

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

Пакет документів комплексної контрольної роботи

з дисципліни

ТЕРМОДИНАМІКА І ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

підготовки фахівців за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

Харків - 2017

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до комплексної контрольної роботи з дисципліни “Термодинаміка і теплопередача”

з підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

галузь знань 26 «Цивільна безпека»

за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

Комплексна контрольна робота (ККР) з дисципліни «Термодинаміка і теплопередача» (ТіТ) складена у відповідності з нормативними документами Міністерства освіти України. Вона призначена для перевірки залишкових знань студентів після закінчення вивчення навчальної дисципліни ТіТ.

ККР включає основні питання, знання яких або безпосередньо вимагає кваліфікаційна характеристика даного фахівця або без яких стає неможливим освоєння інших дисциплін професійного спрямування, що вивчаються на старших курсах: «Пожежна профілактика», «Пожежна тактика», «Пожежна автоматика», «Теорія розвитку та припинення горіння».

ККР має 30 варіантів рівнозначної складності, які охоплюють основні розділи курсу ТіТ. Кожен варіант складається з трьох теоретичних питань та двох розрахункових задач з різних частин курсу. Теоретичні питання відображають основні закони ТіТ, задачі присвячені визначенню важливих для практики фізичних параметрів. Список необхідного для рішення задач довідникового матеріалу додається.

Здійснення ККР передбачається у формі письмового іспиту, на який дається 2 академічні години часу.

Оцінка за виконання ККР виставляється згідно з розробленими критеріями за чотирьохбальною системою: “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”.

Питання ККР з дисципліни "Термодинаміка і теплопередача".

Основи термодинаміки

1. Робоче тіло. Термодинамічні параметри стану робочого тіла (температура, тиск, питомий об'єм).
2. Ідеальний та реальний газ. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона-Менделєєва) та реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса).
3. Суміші ідеальних газів. Закон Дальтона. Способи завдання складу суміші (молярні, масові, об'ємні частки), співвідношення між масовими та об'ємними частками. Середні параметри газової суміші: молярна маса, питома газова стала та густина суміші.
4. Теплоємність: визначення. Види теплоємності (питома масова, об'ємна, молярна), їх взаємозв'язок. Види теплоємності процесу (залежність теплоємності від виду термодинамічного процесу, зв'язок ізобарної та ізохорної теплоємності).
5. Перший закон термодинаміки у замкненій термодинамічній системі: рівняння, тепло, внутрішня енергія, робота газу - визначення, розмірність, зв'язок між собою.
6. Робота розширення: загальна розрахункова формула у P - V -змінних.
7. Ентальпія робочого тіла: визначення, одиниці виміру.
8. Ентропія системи, як функція стану робочого тіла: визначення поняття, зміст площини у T - s координатах.
9. Методика дослідження термодинамічних процесів ідеальних газів.
10. Ізотермічні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
11. Ізохорні процеси: визначення, формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
12. Ізобарні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
13. Адіабатні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
14. Політропні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
15. Сопло Лавалля: конструкція, мета використання.

Теплопередача у пожежній справі

1. Тепловий потік: визначення, розмірність.
2. Поверхнева густина теплового потоку (питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
3. Лінійна густина теплового потоку (лінійний питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
4. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність теплопровідності.
5. Рівняння стаціонарної теплопровідності (рівняння Фур'є) для плоскої однорідної стінки: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
6. Стаціонарна теплопровідність крізь багаточарову плоску стінку: рівняння теплового потоку крізь стінку.
7. Суть конвекційного теплообміну та фактори, що його визначають. (Причини виникнення руху рідини, режими руху рідини, фізичні властивості рідини, форма та розмір поверхні теплопередачі).
8. Основне рівняння конвекційного теплообміну - закон Ньютона-Ріхмана (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
9. Числа (критерії) подібності Нуссельта Nu , Рейнольдса Re , Грасгофа Gr : визначення через фізичні характеристики системи.
10. Тепловіддача при вільному русі рідини. Тепловіддача в обмеженому просторі.

11. Методика розрахунку коефіцієнта конвекційної тепловіддачі у випадку вільної конвекції.
12. Методика розрахунку коефіцієнта конвекційної тепловіддачі у випадку вимушеної конвекції.
13. Теплообмін при вимушеному русі рідини у трубах.
14. Тепловіддача при вимушеному поперечному омиванні труб та пучків труб.
15. Теплопередача: визначення явища. Основне рівняння теплопередачі: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього. Вид коефіцієнта теплопередачі у випадку плоскої стінки.
16. Основні закони теплового випромінювання (Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта.)
17. Променистий теплообмін поміж плоско-паралельними тілами в прозорому середовищі формула результуючого питомого теплового потоку.
18. Формула променистого теплового потоку випромінювання тіла у прозорому середовищі.
19. Променистий теплообмін поміж твердими тілами довільної форми, що розділені непоглинаючим середовищем.
20. Променистий теплообмін: розрахунок відстаней, безпечних у пожежному відношенні (визначення протипожежних розривів між будівлями та спорудами.).
21. Три елементарні види теплообміну. Складний теплообмін.
22. Нестационарна теплопровідність: рівняння, фізична сутність граничних умов 1-го, 2-го, 3-го роду.
23. Нагрівання тіла обмежених розмірів у середовищі при малих числах Біо.
24. Нагрівання тіл обмежених розмірів у середовищі при довільних числах Біо: визначення температури прогріву за заданий час, або розрахунок часу нагріву до заданої температури.

Критерії оцінки

виконання завдань комплексної контрольної роботи з дисципліни "Термодинаміка і теплопередача" для перевірки залишкових знань студентів, з підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» галузь знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

Оцінюючи знання, виявлені при письмової відповіді на запитання, за основу слід брати повноту і правильність виконання. Оцінка виставляється за чотирьохбальною шкалою: "відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно".

Оцінка виставляється згідно з загальною кількістю набраних балів:

"**ВІДМІННО**" – 4,5 – 5 балів.

"**ДОБРЕ**" - 3,5 – 4,4 бала.

"**ЗАДОВІЛЬНО**" – 2,5 – 3,4 бала.

"**НЕЗАДОВІЛЬНО**" менш ніж 2,5 бали.

Максимальна кількість балів за кожне з теоретичних питань завдання складає – **0,9**. За першу задачу завдання максимальна кількість балів – **1,0**, за другу задачу – **1,3**. Максимальна кількість балів за завдання виставляється в разі повної відповіді на питання при наявності обґрунтувань та пояснень, а також чіткого і послідовного викладення відповіді на папері. У випадку невиконання вище встановлених вимог кількість балів зменшується:

- при **неповній відповіді** - пропорційно цієї частині відповіді;
- при наявності **грубих помилок** - на 25% на кожну помилку;
- при наявності **дрібних помилок** - на 5% на кожну помилку;
- при **відсутності обґрунтувань і пояснень** - на 10% на кожне завдання;
- при наявності **нечітких та логічно непослідовних** відповідей - на 10% **бала** на кожне із завдань.

Загальна кількість балів за іспит розраховується шляхом складання балів за кожне з п'яти завдань.

Розглянуто на засіданні кафедри СХХТ

Протокол №__ від _____ 201__ р.

Нач. кафедри СХХТ

к.т.н., доцент

О.В.Тарахно

Перелік довідкових матеріалів, використання яких дозволяється при виконанні комплексної контрольної роботи з дисципліни ”Термодинаміка і теплопередача”.

- 1) таблиця періодичної системи Д.І. Менделєєва;
- 2) таблиці з критеріальними рівняннями конвекційного теплообміну;
- 3) таблиці фізичних параметрів рідин і газів;
- 4) таблиці фізичних параметрів твердих речовин і матеріалів;
- 5) номограми для визначення відносної надлишкової температури в середині та на поверхні циліндра за великих значень критерія Біо;
- 6) номограми для визначення відносної надлишкової температури в середині та на поверхні пластини за великих значень критерія;
- 7) таблиця значень гаусова інтеграла помилок;
- 8) номограма для визначення кутового коефіцієнту опромінювання.

Розглянуто на засіданні кафедри СХХТ

Протокол № ____ від _____ 201__ р.

Нач. кафедри СХХТ

к.т.н., доц

О.В.Тарахно

ЗАТВЕРДЖУЮ
Начальник кафедри СХХТ
полковник сл. ц. з.
_____ О.В.Тарахно
_____ 20____ р.

Білет комплексної контрольної роботи
з дисципліни «Термодинаміка і теплопередача»
підготовки бакалаврів за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

БІЛЕТ 1

1. Робоче тіло. Термодинамічні параметри стану робочого тіла (температура, тиск, питомий об'єм).
2. Теплопередача: визначення явища, основне рівняння теплопередачі, вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
3. Формула результуючого питомого променистого теплового потоку між тілами.
4. Який об'єм займають 5 кг метану (CH_4) при тиску 10 ат та температурі 70°C ?
5. Визначити питомий тепловий потік, що віддають димові гази стінам приміщення при пожежі. Розміри приміщення $6*5$ м, висота 4 м. Температуру димових газів прийняти рівною 350°C , температуру поверхні огорожуючих конструкцій 50°C .

БІЛЕТ 2

1. Ідеальний та реальний газ. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона-Менделєєва) та реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса).
2. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність теплопровідності.
3. Формула результуючого питомого променистого теплового потоку між тілами у прозорому середовищі.
4. До робочого тіла масою 10 кг підведено 100 кДж тепла. При цьому тіло виконало роботу 50 кДж, а його температура зросла на 20°C . Визначити середню питому ізохорну теплосмність речовини робочого тіла.
5. Перекриття громадської будівлі підвішене на сталевих тросах діаметром $d = 5$ см. Густина сталі 7400 кг/м^3 . Початкова температура тросів $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Раптово температура навколишнього середовища підвищується до $t_f = 700^\circ\text{C}$ і в подальшому залишається сталою. Коефіцієнт теплообміну дорівнює $50 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{K)}$. Визначити час обриву тросів, якщо критична температура нагріву сталі становить $t_{\text{кр}} = 450^\circ\text{C}$.

БІЛЕТ 3

1. Рівняння стану ідеального газу.
2. Рівняння теплопровідності (рівняння Фур'є) для плоскої однорідної стінки: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
3. Числа (критерії) подібності Нуссельта Nu , Рейнольдса Re , Грасгофа Gr : визначення через фізичні характеристики системи.

4. До робочого тіла масою 10 кг підведено 100 кДж тепла. При цьому тіло виконало роботу 50 кДж. Середня питома ізохорна теплоємність тіла складає 1.2 кДж/(кг*К). Визначити на скільки градусів змінилася температура тіла у процесі.

5. Визначити питомий тепловий потік, що віддають димові гази стелі приміщення при пожежі. Розміри приміщення 6*5 м, висота 4 м. Температуру димових газів прийняти рівною 350°C, температуру поверхні огороджувючих конструкцій 50°C.

БІЛЕТ 4

1. Суміші ідеальних газів. Способи завдання складу суміші, співвідношення між масовими та об'ємними частками.

2. Ізотермічні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.

3. Основний закон конвекційної тепловіддачі (рівняння Н'ютона-Ріхмана).

4. Яку масу має етилен (C_2H_4), який при тиску 20 ат та температурі 40 °C займає об'єм 20 м³?

5. Визначити чи досягне величина теплового потоку критичної межі (в 12800 Вт/м²) при пожежі однієї з двох дерев'яних будівель, якщо величина протипожежного розриву між ними 15 м, розміри факелу полум'я 10 м * 15 м, температура факелу 1200 К, ступінь чорноти 0,7. Температура самоспалахування деревини 679 К, ступінь чорноти 0.8.

БІЛЕТ 5

1. Газові суміші: поняття, способи завдання. Закон Дальтона. Середні параметри газової суміші: молярна маса, питома газова стала та густина суміші.

2. Адіабатні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.

3. Основне рівняння конвекційного теплообміну (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.

4. Який тиск створює у об'ємі 10 м³ метан (CH_4) масою 5 кг при температурі 70°C?

5. Визначити чи досягне величина теплового потоку критичної межі (в 12800 Вт/м²) при пожежі однієї з двох дерев'яних будівель, якщо величина протипожежного розриву між ними 16 м, розміри факелу полум'я 12 м * 16 м, температура факелу 1350 К, ступінь чорноти 0,7. Температура самоспалахування деревини 679 К, ступінь чорноти 0.8.

БІЛЕТ 6

1. Теплоємність: визначення. Види теплоємності (питома масова, об'ємна, молярна), їх взаємозв'язок.

2. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність променистого теплообміну.

3. Основне рівняння конвекційного теплообміну (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.

4. До робочого тіла масою 10 кг підведено 100 кДж тепла. При цьому його температура зросла на 20°C. Середня питома ізохорна теплоємність тіла дорівнює 1.2 кДж/(кг*К). Визначити роботу тіла у процесі.

5. Знайти стаціонарну температуру на гарячій поверхні плоскої стінки із червоної цегли з коефіцієнтом теплопровідності 0,5 Вт/(м К) і товщиною 25 см. Стінка роз'єднує димові гази й повітря. Температура газів становить 700°C, температура повітря дорівнює 20°C. Кое-

фіцієнт тепловіддачі з боку повітря дорівнює $15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$, з боку димових газів він досягає $58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$.

БІЛЕТ 7

1. Теплоємність газів: формула визначення. Види теплоємності процесу (ізобарна, ізохорна).
2. Рівняння теплопровідності (рівняння Фур'є) для плоскої однорідної стінки: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
3. Основний закон конвекційної тепловіддачі (рівняння Н'ютона-Ріхмана).
4. Яку густину має етилен (C_2H_4), який знаходиться при тиску 20 ат та температурі 40°C ?
5. Визначити необхідну товщину захисного шару для арматури плити піщаного бетону, якщо межа вогнестійкості плити має бути 2.5 год., припустима температура арматури 470°C , температура на поверхні плити, що обігривається, 800°C , початкова температура плити 20°C .

БІЛЕТ 8

1. Теплоємність газів: формула визначення, залежність теплоємності від виду термодинамічного процесу (зв'язок ізобарної та ізохорної теплоємності).
2. Політропні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
3. Теплопередача: визначення явища. Основне рівняння теплопередачі: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
4. Який об'єм займають 2 кг водяної пари при тиску 0,1 ат та температурі 200°C ?
5. Визначити густину конвекційного теплового потоку крізь закриту протипожежну відступу печі, якщо температура поверхні печі 110°C , температура поверхні, що згоряє, 45°C , товщина повітряного шару 150 мм.

БІЛЕТ 9

1. Ізобарні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
2. Теплопередача: визначення явища, вид рівняння теплопередачі, вид коефіцієнта теплопередачі у випадку плоскої стінки.
3. Формула результуючого питомого променистого теплового потоку між тілами у прозорому середовищі.
4. До робочого тіла масою 20 кг підведено 200 кДж тепла. При цьому тіло виконало роботу 100 кДж. Середня питома ізохорна теплоємність тіла складає $0.8 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$. Визначити на скільки градусів змінилася температура тіла у процесі.
5. Визначити межу вогнестійкості (тобто час прогрівання до критичного стану) стіни із червоної цегли товщиною 20 см в умовах пожежі, вважаючи, що температура до пожежі була 20°C , температура оберненої до полум'я поверхні стіни постійна і дорівнює 700°C , температура на протилежній поверхні не повинна перевищувати 160°C .

БІЛЕТ 10

1. Перший закон термодинаміки: формульний запис, тепло, внутрішня енергія, робота газу - визначення, розмірність, зв'язок між собою.
2. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність теплопровідності.
3. Формула результуючого питомого променистого теплового потоку між тілами у прозорому середовищі.
4. Яку масу має оксиду вуглецю (CO), який при тиску 8 ат та температурі 100°C займає об'єм 5 м³?
5. Рукавна лінія діаметром 66 мм омивається потоком повітря з швидкістю 10 м/с під кутом 90°. Температура повітря $t_n = -20^\circ\text{C}$, температура на зовнішній поверхні рукавної лінії - 0°C. Визначити теплові втрати з 1 м рукавної лінії.

БІЛЕТ 11

1. Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона).
2. Ізохорні процеси: визначення, формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
3. Променистий теплообмін поміж твердими тілами довільної форми, що розділені непоглинаючим середовищем: формула результуючого теплового потоку.
4. До робочого тіла масою 25 кг підведено 250 кДж тепла. При цьому тіло виконало роботу 150 кДж, а його температура зросла на 25°C. Визначити середню питому ізохорну теплоємність речовини робочого тіла.
5. Визначити необхідну товщину захисного шару для арматури плити піщаного бетону, якщо межа вогнестійкості плити має бути 1.5 год., припустима температура арматури 400°C, температура гарячої поверхні плити становить 700°C, початкова температура плити 30°C.

БІЛЕТ 12

1. Робота розширення: загальна розрахункова формула у P - V -змінних.
2. Теплопередача: визначення явища. Основне рівняння стаціонарної теплопередачі: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
3. Формула результуючого питомого променистого теплового потоку між тілами у прозорому середовищі. Визначення відстаней, безпечних у пожежному відношенні.
4. Який об'єм займають 10 кг етилену (C₂H₄) при тиску 20 ат та температурі 40°C?
5. Визначити густину конвекційного теплового потоку крізь закриту протипожежну відступку печі, якщо температура поверхні печі 120°C, температура протилежної поверхні 40°C, товщина повітряного шару 125 мм.

БІЛЕТ 13

1. Перший закон термодинаміки у замкненій термодинамічній системі: формула, визначення понять, що використовуються у ньому.
2. Теплопередача: визначення явища, вид рівняння теплопередачі, вид коефіцієнта теплопередачі у випадку плоскої стінки.
3. Променистий теплообмін поміж тілами довільної форми, що розділені непоглинаючим середовищем: формула результуючого теплового потоку.
4. Який тиск створює у об'ємі 10 м³ метан (CH₄) масою 5 кг при температурі 70°C?

5. Визначити кількість тепла, що віддають димові гази стелі приміщення при пожежі. Розміри приміщення $5 \times 6 \times 3 \text{ м}^3$. Середня температура димових газів 250°C , температуру поверхні огорожуючих конструкцій 50°C .

БІЛЕТ 14

1. Рівняння першого закону термодинаміки.
2. Адіабатні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
3. Формула результуючого питомого променистого теплового потоку між тілами.
4. Яку густину має оксиду вуглецю (CO), який знаходиться при тиску 8 ат та температурі 100°C ?
5. Визначити тепловий потік, що передається до води з погонного метру трубопроводу підігріву води вихлопними газами, якщо діаметр трубопроводу 56 мм, температура води в цистерні 0°C , температура на зовнішній поверхні трубопроводу 40°C .

БІЛЕТ 15

1. Теплоємність газів. Види теплоємності: питомі (масова, об'ємна, молярна)
2. Ентальпія робочого тіла: визначення, одиниці виміру.
3. Променистий теплообмін поміж тілами довільної форми, що розділені непоглинаючим середовищем: формула результуючого теплового потоку.
4. Знайти стаціонарну температуру на холодній поверхні плоскої стінки із червоної цегли з коефіцієнтом теплопровідності $0,5 \text{ Вт}/(\text{м К})$ і товщиною 25 см. Стінка роз'єднує димові гази й повітря. Температура газів становить 700°C , температура повітря дорівнює 20°C . Коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря дорівнює $15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$, з боку димових газів він досягає $58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$.
5. Визначити лінійну густину потоку тепла, що передається вихлопними газами воді, що знаходиться в цистерні пожежного автомобіля. Температура води в цистерні 5°C . Температура зовнішньої поверхні трубопроводу 35°C , діаметр 56 мм.

БІЛЕТ 16

1. Теплоємність газів: формула визначення. Види теплоємності процесу (ізобарна, ізохорна).
2. Ізотермічні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
3. Променистий теплообмін поміж тілами довільної форми, що розділені непоглинаючим середовищем: формула результуючого теплового потоку.
4. Який тиск створює у об'ємі 15 м^3 об'єм 10 кг етилену (C_2H_4) при температурі 40°C ?
5. Колона діаметром $d = 0.5 \text{ м}$ виготовлена з піщаного бетону. Початкова температура $t_0 = 40^\circ\text{C}$. Температура навколишнього середовища в умовах пожежі раптово зростає до 500°C і далі залишається сталою. Коефіцієнт теплообміну дорівнює $37 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Використовуючи графік, визначити температуру на поверхні колони через 1.5 години теплового впливу.

БІЛЕТ 17

1. Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона).

2. Ізохорні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
3. Випромінювання факела на пожежі: формула результуючого теплового потоку. Визначення протипожежних розривів між будівлями та спорудами.
4. До робочого тіла масою 15 кг підведено 150 кДж тепла. При цьому тіло виконало роботу 30 кДж. Середня питома ізохорна теплоємність тіла складає 1.5 кДж/(кг*К). Визначити на скільки градусів змінилася температура тіла у процесі.
5. Димові гази рухаються по димоході перерізом 125*125 мм із швидкістю 3 м/с. Температура димових газів 300°C. Визначити густину теплового потоку від газів до поверхні димоходу, якщо температура його стінок 100°C.

БІЛЕТ 18

1. Перший закон термодинаміки: формульний запис, тепло, внутрішня енергія, робота газу - визначення, розмірність, зв'язок між собою.
2. Політропні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
3. Основне рівняння конвекційної тепловіддачі (закон Ньютона-Ріхмана).
4. Який об'єм займають 2 кг водяної пари при тиску 0,1 ат та температурі 200°C?
5. Залізобетонна колона діаметром $d = 0.30$ м виготовлена з піщаного бетону. Початкова температура $t_0 = 30^\circ\text{C}$. Температура навколишнього середовища в умовах пожежі раптово зростає до $t_f = 500^\circ\text{C}$ і далі залишається сталою. Коефіцієнт теплообміну дорівнює 35 Вт/(м²*К). Використовуючи графік, визначити час, через який температура на осі колони досягне критичної межі 100°C.

БІЛЕТ 19

1. Термодинамічні параметри стану робочого тіла (температура, тиск, питомий об'єм).
2. Поверхнева густина теплового потоку (питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
3. Суть конвекційного теплообміну та фактори, що його визначають. Основне рівняння конвекційної тепловіддачі (закон Ньютона-Ріхмана).
4. Який тиск створює у об'ємі 12 м³ 2 кг водяної пари при температурі 200°C?
5. Визначити необхідну товщину захисного шару для арматури плити бетону на гранітному щебені, якщо межа вогнестійкості плити має дорівнювати 1.5 год., допустима температура арматури 400°C, температура гарячої поверхні плити становить 900°C, початкова температура плити 20°C.

БІЛЕТ 20

1. Теплоємність газів. Види теплоємності: питомі (масова, об'ємна, молярна).
2. Рівняння стану ідеального газу.
3. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність променистого теплообміну.
4. Робоче тіло масою 10 кг у термодинамічному процесі виконало роботу 100 кДж. При цьому його температура зросла на 20°C. Середня питома ізохорна теплоємність речовини тіла складає 0.8 кДж/(кг*К). Визначити середню питому теплоємність речовини робочого тіла у процесі.

5. Димові гази рухаються по димоходу перерізом 250×250 мм із швидкістю 3.5 м/с. Температура димових газів 450°C . Визначити густину теплового потоку від газів до поверхні димоходу, якщо температура його стінок 400°C .

БІЛЕТ 21

1. Ізохорний процес: визначення, рівняння і графік в $P-v$ координатах.
2. Теплопередача: визначення явища. Основне рівняння теплопередачі: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
3. Нестационарна теплопровідність: визначення явища, фізична сутність граничних умов 1-го роду.
4. Який об'єм займають 10 кг етилену (C_2H_4) при тиску 20 ат та температурі 40°C ?
5. Рукавна лінія діаметром 66 мм омивається потоком повітря з швидкістю 6 м/с під кутом 90° . Температура повітря $t_v = -20^\circ\text{C}$, температура на зовнішній поверхні рукавної лінії 0°C . Визначити коефіцієнт тепловіддачі й втрати тепла з 1 м рукавної лінії.

БІЛЕТ 22

1. Ізобарний процес: визначення, рівняння та графік в $P-v$ -координатах.
2. Рівняння теплопровідності (рівняння Фур'є) для плоскої однорідної стінки: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
3. Нестационарна теплопровідність: визначення явища, фізична сутність граничних умов 2-го роду.
4. До робочого тіла масою 12 кг підведено 102 кДж тепла. При цьому його температура зросла на 30°C . Середня питома ізохорна теплоємність тіла дорівнює 1.0 кДж/(кг*К). Визначити роботу тіла у процесі?
5. Визначити густину потоку випромінювання від факелу полум'я на відстані 30 м від свердловини, якщо прийняти висоту полум'я 30 м, форму полум'я - циліндр радіусом 10 м. Температура полум'я 1100°C . Ступінь чорноти полум'я 0.3.

БІЛЕТ 23

1. Ізотермічний процес: визначення, рівняння та графік в $P-v$ -координатах.
2. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність променистого теплообміну.
3. Нестационарна теплопровідність: рівняння, фізична сутність граничних умов 3-го роду.
4. Яку масу має етилен (C_2H_4), який при тиску 20 ат та температурі 40°C займає об'єм 20 м^3 ?
5. Димові гази рухаються по димоходу діаметром 150 мм із швидкістю 4 м/с. Температура димових газів 300°C . Визначити густину теплового потоку від газів до поверхні димоходу, якщо температура його стінок 250°C .

БІЛЕТ 24

1. Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона).
2. Адіабатні процеси: визначення; формула в $P-V$ -координатах у випадку ідеальних газів.

3. Нестационарна теплопровідність: визначення явища, фізична сутність граничних умов 3-го роду.

4. Робоче тіло масою 12 кг у термодинамічному процесі виконало роботу 120 кДж. При цьому його температура зросла на 10°C . Середня питома ізохорна теплоємність речовини тіла складає $1.2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Визначити тепло, що передається робочому тілу у процесі.

5. Мідний шинопровід круглого перерізу діаметром 40 мм охолоджується поперечним потоком сухого повітря, яке має температуру 20°C . Швидкість потоку 7 м/с. Визначити тепловий потік з одного погонного метра шинопроводу, якщо температура шинопроводу досягла максимально допустимої величини 120°C .

БІЛЕТ 25

1. Теплоємність газів. Види теплоємності: питомі (масова, об'ємна, молярна).

2. Політропні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.

3. Нестационарна теплопровідність: рівняння, фізична сутність граничних умов 2-го роду.

4. Який тиск створює у об'ємі 8 м^3 12 кг оксиду вуглецю (CO) при температурі 100°C ?

5. У цистерні пожежного автомобіля для підігріву води вихлопними газами змонтовано трубопровід, внутрішній діаметр якого $d = 75 \text{ мм}$. Димові гази при середній температурі $t_f = 300^{\circ}\text{C}$ рухаються по трубопроводу із швидкістю $w = 6 \text{ м/с}$. Температура внутрішньої поверхні трубопроводу $t_w = 90^{\circ}\text{C}$. Визначити питомий тепловий потік від димових газів до поверхні трубопроводу.

БІЛЕТ 26

1. Перший закон термодинаміки: рівняння, тепло, внутрішня енергія, робота газу - визначення, розмірність, зв'язок між собою.

2. Основне рівняння конвекційного теплообміну (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.

3. Нестационарна теплопровідність: рівняння, фізична сутність граничних умов 3-го роду.

4. Яку масу має водяна пара, яка при тиску 0,1 ат та температурі 20°C займає об'єм 10 м^3 ?

5. Знайти стаціонарну температуру на гарячій поверхні плоскої стінки із червоної цегли з коефіцієнтом теплопровідності $0,6 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$ і товщиною 20 см. Стінка роз'єднує димові гази й повітря. Температура газів становить 600°C , температура повітря становить 10°C . Коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря дорівнює $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$, з боку димових газів він досягає $46 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$.

БІЛЕТ 27

1. Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона).

2. Основне рівняння конвекційної тепловіддачі. (Закон Ньютона-Ріхмана).

3. Теплопередача: визначення явища, вид рівняння теплопередачі, вид коефіцієнта теплопередачі у випадку плоскої стінки.

4. Робоче тіло масою 15 кг у термодинамічному процесі виконало роботу 150 кДж. При цьому його температура зросла на 15°C . Питома ізохорна теплоємність речовини тіла складає $1.0 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Визначити питому теплоємність речовини робочого тіла у процесі.

5. Визначити густину потоку випромінювання від факелу полум'я на відстані 30 м від свердловини, якщо прийняти висоту полум'я 30 м, форму полум'я - циліндр радіусом 10 м. Температура полум'я 1000°C . Ступінь чорноти полум'я 0.95.

БІЛЕТ 28

1. Теплоємність газів. Види теплоємності: питомі (масова, об'ємна, молярна).
2. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність променистого теплообміну.
3. Рівняння стаціонарної теплопровідності (рівняння Фур'є) для плоскої однорідної стінки: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
4. Яку густину має метан (CH_4), який знаходиться при тиску 10 ат та температурі 70°C ?
5. Залізобетонна колона діаметром $d = 0.30$ м виготовлена з піщаного бетону. Початкова температура $t_0 = 30^{\circ}\text{C}$. Температура навколишнього середовища в умовах пожежі раптово зростає до $t_f = 500^{\circ}\text{C}$ і далі залишається сталою. Коефіцієнт теплообміну дорівнює $35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Використовуючи графік, визначити температуру на осі колони через 3 години теплового впливу.

БІЛЕТ 29

1. Ізобарні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
2. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність конвекційного теплообміну.
3. Теплопередача: визначення явища. Основне рівняння теплопередачі: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
4. Який об'єм займають 12 кг оксиду вуглецю (CO) при тиску 8 ат та температурі 100°C ?
5. Визначити густину потоку випромінювання від факелу полум'я на відстані 30 м від свердловини, якщо прийняти висоту полум'я 25 м, форму полум'я - циліндр радіусом 10 м. Температура полум'я 1200°C . Ступінь чорноти полум'я 0.5.

БІЛЕТ 30

1. Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона).
2. Газові суміші: загальне поняття, засоби завдання (молярні, масові, об'ємні частки). Визначення середньої молекулярної маси газової суміші.
3. Основне рівняння конвекційного теплообміну (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
4. Робоче тіло масою 10 кг у термодинамічному процесі виконало роботу 100 кДж. При цьому його температура зросла на 20°C . Середня питома ізохорна теплоємність речовини тіла складає $0.8 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Визначити тепло, що передається робочому тілу у процесі.
5. Залізобетонна колона діаметром $d = 0.45$ м виготовлена з бетону на гранітному щебені. Початкова температура $t_0 = 40^{\circ}\text{C}$. Температура навколишнього середовища в умовах пожежі раптово зростає до $t_f = 300^{\circ}\text{C}$ і далі залишається сталою. Коефіцієнт тепловіддачі дорівнює $29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. За номограмою визначити температуру поверхні колони через 2 години теплового впливу.