Міністерство освіти і науки України
Ладижинський коледж ВНАУ

Методичні вказівки

З дисципліни «Основи теплотехніки і гідравліки»

Для студентів заочного відділення за спеціальностями:

5.1001.0102 «Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі» 5.10010201 та «Експлуатація та ремонт машин та обладнання агропромислового виробництва».

Освітньо-кваліфікаційний рівень: молодший спеціаліст

Укладач: викладач вищої категорії Прокопенко Н.А.

2016

Загальні вказівки

При вивченні дисциплін теплоенергетичного циклу велике значення має набуття студентами навиків використовувати теоретичні знання для розв'язання прикладних задач інженерного характеру та виконання теплотехнічних розрахунків. Цю задачу можливо ефективно вирішити, якщо певну увагу приділяти самостійній роботі, що в свою чергу вимагає наявності відповідних учбових посібників.

Мета вивчення предмета „Основи теплотехніки і гідравліки" – ознайомити з процесами вироблення і перетворення різних видів енергії і способами передавання теплоти від одного фізичного тіла до іншого, а також з основними законами гідравліки. Закони теплотехніки широко використовуються у всіх галузях виробництва і різних технологічних процесах. Студенти повинні вивчити будову і принцип роботи теплових двигунів, компресорних установок, водяних насосів, топкових пристроїв, теплогенераторів та водогрійних котлів; ознайомитися із будовою систем опалення і гарячого водопостачання, вентиляційними системами, теплопостачанням споруд захищеного ґрунту, застосуванням холоду в сільському господарстві, основами сушіння та зберігання сільськогосподарської продукції, а також ознайомитись з альтернативними джерелами енергії, які застосовуються в сільському господарстві.

Теоретичні положення, вивчені в курсі предмету, треба вміти підтверджувати прикладами з техніки і практичної діяльності людини.

Вивчення теоретичного матеріалу рекомендується проводити у послідовності, що визначена програмою.

Для засвоєння матеріалу, викладання потрібно супроводжувати демонстрацією наочних посібників, діапозитивів, плакатів, кінофільмів, макетів.

Доцільно проводити окремі заняття на підприємствах у вигляді екскурсій, де студенти можуть побачити процеси регулювання теплотехнічного обладнання.

Закріплення освоєних знань необхідно проводити на практичних і лабораторних заняттях, розв'язуючи тестові завдання і практичні задачі, використовуючи при цьому діаграми, довідкову літературу, таблиці.

Студентам-заочникам для закріплення вивченого матеріалу пропонується виконання контрольної роботи по варіанту, яка складається із задач і теоретичних питань.

В результаті вивчення предмета студенти повинні знати: основні положення гідравліки; типи і види насосів і їх основні характеристики; основи технічної термодинаміки і теорії теплообміну; будову і особливості роботи теплотехнічного обладнання і установок; будову і роботу холодильних установок; способи і методи економії енергоресурсів при використанні альтернативних джерел енергії; способи захисту навколишнього середовища від забруднення тепловими установками.

Студенти повинні вміти: розв'язувати практичні задачі, які пов'язані з теплопостачанням сільськогосподарських споруд; володіти методами ефективного використання теплових ресурсів; користуватись методичною літературою і сучасною комп'ютерною технікою для рішення задач; користуватись вимірювальними приладами; виконувати необхідні регулювальні роботи на теплотехнічному обладнанні.

Отриманні знання в курсі вивчення предмету стануть базовою основою для вивчення суміжних предметів: „Трактори і автомобілі", „Сільськогосподарські машини", „Механізація сільського господарства", „Гідропривід с.г. машин" „Енергозбереження", „Автоматизація сільського господарства" і др.

Література

1. Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О. Основи теплотехніки і гідравліки.-К.: «Аграрна освіта», 2011.-495 с.
2. Драганов Б.Х. Теплотехніка.- К.: «Фірма ІНКОС», 2005.-399 с.
3. Чернов А.В., Бессребренников Н.К. Основы теплотехники и гидравлики. – М.: Энергия, 1976.
4. Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. Основи теплотехніки і гідравліки. – К.: Вища школа, 1982. -221с.
5. Драганов Б.Х., Кузнецов А.В. Основы теплотехники и применение теплоты а сельском хозяйстве. – М., 1990. – 463с.
6. Егорушкин В.Е. и др. Основы теплотехніки и теплоснабжение сельскохозяйственных предприятий. – М.: Колос, 1972.
7. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. –М.: Агропромиздат, 1979. – 238с.
8. Ерохин В.Г., Маханько М.Г. Сборник задач по основам теплотехники и гидравлики. – М.: Энергия, 1979.
9. Драганов Б.Х., Есенин В.В., Зуев В.П. Применение теплоты в сельском хозяйстве. – К: Высшая школа, 1990.- 319с.
10. Драганов Б.Х., Буляндра О.Ф., Міщенко А.В. Теплоенергетичні установки і системи в сільському господарстві.- К.: Урожай, 1995. – 222с.
11. Дозорець М.П. Основи теплотехніки і теплопостачання тваринницьких ферм. – К.: Вища школа, 1973,- 255с.
12. Панин В.И. Справочник по теплотехнике в сельском хозяйстве. – М.: Россельхозиздат, 1979.
13. Шварцер Б.В. Основи теплотехніки і гідравліки. Збірник задач. – К.: Вища школа, 1974.
14. Стоцький І.С. Застосування тепла в сільському господарстві. – К.: Вища школа, 1983.

Додаткова

1. Навчальний довідник Електрифікація і автоматизація с.г. НМЦ 2006
2. Навчальний довідник Механізація с.г. НМЦ 2006
3. Дозорець М.П. Основи теплотехніки і теплопостачання тваринницьких ферм.-Київ:1973.
4. Швець Я. Щербина О. Тепло у вашому домі. –Львів: 2003

Розділ 1. Основи гідравліки і насоси
Тема 1.1. Основні положення гідростатики

Характеристика гідравліки як науки і її значення в сільськогосподарській техніці. Характеристика рідини, її фізичні властивості і залежність їх від температури і тиску. Ідеальна рідина і її властивості .Основне рівняння гідростатики. Абсолютний і наднормальний тиск. Вакуум. Прилади для вимірювання тиску. Закон Паскаля і його застосування в гідравлічних машинах на прикладі гідравлічного пресу. Сила тиску рідини на плоску поверхню, центр тиску. Умова плавання тіл.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.9…38
Чернов А.В., Бессребренников Н.К. и др. с.17…34
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с.7…28

Методичні вказівки

Переміщення рідин по різним гідравлічним системам вимагає від спеціаліста глибоких знань з гідравліки. Гідростатика – розділ гідравліки, що вивчає закони рівноваги рідини, яка перебуває в стані спокою. Для вивчення рідини потрібно добре знати її фізичні властивості. В розрахунках густину рідини приймають рівною 1000 кг/м^3, але потрібно пам'ятати, що густина змінюється від температури.

Рідина здатна чинити великий опір стискуючим силам, тому її вважають нестисливою.

Сили внутрішнього тертя, що виникають в рідині під час її руху, спричиняють появу зсуваючих напруг. В'язкість – це властивість рідини чинити опір цим напругам. Вона залежить від роду рідини і температури, з підвищенням якої в'язкість зменшується. Характеризується в'язкість коефіцієнтами кінематичної і динамічної в'язкості.

Для спрощення теоретичних досліджень в гідравліці використовують поняття ідеальної рідини. Під ідеальною рідиною розуміють абсолютно нестисливу і нев'язку рідину. В рівняннях ідеальної рідини не враховують сили тертя. Але насправді ідеальної рідини не існує.

Потрібно усвідомити існування гідростатичного тиску і вивчити його властивості.

Основне рівняння гідростатики дасть можливість вирахувати абсолютний гідростатичний тиск:

$$p = p_0 + \rho g h$$

Тиск, створюваний стовпчиком рідини висотою h, називається наднормальним або манометричним тиском:

$$p_m = \rho g h$$

Закон Паскаля вказує на те, що зовнішній тиск у будь-якій точці вільної поверхні рідини однаковий, але він не дорівнює внутрішньому тиску. Цим законом широко користуються в техніці під час конструювання різних гідравлічних машин та установок: гідравлічні системи тракторів та автомобілів, гідравлічні гальма, гідравлічний прес тощо.

Сила гідростатичного тиску – це добуток гідростатичного тиску на площу його дії:

$$P = p\omega, \text{ Н},$$

де p – тиск, Па; ω – площа поверхні, м^2.

Силу гідростатичного тиску можна підрахувати як на плоску так і на криволінійну поверхню, а також визначати необхідну товщину стінок труб трубопроводів, які знаходяться під тиском рідини.

Практичні вправи

1. Визначити об'єм резервуара для зберігання 10 т дизельного палива густиною 860 кг/м^3.

Розв'язання: з формули для визначення густини $\rho = m/v$, визначаємо об'єм $v = m/\rho = 10^3/850 = 11{,}6$ м^3

Приймаємо об'єм $v = 12$ м^3.

2. Циліндричний резервуар місткістю 100 м^3 заповнений бензином до висоти 5 м. Визначити тиск бензину на бокову стінку.

Розв'язання: Визначаємо діаметр резервуара:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} H; \text{ звідки } \quad D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{3{,}14 \cdot 5}} = 5\,м$$

Визначаємо силу тиску бензину на бокову стінку:

$$P = \rho g h_c \omega, \text{Н}$$

де ρ – густина рідини, кг/м^3, ρ = 735 кг/м^3 для бензину;

g – прискорення земного тяжіння м/сек^2;
h_c – глибина занурення центра тиску на бокову стінку, м;
ω – проекція бокової стінки на вертикальну площину, м^2.

$$\omega = DH = 5 \cdot 5 = 25\ м^2$$

$$h_c = \frac{H}{2} = \frac{5}{2} = 2{,}5\ м\ ,$$

Тоді:

$$P = 735 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}5 \cdot 25 = 450646{,}9\ Н = 0{,}45\ МН$$

3. Визначити сили тиску, що діють на дно і бокові стінки конденсаційного бака системи парового опалення допоміжних приміщень корівника, якщо довжина бака 3 м, ширина 2 м і висота 1,5 м. Бак повністю заповнений конденсатом.
4. Визначити товщину стінок труби стального зварного нафтопроводу, який перебуває під тиском 2 МН/м^2. внутрішній діаметр трубопроводу 400 мм. Допустима напруга на розрив стінок σ = 137 МН/м^2. коефіцієнт запасу α = 5 мм.

Запитання для самоперевірки

1. Основні фізичні властивості рідини і їх залежність від тиску і температури.
2. Дати визначення ідеальної рідини, її властивості.
3. Що таке гідростатичний тиск ?
4. Поясніть основне рівняння гідростатики.
5. В чому суть закону Паскаля ?
6. Що таке абсолютний і наднормальний гідростатичний тиск ?
7. Поясніть поняття: п’єзометрична висота і гідростатичний напір.
8. Прилади для вимірювання тиску, їх принцип дії.
9. Як визначити силу тиску на вертикальну і горизонтальну плоску поверхню ?
10. Що таке центр тиску ?

Тема 1.2. Основні положення гідродинаміки.

Завдання гідродинаміки. Види руху рідини. Лінія течії і елементарна струминка. Витрата рідини і середня швидкість. Гідравлічні характеристики потоку.

Рівняння нерозривності потоку рідини. Режими руху рідини, критерій Рейнольдса. Види енергії потоку рідини. Рівняння Бернуллі для ідеальної і реальної рідини і його практичне застосування. Втрати напору на тертя і місцеві опори. Види місцевих опорів.

Поняття гідравлічного удару.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.40…79
Чернов А.В., Бессребренников Н.К. с.41…78
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б.с. 29…35, 40…50

Методичні вказівки

Водопостачання сільськогосподарських приміщень, робота гідравлічних машин і систем пов’язана з переміщенням різних рідин, тому дуже важливо знати закони руху рідини.

Об’єктом вивчення в гідродинаміці є потік рідини, який представляє собою сукупність елементарних струминок. Витрата потоку рідини залежить від швидкості рідини і перерізу потоку.

Рідина може рухатись хаотично (турбулентно) або без змішування (ламінарно), тобто окремими шарами.

Рівняння нерозривності потоку говорить про те, що витрата рідини є величина стала для потоку ідеальної рідини, а змінними являються середні швидкості і площі живих перерізів.

Основним рівнянням гідродинаміки є рівняння Бернуллі. Воно показує, що енергія потоку рідини складається із кінетичної енергії, потенціальної енергії тиску і потенціальної енергії положення, а сума цих енергій називається гідродинамічним напором.

$$H = \frac{\alpha v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + Z\ ,$$

при цьому:

$\frac{\alpha v^2}{2g}$ – називається швидкісним напором, м;

$\frac{p}{\rho g}$ – п'єзометричний напір, м;

Z- геометричний напір, м.

Гідродинамічний напір вздовж потоку ідеальної рідини є величина стала.

При русі рідини по трубопроводах виникають лінійні і місцеві втрати напору. А при раптовій зупинці потоку в трубах виникає раптове підвищення тиску, яке називається гідравлічним ударом.

Практичні вправи

1. По водопроводу тваринницької ферми d = 100 мм переміщується 200 м^3 води за добу. Визначити секундну витрату води і середню швидкість її руху.

Розв'язання: Визначаємо секундну витрату води:

$$Q_{сек} = \frac{Q_{доб.}}{24 \cdot 3600} = 0,0023 \ м^3 / сек$$

Визначаємо середню швидкість води:

$$v = \frac{Q_{сек}}{\omega} = \frac{Q_{сек}}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4 \cdot 0,0023}{3,14 \cdot 0,10^2} \approx 0,3 \ м / сек$$

2. Визначити втрати напору в трубопроводі від водонапірної башти до тваринницького приміщення, якщо довжина трубопроводу дорівнює 100 м, а його діаметр 100 мм. Швидкість води *v*= 1 м/сек, коефіцієнт опору тертя $\lambda = 0,024$.

Розв'язання: Визначаємо лінійні втрати напору за формулою Дарсі:

$$h_c = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,024 \ \frac{100}{0,1} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 1,22 \ м.вод.ст.$$

Визначаємо місцеві втрати напору за наближеною формулою:

$$h_\omega = 0,1 h_c = 0,1 \cdot 1,22 = 0,122 \ м.вод.ст.$$

Визначаємо загальні втрати напору:

$$h = h_c + h_\omega = 1,22 + 0,122 = 1,342 \ м.вод.ст.$$

3. Визначити режим руху води у трубопроводі зовнішньої водонапірної мережі тваринницької ферми діаметром 100 мм при витраті води 2,5 л/сек. Температура води 15°С.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке витрата рідини і від чого вона залежить ?
2. Поясніть поняття рівномірності руху потоку рідини.
3. Поясніть поняття: живий переріз потоку, змочений периметр, гідравлічний радіус.
4. Написати і пояснити рівняння нерозривності потоку рідини.
5. Що визначає число Рейнольдса ?
6. Види енергії потоку.
7. В чому суть рівняння Бернуллі?
8. Поясніть що таке гідравлічний опір і коли він виникає ?
9. Види гідравлічних втрат напору і їх визначення.
10. Що таке гідравлічний удар ?

Тема 1.3. НАСОСИ

Призначення і застосування насосів. Основні типи насосів. Будова і принцип дії поршневих насосів. Основні параметри роботи поршневого насоса: висота всмоктування, напір, подача. Повітряні ковпаки і їх призначення. Гідравлічний к.к.д. і потужність насосів.

Будова і принцип дії відцентрового насоса, схеми роботи пропелерного, гвинтового, струминного, шестиренчастого та крильчастого насосів.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.90…113
Чернов А.В., Бессребренников Н.К. с.78…101
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с. 52…71

Методичні вказівки

Основними типами насосів є поршневі, лопатеві (відцентрові та осьові) і роторні (шестеренчасті, гвинтові, крильчасті і др.). крім цього, є струминні насоси, гідравлічні тарани і повітряні водопідйомники.

Теоретична висота всмоктування насосів становить 10 метрів водяного стовпа, а дійсна – тільки 6-7 метрів. Напір насоса складається з висоти всмоктування і висоти нагнітання.

В поршневих насосах для рівномірності подачі води використовують повітряні ковпаки.

Гідравлічний к.к.д. насоса враховує втрату напору на тертя рідини і місцеві втрати.

Потрібно ознайомитись з будовою і принципом роботи різних видів насосів практично.

Практичні вправи

1. Насос з подачею 8 л/с подає воду по трубопроводу діаметром 100 мм. Діаметр всмоктувального патрубка 125 мм. Визначити повний напір і потужність, якщо покази манометра на нагнітальному патрубку 0,35 МПа, а покази вакууметра на всмоктувальному патрубку 0,04 МПа. Відтань між точками приєднання манометра і вакууметра рівна 1 м, к.к.д. насоса 0,7.

Розв'язання: Напір насоса визначаємо за формулою:

$$H = h_{\text{м}} + h_{\text{в}} + Z_0 + \frac{v_{\text{н}}^2 - v_{\text{в}}^2}{2g}, \text{м. вод. ст.}$$

Покази манометра і вакууметра в м. вод.ст.:

$$h_{\text{м}} = \frac{p_{\text{м}}}{\rho g} = \frac{0{,}35 \cdot 10^6}{1000 \cdot 9{,}81} = 35{,}5 \text{ м. вод. ст.}$$

$$h_{\text{в}} = \frac{p_{\text{в}}}{\rho g} = \frac{0{,}04 \cdot 10^6}{1000 \cdot 9{,}81} = 4{,}1 \text{ м. вод. ст.}$$

За даною подачею і діаметрами патрубків визначаємо швидкість руху води у всмоктувальному і нагнітальному патрубках:

$$v_{\text{в}} = \frac{4Q}{\pi d_{\text{в}}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}008}{3{,}14 \cdot 0{,}125^2} = 0{,}625 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$v_{\text{н}} = \frac{4Q}{\pi d_{\text{н}}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}008}{3{,}14 \cdot 0{,}1^2} = 1.02 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Тоді напір насоса:

$$H = 35{,}5 + 4{,}1 + 1{,}0 + \frac{1{,}02^2 - 0{,}625^2}{2 \cdot 9{,}81} = 40{,}71 \text{ м вод. ст.}$$

Або

$$H = 40{,}71 \cdot \rho g = 40{,}71 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 = 399{,}4 \text{ кПа}$$

Визначаємо потужність, споживану насосом:

$$N = \frac{\rho Q H}{102\eta} = \frac{1000 \cdot 0{,}008 \cdot 40{,}71}{102 \cdot 0{,}7} = 4{,}56 \text{ кВт.}$$

2. Визначити подачу і споживану потужність поршневого насоса подвійної дії, якщо діаметр поршня 0,2м, діаметр штока 0,04 м, хід поршня 0,25м. Частота обертання вала насоса 90 хв$^{-1}$, об`ємний к.к.д насоса 0,92. Повний к.к.д. насоса 0,8. Насос має напір 70 м вод. ст.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть основні типи насосів.
2. Які параметри характеризують роботу насоса ?
3. Що враховує повний к.к.д. насоса ?
4. Які параметри вносять в марку насоса ?
5. Від чого залежить потужність ?
6. Яку роль має створюване в насосі розрідження ?
7. Поясніть принцип роботи шестеренчастого насоса.
8. Що таке кавітація ?
9. Поясніть застосування повітряного ковпака в поршневих насосах ?
10. Принцип роботи гвинтових, осьових, струминних і др. насосів.

Розділ 2. Основи технічної термодинаміки
Тема 2.1. Основні положення термодинаміки. Суміші газів і теплоємність.

Предмет і методи технічної термодинаміки, її завдання і основні визначення. Робоче тіло і його параметри. Поняття про ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу. Поняття про реальні гази як про робочі тіла.
Термодинамічна система. Термодинамічний процес.

Література:
Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.120…126
Чернов А.В., Бессребренников Н.К. с.105…118
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с. 76…84

Методичні вказівки

Основною властивістю енергії є здатність перетворюватись з одного виду в інший, що випливає із закону збереження і перетворення енергії.

Теплота і робота – дві форми існування та передачі енергії, які можуть взаємно перетворюватись.

Одним із основних у технічній термодинаміці є поняття про термодинамічну систему, яка являє сукупність матеріальних тіл, що взаємодіють як між собою, так і з навколишнім середовищем. Прикладом Такої системи може бути газ, що стискається або розширюється в циліндрі з рухомим поршнем.

Тобто для роботи теплових машин використовують так зване робоче тіло (продукти спалювання палива або водяна пара). Основними параметрами робочого тіла є абсолютний тиск, абсолютна температура і питомий об'єм.

В термодинаміці для спрощення розрахунків в якості робочого тіла приймають ідеальний газ (уявний газ, в якого відсутні міжмолекулярні взаємодії, а об'єм молекул нескінченно малий порівняно з об'ємом, який займає газ)

Між параметрами стану робочого тіла є залежності, які в цілому називають газовими законами. Потрібно розглянути рівняння стану як для 1 кг так і для довільної маси ідеального та реального газів та навчитися користуватися ними для розв'язання задач.

Всі гази, що є в природі є реальними. Тільки водяна пара при низьких тисках і високих температурах перегріву наближається до ідеального газу.

Практичні вправи

1. Визначити, яка маса повітря засмоктується в двигун внутрішнього згоряння, якщо його температура 20°С, тиск повітря 1,18 бар і об'єм 20 м^3. Газова стала повітря R=283,7 Дж/(кг град).

   Розв'язання: Масу повітря визначаємо з рівняння стану ідеального газу для довільної маси:

   $pV = mRT$, звідки знаходимо:

   $$m = \frac{pV}{RT} = \frac{1{,}18 \cdot 10^5 \cdot 20}{283{,}7 \cdot 293} = 28{,}39 \text{ кг}$$

   Перед підстановкою значень температуру і тиск необхідно перевести : T = 20+273=293К; p=1,18бар=1,18*10^5 Па

2. Димові гази, що утворилися в топці парового котла, охолоджуються з температури 1100°С до 200°С. В скільки разів зменшиться їх об'єм, якщо тиск газів на початку і в кінці димоходу однаковий.

Тема 2.2.Газові суміші і їх властивості. Теплоємність газу.

Поняття про газові суміші. Закон Дальтона. Склад суміші у масових та об`ємних долях, та співвідношення між ними. Густина суміші. Уявна молярна маса суміші. Газова стала суміші.

Література:
Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.126…128
Чернов А.В., Бессребренников Н.К. с.118…135.
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с. 85…91.

Методичні вказівки

Газовими сумішами є продукти згоряння палива в циліндрах двигунів внутрішнього згоряння, топках котлів та навколишнє повітря. Газовою сумішшю називають суміш декількох ідеальних газів, які хімічно не взаємодіють між собою. Окремі гази, що входять до складу газової суміші, називається компонентами. Газовими сумішами є продукти згоряння палива. Отже, робочим тілом у двигунах внутрішнього згорання і газових турбінах є газові суміші, тому учню потрібно вміти проводити розрахунки, пов'язані з газовими сумішами.

Слід пам'ятати , що розрахунки з газовими сумішами проводяться за тими ж рівняннями стану, що й для окремих ідеальних газів, тобто:

Крім того, учню потрібно знати, як формулюється закон Дальтона для газової суміші, що таке об'ємна і масова частки компонентів і співвідношення між ними, як визначається густина газової суміші.

Практичні вправи

Проаналізувати розв'язання задач 2-23, 2-24 ,77,79 за збірником задач Л.8.

Запитання для самоперевірки

1. Як формується закон Дальтона для газової суміші?
2. Що таке парціальний тиск і парціальний об'єм компонентів газової суміші?
3. Що таке масова і об'ємна частки компонентів газової суміші і як вони визначаються?
4. Що таке уявна молекулярна маса і як вона визначається для газової суміші?
5. Як визначається газова стала суміші газів?

Тема 2.3. Перший закон термодинаміки.

Перший закон термодинаміки. Зміст закону і його формулювання. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Принцип еквівалентності теплоти і роботи. Внутрішня енергія і її властивості. Ентальпія газу. Робота газу, її визначення і графічне зображення у pv-координатах .Теплоємність газів.

Література:
Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.128…136
Чернов А.В. и др., с. 135...138. 110...112.
Черняк О.Б., Рибчинська Г.В., с. 91...98, с.100,

Методичні вказівки

Як зазначалось вище, у термодинаміці розглядаються тільки рівноважні, оборотні термодинамічні процеси, хоч всі природні, реальні процеси є нерівноважними, а отже, і необоротними, оскільки, вони протікають з кінцевими швидкостями.

Тому вивчаючи цей матеріал, учень повинен навчитись зображати рівноважні термодинамічні процеси у координатах PV, так як третій параметр - T завжди може бути визначений з рівняння стану: pv=RT. Слід також усвідомити, що робота газу у процесі графічно зображується площею, розташованою між лінією процесу і віссю абсцис, яка з боків обмежена ординатами точок початку і кінця.

При розширенні газу роботу вважають додатною, а при стисканні - від'ємною. Робота розширення відбувається за рахунок підведеного до газу тепла, а робота стискання за рахунок прикладання зовнішньої сили**.**

Перший закон термодинаміки є конкретизацією всесвітнього закону збереження і перетворення енергії і вказує на те, що теплота може перетворюватись у роботу, а робота - в теплоту.

Слід пам'ятати, що робота повністю перетворюється в теплоту, тоді як перетворення теплоти у роботу супроводжується тепловими витратами (коефіцієнт цього перетворення завжди менший одиниці).

Студенту також слід з'ясувати, що таке внутрішня енергія і ентальпія газу, як визначається їх величина для ідеального газу та їх зміна у будь-якому термодинамічному процесі.

Практичні вправи

1. При роботі двигуна у циліндр під час всмоктування заходить 0,00068 кг повітря при початковій температурі 20°С. Від стінок циліндра повітря нагрівається до 80°С, Визначити, на скільки, збільшиться внутрішня енергія і ентальпія повітря, що входить у циліндр. Теплоємність повітря вважати незалежною від температури.

Розв'язання: Рівняння приросту внутрішньої енергії для довільної кількості газу:

$$U=U_2-U_1=mc_v(t_2-t_1),\ кДж$$

Визначаємо значення масової Ізохорної теплоємності повітря:

$$c_v=\frac{\mu c_v}{\mu_{пов}}=\frac{20,9}{28,84}=0,724\ кДж/(кг\ К)$$

Приріст внутрішньої енергії становитиме:

$$U=0,00068\cdot 0,724(80-20)=0,03\ кДж.$$

Рівняння приросту ентальпії для довільної маси газу:

$$I=I_2-I_1=m\ c_p(t_2-t_1),\ кДж.$$

Визначаємо значення масової ізобарної теплоємності повітря:

$$c_p=\frac{\mu c_p}{\mu_{пов}}=\frac{29,2}{28,84}=1,0012\ кДж/(кг\ К).$$

Приріст, ентальпії становитиме:

$$I=0,00068\cdot 1,012\ (80-20)=0,041\ кДж$$

Запитання для самоперевірки

1. Який процес називають термодинамічним ?
2. Як формулюється перший закон термодинаміки?
3. Що таке внутрішня енергія і ентальпія газу, їх визначення?
4. Запишіть і поясніть формулу першого закону термодинаміки.
5. Як виражається графічно і визначається аналітично робота газу у будь-якому термодинамічному процесі?

Тема 2.4. Другий закон термодинаміки.

Другий закон термодинаміки. Зміст закону **і** його формулювання. Колові процеси або цикли. Прямий і зворотний цикли. Термічний к.к.д. циклу і холодильний коефіцієнт. Цикл Карно. Загальні властивості оборотних і необоротних циклів. Аналітичний вираз другого закону. Ентропія газів.

Система координат TS і графічне знаходження теплоти процесу.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.145…158
Чернов А.В. и др., с. 139...141, 159...166,169...175.
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с . 98.,.100, 111..116.

Методичні вказівки

Вивчаючи матеріал заняття, студент повинен перш за все з'ясувати поняття колового процесу, або циклу, Потрібно знати, що за прямими циклами працюють теплові двигуни, а за зворотними - холодильні установки. Для перетворення тепла у роботу в прямому циклі необхідно два джерела тепла з різною температурою: тепловіддавач (або верхнє джерело тепла) і теплоприймач (або нижнє джерело теплоти).

Потім потрібно вивчити і усвідомити суть другого закону термодинаміки, який має декілька еквівалентних формулювань, що наводяться у підручниках. Пропонується таке визначення: все тепло, підведене до робочого тіла у коловому процесі не може бути перетворене у корисну роботу, частина тепла неминуче повинна бути віддана нижньому джерелу тепла (втрачена).

Слід також знати, що відношення корисного тепла (тепла, перетвореного у корисну роботу) до всього підведеного за цикл, називається термічним к.к.д, циклу, тобто:

$$\eta_t=\frac{L}{q_1}=\frac{q_1-q_2}{q_1}=1-\frac{q_2}{q_1}$$

З цієї формули видно, що $\eta_t<1$,оскільки за другим законом термодинаміки $q_2\neq 0$.

Термічний к.к,д, є показником ефективності циклів теплових двигунів, (прямих циклів).

Як зазначалось, за зворотними циклами працюють холодильні установки, які за рахунок затрати роботи відбирають тепло від нижнього джерела тепла і передають його верхньому.

Показником, ефективності цих циклів є так званий холодильний коефіцієнт, який являє собою відношення відібраного тепла (виробленого холоду) до затраченої роботи, тобто:

$$E = \frac{q_2}{l}$$

Для збільшення термічного к.к.д. теплового двигуна французький вчений Саді Карно запропонував свій цикл роботи двигунів, з яким студенту слід добре ознайомитися, навчитись визначати термічні к.к.д. прямого і холодильний коефіцієнт зворотного циклів Карно.

Практичні вправи

1. Максимальна температура газів у кінці горіння палива у карбюраторному двигуні становить I800°C. Мінімальна температура, з якою гази виходять з циліндра двигуна, дорівнює 600°C. Визначити максимально можливий термічний к.к.д., якщо припустити, що двигун працює за циклом Карно.
   Розв'язання: За формулою термічного к.к.д. циклу Карно:
   $$\mu = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{600 + 273}{1800 + 273} = 0{,}58$$

2. В коловому процесі до газу підведемо 1000 кДж теплоти. Термічний к.к.д. процесу $\eta = 0{,}4$. Визначити роботу газу за цикл.

3. В холодильній установці,яка працює за зворотним циклом Карно, від нижнього джерела тепла відведено 250 кДж. тепла, при цьому затрачена робота становить 48 кДж. Визначити холодильний коефіцієнт і кількість тепла, яке передається верхньому джерелу теплоти.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке коловий процес /цикл/ і як визначається його термічний к.к.д.?
2. Прямий цикл Карно і його термічний к.к.д.
3. Зворотний цикл Карно і його холодильний коефіцієнт.
4. Довести, що термічний к.к.д, колового процесу і прямого циклу Карно завжди менший одиниці,
5. Суть другого закону термодинаміки і його формулювання.
6. Зображення циклу Карно у PV і TS- координатах.

Тема 2.5. Дослідження термодинамічних процесів.

Дослідження термодинамічних процесів. Порядок і метод дослідження. Політропний процес. Рівняння політропи Визначення показника політропи. Співвідношення параметрів. Визначення роботи, теплоємності і теплоти процесу. Основні термодинамічні процеси:, ізохорний, ізобарний, ізотермічний і адіабатний як часткові випадки політропного, їх зображення в координатах PV і TS.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.158…160
Чернов А.В. и др., с.142- 159.
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с . 102- 111.

Методичні вказівки

Вивчати, матеріал цього заняття слід у такій послідовності:
1) з'ясувати суть ізохорного, ізобарного, ізотермічного, адіабатного і політропного термодинамічних процесів;
2) дослідити політропний процес у порядку, зазначеному в змісті матеріалу завдання;
3) довести, що ізохорний, ізобарний, ізотермічний і адіабатний процеси б політропними при певних значеннях, показника політропи n.
4) навчитись зображати, всі вищезазначені процеси у PV і TS - координатах.

Практичні вправи

1. В автомобільному двигуні внутрішнього згоряння після згоряння палива димові гази адіабатно розширюються, причому тиск зменшується від p_1=2,5МПа до p_2=0,5МПа.

Перед розширенням температура газів дорівнювала t_i = 1800 °С , а об'єм, який вони займали, становив V_1=0,004 м^3. Показник адіабати k=1,4. Визначити температуру газів наприкінці розширення.

Розв'язання. Із співвідношення між температурою і тиском газу в адіабатному процесі маємо:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}, \quad T_2 = T_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 2073\left(\frac{0,5}{2,5}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 1308\,K$$

Отже t_2=T_2-273 = 1308-273 = 1035 К

Запитання для самоперевірки

1. Дати визначення основних термодинамічних процесів.
2. Написати формули рівнянь і залежностей між параметрами для основних термодинамічних процесів..
3. Показати, графічно кожен процес у PV -координатах.
4. Яка відмінність між, адіабатним і політропний процесами?
5. Які процеси стиску і розширення відбуваються у двигунах внутрішнього згоряння?

Тема 2.6. Ідеальні цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння. Компресори і компресорні установки.

Ідеальні цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння. Цикл із змішаним підведенням тепла. Цикли з підведенням тепла при сталому об'ємі і з підведенням тепла при сталому тиску. Термічний к.к.д. циклу. Робота газу зацикл. Порівняння циклів.

Принцип роботи компресора. Робочий процес одноступінчастого поршневого компресора і зображення його в координатах PV і TS.

Призначення, типи і галузі застосування компресорних машин. Будова і робота поршневого компресора. К.к.д. компресора. Багатоступінчасті компресори.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.166…170
Чернов А.В. и др., с.209-215.
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с . 190- 197.

Методичні вказівки

Відомо, що ідеальним циклом будь-якої теплової установки є цикл Карно, але практично здійснити процес у двигуні внутрішнього згоряння на циклом Карно неможливо. Це пояснюється тим, що двигуни внутрішнього згоряння працюють при великій різниці температур (1000...1700°С). Процес у двигунах внутрішнього згоряння проходитиме з , дуже великим збільшенням тиску і температури. Максимальний тиск при цьому може досягнути величини 200…300 МПа,а ступінь стиску - до 400. Тому двигуни внутрішнього згоряння працюють не за циклом Карно, а за іншими, менш економічними, але практично здійсненими циклами.

У даний час для двигунів внутрішнього згоряння застосовують три цикли, відмінні від циклу Карно: цикл з підведенням тепла при $V=const$ і цикл з підведенням тепла при $p=const$ і цикл із змішаним підведенням тепла: при $V=const$ і при $p=const$. Термічні к.к.д. цих циклів менші за термічний к.к,д. циклу Карно.

За наведеними підручниками потрібно ознайомитися з суттю цих циклів, зображенням їх у pv- координатах і формулами для визначення термічного к.к.д. для кожного з цих циклів.

Слід також знати, що цикл з ізохорним підведенням тепла лежить в основі роботи карбюраторних двигунів,а в основі роботи сучасних дизельних двигунів — цикл із змішаний підведенням теплоти.

У сільському господарстві широко використовують стиснуте повітря або інші гази. Це відбувається за допомогою компресорів, які бувають поршневі і лопатеві (відцентрові і осьові). Компресори застосовуються в холодильних установках, агрегатах з технічного обслуговування машино тракторного парку, пневматичних гальмових системах, соціальних компресорних станціях.

Слід добре вивчити будову і принцип роботи поршневих, одно- і багатоступінчастого компресорів, які найбільш застосовуються у сільському господарстві, пам`ятаючи, що ступенем компресора називається його конструктивний елемент, в якому відбувається одноразове стискання газу.

Слід пам`ятати, що подачею компресора називається об`єм газу, який подає компресор за одиницю часу (наприклад за 1 секунду) при тиску і температурі газу на вході у компресор (кількість повітря, засмоктуваного компресором).

Треба також ознайомитися з основними правилами експлуатації компресорних станцій, а також з будовою і принципом дії ротаційних, відцентрових і осьових компресорних машин.

Практичні вправи

1. В циклі двигуна внутрішнього згоряння із змішаним підведенням тепла до робочого тіла підведено q_1=1034кДж, теплоти, ступінь стиску газу – *E=15,* ступінь підвищення тиску у процесі ізохорного підведення тепла - λ = 1,5, ступінь попереднього розширення газу в процесі ізобарного підведення тепла – ρ=1,6.
   Визначити термічний к.к.д. циклу. За робоче тіло прийняти повітря к=1,4.

Розв'язання: Термічний к.к.д, циклу і з змішаним підведенням теплоти визначаємо за формулою:

$$\eta_t = 1 - \frac{\lambda\rho^{\kappa} - 1}{(\lambda - 1) + \kappa\lambda(\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$$

$$= 1 - \frac{1{,}5 \cdot 1{,}6^{1{,}4} - 1}{(1{,}5 - 1) + 1{,}4 \cdot 1{,}5(1{,}6 - 1)} \cdot \frac{1}{1{,}5^{1{,}4-1}} = 0{,}634$$

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть умови, які приймають при розгляді ідеальних циклів двигунів внутрішнього згоряння.
2. Чому в реальних д.в.з. не можна здійснити ідеальний цикл Карно ?
3. Запишіть і поясніть формули для визначення к.к.д. для кожного циклу.
4. Як працює одноступінчастий поршневий компресор?
5. Який процес стиску газу в компресорі є термодинамічно найвигіднішим і чому?
6. Як працює багатоступінчастий компресор?
7. Для чого застосовують багатоступінчасте стискання газу ?

Тема 2.7.Водяна пара. Вологе повітря.

Фізичні та хімічні властивості води. Водяна пара як робоче тіло. Процес утворення пари. Діаграми pv- і Ts для водяної пари. Параметри стану рідини, вологого, сухого насиченого і перегрітого парів. Таблиці води і водяної пари. Фазові перетворення. Ентальпія пари. Is- діаграма водяної пари і принцип користування нею.

Вологе повітря. Його основні характеристики. Id-діаграма вологого повітря.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.175…183
Чернов А.В. и др., с.175-193.
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с . 116- 128.

Методичні вказівки

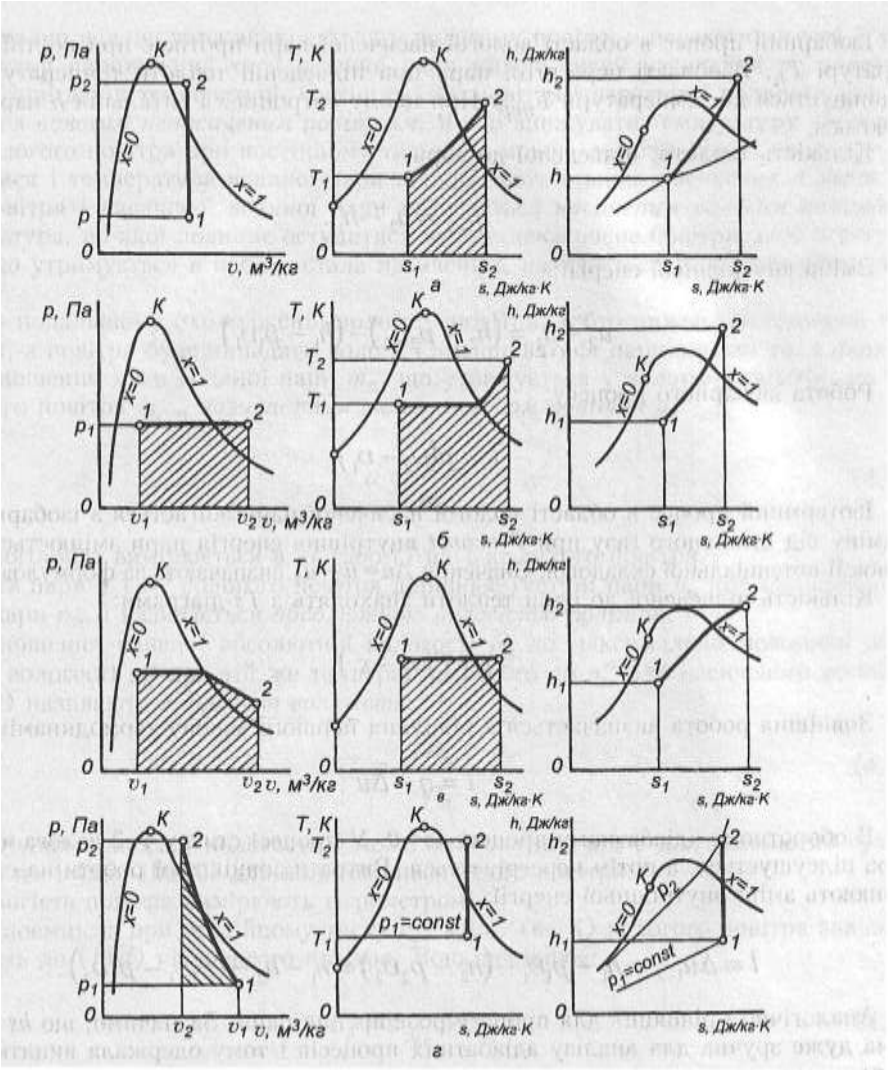
Значення водяної пари в енергетиці, сільському господарстві та інших галузях. Водяна пара – це реальний газ, тобто її параметри не можна знаходити за законами ідеальних газів. Всі розрахунки проводять за допомогою діаграм водяної пари і таблиць параметрів води і водяної пари.

Слід пам’ятати, що водяну пару в термодинаміці розглядають як реальний газ. Вивчаючи водяну пару, потрібно з’ясувати яка пара є вологою, сухою, насиченою або перегрітою. Знати основні характеристики пари: міру сухості, міру вологості, міру перегріву.

Потрібно знати, що основними розрахунковими величинами водяної пари є:

1. тепло рідини (кількість тепла для нагрівання 1 кг води від 0^oC до температури кипіння при даному тиску);
2. тепло пароутворення (кількість теплоти , потрібна для перетворення 1 кг води в суху насичену пару);
3. тепло перегріву пари(кількість теплоти , потрібна для перетворення 1 кг сухої пари в перегріту);

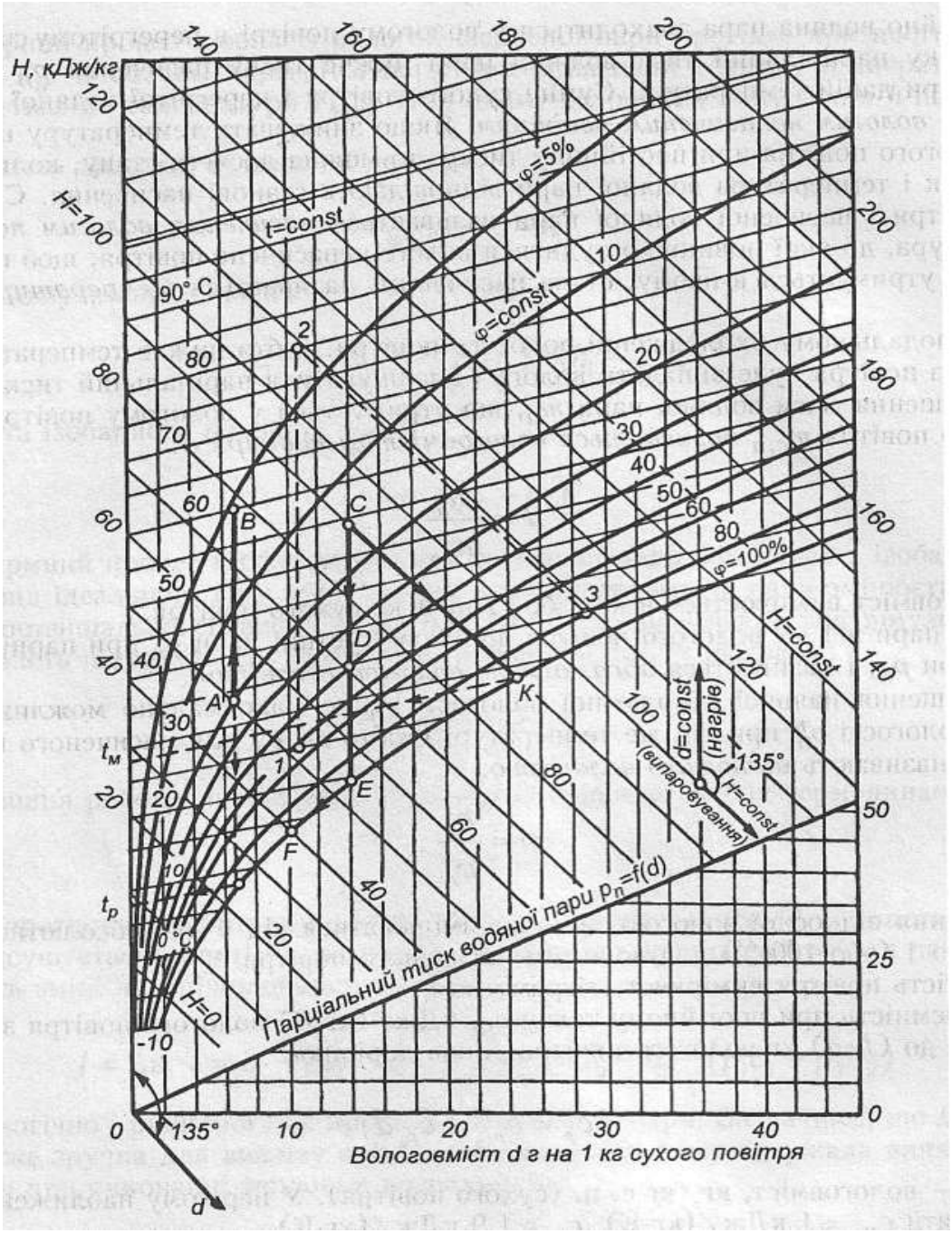
4. внутрішня енергія і ентальпія пари або їх зміна; питомий об’єм, тиск і температура для різних тисків.



Діаграми процесів зміни стану пари.
а – ізохорний; б – ізобарний; в – ізотермний; г –адіабатний.

Повітря являється теплоносієм при вентиляції, опаленні, кондиціонуванні, а також при сушінні матеріалів, тому знання властивостей вологого повітря має велике значення.

Основними характеристиками вологого повітря являються: вологовміст, абсолютна і відносна вологості. Знаходити ці величини зручно, користуючись Id-діаграмою вологого повітря.



Id – діаграма вологого повітря

Запитання для самоперевірки

1. Як відбувається перетворення води в перегріту пару ?
2. Від чого залежить температура насичення пари ?
3. Дайте визначення вологої насиченої пари.
4. Поясніть суть поняття «міри сухості» пари і в яких межах вона може змінюватись.
5. Назвіть основні характеристики вологого повітря і поясніть методику використання діаграми вологого повітря.
6. Де у сільскому господарстві застовують вологе повітря ?
7. Що таке абсолютна і відносна вологість повітря та вологовміст і як вони визначаються?
8. У конспекті подати фрагмент id - діаграми і описати як вона побудована та як визначаються за нею основні параметри вологого повітря ?

Розділ 3. Основи теорії теплообміну

Тема 3.1. Основні поняття і визначення. Теплопровідність.

Предмет теорії теплообміну. Способи поширення теплоти. Тепловий потік., одиниці вимірювання теплового потоку. Температурне поле. Температурний градієнт.

Теплопровідність. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності та його значення для різних технічних матеріалів. Термічний опір поверхні, одиниці вимірювання.

Теплопровідність багатошарової стінки.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.192…195
Чернов А.В. и др., с.226-232.
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с . 143-150.

Методичні вказівки

При тепловій взаємодії тіл тепло передається від більше нагрітого тіла до менше нагрітого. Якщо різниці температур немає, то тепловий рух припиняється і настає термічна рівновага.

Розрізняють три способи розповсюдження теплоти: теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання. Теплопровідність – це перенесення теплоти тепловим рухом коливання молекул, атомів та вільних електронів. В чистому вигляді теплопровідність відбувається в твердих тілах.

При конструюванні різних теплотехнічних пристроїв підбирають тіла з меншим або більшим значеннями коефіцієнта теплопровідності. При розрахунках також має велике значення площа поверхні теплообміну і товщина поверхні. Потрібно розуміти поняття термічного опору поверхні. Закон Фур'є дає можливість розрахувати тепловий потік для одно- і багатошарової стінки.

Запитання для самоперевірки

1. Які способи поширення теплоти?
2. Як формулюють і записують основний закон теплопровідності (закон Фур'є) ?
3. Як визначають густину теплового потоку для одно- і багатошарової плоскої і циліндричної стінки при теплопровідності?
4. У яких випадках теплопровідність циліндричної стінки розраховують за формулами плоскої стінки?

Тема 3.2. Конвективний теплообмін. Випромінювання.

Закон Ньютона- Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі та його залежність від різних умов теплообміну.

Поглинальна, пропускна та відбивна здатності тіл. Поняття про абсолютно чорне та абсолютно біле тіла. Ступінь чорноти. Закони випромінювання.

Література:
Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.201…221
Чернов А.В. и др., с.223-252.
Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. с 150-156.

Методичні вказівки

Потрібно розібрати сутність конвективного теплообміну – тобто перенесення теплоти в рідинах та газах. Ознайомитись з математичним виразом закону Ньютона –Ріхмана. Потрібно пам'ятати, що коефіцієнт тепловіддачі залежить від багатьох факторів: властивостей рідини або газу, швидкості та характеру їх руху, форми поверхні, яка омивається тощо. Його визначають дослідним шляхом або розраховують, використовуючи теорію подібності.
Ознайомтесь з поняттями абсолютно чорного та абсолютно білого тіл. Що таке випромінювальна здатність тіла і як від неї залежить ступінь чорноти. Запишіть математичні вирази законів випромінювання.

Практичні вправи

Проаналізувати рішення задач 19.2…20.3 Л.8.

Запитання для самоперевірки

1. У чому суть конвективного теплообміну?
2. Розмірність і фізичний коефіцієнта тепловіддачі.
3. Як визначають густину теплового потоку і термічний опір при конвективного теплообміні?
4. Фактори, що впливають на величину коефіцієнта тепловіддачі.
5. Відмінність між абсолютно чорними, абсолютно білими і сірими тілами.
6. Як записують закон Стефана-Больцмана?
7. Як визначають випромінювальну здатність сірого тіла?
8. Особливості випромінювання газів.

Тема 3.3. Теплопередача і теплообмінні апарати

Процес теплопередачі. Теплопередача через одно- і багатошарову стінки. Коефіцієнт теплопередачі і термічний опір. Теплова ізоляція.

Теплообмінні апарати. Класифікація і основні положення теплового розрахунку. Тепловий баланс теплообмінного апарату. Середній температурний напір. Порівняльна характеристика ТОА з прямоточним, протиточним і з перехресним током теплоносіїв.

Література:
Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.223…232
Чернов А.В. и др., с.252…257.

Методичні вказівки

На практиці теплообмін проходить в сукупності. Наприклад, в котельній установці передача теплоти проходить від розжарених газів до нагріваємої води через стінку топки. Тобто, спочатку теплота передається конвекцією і випромінюванням потім через стінку – теплопровідністю і далі до води конвекцією.

Передача теплоти від одного теплоносія до іншого через стінку називають теплопередачею.

Теплообмінними апаратами, або теплообмінниками, називають устаткування, призначене для передачі тепла від одного теплоносія до іншого, для реалізації теплового процесу - охолодження, нагрівання, конденсації й т.ін. Як теплоносії можуть використовуватися рідини, суміші й суспензії, пара, гази.

Традиційно теплоносій, що має більш високу температуру й віддає тепло, називається гарячим (іноді первинним або тим, що гріє) теплоносієм, а сукупність поверхні апарата, де він діє, - гарячою стороною. Відповідно теплоносій з нижчою температурою, що приймає тепло, називають холодним (вторинним або тим, що нагрівають) і поверхню його дії - холодною стороною.

Існуючі теплообмінні апарати можуть бути класифіковані за різними ознаками: способом передачі тепла; призначенням; типом поверхні, що передає тепло; видом теплоносіїв і їхнім агрегатним станом; компонуванням поверхні нагрівання.

При виборі того або іншого типу теплообмінника найважливішу роль відіграють теплоносії, що беруть участь у процесі теплообміну й, у першу чергу, їх теплофізичні властивості. Найбільш важливими, з погляду інтенсивності теплопередачі, є: щільність і теплоємність; теплопровідність; в'язкість; температура кипіння й плавлення.

Практичні вправи

Проаналізувати рішення задач 3-33, 3-37, 3-38, 3-40, 59,62. Л.8.

Запитання для самоперевірки

1. Що називається складним теплообміном (теплопередачею)
2. Як обчислити кількість теплоти при теплопередачі через стінку за 1 год. ?
3. Як визначити коефіцієнт теплопередачі? Розмірність і фізичний зміст його.
4. За яких умов можна обчислити теплопередачу через циліндричну стінку як для плоскої стінки?
5. Основні методи інтенсифікації теплопередачі.
6. Які матеріали використовують як теплоізоляційні?

Розділ 4 Котельні установки і теплогенератори

Тема 4.1. Паливо і його характеристики

Загальні відомості про енергетичне паливо і його класифікація. Елементарний склад твердого, рідкого і газоподібного палива. Формули перерахунку однієї маси палива на другу. Теплота згоряння палива – вища і нижча. Поняття умовного палива, тепловий еквівалент. Витрата умовного палива. Економічні аспекти використання паливно-енергетичних ресурсів.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.235…243
Драганов Б.Х. и др., с.130…136.

Методичні вказівки

Одним з основних джерел енергії у світі є органічне паливо. Паливом називають вуглецеве з’єднання, яке в процесі хімічної реакції окислення виділяє велику кількість теплоти. Органічне паливо класифікують за агрегатним станом і за способом його отримання.

По своєму складу паливо являється складною хімічною речовиною, яка складається з пальних і непальних елементів. Вміст елементів визначають у відсотках за масою. Паливо, яке йде на спалювання в топку називають робочим. Крім цього, розрізняють суху, пальну і органічну маси палива.

Основною характеристикою палива є його теплота згоряння, яка вказує на його енергетичну цінність. Визначається вища і нижча теплота згоряння за формулами Мєндєлєєва.

Для порівняння енергетичної цінності різних видів палива користуються поняттям «умовного палива». При нормуванні і обліку витрати палива перераховують на витрату «умовного палива».

Практичні вправи

Проаналізувати рішення задач 5-1, 5-4, 5-11,5-12, 65…67. Л.8.

Запитання для самоперевірки

1. Що називають паливом і як його можна про класифікувати ?
2. Які елементи входять в склад твердого і рідкого палива ?
3. Поясніть поняття «баласту» палива.
4. Що таке теплота згоряння палива і як її визначають ?
5. Яке паливо називають умовним ? Що таке тепловий еквівалент ?
6. Основні види палива.

Тема 4.2. Процес горіння палива і способи спалювання.

Суть процесу горіння. Теоретично необхідна і дійсна кількість повітря для горіння. Коефіцієнт надлишку повітря. Кінетичні і фізичні основи процесу горіння. Розрахунок продуктів згоряння. Ентальпія продуктів згоряння і теоретична температура горіння.

Шаровий, факельний і вихровий способи спалювання палива. Спалювання твердого палива. Горіння рідкого та газоподібного палива.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.244…255
Драганов Б.Х. и др., с.142…145.

Методичні вказівки

Для повного спалювання палива до нього необхідно підводити певну кількість повітря. При розрахунку користуються формулами теоретичної кількості повітря і дійсної. Потрібно знати, що різницею між ними є коефіцієнт надлишку повітря, який залежить від виду палива, його складу та способу спалювання.

При нестачі повітря паливо може згоряти неповністю. Слід знати поняття хімічної і механічної неповноти згоряння палива і методи їх усунення. В багатьох котельнях в димоходах встановлюють додаткові вентилятори, які збільшують тягу.

Правильна організація топкового процесу дає можливість економити енергоресурси.

Практичні вправи

Проаналізувати розв'язання задач 5-І; 5-4; 5-5; 5-11; 5-12, 77,79 за збірником задач Л.8.

Запитання для самоперевірки

1. Основні положення кінетичних і фізичних основ горіння.
2. Поясніть поняття хімічної і механічної неповноти згоряння палива.
3. Що таке коефіцієнт надлишку повітря ?
4. Як визначити теоретичну і дійсну кількість повітря для спалювання палива ?
5. Як визначити об’єм продуктів згоряння ?

Тема 4.3. Котельні установки і топкові пристрої.

Котельні установки, їх типи і призначення. Принципова схема КУ. Основне і допоміжне обладнання КУ. Склад котельного агрегату.

Тепловий баланс і коефіцієнт корисної дії котельного агрегату. Годинна витрата палива.

Топки для спалювання палива. Схеми будови пальників. Очищення топок від золи і шлаку. Радіаційні поверхні і екрани в топках.

Водопідготовка. Підготовка палива для спалювання. Допоміжні поверхні нагріву.

Особливості експлуатації котлових установок.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.256…259
Драганов Б.Х. и др., с.145…154.

Методичні вказівки

Ознайомтесь з загальною схемою будови і роботи котельної установки. Необхідно вивчити формули теплового балансу і к.к.д. котельного агрегату. Аналізуючи дані формули розберіться з шляхами підвищення економічності та оптимізації роботи котельного агрегату.

Слід звернути увагу на допоміжні поверхні нагріву і їх використання в котельному агрегаті.

Підготовка і економічне використання палива має велике значення для виробничих котелень. Тому зверніть увагу на конструкції топок і способи спалювання палива.

Особливу увагу зверніть на правила експлуатації котельної установки, основні правила безпеки і пожежної безпеки при її роботі.

Практичні вправи

Проаналізувати розв'язання задач 6-І; 6-17 , 82,83за збірником задач Л.8.

Запитання для самоперевірки

1. Наведіть класифікацію котельних установок.
2. З яких елементів складається котельна установка ?
3. Запишіть і поясніть рівняння теплового балансу КУ.
4. Як визначити К.К.Д. котельної установки ?
5. Назвіть способи підвищення економічності котельного агрегату.

Тема 4.1. Котли і теплогенератори.

Котли малої продуктивності. Класифікація і марки котлів. Внутрікотлові процеси. Котли – утилізатори. Порядок гідравлічного випробовування котлів. Забезпечення надійності і економічності роботи котельних установок.

Призначення і будова теплогенераторів. Їх характеристики. Паливна система. Автоматичне регулювання.

Техніка безпеки і пожежна безпека при роботі з котлами і теплогенераторами.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.261…278
Драганов Б.Х. и др., с.154…160.

Методичні вказівки

Вивчаючи конструктивні особливості водогрійних і парових котлів, слід зосередити увагу на котлах малої і середньої продуктивності, які використовуються в сільському господарстві.

Велике значення мають внутрікотлові процеси: гідродинаміка і водний режим в котлі. Циркуляція води в котлі може відбуватися природнім або штучним способом. Швидкість циркуляції води знаходиться в межах 0,5…1,5м/с; кратність циркуляції води в контурі – в межах 4…20 для екранів і 10…100 для контурів, що складаються з барабанів.

Теплогенератори відносять до вентиляційно-опалювальних установок, які широко використовуються в сільському господарстві для повітряного опалення і вентиляції виробничих приміщень. Зверніть увагу на формули теплового балансу і к.к.д. теплогенератора.

Потрібно розібратися з автоматизацією роботи теплогенератора.

Запитання для самоперевірки

1. Які типи котлів використовують в сільському господарстві ?
2. Опишіть будову і принцип дії котла.
3. Як підготувати живильну воду і підтримувати рівень води в котлі ?
4. Які правила експлуатації котлів ?
5. Що виробляє теплогенератор ?
6. Поясніть принцип роботи теплогенератора.
7. Назвіть основні правила техніки безпеки при експлуатації теплогенеруючого обладнання.

Розділ 5 Застосування теплоти у сільському господарстві

Роль тепла в енергетичному балансі сільського господарства. Сучасний стан і перспективи розвитку сільськогосподарської теплоенергетики та використання тепла в сільському господарстві Загальна характеристика і класифікація споживачів тепла в сільському господарстві.

Енергозбереження в с. г. Використання вторинних, поновлювальних джерел енергії.

Норми і графіки теплоспоживання. Визначення кількості тепла, необхідного для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання і технологічних потреб.

Слід пам'ятати, що в загальному енергетичному балансі сільського господарства теплова енергія становить біля 90 %. Велика кількість її витрачається на опалення виробничих, житлових і громадських приміщень, створення штучного мікроклімату в тваринницьких приміщеннях і спорудах захисного ґрунту, сушіння сільськогосподарської продукції, виробництво вітамінної трав'яної муки та на інші цілі.

Треба звернути увагу на те, що теплопостачання сільського господарства суттєво, відрізняється від централізованого теплопостачання міст.

У сільському господарстві споживачі тепла в більшості малопотужні і використовують його протягом року нерівномірно.

Переведення сільського господарства на промислову основу створює сприятливі умови для використання електричної і теплової енергії.

Потрібно засвоїти методику визначення витрати тепла для різних потреб за розробленими укрупненими нормами теплоспоживання.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.286…335
Драганов Б.Х. Теплотехніка. С.189…195

Запитання для самоперевірки

1. Які перспективи поліпшення теплопостачання в сільському господарстві?
2. В чому полягає специфіка теплопостачання сільськогосподарських підприємств?
3. Назвіть основних споживачів тепла у сільському господарстві.
4. Поясніть поняття енергозбереження?
5. Значення використання альтернативних джерел енергії.

Тема 5.1. Опалення і гаряче водопостачання сільськогосподарських приміщень.

Класифікація систем опалення і значення для підприємств с.г. Принцип розрахунку теплових втрат приміщенням. Водяне опалення з природною і примусовою циркуляцією. Нагрівальні прилади систем опалення. Розрахунок площі поверхні нагріву і підбір нагрівальних приладів.

Гаряче водопостачання. Класифікація систем і принципові схеми. Витрата теплоти на гаряче водопостачання, норми теплоспоживання.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О. с.374…413
Драганов Б.Х. Теплотехніка. с.202…227

Методичні вказівки

Теплове споживання — це використання теплової енергії для різноманітних потреб.

Споживачів теплоти у сільському господарстві поділяють на дві групи: виробничі та комунально-побутові.

До виробничих споживачів теплоти відносяться: тваринницькі, рослинницькі, міжколгоспно-радгоспні підприємства, об'єкти загального виробничого призначення.

Комунально-побутові споживачі використовують теплоту для опалення, гарячого водопостачання та інші потреби. Із загальної кількості теплоти, вироблюваної у сільському господарстві, 65...70 % використовуються для потреб сільського населення.

Згідно із призначенням споживачів теплоти поділяють на: опалювальні, вентиляційні, технологічні, гаряче водопостачання тощо.

Залежно від характеру зміни у часі теплові навантаження споживачів поділяють на сезонні та цілорічні.

Сезонними споживачами теплоти є опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Основний вплив на величну і характер зміни сезонного теплового навантаження чинить температура зовнішнього повітря. Через невелику, як правило добову, зміну температури і значну акумулюючу здатність споруди, витрата теплоти протягом доби у сезонних споживачів змінюється відносно мало. Річний графік сезонних споживачів, навпаки, має різко перемінний характер: найбільша витрата теплоти у найхолодніші місяці (грудень, січень, лютий) і нульова витрата літній період (рис. 2). Влітку теплота частково може бути використана для вироблення холоду в абсорбційних холодильних установках.

До цілорічних відносять технологічні споживачі і гаряче водопостачання комунально-побутових споживачів. Деякі галузі промисловості, зокрема пов'язані із переробкою сільськогосподарської продукції, мають сезонний характер.

Технологічне навантаження і гаряче водопостачання мало залежать від зовнішньої температури. Проте річні графіки технологічного навантаження гарячого водопостачання певною мірою залежать від періоду року. Влітку теплове споживання менше, ніж узимку через більш високі температури, перероблюваної сировини, а також менші значення тепловтрат теплопроводів. Добовий графік теплоспоживання для технологічних потреб і гарячого водопостачання має перемінний характер.

Запитання для самоперевірки

1. В чому особливість теплопостачання сільськогосподарських підприємств ?
2. Як класифікують системи опалення і гарячого водопостачання ?
3. Методика визначення теплових втрат с.г. приміщення.
4. Які нагрівальні прилади слід використовувати в с.г. і як їх вибирати.
5. Назвіть нетрадиційні види теплопостачання с.г. приміщень.

Тема 5.2. Вентиляція сільськогосподарських приміщень.

Призначення і класифікація системи вентиляції. Шкідливі виділення і гранично допустимі концентрації їх у повітрі різних приміщень. Розрахунок повітрообміну за різними видами шкідливих виділень. Принципові схеми систем вентиляції. Підбір вентиляторів. Кондиціонування повітря. Експлуатація системи вентиляції.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.420…442
Драганов Б.Х. Теплотехніка. с. 236…246

Методичні вказівки

На сучасному етапі розвитку сільського господарства дуже важливу роль грає створення оптимального мікроклімату в приміщеннях різного призначення. При високій вологості повітря і пониженій температурі збільшуються витрати кормів на 20% , зменшуються надої молока на 10 %, знижується несучість курей на 4-5%. Порушення мікроклімату призводить до підвищеного розмноження бактерій і шкідливих мікроорганізмів.

Природній повітрообмін не може забезпечити оптимальних параметрів мікроклімату, тому приміщення обладнують припливно-витяжною вентиляцією.

Потрібно знати, що подачу вентиляторів приймають на 10…15% більшою за необхідний повітрообмін. А тепловіддача калорифера повинна бути на 15…20% більша за розрахункову кількість теплоти для нагрівання вентиляційного повітря.

Студенти повинні ознайомитись з методикою розрахунку повітрообміну за наявності шкідливих виділень і підбору вентиляційного обладнання по кратності повітрообміну.

Потрібно знати будову і принцип дії вентиляційно-опалювальних установок: теплогенераторів, калориферів, ПВУ, комплекту обладнання «Клімат», кондиціонерів.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке мікроклімат, назвіть його параметри.
2. Які шкідливі виділення присутні в сільськогосподарських приміщеннях, їх допустима концентрація.
3. Як визначити необхідний повітрообмін у приміщенні ?
4. Що таке кратність повітрообміну і в яких межах вона повинна бути для с.г. приміщень ?
5. Методика підбору вентиляторів та калориферів для с.г. приміщення.

Тема 5.3. Основи процесу сушіння.

Основи процесу сушіння. Поняття про сушіння та його значення. Характеристика вологого матеріалу і агентів сушіння. Природне і

штучне сушіння матеріалів. Основи теорії сушіння. Механізм і кінетика процесу сушіння. тепло- і масообміну вологих матеріалів з агентом сушіння і оточуючим середовищем. Тривалість сушіння матеріалів.

Теплові режими сушіння. Способи сушіння і класифікація сушильних установок за способом підведення тепла, якістю і тиском сушильного агенту, характером роботи та іншими особливостями.

Принципіальні схеми конвективних сушарок. Тепловий розрахунок конвективної сушарки.

Матеріальний баланс. Витрата сушильного агенту. Витрата тепла на сушіння. Теоретичний і дійсний процеси сушіння за id -діаграмою. Розрахунок процесу охолодження матеріалу. Визначення основних розмірів конвективної сушарки. Використання сонячної енергії для сушіння.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.341…371
Драганов Б.Х. Теплотехніка. с.276…303

Методичні вказівки

У сільськогосподарському виробництві широкого розвитку набуло сушіння зерна, овочів, плодів, картоплі, зелених кормів для тварин і птиці тощо.

Особливу увагу слід приділити сушінню зерна як основного продукту сільського господарства

Для довгочасного зберігання зерно сушать до кондиційної вологості 14...16% Щорічно підлягає сушінню величезна кількість зерна - біля 45 % валового збору.

Теплоносієм, або сушильним агентом, при сушінні зерна може бути атмосферне повітря, підігріте у калорифері, або суміш повітря з пічними газами.

Треба добре знати тепловий розрахунок сушарки, який зводиться до визначення її матеріального балансу, витрати сушильного агенту і тепла на сушіння.

За рівнянням матеріального балансу сушарки визначають масу вологи, яка випаровується з вологого матеріалу в сушарці.

Витрату сушильного агенту і тепла на сушіння визначають за допомогою id- діаграми вологого повітря. Тому учню потрібно повторити матеріал заняття І6 і набути навичок у користуванні id - діаграмою.

Треба звернути увагу на теплові режими сушіння зерна різних культур, оскільки від цього залежить не тільки швидкість сушіння, але й якість висушеного зерна.

Матеріал цього заняття доцільно вивчати за підручником

Практичні вправи

Проаналізувати розв'язання задачі 74, 75 за збірником Л.8

Атмосферне повітря з відносною вологістю φ_o =50% і температурою t_o=10°С надходить у калорифер, де нагрівається до температури t_1 =90 °С. При виході з сушильної камери повітря має температуру t_2 =40 °С . Визначити вологовміст повітря до і після сушіння, витрату повітря і тепла на випаровування І кг вологи в ідеальній сушильній установці.

Задачу розв'язати за допомогою id - діаграми вологого повітря.

Розв"язання.

На діаграмі id знаходимо точку перетину ізотерми t_o =10°С кривою постійної відносної вологості повітря - φ_o =50% Ця точка і буде характеризувати стан вологого повітря до надходження його у калорифер.

Для цієї точки d_o=4 г/кг, а ентальпія i_o=20 кДж/кг. Оскільки нагрівання повітря у калорифері відбувається при d=const , то із знайденої точки проводимо вертикальну лінію, до перетину з ізотермою t_1 =90 °С. В цій точці ентальпія нагрітого повітря i_1=100 кДж/кг. Оскільки процес сушіння проводить при i= const, то переміщуючись по лінії ентальпії до перетину з ізотермою t_2 =40 °С, одержуємо ще одну точку, яка відповідає стану вологого повітря на виході із сушарки. Для цієї точки d_o=25 г/кг. Визначаємо витрату сушильного агенту для випаровування 1кг вологи:

$$L=1000/(d_2-d_0)=1000/(25-4)=47,7 кг/кг$$

Визначаємо витрату тепла на випаровування І кг волог» з вологого матеріалу:

$$q= l(i_1-i_0)=47,7(100-20)=3810 кДж/кг$$

Запитання для самоперевірки

1. В чому полягає суть тепло- і масообміну в процесі сушіння зерна?
2. Які фактори впливають на швидкість сушіння?
3. Назвіть види теплової сушки.
4. Які види сушки відносять до механічної?
5. Суть конвективного сушіння.
6. Що таке сушильний агент ?
7. Які конструктивні особливості сушарок конвективної дії ?
8. Методи користування діаграмою вологого повітря для розрахунку конвективної сушки.

Тема 5.4. Застосування холоду в сільському господарстві

Основи холодильної техніки. Споживачі холоду в сільському господарстві. Фізична суть охолодження. Способи охолодження. Основи одержання штучного холоду. Класифікація холодильних машин і установок. Холодильні агенти, їх властивості і вимоги для них. Схема і цикл компресорної холодильної установки. Холодопродуктивність і холодильний коефіцієнт.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.466…476
Чернов А.В. и др., с.385…389.
Драганов Б.Х. Теплотехніка. с. 316…326

Методичні вказівки

Одержання низьких температур (нижчих за температуру навколишнього середовища) називається виробництвом холоду. Цього досягають за допомогою холодильних машин.

Холодильна машина призначення для відведення теплоти від охолоджуваного об’єкту (тіла з більш низькою температурою) і передачі її навколишнє середовище з більш високою температурою (повітря, воду і т.п.).

Кожна речовина може знаходитися в трьох агрегатних станах: твердому, рідкому і газоподібному. Для переведення із одного стану в інший до речовини необхідно підвести необхідну кількість теплової енергії. Так, для того щоб заморозити 1 кг води, або розтопити 1 кг льоду, необхідно відповідно відвести або підвести 335,2 кДж. теплової енергії. Аналогічне явище спостерігається при переході рідини в газоподібний стан і під час перетворення газу в рідину (при конденсації). Кількість теплоти, необхідної для здійснення цих процесів, також є величиною постійною і для 1 кг води при нормальному атмосферному тиску рівна близько 2259 кДж.

Температура кипіння рідини змінюється в залежності від тиску. Чим вищий тиск, тим вища температура при якій рідина кипить або конденсується.

Відомо також, що теплота завжди переходить від тіла з високою температурою до тіла з більш низькою температурою. Перехід теплоти від холодного тіла до теплого можливий лише тоді, коли на це витрачається підведена зовні деяка кількість енергії.

Всі перераховані вище властивості використані в техніці для отримання штучного холоду.

Принцип дії холодильної установки визначається основним законом термодинаміки. В парокомпресійній холодильній установці для перенесення теплоти Q_0 від більш холодного тіла (холодного джерела з температурою $T_{х.д}$) в навколишнє середовище з більш високою температурою ($T_{н.с}$) потрібно затратити роботу $L_к$ (в даному випадку робота компресора). Робоче тіло холодильної машини (холодильний агент) виконує замкнутий цикл, періодично повертаючись в першопочатковий стан.

В цьому коловому процесі теплота $Q_к$ віддається навколишньому середовищу. На основі першого закону термодинаміки рівняння теплового балансу холодильної машини пишеться:

$$Q_к = Q_0 + L_к$$

Де $Q_к$ – теплота, що віддається конденсатором в навколишнє середовище;

Q_0 - теплота відведена від охолоджуваного об'єкту ;

$L_к$ – робота компресора.

Практичні вправи

Проаналізувати розв'язання задач 76,77 за збірником Л.8

Запитання для самоперевірки

1. Які типи холодильників ви знаєте?
2. Що таке холодильний коефіцієнт?
3. Які вам відомі робочі речовини, що використовують в холодильних установках, крім фреону і аміаку?
4. З якою ціллю іде у сільськогосподарському виробництві використовуються холодильні установки?
5. Яка різниця між холодильником та тепловим насосом?
6. Які тепло припливи враховуються при калоричному розрахунку?

Тема 5.5. Основи зберігання сільськогосподарської продукції.

Теплотехнічні основи зберігання сільськогосподарської продукції. Народногосподарське значення організації зберігання і переробки сільськогосподарських продуктів на місці їх виробництва.

Класифікація колгоспних і радгоспних підприємств для зберігання фруктів, овочів І продуктів тваринництва. Оптимальні параметри мікроклімату в сховищах. Способи створення оптимальних умов зберігання і складу ' газового середовища. Теплові схеми і компонування теплосилового обладнання. Схеми і апаратура автоматичного регулювання мікроклімату в овоче- і фруктосховищах.

Література:

Драганов Б.Х. Міщенко А.В. Борхаленко Ю.О с.482…488
Драганов Б.Х. Теплотехніка. с. 308…316

Методичні вказівки

Важливу роль у сільському господарстві відіграють умови зберігання с.г. продукції. Недостатня кількість сховищ призводить до великих втрат продукції. Умови зберігання визначаються температурою, вологістю, а також складом середовища, у якому знаходяться продукти. Для кожного виду овочів і плодів існують найбільш сприятливі фактори. Харчову картоплю зберігають при температурі 2…4^oC,картоплю, призначену для переробки або насіннєву – при 3…5^oC; коренеплоди – при t = 0,5…+1^oC; капусту – при t = 2…-1^oC; цибулю – в межах t = 0…+3^oC;для цибулі-сіянки на початку зберігання - t = +17^oC, а з настанням морозів - t = 0…+3^oC; для моркви ці значення t = 0…+1^oC. Значення температурного режиму доповнюються темпом охолодження.

Крім того, умови зберігання залежать ще і від вологості в приміщенні. Для картоплі, коренеплодів і капусти відносна вологість повітря повинна бути 80…95%; для цибулі не перевищувати 60…70%; для моркви – 90…95%. Основні параметри зберігання регламентовані ОНТП 6-88.

Студенти повинні ознайомитись із способами і режимами зберігання продукції. Знати принцип дії камер з регульованим газовим середовищем. Розглянути тепловий розрахунок сховищ.

Запитання для самоперевірки

1. Яке народногосподарське значення має організація зберігання і переробки сільськогосподарської продукції на місці її виробництва?
2. Які оптимальні параметри мікроклімату у сховищах?
3. Які оптимальні параметри складу газового середовища у сховищах?
4. Опишіть способи створення і автоматичного регулювання мікроклімату в сховищах.
5. Використання альтернативних джерел теплоти для зберігання продукції.

Контрольна робота

Контрольна робота включає 6 задач і 2 описових питання.

Завдання для контрольної роботи розроблені за стоваріантною системою і розподілені за варіантами в таблиці 1.

Номер варіанта треба брати за двома останніми цифрами шифру учня. Наприклад, якщо шифр учня 247, то номер варіанта буде 47. У таблиці по вертикалі треба брати цифру «4», а по горизонталі – цифру «7». На перетині цих граф знаходять клітинку, яка містить 8 чисел (у нашому випадку 2, 16, 30, 34, 50, 53, 75, 90). Перші шість цифр означають номери варіантів до кожної з шести задач, а два останніх числа – номери описових питань. У нашому випадку слід взяти дані з 2–ї колонки; для другої задачі – з 16-ї колонки і т.д., а для розв’язання шостої задачі треба взяти дані з 53-ї колонки.

Крім того, учень повинен дати описові відповіді на питання 75 і 90 контрольної роботи.

Контрольну роботу слід виконувати тільки після вивчення програмного матеріалу, відповідей на запитання для самоперевірки і виконання практичних вправ.

Для розв’язання кожної з шести задач треба ґрунтовно вивчити матеріал таких занять:

Номери контрольної роботи

до розв’язування задач контрольної роботи, треба уважно прочитати і переписати в зошит текст задачі, потім, користуючись умовними буквенними позначеннями, виписати, що дано і що треба визначити. Після цього записати розв’язання.

Розв’язання задач обов’язково супроводити коротким пояснюючим текстом. Всі розрахункові формули треба розшифрувати і вказувати значення величин, що до них входять.

При цьому слід посилатися на літературу, звідки взяті числові значення тієї чи іншої величини, а також подавати всі проміжні розрахунки. Розв’язання задач треба проводити тільки в системі *СІ*. Якщо величина задана в одиницях іншої системи, то в умові задачі потрібно помістити і відповідний перерахунок.

Одержані в процесі розв'язання задач величини (проміжні або кінцеві) повинні супроводитись проставленням розмірності.

Якщо в процесі розв'язання задачі учень посилається на таблиці і графіки, то потрібно вказувати джерело /сторінку, номер таблиці або графіка/, наприклад: /Черняк О.В. Рибчинська Г.Б., с. 28, табл. 12/.

1.	2.	3.	4.	5.	6.

Номери занять за методичними вказівками

3; 5	7; 9	12; 14; 30	31	15; 26; 27; 28	16; 35

контрольна робота виконується в обсязі учнівського зошита (12 аркушів). Всі записи в контрольній роботі потрібно робити чорнилом чітко, акуратно, залишаючи поля шириною 3-4 см для зауважень рецензента.

Малюнки і схеми треба виконувати олівцем з допомогою креслярських інструментів, додержуючись вимог діючих стандартів ЕСКД.

Розв’язання кожної задачі слід починати з нової сторінки.

В кінці роботи треба написати перелік використаної літератури з зазначенням вихідних даних.

Для рецензії викладача в кінці зошита потрібно залишати декілька чистих аркушів.

По закінченні розв'язання кожної задачі потрібно зробити аналіз одержаних результатів і висновки за наслідками розв'язання.

Відповіді на питання контрольної роботи рекомендується виконувати таким чином.

Записати в зошит текст питання, відшукати в підручнику матеріал для відповіді, вивчити його, намітити план відповіді. Відповідь має бути короткою і чіткою, але вичерпною і пов’язаною з практикою. Якщо при цьому використовується математична формула, то треба пояснити її зміст. Основні положення відповіді повинні бути проілюстровані схемами установок, графіками, таблицями, фрагментами діаграм.

Не рекомендується переписувати текст підручника, за винятком точних формулювань основних законів і положень.

На обкладинці зошита треба написати повну назву предмета, шифр, за яким виконана контрольна робота, курс та групу, в якій навчаєтесь, прізвище, ім’я та по – батькові. Домашню адресу з зазначенням

індексу поштового відділення написати у правому нижньому кутку обкладинки зошита.

Повністю виконану контрольну роботу слід надіслати у технікум для перевірки у строк, передбачений графіком.

Після одержання прорецензованої контрольної роботи треба ознайомитися із зауваженнями викладача і виконати всі його поради і вимоги. У випадку не зарахування учень виконує контрольну роботу повторно і надсилає її в коледж на перевірку.

Задачі контрольної роботи
/1… 60/

Задача 1. /1…. 10/

Визначити повний напір H і споживану потужність N водяного насоса діючої насосної установки, якщо подача насоса Q ; діаметр всмоктувального патрубка $D_{вс}$; діаметр нагнітального патрубка $D_н$; покази манометра $P_м$; покази вакуумметра $P_в$; відстань між точками вимірювання Δh ; к.к.д. насоса η =0,6.

Дані до задачі 1. /1…10/

Величина	Номери варіантів									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Q, л/с	3,0	3,8	4,0	4,5	5,0	5,6	6,0	2,4	2,6	2,8
Dвс, мм	40	40	50	50	60	60	75	37	37	37
Dн, мм	32	32	40	40	50	50	60	30	30	30
Pм, МПа	0,35	0,3	0,25	0,2	0,45	0,4	0,35	0,4	0,35	0,3
Pв, МПа	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,06
Δh, м	0,3	0,4	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,3	0,4	0,3

Задача 2. /11…20/

У камері згорання об'ємом V двигуна внутрішнього згорання знаходится стиснута робоча суміш при тиску P_1 і температурі t_1.

Після згорання палива тиск газів підвищився до P_2 , а температура до t_2 . Визначити кількість затраченого тепла Q і тиск газів P_2 , якщо паливо згорає при сталому об'ємі. Відношення $Cp/Cv= 1,4$.

Дані до задачі 2 /2…20/

Величини	Номери варіантів									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
$V\cdot10^4$ м³	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
P_1, МПа	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,3	0,4	0,45
t_1, °C	80	70	60	50	40	30	60	50	40	30
t_2, °C	1800	1700	1600	1500	1400	1800	1700	1600	1500	1400

Задача 3. /21…30/

Одноступінчастий поршневий компресор засмоктує V_1 , м³/с повітря при температурі t_1 і тиску p_2. Визначити температуру t_2 і об'єм V_2 повітря в кінці стискання і потужність N на одержання стиснутого повітря при стисканні за ізотермою, політропою *(n=1,25)* і адіабатою *(k=1,4)*.

Результати розрахунків звести в таблицю:

Дані до задачі 3 /21…30/.

Величини	Номери варіантів									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
$V_1 \cdot 10^3$, м³/с	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
P_1, МПа	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
t_1, ˚С	15	27	17	20	25	16	18	15	17	20
P_2, МПа	0,7	0,8	0,75	0,85	0,9	0,6	0,7	0,9	0,95	0,8

Задача 4. /31…40/.

Визначити ефективну потужність *Ne* чотирициліндрового чотирикратного двигуна внутрішнього згорання, якщо діаметр циліндра *D* , хід поршня *S*, частота обертання вала *n* , середній індикаторний тиск p_i, механічний к.к.д. $\eta_м$= 0,85.

Опишіть раціональні шляхи підвищення потужності двигунів.

Дані до задачі 4. /31…40/.

Вели чини	Номери варіантів									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
D, мм	190	145	125	105	95	82	72	110	115	100
S, мм	300	200	125	130	127	110	75	145	150	135
n, с ¹	8,5	16,7	23,3	23,3	20	46,7	55	36,7	33,3	35
P_i, МПа	0,8	0,85	0,9	0,85	1,1	0,6	0,52	0,6	0,7	0,75

Процеси стискання	Розрахункові величини		
	t_2 , ˚С	*V_2, м³/с*	*N, кВт*
Ізотермічний			
Політропний			
Адіабатний			

Задача 5. /41…50/.

Котельна установка обладнана паровим котлом типу ДКВР, паропродуктивністю *Д*. тиск пари *p1*, температура пари *t2* , температура живильної води *tж.в* . К.к.д котельного агрегату *ηк.а = 0,85.*

Визначити годинну витрату робочого $B^р_{год}$ і умовного $B^у_{год}$ палива котельною установкою, якщо в топці згорає паливо з таким елементарним складом пальної маси: $C^п$; $H^п$; $S_л^п$; $O^п$; $N^п$; $A^р$; $W^р$.

Опишіть шляхи зменшення витрати палива котельною установкою.

Дані до задачі 5. /41…50/

Величини	Номери варіантів									
	41	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**
D, м/год	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
$P_п$, МПа	0,5	0,7	0,9	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
$t_п$, ˚С	150	165	175	188	192	195	201	207	212	217
$t_{ж.в.}$, ˚С	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165
$C^п$, %	83	75	72	77	93,5	91,0	73,5	82,5	88,5	67,5

H^n, %	5,1	5,5	5,0	4,0	1,8	3,5	4,7	5,8	4,2	5,0
S^n,%	4,8	5,9	,9	1,0	2,0	2,5	1,1	0,7	3,3	6,1
O^n,%	5,6	12	20,8	17,2	1,7	1,7	19,8	8,3	2,5	20,1
N^n,%	1,5	1,6	1,3	0,8	1,0	1,3	0,9	2,7	1,5	1,3
A^p,%	1,8	19,6	10,6	11,9	13,3	15,1	17,0	10,9	15,2	23,5
W^p,%	6	13	32	21	5	5,5	26	9	5	33

Задача 6. /51…60/

В сушарку надходить повітря з відносною вологістю φ підігріте у калорифері від *to* до *t1*.

При виході з сушильної камери повітря має температуру *t2* .

Визначити вологість повітря *do* до сушіння і *d2* після сушіння матеріалу, витрату повітря *l* і необхідну кількість тепла *q* на випаровування 1 кг вологи з вологого матеріалу в ідеальній сушарці.

Задачу розв'язати за допомогою *id* – діаграми вологого повітря. Показати робочий процес сушарки в *id* – діаграмі.

Дані до задачі 6./51…60/

Величини	**Номери варіантів**									
	51	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
***φ*, %**	40	50	55	55	60	65	70	50	55	60
***to*,˚C**	10	12	20	20	18	16	15	16	17	19
***t1*, ˚C**	70	120	100	100	90	80	130	140	50	135
***t2*, ˚C**	30	60	85	45	35	40	60	65	25	65

Питання контрольної роботи

/61…111/

61. Що таке теплоенергетика і яка її роль у народному господарстві нашої країни? Стан і перспективи розвитку теплоенергетики сільського господарства.

62. Дайте визначення основним властивостям рідини: густина, об'ємна та відносна вага, в'язкість. Опишіть їх залежність від тиску і температури.

63. Що таке гідростатичний тиск і його основні властивості? Виведіть основні рівняння гідростатики і поясніть його. Що таке п'єзометрична висота і гідростатичний напір і як вони визначаються?

64. Дайте формулювання закону Паскаля. Наведіть схему будови і опишіть принцип дії гідравлічного преса з точки зору використання закону Паскаля.

65. Опишіть методику визначення сили гідростатичного тиску на плоскі і криволінійні поверхні.

66. Дайте визначення основним гідравлічним характеристикам потоку рідини: живий переріз, середня швидкість руху рідини і витрата рідини потоком.

67. Запишіть і дайте формулювання рівнянню нерозривності для потоку рідини.

68. Якими видами енергії володіє рідина масою *m*, що рухається зі швидкістю *v* , знаходиться під тиском *p* і перебуває на висоті *z* над енергетичною площиною порівняння?

Запишіть і поясніть структуру та фізичний зміст рівняння Бернуллі для потоку ідеальної і реальної рідини.

69. Які існують режими руху рідини? Як за допомогою критерію (числа) Рейнольдса визначити режим руху рідини? Які критичні значення має критерій Рейнольдса?

70. Чому при протіканні реальної рідини мають місце втрати енергії? Як визначаються сумарні втрати енергії рідини у трубопроводах і як їх зменшити? Яка залежність між швидкістю руху рідини і втратами енергії при турбулентному і ламінарному режимах руху рідини?

71. Що таке гідравлічний удар у трубах, чому виникає це явище і як йому запобігти? Як визначається підвищення тиску у трубопроводі при гідравлічному ударі і необхідний час закривання вентилів?

72. Наведіть схему будови і опишіть принцип дії поршневих насосів. Як визначається висота всмоктування, подача, напір і потужність на валу насоса?

73. Наведіть схему будови і опишіть принцип дії відцентрових насосів. Як визначається висота всмоктування, подача, напір і потужність на валу насоса? Яка залежність між подачею, напором, потужністю і частотою обертання вала насоса? Робоча характеристика відцентрового насоса, описати методику користування нею.

74. Наведіть схему будови і опишіть принцип дії осьових і відцентрових вентиляторів. Яка залежність між подачею, напором, потужністю і частотою обертання вала вентилятора? Опишіть методику вибору вентиляторів для конкретних умов роботи.

75. Що таке робоче тіло теплового двигуна і основні параметри його стану? Які речовини використовуються як робочі тіла теплових двигунів?

76. Назвіть основні газові закони і процеси, які вони характеризують. Яка залежність між змінними параметрами у цих процесах?

77. Як аналітично виражається об'єднаний закон Бойля – Маріотта і Гей – Люссака? Виведіть рівняння стану для 1 кг і довільної маси ідеального газу і поясніть величини, які до них входять.

78. Що таке газова суміш? Як може бути заданий склад газової суміші? Як визначають уявну молекулярну масу і газову сталу суміші ідеальних газів?

79. Що таке теплоємність газів? Види теплоємності (масова, об'ємна, мольна, дійсна, середня, теплоємність при сталому об'ємі і при сталому тиску) . Як залежить теплоємність від температури і від атомності газу? Як визначають кількість тепла, необхідного для нагрівання речовини?

80. Як формулюється і аналітично виражається перший закон термодинаміки? Що таке внутрішня енергія і ентальпія газу? Довести, що ентальпія газу $i=CpT$, *кДж/кг.*

81. Дайте формулювання другого закону термодинаміки. Доведіть, що термічний к.к.д. будь-якого колового процесу, в тому числі й циклу Карно завжди менший одиниці.

82. Доведіть, що ізохорний, ізобарний, ізотермічний і адіабатний термодермічні процеси є чатковими випадками політропного процесу. доведіть, що робота газом в ізохорному процесі не виконується.

83. Процес пароутворення у pv - координатах. Is – діаграма водяної пари, її побудова та користування нею. Як зображуються ізохорний, ізобарний, ізотермічний і адіабатний процеси в is – діаграмі?

84. Що таке вологе повітря? Що таке абсолютна і відносна вологість та вологовміст вологого повітря? Як побудована і як користуватися id – діаграмою вологого повітря? Як за id – діаграмою визначити температуру точки роси?

85. Наведіть схему паросилової установки. Зобразіть цикл Ренкіна у pv - координатах і опишіть за ним роботу паросилової установки. Як визначається термічний к.к.д. і питома витрата пари в циклі Ренкіна?

Опишіть способи підвищення економічності паросилового циклу.

86. Наведіть схему парокомпресорної холодильної установки. Зобразіть її дійсний цикл у Ts – координатах і опишіть за ним роботу холодильної установки. Що таке холодопродуктивність і холодильний коефіцієнт холодильної установки і як вони визначаються? Яка відмінність у функціонуванні пара компресорної холодильної установки і теплового насоса?

87. Поширення тепла теплопровідністю. Як визначається густина теплового потоку і термічний опір при теплопровідності через одно– і багатошарову плоску стіну? Як і в якому напрямку впливає накип, сажа або інші забруднення стінки на її теплопровідність?

88. В чому суть конвективного теплообміну? Як визначається густина теплового потоку і термічний опір при конвективному теплообміні? Які фактори і в якому напрямку впливають на величину коефіцієнта тепловіддачі?

89. Суть променистого теплообміну . Види променистих потоків. Як аналітично записується закон Стефана – Больцмана для абсолютно чорного і сірого тіла? Яка характерна відмінність у випромінювальній і поглинальній здатності твердих тіл і газів? Як визначається густина теплового потоку і коефіцієнт тепловіддачі при променистому теплообміні між газами і поверхнями?

90. Що називається теплопередачею? Як визначається густина теплового потоку і термічний опір плоскої (одно– і багатошарової) стінки при теплопередачі? У якому випадку теплопередачу через циліндричну стінку можна розрахувати за формулами плоскої стінки?

91. Поняття про теплообмінні апарати. Класифікація їх. Як записується рівняння теплового потоку і теплового балансу для теплообмінного апарату?

92. Що називається теплотою згорання палива? Яка відмінність між нижчою і вищою теплотою згорання палива і як вони визначаються? Як визначається кількість повітря, необхідного для спалювання палива? Яке паливо називається умовним? Що таке тепловий еквівалент палива і як він визначається?

93. З яких елементів складається котельний агрегат? Записати рівняння теплового балансу і зазначити приблизний розподіл тепла у котельному агрегаті. Як визначається термічний к.к.д. і годинна витрата палива котельним агрегатом. Опишіть способи підвищення економічності котельного агрегату.

94. Поняття про топкові пристрої. Класифікація їх і вимоги до них. Основні параметри роботи топок: питома теплова напруга дзеркала горіння і об'єму топки та їх наближені значення для сучасних топок.

Схеми будови і принципи дії пальників і форсунок для опалювання твердого, порошкового, рідкого і газоподібного палива.

95. Призначення і загальна будова теплогенераторів. Автоматика керування і безпеки теплогенераторів. Основні неполадки теплогенераторів, причини їх виникнення, методи виявлення і усунення. Правила техніки безпеки при використанні теплогенераторів.

96. Чому багатоступінчасте стискання газу у компресорі є економічно доцільним? Як визначається робота на стискання і нагнітання газу компресором? Як визначається подача і потужність на валу компресора?

97. Загальна будова і принципи дії чотирикратного карбюраторного двигуна, його теоретичний цикл і індикаторна діаграма. Термічний к.к.д. ідеального циклу карбюраторного двигуна .

98. Зобразіть у pv - координатах теоретичний цикл і індикаторну діаграму сучасного дизельного двигуна та опишіть за ними принцип дії двигуна. Як визначається термічний к.к.д. цього циклу?

99. Які існують способи організації двотактного процесу у двигунах. Зобразіть індикаторну діаграму двотактного двигуна у pv - координатах і опишіть за нею принцип дії цього двигуна. Вкажіть на недоліки двотактного процесу.

100. Індикаторна і ефективна потужність двигунів, їх значення і раціональні шляхи підвищення. Яким чином надування двигуна збільшує його потужність?

101. Рівняння теплового балансу двигуна, його структура і аналіз. Наведіть приблизний розподіл тепла у двигунах. Годинна і питома витрата палива двигунами та шляхи її зменшення.

102. В чому суть активного і реактивного принципів дії парових турбін? Наведіть схеми будови і опишіть принцип дії активної парової турбіни із ступенями швидкості і ступенями тиску.

103. Схема будови і принцип дії ТЕС. Економічні к.к.д. брутто і нетто КЕС, їх визначення, наближені числові значення і раціональні шляхи підвищення. Річна і питома витрата палива на КЕС, їх визначення і шляхи зменшення.

104. Схеми будови та принципи дії АЕС і електростанцій з МГД генераторами, стан і перспективи їх розвитку в нашій країні.

105. Назвіть основних споживачів тепла у сільському господарстві. Наведіть приклади норм і графіків тепло споживання. Опишіть методику визначення затрати тепла на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання і технологічні потреби.

106. Яке народногосподарське значення для нашої країни має сушіння зерна? Наведіть теплові режими сушіння зерна різних культур і зазначте фактори, які впливають на ці режими. Опишіть основні способи сушіння зерна і наведіть принципові схеми конвективних сушарок.

107. Зобразіть теоретичний і дійсний процеси сушіння матеріалів у id – діаграмі. Напишіть рівняння матеріального балансу сушарки і опишіть методику визначення затрат сушильного агенту і тепла на сушіння.

108. В чому полягає фізична суть охолодження? Назвіть основних споживачів холоду у сільському господарстві і зазначте способи охолодження. Наведіть схему будови і опишіть принцип дії абсорбційної холодильної установки. Характеристика речовин, які використовуються як холодильні агенти в холодильних установках.

109. Яке народногосподарське значення має організація зберігання і переробки сільськогосподарської продукції на місці її виробництва. Опишіть способи зберігання, зазначте оптимальні параметри мікроклімату і складу газового середовища у сховищах та способи їх створення і автоматичного регулювання.

110. Опишіть види отримання альтернативної енергії. Вторинні енергетичні ресурси і їх застосування в сільському господарстві.

111. Енергозберігаючі технології. Використання поновлювальних енергетичних ресурсів.