Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра охорони праці і безпеки життєдіяльності

03-09-63

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять і самостійної роботи
з навчальної дисципліни
«Теорія горіння та вибуху»
для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»
денної та заочної форм навчання

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендовано
науково-методичною комісією
зі спеціальності
263 «Цивільна безпека»
Протокол № 3 від 03.01.2019 р.

Рівне – 2019

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до проведення практичних занять і виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теорія горіння та вибуху» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 263 «Цивільна безпека» денної та заочної форм навчання / С. Л. Кусковець. − Рівне : НУВГП, 2019. − 17 с.

Укладач: Кусковець С. Л., канд. техн. наук, доцент кафедри охорони праці і безпеки життєдіяльності.

Відповідальний за випуск – В. Л. Филипчук, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри охорони праці і безпеки життєдіяльності.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЗМІСТ

Вступ…….. 3
1. Вказівки до проведення практичних занять…… 4
2. Вказівки до виконання самостійної роботи…….. 12
3. Питання гарантованого рівня знань……. 13
4. Рекомендована література…….. 14

© С. Л. Кусковець, 2019
© Національний університет водного господарства та природокористування, 2019

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Теорія горіння та вибуху» належить до дисциплін фахової підготовки циклу професійної підготовки, яка вивчає зміст професії фахівця охорони праці на основі отримання знань та відомостей про горіння та вибух, а також явищ, що їх супроводжують, а також принципи та методи припинення горіння.

Мета навчальної дисципліни «Теорія горіння та вибуху» полягає у підготовці кваліфікованих фахівців, які володіють об'ємом знань, необхідних для розуміння явищ горіння та вибуху, визначення пожежовибухонебезпечних властивостей речовин і матеріалів, умов та закономірностей виникнення й розповсюдження процесів горіння і вибуху, а також механізму їх припинення та дотримання при цьому вимог безпеки праці.

Завданням вивчення навчальної дисципліни є володіння здобувачами вищої освіти знаннями про загальні відомості горіння й вибуху, їх класифікації, закономірності кінетики процесу горіння, пожежовибухонебезпечність сумішей, теорії теплового та ланцюгового вибуху, теплового і дифузійного поширення полум'я, самоспалахування і самозаймання, погасання, детонації і ударних хвиль, умови виникнення і розповсюдження горіння, переходу горіння у вибух, методи розрахунку об'єму і складу продуктів горіння, теплоти і температури горіння, основних показників пожежної небезпеки речовин і матеріалів.

Методичні вказівки і складено згідно з робочою програмою для здобувачів вищої освіти спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Охорона праці».

Підсумком вивчення дисципліни є екзамен.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Підготовка до кожного практичного заняття передбачає попереднє повторення відповідного теоретичного матеріалу з конспекту лекцій (для здобувачів вищої освіти денної форми навчання) або самостійне вивчення цього матеріалу з рекомендованих інформаційних джерел. Зауважимо, що перші три наведені основні літературні джерела [1, 2, 3] бажано використовувати при вивченні всіх тем курсу і використовувати при підготовці до практичних занять.

Під час виконання практичних завдань здобувачі вищої освіти мають вміти проводити розрахунки основних фізико-хімічних та пожежовибухових параметрів горіння й вибуху і розуміти та пояснювати їх природу та основні закономірності.

Здобувачі вищої освіти повинні навчитись визначати горючість речовин та колір полум'я за хімічним складом речовин; складати рівняння реакцій горіння речовин; пояснювати умови протікання процесу окиснення та горіння на основі окисно-відновних хімічних реакцій; проводити розрахунки матеріального та теплового балансу процесів горіння речовин і матеріалів; визначати пожежовибухонебезпечні характеристики речовин і порівнювати їх з довідковими даними; розв'язувати задачі щодо визначення основних параметрів пожеж та процесів горіння і вибуху, використовуючи вивчені закони, рівняння і правила, а також довідкову літературу (таблиці фізичних величин, довідники з фізики та хімії, пожежної тактики); визначати оптимальний вид вогнегасної речовини для припинення процесу горіння.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Практичне заняття 1

Визначення горючості та кольору дифузійного полум'я речовин

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти із порядком визначення горючості та кольору полумя в результаті чого вони мають:

знати – порядок визначення горючості речовин та матеріалів; як впливає концентрація оксигену, карбону та вміст інших речовин на колір полум'я.

вміти – визначати горючість речовин та матеріалів, їх колір полум'я за вмістом оксигену та карбону.

Для визначення горючості речовини вводять безрозмірний коефіцієнт горючості (К) (*формула Еллея*).

Для визначення кольору полум'я горючої речовини, що горить у повітрі, досить визначити відсотковий вміст у ній карбону та оксигену. Якщо полум'я яскраве, з кіптявою, то речовина має великий запас горючих компонентів, і перш за все карбону, а при горінні виділяє більше тепла, ніж та, що має менше карбону, але більше оксигену.

Література [1, 2].

Практичне заняття 2

Складання рівнянь реакції горіння речовин

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти з порядком складання реакцій горіння речовин в результаті чого вони мають:

знати – порядок написання рівнянь реакції горіння речовин; поняття стехіометричного коефіцієнта та порядок його визначення.

вміти – складати рівняння реакції горіння речовин; визначати стехіометричний коефіцієнт.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Загальне рівняння реакції горіння речовини можна записати у вигляді

$$\textit{горюча речовина} + \beta(O_2 + 3{,}76\ N_2) = \textit{продукти згоряння},$$

де β – *стехіометричний коефіцієнт* у рівнянні реакції (кількість молів повітря, що необхідні для повного згоряння горючої речовини).

Література [1, 2].

Практичне заняття 3

Розрахунок матеріального балансу процесів горіння

Національний університет
водного господарства

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти з порядком визначення матеріального балансу горіння речовин в результаті чого вони мають:

знати – що таке питомий та повний об'єм повітря, необхідний для згоряння речовин; особливості горіння індивідуальних хімічних речовин та складних хімічних сполук, суміші газів.

вміти – визначати матеріальний баланс горіння індивідуальних хімічних речовин та складних хімічних сполук, суміші газів і стехіометричну концентрацію речовин.

Матеріальний баланс процесу горіння представляє собою розрахунок відповідної кількості початкових компонентів, що приймають участь у процесі горіння і кінцевих продуктів горіння, що утворились внаслідок хімічних реакцій. Цей баланс складається на основі *закону збереження маси*. Дотримання умов матеріального балансу означає, що загальна маса компонентів хімічної реакції залишається незмінною.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розрахунок матеріального балансу процесу горіння зводиться до визначення об'єму повітря, що необхідний для згоряння горючої речовини та визначення об'єму продуктів згоряння, що утворилися при цьому.

Література [1, 2].

Практичне заняття 4

Розрахунок теплоти згоряння (енергетичного балансу) процесів горіння

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти з порядком визначення енергетичного балансу горіння речовин в результаті чого вони мають:

знати – поняття енергетичного балансу процесів горіння; види реакцій, що протікають в результаті горіння; що таке теплота згоряння та її види; поняття вищої та нижчої теплоти згорання речовин і порядок їх визначення.

вміти – визначати енергетичний баланс горіння індивідуальних хімічних речовин та складних хімічних сполук.

Кількість тепла, що виділяється в результаті хімічної реакції горіння, називають *тепловим ефектом* реакції горіння.

Теплотою згоряння називається кількість тепла, що виділяється при згорянні одиниці маси речовини з утворенням продуктів повного згоряння.

Залежно від способу вираження маси речовини розрізняють *стандартну Q кДж/моль* (молярну), *масову Q кДж/кг* та *об'ємну Q° кДж/м*^{3} теплоту згоряння речовини.

Залежно від виділення теплоти і утворення рідкої і газоподібної води, розрізняють вищу та нижчу теплоти згорання речовини.

Література [1, 2].

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Практичне заняття 5

Розрахунок адіабатичної температури горіння та тиску насиченої пари, концентрації пари та ступінь пожежовибухонебезпечності речовини

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти з порядком визначення показників та ступеню пожежної небезпеки речовин в результаті чого вони мають:

знати – поняття температури горіння та їх видів; порядок визначення адіабатичної температури горіння; поняття пожежної небезпеки речовин та матеріалів та їх показники; що таке насичена пара речовин та порядок визначення її тиску.

вміти – визначати адіабатичну температуру горіння, тиск насиченої пари, ступінь пожежовибухонебезпеки речовин.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Горючі речовини мають різну теплотворну здатність, тому температура на пожежах залежить не лише від кількості речовини, що горить, але й від її складу. Максимальна температура, до якої нагріваються продукти згоряння, називається *температурою горіння*. Розрізняють *калориметричну, адіабатичну, теоретичну* та *дійсну* температуру горіння.

Пожежна небезпечність речовини (матеріалу) – сукупність показників, що кількісно характеризують властивості речовини (матеріалу), які можуть бути чинниками пожежної небезпеки об’єкта і характеризують їх здатність до виникнення і поширення горіння.

Література [1, 2].

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Практичне заняття 6

Визначення температури спалаху, температури спалахування, концентраційних та температурних меж поширення полум'я, клас і розряд вибухопожежонебезпеки речовин

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти з порядком визначення пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів в результаті чого вони мають:

знати – поняття температури спалаху, температури спалахування, концентраційних та температурних меж поширення полум'я, класифікацію рідин залежно від температури спалаху.

вміти – визначати температуру спалаху, температуру спалахування, концентраційні та температурні межі поширення полум'я, клас і розряд легкозаймистих речовин.

Температура спалаху характеризує умови, за яких речовина стає пожежонебезпечною. Цей показник застосовується при класифікації рідин за ступенем пожежної небезпечності, при визначенні категорії та класифікації приміщень і зон за пожежовибуховою небезпечністю, а також при розробці заходів пожежо-вибухобезпеки.

Залежно від температури спалаху, рідини поділяють на *легкозаймисті* (ЛЗР) та *горючі* (ГР).

Температура спалахування характеризує здатність речовин до самостійного горіння і завжди буває вищою за температуру спалаху.

Концентрація парів та газів у суміші з повітрям, яка знаходиться в межах між нижньою та верхньою межею поширення полум'я є вибухо- і пожежонебезпечною.

Література [1, 2].

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Практичне заняття 7

Визначення максимального тиску при вибуху парів речовини

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти з порядком визначення тиску вибуху в результаті чого вони мають:

знати – поняття вибуху та його властивостей.

вміти – визначати максимальний тиск вибуху.

Вибух – це надзвичайно швидке хімічне або фізичне перетворення речовин, що супроводжується виділенням великої кількості теплової енергії, газів, як наслідок, різким зростанням тиску і виникнення ударної (вибухової) хвилі, що в результаті призводить до травмування людей, виникнення пожеж та руйнування конструкцій.

Вибух складається з трьох стадій:

1) перетворення хімічної енергії реакції на теплову енергію;

2) перетворення теплової енергії на енергію сильно стисненого газу;

3) поширення стисненого газу у вигляді ударної хвилі.

До параметрів тиску вибуху, що враховуються при характеристиці речовин та матеріалів, відносять максимальний тиск вибуху і швидкість його наростання.

Література [1, 2].

Практичне заняття 8

Визначення геометричних параметрів розвитку пожежі, питомої витрати та теоретично необхідної інтенсивності подачі води та мінімальної флегматизуючої концентрації азоту на гасіння речовин

Мета: ознайомити здобувачів вищої освіти з порядком визначення параметрів розвитку та припинення пожежі в результаті чого вони мають:

Національний університет
водного господарства
та природокористування

знати – основні параметри розвитку пожеж та порядок їх визначення; поняття вогнегасних речовин, їх класифікації і механізму впливу на горіння.

вміти – визначати параметри пожеж на певних періодах їх розвитку; питому витрату та теоретично необхідну інтенсивність подачі води та мінімальну флегматизуючу концентрацію вогнегасних речовин.

Пожежа – позарегламентний процес знищування або пошкоджування вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для живих істот і довкілля.

Під динамікою пожежі розуміють зміну основних параметрів пожежі в часі і просторі. Розрізняють кругову, прямокутну та кутову форми пожежі. Одним із основних параметрів, є *площа пожежі* $S_п$.

Під поняттям гасіння пожежі перш за все розуміють припинення горіння у всіх його видах і формах, та створення умов для попередження повторного відновлення горіння.

Основні *принципи припинення горіння*:

✓ охолодження зони горіння або речовини, що горить до певних температур;

✓ розбавлення речовин – учасників реакції горіння, тобто зниження їх концентрації (як горючої речовини, так і окисника);

✓ ізоляція реагуючих речовин (горючого або окисника) від зони горіння;

✓ хімічне гальмування (інгібування) швидкості хімічних реакцій горіння.

Для припинення горіння необхідна достатня кількість вогнегасної речовини. У практичних розрахунках для визначення необхідної кількості вогнегасної речовини для припинення горіння використовують інтенсивність її подачі.

Література [1, 2, 3].

Національний університет
водного господарства
та природокористування

2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Рекомендовані теми самостійної роботи

№ з/п	Назва питання	Література
1	Теплота вибуху та порядок її визначення	1, 4, 16
2	Експериментальні та розрахункові методи визначення концентраційних меж поширення полум'я. Фактори, що впливають на них	1, 2, 4, 14, 16, 20
3	Залежність температури і мінімальної енергії запалювання від різних факторів	1, 2, 4, 16
4	Вплив складу суміші і її початкової температури на швидкість розповсюдження полум'я	1, 2, 4, 16
5	Максимальний тиск при вибуху конденсованих вибухових речовин	1, 2, 4, 16, 17
6	Безпечна відстань за дією ударної хвилі в повітрі	10, 11, 12
7	Вимоги безпеки під час користування вогнегасниками	1, 17

2.2. Оформлення звіту про самостійну роботу

Підсумком самостійної роботи здобувача вищої освіти денної і заочної форм навчання є складання письмового звіту за вказаними темами, який виконується у вигляді окремого звіту.

Здача звіту про самостійну роботу відбувається у терміни, обумовлені викладачем і є підтвердженням виконання студентом навчальної програми дисципліни.

Звіт оформлюється на стандартному аркуші паперу формату А4 (210х297) з одного боку. Поля: праве – 10 мм, верхнє, нижнє, ліве - 20 мм. Звіт може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою (копія звіту подається на електронному носії).

Звіт складається з плану, основної частини, списку використаної літератури та додатків (при необхідності).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Об'єм тексту – до 20 сторінок. Схеми, таблиці, рисунки розміщуються за текстом, або подаються у додатках.

На титульній сторінці звіту має бути зазначена назва навчального закладу, кафедри, назва роботи, навчальна група, прізвище студента та викладача і рік виконання.

Захист звіту про самостійну роботу відбувається у терміни, обумовлені викладачем.

3. ПИТАННЯ ГАРАНТОВАНОГО РІВНЯ ЗНАНЬ

1. Що таке екзотермічні та ендотермічні реакції?
2. Як змінюється швидкість реакції горіння із збільшенням температури?
3. Які ви знаєте види горіння? Поясніть їх суть та особливості.
4. Полум'я, структура, види. Від чого залежить забарвлення полум'я?
5. Поняття температури горіння, її види та порядок визначення.
6. Якими основними параметрами характеризується пожежовибухонебезпека речовин та матеріалів?
7. Поясніть суть температур спалаху, спалахування, займання, самозаймання, температурних меж спалахування.
8. Як класифікують тверді речовини і матеріали, гази та рідини?
9. Концентраційні межі спалахування та їх суть.
10. Як класифікується пил за пожежовибухонебезпекою?
11. Які умови необхідні для виникнення горіння?
12. Назвіть умови самозагоряння і самозаймання.
13. В чому полягає суть процесів теплового, мікробіологічного та хімічного самозаймання?
14. В чому полягає суть процесу запалювання?
15. Поясніть суть теплової теорії поширення полум'я.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

16. Поясніть суть дифузійної теорії поширення полум'я.

17. У чому полягають особливості горіння газів, рідин, твердих речовин та пилу?

18. Яким параметрами характеризується розвиток пожежі?

19. Як класифікують пожежі?

20. Назвіть небезпечні фактори пожежі та їх граничні параметри.

21. Як впливає пожежне навантаження на розвиток пожежі?

22. Які особливості розвитку внутрішніх пожеж?

23. Види вибухів та умови їх виникнення.

24. Види вибухів та умови їх виникнення.

25. Назвіть умови та ознаки вибуху газо-, пароповітряної суміші.

26. Ударні хвилі й особливості їх виникнення та поширення.

27. Які Ви знаєте способи припинення горіння?

28. Назвіть принципи припинення горіння.

29. Вогнегасні речовини та їх класифікація.

30. Поясніть механізм дії вогнегасних речовин охолоджуючої, ізолюючої, розбавляючої та інгібуючої дії.

4. Рекомендована література

4.1. Базова

1. Кусковець С. Л., Шаталов О. С., Турченюк В. О. Основи теорії горіння та вибуху : Навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2012. 374 с. URL: http://ep3.nuwm.edu.ua/eprint/2156/ (дата звернення: 19.01.2019).

2. Кусковець С. Л., Шаталов О. С. Теорія горіння та вибуху. Практикум : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2012. 213 с. URL: http://ep3.nuwm.edu.ua/eprint/1802/ (дата звернення: 19.01.2019).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3. Кусковець С. Л., Шаталов О. С., Кусковець А. С.. Пожежна безпека виробництва. Лабораторний практикум : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2013. 96 с. URL: http://ep3.nuwm.edu.ua/eprint/2322/ (дата звернення: 19.01.2019).

4.2. Допоміжна

4. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-044-89 (дата звернення: 19.01.2019).

5. ГОСТ 12.1.010-76 (Ст. СЭВ 3517-81) Взрывобезопасность. Общие требования. – 1981. URL: http://docs.cntd.ru/document/5200270 (дата звернення: 19.01.2019).

6. ОСТ 78-2-73. ССБТ. Горение и пожарная опасность веществ. Терминология. URL: http://firenotes.ru/x_ost/ost-78-2-73/ost-78-2-73_c.html (дата звернення: 19.01.2019).

7. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: http://otipb.at.ua/load/dstu_2272_2006_ssbp_pozhezhna_bezpeka_termini_ta_viznachennja_osnovnikh_ponjat/23-1-0-3895 (дата звернення: 19.01.2019).

8. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=63091 (дата звернення: 19.01.2019).

9. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. URL: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15 (дата звернення: 19.01.2019).

10. НПАОП 0.00-1.67-13 Технічні правила ведення вибухових робіт на денній поверхні. URL: https://dnaop.com/html/32392_10.html (дата звернення: 19.01.2019).

11. НПАОП 0.00-7.08-07 Вимоги технічної безпеки до місць зберігання вибухових матеріалів промислового

Національний університет
водного господарства
та природокористування
призначення. URL: https://dnaop.com/html/1556/doc-НПАОП_0.00-7.08-07 (дата звернення: 19.01.2019).

12. НПАОП 0.00-1.66-13 Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення. URL: https://dnaop.com/html/32387/doc-НПАОП_0.00-1.66-13 (дата звернення: 19.01.2019).

13. Лавренюк О. І., Баланюк В. М. Теорія розвитку та припинення горіння. Навчальний посібник. Львів, 2007 р. 126 с.

14. Єлагін Г. І., Шкарабура М. Г., Кришталь М. А., Тищенко О. М. Основи теорії розвитку і припинення горіння. Черкаси, 2001. 448 с.

15. Демидов П. Г., Шандыба В. А., Щеглов П. П. Горение и свойства горючих веществ. М. : Химия, 1981. 272 с.

16. Баратов А. Н. и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочное издание. М. : Химия, 1990. 496 + 384 с. URL: http://www.norm-load.ru/SNiP/raznoe/knigi/knigi/Baratov/Baratov_spravochnik_tom1/1-5.htm; http://www.norm-load.ru/SNiP/raznoe/knigi/knigi/Baratov/Barztov_tom2/1-5.htm (дата звернення: 19.01.2019).

17. Наказ МВС України №25 від 15.01.2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE31677.html (дата звернення: 19.01.2019).

18. Повзик Я. С., Клюс П. П., Матвейкин А. М. Пожарная тактика. М. : Стройиздат, 1990. 335 с.

19. Таубкин С. И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы. М. : 1999. 600 с.

20. Иванников В. П., Клюс П. П. Справочник руководителя тушения пожара. М. : Стройиздат, 1987. 288 с.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

4.3. Інтернет-ресурси

21. Цифровий репозиторій ХНУГХ ім. А.Н. Бекетова. URL: http://eprints.kname.edu.ua/.

22. Цифровий репозиторій Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. URL: http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/568.

23. Наукова бібліотека НУВГП. URL: http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka_(інформаційні ресурси у цифровому репозиторії).

24. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. URL: http://dsns.gov.ua.

25. Професійна нормативно-правова бібліотека «Норматив™ PRO». URL: http://normativ.com.ua.

26. Журнал «Охорона праці і пожежна безпека». URL: http://oppb.com.ua.

27. Журнал «Пожежна та техногенна безпека». URL: http://ptb-101.com.ua.

Національний університет
водного господарства
та природокористування