

Министерство образования и науки
Республики Казахстан

Восточно-Казахстанский технический
университет им.Д.Серикбаева

ОП "Транспорт, транспортная техника и
технологии"

Семёнов С.В.

ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Учебно-методическое пособие
по решению задач

Усть-Каменогорск, 2020

УДК621.1

Теплофизика и теплотехника: учебно-методическое пособие по решению задач

Приведены варианты задач по теплотехнике, примеры их решения, справочный материал в международной системе СИ.

ВВЕДЕНИЕ

Существующие в настоящее время учебники и учебные пособия по теплотехнике содержат в основном теоретический и описательный материал и слабо способствуют привитию практических навыков выполнения расчетов, развитию самостоятельной работы студентов. Издание соответствует рабочей программе курса "Теплофизика и теплотехника" для студентов образовательной программы – "Транспорт, транспортная техника и технологии".

Пособие содержит основные расчетные формулы и подробные решения типовых задач курса "Теплотехника" и включает задачи и примеры по разделам: смеси идеальных газов, состав топлива и объемы продуктов сгорания, свободная конвекция, двигатели внутреннего сгорания, компрессоры. Приведен необходимый для решения задач справочный материал в международной системе единиц (СИ). Все расчеты, связанные с решением задач, студентами должны быть произведены в системе СИ.

При решении задач следует принять следующую точность расчета величин: величины, имеющие большие численные значения, ограничиваются одним знаком после запятой (например, 273,1), средние – двумя знаками после запятой (например, 2,31 м/с), малые, меньше нуля, – тремя значащими цифрами (например, 0,00332 м³/кг).

Задача № 5

Одноцилиндровый одноступенчатый поршневой компрессор сжимает воздух от атмосферного давления $p_1 = 0,1$ МПа до требуемого давления p_2 . Определить эффективную мощность привода компрессора и необходимую мощность электродвигателя с запасом 10 % на перегрузку, если диаметр цилиндра D (м), ход поршня S (м), частота вращения вала N (об/с), относительный объем вредного пространства $\delta = 0,05$, показатель политропы расширения остающегося во вредном объеме газа m , коэффициент, учитывающий, уменьшение давления газа при всасывании, $\eta_p = 0,94$ и эффективный адиабатный КПД компрессора $\eta_{e.ад} = 0,75$.

Данные для расчета принять по табл. 5.1.

Таблица 5.1

Данные к задаче № 5

Вариант	P_2 , МПа	D , м	S , м	N , об/с	m
1	0,50	0,10	0,10	6,67	1,30
2	0,55	0,12	0,12	7,00	1,35
3	0,60	0,15	0,15	7,50	1,33
4	0,65	0,17	0,17	7,92	1,37
5	0,70	0,20	0,20	8,33	1,34
6	0,75	0,17	0,17	8,83	1,33
7	0,80	0,15	0,15	9,17	1,35
8	0,85	0,12	0,12	9,67	1,36
9	0,90	0,10	0,10	10,00	1,37
10	0,95	0,12	0,12	10,33	1,30
11	1,00	0,15	0,15	11,33	1,35
12	0,95	0,17	0,17	11,67	1,33
13	0,90	0,15	0,15	12,00	1,37
14	0,85	0,12	0,12	12,50	1,34
15	0,80	0,10	0,10	12,00	1,35
16	0,75	0,13	0,13	11,67	1,30
17	0,70	0,15	0,15	11,33	1,31
18	0,65	0,18	0,18	10,83	1,33
19	0,60	0,20	0,20	10,00	1,32
20	0,55	0,17	0,17	9,17	1,30

Пример решения задачи № 5

Исходные данные:

$P_1 = 0,1 \text{ МПа}; P_2 = 0,75 \text{ МПа}; D = 0,12 \text{ м}; S = 0,12 \text{ м}; n = 12 \text{ об/с};$
 $\delta = 0,05; m = 1,33; \eta_p = 0,94; \eta_{\text{е.ад}} = 0,75.$

Решение

Определяем степень повышения давления

$$\lambda = \frac{P_2}{P_1} = \frac{0,75}{0,1} = 7,5.$$

Объёмный КПД компрессора

$$\eta_{\text{об}} = 1 - \delta \left(\lambda^{\frac{1}{m}} - 1 \right) = 1 - 0,05 \left(7,5^{\frac{1}{1,33}} - 1 \right) = 0,772.$$

Коэффициент подачи компрессора

$$\eta_v = \eta_{\text{об}} \cdot \eta_p = 0,772 \cdot 0,94 = 0,726.$$

Теоретическая подача компрессора

$$V_T = \frac{\pi D^2}{4} S \cdot n = \frac{3,14 \cdot 0,12^2}{4} \cdot 0,12 \cdot 12 = 0,0163 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Действительная подача компрессора

$$V = V_T \eta_v = 0,0163 \cdot 0,726 = 0,0118 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Теоретическая мощность привода компрессора при адиабатном сжатии

$$N_{\text{ад}} = \frac{k}{k-1} \cdot \frac{P_1 \cdot V}{10^3} \left(\lambda^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) = \frac{1,4}{1,4-1} \cdot \frac{0,1 \cdot 10^6 \cdot 0,0118}{10^3} \left(7,5^{\frac{1,4-1}{1,4}} - 1 \right) =$$

$$= 3,21 \text{ кВт}.$$

Эффективная мощность привода компрессора

$$N_e = \frac{N_{\text{ад}}}{\eta_{\text{е.ад}}} = \frac{3,21}{0,75} = 4,29 \text{ кВт}.$$

Необходимая мощность электродвигателя с 10 %-ным запасом перегрузки

$$N_{\text{эд}} = 1,1 N_e = 1,1 \cdot 4,29 = 4,7 \text{ кВт}.$$

Ответ: $N_e = 4,29 \text{ кВт}; N_{\text{эд}} = 4,7 \text{ кВт}.$

Список литературы

1. *Панкратов Г.П.* Сборник задач по теплотехнике: Учебное пособие . – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 1995. – 238 с.: ил.
2. *Безгрешков А.Н.* и др. Расчет паровых котлов в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов/ *А.Н. Безгрешков, Ю.М. Липов, Б.М. Шлейфер*; Под общ. ред. *Ю.М. Липова*. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.: ил.
3. *Краснощеков Е.А.* и др. Задачник по теплопередаче. – Изд. 2-е, перераб. и доп./ *Е. А. Краснощеков, А.С. Сукомел.* – М.: Энергия, 1969. – 264 с. ил.

Содержание

Введение.....	3
Задача № 1	4
Задача № 2	8
Задача № 3	12
Задача № 4	17
Задача № 5	19
Список литературы.....	21