

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 13 / 1</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «22» вересня 2021 р. № 05

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання розрахункових робіт з навчальної дисципліни «Термодинаміка»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»

Рекомендовано на засіданні
кафедри маркшейдерії
протокол від «28» серпня 2021 р. № 6

Розробники: к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії
асист. кафедри маркшейдерії

Мамрай В.В.
Куницька М.С.

Житомир
2021

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 13 / 2</i>

Методичні рекомендації для виконання розрахункових робіт з навчальної дисципліни «Термодинаміка» для здобувачів вищої освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво» освітньо-професійна програма «Гірництво» / **В.В. Мамрай, М.С. Куницька.** – Житомир: Житомирська політехніка, 2021. – 13 с.

Упорядники:

Мамрай Василь Васильович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка

Куницька Марина Сергіївна, асистент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка

Відповідальний за випуск:

Мамрай Василь Васильович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка.

Рецензенти:

Зав. кафедри, кандидат технічних наук **С.І. Башинський** (кафедра розробки родовищ корисних копалин ім. проф. М.Т. Бакка, Житомирська політехніка);

В.о зав. кафедри, кандидат технічних наук **С.С. Іськов** (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка)

© Мамрай В.В., 2021

© Куницька М.С., 2021

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 3

ПЕРЕДМОВА

Мета – вивчення фізичних явищ, пов’язаних з перетворенням теплоти в роботу і роботи в теплоту в теплових машинах (парових і газових турбінах, двигунах внутрішнього згорання, холодильних машинах)..

Завдання – у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен досягти чіткого уявлення про фізичну суть явищ та процесів, уміти розв’язувати конкретні задачі з курсу із врахуванням останніх досягнень науки в цій галузі та економічної вигоди.

Вивчення дисципліни “Термодинаміка” базується на знанні загальноосвітніх і загальноінженерних дисциплін. Вона є базовою для вивчення ряду дисциплін спеціальності. 184 «Гірництво» особливе значення мають питання, пов’язані з удосконаленням теплових двигунів, підвищенням к.к.д. шляхом вибору оптимальних термодинамічних циклів, найбільш раціональних теплових схем та параметрів робочого тіла. Сучасний розвиток техніки неможливий без підвищення економічності і зменшення токсичності відпрацьованих газів енергетичних установок, особливо двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ). Термодинаміка вивчає закономірності взаємних перетворень теплоти й роботи як двох форм передачі енергії між тілами.

Дисципліна “Термодинаміка” базується на використанні знань і положень відповідних розділів математики, фізики. В свою чергу, його вивчення допоможе здобувачам вищої освіти більш детально і глибоко ознайомитися з принципами роботи двигунів, їх економічними режимами та ін.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених освітньо-професійною програмою «Гірництво» спеціальності 184 «Гірництво»:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу ;

ЗК9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

СК3. Здатність до використання теорій, принципів, методів і понять фундаментальних і загальноінженерних наук для професійної діяльності.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 184 «Гірництво»:

РН1. Здійснювати системний аналіз гірничих систем і технологій;

РН7. Застосовувати методи математики, фізики, хімії, загальноінженерних наук для розв’язання складних спеціалізованих задач гірництва, розуміти наукові принципи теорії, на яких базуються відповідні методи, області їх застосування та

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 4

обмеження;

РН10. Застосовувати сучасні методи діагностики стану елементів ланок гірничих систем і технологій гірництва.

1. РОЗРАХУНКОВІ РОБОТИ

До розв'язування завдань розрахункової роботи можна приступити лише після вивчення відповідного розділу курсу, ознайомившись по можливості з розв'язуванням аналогічних задач, що є в навчальній літературі.

При виконанні розрахункових робіт необхідно дотримуватися таких вимог:

- вихідні дані до кожного завдання вибираються з відповідних таблиць, що є в кожному завданні, за останньою і передостанньою цифрами номера залікової книжки студента;
- записати умову завдання; розв'язування завдань супроводжувати коротким поясненням, в якому вказувати, які величини визначаються і за якими формулами; які величини підставляються в формулу і звідки вони беруться (з умови задачі, довідника, визначені раніше і т. д.); всі розрахунки виконувати в системі СІ розрахунки виконувати з точністю, якої потребує кожний конкретний випадок, не допускаючи як надмірної, так і недостатньої точності;
- після розв'язування кожної задачі необхідно коротко проаналізувати отримані результати і зробити відповідні висновки; відповіді на теоретичні запитання повинні бути не дуже поширеними, але вичерпними; вони повинні супроводжуватися необхідними графіками, схемами та іншими графічними зображеннями, виконаними за допомогою креслярських інструментів;
- оформляється розрахункова робота згідно з вимогами відповідних державних стандартів.

Завдання до розрахункових робіт

1. В трубці вакуумметра висота стовпчика ртуті дорівнює при температурі ртуті t_1 . Над ртуттю знаходиться стовпчик води висотою h . Барометричний тиск повітря $P_{атм}$ при температурі t_2 . Знайти абсолютний тиск у посудині. (Вихідні дані для розв'язування задачі наведені в табл. 1).

2. Компресор подає стиснуте повітря в резервуар. При цьому манометричний тиск в резервуарі підвищується від $P_{1ман}$ до $P_{2ман}$, а температура - від t_1 до t_2 . Об'єм резервуара V . Барометричний тиск $P_{атм}$. Визначити масу повітря, поданого компресором у резервуар. (Вихідні дані для розв'язування задачі наведені в табл. 1).

3. Визначити значення газової сталої, уявної (середньої) молекулярної маси і густини при нормальних умовах, а також при температурі t_1 і тиску p_1 . Суміш газу задана масовим складом: H_2 , CO_2 , N_2 . (Вихідні дані для

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	

розв'язування задачі наведені в табл. 2).

Таблиця 1

Друга цифра шифру	$R_{атм}$, мм рт. ст.	$P_{1М}$	$P_{2М}$	Перша цифра шифру	t_1	t_2	V м ³	H мм	h мм
		МПа			°C				
0	755	2,8	3,5	9	22	60	7,5	510	180
1	750	2,3	3,8	8'	30	80	8,3	500	190
2	740	2,4	3,5	7	32	90	9,5	470	150
3	745	2,5	3,8	6	35	85	11,8	350	210
4	730	2,8	3,4	5	25	70	14,3	400	205
5	750	2,9	4,7	4	33	75	10,0	480	230
6	735	2,8	4,2	3	27	62	21,0	390	300
7	740	2,5	3,6	2	21	71	10,5	350	280
8	750	2,4	3,8	1	23	63	19,5	330	270
9	765	2,3	4,3	0	31	83	12,1	440	240

Таблиця 2

Друга цифра шифру	H_2	CO_2	N_2	Перша цифра шифру	t_1 , °C	p_1 , МПа
	%					
0	12,5	12,5	75,0	9	50	0,8
1	10,3	9,2	80,5	8	40	0,3
2	9,0	15,0	76,0	7	60	0,5
3	9,5	17,0	73,5	6	70	0,6
4	15,4	16,6	68,0	5	80	0,2
5	17,0	20,0	63,0	4	35	0,4
6	17,5	9,5	73,0	3	45	0,7
7	9,5	6,5	84,0	2	54	0,65
8	20,1	19,9	60,0	1	63	0,35
9	17,8	22,0	60,2	0	53	0,55

4. В посудині об'ємом V знаходиться повітря при тиску p_1 і температурі t_1 . Скільки теплоти необхідно підвести, щоб температура газу підвищилась до t_2 ? Який тиск при цьому встановиться в посудині?

Розглянути два випадки: а) теплоємність постійна; б) залежність між теплоємністю і температурою нелінійна (Вихідні дані для розв'язування

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 6

задачі наведені в табл. 3).

Таблиця 3

Перша цифра шифру	Газ	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	Друга цифра шифру	$V, \text{ м}^3$	$p_1, \text{ МПа}$
0	Кисень	200	750	9	42	3,0
1	Повітря	300	1100	8	75	3,5
2	Водень	150	650	7	20	1,5
3	Азот	210	730	6	47	2,6
4	Водень	180	600	5	35	0,8
5	Окис вуглецю	270	850	4	70	1,3
6	Вуглекислий газ	320	900	3	60	2,4
7	Сірчистий газ	260	600	2	50	3,7
8	Повітря	290	700	1	55	4,0
9	Кисень	400	1000	0	85	1,1

5. 1 кг газу з початковим тиском 0,1 МПа і з початковою температурою $t_1, ^\circ\text{C}$ стискується до зменшення об'єму в ε разів. Стиск проводиться по ізобарі, по адіабаті і по політропі з показником n .

Визначити: початковий і кінцевий об'єми газу, а також кінцеві тиск і температуру газу, роботу стиску, кількість підведеного (або відведеного) тепла, зміну внутрішньої енергії і ентропії газу. (Вихідні дані для розв'язування задачі наведені в табл. 4).

Таблиця 4

Друга цифра шифру	Газ	ε	$t_1, ^\circ\text{C}$	Перша цифра шифру	k	n
0	Етилен C_2H_4	6	15	9	1,29	1,1
1	Метан CH_4		20	8	1,29	1,2
2	Вуглекислота CO_2	10	35	7	1,29	1,5
3	Водень H_2	12	27	6	1,4	1,1
4	Азот N_2	14	30	5	1,4	1,2
5	Ацетилен C_2H_2	7	40	4	1,29	1,5
6	Кисень O_2	9	27	3	1,4	1,1
7	Повітря	11	15	2	1,4	1,2
8	Повітря	13	27	1	1,4	1,5
9	Окис вуглецю	15	27	0	1,4	1,2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 7

6. Ідеальний поршневий двигун працює на газі (див. табл. 5) за циклом Карно. Температура підведення тепла t_1 , температура відведення тепла t_2 , причому найвищий тиск становить $3,1 \text{ МПа}$, а найнижчий p_3 . Визначити параметри стану повітря в характерних точках циклу, роботу, зміну внутрішньої енергії, ентальпії, термічний к.к.д. циклу і кількість підведеного і відведеного тепла. Розрахунки виконати для $m \text{ кг}$ газу. (Вихідні дані для розв'язування задачі наведені в табл. 5).

Таблиця 5

Друга цифра шифру	Газ	t_1	t_2	Перша цифра шифру	$p_3, \text{ МПа}$	m, кг	k
		°C					
0	H ₂	880	417	9	0,11	7,3	1,4
1	CO ₂	940	460	8	0,10	12,1	1,29
2	O ₂	860	410	7	0,09	8,4	1,4
3	CO	980	480	6	0,15	9,2	1,41
4	CH ₄	910	440	5	0,12	15,3	1,29
5	N ₂	1010	525	4	0,14	12,2	1,4
6	O ₂	1050	510	3	0,11	4,5	1,4
7	SO ₂	840	410	2	0,08	3,9	1,28
8	CH ₄	890	430	1	0,07	10,4	1,29
9	Повітря	950	460	0	0,13	7,5	1,4

7. Робоче тіло поршневого двигуна внутрішнього згорання зі змішаним підведенням тепла умовно володіє властивостями газу (див. табл. 6). Відомі початкові параметри p_1, t_1 і такі характеристики циклу: $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$, $\lambda = \frac{p_3}{p_2}$, $\rho = \frac{v_4}{v_3}$

Визначити параметри в характерних для циклу точках, кількість підведеного і відведеного тепла, корисну роботу і термічний к.к.д. циклу, зміну ентальпії, внутрішньої енергії і ентропії в процесах. Теплоємність газу вважати постійною. (Вихідні дані для розв'язування задачі наведені в табл. 6).

Таблиця 6

Друга цифра шифру	Газ	k	$t_1, \text{ °C}$	$p_3, \text{ МПа}$	Перша цифра шифру	ε	λ	ρ
0	H ₂	1,4	17	0,11	9	4,8	3,3	1,8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015							Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021	
	Екземпляр № 1							Арк 13 / 8	

1	CO ₂	1,29	20	0,1	8	5,2	2,0	1,2
2	O ₂	1,4	30	0,09	7	11,0	8,0	1,5
3	CO	1,4	40	0,15	6	10,5	4,0	1,7
4	CH ₄	1,29	35	0,12	5	9,3	3,6	1,4
5		N ₂	1,4	25	0,14	4	8,5	1,4
6	O ₂	1,4	18	0,11	3	4,5	1,8	1,17
7	SO ₂	1,28	28	0,08	2	6,3	2,5	1,15
8	CH ₄	1,29	32	0,07	1	5,3	3,1	1,3
9	Повітря	1,4	15	0,13	0	4,8	4,1	1,4

Вимоги до оформлення текстової частини розрахункових робіт

Всі завдання, які входять до звіту з розрахункових робіт виконують на папері форматом А4 (210x297) за формою 5 і 5а (ГОСТ 2.106-68). Ці форми передбачають рамку на віддалі 5 *мм* від краю аркуша зверху, знизу і справа і на віддалі 20 *мм* на підшивку - зліва. В нижній частині формат має основний напис за ГОСТ 2.104-68 розміром 40x185 - для першого листа та 15x185 - для наступних.

Кожне завдання розрахункової роботи вважати її розділом, починати з нової сторінки і нумерувати в межах всієї роботи арабськими цифрами з крапкою.

Умову і розв'язування задачі вважати підрозділами й нумерувати в межах кожного завдання. Нумери підрозділів складаються з номерів розділів і підрозділів, розділених крапкою. В кінці номера підрозділу теж ставиться крапка. Підрозділ "Розв'язування" складається з декількох пунктів, нумерація яких має бути в межах підрозділу, й номер пункту повинен складатися з номера розділу, підрозділу і пункту, розділених крапками.

Підрозділи нумерують в межах кожного розділу. Нумери підрозділів складаються із номерів розділу і підрозділу, які розділені крапкою. Найменування підрозділів записують у вигляді заголовків (з абзацу) малими літерами (крім першої великої літери). Віддалі між заголовками і текстом - 15 *мм*.

Текст документа має бути коротким, чітким і не допускати різних тлумачень, в ньому використовуються терміни, загальноприйняті в науково-технічній літературі. Перед позначенням параметра слід додавати його пояснення, наприклад, "глибина свердловини". Числа з найменуванням одиниць записують цифрами, а без найменування одиниць - словами, наприклад, "віддаль 10 м", "розрахунок виконанодвічі".

В тексті документа не допускається:

- застосовувати для одного і того ж поняття різні слова, близькі за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 13 / 9</i>

змістом (синоніми);

- скорочення позначень фізичних величин, якщо вони використовуються без цифр;
- скорочення слів, крім встановлених стандартами; індекси стандартів (ГОСТ, ОСТ та ін.) без реєстраційного номера;
- використовувати в тексті математичний знак мінус «-».

Замість знака слід писати слово «мінус»;

- застосовувати математичні знаки без цифр, такі як $>$, $<$, $*$, $\%$, №.

Умову задачі оформлюють у вигляді таблиці.

У формулах слід застосовувати позначення, які встановлені стандартами. Значення символів і числових коефіцієнтів, які входять у формулу, мають бути приведені безпосередньо під формулою. Значення кожного символу дають з нового рядка в тій послідовності, в якій вони приведені в формулі. Перший рядок розшифровки повинен починатися зі слова “де” без двокрапки після нього.

Всі формули потрібно нумерувати арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається із номера розділу та порядкового номера формули, розділених крапкою. Номер формули вказують у круглих дужках.

Посилання в тексті на номер формули дають в дужках, наприклад, “у формулі (3.1)”. Допускається нумерація формул в межах всього документа.

Ілюстрації нумерують в межах розділу арабськими цифрами. Номер ілюстрації складається із номера розділу та порядкового номера ілюстрації, які розділені крапкою, наприклад: рис. 4.1, рис. 4.2. Посилання на раніше згадані ілюстрації дають із скороченим словом “див.”, наприклад, “див. рис. 3.2”. Допускається нумерація ілюстрацій в межах всього документа.

Ілюстрації можуть мати найменування і пояснюючі дані (підрисуночний текст). Найменування розміщують над ілюстрацією, пояснюючі дані - під нею. В такому випадку номер ілюстрації розміщують нижче пояснюючих даних. При посиланні в тексті на окремі елементи деталей (отвори, пази, канавки та ін.) їх позначають великими буквами українського алфавіту.

Цифровий матеріал оформлюють у вигляді таблиць. Таблиця складається із головки, рядків, боковика і граф.

Заголовок таблиці записують малими буквами (крім першої великої) і розміщують над таблицею посередині. Таблиці нумерують в межах розділу арабськими цифрами. Номер таблиці складається із номера розділу і порядкового номера таблиці, які розділені крапкою. Допускається нумерація таблиць в межах всього документа. Номер таблиці вказується так: “Таблиця

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 10

1.1”, цей надпис розміщують над правим верхнім кутом таблиці, вище заголовка. В тексті посилання на таблицю виконують за зразком: “...в табл. 1.1”. Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат аркуша, таблицю поділяють на частини, які переносять на інші аркуші або розміщують на тому ж аркуші поряд або одну під одною. При перенесенні частини таблиці заголовків і слово “таблиця” з її порядковим номером розміщують тільки над першою частиною таблиці, над наступними частинами - надпис: “Продовження табл. З”. Якщо частини таблиці розміщені поряд, в кожній частині повторюють заголовок.

При оформленні таблиці необхідно керуватись такими вимогами. Діагональний поділ в головці не допускається. Висота рядків таблиці повинна бути не менша **8 мм**. Графу “№ п/п” в таблицю не включають. При необхідності нумерації даних порядкові номери вказують в боковнику перед їх найменуванням. Нумерація граф допускається в окремому рядку головки.

Якщо цифрові дані в графах таблиці виражені в різних одиницях фізичних величин, то їх вказують в заголовку кожної графи. Якщо ж ці параметри таблиці виражені в одній і тій же одиниці (наприклад, міліметрах), скорочене позначення розміщують над таблицею. Слова “більш”, “не менш” та ін. слід розміщувати поряд з найменуванням відповідного параметра в боковнику таблиці або в заголовку графи. Для скорочення тексту заголовків і підзаголовків граф окремі поняття допускається замінювати буквеними позначеннями, якщо вони пояснені в тексті або показані на ілюстраціях, наприклад: *D* - діаметр, *H* - висота, *l* - довжина.

Зміст матеріалу для самостійного вивчення студентами заочної форми навчання

Тема 1. Вступ.

Енергетика та її значення в господарстві країни. Теплові установки і їх роль в енергетиці країни. Паливні ресурси й паливний баланс. Атомна (ядерна) енергетика та перспективи її розвитку. Енергетичне і технічне використання теплоти. Історія розвитку теплоенергетики й теплотехніки. Роль українських вчених в розвитку теплотехніки.

Тема 2. Предмет і метод технічної термодинаміки.

Основні поняття.

Предмет і метод технічної термодинаміки. Основні поняття технічної термодинаміки. Термодинамічна система. Робоче тіло. Два способи обміну енергією між тілами.

Тема 3. Цикли газотурбінних установок.

Принцип і схема роботи газотурбінної установки. Цикли газотурбінних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 11

установок з ізобарним та ізохорним підведенням тепла, з регенерацією.

Тема 4. Процес стиску повітря в компресорі.

Класифікація компресорів. Робочий процес одноступеневого поршневого компресора. Визначення роботи, затраченої на привод компресора. Робота багатоступеневого компресора. Зображення роботи двоступеневого компресора.

Тема 5. Водяна пара.

Основні означення. Галузі застосування водяної пари. Діаграма водяної пари. Потрійна точка. Параметри водяної пари. Діаграма для водяної пари. Термодинамічні процеси зміни стану водяної пари.

Тема 6. Термодинамічні цикли паросилових установок.

Найпростіша схема паросилової установки. Цикл Карно паросилової установки і його недоліки. Теоретичний цикл паросилової установки - цикл Ренкіна. Термодинамічний к.к.д. циклу паросилової установки. Вплив параметрів пари: початкового тиску, початкової температури, кінцевого тиску на термічний к.к.д. установки. Шляхи підвищення економічності теоретичного циклу паросилової установки. Цикли атомних теплоенергетичних установок. Цикли установки з МГД-генераторами. Методи безпосереднього перетворення тепла в електричну енергію.

Тема 7. Цикли холодильних установок.

Зворотний цикл Карно. Поняття про холодильні установки. Холодильний коефіцієнт. Цикл повітряної компресорної установки. Цикл парової компресорної установки. Абсорбційні та пароежекторні холодильні установки.

Тема 8. Цикли реактивних двигунів.

Двигуни із згоранням палива при сталому тиску, при незмінному об'ємі. Цикл рідинно-реактивних двигунів.

Тема 9. Витікання й дроселювання газів і пари.

Основні закономірності газового потоку. Основні особливості витікання газу через сопла й дифузори. Технічна робота. Основні формули для швидкості витікання газу і секундної витрати. Дроселювання газів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 12

Рекомендована література:

1. Бакка М.Т., Редчиць І.С., Редчиць В.С. Основи термодинаміки в гірництві. - Житомир: ЖІТІ, 2000.-210 с.
2. Холоменюк М.В. «Термодинаміка та теплопередача» навч. посіб. /М.В. Холоменюк; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 280 с.
3. Буляндра, О.Ф. Технічна термодинаміка : підруч. для студ. енерг. спец. вищ. навч. закл. – 2-е вид., випр. / О.Ф. Буляндра. – К. : Техніка, 2006. – 320 с.
4. Буляндра, О.Ф. Збірник задач з технічної термодинаміки : навч. посіб. /О.Ф. Буляндра. – К. : НУХТ, 2015. – 394 с.
5. Холоменюк М.В., Самуся В.І. Термодинаміка : навчальний посібник Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2017. – 106 с.
6. Малишев В.В., Кретов В.В., Гладка Т.М. Технічна термодинаміка та теплопередача : навч. посіб. для студентів інженерних спеціальностей денної і заочної форм навчання / К.,2015. – 258 с.
7. <http://www.nbu.gov.ua/>

ЗМІСТ

Передмова	3
1. Розрахункові роботи	4
2. Вимоги до оформлення текстової частини практичних робіт	8
3. Перелік тем для самостійного вивчення	10
4. Список рекомендованої літератури	12

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ОК15.X-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 13 / 13</i>

МАМРАЙ Василь Васильович
КУНИЦЬКА Марина Сергіївна

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання розрахункових робіт
з навчальної дисципліни
«Термодинаміка»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»

Електронне видання. Формат 30×42 / 4. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. акр. 1,56. Обл. вид. акр. 1,72.
