

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**  
**Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології**

Затверджую  
начальника кафедри СХХТ  
полковник сл. ЦЗ  
\_\_\_\_\_ О.В. Тарахно  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Методична розробка  
проведення практичних занять  
з дисципліни  
**«ТЕОРІЯ ГОРІННЯ ТА ВИБУХУ»**

спеціальність 161 "Хімічні технології та інженерія"  
спеціалізація «Радіаційний та хімічний захист»

Методичну розробку обговорено та схвалено на засіданні кафедри СХХТ  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.                      Протокол N \_\_\_\_.

## Загальні методичні вказівки

Практичні заняття з дисципліни «Теорія горіння та вибуху» проводить один викладач. На початку заняття приймає рапорт від чергового групи, перевіряє наявність особового складу навчальної групи, зовнішній вигляд.

Напередодні практичного заняття викладач видає питання, що будуть розглядатися на занятті, надає допомогу у відборі учбової та науково-технічної літератури по тематиці, що буде розглядатися.

Викладач оголошує тему заняття, мету і порядок його проведення, здійснює загальне керівництво проведенням практичного заняття, акцентує увагу на практичному значенні вивчаемого матеріалу для забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій, вирішення задач прогнозування розвитку, профілактики та подолання надзвичайних ситуацій. Шляхом опитування з'ясовує ступінь засвоєння основних теоретичних положень по матеріалу, що був викладений на лекції. Курсанти та студенти виступають із доповідями, після яких викладач організовує дискусію по розглянутим питанням. Теоретичні знання закріплюють шляхом рішення задач по тематиці, що розглядається, курсантами на місцях та у дошки.

В кінці заняття викладач підводить підсумки, оцінює заслухані доповіді, виставляє оцінки доповідачам та курсантам, які найбільш активно приймали участь в обговоренні питань, рішенні задач. Викладач видає завдання на самопідготовку.

**Час:** 2 години.

**Забезпечення:** 1. Дидактичний матеріал  
2. Навчальна література

### Теми практичних занять

№	Назва теми
1.	Класифікація процесів горіння та вибуху. Рівняння реакції горіння речовин у повітрі.
2.	Розрахунок об'єму повітря та продуктів згорання при горінні речовин індивідуального складу.
3.	Енергетичний баланс. Розрахунок температури горіння індивідуальної речовини.
4.	Розрахунок об'єму повітря та продуктів згорання, температури горіння складної речовини.
5.	Розрахунок КМПП індивідуальної речовини
6.	Розрахунок температури самоспалахування речовин.
7.	Розрахунок параметрів хім. самозаймання речовин і матеріалів.
8.	Розрахунок параметрів тепл. самозаймання речовин і матеріалів.
9.	Визначення спроможності до підпалювання електричних і фрикційних іскор.
10.	Розрахунок максимального тиску при вибуху.
11.	Розрахунок температурних меж поширення полум'я та температури спалаху рідин.
12.	Розрахунок параметрів вибуху газопароповітряних сумішей на відкритому просторі та в приміщенні
13.	Загальні закономірності горіння твердих горючих речовин
14.	Розрахунок нижньої концентраційної межі аерозолю.
15.	Розрахунок параметрів розвитку пожежі в огороженні.
16.	Розрахунок температури погасання. Методи, способи, прийоми припинення горіння
17.	Методи підвищення вогнегасної ефективності водопінних засобів шляхом хімічної модифікації розчинів.
18.	Розрахунок параметрів запобігання горіння флегматизаторами.

### Рекомендована література

1. Тарахно О.В. Електронний підручник з дисципліни "Теорія розвитку та припинення горіння"/ Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Трегубов Д.Г. - 80 Min / 700 MB. - Харків : УЦЗУ, 2007.
2. Тарахно О.В. Теорія розвитку та припинення горіння. Практикум. Частина I. / О.В. Тарахно, Д.Г. Трегубов, К.В. Жернокльов та ін. – Х.: НУЦЗУ, 2010, - 309 с.
3. Тарахно О.В. Теорія розвитку та припинення горіння. Практикум. Частина II. / О.В. Тарахно, Д.Г. Трегубов, К.В. Жернокльов та ін. – Х.: НУЦЗУ, 2010, - 513 с.
4. Тарахно О.В. Методичні рекомендації до вивчення курсу «Теорія розвитку та припинення горіння» / Тарахно О.В., Жернокльов К.В. - Харків : УЦЗУ, 2006. – 208 с.
5. Корольченко А.Я., Пожаровзвayoоnаcноcть вeщecтв и мaтeриaлoв и cpeдcтвa их тyшeния / Кoрoльчeнкo А.Я., Кoрoльчeнкo Д.А., ч. I. - М.: Пoжнaукa, 2004. – 714 c.
6. Кoрoльчeнкo А.Я., Пoжарoвзвayoоnаcноcть вeщecтв и мaтeриaлoв и cpeдcтвa их тyшeния / Кoрoльчeнкo А.Я., Кoрoльчeнкo Д.А., ч. II. - М.: Пoжнaукa, 2004. – 774 c.
7. Пoвзик Я.С. Спpaвoчник рyкoвoдитeлeя тyшeния пoжaрa. - М.: Спeцтeхникa, 2004. – 280 c.
8. Тарахно О.В. Тeopетичні oснoви пoжeжoвибyхoнeбeзпeки. –Харків: АЦЗУ, 2006. – 395 с.
9. Тарахно О.В. Лaбoрaтoрний пpaктикyм з кyрcy «Тeopія рoзвиткy тa пpипинeння гopіння» / Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Бaлaнюк В.М. – Харків: АЦЗУ, 2004.

Практичне заняття № 1  
**КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ТА ВИБУХУ. РІВНЯННЯ РЕАКЦІЇ ГОРІННЯ РЕЧОВИН У ПОВІТРІ**  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Нагадати, що відповідно до закону " <b>Про правові засади цивільного захисту</b> " діяльність підрозділів цивільного захисту " <i>спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій</i> " (Р.1., ст.3).	Перевірити явку слухачів, оголосити тему і мету заняття.
2. Провести контроль знань по вивчених раніше матеріалах	Задати питання: 1. Що називається процесом горіння. Відмінність горіння від окислювального процесу. 2. Класифікація процесів горіння. Який вид горіння переважає на пожежі? 3. Полум'я, зони полум'я, процеси, що протікають в зонах полум'я. 4. Загальний вид реакції горіння в повітрі.	Викликати з місця слухача, оцінити знання, виставити оцінку в журнал. У разі неповної відповіді для доповнень залучити інших слухачів
3. Рішення задач.	<b>МЕТОДИКА СКЛАДАННЯ РІВНЯННЯ РЕАКЦІЇ ГОРІННЯ</b> 1. Розрахунок ведуть на 1 моль горючої речовини. 2. Склад повітря записують як ( $O_2 + 3,76N_2$ ) 3. Враховуючи хімічний склад горючої речовини, записати можливі продукти повного горіння. 4. Кількість атомів одного елемента в правій та лівій частинах рівняння повинно бути однаковим. Спочатку дорівнюють кількість С, Нal, Н, потім S, Р, Me, останніми - О та N.	Задиктувати методику під запис в зошит.
3.1. Умова задачі	Скласти рівняння реакції горіння біля дошки та на місцях в кисні: а) магній, гідрид натрія б) сірководень, диметилсульфід ( $C_2H_6S$ ) в) диметіламін ( $C_2H_7N$ ), г) триметілфосфат ( $C_3H_9O_4P$ )	Викликати слухачів до дошки для рішення задачі.

	<p>д) хлористий бутіл (<math>C_4H_9Cl</math>)  в повітрі: а) бензол, октан, пропілен;  б) пропанол, ацетон, етилацетат;  в) анілін, тринітрогліцерин, аміак;  г) сірковуглець, метилтіофен (<math>C_5H_6S</math>), диетилсульфат (<math>C_4H_{10}O_4S</math>)  д) диметилфосфін (<math>C_2H_7P</math>);  е) фторбензол (<math>C_6H_5F</math>), хлоранілін (<math>C_6H_6NCl</math>).</p>	
3.2. Письмове опитування	Кожен слухач взводу на окремому аркуші пише відповідь на питання з індивідуальної картки на тему "Рівняння реакції горіння".	
4. ВИСНОВОК	Знання особливостей процесів горіння на пожежі дозволяє запобігати поширенню горіння та вибуху, визначати ступінь небезпеки продуктів горіння. Грамотно складене рівняння реакції горіння дозволяє розрахувати параметри пожежовибухонебезпеки речовин та матеріалів.	
5. Завдання на самопідготовку.	1. Демидов, Шандыба, Щеглов Стр.7-11. □2. Розв'язати задачі 1-8 из МВ по дві на кожную учбову групу. 3. Рішення індивідуального завдання	

окис етилену	$C_2H_4O$	мурашина кислота	$CH_2O_2$
пропіонова кислота	$C_3H_6O_3$	етиловий спирт;	$C_2H_6O$
крезол	$C_7H_8O$	ксилол	$C_8H_{10}$
дихлортриетиламін	$C_6H_{13}NCl_2$	оцтовий альдегід;	$C_2H_4O$
3-бром-н-цимол	$C_{10}H_{13}Br$	фосген;	$COCl_2$
триетилфосфін	$C_6H_{15}P$	диетилтіоефір;	$(C_2H_5)_2S$
етантіол	$C_2H_6S$	ізонітрозоацетон;	$C_3H_5O_2N$
диетиламін	$C_4H_{11}N$	кальція диацетат;	$C_4H_6O_4Ca$
метан;	$CH_4$	метилтрихлорсилан	$CH_3Cl_3Si$
бутан;	$C_4H_8$	N-метилморфолін	$C_5H_{11}ON$
ацетилен;	$C_2H_2$	метаксон	$C_9H_8O_3ClNa$
		нітрогліцерин	$C_3H_5N_3O_9$

Практичне заняття № 2  
 РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ ТА ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ  
 ПРИ ГОРІННІ РЕЧОВИН ІНДИВІДУАЛЬНОГО СКЛАДУ  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Мета даного практичного заняття: розрахунок матеріального балансу, як основа розрахунків температури горіння та тиску вибуху, що, відповідно до закону <b>"Про правові засади цивільного захисту"</b> , <i>"спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та докілья від негативних наслідків НС"</i> (Р.1., ст.3).	Після привітання оголосити тему і мету заняття.
2. Провести контроль знань по матеріалу лекції.	Питання: 1. Матеріальний баланс процесу горіння. 2. Теоретичний, дійсний, питомий, повний об'єми повітря. 3. Надлишок повітря. Коефіцієнт надлишку повітря та його вплив на властивості продуктів горіння. 4. Класифікація продуктів горіння. 5. Теоретичний і дійсний об'єми продуктів згоряння та їх розрахунок при горінні індивідуальних речовин різного агрегатного стану. 6. Дим, параметри, що характеризують властивості диму. Небезпека диму при пожежі, методи боротьби з димом.	Викликати з місця студента, оцінити знання, виставити оцінку в журнал. У разі неповної відповіді для доповнень залучити інших студентів
3.Рішення задач по розрахунку об'ємів повітря та продуктів згоряння. 3.1. Рішення задач при горінні речовини індивідуального складу.	<p style="text-align: center;"><b>МЕТОДИКА</b></p> 1. Скласти рівняння реакції горіння розрахувати $\beta$ 2. Розрахувати питомі теоретичні об'єми 2.1. газ $v_{\text{п}}^0 = 4.76\beta$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> ; тв. рід. $n_{\text{п}}^0 = 4,76 \beta$ моль/моль, $v_{\text{п}}^0 = (n_{\text{п}}^0 Vt)/\mu$ м <sup>3</sup> /кг 2.2. $n_{\text{пг}}^0 = \sum n_{\text{пгг}} + 3,76\beta$ , моль/моль; $v_{\text{пг}}^0 = (n_{\text{пг}}^0 Vt)/\mu$ , м <sup>3</sup> /кг, $v_{\text{пг}}^0 = n_{\text{пг}}^0$ м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> 3. Розрахувати питомі дійсні об'єми 3.1. $v_{\text{п}} = 4.76\beta * \alpha_{\text{п}}$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> 3.2. $v_{\text{пг}} = v_{\text{пг}}^0 + (\alpha_{\text{п}} - 1)4.76\beta$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> . 4. Розрахувати повні об'єми:                      газ                                      тв., рід 4.1. $V_{\text{п}} = v_{\text{п}} * V_{\text{г.г}}$ , м <sup>3</sup> ; $V_{\text{п}} = v_{\text{п}} * m_{\text{гп}}$ 4.2. $V_{\text{пг}} = v_{\text{пг}} * V_{\text{г.г}}$ , м <sup>3</sup> $V_{\text{пг}} = v_{\text{пг}} * m_{\text{гп}}$	Висвітити методики рішення задач, що були дані на лекції, під кодоскоп. Пояснити пункти методики, по яких виникли питання..

	<p>5. <math>V_{\text{п.г.}}^{\text{Тгор}} = \frac{V_{\text{пг}}^{\text{То}} * T_{\text{гор}}}{T_0}</math> 6. <math>v_t = 22,4 \frac{101,3 * T}{273 * P}</math></p> <p>7. Розрахувати молекулярну масу горючої речовини</p> <p>8. <math>v_{\text{п}}^0 = \frac{V_t^n}{\mu} 4.76\beta</math>, м<sup>3</sup>/кг; <math>v_{\text{пг}}^0 = \frac{V_t^{n2}}{\mu} (\sum n_{\text{пгi}} + 3,76 \beta)</math>, м<sup>3</sup>/кг,</p> <p>9. <math>v_{\text{п}} = \frac{V_t^n}{\mu} 4.76\beta * \alpha_{\text{п}}</math>, м<sup>3</sup>/кг. <math>v_{\text{пг}} = v_{\text{пг}}^0 + \frac{V_t^{n2}}{\mu} (\alpha_{\text{п}} - 1) 4.76\beta</math>, м<sup>3</sup>/кг</p> <p>10. При горінні будь-якої кількості пального:</p> <p><math>V_{\text{п}} = v_{\text{п}} * m_{\text{г.р.}}</math>, м<sup>3</sup>    <math>V_{\text{пг}} = v_{\text{пг}} * m_{\text{г.р.}}</math>, м<sup>3</sup>, де <math>m_{\text{г.р.}}</math> - маса речовини, кг;</p> <p>11. <math>\% \text{пг}_i = 100 \frac{n_{\text{пгi}}}{\sum n_{\text{пг}}}</math></p>	
4. Задача.	<p>Розрахувати об'єм повітря та продуктів горіння, вміст СО<sub>2</sub> при горінні 20 м<sup>3</sup> бутану (С<sub>4</sub>Н<sub>10</sub>), якщо температура ПГ дорівнює 1000<sup>0</sup>С, а тиск 101,325 кПа. Коефіцієнт надлишку повітря дорівнює 1,7.</p> <p style="text-align: center;"><b>РІШЕННЯ.</b></p> <p>1. <math>\beta = 6,5</math>;    2.1. <math>n_{\text{п}}^0 = 4.76 * 6,5 = 30,9</math>, моль/моль</p> <p>2.2. <math>n_{\text{пг}}^0 = 4 + 5 + 6,5 * 3,76 = 33,44</math>, моль/моль ;</p> <p>3.1. <math>v_{\text{п}} = 30,9 * 1,7 = 52,6</math> м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>    3.2. <math>v_{\text{пг}} = 33,44 + (1,7 - 1) 30,9 = 55,1</math> м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> .</p> <p>4.1. <math>V_{\text{п}} = 52,6 * 20 = 1052</math>, м<sup>3</sup></p> <p>4.2. <math>V_{\text{пг}} = 55,1 * 20 = 1101,96</math>, м<sup>3</sup></p> <p>5. <math>V_{\text{пг}}^{\text{Тгор}} = 1101,96 * 1273 / 273 = 5138</math> м<sup>3</sup></p> <p>6. <math>\% \text{СО}_2 = 400 / 55,1 = 7,25\%</math></p>	<p>Викликати студента (курсанта) до дошки для рішення задачі, оцінити знання. Звернути увагу студентів на збільшення об'єму продуктів згоряння при підвищенні температури. Якщо горіння відбувається в закритому приміщенні збільшення об'єму приводить до зростання тиску та руйнуванню скління</p>
5. Висновок	<p>Вміння розрахувати матеріальний баланс процесу горіння допоможе Вам при розрахунку температури горіння і тиску вибуху. Ці параметри використовуються при визначенні пожежної безпеки речовин, а також при визначенні категорії приміщень по пожежній та вибуховій небезпеці.</p>	
6. Завдання на самопідготовку.	<p>Розрахувати питомі об'єми повітря та продуктів згоряння для індивідуальної речовини</p>	



Практичне заняття № 3

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОТИ ЗГОРЯННЯ РЕЧОВИН ІНДИВІДУАЛЬНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ. РОЗРАХУНОК  
ТЕМПЕРАТУРИ ГОРІННЯ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ

Методичні вказівки

Назва питання	Стислий зміст питання, що розглядається	Методичні вказівки
Організаційна частина	Мета даного практичного заняття: розрахунок енергетичного балансу, як основа розрахунків температури горіння, тиску вибуху, пожежної навантаги	Об'явити порядок проведення заняття. Перевірити наявність слухачів на занятті.
1) Провести контроль знань по матеріалу лекції	Питання: 1. Види хімічних реакцій з точки зору теплового ефекту? 2. Тепловий баланс процесу горіння? 3. Види теплот згорання (вища, нижча, молярна, масова, об'ємна) 4. Пожежне навантаження, види пожежного навантаження? 5. практичне значення енергетичного балансу процесу горіння. 6. Що розуміють під температурою горіння? 7. Які види температур горіння розрізняють? 8. Які фактори впливають на температуру горіння? (склад ГР, кількість повітря, температура навк. середовища) 9. Практичне значення параметру "Температура горіння"	Викликати слухачів, оцінити знання, виставити оцінку в журнал. Для доповнення залучити інших слухачів.
2) Рішення задач по розрахунку теплот згорання. 2.1 Молярна теплота згорання.	МЕТОДИКА а) Скласти рівняння реакції горіння речовини. б) Визначити теплоти утворення продуктів згорання, горючої речовини. в) Розрахувати молярну теплоту згорання за законом Гесса. $Q_{В(Н)} = \left  \sum_i (n_i \Delta H_{\text{фштг}}^{\circ}) - \Delta H_{\text{гт}}^{\circ} \right , \text{ кДж/моль}$	
Задача	Визначити $Q_{В}$ і $Q_{Н}$ теплоти згорання бензолу $C_6H_6$	
Рішення	1. $C_6H_6 + 7,5(O_2 + 3,76N_2) = 6CO_2 + 3H_2O + 7,5 \cdot 3,76N_2$ 2. $\Delta H$ утв $H_2O$ пара = -242 кДж/моль; $\Delta H$ утв $H_2O$ рід. = -286 кДж/моль; $\Delta H$ утв $CO_2$ = -394 кДж/моль; $\Delta H$ утв $C_6H_6$ = 82,9 кДж/моль; 3. $Q_{В} =  6 \cdot (-394) + 3 \cdot (-286) - 82,9  = 3305$ кДж/моль;	

	4. $Q_H =  6*(-394) + 3*(-242) - 82,9  = 3090$ кДж/моль;	
2.2 Розрахунок об'ємної теплоти згорання суміші газів	<p>МЕТОДИКА</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Скласти рівняння реакції горіння речовини.</li> <li>Визначити теплоти утворення ПГ та ГР.</li> <li>Розрахувати молярну теплоту згорання за законом Гесса.</li> </ol> $Q_{B(H)} = \left  \sum_i (n_i \Delta H_{\text{фштГ}}^{\circ}) - \Delta H_{\text{фГТ}}^{\circ} \right , \text{ кДж/моль}$ <ol style="list-style-type: none"> <li>Розрахувати об'ємну теплоту згорання: <math>Q''_{H(B)} = (Q_{H(B)} * 1000) / V_t</math>  <math>Q''_{H(B)} \text{ сум} = \sum (Q''_{H_i} * \varphi_i) / 100</math> кДж/м<sup>3</sup></li> </ol>	
Задача	Визначити нижчу об'ємну теплоту згорання паливної суміші: С3Н8 – 40%; С4Н10 – 50%; N2 – 7%; СО2 – 3%. за станд. умов .	
Рішення	<ol style="list-style-type: none"> <li> <math>C_3H_8 + 5(O_2 + 3,76N_2) = 3CO_2 + 4H_2O + 5*3,76N_2</math>  <math>C_4H_{10} + 6,5(O_2 + 3,76N_2) = 4CO_2 + 5H_2O + 6,5*3,76N_2</math> </li> <li> <math>\Delta H</math> утв Н2О пара = -242 кДж/моль; <math>\Delta H</math> утв СО2 = -394 кДж/моль;  <math>\Delta H</math> утв С3Н8 = -103,8 кДж/моль; <math>\Delta H</math> утв С4Н10 = -126 кДж/моль;  С3Н8: <math>Q_H =  3*(-394) + 4*(-242) + 103,8  = 2046,2</math> кДж/моль;  С4Н10: <math>Q_H =  4*(-394) + 5*(-242) + 126  = 2660</math> кДж/моль; </li> <li> С3Н8: <math>Q''_H = 2046 * 1000 / 24 = 85254</math> кДж/м<sup>3</sup>  С4Н10: <math>Q''_H = 2660 * 1000 / 24 = 110833</math> кДж/м<sup>3</sup> </li> <li> <math>Q''_H \text{ сум} = (85254 * 40 + 110833 * 50) / 100 = 89518</math> кДж/м<sup>3</sup> </li> </ol>	
2.3 Розрахунок $Q'_{\text{мас}}$ .	$Q'_B = 339,4 C + 1257H - 108,9(O + N - S)$ кДж/кг $Q'_H = Q'_B - 25,1 (9H + W)$ кДж/кг	
Задача	Розрахувати нижчу та вищу масові теплоти згорання деревини складу: С – 49,15%; Н – 6,4 %; О – 34%; N – 0,45%; W – 10 %; та синт. каучуку: С – 60%; Н – 15%; О – 10%; S – 10 %; N – 5%.	
Рішення	Деревина: $Q'_B = 339 * 49,15 + 1257 * 6,4 - 109(34 + 0,45) = 20951,5$ кДж/кг $Q'_H = 339 * 49,15 + 1257 * 6,4 - 109(34 + 0,45) - 25(9 * 6,4 + 10) = 19261,5$ кДж/кг Каучук: $Q'_B = 339 * 60 + 1257 * 15 - 109(10 + 5 - 10) = 38650$ кДж/кг $Q'_H = 339 * 60 + 1257 * 15 - 109(10 + 5 - 10) - 25 * 9 * 15 = 35275,5$ кДж/кг	$Q'_H$ визначає горючість речовини. Якщо $Q'_H < 2300$ кДж/кг р-на негорюча

<p>3. Рішення задач по розрахунку температури горіння</p> <p>3.1 Рішення задач по розрахунку температури горіння речовин індивідуального складу.</p>	<p style="text-align: center;">МЕТОДИКА</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Написати рівняння реакції, визначити стех. коефіцієнт <math>\beta</math>.</li> <li><math>n_{\text{O}_2}^0 = 4,76 \beta</math> моль/моль</li> <li><math>n_{\text{O}_2}^0 = \sum n_{\text{O}_2} + 3,76 \beta</math> моль/моль</li> <li><math>n_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2}^0 + (\alpha_{\text{O}_2} - 1) n_{\text{O}_2}^0</math> моль/ моль</li> <li><math>Q_{\text{H}} = \left  \sum_i n_i H_{\text{f}_i}^0 - H_{\text{f}_T}^0 \right </math>, кДж/моль</li> <li><math>\Delta H_{\text{CP}} = Q_{\text{H}} / n_{\text{O}_2}</math></li> <li>За таблицею визначити <math>T_1</math> орієнтуючись на <math>\Delta H_{\text{CP}}</math>.</li> <li><math>Q_{\text{III}}^{T_1} = \sum (\Delta H_{\text{III}_i}^{T_1} \cdot n_{\text{III}_i}) + (\alpha - 1) n_{\text{нов}}^0 \Delta H_{\text{нов}}^{T_1}</math> кДж/моль</li> <li>За таблицею визначити <math>T_2</math> орієнтуючись на наступне якщо <math>Q_{\text{III}}^{T_1} &gt; Q_{\text{H}}</math> тоді <math>T_2 &gt; T_1</math>, якщо <math>Q_{\text{III}}^{T_1} &lt; Q_{\text{H}}</math> тоді <math>T_2 &gt; T_1</math></li> <li><math>Q_{\text{III}}^{T_2} = \sum (\Delta H_{\text{III}_i}^{T_2} \cdot n_{\text{III}_i}) + (\alpha - 1) n_{\text{нов}}^0 \Delta H_{\text{нов}}^{T_2}</math> кДж/моль</li> <li><math>T_{\text{гор}} = T_1 + \frac{(T_2 - T_1) \cdot (Q_{\text{H}} - Q_{\text{III}}^{T_1})}{Q_{\text{III}}^{T_2} - Q_{\text{III}}^{T_1}}</math></li> </ol>	<p>Дати методики рішення задач, під кодоскоп, пояснити пункти, в яких виникли запитання.</p>
<p>Задача</p>	<p>Визначити адіабатичну температуру горіння бензолу, якщо горіння відбувалось із надлишком повітря (1,3)</p>	<p>Викликати слухача для рішення задачі</p>
<p>Рішення</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\text{C}_6\text{H}_6 + 7,5(\text{O}_2 + 3,76\text{N}_2) \rightarrow 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 7,5 \cdot 3,76 \text{N}_2</math></li> <li><math>n_{\text{O}_2}^0 = 4,76 \cdot 7,5 = 35,7</math> моль/моль</li> <li><math>n_{\text{O}_2}^0 = 6 + 3 + 7,5 \cdot 3,76 \beta = 37,2</math> моль/моль</li> <li><math>n_{\text{O}_2} = 37,2 + (1,3 - 1) \cdot 35,7 = 47,91</math> моль/ моль</li> <li><math>Q_{\text{H}} =  6 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-242,9) - 82,93  = 3172,63</math> кДж/моль</li> <li><math>\Delta H_{\text{CP}} = 3172,63 / 47,91 = 66,2</math> кДж/моль</li> <li><math>T_1 = 2000</math> К</li> <li><math>Q_{\text{III}}^{T_1} = 6 \cdot 100,71 + 3 \cdot 83,02 + 7,5 \cdot 3,76 \cdot 64,81 + (1,3 - 1) \cdot 35,7 \cdot 65,44 = 3381,8</math> кДж/моль</li> <li><math>3381,8 &gt; 3172,63</math>; <math>T_2 &lt; T_1</math>; <math>T_2 = 1600</math> К</li> <li><math>Q_{\text{III}}^{T_2} = 6 \cdot 76,87 + 3 \cdot 62,97 + 7,5 \cdot 3,76 \cdot 50,58 + (1,3 - 1) \cdot 35,7 \cdot 51,05 =</math></li> </ol>	

	$2623 \text{ кДж/моль}$ $11. T_{\text{ГОР}} = 2000 + \frac{(3172,63 - 3381,8) \cdot (1600 - 2000)}{2623 - 3381,8} = 1889,7 \text{ К}$	
4. Розрахунок пожежної навантаги	<p style="text-align: center;"><b>МЕТОДИКА</b></p> <p>1) Визначити вид та масу горючих речовин.  2) Визначити масову теплоту згоряння кожної речовини по довіднику або розрахунком.  3) Розрахувати площу приміщення  4) розрахувати пожежну навантагу по формулі:</p> $P = \frac{\sum (Q_{ni}' \cdot m_s)}{S_{\text{прим}}}, \text{ (МДж/м}^2\text{)}$	
Задача	Розрахувати пожежну навантагу в приміщенні розмірами 114x38м <sup>2</sup> , якщо загальна маса будівельних дерев'яних конструкцій приміщення складає 400 кг. В приміщенні зберігається 400т каучуку, 30 т мазуту і 10 т поліетиленової плівки. (Теплоти згоряння визначити за довідником КГП.)	
Рішення	<p>1. Деревина 13800 кДж/кг  Каучук 40200 кДж/кг  Поліетилен у виробках 47100 кДж/кг  Мазут 39800 кДж/кг</p> <p>2. <math>S_{\text{прим}} = 114 * 36 = 4104 \text{ м}^2</math>.</p> <p>3. <math>P = (13800 * 400 + 40200 * 400000 + 39800 * 30000 + 47100 * 10000) / 4104 = 4320 \text{ МДж/ м}^2</math>.</p>	

Практичне заняття № 4  
 РОЗРАХУНОК КОНЦЕНТРАЦІЙНИХ МЕЖ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я  
 Методичні вказівки

Дії викладачів	Розглядувані питання	Вказівки
1. Організаційна частина.	Метою даної лабораторної роботи є визначення ступеню пожежної небезпеки пари або газу за показниками КМПП, що відповідно до закону " <b>Про правові засади цивільного захисту</b> " <i>"спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та докілья від негативних наслідків надзвичайних ситуацій"</i> (Р.1., ст.3).	Перевірити наявність студентів на занятті. Повідомлення теми уроку
1. Проведення опитування студентів по матеріалу лекції	<p style="text-align: center;">Питання: контролю знань по матеріалу</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Яке горіння називається "кінетичним"</li> <li>2. Теорії, що пояснюють поширення горіння в газових сумішах</li> <li>3. Суть тепловий теорії поширення полум'я.</li> <li>4. Види кінетичного горіння.</li> <li>5. Перехід дефлаграційного горіння у детонацію.</li> <li>6. Поняття про концентраційних меж поширення полум'я.</li> </ol>	Викликати студентів для відповіді, при слабких відповідях організувати обговорення матеріалу
Фактори, що впливають на КМПП	<p>Фактори, що впливають на КМПП:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Домішки інертних газів (флегматизаторів), викликають пониження концентрації горючої і окислювача і збільшення нижньої і зменшення верхньої КМ;</li> <li>- Конц. окислювача; підвищення конц. O<sub>2</sub> в окислювальному середовищі призведе до розширення зони вибухонебезпечних концентрацій.</li> <li>- Добавки каталізаторів і інгібіторів; каталізатори розширюють область вибухонебезпечних концентрацій, а інгібітори звужують;</li> <li>- Температура середовища; вплив <math>t</math> на КМПП враховується рівнянням;</li> </ul> $\varphi_{np}^{ot} = \varphi_{np}^o \left( 1 - \frac{t - 25}{Z} \right)$ <p>де <math>Z</math> константа меж, для НКМПП <math>Z=1250</math>; для ВКМПП <math>Z=800</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Тиск суміші. Залежність визначається з рівняння швидкості хімічної реакції:</li> </ul> $\omega_{xp}^t = [k\varphi_a]^n * [k\varphi_b]^m$ <p>Де <math>k</math> показник зміни тиску в горючої системі, визначається як відношення</p>	Нагадати матеріал лекції

	фактичного тиску до нормального , - Потужність джерела запалювання; Збільшення потужності ДЗ веде до розширення області ВНК, але лише до енергії “насичення”.	
2. Методика визначення КМПП	Оскільки КМПП можуть змінюватися; для забезпечення пожежної безпеки при зберіганні горючих речовин визначають не лише КМПП, але і безпечні концентрації нижче або вище яких суміш не буде запалюватися. Безпечну концентрацію можна розрахувати за формулами: $\varphi_{н.без.}^0 = 0,9(\varphi_{н..}^0 - 0,7R)$ ; $\varphi_{в.без.}^0 = 1,1(\varphi_{в..}^0 + 0,7R)$ Де R - відтворення засобу визначення КМПП при довірчій імовірності 95%.	
2.1. Методика визначення НКМПП по теплоті згоряння	1. Визначається нижня об’ємна теплота згоряння речовини будь яким методом 2. Визначається НКМПП за формулою: $\varphi_{н.}^0 = 100 \frac{Q_{гр}^{//}}{Q_{н}^{//}} = 100 * \frac{1830}{Q_{н}^{//}}; \%$ де $-Q_{н}^{//}$ нижня об’ємна теплота згоряння , $Q_{гр}^{//}$ - гранична теплота поширення полум’я, 1830 кДж/м <sup>3</sup>	Задиктувати методики Записують методику та рішення задач
2.2. Методика визначення НКМПП з урахуванням теплоти утворення та елементного складу речовини	1. Записується структурна формула речовини 2. Визначається кількість хімічних елементів у горючій речовині 3. Визначається значення показника $h_i$ для нижньої КМПП по таблицям №4 МВ. для виконання інд. розрахункової роботи. 4. Визначається теплота утворення речовини. 5. Визначаються НКМПП за формулою: $\varphi_{н.}^0 = \frac{100}{1 + h_f \Delta H_r^0 + \sum_{j=1}^n h_j n_j + \sum_{s=1}^q h_s n_s}, \%$ де $\Delta H_r^0$ - теплота утворення речовини у газоподібному стані, кДж/моль; $m_j, m_r$ - число атомів та структурних груп. Значення коефіцієнтів $h_j, h_s$ наведені в таблиці	Показати як визначається теплота утворення та енергетичні показники по довідникам
2.3. Методика визначення КМПП по апроксимаційній	1. Скласти рівняння реакції горіння горючої речовини 2. Розрахувати КМПП по формулі: $\varphi^0 = \frac{100}{a * \beta + b}, \%$ , 3. Розрахувати безпечні КМПП: $\varphi_{н.б} \leq 0,9(\varphi_{н.} - 0,21)$	Викладач допомагає визначити показники по таблицям МВ стор. 98 для виконання

формулі	$\varphi_{в.б} \geq 1,1(\varphi_{в} + 0,42).$	індивідуальних розрахунків
2.4. Методика визначення КМПП з урахуванням структурної формули речовини	<p>1. Записується структурна формула речовини</p> <p>2. Визначаються характерні структурні групи та їх кількість</p> <p>3. Визначається показника <math>h_s</math> для нижньої та вищої КМПП.</p> <p>4. Визначаються КМПП за формулою: <math>\varphi_{н}^0 = \frac{100}{\sum_{s=1}^s h_s m_s}, \%</math></p> <p>де <math>h_s</math> - вклад s-тої структурної групи у концентраційні межі поширення полум'я, <math>m_s</math> - число s-тої структурної групи у хімічній формулі речовини;</p>	Викладач допомагає визначити показники по таблицям для виконання індивідуальної розрахункової роботи
2.5. Методика розрахунку масових КМПП	<p>Для визначення масових КМПП проводять перерахунок об'ємних КМПП та концентрацій у масові по формулі: <math>\varphi_{пр}^0 = 10M \frac{\varphi_{пр}^0}{V_t}, \frac{г}{м^3},</math></p>	
2.6. Для суміші речовин	$\varphi_{м\ сум.}^0 = \frac{\sum \varphi_i^0}{\sum \frac{\varphi_i^0}{\varphi_{м i}^0}}$	
3. Рішення задач. Методика перша	<p>Розрахувати об'ємні КМПП при стандартних умовах для октану</p> <p>1. Теплота згоряння октану 227760 кДж/м<sup>3</sup></p> <p>2. НКМПП = 100*1830/227760=0.803 %</p>	Теплоту згоряння визначають по довіднику.
Методика друга	<p>1. Записується структурна формула речовини: <math>CH_3(CH_2)_6 CH_3</math></p> <p>2. Визначається кількість хімічних елементів у горючої речовині C= 8                      H= 16</p> <p>3. Визначається значення показника <math>h_i</math> для нижньої КМПП по табл. №4 МВ: <math>h_c = 9.134; h_H = 2.612; h_f = 0.0246</math></p> <p>4. Визначається теплота утворення речовини <math>\Delta H_f^0 = -208.59</math> кДж/моль</p> <p>5. Визначаються НКМПП <math>\varphi_{н}^0 = 100 / (1 + 0.0246 * (-208.59) + 8 * 9.134 + 16 * 2.612) = 0.903 \%</math></p>	Теплоту утворення визначають по довіднику Викладач допомагає знайти показники енергетичних вкладів та теплоти утворення

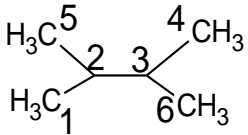
<p>Задача 2. Розрахувати об'ємні та масові КМПП при стандартних умовах для ацето-пропилового ефіру, межі безпечних концентрацій по апроксимаційній формулі</p>	<p>1. Складаємо рівняння реакції горіння <math>\beta = 6.5</math>  2. визначаємо константи рівнянь: НКМПП <math>a = 8.684</math> <math>b = 4.769</math>  ВКМПП <math>a = 1.55</math> <math>b = 0.56</math>  3. Визначаємо об'ємні КМПП*  НКМПП <math>\varphi_{\text{н}}^0 = 100 / (8.684 * 6.5 + 4.769) = 1.63 \%</math>;  ВКМПП <math>\varphi_{\text{в}}^0 = 100 / (1.55 * 6.5 + 0.546) = 9.42 \%</math>  4. Визначаємо масові КМПП  Молярна маса <math>M = 8 * 12 + 10 + 2 * 16 = 138</math> кг/моль  Молярний об'єм <math>24</math> м<sup>3</sup>/кмоль  НКМПП <math>\varphi'_{\text{н}} = 1.63 * 10 * 138 / 24 = 93.725</math> г/м<sup>3</sup>  ВКМПП <math>\varphi'_{\text{в}} = 9.42 * 10 * 138 / 24 = 541</math> г/м<sup>3</sup>  5. Визначаємо межі безпечних концентрацій  НБМК <math>\varphi_{\text{н.без.}}^0 = 0.9 * (1.63 - 0.21) = 1.278 \%</math>;  ВБМК <math>\varphi_{\text{в.без.}}^0 = 1.1 * (9.42 + 0.42) = 10.824 \%</math>.</p>	<p>Задача розв'язується у дошки поетапно. Викладач контролює хід розв'язування задач та викликає наступних студентів</p>
<p>З урахуванням структури речовини</p>	<p>1. Записується структурна формула речовини  2. Визначаються характерні структурні групи та їх кількість  С-С - 3; С-Н - 10; С-О - 2; С=О - 1  3. Визначається значення показника <math>h_s</math> для нижньої та вищої КМПП по таблиці №6 МВ. для виконання індивідуальної розрахункової роботи.  НКМПП ВКМПП : С-С 3.75 -0.84 ; С-Н 4.47 1.39  С-О 0.9 -1.49 ; С=О 3.12 1.31  4. Визначаються КМПП за формулою  НКМПП <math>\varphi_{\text{н}}^0 = 100 / (3 * 3.75 + 10 * 4.47 + 0.9 * 2 + 3.12 * 1) = 1.64 \%</math>;  ВКМПП <math>\varphi_{\text{в}}^0 = 100 / (-3 * 0.84 + 10 * 1.39 - 2 * 1.49 + 1.31) = 10.1 \%</math></p>	
<p>4. Висновок.</p>	<p>Вивчення даної теми має велике практичне значення для робітників охорони праці: 1. для порівняльної оцінки пожежної небезпеки речовин;  2. для визначення небезпеки фактичної концентрації речовин.</p>	<p>Допомогти при формуванні висновку.</p>
<p>Завдання на самопідготовку:</p>	<p>Демидов, Шандыба, Щеглов Стор. 86-107.  Підготувитися до виконання лабораторної роботи</p>	



Практичне заняття № 5  
 РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ САМОСПАЛАХУВАННЯ РЕЧОВИН  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Метод. вказівки																
1. Після привітання, оголосити тему і мету заняття.	Мета даного практичного заняття: визначення ступеню пожежної небезпеки газу за показником $T_{CC}$ , що відповідно до закону <b>"Про правові засади цивільного захисту"</b> <i>"спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків НС"</i> (Р.1., ст.3).																	
2. Усне опитування по темі	1. Які процеси протікають в горючій речовині під час утворення горючої системи? (Перехід в газоподібний стан, активація, сумішоутворення. 2. Які процеси відбуваються в горючій речовині під час нагрівання? (Окислення Г.Р., саморозігрів до $T_{CC}$ , загоряння.) 3. Що називається періодом індукції? 4. Теорії, що пояснюють процес самоспалахування. У чому сутність теорії ланцюгових розгалужених процесів Н.Н.Семенова та теплової теорії самоспалахування? $q(+) = Q_H V_{P.C.} \phi_{OK} \phi_{GR}^k \exp\left(-\frac{E_{акт}}{RT_{CC}}\right)$ $q(-) = \alpha_K S_{ND} (T_{CC} - T_0)$ 5. Що називається температурою самоспалахування, самонагрівання? 6. Фактори, що впливають на температуру самоспалахування: $\phi_{OK}$ , $\phi_{GR}$ , $\phi_{FL}$ , кат., інгібітор, $T_0$ , $\alpha_K$ , $S_{TV}$ , $P$ , $V$ , $Q_H$ .	Викликати слухачів для відповіді з місця. Для графічного зображення залежності $T_{CC}$ від різних факторів.																
3.Значення $T_{CC}$ для забезпечення пожежної безпеки.	За значенням $T_{CC}$ класифікують групи вибухонебезпечних сумішей (ДСТУ 12.1 011-89) і на основі цього визначити клас електрообладнання у виробничих приміщеннях з пожежовибухонебезпечним характером виробництва. Електрообладнання поділяється на 6 температурних класів: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Клас</th> <th style="padding: 5px;"><math>T_{CC}</math> °C</th> <th style="padding: 5px;">Клас</th> <th style="padding: 5px;"><math>T_{CC}</math> °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">T1</td> <td style="padding: 5px;">&gt;450</td> <td style="padding: 5px;">T4</td> <td style="padding: 5px;">135-200</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">T2</td> <td style="padding: 5px;">300-450</td> <td style="padding: 5px;">T5</td> <td style="padding: 5px;">100-135</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">T3</td> <td style="padding: 5px;">200-300</td> <td style="padding: 5px;">T6</td> <td style="padding: 5px;">85-100</td> </tr> </tbody> </table>	Клас	$T_{CC}$ °C	Клас	$T_{CC}$ °C	T1	>450	T4	135-200	T2	300-450	T5	100-135	T3	200-300	T6	85-100	
Клас	$T_{CC}$ °C	Клас	$T_{CC}$ °C															
T1	>450	T4	135-200															
T2	300-450	T5	100-135															
T3	200-300	T6	85-100															
4. Розрахунок	1. Скласти рівняння реакції горіння і визначити $\beta$ .																	

<p>стехіометричної концентрації</p> <p>4.1 Методика визначення стехіометричної концентрації</p>	<p>2. Розрахувати молярну масу речовини.</p> <p>3. Визначити об'ємну стехіометричну концентрацію горючої речовини в повітрі:</p> $\varphi_{СМК}^0 = \frac{100}{1 + \beta \cdot 4,76} \%.; \quad \text{з киснем: } \varphi_{СМК}^0 = \frac{100}{1 + \beta} \%$ <p>4. Визначити масову стехіометричну концентрацію ГР в повітрі:</p> $\varphi'_{СМК} = \frac{1000 \cdot M}{(1 + \beta \cdot 4,76) \cdot V_t} \text{ г/м}^3.; \quad \text{з киснем: } \varphi'_{СМК} = \frac{1000 \cdot M}{(1 + \beta) \cdot V_t} \text{ г/м}^3.$	
<p>4.2. Рішення типової задачі</p>	<p>Визначити об'ємну і масову концентрацію пари ацетону в повітрі при <math>T_{CC}</math>. <math>T_{CC}</math> буде мінімальною при стехіометричній концентрації ГР і окисника</p> <p>1. Складаємо рівняння реакції і визначаємо <math>\beta</math>.</p> $C_3H_6O + 4 \cdot (O_2 + 3,76 N_2) = 3 CO_2 + 3 H_2O + 4 \cdot 3,76 N_2$ <p>2. Визначаємо молярну масу ацетону <math>M = 12 \cdot 3 + 6 \cdot 1 + 16 = 58 \text{ кг/кмоль}</math>.</p> <p>3. Визначаємо об'ємну стехіометричну концентрацію ацетону в повітрі:</p> $\varphi_{СМК}^0 = \frac{100}{1 + 4 \cdot 4,76} = 4,99 \%$ <p>4. Визначаємо масову стехіометричну концентрацію ацетону в повітрі:</p> $\varphi'_{СМК} = \frac{1000 \cdot 58}{(1 + 4 \cdot 4,76) \cdot 22,4} = 129,2 \text{ г/м}^3.$	<p>Викликати слухача до дошки для проведення розрахунків.</p>
<p>5.Розрахунок стандартної <math>T_{CC}</math>.</p> <p>5.1.Методика розрахунку <math>T_{CC}</math>.за середньою довжиною ланцюга</p>	<p>1. Записати структурну формулу речовини.</p> <p>2. Визначити число кінцевих груп в молекулі <math>M</math>.</p> <p>3. Визначити число ланцюгів за формулою: <math>m = \frac{M(M - 1)}{2}</math></p> <p>4. Визначити довжину і кількість ланцюгів однакової довжини <math>l_i</math> та <math>n_i</math>.</p> <p>5. Розрахувати середню довжину ланцюга по формулі: <math>l_{сер} = \frac{\sum l_i n_i}{m}</math></p> <p>6. По таблиці визначити <math>T_{CC}</math>. по <math>l_{сер}</math>.</p> <p>7. Визначити робочу (безпечну) температуру <math>T_{РАБ} = 0,8 \cdot T_{CC}</math>.</p>	<p>Задиктувати методику визначення <math>T_{CC}</math>.</p>
<p>5.2.Рішення типової</p>	<p>Розрахувати стандартну <math>T_{CC}</math>. 2,3-диметилбутану (<math>C_6H_{14}</math>), порівняти отримане</p>	

задачі	<p>значення з експериментальним (693 °K)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Записати структурну формулу речовини.</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>Визначити число кінцевих груп в молекулі <math>M = 4</math> (<math>-CH_3</math>).</li> <li>Визначити число ланцюгів за формулою: <math>m = \frac{4(4-1)}{2} = 6</math></li> <li>Визначити довжину і кількість ланцюгів однакової довжини.  <math>(l=4) 1-2-3-4; 1-2-3-6; 5-2-3-4; 5-2-3-6; (n=4)</math>  <math>(l=3) 1-2-5; 4-3-6 (n=2)</math></li> <li>Розрахувати середню довжину ланцюга по формулі: <math>l_{cp} = \frac{4 \cdot 4 + 3 \cdot 2}{6} = 3,7</math></li> <li>По таблиці визначаємо <math>T_{CC} = .</math></li> <li>Визначаємо робочу (безпечну) температуру <math>T_{РАБ} = 0,8 * T_{CC}.</math></li> </ol>	
5.3.Методика розрахунку $T_{CC}$ для похідних алканів.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Визначити <math>T_{CC}</math> для вуглеводню, що є основою похідної речовини.  Визначити константи <math>a</math> і <math>b</math> для перерахунку <math>T_{CC}</math> алкану у <math>T_{CC}</math> похідної по формулі  <math display="block">T_{cc} = aT_{cc}^{алк} + b</math> табл. 2.13 (Баратов и др. Пожарная опасность взрывобезопасность ст. 56)</li> </ol>	
6. Зробити підсумок, оголосити оцінки, видати завдання на самопідготовку.	<p>Завдання на самопідготовку:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Демидов,. Шандыба, Щеглов стр. 33 – 38.</li> <li>Розрахувати <math>T_{CC}</math> ізомерів гексану.</li> </ol>	

Практичне заняття № 6  
 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛООВОГО САМОЗАЙМАННЯ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Назвати тему ПЗ, його мету. Об'явити порядок проведення заняття. Нагадати, що відповідно до закону "Про правові засади цивільного захисту" діяльність служби цивільного захисту "спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій" (Р.1., ст.3).	Після привітання оголосити тему і мету заняття.
2. Провести контроль знань по вивчених раніше матеріалах	Питання: 1. Самозаймання: визначення, сутність процесу 2. Відмінність самозаймання від самоспалахування 3. Фактори, що впливають на процес самозаймання. Найбільшим чином впливають такі фактори, як: - Теплотворна здатність горючої речовини (величина теплового ефекту екзотермічних процесів); - Початкова температура середовища (самозаймання проходить при температурі навколишнього середовища не менше 10 С); - Коефіцієнт теплопровідності; - Площа контакту з окислювачем; - Умови акумуляції тепла. 4. Класифікація процесів самозаймання, їх характеристика. 5. Сутність, умови виникнення теплового СЗ.	Викликати з місця слухача. У разі неповної відповіді, залучити інших слухачів
3. Розрахунок параметрів самозаймання.	Методика визначення температури самонагрівання речовин.	Задиктувати методику.
3.1.	1. Визначити питому поверхню тепловіддачі по формулі : $S_{\text{пит}} = \frac{S_{\text{пов}}}{V}$ ; м <sup>-1</sup>	

	<p>питома поверхня паралелпіпеду <math>S_{\text{пит}} = 2 \cdot \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right)</math>, м<sup>-1</sup>;</p> <p>циліндру <math>S_{\text{пит}} = 2 \cdot \frac{H+R}{HR}</math>, м<sup>-1</sup>; конусу <math>S_{\text{пит}} = 3 \cdot \frac{R + \sqrt{H^2 + R^2}}{HR}</math>, м<sup>-1</sup>.</p> <p>2. Визначити емпіричні константи: <math>A_p</math>, <math>A_6</math>, <math>n_p</math>, <math>n_6</math> по довідниковій літературі.</p> <p>3. Визначити температуру самонагрівання <math>\lg t_{\text{сн}} = A_p + n_p \cdot \lg S_{\text{пит}}</math>, °С</p> <p>4. Визначити час нагрівання матеріалу до самозаймання:</p> $\lg \tau_{\text{інд}} = \frac{A_6 - \lg t_{\text{сн}}}{n_6}$ , годин.	
3.2. Рішення типової задачі.	<p>Визначити температуру самонагрівання і час нагріву до самозаймання контейнера з бавовною розмірами 2х1,5х2,5 м.</p> <p>1. <math>S_{\text{пит}} = 2 \cdot (1/2 + 1/1,5 + 1/2,5) = 3,14</math></p> <p>2. <math>A_p = 2,018</math> ; <math>A_6 = 2,332</math>; <math>n_p = 0,14</math> ; <math>n_6 = 0,057</math></p> <p>3. <math>\lg t_{\text{сн}} = 2,018 + 0,140 \cdot \lg 3,14 = 2,08</math></p> <p><math>t_{\text{сн}} = 10^{2,08} = 120</math>, °С</p> <p>4. <math>\lg \tau_{\text{інд}} = (2,332 - 2,08) / 0,057 = 4,42</math>; <math>\tau_{\text{інд}} = 10^{4,42} = 26302,7</math> годин = 1093 доби</p> <p>Висновок: при температурі 120 С в прямокутному контейнері (2х1,5х2,5 м) з бавовною виникне самонагрівання, яке приведе до самозаймання через 1093 доби.</p>	Викликати слухача для відповіді.
4. ВИСНОВОК	Вміння визначати параметри самозаймання дозволить розробляти профілактичні заходи із попередження пожеж в результаті самозаймання.	
5. Завдання на самопідготовку.	<p>Розрахувати:</p> <p>1. <math>t_{\text{сн}}</math> і час індукції для контейнера 2*2,5* 1 м з торфоплитой</p>	

Практичне заняття № 7  
 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ХІМІЧНОГО САМОЗАЙМАННЯ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Назвати тему ПЗ, його мету. Об'явити порядок проведення заняття. Нагадати, що відповідно до закону " <b>Про правові засади цивільного захисту</b> " діяльність служби цивільного захисту "спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій" (Р.1., ст.3).	Після привітання оголосити тему і мету заняття.
2. Провести контроль знань по вивчених раніше матеріалах	Питання: 1. Самозаймання: визначення, сутність процесу 2. Відмінність самозаймання від самоспалахування 3. Фактори, що впливають на процес самозаймання. Найбільшим чином впливають такі фактори, як: - Теплотворна здатність горючої речовини (величина теплового ефекту екзотермічних процесів); - Початкова температура середовища (самозаймання проходить при температурі навколишнього середовища не менше 10 С); - Коефіцієнт теплопровідності; - Площа контакту з окислювачем; - Умови акумуляції тепла. 4. Класифікація процесів самозаймання, їх характеристика. 5. Сутність, умови виникнення, види хімічного СЗ. 6. Умови самозаймання при контакті з водою. 7. Самозаймання при взаємодії з киснем повітря. 8. Причини і умови самозаймання жирів та олій.	Викликати з місця слухача. У разі неповної відповіді, залучити інших слухачів
3. Визначення схильності жирів та олій до самозаймання	Йодним числом називається число грамів йоду, що приєднуються за певних умов до 100 г жиру або масла. Визначення йодного числа ґрунтується на спроможності галогенів приєднуватися до сполук із подвійними зв'язками. Чим більше йодне число, тим вище здатність речовини до самозаймання. Речовини, що мають йодне число менше 50, не схильні до самозаймання.	Задиктувати методику

<p>3.1. Методика визначення йодного числа.</p>	<p>1. Встановлюємо вміст ненасичених карбонових кислот у складі олії або жиру %φ і визначаємо кількість ненасичених зв'язків в кожній з них <b>Z</b>.  Якщо водню в молекулі тригліцериду <math>C_3H_5(C_nH_{2n-x}COO)_3</math>  <math>2n+1</math> - подвійних зв'язків немає; <math>2n-1</math> - один подвійний зв'язок  <math>2n-3</math> - два подвійні зв'язки</p> <p>число подвійних зв'язків <math>Z = \frac{x+1}{2}</math></p> <p>2. Розраховуємо молярну масу тригліцериду <math>\mu</math></p> <p>5. Визначаємо складову еквівалентну масу в реакції приєднання йоду до тригліцериду <math>J_{\text{чі}} = \frac{254 \cdot Z \cdot 3 \cdot \% \phi}{\mu_{\text{ГЛ}}}</math>.</p> <p>6. Розраховується йодне число, як сума еквівалентних мас йоду, що вступили в реакцію з кожним з ненасичених тригліцеридів. <math>J_{\text{ч}} = \sum J_{\text{чі}}</math></p>	<p>Визначити методику</p>
<p>4. Рішення типової задачі задач.</p>	<p>Задача: Визначити розрахунком схильність до samozаймання рапсової олії наступного складу:</p> <p>гліцерид ерукової кислоти <math>C_3H_5(C_{21}H_{41}COO)_3</math> - 54%;  гліцерид олеїнової кислоти <math>C_3H_5(C_{17}H_{33}COO)_3</math> - 16%;  гліцерид лінолевої кислоти <math>C_3H_5(C_{17}H_{31}COO)_3</math> - 16%;  гліцерид ліноленової кислоти <math>C_3H_5(C_{17}H_{29}COO)_3</math> - 10%;  гліцерид пальмітинової кислоти <math>C_3H_5(C_{15}H_{31}COO)_3</math> - 4%.</p> <p>1. У відповідності із загальною формулою для насичених карбонових кислот встановили, що до ненасичених відносяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ерукова кислота (<math>C_{21}H_{41}COOH</math>), кількість ненасичених <math>Z=1</math>;</li> <li>- олеїнова кислота (<math>C_{17}H_{33}COOH</math>), кількість ненасичених зв'язків <math>Z=1</math>;</li> <li>- лінолева кислота (<math>C_{17}H_{31}COOH</math>), кількість ненасичених зв'язків <math>Z=-2</math>;</li> <li>- ліноленова кислота (<math>C_{17}H_{29}COOH</math>), кількість ненасичених зв'язків <math>Z= 3</math>;</li> <li>- пальмітинова кислота (<math>C_{15}H_{31}COOH</math>) ненасичених зв'язків немає</li> </ul> <p>2.1 Розраховуємо молярну масу тригліцериду ерукової кислоти <math>C_3H_5(C_{21}H_{41}COO)_3</math>:  <math>nC=22 \cdot 3+3=69</math> <math>nH=41 \cdot 3+5=128</math> <math>nO=2 \cdot 3=6</math> <math>\mu_1=12 \cdot 69+1 \cdot 128+16 \cdot 6=1052</math> г/ моль</p> <p>Визначаємо складову еквівалентну масу йоду тригліцериду</p>	<p>Викликати слухача до дошки для рішення задач</p>

	<p><math display="block">J_{ч1} = \frac{254 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 54}{1052} = 39.11 \text{ г.}</math></p> <p>2.2. Розраховуємо молярну масу тригліцериду олеїнової кислоти  <math>C_3H_5 (C_{17}H_{33}COOH)_3</math>:  <math>nC=18 \cdot 3 + 3 = 57</math> <math>nH=33 \cdot 3 + 5 = 104</math> <math>nO=2 \cdot 3 = 6</math> <math>M1=12 \cdot 57 + 1 \cdot 104 + 16 \cdot 6 = 884</math> г/ моль  Визначаємо складову еквівалентну масу в реакції приєднання йоду до тригліцериду</p> <p><math display="block">J_{ч2} = \frac{254 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 16}{884} = 13.79 \text{ г.}</math></p> <p>2.3. Розраховуємо молярну масу тригліцериду лінолевої кислоти  <math>C_3H_5 (C_{17}H_{31}COOH)_3</math>:  <math>nC=18 \cdot 3 + 3 = 57</math> <math>nH=31 \cdot 3 + 5 = 98</math> <math>nO=2 \cdot 3 = 6</math> <math>M1=12 \cdot 57 + 1 \cdot 98 + 16 \cdot 6 = 878</math> г/ моль  Визначаємо складову еквівалентну масу в реакції приєднання йоду до тригліцериду</p> <p><math display="block">J_{ч3} = \frac{254 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 16}{878} = 27.77 \text{ г.}</math></p> <p>2.4. Розраховуємо молярну масу тригліцериду ліноленової кислоти  <math>C_3H_5 (C_{17}H_{29}COOH)_3</math>:  <math>nC=18 \cdot 3 + 3 = 57</math> <math>nH=29 \cdot 3 + 5 = 92</math> <math>nO=2 \cdot 3 = 6</math> <math>M1=12 \cdot 57 + 1 \cdot 92 + 16 \cdot 6 = 872</math> г/ моль  Визначаємо складову еквівалентну масу в реакції приєднання йоду до тригліцериду</p> <p><math display="block">J_{ч4} = \frac{254 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10}{872} = 26,22 \text{ г.}</math></p> <p>3. Розраховуємо йодне число масла <math>Jч=39,11+13,79+27,77+26,22 = 106,89</math> г.  Висновок: йодне число рапсової олії <math>&gt;50</math>, тому вона схильна до самозаймання.</p>	
4. ВИСНОВОК	Вміння визначати параметри самозаймання дозволить розробляти профілактичні заходи із попередження пожеж в результаті самозаймання.	
5. Завдання на самопідготовку.	Розрахувати йодне число для тригліцериду лінолевої кислоти $C_3H_5(C_{17}H_{33}COO)_3$	



Практичне заняття № 8  
**ВИЗНАЧЕННЯ СПРОМОЖНОСТІ ДО ПІДПАЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ І ФРИКЦІЙНИХ ІСКОР**  
 Методичні вказівки

Дії викладачів	Розглянуті питання	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття.	Черговий доповідає про готовність групи до заняття	Після привітання оголосити тему і мету заняття.
2. Провести контроль знань за матеріалами лекції	<p style="text-align: center;">Питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Умови вимушеного запалення, графічна інтерпретація.</li> <li>2. Відмінність вимушеного запалення від самоспалахування.</li> <li>3. Що називається джерелом запалювання (ДЗ), види ДЗ.</li> <li>4. Механізм запалювання нагрітою поверхнею</li> <li>5. Механізм запалювання електричним розрядом</li> <li>6. Механізм запалювання фрикційними іскрами</li> </ol>	Викликати студента, для відповіді. У випадку неповної відповіді для доповнень і обговорення залучити інших студентів.
3. Визначення спроможності іскор, до підпалювання	При проведенні експертизи пожежі, особливо при визначенні імовірних ДЗ, необхідно знати причини й умови запалення певних речовин тими або іншими тепловими проявами. Спроможність іскор різного походження, до підпалювання, визначають за Держстандартом 12.1.004-91 "Пожежна безпека. Загальні вимоги".	Підкреслити необхідність знання даного матеріалу для робітників ПО.
3.1. Методика визначення спроможності електричних і фрикційних іскор до підпалення	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Визначити параметри запалення горючого матеріалу <math>T_{сс}</math>, <math>W_{min}</math></li> <li>2. Визначити вид іскри і максимальну її температуру.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- іскри електрозварювальних робіт <math>t_p = 4000^{\circ}C</math></li> <li>- іскри коротких замикань <math>t_p = 2500^{\circ}C</math></li> <li>- іскри механічного походження <math>t_p = t_{пл. металу}</math></li> </ul> </li> </ol> <p><math>t_{пл. Fe} = 1539^{\circ}C</math>; <math>t_{пл. сталі} = 1375^{\circ}C</math>; <math>t_{пл. Al} = 660^{\circ}C</math>; <math>t_{пл. Cu} = 1083^{\circ}C</math></p> <p>Для іскор із котельних труб, вихлопних труб двигунів слід враховувати, що пожежонебезпечними можуть бути іскри, якщо при діаметрі 2мм їхня температура становить <math>1000^{\circ}C</math>, 3 мм - <math>800^{\circ}C</math>, 5 мм - <math>600^{\circ}C</math>.</p> <p>При впливі таких джерел запалювання як тліюча цигарка температура знаходиться в межах 320-410 С, час впливу 2-2,5 хвилин, для сигарети 420-460 С, час впливу до 30 хв., сірник, що горить, 620-640 С, час 30-40 секунд.</p>	Дати методику під запис у зошит. Температуру плавлення металів студенти визначають по довіднику
	3. Розрахувати масу іскри, виходячи з її діаметра	Густина металів

	<p>- іскри електрозварювальних робіт - 5мм  - іскри коротких замикань - 3мм  - іскри механічного походження – 0,5 - 1мм</p> $m_i = V_i \cdot \rho_i = 0,524 d_i^3 \rho_i$ $\rho_{Fe} = 7600 \text{ кг/м}^3 \quad \rho_{стали} = 7860 \text{ кг/м}^3 \quad \rho_{Al} = 2550 \text{ кг/м}^3 \quad \rho_{Cu} = 8700 \text{ кг/м}^3$	визначають за довідником
	<p>4. Визначити час польоту іскри: <math>\tau = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{H}{\omega_k} = \frac{H}{0,5 \cdot \sqrt{2gH}}</math></p>	
	<p>5. Визначити час, який іскра знаходиться в розплавленому стані, та час, за який відбудеться кристалізація:</p> $\tau_p = \frac{C_p^{розпл} \cdot m_{иск}}{\alpha S_{иск}} \ln \frac{T_{поч} - T_0}{T_{пл} - T_0} ; \text{ час польоту в розплавленому стані}$ $\tau_{кр} = \frac{m_{иск} \Delta H_{пл}}{\alpha S_{иск} (T_{пл} - T_0)}$ $\alpha = 3,52 \cdot \sqrt{\frac{v_{иск}}{d_{иск}}}, \frac{Вт}{м^2 \cdot К} ; S_{иск} = 3,14 \cdot d_{иск}^2 \quad v_{иск} = 0,5 \cdot \sqrt{2gH}$ <p> <math>\Delta H_{кр Fe} = 277 \text{ кДж/кг} \quad C_p Fe = 0,577 \text{ кДж/(кг*К)}</math>  <math>\Delta H_{кр стали} = 317,7 \text{ кДж/кг} \quad C_p стали = 0,678 \text{ кДж/(кг*К)}</math>  <math>\Delta H_{кр Al} = 397 \text{ кДж/кг} \quad C_p Al = 1,14 \text{ кДж/(кг*К)}</math>  <math>\Delta H_{кр Cu} = 205 \text{ кДж/кг} \quad C_p Cu = 0,456 \text{ кДж/(кг*К)}</math> </p>	$V_k = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$ <p><b>(d = 0,5мм)</b></p> $= 0,0654 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$
	<p>6. Визначити температуру іскри, якщо:</p> <p>при <math>\tau &lt; \tau_p</math> <math>T_{искр} = T_0 + (T_{поч} - T_0) \cdot \exp\left(\frac{-\tau \cdot \alpha \cdot S_{искр}}{C_p^{розпл} \cdot m_{искр}}\right)</math></p> <p>при <math>\tau &gt; \tau_p</math> <math>T_{искр} = T_{плавл}</math></p> <p>при <math>\tau &gt; \tau_{кр}</math> <math>T_{искр} = T_0 + (T_{пл} - T_0) \exp\left(\frac{(\tau - \tau_{кр}) \alpha S_{искр}}{C_p^{ТВ} m_{искр}}\right)</math></p>	<p>Теплоємність і теплоту плавлення металів студенти визначають по довіднику</p>

	7. Визначити кількість тепла, що виділяється при охолодженні іскри $W_i = m_i * C_p * (t_i - t_{cc})$	
	6. Зробити висновок про можливість запалення матеріалу, якщо: $W_i < W_{min}$ - запалювання не можливо: $W_i > W_{min}$ - запалювання можливо.	
3.2. Рішення типової задачі Умова задачі:	<p>Визначити можливість запалювання сіна при короткому замкненні алюмінієвих дротів, що проходять на висоті 2 м.</p> <p>Рішення:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>t_{cc} = 180 \text{ C}</math> <math>W_{min} = 260 \text{ мДж}</math></li> <li><math>t_i = 2500 \text{ C}</math> <math>d_i = 3 \text{ мм}</math></li> <li><math>m_i = 0,524 * 27 * 10^{-9} * 2550 = 3,6 * 10^{-5} \text{ кг.}</math></li> <li><math>\tau_{пол} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{10}} = 0,6 \text{ с}</math></li> <li><math>v_{иск} = 0,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} = 3,16 \text{ м/с}</math></li> </ol> $\alpha = 3,52 \sqrt{\frac{3,16}{3 * 10^{-3}}} = 114,2$ $S_{иск} = 3,14 * 9 * 10^{-6} = 28 * 10^{-6} \text{ м}^2$ $\tau_p = \frac{1140 * 3,6 * 10^{-5}}{114,2 * 28 * 10^{-6}} \ln \frac{2500 - 20}{660 - 20} = 17,3 \text{ с}$ <ol style="list-style-type: none"> <li><math>T_{иск} = 293 + 2480 \exp(-0,6 * 114,2 * 7 * 10^{-6} / (1140 * 3,6 * 10^{-5})) = 2744 \text{ K} = 2471 \text{ °C}</math></li> <li><math>W_i = 3,6 * 10^{-5} * 1,14 * (2471 - 180) = 94 * 10^{-3} \text{ кДж} = 94 \text{ Дж}</math></li> <li><math>94 \text{ Дж} &gt; 0,26 \text{ Дж}</math> - запалення можливо.</li> </ol>	Викликати студента для рішення задачі.
Завдання на самопідготовку	<ol style="list-style-type: none"> <li>Демидов, Шандиба, Щеглов. Горіння і властивості горючих речовин стор.42-64;</li> <li>Демидов, Саушев. Горіння і властивості горючих речовин стор. 70-94.</li> </ol>	

Практичне заняття № 9  
 РОЗРАХУНОК МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ ПРИ ВИБУХУ  
 Методичні вказівки

Дії викладачів	Розглянуті питання	Вказівки
1. Організаційна частина заняття	Черговий докладає про готовність групи до заняття	Оголосити тему і мету заняття.
2.Провести перевірку знань по матеріалам лекції	Питання: 1. Яке горіння називається 'кінетичним' 2. Види кінетичного горіння. Відзнаки дефлаграційного та детонаційного горіння. 3.Закономірності розповсюдження кінетичного горіння газів 4. Суть теплової теорії поширення кінетичного дефлаграційного полум'я. 5. Суть дифузійної теорії поширення полум'я. Умови протікання ланцюгових хімічних реакції, розподіл активних центрів реакції у фронті полум'я. 6.Структура фронту полум'я. Покажіть закономірності зміни температури та концентрації горючого у фронті полум'я. Загальні характеристики фронту полум'я. 7. Перехід дефлаграційного горіння в детонаційне 8. Тиск при вибуху, фактори, що впливають на максимальний тиск при вибуху.	Нагадати матеріал лекції
3. Розрахунок максимального тиску при вибуху	МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ ВИБУХУ 1. Складається рівняння реакції горіння 2. Визначити число молей горючої суміші: 3. Визначити число молей продуктів згоряння 4. Визначити нижчу теплоту згоряння речовини $Q_v = \left  \sum \Delta H_{\text{ff}}^{\circ} \nu_{\text{f}} - \Delta H_{\text{gr}}^{\circ} \right $ , кДж/моль, 5. Визначити внутрішню енергію вибухової суміші $U_{\text{виб}}$ при початковій темп. $U_{\text{виб}} = Q_v + RT\Delta n$ . кДж/моль, де $R$ – універсальна газова стала, $R = 8,314 \cdot 10^{-3}$ кДж/(моль*К); $T$ - температура початкової суміші, К; $\Delta n$ - різниця між числом молів продуктів горіння та початкової суміші $n_{\text{поч}}$ , $\Delta n = \sum n_{\text{пр}} - \sum n_{\text{поч}}$ моль/моль 6. Визначити середню енергію продуктів вибуху $U_{\text{ср}}$ $U_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{виб}}}{n_{\text{пр}}}$ , кДж/моль;	Задиктувати методику та вирішити задачу

	<p>7. Орієнтуючись на внутрішню енергію азоту (приравнюючи ентальпію продуктів горіння ентальпії азоту), визначити температуру вибуху <math>T_1</math> у першому наближенні.</p> <p>8. Визначити енергію продуктів вибуху <math>U_{\text{пр1}}</math> при температурі <math>T_1</math>.</p> $U_{\text{пр1}} = \sum U_i^{T_1} n_{\text{прі}} \quad \text{кДж/моль}$ <p>9. Визначити температуру вибуху, в другому наближенні, виходячи з того, що друге значення <math>T_2</math> повинно бути меншим, якщо енергія продуктів вибуху <math>U_{\text{пр1}}</math> більша за внутрішню енергію продуктів вибуху <math>U_{\text{виб}}</math> або більшим, якщо внутрішня енергія продуктів вибуху менша за енергію продуктів вибуху.</p> <p>10. Визначити енергію продуктів вибуху <math>U_{\text{пр2}}</math> при температурі <math>T_2</math>.</p> $U_{\text{пр2}} = \sum U_i^{T_2} n_{\text{прі}} \quad \text{кДж/моль}$ <p>11. Визначити адіабатичну температуру вибуху методом лінійної інтерполяції</p> $T_{\text{виб}} = T_1 + \frac{(T_2 - T_1)(U_{\text{виб}} - U_{\text{пр1}})}{(U_{\text{пр2}} - U_{\text{пр1}})}, \text{ К};$ <p>12. Визначити максимальний тиск при вибуху за формулою:</p> $P_{\text{max}} = \frac{P_0 n_{\text{пр}}^0 T_{\text{виб}}}{n_{\text{вих}} T_0}, \text{ кПа}$ <p>де <math>P_{\text{виб}}</math> - максимальний тиск при вибуху, кПа;  <math>P_0</math> - початковий тиск горючої суміші, кПа;  <math>T_{\text{виб}}</math> - максимальна температура при адіабатичному згорянні суміші при постійному об'ємі, К;  <math>T_0</math> - початкова температура, К;  <math>n_{\text{пр}}^0</math> - число молів продуктів реакції горіння, моль/моль;  <math>n_{\text{вих}}</math> - число молів горючої суміші, моль/моль.</p>	<p>Внутрішня енергія продуктів вибуху визначається за таблицею.</p>
<p>4. Розв'язування задач</p>	<p>Задача Провести розрахунок максимального тиску вибуху пари оцтової кислоти</p> <p>1. Складається рівняння реакції горіння</p> $C_2H_4O_2 + 2(O_2 + 3.76N_2) = 2CO_2 + 2H_2O + 2 * 3.76N_2 : \beta = 2$ <p>2. Визначити питомих теоретичне число молів повітря</p> $n^0_{\text{п}} = 2 * 4.76 = 9.52 \text{ моль/ моль}$	<p>Викликати студента та організувати рішення задачі на місцях. Допомогти у визначенні</p>

	<p>3. Визначити питоме теоретичне число молів продуктів згорання  <math display="block">n^{\circ}_{\text{пр}} = 2+2+2*3.76=11.52 \text{ моль/ моль}</math></p> <p>4. Визначити нижчу теплоту згорання речовини  <math display="block">Q_H = 2*394+2*242-399.82=872.18 \text{ кДж/ моль}</math></p> <p>5. Визначити внутрішню енергію вибухової суміші <math>U_{\text{виб}}</math> за початкової темп-ри.  <math display="block">U_{\text{виб}} = Q_H + \Delta nRT_o = 872.18+(11.52-9.52)*8.134*1e-3*293=876.95, \text{ кДж/м}^3;</math></p> <p>6. Визначити середню енергію продуктів вибуху <math>U_{\text{ср}}</math>  <math display="block">U_{\text{ср}} = 876.95/11.52=76.12 \text{ кДж/ моль}</math></p> <p>7. Орієнтуючись на внутрішню енергію азоту, визначити температуру вибуху <math>T_1</math> у першому наближенні. <math>T_1 = 2600 \text{ К}</math></p> <p>8. Визначити енергію продуктів вибуху <math>U_1</math> при температурі <math>T_1</math>.  <math display="block">U_1 = 116,19*2+93,95*2+2*3,76*65,44=912,4 \text{ кДж/ моль}</math></p> <p>9. Визначити температуру вибуху, в другому наближенні <math>T_2 = 2400</math></p> <p>10. Визначити енергію продуктів вибуху <math>U_2</math> при температурі <math>T_2</math>.  <math display="block">U_2 = 105,54*2+84,64*2+2*3,76*59,09=824,7</math></p> <p>11. Визначити адіабатичну температуру вибуху методом лінійної інтерполяції.  <math display="block">T_{\text{виб}} = 2600 + \frac{(2600 - 2400) \cdot (876,95 - 912,39)}{(824,7 - 912,4)} = 2519 \text{ К}</math></p> <p>Визначити максимальний тиск при вибуху  <math display="block">P_{\text{max}} = \frac{101.3 * 2519.2 * 11.52}{293 * 9.52} = 1057.6, \text{ кПа}</math></p>	параметрів по довідникам
5. Висновок	<p>Вивчення даної теми має велике практичне значення:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. для порівняльної оцінки пожежної небезпеки речовин;</li> <li>2. для визначення небезпеки фактичної концентрації речовин.</li> </ol>	
6. Завдання на самопідготовку	<p>Демидов, Шандыба, Щеглов Стор. 86-107.  Підготуватися до виконання лабораторної роботи</p>	

Практичне заняття № 10  
 РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ МЕЖ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я ТА ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ  
 Методичні вказівки

Дії викладачів	Розглянуті питання	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття.	Черговий доповідає про готовність групи до заняття	Після вітання оголосити тему і мету заняття.
2.Провести перевірку знань слухачів	<p style="text-align: center;">Питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Що розуміють за випаровування рідини?</li> <li>2.Фактори, що впливають на випаровування, Рівняння Клапейрона - Клаузіуса.</li> <li>3. Що таке насичена пара, умови утворення насиченої пари.</li> <li>4. Тиск насиченої пари, фактори, що впливають на тиск насиченої пари.</li> <li>5. Температурні межі ПП, їх взаємозв'язок з КМПП.</li> <li>6. Випаровування рідини у відкритий простір</li> <li>7. Чим відрізняється випаровування в відкритий та закритий Залежність концентрації пари від ступеня віддаленості від поверхні рідини.</li> <li>8. При яких умовах відбудеться запалення пари рідині? Що називається температурою спалаху ?</li> </ol>	Викликати слухачів для відповіді, при слабких відповідях організувати дискусію оцінку виставити у
3. Визначення ТМПП для простих рідин  3.1 Визначення ТМПП по константам Антуана	<p>ТМПП визначаються по загальної формулі <math display="block">t_{н(в)} = \frac{В}{А - \lg\left(\frac{P_{заг}}{100} \varphi_{н(в)}\right)} - C_a</math></p> <p>де А, В, С<sub>а</sub> - емпіричні константи, які визначаються для кожної рідини по таблицям (табл. додатку), t - температура рідини, °С.</p> <p>Слід зазначити, що у різних довідниках константи Антуана наводяться в залежності від тиску, вираженого як в мм.рт.ст. так і в кПа.</p> <p>При переводі величин із одних одиниць у другі константи В і С<sub>а</sub> залишаються незмінними а <math>A(кПа) = A(мм.рт.ст.) - 0.875</math>. Значення тиску, отримані при розв'язуванні задач у мм.рт.ст. можна перевести у кПа таким чином: <math>P(кПа) = P(мм.рт.ст.) * 0.133</math></p>	Задиктувати методики Слухачи записують методику та рішення задач
3.2. Визначення	Для багатьох поширених горючих рідин тиск насиченої пари визначено для	

<p>ТМПП методом лінійної інтерполяції</p>	<p>цілого ряду температур і наведено в довідниках у вигляді таблиць. Необхідно знайти в таблиці найближче менше(<math>t_1</math>) та найближче більше(<math>t_2</math>) значення температур від заданої в умові задачі температури(<math>t_x</math>), а також тиск насиченої пари, що їм відповідає <math>P_1</math> та <math>P_2</math>. Зробивши підстановку у формулу</p> $P_x = P_1 + ((t_x - t_1)(P_2 - P_1)) / (t_2 - t_1)$ <p>отримаємо значення тиску насиченої пари рідини при заданій температурі. Температурні МПП визначаються по загальної формулі</p> $t_m = t_1 + ((P_m - P_1)(t_2 - t_1)) / (P_2 - P_1)$	
<p>3.3. Визначення ТМПП використанням номограм</p>	<p>Це найбільш зручний метод у практичній роботі. В середині номограми наведена шкала пружності пари, загальна для всіх рідин. По бокам розташовані шкали температур (ліва - по гексану, права - по воді). Кожній рідині на номограмі відповідає своя точка; пряма, що через неї проходить, перетинає шкали температури та тиску пари і показує, яка пружність пари при даній температурі.</p>	<p>Викладач показує методу використання номограм</p>
<p>3.4. Визначення ТМПП та <math>T_{сп}</math> по структурі</p>	<p>Враховуючі температуру кипіння рідини та структуру рідини можна визначити ТМПП по формулі</p> $t_{н(в)} = a_0 + a_1 \cdot t_{кип} + \sum a_j \cdot I_j$ <p>Для НТМПП <math>a_0 = -62.4</math> <math>a_1 = 0.655</math>  Для ВТМПП <math>a_0 = -41.43</math> <math>a_1 = 0.723</math>  Для <math>T_{сп}</math> <math>a_0 = -73.14</math> <math>a_1 = 0.659</math>  Константи <math>a_j</math> визначаються із таблиць.</p>	<p>Звернути увагу на стенд, що розташовано у лабораторії</p>
<p>3.5. Визначення ТМПП по константам гомологічного ряду</p>	<p>Для деяких класів речовин можна встановити ТМПП по константам гомологічного ряду</p> $t_m = k \cdot t_{кип} - l$ <p>де <math>k</math> і <math>l</math> емпіричні константи</p>	
<p>3.6. Визначення ПВНБ для суміші рідин.</p>	<p>Тиск насиченої пари частково розчинних і нерозчинних одна в одній рідин визначається як сума тиску компонентів суміші: <math>P_{сум} = \sum P_i</math>. Розрахунок тиску насиченої пари для сумішей розчинних одна в одній рідин проводиться по формулі: <math>P_{сум} = \sum P_i \cdot r_i</math> де <math>r_i</math> - мольна частка і-го компонента.</p>	



	<p>Фактична концентрація пари визначається як: <math>\varphi_{\text{факт}}^0 = 100 \frac{P_{\text{н.п.}}}{P_{\text{заг}}}</math></p> <p>Виходячи з цього, можна визначити ступінь пожежовибухонебезпеки насиченої пари при будь-якому тиску або відповідній температурі.</p>	
<p>Рішення задач Задача 1.</p>	<p>Визначити ступінь небезпеки насиченої пари бутилового спирту <math>C_4H_{10}O</math> при температурі <math>35^\circ C</math> та нормальному атмосферному тиску.</p> <p>1. Із довідників знаходимо температуру кипіння <math>C_4H_{10}O</math> (<math>t_{\text{кип}} = 117,9^\circ C</math>).</p> <p>2. По таблиці додатку визначаємо константи <math>k</math> і <math>l</math>:  <math>k =</math> для НТМПП 0.5746 для ВТМПП 0.6928  <math>l =</math> 33.7 15.0</p> <p>3. Знаходимо ТМПП по формулі : <math>t_n = 0.5746 * 117.9 - 33.7 = 34.0^\circ C</math>  <math>t_b = 0.6928 * 117.9 - 15.0 = 66.7^\circ C</math></p> <p>4. По формулам знаходимо безпечні ТМПП: <math>t_{\text{нбез}} = 0,9(34 - 10.5) = 21,2^\circ C</math>  <math>t_{\text{вбез}} = 1,1(66,7 + 10.5) = 85,6^\circ C</math></p> <p>Горюча пара має вибухонебезпечну концентрацію.</p>	<p>Викликати слухача та організувати рішення задачі на місцях Оказати допомогу у визначенні параметрів по довідникам Виставити оцінку</p>
<p>Задача 2.</p>	<p>Визначити ступінь небезпеки толуолу при стандартних умовах (<math>t = 20^\circ C</math>, <math>P_{\text{заг}} = 101,3</math> кПа), використовуючи <b>константи Антуана</b> та метод лінійної інтерполяції.</p> <p>1. Визначаємо по довідникам КМПП для толуолу: <math>\varphi_n^0 = 1,2\%</math>, <math>\varphi_b^0 = 6,8\%</math>.</p> <p>2. Знаходимо константи Антуана по таблиці додатку:  <math>A = 6.050</math>; <math>B = 1328,171</math>; <math>C_a = 217,71</math>.</p> <p>3. Визначаємо НТМПП для толуолу по формулі :</p> $t_n = \frac{1328.171}{6.050 - \lg\left(\frac{101.3}{100} * 1.2\right)} - 217.71 = 4.8^\circ C$ <p>Розрахунок ВТМПП проводимо з використанням <b>методу лінійної інтерполяції</b>.</p> <p>4. Знаходимо тиск насиченої пари на ВТМПП по формулі :  <math>P_{\text{нп}} = 6,8 * 101.3 / 100 = 6,9</math> кПа</p> <p>5. Визначаємо найближчі до отриманого значення тиску <math>P_1</math> (ліворуч) і <math>P_2</math> (праворуч) та відповідні їм температури по таблиці додатку:  <math>P_1 = 5,3329</math> кПа; <math>t_1 = 31,8</math> C</p>	<p>Визвати слухача для продовження розрахунків Виставити оцінку</p>

	$P_2 = 13,332 \text{ кПа}; \quad t_2 = 51,9 \text{ C}$ <p>6. Знаходимо ВТМПП для толуолу по формулі:</p> $t_B = 31,8 + \frac{(6,9 - 5,333)(51,9 - 31,8)}{13,332 - 5,3329} = 35,7 \text{ C}$ <p>Висновок: При заданих умовах пара толуолу у вибухонебезпечній концентрації.</p>																	
Задача 3.	<p>Визначити ТМПП для етиленгліколю та встановити робочі температури технологічного процесу при його виробництві.</p> <p>1. По довідникам знаходимо температуру кипіння етиленгліколю (<math>t_{\text{кип}} = 197,8 \text{ C}</math>).</p> <p>2. Визначаємо, які види міжатомних зв'язків мають місце у структурній формулі етиленгліколю та їх кількість.</p> <p>3. Для кожного виду зв'язків по таблиці додатку знаходимо значення коефіцієнту</p> <table border="0"> <tr> <td>C-H-</td> <td>1</td> <td>- 0.009</td> <td>0.570</td> <td>C-O</td> <td>2</td> <td>0.110</td> <td>1.267</td> </tr> <tr> <td>C-C -</td> <td>4</td> <td>- 0.909</td> <td>-1.158</td> <td>O-H</td> <td>2</td> <td>19.75</td> <td>17.80</td> </tr> </table> <p>4. По формулі знаходимо ТМПП.</p> $t_H = -62,46 + 0,655 * 197,8 + (-0,009)1 + (-0,909)4 + 0,110 * 2 + 19,75 * 2 = 103,2 \text{ } ^\circ \text{ C.}$ $t_B = -41,43 + 0,723 * 197,8 + 0,570 + (-1,158)4 + 1,267 * 2 + 17,80 * 2 = 135,65 \text{ } ^\circ \text{ C.}$ <p>5. Знаходимо безпечні ТМПП:</p> $t_{\text{НБ}} = 0,9(103,2 - 10,5) = 83,4 \text{ } ^\circ \text{ C}$ $t_{\text{ВБ}} = 1,1(135,65 + 10,5) = 160,8 \text{ } ^\circ \text{ C}$ <p>Висновок: Робочими температурами технологічного процесу можна вважати температури нижчі за <math>83 \text{ } ^\circ \text{ C}</math> та вищі за <math>160,8 \text{ } ^\circ \text{ C}</math>.</p>	C-H-	1	- 0.009	0.570	C-O	2	0.110	1.267	C-C -	4	- 0.909	-1.158	O-H	2	19.75	17.80	<p>Викликати слухача та організувати рішення задачі на місцях</p> <p>Виставити оцінку</p>
C-H-	1	- 0.009	0.570	C-O	2	0.110	1.267											
C-C -	4	- 0.909	-1.158	O-H	2	19.75	17.80											
Підведення підсумків заняття	<p>5. ВИСНОВОК. Вивчення даної теми має велике практичне значення для робітників цивільного захисту</p> <p>1) для порівняльної оцінки пожежної небезпеки горючих рідин;</p> <p>2) для визначення небезпеки фактичної концентрації рідини.</p>																	

Практичне заняття № 11  
ОСОБЛИВОСТІ ГОРІННЯ ТВЕРДИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ  
Методичні вказівки

Дії викладачів	Розглянуті питання	Методичні вказівки
Організаційна частина заняття	Метою даної лабораторної роботи є визначення лінійної швидкості згоряння ТГМ, що відповідно до закону <b>"Про правові засади цивільного захисту"</b> <i>"спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій"</i> (Р.1., ст.3).	Після привітання оголосити тему і мету заняття. Викликати дошки студента для доповіді по питанню
1. Загальні закономірності горіння ТГМ.	<i>Основне запитання:</i> Загальні закономірності горіння твердих горючих матеріалів <i>Допоміжні запитання:</i> 1. Класифікація твердих горючих матеріалів по хімічному складу 2. Класифікація твердих горючих матеріалів по поведженню при нагріванні:	Після оголошення питання залучити студентів до обговорення викладеного матеріалу.
	<i>Основне запитання:</i> Особливості запалення твердих горючих матеріалів <i>Допоміжні запитання:</i> 1. Які підготовчі процеси проходять при запаленні ТГМ 1 та 2 роду; 2. Який вид горіння характерний при горінні ТГМ 1 та 2 роду; 3. Яка різниця і у чому схожі запалення ТГМ та горючих рідин.	Викликати студента для більш повного аналізу умов горіння ТГМ у порівнянні з газами і рідинами
	<i>Основне запитання:</i> Які перетворення відбуваються з ТГМ при впливі джерела запалення. <i>Допоміжні запитання:</i> 1. Які перетворення відбуваються з ТГМ 1 роду; 2. Які перетворення відбуваються з ТГМ 2 роду; 3. Чим відрізняється розклад твердої речовини та її сублімація; 4. При якій концентрації пари над поверхнею ТГМ відбудеться їх запалення. 6. Самозапалювання з наступним горінням.	Вислухавши думки студентів, уточнити процеси, що протікають при утворенні горючої суміші
	<i>Основне запитання:</i> Залежність часу теплового впливу і виходу летких продуктів розкладання від потужності джерела запалення.	
2. Відмінні риси горіння матеріалів, що містять	<i>Основне запитання:</i> Горіння матеріалів, що містять целюлозу <i>Допоміжні запитання:</i> 1. Які зони є у глибині матеріалу при його горінні; 2. Яким чином поступає енергія на поверхню матеріалу при його горінні; 3. Яким чином протікає горіння у випадку, якщо горіння проходить без	Провести дискусію з студентами про розуміння ними процесів, що протікають при виникненні

целюлозу	утворення вуглецевого шару; 4. Який вплив на процес горіння оказує вуглецевий шар на процес горіння	і розвитку горіння деревини
	<i>Основне запитання</i> : Механізм процесу перевуглення. <i>Допоміжні запитання</i> : 1. На які стадії розподіляється процес перевуглення; 2. Чому при перевугленні відбувається гомогенне горіння над деревини.	Записати на дошці рівняння реакцій перевуглення
	<i>Основне запитання</i> : Фактори, що впливають на швидкість поширення горіння по поверхні ТГМ. <i>Допоміжні запитання</i> : 1. Вид матеріалу, його теплофізичні властивості; 2. Початкова температура матеріалу; 3. Вологість; 4. Геометричні розміри матеріалу (форма, дисперсність); 5. Орієнтація матеріалу в просторі; 6. Швидкість і напрямок повітряних потоків. 7. Потужність джерела запалення.	Уточнити чинники, що впливають на швидкість поширення полум'я по поверхні ТГМ.
	<i>Основне запитання</i> : Тління, зони ТГМ при даному виді горіння <i>Допоміжні запитання</i> : 1. Які зони є при протіканні процесу тління ; 2. Яка основна різниця між гетерогенним горінням вуглецевого залишку та процесом тління; 3. До яких наслідків може привести піроліз; 4. Умови переходу тління у гомогенне дифузійне горіння	Допомогти студентам розібратися в сутності тління і його відмінності від гетерогенного горіння.
3. Горіння полімерних матеріалів	<i>Основне запитання</i> : Високомолекулярні сполуки. Класифікація полімерів <i>Допоміжні запитання</i> : 1. Як залежать властивості полімерів від їх будови; 2. Як залежить поведінка при нагріванні полімерних матеріалів від їх будови; 3. Що таке термопластичні та термореактивні полімерні матеріали.	Звернути увагу студентів на особливості горіння полімерів із різноманітною структурою. Зав'язати дискусію з цього питання.
	<i>Основне запитання</i> : 1. Особливості горіння пластмас на основі термопластів; 2. Особливості горіння термореактивних полімерів. <i>Допоміжні запитання</i> : 1. Для яких полімерів характерно тільки гомогенне горіння; 2. Що таке краплі падіння; 3. Які продукти знаходяться у продуктах горіння полімерів.	Продемонструвати горіння зразків полімерів різноманітної структури. Акцентувати увагу студентів на токсичність продуктів розкладання

		полімерів
	<p><i>Основне запитання:</i> .Способи зниження горючості полімерів</p> <p>Для зниження горючості полімерів застосовують такі основні напрямки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введення у склад пластмас негорючих наповнювачів, що при нагріванні збагачують газову фазу негорючими речовинами (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, HCl).</li> <li>2. Введення антипіренів;</li> <li>3. Введення речовин, які при нагріванні утворюють на поверхні негорючу плівку (борна кислота, бура, фосфати)</li> <li>4. Зміна механізму реакції деструкції полімерів в результаті дії мінеральних кислот або продуктів, що виділяють при термічному розкладанні (борати, фосфати, хлориди) кислоти, а також в результаті дії речовин, що виявляють при нагріванні лужні властивості.</li> </ol>	Ознайомити студентів із способами зниження горючості полімерів
4. Особливості горіння металів.	<p><i>Основне запитання:</i> Особливості горіння металів на пожежі.</p> <p><i>Допоміжні запитання:</i> 1. Що характеризує горіння летучих металів;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Що характеризує горіння нелетких металів;</li> <li>3. При якому співвідношенні температури кипіння металу та плавлення його окислу горючі метали класифікують на леткі та нелеткі;</li> <li>4. Які зовнішні ознаки горіння летких та нелетких металів;</li> <li>5. Температурний режим горіння металів;</li> <li>6. Що відбувається з водою та діоксидом вуглецю при температурах, близьких до температури горіння металів;</li> </ol>	Обговорити з студентами особливості горіння металів.
6. Висновок	Визначити особливості горіння твердих речовин і матеріалів. Визначити особливості розвитку пожеж, вибір прийомів і засобів їх гасіння.	виставити оцінки за підсумками заняття
Видати завдання на самопідготовку	<p>Завдання на самопідготовку.:1. Демидов, Саушев Горение и свойства горючих веществ. М.: “Химия”, 1973 стор. 225-253</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Демидов, Шандыба, Щеглов. Горение и свойства горючих веществ. , стор. 138-153, 208-232.</li> <li>3. Підготуватися до виконання лабораторної роботи - дослідження впливу орієнтації зразка на швидкість поширення полум'я по твердим горючим матеріалам – лабораторний практикум стор. 103.</li> </ol>	

Практичне заняття № 12  
 РОЗРАХУНОК НИЖНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЙНОЇ МЕЖІ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я АЕРОЗОЛЮ  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Черговий докладає про готовність групи до заняття	Після привітання оголосити тему і мету заняття.
2. Провести письмовий контроль знань.	<p style="text-align: center;">Розглянути питання</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Класифікація пилу</li> <li>2. Показники, що характеризують ступінь пожежної небезпеки пилу.</li> <li>3. Порівняльна характеристика горіння пило-повітряних і газоповітряних сумішей.</li> <li>4. Особливості горіння аерозолі.</li> <li>5. Особливості горіння аерогелю.</li> <li>6. Фактори, що впливають на НКМПП пилу.</li> <li>7. Практичне значення КМПП пилу.</li> </ol>	
3. Загальні закономірності горіння дисперсних систем. 3.1 Класифікація і параметри, що характеризують пожежну небезпеку пилу	<p>Розглянути параметри, що характеризують дисперсну систему: ступінь дисперсності, хімічну активність, абсорбційну здатність, здатність до електризації.</p> <p>Розглянути класифікацію пилу за ступенем дисперсності, за станом дисперсної фази (моно-, полідисперсний пил; аерозоль, аерогель).</p> <p>Розглянути процес запалення дисперсних систем, параметри, що його описують: мінімальна енергія запалення, температура запалення, температура самоспалахування, здатність пилу до самозаймання.</p>	Викладач допомагає у засвоєнні матеріалу, пояснює складні питання
3.2 Особливості горіння аерозолі	Розглянути відмінні особливості горіння аерозолі у порівнянні із горінням газових сумішей. Енергія запалення, НКМПП, механізм поширення полум'я (естафетне горіння), режими горіння (гомогенний, квазігомогенний, змішаний)	
3.3 Особливості горіння аерогелю	Розглянути відмінні особливості горіння аерогелю у порівнянні із горінням ТГМ. Температура запалення, здатність переходити у завислий стан, тління аерогелю	

<p>3.4 Фактори, що впливають на НКМПП пилопо-вітряної суміші</p>	<p>Розглянути фактори, що впливають на поширення полум'я в пило-повітряній суміші: потужність джерела запалювання, вологість, зольність, вміст летючих компонентів, початкова температура, дисперсність. Розглянути класифікацію пилу за ступенем пожежної небезпеки.</p>																										
<p>4. Розрахунок нижньої концентраційної межі поширення полум'я аерозолі</p>	<p>Для речовини, що визначена викладачем провести розрахунок НКМПП за формулою Монахова</p> <p>4.1. Визначається НКМПП для пари речовини:</p> $\varphi^0 = \frac{100}{1 + 2,458 \cdot 10^{-2} \cdot \Delta H_f + \sum h_i \cdot m_i}; \%$ <p>де <math>\Delta H_f</math> – теплота утворення речовини, що досліджується, кДж/ моль;  <math>h_i</math> – стала, що характеризує енергетичний вклад елементу, кДж/ (моль*К);  <math>m_i</math> – кількість молів елементів у речовини, що досліджується, моль.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>h_C</math></td> <td><math>h_H</math></td> <td><math>h_O</math></td> <td><math>h_N</math></td> <td><math>h_{Cl}</math></td> </tr> <tr> <td>9,134</td> <td>2,612</td> <td>-0,522</td> <td>-0,494</td> <td>-3,57</td> </tr> </table> <p>4.2. Визначається НКМПП для мілко дисперсного: <math>\varphi' = 0,41 \cdot \varphi^0 \cdot M</math>, г/м<sup>3</sup>,  та крупнодисперсного пилу: <math>\varphi' = 0,16 \cdot \varphi^0 \cdot M</math>, г/м<sup>3</sup>  де <math>M</math>- молярна маса речовини, кг/ кмоль.</p> <p>4.3. Проводяться розрахунки НКМПП по формулі Шоневальда</p> $\varphi' = a + \frac{b \cdot 10^6}{Q_H}, \text{ г/м}^3$ <p>де <math>a, b</math> – стали рівняння, <math>Q</math> – масова теплота згоряння, кДж/кг.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Пил</td> <td><math>a</math></td> <td><math>b</math></td> </tr> <tr> <td>технічний</td> <td>-0,604</td> <td>1,194</td> </tr> <tr> <td>палива</td> <td>-7,952</td> <td>1,394</td> </tr> <tr> <td>металевий</td> <td>-1,54</td> <td>1,132</td> </tr> <tr> <td>органічних речовин</td> <td>-2,524</td> <td>1,235</td> </tr> </table> <p>4.4 Записати рівняння реакції</p>	$h_C$	$h_H$	$h_O$	$h_N$	$h_{Cl}$	9,134	2,612	-0,522	-0,494	-3,57	Пил	$a$	$b$	технічний	-0,604	1,194	палива	-7,952	1,394	металевий	-1,54	1,132	органічних речовин	-2,524	1,235	<p>Задиктувати методики Записують методику та рішення задач</p> <p>Викликати студента організувати рішення задачі на місцях допомоги у визначенні параметрів по довідникам</p>
$h_C$	$h_H$	$h_O$	$h_N$	$h_{Cl}$																							
9,134	2,612	-0,522	-0,494	-3,57																							
Пил	$a$	$b$																									
технічний	-0,604	1,194																									
палива	-7,952	1,394																									
металевий	-1,54	1,132																									
органічних речовин	-2,524	1,235																									

	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 + 2,5(\text{O}_2 + 3,76 \text{N}_2) = 4\text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} + 2,5*3,76\text{N}_2 \quad (\beta = 2,5)$ <p><math>Q_{\text{H}}</math> для індивідуальних речовин визначають за законом Гесса</p> $Q_{\text{H}} =  \sum \Delta H_{\text{f п.г.}} \cdot n - \Delta H_{\text{f г.р.}} $ $Q_{\text{H}} =  -242*3 + (-394*4) + 836  = 1466 \text{ кДж/моль}$ <p>Для складних речовин і сумішей <math>Q_{\text{H}}'</math> визначають за формулою Менделеева.</p> $Q_{\text{H}}' = 339,4*C + 1257*H - 108,9(O+N+S) - 25,1*(9H+W)$ <p><math>C, H, O, N, S, W</math> – % вміст елементів та вологи в речовині, .</p>	<p>Для розрахунку обрати винну кислоту <math>\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6</math>; <math>\Delta H_{\text{f}} = -836 \text{ кДж/моль}</math> <math>M = 150 \text{ кг/кмоль}</math> саліцілова кислота <math>\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3</math>; <math>\Delta H_{\text{f}} = -590 \text{ кДж/моль}</math> <math>M = 138 \text{ кг/кмоль}</math></p>
<p>5. Підведення підсумків, видача завдання для самопідготовки</p>	<p style="text-align: center;">Завдання на самопідготовку.</p> <p>1. Демидов, Саушев Горение и свойства горючих веществ, стор. 238-2502. Демидов, Шандыба, Щеглов. Горение и свойства горючих веществ. стор.123-137.</p>	<p>Виставити оцінки за підсумком заняття</p>



Практичне заняття № 13  
**РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ ПОЖЕЖІ В ОГОРОДЖЕННІ ТА ВИСОТИ НЕЙТРАЛЬНОЇ ЗОНИ**  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Назвати тему ПЗ, його мету. Об'явити порядок проведення заняття. Нагадати, що відповідно до закону " <b>Про правові засади цивільного захисту</b> " діяльність служби цивільного захисту "спрямовано на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій" (Р.1., ст.3).	Перевірити явку слухачів, оголосити тему і мету заняття.
2. Провести контроль знань по вивчених раніше матеріалах	Задати питання 1. Пожежа, загальні і окремі явища на пожежі. 2. Небезпечні чинники пожежі 3. Зони пожежі, процеси, що протікають в кожній зоні. 4. Стадії і періоди пожежі. 5. Класифікація пожеж 6. Відмітні особливості пожеж ТГМ в огорожах і на відкритих просторах 7. Особливості пожежі газів та газових фонтанів 8. Горіння рідин в резервуарах. 9. Явища викиду та скипання. 10. Що називається температурою пожежі в огорожі? 11. Які чинники впливають на $t$ пожежі в огорожі? 12. Критичний час розвитку пожежі в огорожі, чинники, які впливають на цей час. 13. Який вплив надає $t$ пожежі на організацію дій пожежних підрозділів? 14. Що таке температурний режим пожежі? 15. Основні моделі, що описують температурний режим пожежі в огорожі.	Викликати з місця слухача, оцінити знання, виставити оцінку в журнал. У разі неповної відповіді для доповнень і обговорення залучити інших слухачів
3. Рішення задач.	<p style="text-align: center;"><b>МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОЖЕЖІ В ОГОРОЖІ</b></p> Рішення проводиться методом послідовних наближень. Розрахункове визначення середньоб'ємної температури і температури в будь-якій точці приміщення проводиться по наступній методиці: 1. Визначаємо початкову температуру $T_0$ та визначаємо середньоб'ємну	Задиктувати методику під запис в зошит. Звернути увагу на зв'язок матеріалу,

	<p>температуру пожежі <math>T_{\text{пож}}</math> в першому наближенні за формулою стандартного температурного режиму: <math>t_{\text{пож}} = 345 \lg(8\tau + 1)</math></p> <p>2. Для горючої речовини виписується з довідкової літератури [Довідник РТП] наступні параметри розвитку пожежі: <math>v_1^0</math> - лінійна швидкість поширення пожежі; <math>v_m^0</math> - масова швидкість вигорання; <math>Q_H'</math> - нижня масова теплота згорання; <math>v_{\text{П}}^0</math> - питома теоретична витрата повітря; <math>\eta</math> - коефіцієнт повноти згорання.</p> <p>3. Розраховується площа пожежі <math>S_{\text{пож}}</math> на задані періоди її розвитку.</p> <p>4. Визначається загальна площа розкритих отворів і площа отворів працюючих на притоку. Площа отворів, працюючих на притоку, визначається з наступних умов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- розкриваються всі отвори, що попали в зону горіння;</li> <li>- при повітрообміні через декілька отворів на притоку працюють двері, а вікна - на викид продуктів горіння;</li> <li>- при повітрообміні через один отвір або через однакові отвори на одному рівні площа притоки визначається по формулі</li> </ul> $S_{\text{ПРИТ}} = h_{\text{ПРИТ}} \cdot a$ <p>де <math>h_{\text{ПРИТ}}</math> висота приточної частини отвору, м; <math>a</math> - ширина отвору, м.</p> <p>Висота приточної частини отвору визначається як: <math display="block">h_{\text{прит}} = \frac{h}{1 + \sqrt[3]{\frac{T_{\text{нг}}}{T_0}}}</math>, м</p> <p>де <math>h</math> - повна висота отвору, м; <math>T_0</math> температура повітря, К;  <math>T_{\text{ПГ}}</math> температура продуктів горіння (прийнята в пункті 1), К.</p> <p>5. Визначається коефіцієнт надлишку повітря: <math display="block">\alpha = 159,5 \frac{S_{\text{прит}}}{S_{\text{пож}} v_m^0 v_n^0} \cdot \sqrt{h_{\text{прит}} \frac{T_{\text{нг}} - T_0}{T_{\text{нг}}}}</math></p> <p>де <math>S_{\text{прит}}</math>, <math>h_{\text{прит}}</math> - площа (м<sup>2</sup>) та висота (м) приточної частини отворів;  <math>T_0</math>, <math>T_{\text{ПГ}}</math> температура повітря та продуктів горіння (прийнята в пункті 1), К;  <math>v_m^0</math> масова швидкість вигорання, кг/(м хв);  <math>S_{\text{пож}}</math> площа горіння, м; <math>v_{\text{П}}^0</math> питома теоретична витрата повітря, м /кг.</p> <p>6. Розраховується фактичний питомий об'єм продуктів згорання</p> $v_{\text{ПГ}} = v_{\text{ПГ}}^0 + (\alpha - 1) v_{\text{П}}^0$	<p>що вивчається, 3 ПТ</p>
--	---	--------------------------------

7. Розраховується приведена масова швидкість вигорання речовини

$$v_m^\tau = v_m^0 \cdot \left( 0,3 + 0,7 \cdot \sqrt{\frac{\tau}{30}} \right) \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ хв})$$

де  $\tau$  - час розвитку пожежі, хв.

8. Розраховується об'ємна теплоємність середовища в приміщенні при пожежі

$$C_p = 1,25 + \left( 0,12 + \frac{0,1}{0,25 + \alpha} \right) \frac{T_{\text{пг}}}{1000}, \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$$

де  $T_{\text{пг}}$  температура продуктів горіння (прийнята в пункті 1), К.

9. Розраховується приведена ступень чорноти системи "полум'я - огорожуюча

поверхня" по формулі: 
$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{1 + 0,0022(T_{\text{нз}} - 273)}$$

10. Розраховується повна поверхня огорожуючих конструкцій

$$S_{\text{огор}} = 2(ab + ah + bh)$$

11. Розраховується адіабатична температура горіння речовини: 
$$T_{\text{ад}} = \frac{\eta Q_n'}{C_p v_{\text{пг}}} + T_0$$

де  $\eta$  коефіцієнт недопалу речовини;  $Q_n'$  нижня масова теплота згорання, кДж/кг;

$C_p$  об'ємна теплоємність середовища, кДж/(м<sup>3</sup> К);

$v_{\text{пг}}$  фактичний питомий об'єм продуктів згорання, м<sup>3</sup>/кг.

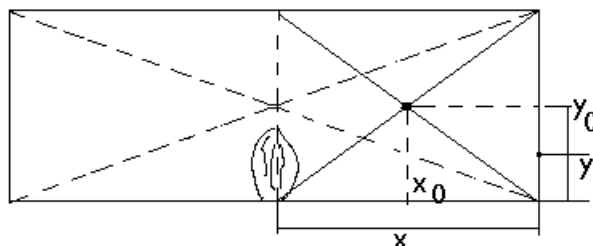
12. Розраховується значення середньоб'ємної температури пожежі в приміщенні на

задані моменти його розвитку по формулі: 
$$T_{\text{ср}} = 18,1 \cdot T_{\text{ад}} \left( \frac{\eta S_{\text{пож}} v_m^\tau C_p v_{\text{пг}}}{\varepsilon_{\text{пр}} S_{\text{огор}} T_{\text{ад}}^3} \right)^{0,17}$$

Порівнюючи отримані розрахунком середньоб'ємної температури пожежі в приміщенні з прийнятими значеннями температури для визначення величин теплоємності і приведеної міри чорноти. При розходженні більше за 10 % потрібно задатися новим значенням температури і повторити розрахунок

13. Знаходимо координати заданої в умовах задачі точки приміщення. Відстань

визначається в координатах "x" і "y", при цьому центр осі координат знаходиться в геометричному центрі площі пожежі. Значення "y<sub>0</sub>" приймається рівним половині висоті приміщення. Значення "x<sub>0</sub>" приймається рівним чверті довжини приміщення.

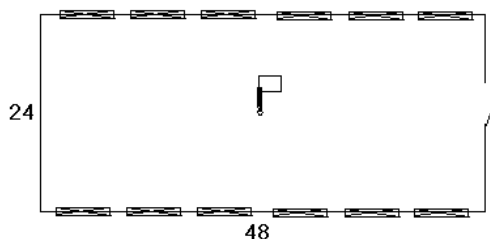


14. Розраховується значення температури в заданих точках приміщення на вказані моменти розвитку пожежі по формулі. 
$$T_{x,y,z} = T_r \left( 0,8 + 0,2 \frac{y}{y_0} \right) \left( 1,33 - \frac{x}{2x + x_0} \right)$$

За результатами розрахунків будується графіки зміни середньоб'ємної температури і температури в заданих точках у часі.)

Умова задачі

Розрахувати середньоб'ємну температуру на рівні дверей приміщення бібліотеки на 5 і 15 хвилинах з моменту її виникнення. Розміри приміщення 48 \* 24 \* 4.2 м, віконні отвори мають розміри 3\* 1.8 м, дверний отвір розмірами 1.8\*2.2 м. Розташування отворів на плані.



Викладач на дошці малює план приміщення та записує умови задачі.

Рішення:

1. З РТП для книг в стелажах виписуємо:  
 - масова швидкість вигорання 0.438 кг/м хв; масова теплота згорання 13400 кДж/кг;  
 - питома витрата повітря для повного згорання 3.95 м/кг;  
 - питомий об'єм продуктів згорання 4.64 м/кг; - коефіцієнт хімічного недопалу 0,97  
 - лінійна швидкість поширення горіння від 1 до 1.5 м/хв, приймаємо середнє значення  $(1+1.5)/2=1.25$  м/хв.

Викликати слухача до дошки для рішення задачі.

2. Розраховуємо площу пожежі на 5 і 15 хвилині його розвитку

2.1 Радіус розвитку пожежі на 5 хвилині  $R = 3.125$  м,

Фронт пожежі не дійшов до стін, означає форма розвитку пожежі кругова. Площа пожежі на 5 хвилині  $S = \pi R^2 = 3.14 * 3.125^2 = 30.7$  м<sup>2</sup>

2.2. Радіус розвитку пожежі на 15 хвилині  $R = 12.5$  м.

Фронт пожежі дійшов до стін приміщення, значить форму розвитку пожежі приймаємо прямокутної. Площа пожежі на 15 хвилині:  $S = b * 2R = 24 * 2 * 12.5 = 600$  м<sup>2</sup>

3. Визначаємо загальну площу розкритих отворів і площу отворів що працюють на притоку. На 5 хвилині повітрообмін здійснюється тільки через відкриті двері.

Площа дверного отвору рівна  $F = 1.8 * 2.2 = 3.96$ ,

Приймаємо температуру пожежі  $t_{пож} = 800$  С.

Висота приточної частини отвору:  $h = 2.2 / (1 + ((273 + 80) / (273 + 20))^0.3) = 1.07$  м

площа отвору, працюючого на притоку:  $S = 1.07 * 1.8 = 1.926$  м<sup>2</sup>

На 15 хвилині в зоні горіння виявилось 8 віконних отворів, загальна площа отворів, що розкрилися рівна  $F = F_{вікон} = 8 * 3 * 1.8 = 43.2$  м<sup>2</sup>

Приймає гадану температуру  $t = 400$  С

Висота приточної частини отворів

$h = 2.2 / (1 + ((273 + 400) / (273 + 20))^0.3) = 0.97$

площа отвору, працюючого на притоку  $S_{пр} = 8 * 3 * 0.97 = 23.28$  м

4. Визначається коефіцієнт надлишку повітря

Для 5 хвилині розвитку пожежі

$$\alpha = \frac{265.8 * 1.926 * ((1.07 * ((273 + 80) - (273 + 20)) / (273 + 80))^0.5)}{0.97 * 0.257 * 30.7 * 10.565} = 2.56$$

Для 15 хвилині розвитку пожежі

$$\alpha = \frac{265.8 * 23.28 * ((0.97 * ((273 + 400) - (273 + 20)) / (273 + 400))^0.5)}{0.97 * 0.257 * 600 * 10.565} = 2.88$$

5. Розраховуємо фактичний питомий об'єм продуктів згорання

$V_{пг5} = 4.64 + 3.95 * (2.56 - 1) = 10.802$  м<sup>3</sup>/кг

$V_{пг15} = 4.64 + 3.95 * (2.88 - 1) = 12.066$  м<sup>3</sup>/кг

6. Розраховуємо приведену масову швидкість вигорання речовини

$$v_m^{\tau} (5) = 0.438 \cdot (0.3 + 0.7 \cdot (5/30)^{0.5}) = 0.257 \text{ кг/(м}^2 \text{ хв.)}$$

$$v_m^{\tau} (15) = 0.438 \cdot (0.3 + 0.7 \cdot (15/30)^{0.5}) = 0.348 \text{ кг/(м}^2 \text{ хв.)}$$

7. Розраховуємо об'ємну теплоємність середи в приміщенні при пожежі

$$Cp5 = 1.250 + (.12 + 0.1 / (0.25 + 2.56)) \cdot (80 + 273) / 1000 = 1.305 \text{ кДж/(м}^3 \text{ К)}$$

$$Cp15 = 1.250 + (.12 + 0.1 / (0.25 + 288)) \cdot (400 + 273) / 1000 = 1.331 \text{ кДж/(м}^3 \text{ К)}$$

8. Розраховуємо значення приведенного ступеня чорноти полум'я

$$\varepsilon_{пр5} = 1 / (1 + 0.0022 \cdot 80) = 0.85$$

$$\varepsilon_{пр15} = 1 / (1 + 0.0022 \cdot 400) = 0.53$$

$$Q_{гор} = 2 \cdot (48 \cdot 24 + 48 \cdot 4.2 + 24 \cdot 4.2) = 2908.8 \text{ м}$$

10. Розраховуємо значення адіабатичної температури горіння на 5 і 15 хв.

$$T_{25} = 0.97 \cdot 13400 / (1.305 \cdot 10.802) + 273 = 1195.1 \text{ К}$$

$$T_{215} = 0.97 \cdot 13400 / (1.331 \cdot 12.066) + 273 = 1082.3 \text{ К}$$

11. Розраховуємо значення середньоб'ємної температури пожежі на 5 і 15 хв.

$$T_{ср5} = 0.66 \cdot 1195.1 \frac{(0.97 \cdot 30.7 \cdot 0.257 \cdot 1.305 \cdot 10.802)}{60 \cdot 5.7 \cdot 10^{-11} \cdot 0.85 \cdot 2098 \cdot 1197.1^{0.33}} = 362.4 \text{ К}$$

$$T_{15} = 0.66 \cdot 1082.3 \frac{(0.97 \cdot 600 \cdot 0.348 \cdot 1.331 \cdot 12.066)}{60 \cdot 5.7 \cdot 10^{-11} \cdot 0.85 \cdot 2098 \cdot 1082.3^{0.33}} = 680.8 \text{ К}$$

Отримані значення середньоб'ємної температури практично не відрізняються від задалегідь прийнятих значень, тому можна провести розрахунок далі прийнявши ці

12. Визначаємо безрозмірні координати заданих точок.

$$\text{Точка 1 } X1 = 0\text{м}; Y1 = 4.2\text{м};$$

$$\text{Точка 2 } X2 = 24\text{м}; Y2 = 1.7\text{м}.$$

Розраховуємо значення температури в точці X1Y1 і точці X2Y2 на 5 і 15 хв.

$$\text{Точка 1 } X1 = 0\text{м}; Y1 = 4.2\text{м};$$

$$T5 = 362.4 \cdot (0.8 + 0.2 \cdot (4.2/2.1)) \cdot (1.33 - 0 / (12 + 0)) = 578.4 \text{ К}$$

$$T15 = 680.8 \cdot (0.8 + 0.2 \cdot (4.2/2.1)) \cdot (1.33 - 0 / (12 + 0)) = 1086.6 \text{ К}$$

	<p>точка 2 X2= 24м; Y2= 1.7м.  <math>T5= 362.4*(0.8+0.2*(1.7/2.1))*(1.33-24/(12+2*24))=324.2 \text{ К}</math>  <math>T15= 680.8*(0.8+0.2*(1.7/2.1))*(1.33-24/(12+2*24))=609.0 \text{ К}</math></p>	
<p>2. Провести контроль знань по вивчених раніше матеріалах</p>	<p>Запитання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Газообмін на пожежі. Причини його виникнення.</li> <li>2. Чинники, що впливають на газообмін внутрішньої пожежі?</li> <li>3. Нейтральна зона. Чинники, що впливають на висоту нейтральної зони?</li> <li>4. Небезпечні чинники пожеж в огорожах. Критичний час розвитку пожежі в огорожі, чинники, які впливають на цей час</li> <li>5. Способи регулювання нейтральної зони на пожежі?</li> </ol>	<p>Для відповіді викликати слухача.. У разі неповної відповіді залучити інших слухачів. Звернути увагу на практичне значення даного матеріалу.</p>
<p>3. Рішення задач.</p>	<p>МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КРИТИЧНОГО ЧАСУ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ І ВИСОТИ НЕЙТРАЛЬНОЇ ЗОНИ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По довіднику РТП для даного горючого матеріалу знайти  <math>v_l^0</math> - лінійна швидкість поширення пожежі;  <math>v_m^0</math> - масова швидкість вигорання;  <math>Q_n'</math> - нижча масова теплота згорання;  <math>v_{п}^0</math> - витрата повітря для повного згорання;  <math>\eta</math> - коефіцієнт хімічного недопалу.</li> <li>2. Розрахувати об'єм приміщення.</li> <li>3. Розрахувати площу пожежі <math>S_{п}</math>.</li> <li>4. Розрахувати критичний час розвитку пожежі в залежності від форми пожежі по температурі і кисню (<math>\tau_{кр}^t</math>, <math>\tau_{кр}^{O_2}</math>): <math display="block">\tau_{кр}^{O_2} = \frac{0,33V_{прим}}{\eta S_{пож} v_m v_{п}^0} \cdot \tau_{кр}^t = 81,9 \frac{V_{прим}}{\eta S_{пож} v_m Q_n'}</math></li> <li>5. Розрахувати площу огорожуючих конструкцій <math>S_{огр}</math>.</li> <li>6. Визначити площу отворів <math>S_{вх.}</math>, <math>S_{вых}</math>.</li> <li>7. Визначити площу притоки <math>S_{прит}</math> в залежності від кількості отворів.  1 отвір: <math>S_{прит.} = n*a*0,33n_{вх}</math>; 2 отвору: <math>S_{прит.} = nS_{вх}</math>.</li> <li>8. Визначити співвідношення <math>S_{прит}/S_{пож}</math> і <math>S_{пож}/S_{підлоги}</math>.</li> </ol>	<p>Задиктувати методику під запис в зошит.  Звернути увагу на зв'язок матеріалу, що вивчається, з ПТ</p>

	<p>9. По номограмі визначити коефіцієнт надлишку повітря.</p> <p>10. Розрахувати густину теплового потоку по формулі: <math>q = \frac{\eta Q'_n v_m^0 S_{пож}}{60 \cdot S_{огор}}</math></p> <p>11. По номограмі визначити середньоб'ємну температуру газової середовища в приміщенні з урахуванням часу розвитку пожежі і коефіцієнта надлишку повітря.</p> <p>12. Визначити відстань між центрами приточного і витяжного отворів Н.</p> <p>13. Розрахувати висоту нейтральної зони по формулах:</p> <p>а) повітрообмін здійснюється через один отвір: <math display="block">h_{н.з.} = \frac{H_{вх}}{1 + 3 \sqrt{\frac{T_{нз}}{T_0}}}</math></p> <p>б) повітрообмін здійснюється через витяжний і приточний отвори:</p> $h_{н.з.} = \frac{H}{\left(\frac{S_{вх}}{S_{вих}}\right)^2 \cdot \left(\frac{T_{нз}}{T_0}\right) + 1} + 0,5h_{вх}$																
Умова задачі	<p>Зробити прогноз можливої обстановки на пожежі в приміщенні заданого розміру з певним типом пожежного завантаження на певні моменти часу розвитку пожежі з урахуванням прийнятих пожежними підрозділами заходів.</p> <p>У приміщенні фарбувального цеху розмірами 18м x 48м x 5м відбувається горіння розчинника в фарбувальній ванні розмірами 10м x 2м. Двері висотою 2,5м, шириною 2м. Витяжний люк розмірами 1,5 x 2м. Початкова температура 20 С. Розчинники: ацетон, толуол, бутиловий спирт. Визначити критичний час розвитку пожежі і висоту нейтральної зони на 10 і 15 хв. розвитку пожежі.</p>	Викладач на дошці малює план приміщення та записує умови задачі.															
Рішення:	<table border="0"> <tr> <td>1. АЦЕТОН:</td> <td>ТОЛУОЛ</td> <td>БУТАНОЛ:</td> </tr> <tr> <td><math>V_m = 2,832 \text{ кг/м}^3</math></td> <td><math>V_m = 2,298</math></td> <td><math>V_m = 0,81</math></td> </tr> <tr> <td><math>Q'_n = 20000 \text{ кДж/кг}</math></td> <td><math>Q'_n = 41000</math></td> <td><math>Q'_n = 36200</math></td> </tr> <tr> <td><math>V_{п} = 7,35 \text{ м}^3 / \text{кг}</math></td> <td><math>V_{п} = 10,46</math></td> <td><math>V_{п} = 8,64</math></td> </tr> <tr> <td><math>\eta = 0,93</math></td> <td><math>\eta = 0,85</math></td> <td><math>\eta = 0,93</math></td> </tr> </table>	1. АЦЕТОН:	ТОЛУОЛ	БУТАНОЛ:	$V_m = 2,832 \text{ кг/м}^3$	$V_m = 2,298$	$V_m = 0,81$	$Q'_n = 20000 \text{ кДж/кг}$	$Q'_n = 41000$	$Q'_n = 36200$	$V_{п} = 7,35 \text{ м}^3 / \text{кг}$	$V_{п} = 10,46$	$V_{п} = 8,64$	$\eta = 0,93$	$\eta = 0,85$	$\eta = 0,93$	Викликати слухача до дошки для рішення задачі. Рішення задачі провести поетапно,
1. АЦЕТОН:	ТОЛУОЛ	БУТАНОЛ:															
$V_m = 2,832 \text{ кг/м}^3$	$V_m = 2,298$	$V_m = 0,81$															
$Q'_n = 20000 \text{ кДж/кг}$	$Q'_n = 41000$	$Q'_n = 36200$															
$V_{п} = 7,35 \text{ м}^3 / \text{кг}$	$V_{п} = 10,46$	$V_{п} = 8,64$															
$\eta = 0,93$	$\eta = 0,85$	$\eta = 0,93$															



2.  $V_{\text{прим.}} = 18 \times 48 \times 5 = 43200 \text{ м}^3$

3.  $S_{\text{пож.}} = 10 \times 2 = 20 \text{ м}^2$      $C_p = 1,299$      $k = 0,21$

4. Розраховуємо критичний час пожежі: АЦЕТОН     $\tau_{\text{кр}}^t = 0,34 \text{ хв.}$      $\tau_{\text{кр}}\text{O}_2 = 3,68 \text{ хв.}$   
 ТОЛУОЛ     $\tau_{\text{кр}}^t = 0,22 \text{ хв.}$      $\tau_{\text{кр}}\text{O}_2 = 3,49 \text{ хв.}$   
 БУТАНОЛ     $\tau_{\text{кр}}^t = 0,65 \text{ хв.}$      $\tau_{\text{кр}}\text{O}_2 = 10,95 \text{ хв.}$

5.  $S_{\text{огор}} = 2388 \text{ м}$

6.  $S_{\text{вх}} = 5 \text{ м}$      $S_{\text{вих}} = 3 \text{ м}$

Пожежний підрозділ прибув на **10 хв.**, відкрили дверний отвір.

7.  $S_{\text{прит.}} = 2 \times 2,5 / 3 = 5 / 3 = 1,7 \text{ м}$

8.  $S_{\text{прит}} / S_{\text{пож}} = 1,7 / 20 = 0,083$   
 $1/24 = 0,04$      $1/18 = 0,05$      $1/10 = 0,1$      $1/6 = 0,16$      $1/4 = 0,25$      $1/3 = 0,33$  вибираємо криву 3  
 $S_{\text{пож}} / S_{\text{підл}} = 20 / 18 \times 48 = 0,02 < 0,25$  Вибираємо пунктирну криву

9. По номограмі визначаємо коефіцієнт надлишку повітря:  
 ацетон  $\alpha = 1,9$     бутанол  $\alpha = 1,2$     толуол  $\alpha = 1,0$

10. Розраховуємо  $q$  (кВт/м<sup>2</sup>): ацетон  $q = 0,93 \cdot 20000 \cdot 2,83 \cdot 20 / 60 \cdot 2388 = 7,3$   
 толуол  $q = 0,85 \cdot 41000 \cdot 2,3 \cdot 20 / 60 \cdot 2388 = 11,2$   
 бутанол  $q = 0,93 \cdot 36200 \cdot 0,81 \cdot 20 / 60 \cdot 2388 = 3,8$

11. По номограмі знаходимо  $t_{\text{ср}}$  з урахуванням (повітря на 10 мін.  
 ацетон  $t_{\text{ср}} = 280 \text{ С}$     бутанол  $t_{\text{ср}} = 200 \text{ С}$     толуол  $t_{\text{ср}} = 320 \text{ С}$

12. Вибираємо схему газообміну і розраховуємо висоту нейтральної зони  
 $h_{\text{н.з.}} = 2,5 / [1 + (t_{\text{ср}} + 273) / (20 + 273)]$   
 ацетон  $h_{\text{н.з.}} = 1,12 \text{ м}$     бутанол  $h_{\text{н.з.}} = 1,16 \text{ м}$     толуол  $h_{\text{н.з.}} = 1,08 \text{ м}$   
 На **15 хв.** Розкриваємо люк.

Міняються Сприт і співвідношення  $S_{\text{прит}} / S_{\text{пож}} = 5 / 20 = 0,25$   
 Вибираємо криву 5 пунктирну.

13. Визначаємо  $\alpha$  повітря: ацетон  $\alpha = 2,7$     бутанол  $\alpha = 2,3$     толуол  $\alpha = 1,8$

14. По номограмі знаходимо  $t_{\text{ср}}$ .  
 ацетон  $t_{\text{ср.}} = 230$     бутанол  $t_{\text{ср.}} = 150$     толуол  $t_{\text{ср.}} = 320$

15. Знаходимо відстань між отворами.  $H = 3,75$  (люк в стелі)  
 Розраховуємо висоту нейтральної зони  
 ацетон  $h_{\text{н.з.}} = 1,9 \text{ м}$     бутанол  $h_{\text{н.з.}} = 2,0 \text{ м}$     толуол  $h_{\text{н.з.}} = 1,8 \text{ м}$

на кожний етап  
 викликати іншого  
 слухача

4. Висновок	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Час евакуації повинен бути менше часу до настання критичного стану, інакше люди, що попали в зону дії небезпечних чинників пожежі, загинуть.</li> <li>2. Через критичний час роботи по гасінню пожежі повинні проводитися з використанням киснево-ізолюючих протигазів, а також після проведення попередніх заходів по зниженню температури в приміщенні.</li> <li>2. Прогнозування висоти нейтральної зони внутрішньої пожежі є складовою частиною при розробці при розробці оперативних планів пожежогасіння об'єктів.</li> <li>3. Прогнозування температурного режиму внутрішньої пожежі є складовою частиною при розробці оперативного задуму при підготовці оперативно-тактичних занять і при розробці оперативних планів пожежогасіння об'єктів.</li> </ol>	
5. Завдання на самопідготовку.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю. ФХОРиТП стор. 5-10, 26-38.</li> <li>2. Довідник РТП. СТОР. 34-36.</li> <li>3. Рішення індивідуального завдання</li> </ol>	

Практичне заняття № 14  
 ЗАПОБІГАННЯ ТА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ ЗАСОБАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ІЗОЛЯЦІЇ  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Метою заняття, відповідно до закону " <b>Про правові засади цивільного захисту</b> " "спрямована на забезпечення безпеки та захист населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій"	Після привітання перевірити явку слухачів, оголосити тему і мету заняття.
2. Провести письмовий і усний контроль знань по матеріалу теми.	Задати питання. 1. Поняття про вогнегасні засоби? 2. Загальні вимоги до ВЗ. 3. Основи вибору вогнегасних засобів на пожежі 4. Вогнегасні засоби, що охолоджують, механізм припинення горіння охолодженням. 5. Особливості води, як вогнегасного засобу, що охолоджує. 6. Підвищення ефективність гасіння водою? 7. Припинення горіння методом ізоляції. 8. Вогнегасні речовини, що ізолюють. 9. Механізм припиненні горіння повітряно-механічними пінами.	Викликати з місця слухача, оцінити знання. У разі неповної відповіді для доповнень і обговорення залучити інших слухачів. Звернути увагу на використання даного матеріалу в практичній діяльності пожежної охорони
3. Рішення задач. Засоби охолодження.	Методика визначення коефіцієнта використання води. 1. По довіднику РТП визначаються такі параметри: $U_m, T_{гор.}, Q_n, I_n$ . (РТП $T_{гор}$ стор. 25, $I_n$ стор. 52) 2. Визначаємо питому теоретичну охолоджуючу здатність води з урахуванням втрат по формулі: $q_{охол} = 0,7C_{рід}(t_{кип}-t_0) + 0,55 N_{вип} + 0,4C_{пар}(t_{гор} - t_{кип}); \text{кДж/кг}$ $C_{рід} = 4,19 \text{ кДж/кг К}, C_{пар} = 1,96 \text{ кДж/кг К}, N_{вип.} = 2260 \text{ Кдж/кг}$ 3. Розраховуємо питому теоретичну витрату води на гасіння за формулою: $g_{охол} = 0,1Q_n/q_{охол}; \text{л/кг}$ 4. Визначаємо теоретичну інтенсивність подачі води за формулою: $I_{теор.} = U_m g_{охл} K_p / 60; \text{л/м}^2 \cdot \text{с}$ 5. Визначаємо коефіцієнт використання води по формулі: $K_{вик} = I_{теор.}/I_n$ .	Задиктувати методику під запис в зошит. Звернути увагу на зв'язок матеріалу, що вивчається, з ПТ
Умова задачі	Визначити теоретичну інтенсивність подачі, витрату і коефіцієнт	Викладач на дошці

	використання води при гасінні нафтопродуктів тонкорозпиленими струменями води.	записує умови задачі.
Рішення:	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>U_m = 1,2 \text{ кг/м.хв}</math>; <math>Q_n = 41900 \text{ кДж/кг}</math>; <math>T_{гор} = 1300 \text{ С}</math>; <math>I_n = 0,40 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}</math></li> <li><math>q_{охл} = 0,7 * 4.19(100-20) + 0,55 * 2260 + 0,4 * 1.96(1300-100) = 2418 \text{ кДж/кг}</math></li> <li><math>g_{охл} = 0.1 * 41900 / 2418.4 = 1,73 \text{ л/кг}</math></li> <li><math>I_{теор.} = 1.2 * 1,73 * 1/60 = 0.0346 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}</math></li> <li><math>K_{вик} = 0.0346 / 0.4 = 0.085 \quad (8,5\%)</math></li> </ol>	Викликати слухача до дошки для рішення задачі.
Засоби ізоляції.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Провести розрахунок інтенсивності подачі піни і розчину піноутворювача.</li> <li>Визначити параметри піни: витрату піни на гасіння, інтенсивність подачі піни за завданням, коефіцієнт втрат.</li> </ol>	Допомагає курсантам у проведенні розрахунків і оформленні висновку
	$K = \frac{V_{пін}}{V_{роз}}; g_{пін} = \frac{V_{розч}}{\tau_{гас}}; I = \frac{V_{розч}}{S_{пож} \tau_{гас}}; S = V_n \Delta \tau / \Delta V_{руйн}$	
Приклади розрахунку	<p>Розрахувати кратність та стійкість піни, якщо за час 75с. об'єм піни зменшився з 5 л до 4,875л, а при повному руйнуванні всього об'єму піни утворилося 0,083л розчину піноутворювача.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Кратність піни <math>K_n = \frac{5}{0,083} = 60</math></li> <li>Стойкість піни за формулою <math>S_n = \frac{5 \cdot 75}{5 - 4,875} = 3000 \text{ с.}</math></li> </ol> <p>Висновок: піна належить до пін низької кратності оскільки <math>K_n &lt; 100</math>, стійкість піни становить 3000 с.</p> <p>Розрахувати фактичну інтенсивність подавання 5% розчину піноутворювача та коефіцієнт використання піни при гасінні бензину на площі 300 м<sup>2</sup>, якщо для її утворення використано 150 л піноутворювача, час гасіння становить 3,5 хв. (<math>I_n = 0,075 \text{ л} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}</math>.)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Об'єм розчину піноутворювача на гасіння. <math>V_p = \frac{150 \cdot 100}{5} = 3000 \text{ л.}</math></li> <li>Інтенсивність подачі розчину піноутворювача :</li> </ol>	

	$I = \frac{3000}{300 \cdot 3,5 \cdot 60} = 0,14 \text{ л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$ <p>3. Коефіцієнт використання піни : <math>K_{\text{вик}} = \frac{0,075}{0,14} = 0,54</math></p> <p>Висновок: фактична інтенсивність подачі 5% розчину піно-утворювача - <math>0,14 \text{ л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}</math>, коефіцієнт використання -0,54.</p>	
4. ВИСНОВОК	Ефективність гасіння пожеж залежить від правильного вибору вогнегасних засобів і способу подачі їх в зону горіння.	
5. Завдання на самопідготовку.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Абдурагимов И.М. и др..ФХОРИТП. СТОР. 123-145, 182-203.</li> <li>2. Довідник РТП. СТОР. 39-57.</li> <li>3. Підготуватися до лабораторної роботи № 11.</li> </ol>	

Практичне заняття № 15  
 ЗАПОБІГАННЯ ТА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ ЗАСОБАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ІЗОЛЯЦІЇ  
 Методичні вказівки

Дії викладача	Питання, що розглядаються
1. Організаційна частина заняття	Викладач оголошує тему, мету і порядок проведення заняття.
2. Провести контроль знань по матеріалах, що було викладено на лекції	Задати питання: 1. Механізм дії флегматизуючих ВЗ; Ефективність флегматизуючих ВЗ, флегматизуюча концентрація. 2. Ефективність флегматизуючих ВЗ, флегматизуюча концентрація. 3. Особливості застосування газоподібних флегматизуючих засобів 4. Типи флегматизуючих ВЗ. Принципи флегматизації. 5. Механізм дії інгібіруючих ВЗ. Загальні вимоги до інгібіруючих ВЗ. 6. Переваги і недоліки припинення горіння шляхом інгібірування. 7. Особливості та галузь застосування газоподібних інгібіруючих ВЗ (хладонів). Переваги, недоліки. 8. Особливості застосування порошкових інгібіруючих ВЗ. Переваги, недоліки, галузь застосування. 9. Механізм дії вогнегасних порошків (гомогенне, гетерогенне інгібірування)
3. Рішення задач	<p style="text-align: center;"><b>МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГАСІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕГОРЮЧИХ ГАЗІВ</b></p> <p><b>1. Визначити вогнегасну концентрацію даного флегматизатора</b></p> 1.1. Знайти значення теплоти утворення даної горючої речовини $H_f$ 1.2. Визначити число атомів і-го виду в структурі горючої речовини. 1.3. По довіднику Баратова виписати значення $h_f, h_{\phi}', h_{\phi}'', h_j', h_j''$ 1.4. Розрахувати вогнегасну концентрацію даного флегматизатора: $\phi_{\phi l}^0 = 100 \frac{h_f' H_f + h_{\phi}' + \sum h_j' m_j}{h_{\phi}'' - 1 + \sum h_j'' m_j}, \%$ $m_j$ - число атомів j-го виду в структурі горючої речовини; <p><b>2. Розрахувати об'єм флегматизатора для гасіння пожежі у приміщенні: <math>V_{нг} = V_{прим} \ln \frac{100}{100 - \phi_{\phi l}^0}</math></b></p> <p><b>3 Розрахувати питому витрату флегматизатору в залежності від діаметра трубопроводу і тиску в системі:</b></p>

	$g_{\text{НГ}}^{\text{м}} = S_{\text{отв}} P_{\text{сис}} \sqrt{\frac{1}{R_{\text{пит}} T_0} \cdot \frac{2k}{k+1} \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{2}{k-1}}}, \text{ кг/с}$ <p>де <math>k</math> – коефіцієнт політропи НГ; <math>P_{\text{сис}}</math> - тиск в системі 8,314 - питома газова стала;  <math>T_0</math> - початкова температура в приміщенні, К; <math>S_{\text{отв}}</math> - площа вихідного отвору.</p> <p><b>4. Розрахувати густину флегматизатора за даних умов</b></p> <p>4.1 Розрахувати молярний об'єм газу за даних умов: <math>V_t = 22,4 \cdot \frac{101 \cdot T}{273 \cdot P}, \text{ м}^3/\text{кмоль}</math></p> <p>4.2 Розрахувати густину флегматизатора: <math>\rho_{\text{фл}} = \mu/V_t, \text{ кг/м}^3</math></p> <p><b>5. Розрахувати час гасіння: <math>\tau_{\text{гас}} = V_{\text{НГ}} \frac{\rho_{\text{фл}}}{g_{\text{НГ}}^{\text{м}}}, \text{ с}</math></b></p> <p><b>6. Розрахувати оптимальну кількість насадків автоматичної системи пожежогасіння</b>  Допустимий час гасіння НГ складає не більше 60 с, тому оптимальна кількість насадків <math>n_{\text{нас}}</math>, через які буде подаватися НГ для тушіння пожежі в даному приміщенні становитиме: <math>n_{\text{нас}} = \tau_{\text{гас}}/60</math></p> <p><b>7. Розрахувати загальну масу флегматизатора: <math>m_{\text{НГ}} = \rho_{\text{фл}} V_{\text{НГ}}, \text{ кг}</math></b></p>															
Умова задачі	Визначити основні параметри гасіння пожежі азотом і оптимальну кількість насадків автоматичної системи пожежогасіння, якщо відбувається горіння ацетону на площі 10 м <sup>2</sup> у приміщенні розмірами 12 x 10 x 2,4 м. Температура навколишнього повітря 20 <sup>0</sup> С, тиск 101 кПа. Діаметр вихідного отвору 10 мм, тиск НГ у системі 2*10 <sup>6</sup> Па. Коефіцієнт політропи азоту 1,4.															
Рішення:	<p><b>1. Визначаємо вогнегасну концентрацію даного флегматизатора</b></p> <p>1.1. З довідника визначаємо теплоту утворення ацетону C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O <math>\Delta H_f = -217,57 \text{ кДж/моль}</math></p> <p>1.2. Визначаємо число атомів і-го виду в структурі горючої речовини C –3, H-6, O-1.</p> <p>1.3. З довідника Баратова виписуємо значення <math>h_f, h_f', h_f'', h_j', h_j''</math></p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>НГ – азот</td> <td><math>h_f' = 0,865 \cdot 10^{-2}</math></td> <td><math>h_f'' = 2,53</math></td> <td><math>h_o' = 0,197</math></td> <td><math>h_o'' = 5,95</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>h_f' = 1,256</math></td> <td><math>h_n'' = 0,76</math></td> <td><math>h_n'' = 1,49</math></td> <td><math>h_f'' = 2,8</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><math>h_o'' = -2,97</math></td> </tr> </table> <p>1.4. Розраховуємо вогнегасну концентрацію даного флегматизатора. <math>\varphi_{\text{фл}}^0 = 41\%</math>.</p> <p><b>2. Розраховуємо об'єм флегматизатора для гасіння пожежі у визначеному приміщенні</b></p>	НГ – азот	$h_f' = 0,865 \cdot 10^{-2}$	$h_f'' = 2,53$	$h_o' = 0,197$	$h_o'' = 5,95$		$h_f' = 1,256$	$h_n'' = 0,76$	$h_n'' = 1,49$	$h_f'' = 2,8$					$h_o'' = -2,97$
НГ – азот	$h_f' = 0,865 \cdot 10^{-2}$	$h_f'' = 2,53$	$h_o' = 0,197$	$h_o'' = 5,95$												
	$h_f' = 1,256$	$h_n'' = 0,76$	$h_n'' = 1,49$	$h_f'' = 2,8$												
				$h_o'' = -2,97$												

$$V_{\text{прим.}} = 12 \times 10 \times 2,4 = 288 \text{ м}^3; V_{\text{НГ}} = 288 \cdot \ln \frac{100}{100 - 41} = 152, \text{ м}^3$$

**3. Розраховуємо питому витрату флегматизатору в залежності від діаметра трубопроводу і тиску в системі:**  $R_{\text{пит}} = 8,314/28 = 0,3$ ;  $g = 3,14 \cdot 25^2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot \sqrt{0,469/(297 \cdot 273)} = 0,37 \text{ кг/с}$

$$g_{\text{НГ}}^m = 3,14 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{1}{0,3 \cdot 293} \cdot \frac{2 \cdot 1,4}{1,4+1} \cdot \left(\frac{2}{1,4+1}\right)^{\frac{2}{1,4-1}}} = , \text{ кг/с}$$

$$S_{\text{пож.}} = 10 \text{ м}^2 \quad S_{\text{огор}} = 2(12 \cdot 10 + 12 \cdot 2,4 + 10 \cdot 2,4) = 345,6 \text{ м}^2 \quad S_{\text{прит.}} = 2 \times 3/3 = 2 \text{ м}^2 \quad S_{\text{пола}} = 120 \text{ м}^2$$

**4. Визначити питому витрату негорючого газу**

4.1. критична витрата подачі НГ:  $g_{\text{НГ}}^{\text{кр}} = 0,5 \cdot 5 \cdot 0,41 = 1,025 \text{ кг/с}$

4.2. оптимальна витрата подачі НГ:  $g_{\text{НГ}}^{\text{опт}} = 2,4 \cdot 1,025 = 2,46 \text{ кг/с}$

**5. Визначити інтенсивність подачі негорючого газу (критичну і оптимальну):**

5.1. критична інтенсивність подачі НГ:  $I_{\text{НГ}}^{\text{кр}} = 1,025/288 = 0,003 \text{ кг/с м}^3 = 2,57 \text{ л/с м}^3$

5.2. оптимальна інтенсивність подачі НГ:  $I_{\text{НГ}}^{\text{опт}} = 2,46/288 = 0,008 \text{ кг/с м}^3 = 7,2 \text{ л/с м}^3$

**6. Визначити час гасіння (оптимальний):**  $\tau_{\text{гасуш}} = \frac{2 \cdot 288 \cdot 0,41}{2 \cdot 2,4 - 5 \cdot 0,41} = 85,9 \text{ с}$

**7. Розрахувати загальну витрату негорючого газу на гасіння**

$$G_{\text{НГ}}^{\text{опт}} = I_{\text{НГ}} \tau_{\text{гасуш}} = 0,008 \cdot 85,9 = 0,69, \text{ кг/м}^3 \quad G_{\text{НГ}}^{\text{опт}} = 7,2 \cdot 85,9 = 619,2 \text{ л/м}^3$$

$$G_{\text{НГ}}^{\text{факт}} = k_1 k_2 k_3 G_{\text{НГ}} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,4 \cdot 0,69 = 2,17 \text{ кг/м}^3$$

**8. Розрахувати загальну масу негорючого газу на гасіння**

$$m_{\text{НГ}}^{\text{опт}} = 288 \cdot 0,69 = 198, \text{ кг} \quad V_{\text{пр}} = m/\rho = m \cdot V_t/\mu = 198 \cdot 24/28 = 170 \text{ м}^3 \quad m_{\text{НГ}}^{\text{факт}} = 288 \cdot 2,17 = 624, \text{ кг}$$

**9. Розрахувати кількість насадків для гасіння пожежі автоматичною системою пожежогасіння**

9.1.  $g_{\text{НГ}}^m = S_{\text{отв}} P \sqrt{\frac{1}{R_{\text{пит}} T} \cdot \frac{2k}{k+1} \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{2}{k-1}}} = 3,14 \cdot 25^2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot \sqrt{0,469/(297 \cdot 273)} = 0,37 \text{ кг/с}$

9.2.  $\tau_{\text{гасуш}} = m_{\text{НГ}}/q_{\text{НГ}}^m = 198/0,37 = 535, \text{ с}$

9.3.  $n_{\text{нас.}} = 535/60 = 8,9 \approx 9$  насадків

3. Розгляд **Сутність припинення горіння гальмуванням хімічної реакції полягає в зниженні швидкості хімічної реакції горіння. Інгібітори вступають у взаємодію з активними центрами полум'я (АЦП), утворюючи із ними менш**  
учбового



матеріалу	<p>активні комплекси, перериваючи ланцюгову реакцію утворення АЦП. ВЗ хімічного гальмування повинні відповідати специфічним вимогам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- мати низьку <math>T_{кип.}</math>, щоб легко переходити в пароподібний стан;</li> <li>- мати низьку термічну стійкість, щоб при невисоких температурах розкладатися на атоми і радикали;</li> <li>- продукти термічного розпаду повинні активно вступати в реакцію з активними центрами горіння.</li> </ul> <p>Цим вимогам відповідають галоїдпохідні вуглеводнів (похідні метану і етану). Їх застосовують в стаціонарних установках для гасіння внутрішніх пожеж у закритих об'ємах не більше 5000м<sup>3</sup>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Галогенпохідні вуглеводнів і продукти їх піролізу високотоксичні. Для пожежогасіння не застосовують інгібіруючі засоби в яких відношення вогнегасної концентрації до небезпечної більше 4.</li> <li>- інгібіруючі вогнегасні засоби при наявності вологи викликають сильну корозію металів.</li> </ul> <p>Порошкові вогнегасні засоби - це подрібнені мінеральні солі зі добавками проти злежування і комкування. Вогнегасна здатність порошків загального призначення більша за більшої дисперсності порошку, ...спеціального призначення - майже не залежить від ступеня подрібнення.</p> <p>Вони мають переваг перед іншими ВЗ: 1). Винятково висока вогнегасна здатність, у кілька разів перевищуючої здатність галоїдвуглеводнів. 2). Універсальність застосування.</p> <p>Гасіння пожеж порошковими сумішами можна пояснити дією наступних факторів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- розведенням горючого середовища газоподібними продуктами розкладання порошку в зоні горіння;</li> <li>- охолодженням зони горіння в результаті витрат тепла на нагрівання і розкладання часток порошку.</li> <li>- гомогенним інгібуванням хімічних реакцій газоподібними продуктами розкладання порошку,</li> <li>- гетерогенним інгібуванням обривом ланцюгів на поверхні порошків.</li> </ul>
4. ВИСНОВОК	Розглянуті параметри будуть визначати особливості застосування інертних розріджувачів на пожежі та в автоматичних системах пожежогасіння.