



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
(РИИ АлтГТУ)

Э.С. МАРШАЛОВ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Энергетические установки» студентами всех форм обучения направления
подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы»**

Рубцовск 2021

УДК 621.4

Маршалов Э.С. Энергетические установки. Курсовое проектирование: Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Энергетически установки» студентами всех форм обучения направления подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы»: Рубцовский индустриальный институт.- Рубцовск, 2021. - 11 с.

Предназначены в качестве руководства при выполнении студентами направления подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы» курсового проекта по дисциплине «Энергетические установки».

Рассмотрены и одобрены
на заседании каф. НТС
РИИ АлтГТУ
Протокол № 6 от 29.01. 2021

Рецензент:

заведующий кафедрой ТиТМиПП
к.т.н., доцент В.В. Гриценко

© Рубцовский индустриальный институт, 2021

Содержание

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| Введение | 4 |
| 1. Задание на курсовое проектирование | 5 |
| 2. Варианты заданий на курсовое проектирование..... | 6 |
| 3. Примерные вопросы к защите курсового проекта | 10 |
| Список литературы | 11 |

Введение

Дисциплина «Энергетические установки» знакомит студентов направления подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы» с основами конструкции, теории и динамического расчета энергетических установок колесных и гусеничных машин.

Цель освоения дисциплины «Энергетические установки» – развитие профессиональных компетенций, в соответствии с которыми обучающийся приобретает способность участвовать в проектировании колесных и гусеничных машин и их компонентов, собирать и анализировать информацию для технико-экономических обоснований вариантов конструкций колесных и гусеничных машин и их компонентов, выполнять расчеты систем колесных и гусеничных машин.

В результате изучения курса «Энергетические установки» обучающийся должен уметь:

- формировать технические требования к колесным и гусеничным машинам и их компонентам;

- проводить сравнительный анализ вариантов конструкций колесных и гусеничных машин и их компонентов:

- выполнять динамические расчеты систем колесных и гусеничных машин.

1. Задание на курсовое проектирование

В рамках курсового проектирования необходимо выполнить расчет четырехтактного двигателя внутреннего сгорания по исходным данным согласно варианту.

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка должна отражать последовательность выполнения работы и содержать краткие пояснения принятых решений и выполняемых действий, схемы, расчетные формулы, таблицы расчетных величин. В записку включаются следующие разделы:

1. Исходные данные
2. Содержание
3. Введение
4. Тепловой расчет двигателя
5. Тепловой баланс двигателя
6. Расчет внешней скоростной характеристики
7. Расчет кинематики
8. Динамический расчет
 - 8.1. Расчет нагрузок на 1 и 2 шатунные шейки
 - 8.2. Расчет нагрузок на 1 и 2 коренные шейки
9. Расчет основных деталей и систем (выполняется один из пунктов по согласованию с руководителем проекта)
 - Расчет поршневой группы
 - Расчет шатунной группы
 - Расчет корпуса двигателя
 - Расчет элементов системы питания
 - Расчет элементов смазочной системы
 - Расчет элементов системы охлаждения
10. Заключение
11. Список литературы

Графическая часть проекта выполняется на листах миллиметровой бумаге формата А1 (594X841) или в виде приложений к записке на листах формата А3 (297X420) и А4 (210X297). В графической части должны быть представлены:

1. Индикаторная диаграмма.
2. Диаграмма теплового баланса.
3. Внешняя скоростная характеристика.
4. Диаграммы перемещения, скорости и ускорения поршня.
5. Диаграмма сил, действующих в КШМ.
6. Диаграмма крутящего момента двигателя.
7. Полярная диаграмма нагрузки на 1-ю шатунную шейку.
8. Диаграмма нагрузки на 1-ю шатунную шейку, развернутая по углу поворота коленчатого вала.

9. Условные диаграммы нагрузки на 1-ю шатунную шейку (для многорядных двигателей).

10. Условная диаграмма износа 1-й шатунной шейки.

11. Полярная диаграмма нагрузки на 2-ю коренную шейку.

12. Диаграмма нагрузки на 2-ю коренную шейку, развернутая по углу поворота коленчатого вала.

13. Условная диаграмма износа 2-й коренной шейки.

14. Расчетные схемы деталей и систем двигателя (при необходимости). Как производился расчет и построение внешней скоростной характеристики

Расчет производится по методическим указаниям: Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. - М.: Высшая школа, 2002. - 496 с.

2. Варианты заданий на курсовое проектирование

БЕНЗИНОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Ne = 47.1 кВт ne = 5600 об/мин i = 4 р - рядный e = 8.5 жидкостное охлаждение | 2 Ne = 60.0 кВт ne = 5600 об/мин i = 4 р - рядный e = 8.0 жидкостное охлаждение | 3 Ne = 47.1 кВт ne = 4500 об/мин i = 4 р - рядный e = 9.2 жидкостное охлаждение | 4 Ne = 50.0 кВт ne = 4700 об/мин i = 4 р - рядный e = 7.5 жидкостное охлаждение |
| 5 Ne = 56.5 кВт ne = 5600 об/мин i = 4 р - рядный e = 8.5 жидкостное охлаждение | 6 Ne = 40.0 кВт ne = 6300 об/мин i = 4 р - рядный e = 7.5 жидкостное охлаждение | 7 Ne = 60.0 кВт ne = 6000 об/мин i = 4 р - рядный e = 6.8 жидкостное охлаждение | 8 Ne = 56.5 кВт ne = 5000 об/мин i = 4 р - рядный e = 9.0 жидкостное охлаждение |
| 9 Ne = 55.0 кВт ne = 5800 об/мин i = 4 р - рядный e = 8.8 жидкостное охлаждение | 10 Ne = 45.0 кВт ne = 5100 об/мин i = 4 р - рядный e = 7.8 жидкостное охлаждение | 11 Ne = 50.0 кВт ne = 6000 об/мин i = 4 р - рядный e = 7.0 жидкостное охлаждение | 12 Ne = 40.0 кВт ne = 4500 об/мин i = 4 р - рядный e = 6.8 жидкостное охлаждение |
| 13 Ne = 62.3 кВт ne = 4500 об/мин i = 4 р - рядный e = 6.7 жидкостное охлаждение | 14 Ne = 50.0 кВт ne = 4500 об/мин i = 4 р - рядный e = 6.5 жидкостное охлаждение | 15 Ne = 50.0 кВт ne = 5200 об/мин i = 4 р - рядный e = 7.3 жидкостное охлаждение | 16 Ne = 58.5 кВт ne = 5700 об/мин i = 4 р - рядный e = 6.0 жидкостное охлаждение |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>17 $N_e = 110.0$ кВт $n_e = 3200$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.5$ жидкостное охлаждение</p> | <p>18 $N_e = 90.0$ кВт $n_e = 4000$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 5.6$ жидкостное охлаждение</p> | <p>19 $N_e = 85.0$ кВт $n_e = 3000$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 7.5$ жидкостное охлаждение</p> | <p>20 $N_e = 130.0$ кВт $n_e = 3200$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 8.0$ жидкостное охлаждение</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>21 $N_e = 55.0$ кВт $n_e = 2600$ об/мин $i = 6$ p - рядный $e = 6.7$ жидкостное охлаждение</p> | <p>22 $N_e = 55.0$ кВт $n_e = 3200$ об/мин $i = 6$ p - рядный $e = 6.7$ жидкостное охлаждение</p> | <p>23 $N_e = 40.0$ кВт $n_e = 2200$ об/мин $i = 6$ p - рядный $e = 6.0$ жидкостное охлаждение</p> | <p>24 $N_e = 62.3$ кВт $n_e = 2800$ об/мин $i = 6$ p - рядный $e = 7.0$ жидкостное охлаждение</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>25 $N_e = 84.4$ кВт $n_e = 3200$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.7$ жидкостное охлаждение</p> | <p>26 $N_e = 70.0$ кВт $n_e = 3200$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.7$ жидкостное охлаждение</p> | <p>27 $N_e = 100.0$ кВт $n_e = 4000$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.0$ жидкостное охлаждение</p> | <p>28 $N_e = 90.0$ кВт $n_e = 3100$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 7.5$ жидкостное охлаждение</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>29 $N_e = 132.0$ кВт $n_e = 3200$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.5$ жидкостное охлаждение</p> | <p>30 $N_e = 100.0$ кВт $n_e = 2600$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.5$ жидкостное охлаждение</p> | <p>31 $N_e = 100.0$ кВт $n_e = 3200$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.0$ жидкостное охлаждение</p> | <p>32 $N_e = 150.0$ кВт $n_e = 3600$ об/мин $i = 8$ V - образный $e = 6.9$ жидкостное охлаждение</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>33 $N_e = 52.8$ кВт $n_e = 4000$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 6.7$ жидкостное охлаждение</p> | <p>34 $N_e = 62.8$ кВт $n_e = 4000$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 6.7$ жидкостное охлаждение</p> | <p>35 $N_e = 58.5$ кВт $n_e = 3600$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 7.2$ жидкостное охлаждение</p> | <p>36 $N_e = 45.5$ кВт $n_e = 4000$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 6.7$ жидкостное охлаждение</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>37 $N_e = 36.8$ кВт $n_e = 4700$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 8.4$ воздушное охлаждение</p> | <p>38 $N_e = 45.5$ кВт $n_e = 4700$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 7.9$ воздушное охлаждение</p> | <p>39 $N_e = 45.5$ кВт $n_e = 4700$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 9.0$ воздушное охлаждение</p> | <p>40 $N_e = 30.0$ кВт $n_e = 4200$ об/мин $i = 4$ p - рядный $e = 8.0$ воздушное охлаждение</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ДИЗЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">1</p> <p>Ne = 14.7 кВт ne = 1800 об/мин i = 1</p> <p>e = 15.0 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">2</p> <p>Ne = 10.0 кВт ne = 1800 об/мин i = 1</p> <p>e = 15.2 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">3</p> <p>Ne = 12.9 кВт ne = 2100 об/мин i = 1</p> <p>e = 17.0 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">4</p> <p>Ne = 18.5 кВт ne = 1600 об/мин i = 1</p> <p>e = 14.1 жидкостное охлаждение</p> |
| <p style="text-align: center;">5</p> <p>Ne = 66.0 кВт ne = 1750 об/мин i = 4 р - рядный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">6</p> <p>Ne = 50.0 кВт ne = 1700 об/мин i = 4 р - рядный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">7</p> <p>Ne = 75.5 кВт ne = 2100 об/мин i = 4 р - рядный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">8</p> <p>Ne = 75.0 кВт ne = 1750 об/мин i = 4 р - рядный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> |
| <p style="text-align: center;">9</p> <p>Ne = 65.0 кВт ne = 1600 об/мин i = 4 р - рядный e = 12.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">10</p> <p>Ne = 72.0 кВт ne = 1600 об/мин i = 4 р - рядный e = 19.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">11</p> <p>Ne = 45.7 кВт ne = 1600 об/мин i = 4 р - рядный e = 19.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">12</p> <p>Ne = 45.5 кВт ne = 2500 об/мин i = 4 р - рядный e = 14.0 жидкостное охлаждение</p> |
| <p style="text-align: center;">13</p> <p>Ne = 132.4 кВт ne = 2100 об/мин i = 6 v - образный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">14</p> <p>Ne = 120.0 кВт ne = 2100 об/мин i = 6 v - образный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">15</p> <p>Ne = 150.0 кВт ne = 1800 об/мин i = 6 v - образный e = 16.0 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">16</p> <p>Ne = 150.0 кВт ne = 1600 об/мин i = 6 v - образный e = 16.0 жидкостное охлаждение</p> |
| <p style="text-align: center;">17</p> <p>Ne = 176.5 кВт ne = 2100 об/мин i = 8 V - образный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">18</p> <p>Ne = 190.0 кВт ne = 2100 об/мин i = 8 V - образный e = 16.5 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">19</p> <p>Ne = 180.0 кВт ne = 1600 об/мин i = 8 V - образный e = 18.0 жидкостное охлаждение</p> | <p style="text-align: center;">20</p> <p>Ne = 170.0 кВт ne = 2500 об/мин i = 8 V - образный e = 15.0 жидкостное охлаждение</p> |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21 Ne = 264.8 кВт ne = 2100 об/мин i = 12 v - образный e = 16.5 жидкостное охлаждение | 22 Ne = 280.0 кВт ne = 2100 об/мин i = 12 v - образный e = 16.5 жидкостное охлаждение | 23 Ne = 260.0 кВт ne = 1600 об/мин i = 12 v - образный e = 16.0 жидкостное охлаждение | 24 Ne = 240.0 кВт ne = 2500 об/мин i = 12 v - образный e = 15.0 жидкостное охлаждение |
| 25 Ne = 220.7 кВт ne = 1500 об/мин i = 12 V - образный e = 15.0 жидкостное охлаждение | 26 Ne = 240.5 кВт ne = 2100 об/мин i = 12 V - образный e = 15.0 жидкостное охлаждение | 27 Ne = 240.0 кВт ne = 1800 об/мин i = 12 V - образный e = 18.0 жидкостное охлаждение | 28 Ne = 200.0 кВт ne = 1500 об/мин i = 12 V - образный e = 12.0 жидкостное охлаждение |
| 29 Ne = 36.8 кВт ne = 1600 об/мин i = 4 p - рядный e = 16.0 жидкостное охлаждение | 30 Ne = 42.5 кВт ne = 1600 об/мин i = 4 p - рядный e = 16.5 жидкостное охлаждение | 31 Ne = 42.5 кВт ne = 2500 об/мин i = 4 p - рядный e = 14.0 жидкостное охлаждение | 32 Ne = 30.1 кВт ne = 1500 об/мин i = 4 p - рядный e = 17.0 жидкостное охлаждение |
| 33 Ne = 29.4 кВт ne = 1600 об/мин i = 4 p - рядный e = 16.0 жидкостное охлаждение | 34 Ne = 35.2 кВт ne = 1600 об/мин i = 4 p - рядный e = 16.0 жидкостное охлаждение | 35 Ne = 35.0 кВт ne = 2100 об/мин i = 4 p - рядный e = 17.5 жидкостное охлаждение | 36 Ne = 24.5 кВт ne = 1500 об/мин i = 4 p - рядный e = 14.7 жидкостное охлаждение |
| 37 Ne = 154.4 кВт ne = 2600 об/мин i = 8 V - образный e = 17.0 воздушное охлаждение | 38 Ne = 170.0 кВт ne = 2600 об/мин i = 8 V - образный e = 17.5 воздушное охлаждение | 39 Ne = 170.0 кВт ne = 1800 об/мин i = 8 V - образный e = 19.5 воздушное охлаждение | 40 Ne = 135.0 кВт ne = 1900 об/мин i = 8 V - образный e = 15.9 воздушное охлаждение |

3. Примерные вопросы к защите курсового проекта

1. Сформируйте технические требования к элементам поршневой группы разрабатываемого двигателя.
2. Сформируйте технические требования к элементам шатунной группы разрабатываемого двигателя.
3. Сформируйте технические требования к системе питания разрабатываемого двигателя.
4. Сформируйте технические требования к системе охлаждения разрабатываемого двигателя.
5. Сформируйте технические требования к системе смазки разрабатываемого двигателя.
6. Проведите сравнительный анализ конструкций разрабатываемого двигателя и прототипа. Назовите основные отличия в конструкции кривошипно-шатунного механизма.
7. Проведите сравнительный анализ конструкций разрабатываемого двигателя и прототипа. Назовите основные отличия размеров элементов поршневой группы.
8. Проведите сравнительный анализ разрабатываемого двигателя и прототипа. Назовите основные отличия в эффективных показателях.
9. Проведите сравнительный анализ разрабатываемого двигателя и прототипа. Назовите основные отличия в показателях теплового баланса.
10. Проведите сравнительный анализ разрабатываемого двигателя и прототипа. Назовите основные отличия внешних скоростных характеристик.
11. Поясните, как производился динамический расчет разрабатываемого двигателя?
12. Поясните, как в процессе динамического расчета строились диаграммы пути, скорости и ускорения поршня двигателя?
13. Поясните, как в процессе динамического расчета осуществлялся расчет нагрузок на шатунные шейки?
14. Поясните, как в процессе динамического расчета осуществлялся расчет нагрузок на коренные шейки?
15. Поясните, как в процессе динамического расчета осуществлялось построение диаграммы сил, действующих в КШМ?
16. Поясните, как в процессе динамического расчета осуществлялось построение полярной диаграммы нагрузки на шатунную шейку?
17. Поясните, как в процессе динамического расчета осуществлялось построение условной диаграммы износа шатунной шейки?
18. Поясните, как в процессе динамического расчета осуществлялось построение полярной диаграммы нагрузки на коренную шейку?
19. Поясните, как в процессе динамического расчета осуществлялось построение условной диаграммы износа коренной шейки?
20. Проанализируйте результаты динамического расчета разрабатываемого двигателя?

Список литературы

1. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета: учебник / Р.М. Баширов. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 336 с.
2. Ерохов, В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика): учебник / В.И. Ерохов. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2011. — 552 с.
3. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие/ А. И. Колчин, В. П. Демидов. - М.: Высш. шк., 2002. - 496 с.
4. Николаенко, А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей / А.В. Николаенко. – М.: Колос, 1984. - 335 с.
5. Хорош А.И., Хорош И.А. Дизельные двигатели транспортных и технологических машин: Учеб. пособие. - М.: Лань, 2012, 704 с.
6. Чайнов, Н.Д. Конструирование и расчет поршневых двигателей: учебник для вузов / Н.Д. Чайнов, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков; Н.Д. Чайнова. — Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 536 с.