд. техн. наук, Артем МАЙБОРОДА,

канд. пед. наук, доцент, Анна ШПИГ, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України Дослідження впливу газообміну на ефективність гасіння пожеж діоксидом вуглецю. Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020. – С. 152-153.

10. Serhii Pozdieiev, Kostiantyn Myhalenko, Vitalii Nuianzin, Oleh Zemlianskyi, Tetiana Kostenko Revealing Patterns of the Effective Mechanical Characteristics of Cellular Sheet Polycarbonate for Explosion Venting Panels. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2020. – p. 32-39

11. В. М. Нуянзін, М. О. Кропива, А. О. Майборода, А. Ю. Вовк, І. А. Марченко. Дослідження впливу газообміну на ефективність гасіння пожеж. «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація», Том 3 № 2 (2019), С. 73-82.

### Базова

1. Термінологічний словник із рятувальної справи (україно-польсько-англійський) /В.М. Покалюк, Л. В. Потапенко, Ю. П. Ненько, А. О. Майборода, О. М. Нуянзін, А. А. Нестеренко, Д. С. Федоренко – Черкаси: видавець Третяков О. М., 2020. – 341 с.

2. Виникнення і розвиток горіння та вибуху. Припинення горіння. : підручник / [Г.І. Єлагін, Є.О. Тищенко, А.Г. Алексеев, В.М. Нуянзін, А.О. Майборода] – Черкаси: черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, НУЦЗ України 2020. – 444 с.

3. Єлагін Г. І. Розрахунки і моделювання в теорії пожежовибухонебезпеки // Єлагін Г. І., Алексеев А. Г., Кришталь М. А.// Навчальний посібник. Черкаси: АПБ, 2013.-147 с.

4. Методи математичного моделювання теплових процесів при випробуваннях на вогнестійкість залізобетонних будівельних конструкцій / О. М. Нуянзін, О. В. Некора, С. В. Поздєєв [та ін.] – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2015. – 120 с.

5. Särđqvist, S. Water for Manual Fire Suppression / S. Särđqvist, G. Holmstedt // *Journal of Fire PP.* 209–231. □ Vol. 11, No. 4. □ 2001. □ *Protection Engineering.*

6. Термодинаміка і теплопередача у цивільній безпеці: навч. посіб./ А.Я. Шаршанов, І.Б. Рябова. –Х.: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2013 –380 с.

7. Теорія розвитку та припинення горіння. Практикум. В 2-х частинах/ Тарахно О.В., Трегубо Д.Г., Жернокльов К.В., Шепелева А.І., Коврегін В.В. – Х., 2011.

8. Теоретичні основи пожежовибухонебезпеки: навч. посіб./ О.В. Тарахно. - Харків: АЦЗУ, 2006. - 395 с.

9. Термодинаміка і теплопередача у цивільній безпеці: навч. посіб./ А.Я. Шаршанов, І.Б. Рябова. –Х.: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2013 –380 с.