

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

КАРАГАНДИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Калытка В.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

TU 3218 «Турбинные установки»

Модуль ESTA 08 «Электрические станции и теплообменные аппараты»

Образовательная программа 6B07108 «Теплоэнергетика»

Факультет энергетики, автоматики и телекоммуникации

Кафедра «Энергетические системы»

Караганда 2020

Калытка В.А. Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине «Турбинные установки». Караганда: КарТУ, 2020.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями учебного плана и программой дисциплины «Турбинные установки» и включает все необходимые сведения по выполнению тем практических (семинарских) занятий курса.

Методические указания предназначены для студентов специальности 5В071700 - «Теплоэнергетика».

Обсуждена на заседании кафедры «Энергетические системы»

Протокол № 1 от «28» 08 2020 г.
Зав. кафедрой _____ « » _____ 2020 г.
(подпись)

Одобрены учебно- методическим советом ФЭАТ
Протокол № _____ от « » _____ 2020 г.
Председатель _____ « » _____ 2020 г.
(подпись)

Тема №1. Турбинные установки (2 часа).

Определить действительную мощность (N_i) и КПД турбины (η_{oi}), если известно:

№ вариант	Исходный параметр				
	$t_0, ^\circ\text{C}$	$G_0, \text{кг/с}$	$P_0, \text{МПа}$	$\Delta H_0, \text{кДж/кг}$	$h_k, \text{кДж/кг}$
1	500	185	12	1150	2500
2	550	180	10	1100	2430
3	520	170	11	1120	2400
4	510	175	15	1140	2450
5	530	178	18	1160	2490
6	560	188	17	1130	2600
7	540	172	14	1170	2590
8	570	182	16	1155	2550
9	515	186	13	1165	2510
10	545	187	19	1172	2480

Рекомендуемая литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

Контрольные задания для СРС (тема 1) [1,2]

1. Общие сведения по изученному материалу
2. Основные понятия и определения

Тема №2. Определение параметров в отборах и подогревателях. (3 часа).

Определить площадь выходного сечения сопл (f_1) по следующим данным:

№ вариант	Исходный параметр						
	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t_k, ^\circ\text{C}$	$P_0, \text{МПа}$	$P_1, \text{МПа}$	$G_0, \text{кг/с}$	$C_0, \text{м/с}$	φ

1	500	450	10	7,0	130	70	0,92
2	455	400	7	2,0	120	60	0,88
3	510	460	6	3,0	110	50	0,85
4	460	410	5	4,0	100	40	0,95
5	515	420	4	5,0	115	30	0,90
6	520	430	3	6,0	105	20	0,89
7	445	425	2	11,0	125	25	0,80
8	440	455	8	8,0	128	35	0,93
9	445	435	11	9,0	135	45	0,83
10	550	450	9	10,0	118	55	0,87

Рекомендуемая литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

Контрольные задания для СРС (тема 2) [1,2]

1. Общие сведения по изученному материалу
2. Основные понятия и определения

Тема №3. Составление тепловых балансов подогревателей. (2 часа).

Определить окружную скорость (U) и располагаемый теплоперепад ступени (Δh_0), если известно:

№ вариант	Исходный параметр		
	u/c_ϕ	d , м	n , об/мин
1	0,53	1,0	3000
2	0,51	1,1	3100
3	0,52	1,2	3150
4	0,55	1,3	3050
5	0,54	1,4	3200
6	0,56	1,5	3180
7	0,57	1,6	3020

8	0,58	1,7	3080
9	0,59	1,8	3220
10	0,60	1,+	3010

Р

Рекомендуемая литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

Контрольные задания для СРС (тема 3) [1,2]

1. Общие сведения по изученному материалу
2. Основные понятия и определения

Тема №4. Составление тепловых балансов подогревателей. (2 часа).

Определить располагаемый теплоперепад ступени ($\Delta \bar{h}_0$) по параметрам торможения, если известно:

№ вариант	Исходный параметр			
	$t_0, ^\circ\text{C}$	$C_0, \text{ м/с}$	$P_0, \text{ МПа}$	$P_2, \text{ МПа}$
1	400	80	3	2,0
2	450	81	2	1,0
3	420	82	3,5	3,0
4	410	83	2,5	4,0
5	430	84	4	5,0
6	405	85	3,8	6,0
7	445	86	5	7,0
8	455	87	6	8,0
9	415	88	5,5	9,0
10	435	89	2,7	10,0

Рекомендуемая литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

Контрольные задания для СРС (тема 4) [1,2]

1. Общие сведения по изученному материалу
2. Основные понятия и определения

Тема 5 Определение расходов пара, воды и тепла (2 часа)

Определить давление пара за рабочими лопатками ступени (P_2), если известно:

№ вариант	Исходный параметр
-----------	-------------------

	$\bar{t}_0, ^\circ\text{C}$	$\bar{P}_0, \text{МПа}$	$C_0, \text{м/с}$	$\Delta h_0, \text{кДж/кг}$
1	500	5	128	100
2	520	1	121	112
3	510	3	122	115
4	530	4	123	118
5	515	2	124	120
6	520	1.5	125	110
7	518	4.2	126	117
8	508	3.8	127	113
9	505	5.5	130	105
10	503	4.5	129	109

Рекомендуемая литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

Контрольные задания для СРС (тема 5) [1,2]

1. Общие сведения по изученному материалу
2. Основные понятия и определения

Тема 6 Подбор прототипа и составление принципиальной тепловой схемы (2 часа)

Определить критическое давление пара на выходе из сопл ($P_{кр}$), если известно:

№ вариант	Исходный параметр	
	$t_0, ^\circ\text{C}$	$P_0, \text{МПа}$
1	300	2
2	305	1
3	302	1.5
4	306	4
5	307	5
6	308	3.8
7	309	4.2

8	310	3
9	311	5.5
10	312	6

Рекомендуемая литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

Контрольные задания для СРС (тема 6) [1,2]

1. Общие сведения по изученному материалу
2. Основные понятия и определения

Тема 7 Расчет технико-экономических показателей работы турбинной установки (2 часа)

Определить параметры торможения ($\bar{P}_0, \bar{t}_0, \bar{V}_0$), если известно:

№ вариант	Исходный параметр		
	$t_0, ^\circ\text{C}$	$C_0, \text{м/с}$	$P_0, \text{МПа}$
1	500	110	10
2	520	108	7
3	510	109	6
4	530	119	5
5	515	115	4
6	520	118	8
7	518	115	13
8	508	116	9
9	505	117	11
10	503	112	12

Контрольные задания для СРС (тема 7) [1,2]

1. Общие сведения по изученному материалу
2. Основные понятия и определения

Рекомендуемая литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

Контрольные задания для СРС (тема 7) [1,2]

3. Общие сведения по изученному материалу

Основные понятия и определения

Список основной литературы

Список основной литературы

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. — М.: Энергия, 2016. — 357 с.
2. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. — М.: Энергоатомиздат, 2015. — 352 с.
3. Трояновский Б.М. Варианты проточной части паровых турбин // Электрические станции. — 2017. — № 2. — С. 18-22.
4. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. — М.: Энергоатомиздат, 2017. — 327 с.

Список дополнительной литературы

1. Таблицы воды и водяного пара. Электронный справочник «ЕНЕKcalс» версия 3.0.7 (от 30.01.2006г.)
2. Расчетный метод сравнения конструкций проточной части турбомашин / В.К. Балабанович, Н.Б. Карницкий, В.М. Неуймин, И.П. Усачев.— Энергетика... (Изв. высш. учебн. заведений и энерг. объединений СНГ). — 1996. — № 5 – 6. — С. 77 – 82.
3. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
4. Уравнения для расчета на ЭВМ теплофизических свойств воды и водяного пара: Эксплуатационный циркуляр № Ц-06-84(т) / Под ред. Ривкина С.Л. – М.: Главтехуправление по эксплуатации энергосистем, 1984г. – 8 с.
5. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства воздуха и продуктов сгорания топлив. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 104 с.
6. Зубарев В.Н., Козлов А.Д., Кузнецов В.М. Теплофизические свойства технически важных газов при высоких температурах и давлениях: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 232 с.
7. Лосев С.М. Паровые турбины//ЭНЕРГИЯ. – 1964г.
8. Калытка В.А. Турбинные установки: Учебное пособие / В.А. Калытка; Карагандинский технический университет. – Караганда: Изд-во КарТУ, 2020. ISBN 978-601-320-336-2 – 99 с.
9. Уравнения для расчета на ЭВМ теплофизических свойств воды и водяного пара: Эксплуатационный циркуляр № Ц-06-84(т) / Под редакцией Ривкина С.Л. - М.: Главное техническое управление по эксплуатации энергосистем, 1984г. - 8 с.
10. Семёнов А.С., Шевченко А.М. Тепловой расчёт паровой турбины//Высшая школа. – 1975 г.
11. Зубарев В.Н., Козлов А.Д., Кузнецов В.М. Теплофизические свойства технически важных газов при высоких температурах и давлениях: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 232 с.

13. Щегляев А.В. Паровые турбины Ч1//ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. – 1993г.
14. Щегляев А.В. Паровые турбины Ч2//ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. – 1993г.
15. Калытка В.А., Баширов А.В., Булатбаев Ф.Н., Ханов Т.А., Оспанов Б.С., Божбанов Е. Анализ технологической схемы работы автоматизированной турбины в режиме синхронного компенсатора// Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». - 2017. - № 4(88)/2017. - С. 41-46.
16. Калытка В.А., Мехтиев А.Д., Баширов А.В., Ханов Т.А., Оспанов Б.С., Тусупбаев С.Б. Методы повышения показателей тепловой экономичности и надежности теплофикационных турбин// Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». - 2017. - № 4(88)/2017. - С. 47-52.
17. Kalytk V.A., Korovkin M.V., Aliferov A.I., Bashirov A.V., Talaspek D.R. The scheme of numerical optimization of the parameters of electrophysical processings in heterogeneuos solid elements// Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». - 2018 г. - № 2(90)/2018. - С. 34-41.
18. Kalytk V.A., Korovkin M.V., Aliferov A.I., Bashirov A.V., Khanov T.A., Talaspek D.R. Theoretical bases of the methods of modernization the cylinders of heating steam turbines // Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». - 2018 г. - № 4(92)/2018. – С. 25-35.
19. Орлов Г.Г. Паротурбинная установка//ЭНЕРГОИЗДАТ. – 1977г.
20. Котельные установки и парогенераторы : учебник / А. Д. Мехтиев [и др.] ; Кафедра "Энергетические системы". - Караганда : КарГТУ, 2017. - (РМЭБ 17/3)
21. Турбинные установки : учебник / А. Д. Мехтиев [и др.] ; Кафедра "Энергетические системы". - Караганда : КарГТУ, 2017. - (РМЭБ 17/3)
22. Монтаж и эксплуатация оборудования ТЭС в аварийных режимах : учебное пособие для студентов обучающихся по программе 5В071700 "Теплоэнергетика" / В. Л. Исаев, М. А. Драганова ; Министерство образования и науки Республики Казахстан, Карагандинский государственный технический университет, Кафедра "Энергетические системы". – Караганда : КарГТУ, 2020. - 70 с.
23. Котельные установки и парогенераторы со спецвопросами сжигание топлива в опорных конспектах семинаров : утверждено Ученым советом университета в качестве учебного пособия / В. Л. Исаев, Н. М. Маликов ; Карагандинский технический университет, Кафедра "Энергетические системы". - Караганда : КарТУ, 2020. - 71 с.
24. Турбинные установки : учебное пособие / В.А. Калытка ; Карагандинский технический университет. - Караганда : КарТУ, 2020. - 99 с.
26. Турбины тепловых и атомных электрических станций : научное издание / Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. - М. : МЭИ, 2015. - 352 с.
27. Основы современной энергетики [Электронный ресурс] : учебник для вузов : в 2 т. / ред. Е. В. Аметистова. - Прогр. 14988288 (файла : байтов). - М.

: Издательский дом МЭИ, 2016 - . Том 1 : Современная теплоэнергетика / А.
Д. Трухний, М. А. Изюмов, О. А. Поваров, С. П. Малышенко. - М., 2016. - 516 с.