

621.311.22

Э65

В. И. Касилов

О. В. Касилов

Л. И. Тютюник

Л. А. Иванова

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для студентов технических специальностей,
в том числе для иностранных студентов

*Утверждено
редакционно-издательским
советом НТУ «ХПИ»,
протокол № 2 от 24.05.18.*

Харьков
«Типография Мадрид»
2018

Рецензенты:

Н. Н. Пилипенко, доктор технических наук, старший научный сотрудник,
начальник лаборатории ННЦ ХФТИ НАН Украины;

А. Л. Шубенко, член-корреспондент НАН Украины, доктор технических наук, профессор,
заведующий отделом Института Проблем Машиностроения им. А. Н. Подгорного.

Авторы:

Л. И. Тютюник, к.т.н., доц., *В. И. Касилов*, к.т.н., проф.,

О.В. Касилов, к.т.н., проф., *Л. А. Иванова*, ст. преп.

Энергетические установки: учебное пособие/В. И. Касилов, О.В. Касилов,
Э 65 Л. И. Тютюник, Л. А. Иванова. — Харьков: «Типография Мадрид», 2018, — 100 с.
ISBN 978-617-7683-16-1

В учебном пособии «Энергетические установки» приведен материал, необходимый студентам технических специальностей при изучении курсов теплоэнергетических процессов производства электроэнергии и теплоты, основ проектирования объектов производства электроэнергии и теплоты, энергоснабжения. Освещены теоретические и практические вопросы производства тепловой и электрической энергии.

Предназначено для студентов технических специальностей, в том числе для иностранных студентов.

УДК 621.311.2

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Энергетика и тепловые электростанции.....	5
1.1. Энергетика Украины, проблемы и перспективы ее развития в современных условиях.....	5
1.2. Принципиальная технологическая схема электростанции Система парового котла, турбинная установка с теплообменниками и насосами и соединяющие их трубопроводы образуют пароводяной тракт ТЭС.....	7
1.3 Классификация тепловых электростанций.....	7
2. ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	11
2.1. Классификация тепловых электростанций.....	11
2.2. Распределение и потребление электрической энергии.....	12
2.3. Тепловая нагрузка.....	14
2.4. Показатели режимов электрического и теплового потребления.....	15
2.5. Тепловой цикл паротурбинной электростанции.....	15
Цикл Карно.....	15
2.6. Принципиальная схема ЭС. Цикл Ренкина.....	16
3. КЭС И ИХ ТЕПЛОВАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ. РАСХОДЫ ПАРА, ТЕПЛА И ТОПЛИВА.....	19
3.1. Основные составляющие абсолютного КПД электрической станции. КПД КЭС и его составляющие.....	19
3.2. Расход пара, теплоты и топлива.....	22
4. ТЭЦ И ИХ ТЕПЛОВАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ.....	25
4.1. Общие положения.....	25
4.2. Расходы пара и тепла на теплофикационные турбоустановки с противодавлением.....	25
4.3. Турбины конденсационные и регулируемым отбором пара (Т (КО)-турбины).....	27
4.4. Расход тепла на КО-турбине.....	28
4.5. КПД ТЭЦ.....	28
4.6. Удельный расход топлива на ТЭЦ.....	29
4.7. Сравнение тепловой экономичности ТЭЦ и отдельной установки.....	29
5. НАЧАЛЬНЫЕ И КОНЕЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПАРА КЭС И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ.....	31
5.1. Начальные параметры.....	31
5.2. Цикл с перегревом пара.....	31
5.3. Сопряженные параметры пара.....	33
5.4. Параметры промежуточного перегрева пара.....	33
5.5. Паровой перегрев свежим паром или из отбора.....	34
5.6. Экономическая эффективность вторичного перегрева пара. Цикл Ренкина с промперегревом.....	34
5.7. Влияние конечных параметров на экономичность установки.....	35
5.8. Повышение экономичности паротурбинных установок настройками высоких параметров.....	35
5.9. Расход пара и тепла на предвключенную турбину.....	36
6. РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПОДОГРЕВ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ.....	38
6.1. Общие положения.....	38
6.2. Одноступенчатый и многоступенчатый регенеративный подогрев воды.....	39
6.3. Схемы регенеративного подогрева воды.....	39
6.4. Схема регенеративного подогрева воды в поверхностных и смешивающих подогревателях.....	40
6.5. Схема отвода дренажа.....	40

6.6. Каскадная схема.....	40
6.7. Особенности смешивающих подогревателей.....	41
6.9. Методика расчета схемы регенеративного подогрева.....	41
6.10. Экономически выгодная температура питательной воды.....	41
6.11. Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения.....	42
6.12. Уравнение теплового баланса смешивающего подогревателя.....	42
6.12. КПД турбоустановки с регенеративным подогревом воды.....	43
7. ПОТЕРИ ПАРА И КОНДЕНСАТА И ИХ ВОСПОЛНЕНИЕ.....	45
7.1. Потери пара и конденсата.....	45
7.2. Испарительные установки.....	46
7.3. Уравнение теплового баланса испарителя.....	46
7.4. Многоступенчатые испарительные установки.....	47
8. ОТПУСК ТЕПЛА С ПАРОМ И ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ ВНЕШНИМ ПОТРЕБИТЕЛЯМ.....	48
8.1. Отпуск тепла с паром.....	48
8.2. Отпуск тепла для отопления. Отопительная нагрузка.....	49
8.3. Тепловая нагрузка.....	50
8.4. Схема включения сетевых подогревателей и определение отборов пара на них.....	50
8.5. Деаэраторы и питательные установки. Деаэраторные установки.....	51
9. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И ЕЕ РАСЧЕТ.....	53
9.1. Содержание и значение принципиальной тепловой схемы (ПТС).....	53
9.2. Назначение принципиальной схемы.....	53
9.3. Полная (развёрнутая) тепловая схема.....	62
9.4. Методика расчета принципиальной тепловой схемы.....	62
9.5. Схемы главных паропроводов.....	63
9.6. Схема питательных трубопроводов.....	63
9.7. Выбор питательных насосов.....	64
9.8. Конденсатные насосы.....	65
9.9. Насосы охлаждающей воды конденсаторов турбин (циркуляционные).....	65
9.10. Определение напора питательных насосов.....	65
9.11. Трубопроводы.....	66
9.12. Расчет трубопроводов.....	67
9.13. Гидравлический расчет.....	67
9.14. Механический расчет.....	67
10. КОМПОНОВКА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	68
10.1. Выбор площади и генеральный план станции.....	68
10.2. Основные требования к площадкам ТЭС.....	68
10.3. Генплан. Пример компоновки ТЭС.....	68
10.4. Компоновка главного корпуса электростанции.....	69
10.5. Типы компоновок.....	69
10.6. Техническое водоснабжение.....	71
10.7. Источники и системы технического водоснабжения.....	72
10.8. Прямоточная система водоснабжения.....	73
10.9. Обратная система водоснабжения.....	73
10.10. Водохранилища-охладители.....	74
10.11. Расчет необходимой поверхности пруда-охладителя.....	74
10.14. Искусственные охладители. Градирни.....	75
10.15. Брызгальные устройства.....	75
И. ТОПЛИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	78
11.1. Доставка топлива на электростанции.....	78

11.2. Хранение топлива.....	82
11.3. Системы пылеприготовления.....	84
11.4. Угольные мельницы.....	84
11.5. Характеристики мельниц.....	85
11.6. Мазутное хозяйство ЭС.....	85
11.7. Газовое хозяйство ЭС.....	85
11.7. Золошлакоудаление.....	86
11.8. Тягодутьевые машины.....	88
11.9. Водоподготовка.....	89
11.10. Влияние ТЭС на окружающую среду.....	89
11.11. Способы уменьшения содержания окислов серы и азота в уходящих дымовых газах.....	90
11.12. Снижение загрязняющих выбросов АЭС.....	91
11.13. Очистка сточных вод электрической станции.....	91
11.14. Уменьшение выбросов окислов азота в атмосферу.....	91
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	93
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	95