

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 лабораторних 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

Лабораторні заняття з дисципліни «Теорія горіння та вибуху» проводять два викладача. На початку заняття приймає рапорт від чергового групи, перевіряє наявність особового складу навчальної групи, зовнішній вигляд, наявність необхідної літератури, а саме лабораторних практикумів, довідників з пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів.

Напередодні лабораторного заняття викладач під час проведення самостійної підготовки проводить консультацію з групою щодо методики проведення експериментального дослідження з визначення параметрів пожежної безпеки речовин, розрахунку цих параметрів, оформлення лабораторного журналу, проводить інструктаж курсантів з техніки безпеки і пожежної безпеки при проведенні досліджень, допомагає у відборі учбової та довідникової літератури по тематиці, що буде розглядатися.

Перший викладач оголошує тему і мету заняття, порядок проведення дослідження. Нагадує основні положення техніки безпеки під час проведення експериментальної частини роботи. Студенти та курсанти розписуються в журналі по техніці безпеки. Основний викладач здійснює загальне керівництво проведенням лабораторного заняття, допомагає проводити заміри показників, видає завдання для перевірки ступеня освоєння матеріалу лекції і самостійного вивчення матеріалу, приймає залік по лабораторній роботі у студентів.

Другий викладач стежить за дотриманням умов техніки безпеки, консультує студентів по методиці обробці результатів досліджень і проведенні теоретичних розрахунків. Проводить контроль та забезпечує дієздатність обладнання при проведенні роботи, здійснює демонтаж лабораторного обладнання і прибирання хімічних реактивів.

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.

По закінченню експериментальної частини роботи курсанти та студенти на робочих місцях наводять порядок.

В кінці заняття викладач підводить підсумки, акцентує увагу на практичному значенні вивчаємого 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.

Викладач оцінює роботу курсантів, виставляє оцінки, видає завдання на самопідготовку.

Техніка безпеки

1. Всі роботи по визначенню КМПП проводити по команді викладача і під його контролем.
2. З горючими речовинами поводитися акуратно, не допускаючи проливання рідини і попадання на відкриті ділянки шкіри.
3. Не доторкатися до проводів що оголенні і деталей, що знаходяться під напругою.
4. Не допускати запалення рідини. У випадку загоряння рідини що розлились для гасіння використати вогнегасник, покривало або пісок. У випадку запалення одягу необхідно швидко зняти його або накрити ділянку що горить покривалом.

План проведення лабораторного заняття

- | | |
|---------------------------------------------------------------------|----------|
| 1. Оголошення теми і мети заняття. | - 5 хв. |
| 2. Інструктаж з техніки безпеки при проведенні досліджень | - 5 хв. |
| 3. Контроль знань за темою, що вивчається | - 15 хв. |
| 4. Проведення експериментальної частини роботи | - 30 хв. |
| 5. Оформлення результатів роботи в лабораторних журналах | - 20 хв. |
| 6. Підведення підсумків заняття і видача завдання на самопідготовку | - 5 хв. |

Час: 2 години.

Забезпечення: 1. Дидактичний матеріал
2. Навчальна література

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми
1	Дослідження температурного режиму та структури полум'я
2	Визначення фактичної концентрації пари та газів у повітрі та встановлення ступеня її небезпеки.
3	Визначення стандартної температури самоспалахування.
4	Дослідження швидкості поширення фронту полум'я по газоповітряній суміші
5	Визначення температурних меж поширення полум'я та температури спалаху рідини.
6	Визначення нижньої концентраційної межі аерозолі та встановлення ступеню пожежовибухонебезпеки пилу.
7	Дослідження тепло масообміну пожежі в приміщенні.
8	Дослідження механізму запобігання горіння методом флегматизації

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. Лабораторний практикум з курсу «Теорія розвитку та припинення горіння» / Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Баланюк В.М. – Харків: АЦЗУ, 2004.
3. 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.
4. 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.
5. Тарахно О.В. Методичні рекомендації до вивчення курсу «Теорія розвитку та припинення горіння» / Тарахно О.В., Жернокльов К.В. - Харків : УЦЗУ, 2006. – 208 с.
6. Корольченко А.Я., Пожаровзвивоопасность веществ и материалов и средства их тушения / Корольченко А.Я., Корольченко Д.А., ч. I. - М.: Пожнаука, 2004. – 714 с.
7. Корольченко А.Я., Пожаровзвивоопасность веществ и материалов и средства их тушения / Корольченко А.Я., Корольченко Д.А., ч. II. - М.: Пожнаука, 2004. – 774 с.
8. Повзик Я.С. Справочник руководителя тушения пожара. - М.: Спецтехника, 2004. – 280 с.

Лабораторна робота № 1.

ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПАРИ І ГАЗІВ В ПОВІТРІ, ВСТАНОВЛЕННЯ СТУПЕНЯ ЇЇ НЕБЕЗПЕКИ

Порядок і методика виконання роботи

Етапи проведення роботи	Дії, що виконуються	Методичні вказівки
1.Організаційна частина. Оголосити тему і мету заняття	Метою даної лабораторної роботи є визначення ступеню пожежної небезпеки пари або газу за показниками КМПП, що відповідно до закону " Про правові засади 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 наявність студентів на занятті. Повідомлення теми уроку
2.Проведення інструктажу по техніці безпеки		Викладач інструктує студентів по виконанню вимог техніки безпеки.
3.Перевірка знань по темі лекції	Викладач проводить усне опитування з матеріалу лекцій, практичних занять та по методиці користуванням сигналізатором.	
4.Проведення експерименту 4.1. Підготовка приладів СТХ-5 до проведення дослідів.	1. Підключити сигналізатори до блоку батареї живлення	Другий викладач контролює працездатність електричної мережі живлення СТХ-5.
	2.Натиснути кнопку - повинен увімкнутися світлодіод "ВКЛ" відпустити кнопку - світлодіод повинен висмикнутися	Простежити за порядком підготовки сигналізатора до роботи
	3. Провести підготовку сигналізатору до роботи після заспокоєння стрілки приладу, що показує, встановити її на початку шкали за допомогою резистора УСТ. "0" відпустити кнопку, світлодіод ВКЛ повинен погаснути.	Викладачі допомагають у влаштуванні СТХ-5
4.2. Проведення розрахункової частини роботи.	1. Розрахувати об'ємні концентраційні межі та безпечні концентраційні межі для виданої речовини по двом методикам.	Надати допомогу у використанні додатків до лабораторного журналу.

	2 Розрахувати об'єм газу за даних умов.	
	3 Розрахувати масові концентраційні межі для речовини, що досліджується.	.
4.3. Проведення дослідної частини	1. В колбу відомого об'єму ввести задану кількість речовини, що досліджується. При об'ємі колби 1 літр додається 3-4 краплі речовини ($3-4 \cdot 10^{-5}$ літра), при об'ємі колби 0,5 літр додається 1-2 краплі речовини ($1-2 \cdot 10^{-5}$ літра).	
	2 Приєднати трубку до штуцера СТХ, помістити вільний кінець трубки в контрольоване середовище.	Виконують студенти. Викладач контролює порядок та дотримання вимог ТБ
	3 Натиснути кнопку, після заспокоєння стрілки приладу прокачати суміш. Зробити 8-9 прокачувань гумовою грушею	
	4 По показанню стрілки визначити фактичну концентрацію речовини. Замір фактичної концентрації провести три рази, за результат експерименту взяти середнє значення. Дані занести в таблицю лабораторного журналу.	Оказати допомогу при визначенні концентрації та при роботі з перевідною таблицею для визначення концентрації.
	5 Визначити ступінь пожежовибухонебезпеки фактичної концентрації горючої речовини.	
5.Оформлення лабораторних журналів	Студенти заносять отримані дані в журнал, строять графік, роблять висновки про ступінь пожежовибухонебезпеки даної суміші	Видати картки для рішення задач
6.Робота над теоретичною частиною заняття	Студенти працюють над картками, вирішують завдання по визначенню КМПП та максимального тиску при вибуху	Кожний викладач працює зі своєю підгрупою
8. Підведення підсумків заняття, видача завдання на самопідготовку.	Розрахувати КМПП за індивідуальним завданням	

Лабораторна робота № 2.
ВИЗНАЧЕННЯ СТАНДАРТНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ САМОСПАЛАХУВАННЯ
Порядок і методика виконання роботи

Етапи проведення роботи	Дії, що виконуються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Метою даної лабораторної роботи є визначення ступеню пожежної небезпеки газу за показником T_{cc} , що відповідно до закону "Про правові засади 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 інструктаж з охорони праці.	Студенти розписуються в журналі по ТБ	Викладач інструктує по техніці безпеки
3. Провести контроль знань по вивчених раніше матеріалах	Студенти працюють над картками, вирішують задачі по темі: "Самоспалахування"	Видати кожному студенту ту індивідуальне завдання.
4. Проведення розрахункової частини роботи.	1. Розрахувати температуру самоспалахування для виданої речовини. 2. Розрахувати об'ємну стехіометричну концентрацію горючої речовини, що досліджується 3. Розрахувати молярний об'єм газу за даних умов. 4. Розрахувати масову стехіометричну концентрацію речовини, що досліджується. 5. Визначити об'єм речовини, що вводиться в реакційну колбу за формулою: $V_{рід} = \varphi'_{смк} V_{ц} / \rho_{Гр}$	Видати по підгрупам горючі рідини. Викладач контролює допомагає при складанні структурної формули і перевіряє проведення розрахунків.
5. Проведення експериментальної частини	T_{cc} експериментально визначається на приладі СТС по ГОСТу 12.1. 044-89'Пожаровзрывоопасность веществ и материалов'	Викладач контролює і допомагає визначити ціну поділок шкали логометра мілівольтметра. Вказати на практичне значення T_{cc}

5.1. Підготовка приборів до роботи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прилади вмикають за 30 хвилин до початку лабораторної роботи 2. Перед початком роботи студенти знайомляться з електричною і вимірювальною схемами, перевіряють їх роботу. 3. Визначають температуру нагріву приладу. 	<p>Всі дії студенти виконують у відповідності з указівками у лабораторному практикуму.</p> <p>Викладач допомагає засвоїти методику визначення температури самоспалахування на приладі СТС</p>
5.2. Вимірювання температури	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити температуру приладу на 50 С вище розрахованої температури самоспалахування 2. В нагріту реакційну колбу ввести розраховану кількість рідини, визначити час до появи полум'яного горіння. Визначити період індукції 3. Знизити температуру на 10 С. Повторити дослід з тією ж кількістю речовини. Якщо самоспалахування не відбулося протягом 2 хвилин, дослід вважати "відмовою" 4. Останню температуру, за якої рідина загоряється, вважати температурою самоспалахування. 5. На підставі отриманих даних зробити висновок про безпечні температури нагріву робочої поверхні і групі вибухонебезпеки суміші (Т1-Т6) 	<p>Викладач контролює дії студентів та виконання вимог ТБ</p> <p>При проведенні досліду роботу проводять наступним чином: наприклад: розрахункове позначення $T_{сс}$ гексанолу 285 С. Температура в реакційній судині приладу 335 С. Ввести краплю речовини - займання виникло. через 5с. t зменшити до 325 С, ввести краплю речовини, займання виникло через 10с, при $t=310С$, займання немає. Вважати $t_{сс}=310С$, Речовина відноситься до групи Т2.</p>
6. Оформлення результатів роботи	Студенти заносять результати експерименту в журнал, записують зроблені висновки.	
7. Захист лабораторної роботи	Викладачі проводять співбесіду по результатах лабораторної роботи по підгрупам, оцінюють знання, виставляють підсумкову оцінку по результатах письмового контролю і усного опитування	Кожний з викладачів працює з підгрупою,
8. Підведення підсумків	Студенти наводять порядок на робочих міста, вмикають обігрів приладів, здають речовини, що досліджувались.	Звернути увагу на практичне значення $T_{сс}$

Лабораторна робота № 3.
ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ПОШИРЕННЯ ФРОНТУ ПОЛУМ'Я
Порядок і методика виконання роботи

Однією з фундаментальних властивостей полум'я є здатність його до довільного поширення. Виникнувши внаслідок впливу джерела запалювання, полум'я надалі самостійно переміщається з деякою швидкістю в напрямі свіжої горючої суміші, при цьому його поширення супроводжується випромінюванням світла і тепла.

Під час випаровування горючої рідини утворюється готова суміш, що складається з горючої пари і окислювача, тому її горіння класифікується як кінетичне. Швидкість процесу горіння залежить в основному від швидкості протікання хімічної реакції між паливом і окислювачем (від виду горючої речовини, концентрації горючої речовини і окисника, температури при якій відбувається процес).

Поширення полум'я по однорідному горючому середовищу, яке відбувається внаслідок пошарового розігрівання початкової суміші по механізму теплопровідності від продуктів горіння, називають дефлаграційним.

Нормальна швидкість горіння U_n - швидкість, з якою рухається фронт полум'я відносно нерухомого горючого газового середовища:

$$U_n = dx/d\tau,$$

де x - відстань, яка пройдена фронтом полум'я по нормалі до поверхні фронту за час τ .

Значення нормальної швидкості горіння лежить в межах від декількох десятків сантиметрів до декількох метрів. Однак, розширення гарячих продуктів горіння, що утворилися дає відчутну додаткову зміну поверхні горіння, тому швидкість поширення фронту полум'я буде більшою, ніж нормальна швидкість горіння.

Порядок проведення дослідження

1. Провести розрахунок об'ємної та масової стехіометричної концентрації заданої речовини.

$$\varphi_{ст.м} = \frac{100}{1 + 4,76\beta}, \quad \%,$$

$$\varphi'_{ст.м} = \varphi_{ст.м} \frac{10M}{V_t}, \quad \text{г/м}^3.$$

2. Розрахувати об'єм рідини, що вводиться в реакційну судину

$$V_{труби} = \frac{\pi d^2}{4} l, \quad \text{см}^3$$

$$V_{\text{рід}} = \frac{V_{\text{труби}} \Phi_{\text{стм}}}{\rho_{\text{рід}}}, \text{ мл}$$

3. Визначити ряд об'ємів і відповідних їм концентрацій, що відрізняються від стехіометричної. Розраховані дані занести в таблицю.
4. Відміряти розраховану кількість речовини і внести її в трубу. Трубу підняти для рівномірного розтікання рідини.
5. Після випаровування рідини подати іскровий розряд і згідно показань таймера визначити час руху фронту полум'я. Результат занести в таблицю.
6. Провентилувати свіжим повітрям об'єм труби. Повторити дослід з іншим об'ємом рідини.
7. За підсумками дослідів розрахувати швидкість поширення фронту полум'я та побудувати графік залежності швидкості руху фронту полум'я від концентрації горючої речовини. Зробити висновок.
8. Видати картки із завданнями, перевірити зрозумілість запитань.
9. Оголосити завдання на самопідготовку:
 1. Демидов, Шандыба, Щеглов. Горение и свойства горючих веществ. С.80-103
 2. Демидов, Саушев. Горение и свойства горючих веществ. С.152-164.

Лабораторна робота № 4.
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ МЕЖ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я ТА ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ
Порядок і методика виконання роботи

Етапи проведення роботи	Дії, що виконуються	Методичні вказівки
1. Після привітання оголосити тему і мету заняття	Експериментально ТМПП визначаються на приладі ТП-2 Експериментально визначається tсп на приладі ПВНЭ	Перевірити явку слухачів.
2. Провести інструктаж 3.Проверка знань по темі лекції		Викладач інструктує по техніці безпеки при проведенні досліджень
4.Проведення експерименту 4.1.Підготовка приладів до проведення дослідів.	1.провести перевірку зібрання приладу; 2.підключити прилад до електромережі; 3.перевірити працездатність електричної спіралі підпалення; 4.залити рідину, що досліджується у трьохгорлу колбу.	Простежити за порядком підготовки ТМ-2 до роботи
4.2. Проведення розрахункової	1. визначаються температурні межі поширення полум'я з використанням констант Антуана	Оказати допомогу у визначенні констант Антуана
	2. визначаються температурні межі поширення полум'я з урахуванням констант гомологічного ряду	Оказати допомогу у визначенні гомологічного ряду
	3. визначаються температурні межі поширення полум'я з урахуванням хімічної будови речовини	Допомогти визначити хімічної структури рідини
	4. визначаються температури безпечного користування речовиною	
4.3. Проведення дослідної частини	1. нагріти рідину в колбі до температури на 5 °С нижче розрахункової величини НТМПП; 2. на кожні 2 °С підвищення температури проводиться випробування на займання пари, шляхом вмикання джерела запалювання на 4 – секунд; 3. при “відмові” проводиться продування пари газового простору колби повітрям від газодувки; 4. при спалахуванні суміші враховуємо, що температура, при котрій відбувся процес є НТМПП	Виконують слухачі. викладач контролює дотримання вимог охорони праці.

4.4. Обробка результатів випробувань	1. результати випробувань заносяться у таблицю лабораторного журналу; 1. за результатами розрахунків та випробувань робиться висновок про умови вибухонебезпеки при користуванні з рідиною.	
4.5. Оформлення лабораторних журналів.	Слухачі заносять отримані дані в журнал, строять діаграму, роблять висновок по ступень пожежовибухонебезпеки	
6. Работа над теоретичною частиною заняття	Слухачі працюють над картками, вирішують завдання по визначенню ТМПП та безпеку речовини при заданих умовах	Видати картки для рішення задач
7. Підведення підсумків заняття, видача завдання на самопідготовку.	Таким чином, на даній лабораторній роботі отримані навички експериментального визначення температурних меж розповсюдження полум'я, та методику встановлення ступеня небезпеки рідини при заданих умовах	
4. Проведення експерименту 4.1. Підготовка приладів до роботи	Проводиться перевірка комплектності приладу, перевіряється робота мішалки, відкриття отворів для провітрювання та запалювання проводиться заповнення олією запальника. Проводиться перевірка ціни поділу термометру	Простежити за порядком підготовки приладу ПВНЭ до роботи
4.2. Проведення розрахункової частини роботи	Проводиться розрахунок температури спалаху рідини, що видана для експерименту по наступним методикам: - по формулі Елея $t_{cn} = t_{kun} - 18 K_2$; $K_2 = 4C + 4S + 1H + 1N - 2O - 2Cl - 3F - 5Br$ Слухачі визначають t_{kun} з довідників, проводять розрахунок коефіцієнта горючості K_2 , та t_{cn} температури спалаху. - по формулі $t_{cn} = a - b * t_{kun}$ для гомологічних рядів горючих рідин. Слухачі визначають t_{kun} та константи a і b з довідників, якщо речовина може бути віднесена до якогось з гомологічного рядку, та проводять розрахунок t_{cn} температури спалаху.	Викладач оказує допомогу при роботі з довідниками
	- по формулі з урахуванням структури рідини $t_{cn} = a_0 + a_1 * t_{kun} + a_i * l_i$ Слухачі визначають t_{kun} , розписують структурну формулу речовини та виписують з довідника константи a_i . Після цього проводять розрахунок t_{cn} температури спалаху.	Оказати допомогу при визначенні класу рідини Оказати допомогу при роботі з таблицею

4.3. Проведення дослідної частини	1. Заповнюється латунний стакан по мітку рідиною, що видана 2. Закривається стакан кришкою 3. Встановлюють стакан у електричну баню, вмикають нагрів 4. На кожні 2°C підйому температури проводять вимір - відкривають кришку та подають запальник. Результати заносяться у таблицю. При виникненні спалаху дослід припиняють, рідину зливають у склянку, а прилад вимикають з електромережі.	Виконують слухачі, викладач контролює порядок та дотримання вимог ТБ. Оказати допомогу при визначенні температури спалаху
4.4.Оформлення результатів роботи	Роблять висновок про ступінь пожежо вибухонебезпеку даної рідини при нормальних умовах.	
5.Робота над теоретичною частиною заняття	Слухачі працюють над картками, вирішують завдання по визначенню t_{cn} та ступеня небезпеки речовини при заданих умовах розрахунковим методом.	Видати картки для рішення задач
6. Захист лабораторної	Викладачі проводять співбесіду по результатах лабораторної роботи по підгрупам, оцінюють знання, виставляють підсумкові оцінки за усну відповідь. У разі, якщо слухачі не встигають захистити лабораторну роботу на занятті, викладач збирає виконані роботи та оцінює результати в неурочний час по результатах письмового опитування та порядку оформлення роботи.	Кожний викладач працює з підгрупою в залежності від ступеня їх підготовленості.
7.Підведення підсумків заняття, видавання завдання на самопідготовку.	Таким чином, на даній лабораторній роботі отримані навички експериментального визначення температури спалаху горючих рідин, та засвоєна методика встановлення ступеня небезпеки рідини при заданих умовах	Оголосити підсумкові оцінки.
Завдання на самопідг.:	Розрахувати ТМПП та Тсп для індивідуальної горючої речовини	

Лабораторна робота № 5.
ВИЗНАЧЕННЯ НИЖНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЙНОЇ МЕЖІ АЕРОЗОЛЮ
Порядок і методика виконання роботи

Питання, що розглядаються	Дії слухачів	Дії викладачів
Організація заняття	Метою даної лабораторної роботи є визначення ступеню пожежної небезпеки пилу за показником НКМПП, що відповідно до закону "Про правові засади 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).	Основний викладач перевіряє наявність слухачів, оголошує тему, мету і порядок проведення заняття.
Проведення дослідження Розрахункова частина:	<p>1. Для речовини, що видана викладачем, проводяться розрахунки НКМПП по формулі Монахова</p> <p>1.1. Визначається НКМПП для пари речовини</p> $\varphi^0 = \frac{100}{1 + 2,458 \cdot 10^{-5} \cdot \Delta H_f + \sum h_i \cdot m_i}; \%$ <p>де ΔH_f – теплота утворення речовини, що досліджується, кДж/ моль; h_i – стала, що характеризує енергетичний вклад елементу, кДж/ (моль·К); m_i – кількість молів елементів у речовини, що досліджується, моль.</p> <p>1.2. Визначається НКМПП для мілкодисперсного</p> $\varphi' = 0,16 \cdot \varphi^0 \cdot M, \quad \text{г/м}^3,$ <p>та крупнодисперсного пилу: $\varphi' = 0,41 \cdot \varphi^0 \cdot M, \quad \text{г/м}^3,$</p> <p>де M- молярна маса речовини, кг/ кмоль.</p> <p>2. Для складних речовин розрахунки НКМПП</p>	<p>Задає умови проведення досвіду. Перевіряє правильність виконання слухачами всіх операцій.</p> <p>Перший та другий викладачі допомагають у визначенні теплоти утворення та теплоти згоряння речовини. Перевіряють правильність проведення розрахунків.</p> <p>Теплота утворення: фталевої кислоти $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4 \quad \Delta H_f = -782 \text{ кДж/ моль}$ Адіпінової кислоти $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4 \quad \Delta H_f = -674 \text{ кДж/ моль}$ Уротропін $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ $\Delta H_f = -136,9 \text{ кДж/ моль}$</p>

	<p>проводяться по формулі Шоневальда</p> $\varphi' = a + \frac{b \cdot 10^6}{Q_H'}, \text{ г/м}^3$ <p>де величини а і в – визначають за таблицею, Q_H' – масова теплота згоряння, кДж/кг.</p> <p>3. Визначається об'єм реакційної камери лабораторного приладу</p> $V_{p.c.} = h_{p.k.} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^3$ <p>4. Визначається маса наважки пилу для досліду: $m = \varphi' V_{p.k.}$, г.</p>	<p>Щавлева кислота $C_2H_2O_4 \Delta H_f = -829,9$ кДж/ моль Бензойна кислота $C_7H_6O_2 \Delta H_f = -385$ кДж/ моль Гліцин $C_2H_5NO_2 \Delta H_f = -524,7$ кДж/ моль</p> <p>Викладач допомагає визначити геометричні розміри приладу</p>
Експериментальна частина	<p>1. Зважують наважку речовини, що досліджується з погрішністю 0,001 г; (Вимірювання НКМПП потрібно починати з первинної наважки, що дорівнює $\approx 0,2$ грама.)</p> <p>2. вміщують наважку в розпилювач;</p> <p>3. герметизують реакційну посудину;</p> <p>4. включають джерело запалювання і проводять розпилення;</p>	<p>Під час роботи стежити за дотриманням техніки безпеки</p> <p>1. Визначення НКМПП речовини починають з виявлення області концентрації, в якій можливість запалення носить вірогідний характер (область нестійкого запалення).</p> <p>2. Змінюючи первинну масу наважки на 10%, знаходять мінімальне значення наважки за якої запалювання є стійким.</p>
	<p>5. візуально фіксують "запалювання" або "відмову";</p> <p>6. проводять очищення реакційної посудини від залишків пилу і продуктів згоряння.</p> <p>7. Результати вимірювань НКМПП заносять в таблицю.</p>	<p>"Запалюванням" потрібно вважати горіння пилу повітряної суміші з поширенням полум'я від джерела запалювання до контрольної відмітки на реакційній судині або вище за її; "відмовою" - відсутність горіння або поширення полум'я нижче контрольної відмітки.</p>
Обробка результатів досліду	<p>4. Обробка результатів.</p> <p>1. Нижню концентраційну межу запалення в г/м^3</p>	<p>Допомагає слухачам у проведенні розрахунків і оформленні висновку по лабораторній роботі</p>

		обчислюють по формулі $\varphi' = \frac{m}{V}$ де: m - маса наважки, V – об'єм реакційної посудини, м ³ . 2. Результати дослідів заносяться в лабораторний журнал.	
		3. Оформлюють висновок по роботі	У висновку вказують величину НКМПП та ступінь небезпеки пилу.
Робота картками	з	Слухачі одержують індивідуальні завдання на картках.	Видає картки для рішення задач щодо розрахунку НКМПП аерозолю та теоретичні питання.
Підведення підсумків виставлення оцінок	і		Підводить підсумки лабораторної роботи. Видає завдання на самопідготовку
Завдання на самопідготовку	на	Повторити тему "Горіння дисперсних систем".	

Контрольні запитання

1. Що називається пилом?
2. Як класифікується пил по мірі пожежної небезпеки?
3. Якими показниками характеризується пожежна небезпека горючого пилу?
4. Який показник визначає вибух про - пожежа об небезпеку пилу?
5. Як класифікуються виробництва, пов'язані із застосуванням горючого пилу, по мірі пожежної небезпеки?
6. Практичне значення концентраційних меж запалення.
7. Призначення і пристрій установки для визначення пожежної небезпеки аеросуміші твердих речовин.
8. Практичне значення концентраційних меж запалення.
9. Який вплив на концентраційні межі поширення полум'я по дисперсній середі надає зольність речовини?
10. Який вплив на швидкість поширення полум'я надає вогкість пилу?
11. Як зміниться швидкість поширення полум'я по пило повітряній середі при підвищенні тиску?
12. Який вплив на схильність до вибуху пилу надає вміст кисню в повітрі?
13. Який вплив на схильність до вибуху пилу надає вміст в матеріалі летючих компонентів?
14. Який вплив на пожежовибухонебезпеку пилу надає здатність пилу до електризації?
15. У чому відмінність кінетичного горіння пило повітряних сумішей від горіння газо - повітряних?

16. У чому відмінність горіння пилю в осілому і у зваженому стані?

17. Поясніть, чому вибухи пило повітряних сумішей відбуваються в дві стадії?

Лабораторна робота № 6.
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛО- І МАСООБМІНУ ПОЖЕЖІ В ОГОРОЖІ
Порядок і методика виконання роботи

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина 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 докільля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій" (Р.1., ст.3)	Після привітання перевірити явку студентів, оголосити тему і мету заняття.
2. Інструктаж по техніці безпеки	1. Всі роботи по визначенню температурного режиму внутрішньої пожежі і нейтральної зони провести по команді викладачів і під їх контролем. 2. Не торкатися руками до нагрітих стінок моделі. Після проведення дослідів провітрити приміщення і акуратно прибрати залишки деревини. 4. Не допускати пошкодження термопар.	Проінструктувати студентів під розпис в журналі по техніці безпеки
3. Розрахункове визначення параметрів пожежі	1. Визначити площу припливних і витяжних отворів, габарити модельного приміщення і параметри горючої речовини. 2. Визначити середньооб'ємну температуру на задані моменти часу по номограмі. 3. Використовуючи отримані значення середньооб'ємної температури і площ отворів розрахувати висоту нейтральної зони..	На кожному робочому столі повинні бути довідники керівника гасіння пожежі, на кожного студента журнал лабораторних робіт. Стежити за правильністю розрахунків, дати необхідні роз'яснення.
4. Експериментальна частина заняття.	<p style="text-align: center;">ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ.</p> 1. Під витяжною шафою встановлюється модель приміщення. 2. На металевій підставці викладається штабель з деревини і розміщують його по центру модельного приміщення. 3. Під керівництвом викладача встановлюються припливні і витяжні отвори заданих розмірів, організується вогнище горіння, фіксується час.	Кожній підгрупі задати розміри припливних і витяжних отворів Контролювати правильність заповнення лабораторного журналу.

	<p>4. З допомогою термопар фіксується температура в різних точках моделі, а положення нейтральної зони візуально.</p> <p>5. Отримані дані занести в таблицю лабораторного журналу.</p> <p>τ $a_{\text{прит}}$ $a_{\text{вих}}$ $S_{\text{прит}}$ $S_{\text{вих}}$ $S_{\text{прит}}/S_{\text{пож}}$ α $t_{\text{розр}}$ $t_{\text{експер}}$ $h_{\text{розр}}$ $h_{\text{експер}}$</p>	
5. Обробка результатів експериментів.	<p>1. Використовуючи отримані розрахунком значення середньооб'ємної температури, побудувати графік залежності температури пожежі від часу її розвитку.</p> <p>2. Проаналізувавши значення температури, отримані експериментальним шляхом, визначити середньооб'ємну температуру на задані моменти часу і побудувати другу криву зміни $T_{\text{ср}}$ у часі. Порівняти графіки.</p> <p>3. Побудувати графіки зміни висоти нейтральної зони у часі в залежності від площі припливних і витяжних отворів на основі розрахункових і експериментальних даних.</p> <p>4. На основі розрахункових і експериментальних даних роблять висновки про:</p> <p>а) залежність $T_{\text{ср}}$ в приміщенні від часу розвитку пожежі.</p> <p>б) залежність температури в приміщенні від умов газообміну на пожежі;</p> <p>в) залежність висоти нейтральної зони від співвідношення площ припливних і витяжних отворів;</p> <p>5. Оформляється висновок по роботі.</p>	Стежити за правильністю оформлення результатів дослідження.
6. Робота із дидактичним матеріалом	Студенти виконують індивідуальне завдання із розрахунку критичного часу розвитку пожежі, температури пожежі, висоти нейтральної зони.	Перевірити правильність виконання завдань і відповідей на запитання.
7. ВИСНОВОК	Прогнозування температурного режиму внутрішньої пожежі є складовою частиною при розробці оперативного задуму при підготовці і проведенні оперативно-тактичних занять з начальницьким і особовим складом підрозділів пожежної охорони і при розробці оперативних планів пожежогасіння.	
8. Завдання на самопідготовку.	<p>1. Рішення індивідуального завдання.</p> <p>2. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю. ФХОРИТП стор. 5-10, 26-38.</p>	

Лабораторна робота № 7.
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ЗАПОБІГАННЯ ГОРІННЯ РЕЧОВИН ФЛЕГМАТИЗАЦІЄЮ
Порядок і методика виконання роботи

Дії викладача	Питання, що розглядаються	Методичні вказівки
1. Організаційна частина заняття	Викладач оголошує мету заняття	Перевірити явку студентів, оголосити тему і мету заняття.
2. Інструктаж по техніки безпеки.	Студенти розписуються в журналі по ТБ	Викладач інструктує по техніці безпеки
3. Контроль знань	Задати питання: 1. Механізм дії флегматизуючих ВЗ. 2. Ефективність флегматизуючих ВЗ, флегматизуюча концентрація. 3. Особливості застосування газоподібних флегматизуючих засобів	Викликати студента. Звернути увагу на використання даного матеріалу в практичній діяльності пожежної охорони
Розрахунок теоретичної кількості нейтрального газу та часу гасіння	<p>1. По довіднику Баратова виписати значення $h_f, h_{\phi}, h_f, h_j, h_j$</p> <p>2. По формулі для флегматизуючої концентрації розрахувати вогнегасну концентрацію флегматизатора CO_2.</p> $\varphi^{\circ}_{\phi} = 100 \frac{h'_f H_f + h'_{\phi} + \sum h'_j m_j}{h''_{\phi} - 1 + \sum h''_j m_j}, \%$ <p>3. Розрахувати мінімальну вибухонебезпечну концентрацію кисню</p> $\varphi_{\text{мвск}} = (100 - \varphi_{\phi}) / 4,844$ <p>4. Розрахувати безпечну концентрацію кисню</p> $\varphi_{\text{без}} = 1,2 \varphi_{\text{мвск}} - 4,22$ <p>5. Розрахувати масову флегматизуючу концентрацію</p> $\varphi'_{\phi} = \varphi^{\circ}_{\phi} 10M/V_t \quad V_t = P_o T V_o / (P T_o)$ <p>6. Розрахувати густину флегматизатора при заданих умовах</p>	Задає умови проведення досліду. Перевіряє правильність виконання студентами всіх операцій

$$\rho = M/V_t$$

7. Розрахувати об'єм флегматизатора, необхідний для гасіння в заданому приміщенні з урахуванням втрат:

$$V_{\text{нг}} = V_{\text{прим}} \ln(100/(100-\varphi^{\circ}_{\phi}))$$

8. Розрахувати масу флегматизатора, необхідну для гасіння

$$m = \rho V_{\text{нг}}$$

9. Визначити масову витрату газу-флегматизатора:

$$g_{\text{нг}}^m = S_{\text{отв}} P \sqrt{\frac{1}{R_{\text{пит}} T} \frac{2k}{k+1} \left(\frac{2}{k+1}\right)^{2/(k-1)}}$$

де k - коефіцієнт адиабати (1.3);

P - повний тиск в редукторі ($P=3 \cdot 10^5$ Па);

R - питома газова стала ($R=196,8$ Дж/кгК);

T - початкова температура в приміщенні, К;

S - площа вихідного отвору ($d=2,5$ мм).

10. Розрахувати час гасіння

$$\tau_{\text{гас}} = V_{\text{нг}} \rho / g_{\text{нг}}^m$$

Приклад розрахунку

1. бутанол $C_4H_{10}O$ $H_{\text{обр}} = -248,45$ кДж/моль -

$$h'f=0,865 \cdot 10 \quad h'c= 2,53 \quad h''c = 5,95$$

$$h'\phi = 1,256 \quad h'н= 0,76 \quad h''н = 1,49$$

$$h''\phi= 2,8 \quad h'o= 0,197 \quad h''o = -2,97$$

2. $\varphi_{\text{фл}} = 29\%$.

3. $\varphi_{\text{мвск}} = (100 - 29)/4,844 = 14,66\%$

4. $\varphi_{\text{без}} = 1,2 \varphi_{\text{мвск}} - 4,2 = 13,4\%$

5. $\varphi'_{\phi} = 29 \cdot 10 \cdot 44/24 = 531,7$ г/м³ $V_t = 24$

6. $\rho = 44/24 = 1.8$ кг/м³

7. $V_{\text{нг}} = 1,8 \cdot 0,14 \ln(100/100-29) = 0.048$ м³

8. $g_{\text{нг}} = 3.14 \cdot 0.25 \cdot (2.5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot (1/(293 \cdot 196) \cdot 2.6/2.3 \cdot (2/2.3)^{6.6})^{0.5}$
 $= 0.004$ кг/с

	9. $\tau_{\text{гас}} = 0,048 * 1,8 / 0,004 = 21\text{с}$	
4. Проведення експериментальної частини роботи.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Підготувати модельний осередок пожежі класу В в модельному приміщенні 2. Підпалити осередок пожежі 3. Після встановлення горіння по команді викладача подається ВЗ, фіксується значення тиску на манометрі, заміряється час гасіння. 4. По закінченню досліду визначити масу ВЗ. 	<p>Стежити за дотриманням техніки безпеки</p> <p>Звернути увагу на зв'язок матеріалу, що вивчається, з ПТ</p>
5. Оформлення результатів роботи в лабораторних журналах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Розрахувати фактичну концентрацію флегматизатора та інтенсивність подачі ВЗ. $m_{\text{факт}} = \tau_{\text{гас}} * g_{\text{нг}}$; $\phi_{\text{фл}} = m_{\text{факт}} / V_{\text{прим}}$ 2. По довіднику "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов" знайти мінімальну флегматизуючу концентрацію для даної ГР. Порівняти довідникову, теоретичну та експериментальну концентрації флегматизатора. 3. По довіднику РТП знайти оптимальну інтенсивність подачі CO₂, порівняти її з експериментальним значенням. 4. Зробити висновок про фактори, що визначають вогнегасну здатність флегматизаторів. 5. Викладачі проводять співбесіду за результатами лабораторної роботи. 	<p>Допомагає студентам в проведенні розрахунків і оформленні результатів.</p>
ВИСНОВОК	<p>Таким чином, на даній лабораторній роботі отримані навички експериментального визначення фактичної інтенсивності подачі ВЗ для гасіння або запобігання пожежі.</p>	
7. Завдання на самопідготовку.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю. ФХОРИТП. СТОР. 123-145, 182-203. 2. Довідник РТП. СТОР. 39-57. 	