

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Кілійський транспортний фаховий коледж
Державного університету інфраструктури та технологій»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ВСП «КТФК ДУІТ»

_____ Тетяна КАРАДОБРІЙ
“___” _____ 20__ року

Суднові дизельні установки

Методичні вказівки і завдання по

КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

галузь знань: 27 Транспорт

спеціальність: 271 “ Морський та внутрішній водний транспорт”

спеціалізація: 271.02 “УСТСК” ЕСЕУ

III- курс, заочна форма навчання

2022-2023 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: ВСП «Кілійський транспортний фаховий коледж
Державного університету інфраструктури та технологій»

РОЗРОБНИКИ МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК : викладачі спеціальних дисциплін **Бойко
О.А., Максименко Д.В.**

Обговорено та рекомендовано до затвердження цикловою комісією «СЕУ та їх
експлуатація»

“ _____ ” _____ 20__ року, протокол № _____

Голова циклової комісії «СЕУ та їх експлуатація»

Голощак П.Ф.

(підпис)

Вступ

Курсовий проект є одним із видів індивідуальної самостійної роботи студентів під час підготовки молодших спеціалістів у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації.

Виконання курсового проекту з дисципліни «Суднові дизельні установки» передбачено навчальним планом підготовки студентів із спеціальності 271 «Морський та внутрішній водний транспорт». Курсовий проект виконується на завершальному етапі вивчення дисципліни перед іспитом, свідчить про рівень професійної підготовки студента як майбутнього фахівця і є важливою формою його індивідуальної роботи.

Мета курсового проектування по судновим дизельним установкам – привчити студентів до самостійного використання отриманих ними знань для вирішення практичних задач, пов'язаних з аналізом роботи двигуна і з необхідними розрахунковими обґрунтуваннями при внесенні конструктивних змін і раціоналізації в обслуговуванні двигуна.

В процесі виконання курсового проекту набуваються навички самостійної роботи з технічною літературою і державними стандартами, розвиваються ініціатива і творчі здібності студентів.

Курсове проектування по СДУ потребує використання студентами знань, отриманих при вивченні загальноосвітніх і спеціальних дисциплін, а також практичного досвіду, здобутого під час практики на суднах.

Зміст курсового проекту

Курсовий проект вміщує в себе:

1. Вступ
2. Загальний розділ
3. Розрахунковий розділ
4. Графічний розділ

Нормальним об'ємом курсового проекту можна вважати 20-25 сторінок тексту розрахунку (формат А-4), креслення теоретичної індикаторної діаграми (аркуш формату А-3).

Варіанти курсового проекту видає викладач особисто.

Роботу виконують на нелінійчастих листах.

Креслення виконуються олівцем. Всі аркуші нумерують і на кожному з них вказується особистий шифр, який отримується у керівника курсового проекту.

Всі розрахунки виконуються в наступній послідовності:

спочатку пишеться формула в алгебраїчному вигляді, потім та ж формула тільки з числовими одиницями і, нарешті, після знака рівно проставляється кінцевий результат з розмірністю. Отримані шляхом розрахунку параметри порівнюються з такими ж параметрами двигуна-прототипу.

По варіанту студент одержує марку дизеля, його потужність, ступінь стиску, тиск згорання, тиск наддуву (якщо дизель з наддувом), оберти колінчастого валу.

Додаткові параметри, необхідні для розрахунку дизеля, студент вибирає з методичних вказівок по розрахунку двигуна або з довідників.

Курсовий проект виконується в обсязі:

- 1.1 Зміст завдання
- 1.2 Технічна характеристика двигуна.
- 1.3 Напрямок експлуатації двигуна.
- 1.4 Охорона навколишнього середовища.
- 1.5 Перелік використаної літератури.

II РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

- 2.1 Вибір додаткових вихідних параметрів.
- 2.2 Розрахунок параметрів основних процесів дизеля.
 - 2.2.1 Розрахунок процесу наповнення.
 - 2.2.2 Розрахунок процесу стиснення.
 - 2.2.3 Розрахунок процесу згорання.
 - 2.2.4 Розрахунок процесу випуску.
- 2.3 Основні індикаторні і ефективні показники циклу.
- 2.4 Побудова теоретичної індикаторної діаграми.

III ГРАФІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Виконати креслення теоретичної індикаторної діаграми. (формат А-3)

Розрахунок параметрів двигуна з наддувом відрізняється від розрахунку двигуна без наддува в процесі наповнення, а інші процеси розраховуються однаково.

Розрахунок параметрів основних процесів робочого двигуна:
вихідні параметри:

- тиск навколишнього середовища $P_0=0,098$ МПа;
- температура навколишнього середовища $T_0=300$ К;

1. Середній ваговий склад палива:

$$C=0,87, H_2=0,126, O_2=0,004.$$

2. Нижча теплота згорання палива:

$$Q_H=42470 \text{ кДж/кг}$$

3. Показник політропи стиску

$$n_1 =$$

4. Показник політропи розширення

$$n_2 =$$

5. Коефіцієнт надлишку повітря

$$\alpha =$$

6. Механічний ККД

$$\eta_m =$$

7. Прирощення температури повітря нагрітими деталями дизеля

$$\Delta T_0 =$$

8. Коефіцієнт використання тепла	$\xi = \gamma_r$
9. Коефіцієнт залишкових газів	$=$
	$\frac{F}{f}$
10. Температура залишкових газів	$T_r = \frac{F}{f}$
11. Відношення площі поршня до площі клапана	$=$
12. Коефіцієнт, враховуючий гідравлічний опір повітря при проходженні через клапан	$\kappa =$
13. Коефіцієнт політропи стиску в компресорі	$n_n =$

**Робочий цикл двигуна.
Процес наповнення.**

I. Розрахунок параметрів процесу наповнення дизеля без наддуву

1.1. Визначаємо тиск в кінці наповнення

$$C_2^2$$

$$P_a = 98066 - \kappa \quad (\text{Па}),$$

де κ – коефіцієнт, враховуючий гідравлічний опір при проходженні повітря через клапани;

$\kappa = 1,2 \quad 1,5$ (більше число приймається для швидкохідних дизелів); ÷

C_2 – найбільша швидкість проходження повітря при відкриті клапана;

$$C_2 = 1,57 \bar{C}_m \frac{F}{f}$$

• середня швидкість поршня; \bar{C}_m

$$= 2 \cdot S \cdot n \quad (\text{м/с});$$

S – хід поршня (м);

n – оберти колінчастого вала с^{-1} ;

$$\frac{F}{f}$$

– приймається в залежності від середньої швидкості поршня;

$$\frac{F}{f}$$

$= 8 \quad 12$ для тихохідних дизелів; ÷

$$\frac{F}{f}$$

$= 5 \quad 7$ для швидкохідних дизелів. ÷

1.2. Визначаємо температуру повітря, яке поступає в циліндр дизеля

$$T_0 = T_0 + \Delta T_0,$$

де ΔT_0 – прирощення температури атмосферного повітря нагрітими деталями дизеля

$$\Delta T_0 = 10 \text{ } 20 \text{ (K).} \div$$

1.3. Визначаємо температуру повітря в кінці наповнення з урахуванням його підігріву залишковими газами.

$$T_a = \frac{T_0 + \gamma_r T_r}{1 + \gamma_r} \quad (\text{K}),$$

де γ_r - коефіцієнт залишкових газів,

$$= 0,01 \text{ } 0,05, \gamma_r \div$$

T_r - температура залишкових газів. Для тихохідних дизелів приймається

$$T_r = 600 \text{ } 800 \text{ K.} \div$$

а для швидкохідних $T_r = 700 \text{ } 1000 \text{ K.} \div$

1.4. Визначаємо коефіцієнт наповнення.

$$\eta_n = \frac{\varepsilon P_a T_0}{(\varepsilon - 1) P_0 T_a (1 + \gamma_r)}$$

Для швидкохідних дизелів $\eta_n = 0,75-0,90$, для тихохідних $\eta_n = 0,80-0,95$. Коефіцієнт наповнення не може бути більше одиниці.

II. Розрахунок параметрів процесу наповнення дизеля з наддувом

2.1. Визначаємо тиск в кінці наповнення

$$P_a = (0,9 \text{ } 0,96) P_n \text{ (МПа),} \div$$

де P_n – тиск наддуву (заданий).

Визначаємо температуру повітря при вході в циліндр дизеля

$$T_0 = T_n + \Delta T_0 \text{ (K),}$$

де T_n – температура після компресора,

$$\left(\frac{P_H}{P_0}\right)^{\frac{n_n-1}{n_n}}$$

$$T_n = T_0 \quad (K),$$

де n_n – показник політропи стиску в компресорі (приймається),
 $n_n = 1,4 \quad 1,8$ для компресорів з охолоджуванним корпусом, ÷
 $n_n = 1,8 \quad 2,0$ для компресорів без охолодження. ÷
 ΔT_0 приймають 5 – 10 К. ÷

Визначаємо температуру повітря в кінці наповнення

$$T_a = \frac{T_0 + \gamma_r T_r}{1 + \gamma_r}$$

$$(K),$$

при великих значеннях T_0 (>350 К) можливо використання охолодження повітря після компресора і прийняти пониження температури

$$\Delta T_{ox} = 20 \quad 40 \text{ К}, \div$$

тоді

$$T_0 = T_n + \Delta T_0 - \Delta T_{охл}$$

2.4. Визначаємо коефіцієнт наповнення

$$\eta_n = \frac{\varepsilon \cdot P_a \cdot T_n \cdot 1}{(\varepsilon - 1) \cdot P_H \cdot T_a \cdot (1 + \gamma_r)}$$

$$\eta_n \quad \eta_n$$

Для дизелів з наддувом $= 0,70-0,95$ не може бути більше одиниці.

III. Параметри процесу стиску

3.1. Визначаємо тиск повітря в кінці стиску

$$\varepsilon^{n_1}$$

$$P_c = P_a \cdot \quad (MPa)$$

Тиск P_c може бути

$$2,8 \quad 3,5 \text{ МПа для тихохідних дизелів; } \div$$

$$3,0 \quad 3,6 \text{ МПа для середньої швидкості; } \div$$

3,5 4,5 МПа для швидкохідних дизелів; ÷
3,64,4 МПа для тихохідних з наддувом.

3.2. Визначаємо температуру повітря в кінці стиску

ε^{n_1-1}

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1-1} \quad (\text{К}),$$

де n_1 – показник політропи стиску (приймається)

$n_1 = 1,32$ 1,39 для тихохідних дизелів великої і середньої ÷
потужності з охолоджувальним (чавунним)

поршнем;

$n_1 = 1,33$ 1,38 для дизелів з алюмінієвим поршнем; ÷

$n_1 = 1,37$ 1,4 для швидкохідних дизелів з не охолоджувальним ÷
поршнем.

Температура стиску у дизелях може знаходитись в інтервалі

$$T_c = 800 \quad 950 \text{ К. } \div$$

IV. Параметри процесу згорання

4.1. Визначаємо теоретичну необхідну кількість повітря для забезпечення згорання 1 кг дизельного палива з прийнятим хімічним складом

$$L_0 = 10,21C + 12H + 24O + 32S \quad (\text{кмоль/кг})$$

4.2. Визначаємо дійсну кількість повітря

$$L = L_0 \cdot \alpha \quad (\text{кмоль/кг}),$$

де α – коефіцієнт надлишку повітря (приймається);

$\alpha = 1,8$ 2,1 для тихохідних дизелів без наддуву; ÷

$\alpha = 2,0$ 2,3 для тихохідних дизелів з наддувом; ÷

$\alpha = 1,7$ 1,9 для швидкохідних дизелів з наддувом; ÷

$\alpha = 1,6$ 1,8 для швидкохідних дизелів без наддуву; ÷

$\alpha = 1,2$ 1,6 для дизелів з двокамерним сумішоутворенням.

4.3. Визначаємо кількість молей повітря на початку горіння

$$M_1 = (1 + r)L \quad (\text{кмоль/кг}),$$

4.4. Визначаємо кількість молей повітря в кінці горіння з урахуванням залишкових газів

$$M_2 = C_{12} + H_{22} + 0,21L_{01} + r \quad (\text{кмоль/кг}),$$

4.5. Визначаємо дійсний коефіцієнт молекулярної зміни

$$\beta = \frac{M_2}{M_1}$$

β – повинен бути в проміжку 1,02 – 1,06. ÷

4.6. Визначаємо ступінь підвищення тиску

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c}$$

4.7. Визначаємо максимальну температуру циклу із рівняння

$$Q_{HL}(1+r) + c_{vm}' + 8,33 \lambda T_c = \beta \cdot C_{pm} T_z$$

де ξ (ксі) – коефіцієнт використання теплоти на лінії горіння;
 $\xi = 0,8 - 0,92$ для тихохідних дизелів; ÷
 $\xi = 0,8 - 0,9$ для швидкохідних дизелів; ÷
 $\xi = 0,65 - 0,75$ для дизелів з двокамерним сумішоутворенням.

4.8. Визначаємо середню молярну ізохорну теплоємність сухого повітря в кінці стиску

$$C_{v.m.}' = 19,3 + 0,0025 T_c \quad (\text{кДж/кмоль} \cdot \text{К}).$$

4.9. Визначаємо середню молярну ізохорну теплоємність продуктів згорання при

максимальній температурі циклу

$$C_{v.m.}'' = \frac{360 + (\alpha - 1) \cdot 251,4}{\alpha \cdot 10^5} + \frac{20,4 + (\alpha - 1) \cdot 19,3}{\alpha} T_z \quad (\text{кДж/кмоль} \cdot \text{К}).$$

4.10. Визначаємо середню молярну ізобарну теплоємність продуктів згорання

$$C_{p.m.} = C_{v.m.}'' + 8,32 \quad (\text{кДж/кмоль} \cdot \text{К}).$$

Після підстановки всіх величин в рівняння згорання одержуємо квадратне рівняння. Вирішивши його одержимо максимальну температуру циклу.

V. Параметри процесів розширення і випуску газів

5.1. Визначаємо ступінь попереднього розширення ρ

$$\rho = \frac{\beta \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c}$$

1,7.

$$\rho = 1,3 \div$$

5.2. Визначаємо ступінь подальшого розширення δ

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\rho}$$

$$\delta = 7,5 \quad 11. \quad \div$$

5.3. Визначаємо тиск в кінці розширення:

$$P_B = P_{Zn2} \quad (\text{МПа})$$

5.4. Визначаємо температуру газів в кінці розширення

$$T_6 = \frac{T_z}{\delta^{n_2 - 1}}$$

(К),

де n_2 – показник політропи розширення (приймається);

$n_2 = 1,24 \quad 1,32$ для тихохідних дизелів; \div

$n_2 = 1,2 \quad 1,28$ для швидкохідних дизелів; \div

5.5. Визначаємо тиск в вихлопному колекторі

$$P_r = (0,75 \dots 1,0) P_n \text{ з наддувом; } \div$$

$$P_r = (1,03 \dots 1,1) P_0 \text{ в дизелях без наддуву. } \div$$

Середня температура відпрацьованих газів для мало обертових і середньо обертових дизелів – 350-450 °С, для дизелів підвищеного обертання і багато обертових, в тому числі з наддувом - 450-600 °С,

VI. Основні індикаторні і ефективні показники циклу і його економічність

6.1. Визначаємо середній теоретичний індикаторний тиск аналітичним способом

$$\left[\lambda(\rho-1) + \frac{\lambda\rho}{n_2-1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1-1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] \bar{P}_i \frac{P_c}{\varepsilon-1}$$

(МПа).

6.2. Визначаємо середній індикаторний тиск з урахуванням поправки на повноту діаграми

$$\bar{P}_i' = \bar{P}_i \varphi \text{ (МПа),}$$

де φ (φ_i) – коефіцієнт, враховуючий повноту індикаторної діаграми (приймається),

$$\varphi = 0,95 \dots 0,98. \div$$

6.3. Визначаємо середній ефективний тиск

$$\bar{P}_i' = \bar{P}_e = \bar{P}_i \varphi \cdot \eta_m \text{ (МПа),}$$

де η_m - механічний ККД (приймається);

$\eta_m = 0,75 - 0,85$ для тихохідних дизелів без наддуву;

$\eta_m = 0,75 - 0,8$ для швидкохідних дизелів без наддуву;

$\eta_m = 0,8 - 0,92$ для двигунів з газотурбінним наддувом.

6.4. Визначаємо питому індикаторну витрату палива для дизеля без наддуву

$$g_i = 433 \eta_{P0P_iT0L} \text{ (кг/кВтч);}$$

для дизелів з наддувом

$$g_i = 433 \eta_{PnP_iTnL} \text{ (кг/кВтч);}$$

6.5. Визначаємо питому ефективну витрату палива

$$\frac{g_i}{\eta_m}$$

$$g_e = \text{ (кг/кВтч);}$$

6.6. Визначаємо індикаторний ККД

$$i = 1 g_i Q_H$$

6.7. Визначаємо ефективний ККД

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$$

ккд η_i і η_m можуть бути в межах $\eta_i = 0,4-0,53$, $\eta_e = 0,3 - 0,45$

6.8. Визначаємо діаметр циліндра із формули ефективної потужності

$$N_e = 0,785 D^2 \cdot S \cdot Z \cdot K \cdot n \cdot P_e \text{ (кВт),}$$

$$\sqrt{\frac{N_e}{0,785 \cdot S \cdot Z \cdot K \cdot n \cdot P_e}}$$

звідки

$$D =$$

(м).

N_e - береться із завдання в кВт

P_e - із розрахунку в кПа.

Одержаний діаметр необхідно порівняти з розмірами діаметра дизеля прототипу.

6.9. Визначають відносну похибку розрахунку

$$\frac{D_{\text{найбільший}} - D_{\text{найменший}}}{D_{\text{найменший}}}$$

$$\delta =$$

$$\delta =$$

$$\cdot 100\%$$

Дозволяється похибка до 5%.

Якщо похибка більша, то потрібно підібрати інші вихідні параметри і повторити розрахунок.

Побудова теоретичної індикаторної діаграми

Теоретична індикаторна діаграма будується по параметрам розрахункового циклу. Побудова діаграми починається з вибору масштабів тиску P і об'єму V .

При виборі масштабів необхідно забезпечити такі контури діаграми, в яких висота діаграми не була більша за її довжину.

Зручно, якщо відношення довжини діаграми до її висоти лежить в межах 1,2 – 1,6.

Рекомендується приймати довжину діаграми, тобто відрізок, що визначається робочий об'єм V_s , рівним 200-250 мм.

В цьому випадку для двигунів без наддуву, у яких $PZ \leq 6,5$ МПа ; вдалим масштабом ординат буде 1 МПа = 25-35 мм.

Тому якщо $m=30$ мм, а $PZ=6$ МПа, то тиск виражається ординатою
 $6 \cdot m = 6 \cdot 30 = 180$ мм

В двигунах у наддувах в залежності від значення PZ слід змінити масштаб ординат. Після вибору масштабів будується теоретична індикаторна діаграма і виробляються потрібні для цього розрахунки в наступному порядку:

1. Проводяться вісі координат P і V .
2. По прийнятому значенні відрізка V_s і відомій величині ступеня стиску розраховується:

$$V_c = V_s \varepsilon - 1 \text{ (мм)}$$

тоді повний об'єм:

$$V = V_s + V_c \text{ (мм)}$$

знаходимо абсцису точки z з рівняння: $V_z = \rho \cdot V_c$ (мм)

де ρ – ступінь попереднього розширення

знайдені значення V_c , V_s і V_z відкладаємо по вісі абсцис .

3. Креслимо атмосферну лінію на m мм вище вісі абсцис.

4. Наносимо основні точки діаграми a , c , z' , z і b , ординати яких відповідно дорівнюють добутку тиску в цих точках на масштаб ординат, тобто a , c , z і m

5. З'єднуємо точки c і z' , z і z , b і a , і отримуємо лінії горіння отримуємо лінії горіння і вільного випуску.

6. Будуємо криву стиску. Для цього використовуємо рівняння політропи стиску.

$$P V^{n1} = a V^{n1}$$

і вираховуємо проміжні значення P (мм) для різних частин об'єму по формулі

$$1 = a \cdot m \cdot V_{a1}$$

Якщо прийняти $V_a = 1$, то $1 = a \cdot m \cdot V_{n1}$

Проміжні значення V потрібно брати в долях одиниці.

Для більш точної будови політропи в лівій частині (примикає до вісі ординат) точки слід брати простіше у зв'язку з більшою крутизною політропи.

Для політропи стиску рекомендується таке чергування точок: 0,9 V_a , 0,8 V_a , 0,7 V_a , 0,6 V_a , 0,5 V_a , 0,4 V_a , 0,3 V_a , 0,2 V_a , 0,1 V_a .

Відклавши отриманні ординати вгору з відповідних ділень, знаходимо точки, при з'єднанні яких плавною лінією отримуємо криву політропи стиску.

Координати останньої точки політропи будуть $V_c = P_c \cdot m$.

7. Будуємо криву розширення аналогічно побудові кривої стиску, розрахувавши ординати по формулі $V = b \cdot m \cdot V_{n2}$

Для більш точного вираховування можна рекомендувати таке чергування точок: 1,25 V_z , 1,5 V_z , 2 V_z , і далі ще 7-8 точок, що використовувались для будовання політропи стиску.

Проміжні значення V для перших трьох точок визначаються по значенням:

$$1,25 V_z V_a, 1,5 V_z V_a, 2 V_z V_a$$

8. Проводимо лінії наповнення і випуску. Лінія випуску проводиться вище вісі абсцис на $P_r \cdot m$ (мм)

За допомогою планіметра визначаємо площу індикаторної діаграми.

Визначаємо середній теоретичний індикаторний тиск за формулою

$$P_i = F V_s \cdot m \text{ (МПА)}$$

де F - площа діаграми в мм^2

Відносну похибку розрахунку підраховуємо за формулою

$$\delta = \frac{P}{P} \text{ найбільше} - \frac{P}{P} \text{ найменше}$$

Де P – середній індикаторний тиск, підрахований по діаграмі і по емпіричній формулі.

Дозволяється похибка до 5 %.

Якщо відсутній планіметр, то теоретичну індикаторну діаграму потрібно побудувати на міліметровому аркуші формату А3 і обчислити площу діаграми в мм^2

Середній індикаторний тиск можна підрахувати і по середній ординаті. Для цього довжину діаграми потрібно розділити на 10 або більше частин. Із середини кожної частини треба провести вертикалі, що пересікають діаграму. Після цього замірюються відрізки 1, 2, 3 і так далі, що лежать в у середині діаграми.

Середній індикаторний тиск визначається по формулі $p_1 + \gamma_2 + 3 \dots + 10$ $10 \cdot m$, де m - масштаб тиску.

Приклади розрахунку робочого циклу 4-х тактних дизелів

Завдання

Розрахувати робочий цикл 4х тактного дизеля ефективною потужністю при частоті обертання колінвала 25 об/с. Число циліндрів $z=6$. Тиск кінця згорання P_z ступінь стиску $E=15$. Паливо дизельне з середнім складом: $C=0,87$, $H_2=0,126$, $O_2=0,004$

Нижча теплота згорання палива $Q_H=42,47 \cdot 10^3$ КДж/кг.

Вибір додаткових вихідних параметрів. Для високообертового дизеля приймаємо додаткові дані:

- тиск навколишнього середовища - $P_0=0,098$ МПа ;
- температура навколишнього середовища - $T_0=290$ К;
- коефіцієнт надлишку повітря - $\alpha=2,0$;
- показник політропи стиску - $n_1=1,37$;
- показник політропи розширення - $n_2=1,27$;
- прирощення температури повітря внаслідок нагріву його гарячими деталями двигуна - $\Delta T_0=10$ К;
- коефіцієнт залишкових газів - $r=0,06$;
- механічний к.к.д. – $m=0,78$;
- відношення площі до площі клапана – $F_T=7,2$;
- тиск випуску – $P_r=0,11$ МПа;
- температура залишкових газів - $T_r=730$ К.
- коефіцієнт використання теплоти - $\xi=0,8$

Розрахунок робочого циклу. Процес наповнення

Визначаємо температуру поступаючого в циліндр повітря.

$$T_0' = T_0 + \Delta T_0 = 290 + 10 = 300 \text{ К}$$

де: T_0 - температура навколишнього середовища;

ΔT_0 - прирощення температури повітря внаслідок нагріву його гарячими деталями двигуна.

Температура суміші свіжого заряду з за мішковими газами на початку стиску

$$T_a = T_0' + r T_r = 300 + 0,06 \cdot 730 = 324 \text{ К}$$

де: r - коефіцієнт залишкових газів;

T_r - температура залишкових газів.

Тиск на початку стиску визначається по формулі:

$$P_a = 98066 - K \cdot c_2^2$$

де : c_2^2 - найбільша швидкість протікання повітря при відкритті клапана.

$$c_2^2 = 1,57 \cdot C_m F_f$$

де: C_m - середня швидкість поршня, м/с

$$C_m = 2 \cdot s \cdot n = 2 \cdot 0,18 \cdot 25 = 9 \text{ м/с}$$

Так як $C_m=9$ м/с, то

$$c_2^2 = 1,57 \cdot 9 \cdot 7,2 = 101,74 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт k , враховуючий гідравлічний опір, приймаємо рівним 1,3.
Тоді:

$$P_a = 98066 - 1,3 \cdot 101,742 = 0,0846 = 0,085 \text{ МПа}$$

Визначаємо коефіцієнт наповнення робочого циліндра повітрям:

$$n = \varepsilon - 1 P_a P_0 T_0 T_1 + r$$

$$n = 1515 - 10,0850,09829032411 + 0,06 = 0,78$$

Процес стиску

Визначаємо величину тиску в кінці стиску

$$P_r = P_a n^1 = 0,085 \cdot 151,37 = 3,74 \text{ МПа}$$

(у прототипу $P_c = 3,4 - 3,5 \text{ МПа}$)

Визначаємо температуру повітря в кінці стиску

$$T_c = T_a n^{1-1} = 324 \cdot 151,37^{-1} = 882 \text{ К}$$

Цієї температури достатньо для samozapalювання палива на всіх режимах роботи дизеля.

Процес згорання

Визначаємо теоретично необхідну кількість молей повітря для згорання 1 кг палива:

$$L_0 = 10,21 C_{12} + n_{24} + 0,232 = 10,210,8712 + 0,1264 - 0,00432 = 0,495 \text{ кмоль/кг}$$

Дійсна кількість повітря, необхідного для згорання 1 кг палива

$$L = \alpha \cdot L_0 = 0,495 \cdot 2 = 0,99 \text{ кмоль/кг}$$

де: α - коефіцієнт надлишку повітря.

Визначаємо кількість молей суміші повітря і залишкових газів в кінці стиску до моменту початку горіння:

$$M_1 = 1 + r \cdot L = 1 + 0,06 \cdot 0,99 = 1,05 \text{ кмоль/кг}$$

Визначаємо кількість молей суміші в циліндрі після згорання палива:

$$M_2 = c_{12} + n_{22} + 2 - 0,21 L_0 + r = 0,8712 + 0,1262 + 2 - 0,21 \cdot 0,495 + 0,06 = 1,081 \text{ кмоль/кг}$$

Дійсний коефіцієнт молекулярного змінювання:

$$\beta = M_2 / M_1 = 1,081 / 1,051,03$$

Визначаємо ступінь підвищення тиску:

$$= P_z / P_c = 6,73,74 = 1,93$$

Значення величин i відповідають допустимим значенням для швидкохідних дизелів.

Визначаємо максимальну температуру циклу:

$$Q_H(1+r) + c_{vm}' + 8,33 \lambda T_c = \beta \cdot C_{pm}'' T_z$$

де: - коефіцієнт використання теплоти.

$$\text{Приймаємо } \xi = 0,8$$

Q_H - нижча теплота згорання.

$$Q_H = 42,47 \cdot 10^3 \text{ КДжкг}$$

L -дійсна кількість повітря.

$$L = 0,99 \text{ кмоль/кг}$$

r -коефіцієнт залишкових газів.

$$\text{Приймаємо } r = 0,06$$

β - дійсний коефіцієнт молекулярного змінювання

$$\beta = 1,03$$

T_c - температура кінця тиску

T_z - температура кінця горіння

C_{vm}'' - середня молярна ізохорна теплоємність сухого повітря в кінці стиску

$$C_{vm}'' = 19,3 + 0,0025 T_c = 19,3 + 0,0025 \cdot 882 = 21,51 \text{ КДжкмоль} \cdot \text{К}$$

C_{pm}'' - середня молярна ізобарна теплоємність продуктів згорання при максимальній температурі циклу

$$C_{pm}'' = C_{v}'' + 8,32$$

де: C_{v}'' -середня молярна ізохорна теплоємність продуктів згорання при максимальній температурі циклу.

$$C_{vm}'' = 20,4 + \alpha \cdot 1 \cdot 19,3 + 360 + \alpha \cdot 1 \cdot 251,4 \cdot 10^5 T_z = 20,4 + 2 \cdot 1 \cdot 19,32 + 360 + 2 \cdot 1 \cdot 251,42 \cdot 10^5 T_z = 19,85 + 0,00306 T_z \text{ КДжКмоль} \cdot \text{К}$$

Визначив значення C_{vm}'' знаходимо середню молярну ізобарну теплоємність продуктів згорання при максимальній температурі циклу:

$$C_{pm}'' = C_{v}'' + 8,32 = 19,85 + 0,00306 T_z + 8,33 = 28,17 + 0,00306 T_z$$

Підставляємо в рівняння згорання значення відомих величин:

$$0,8 \cdot 42,47 \cdot 10^3 \cdot 0,99(1 + 0,06) + 21,51 + 8,32 \cdot 1,39 \cdot 882 = 1,03(28,17 + 0,00306 T_z) \cdot T_z$$

$$32376,6 + 33134,6 = 29,015 T_z + 0,00315 T_z^2$$

або

$$0,00315 T_z^2 + 29,015 T_z - 65511,2 = 0$$

$$T_z = -29,015 + 29,0152 + 4 \cdot 0,00315 \cdot 65511,22 \cdot 0,00315 = 1876 \text{ K}$$

Отримане значення максимальної температури циклу відповідає допустимим межах.

Процеси розширення і випуску

Визначаємо ступінь попереднього розширення:

$$p = \beta \cdot T_z \lambda \cdot T_c = 1,03 \cdot 1876 \cdot 1,93 \cdot 882 = 1,135$$

Визначаємо ступінь подальшого розширення:

$$\delta = p = 151,135 = 13,22$$

Визначаємо температуру газів в кінці розширення:

$$T_v = T_z n^{2-1} = 1876 \cdot 13,22^{2-1} = 933 \text{ K}$$

Тиск в кінці розширення:

$$P_v = P_z n^2 = 6,713 \cdot 13,22^2 = 0,25 \text{ МПа}$$

Визначаємо тиск у виховному колекторі

$$P_r = 1,1 \cdot 0,098 = 0,108 \text{ МПа}$$

Основні індикаторні і ефективні показники циклу

Середній теоретичний індикаторний тиск визначається по формулі:

$$P_i' = P_c \varepsilon^{-1} p^{-1} + \lambda p n^{2-1} - 1 - 1 n^{2-1} - 1 n^{1-1} - 1 n^{1-1} = 3,4715 - 11,931,135 - 1 + 1,93 \cdot 11351,27 - 11 - 113,221,27 - 11,37 - 11 - 1151,37 - 1 = 0,648 \text{ МПа}$$

Визначаємо середній індикаторний тиск з урахуванням поправок на повноту діаграми.

Приймаємо $\varphi = 0,95$

Тоді, $P_i = \varphi \cdot P_i' = 0,95 \cdot 0,648 = 0,616 \text{ МПа}$

де: φ -коефіцієнт повноти діаграми.

Визначаємо середній ефективний тиск:

$$P_e = P_i \cdot m = 0,616 \cdot 0,78 = 0,430 \text{ МПа}$$

Визначаємо економічні показники.

Індикаторна питома витрата палива

$$g_i = 443 \cdot n P_0 L T_0 P_i = 443 \cdot 0,78 \cdot 0,0980,99 \cdot 290 \cdot 0,616 = 0,187 \text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$$

Ефективна питома витрата палива

$$g_e = g_{im} = 0,1870,78 = 0,240 \text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$$

(у прототипу $g_e = 0,231 - 0,244 \text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$)

Індикаторний к.к.д.

$$i = 3600 g_i Q_H = 36000,187 \cdot 42,47 \cdot 10^3 = 0,45$$

Ефективний к.к.д.

$$e = i \cdot \eta_m = 0,45 \cdot 0,78 = 0,35$$

Визначаємо діаметр циліндра по формулі ефективної потужності:

$$N_e = 0,785 \cdot p_e D^2 \cdot S \cdot z \cdot k \cdot n \cdot \text{кВт}$$

звідки

$$D = \sqrt{N_e / (0,785 \cdot S \cdot z \cdot k \cdot n \cdot p_e)} = \sqrt{1100,785 \cdot 0,18 \cdot 6 \cdot 0,5 \cdot 480} = 0,147 \text{ (м)}$$

де: N_e - ефективна потужність в кВт;

p_e - ефективний тиск в кПа.

Розрахунковий діаметр зіставляється с розмірами діаметра циліндру двигуна- прототипу по Державному стандарту.

Згідно до ДСТ 4393-82 приймаємо $D = 150 \text{ мм}$.

Похибка складає:

$$\delta = \frac{D_{\text{найбільший}} - D_{\text{найменший}}}{D_{\text{найменший}}} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{150 - 147}{147} \cdot 100 = 2,04 \%$$

Побудова теоретичної індикаторної діаграми

Теоретична індикаторна діаграма будується по параметрам розрахункового циклу.

Будування діаграми починаємо з вибору масштабу тиску P і об'єму V .

Приймаємо $V_s = 200 \text{ мм}$.

Тоді з урахуванням масштабу отримуємо висоту діаграми при $P_z = 6,7 \text{ МПа}$

$$20 \cdot 6,7 = 134 \text{ мм}$$

По прийнятному значенню відрізка V_s і відомій величині визначаємо:

$$V_c = V_s \varepsilon - 1 = 200 \cdot 1,5 - 1 = 13,33 \text{ мм}$$

Тоді

$$V_a = V_s + V_c = 200 + 13,33 = 213,33 \text{ мм}$$

Відношення довжини діаграми до її висоти складає:

$$V_a / P_z = 213,33 / 132 = 1,59$$

що відповідає значенню, що рекомендується.
По відомому ступеню попереднього розширення і об'єму стиску
визначаємо Vz:

$$Vz = \rho \cdot Vc = 1,135 \cdot 13,33 = 15,13 \text{ мм}$$

Переводимо в масштабні одиниці наступні параметри стиснення:
 $\rho_0 = 20 \cdot 0,098 = 1,96 \text{ мм}$
 $\rho_a = 20 \cdot 0,085 = 1,7 \text{ мм}$
 $\rho_c = 20 \cdot 3,47 = 69,4 \text{ мм}$
 $\rho_z = 20 \cdot 6,7 = 134 \text{ мм}$
 $\rho_b = 20 \cdot 0,252 = 5,04 \text{ мм}$
 $\rho_r = 20 \cdot 0,108 = 2,16 \text{ мм}$

По отриманим значенням ординат наносимо на діаграму точки «а», «с», «z», «z' « b» і проводимо лінії згорання с z' і z z' , випуску b a, атмосферну лінію випуску у відповідному масштабі. Об'єм V_a ділимо на 10 рівних частин і позначаємо їх 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ... 0,9, 1,0.

Будування політропи стиску починаємо з знаходження проміжних значень P для різних частин об'єму по формулі:

$$p' = \rho_a \cdot m V_n 1 (\text{мм})$$

При V= 1	$p' = 0,085 \cdot 2011,37 = 1,7 \text{ (мм)}$
При V= 0,9	$p' = 0,085 \cdot 200,91,37 = 1,96 \text{ (мм)}$
При V= 0,8	$p' = 0,085 \cdot 200,81,37 = 2,31 \text{ (мм)}$
При V= 0,7	$p' = 0,085 \cdot 200,71,37 = 2,77 \text{ (мм)}$
При V= 0,6	$p' = 0,085 \cdot 200,61,37 = 3,42 \text{ (мм)}$
При V= 0,5	$p' = 0,085 \cdot 200,51,37 = 4,39 \text{ (мм)}$
При V= 0,4	$p' = 0,085 \cdot 204 = 5,96 \text{ (мм)}$
При V= 0,3	$p' = 0,085 \cdot 200,31,37 = 8,85 \text{ (мм)}$
При V= 0,2	$p' = 0,085 \cdot 200,21,37 = 15,45 \text{ (мм)}$
При V= 0,1	$p' = 0,085 \cdot 200,11,37 = 39,8 \text{ (мм)}$

Відклавши отримані ординати p' вгору з відповідних зелений знаходимо точки при з'єднанні яких плавною лінією отримаємо криву політропи стиску.

Для будування політропи розширення приймаємо проміжні значення об'ємів в такій послідовності:

$$1,25 VZVa = 1,25 \cdot 15,13213,33 = 0,09 Va$$

$$1,5 VZVa = 1,5 \cdot 15,13213,33 = 0,106 Va$$

$$2,0 VZVa = 1,15 \cdot 15,13213,33 = 0,142 Va$$

і далі 0,2 Va , 0,3 Va , 0,4 Va , 0,5 Va , 0,6 Va , 0,7 Va , 0,8 Va , 0,9 Va.

Визначаємо проміжні значення p'' для прийнятих частин об'єму по рівнянню.

$$p'' = p_b \cdot m V^n$$

Тоді, при

$$V = 1 \quad p'' = 0,252 \cdot 2011,27 = 5,04 \text{ мм}$$

$$V = 0,9 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,91,27 = 5,76 \text{ мм}$$

$$V = 0,8 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,81,27 = 6,69 \text{ мм}$$

$$V = 0,7 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,71,27 = 7,92 \text{ мм}$$

$$V = 0,6 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,61,27 = 9,64 \text{ мм}$$

$$V = 0,5 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,51,27 = 12,14 \text{ мм}$$

$$V = 0,4 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,41,27 = 16,15 \text{ мм}$$

$$V = 0,3 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,31,27 = 23,23 \text{ мм}$$

$$V = 0,2 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,31,27 = 39,1 \text{ мм}$$

$$V = 0,142 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,1421,27 =$$

$$V = 0,106 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,1061,27 =$$

$$V = 0,09 \quad p'' = 0,252 \cdot 200,091,27 =$$

За отриманими ординатами будуємо криву розширення.

Відклавши величину ординати P_g проводимо лінію випуск, а відклавши ординату P_a - лінію наповнення.

Перевіряємо похибку побудови діаграми. Планіметрируючи площу діаграми (площу корисної роботи), отримуємо $f = 2680 \text{ мм}^2$.

Тоді середній індикаторний тиск знайдений графічно:

$$P'_i = f V_s \cdot m = 2680 \cdot 200 \cdot 20 = 0,670 \text{ МПа}$$

Середній індикаторний тиск знайдений аналітично $P'_i = 0,648 \text{ МПа}$

Похибка складає:

$$\delta = P'_i \text{найбільша} - P'_i \text{найменша} P'_i \text{найменша} \cdot 100$$

$$\delta = 0,670 - 0,648 / 0,648 \cdot 100 = 3,4 \%$$

що допускається.

Завдання.

Розрахувати робочий цикл 4-х тактного дизеля з газотурбінним наддувом. Ефективна потужність дизеля $N_e = 294 \text{ кВт}$ при частоті обертання колінвала $n = 6,66 \text{ об/с}$. Число циліндрів $z = 6$. Ступінь стиску $\epsilon = 12$. Тиск після компресора $P_H = 0,13 \text{ МПа}$. Корпус компресора не охолоджується.

Вибір додаткових вихідних параметрів

Для тихохідного дизеля з газотурбінним наддувом без охолодження компресора приймаємо додаткові вихідні параметри:

- тиск навколишнього середовища
 $P_0 = 0,098 \text{ МПа}$
- температура навколишнього середовища
 $T_0 = 290 \text{ К}$
- температура залишкових газів
 $T_r = 800 \text{ К}$
- коефіцієнт залишкових газів
 $r = 0,02$
- приросту температури повітря внаслідок нагріву його від контакту з гарячими деталями
 $\Delta T_0 = 5 \text{ К}$
- показник політропи стиснення в компресорі
 $n_H = 1,8$

Розрахунок параметрів процесу наповнення робочого циліндру

Визначаємо температуру повітря після компресора:

$$T_H = T_0 P_H^{1/n_H} P_0^{1/n_H - 1} = 290 \cdot 1,3^{1/1,8} \cdot 0,098^{1/1,8 - 1} = 328 \text{ К}$$

При такій температурі охолоджувач повітря встановлювати нерационально, тому температура повітря в момент надходження в циліндр

$$T_0' = T_H + \Delta T = 328 + 5 = 333 \text{ К}$$

Тиск початку стиску

$$P_a = 0,90 P_H = 0,90 \cdot 0,13 = 1,117 \text{ МПа}$$

Визначаємо температуру в момент початку стиску

$$T_a' = T_0' + r T_r = 333 + 0,02 \cdot 800 = 342 \text{ К}$$

Коефіцієнт наповнення

$$\eta = \frac{P_a P_H T_H T_a'}{P_0 T_0 T_H T_a} = \frac{1,117 \cdot 0,13 \cdot 290 \cdot 342}{0,098 \cdot 290 \cdot 1,3 \cdot 342} = 0,923$$

В цьому розрахунку величина η визначається по параметрам P_H і T_H , тому індикаторна питома витрата палива буде визначатись також по значенням P_H і T_H .

Далі розрахунок робочого циклу двигуна з наддувом виробляється аналогічно розрахунку дизеля без наддува.

Варіанти курсових проектів

Варіант 1

1. 1Ч 10,5/13 $N_e = 7,4$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 17,5$, $P_z = 6,4$ МПа;
1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №2.

Варіант 2

1. 2Ч 10,5/13 $N_e = 14,7$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 17,5$, $P_z = 6,5$ МПа;
1.1. Розробити інструкцію з перевірки і регулювання теплових зазорів в газорозподільчому механізмі.

Варіант 3

1. 6Ч 12/14 $N_e = 66$ кВт, $n = 25,8$ с⁻¹, $\varepsilon = 16$, $P_z = 6,0$ МПа.
1.1. Описати можливі несправності дизеля при його пуску.

Варіант 4

1. 2Ч 12/14 $N_e = 22$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 16$, $P_z = 6,1$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №3.

Варіант 5

1. 6ЧН 12/14 $N_e = 92$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 7,5$ МПа, $P_H = 0,14$ МПа.
1.1. Описати можливі несправності системи охолодження.

Варіант 6

1. 2ЧН 12/14 $N_e = 31$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 7,6$ МПа, $P_H = 0,14$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №2.

Варіант 7

1. 4ЧН 12/14 $N_e = 61$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,6$, $P_z = 7,5$ МПа, $P_H = 0,14$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з проведення щоденного ТО.

Варіант 8

1. 4Ч 12/14 $N_e = 44$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 16$, $P_z = 6,0$ МПа.
1.1. Описати можливі несправності системи змащення.

Варіант 9

1. 4Ч 10,5/13 $N_e = 30$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 17,5$, $P_z = 6,5$ МПа.
1.1. Зняття кругової діаграми газорозподілу.

Варіант 10

1. 6ЧСП 15/18 $N_e = 110$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 7,5$ МПа.
1.1. Описати можливі несправності системи змащення.

Варіант 11

1. 6ЧСП 15/18 $N_e = 110$ кВт, $n = 22,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 7,5$ МПа.
1.1. Описати можливі несправності КШМ.

Варіант 12

1. 6ЧСПН 15/18 $N_e = 110$ кВт, $n = 16,7$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 7,5$ МПа, $P_{ii} = 0,14$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію по знаходженню ВМТ без допомоги регляжа .

Варіант 13

1. 6ЧСПН 15/18 $N_e = 173$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 8,0$ МПа, $P_{ii} = 0,14$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з підготовки дизеля до пуску після ремонту.

Варіант 14

1. 6ЧСПН 15/18 $N_e = 173$ кВт, $n = 22,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 8,0$ МПа, $P_{ii} = 0,14$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №1.

Варіант 15

- 1.12ЧСП 15/18 $N_e = 221$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 7,6$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з обслуговування дизеля під час його роботи.

Варіант 16

- 1.12ЧСП 15/18 $N_e = 221$ кВт, $n = 22,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 7,6$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з перевірки і регулювання форсунок.

Варіант 17

1. 6ЧСП 18/22 $N_e = 110$ кВт, $n = 12,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,0$, $P_z = 5,7$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з проведення щоденних ТО.

Варіант 18

1. 6ЧСП 18/22 $N_e = 114$ кВт, $n = 12,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,1$, $P_z = 5,6$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №1.

Варіант 19

1. 6ЧСП 18/22 $N_e = 116$ кВт, $n = 12,6$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,7$ МПа.
1.1. Описати можливі несправності системи охолодження.

Варіант 20

1. 6ЧСП 18/22 $N_e = 100$ кВт, $n = 12,3$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,9$, $P_z = 5,7$ МПа.
1.1. Описати можливі несправності системи змащення.

Варіант 21

1. 6ЧСПН 18/22 $N_e = 166$ кВт, $n = 12,5$ с⁻¹, $P_z = 5,7$ МПа, $P_{ii} = 0,15$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з визначення і регулювання кута випередження подачі палива.

Варіант 22

1. 6ЧСПН 18/22 $N_e = 160$ кВт, $n = 12,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,0$, $P_z = 7,0$ МПа, $P_{ii} = 0,15$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №2.

Варіант 23

1. 6ЧСПН 18/22 $N_e = 162$ кВт, $n = 12,3$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,1$, $P_z = 7,2$ МПа, $P_{ii} = 0,15$ МПа.
1.1. Розробити інструкцію з перевірки ВМТ за допомогою регляжа.

Варіант 24

1. 8ЧСПН 18/22 $N_e = 232$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 12,8$, $P_z = 7,5$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,15$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності системи змащення.

Варіант 25

1. 8ЧСПН18/22 $N_e = 230$ кВт, $n = 12,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 12,6$, $P_z = 7,6$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,145$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з перевірки і регулювання форсунок.

Варіант 26

1. 8ЧСПН 18/22 $N_e = 220$ кВт, $n = 12,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 12,3$, $P_z = 7,3$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,14$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з перевірки і регулювання теплових зазорів у газорозподільному механізмі.

Варіант 27

1. 6ЧРН 32/48 $N_e = 640$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,25$, $P_z = 6,48$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з перевірки і регулювання форсунок.

Варіант 28

1. 6ЧРН 32/48 $N_e = 735$ кВт, $n = 7,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,25$, $P_z = 6,48$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію знаходження ВМТ за допомогою регляжа.

Варіант 29

1. 6ЧРН 32/48 $N_e = 486$ кВт, $n = 5,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,2$, $P_z = 5,8$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з перевірки і регулювання об'єму камери стиску.

Варіант 30

1. 6ЧРН 32/48 $N_e = 515$ кВт, $n = 5,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,2$, $P_z = 6,6$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з перевірки і регулювання форсунок.

Варіант 31

1. 6ЧРН 32/48 $N_e = 552$ кВт, $n = 5,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,2$, $P_z = 6,9$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з підготовки дизеля до роботи після ремонту.

Варіант 32

1. 6ЧР 32/48 $N_e = 294$ кВт, $n = 4,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,2$ МПа

1.1. Описати можливі несправності системи охолодження.

Варіант 33

1. 6ЧР 32/48 $N_e = 368$ кВт, $n = 5,8$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності системи змащення.

Варіант 34

1. 6ЧР 32/48 $N_e = 294$ кВт, $n = 5,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію зі зняття "гребінок" і їх обробки.

Варіант 35

1. 6ЧР 32/48 $N_e = 397$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності живлення системи.

Варіант 36

1. 6ЧР 32/48 $N_e = 426$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,98$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з проведення щоденного ТО.

Варіант 37

1. 8ЧР 32/48 $N_e = 493$ кВт, $n = 5,8$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №3.

Варіант 38

1. 6ЧР 32/48 $N_e = 485$ кВт, $n = 7,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,98$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №2.

Варіант 39

1. 8ЧР 32/48 $N_e = 493$ кВт, $n = 6,05$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,2$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності дизеля при пуску.

Варіант 40

1. 8ЧРН 32/48 $N_e = 736$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,2$, $P_z = 6,0$ МПа, $P_n = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію зі зняття кругової діаграми газорозподілу.

Варіант 41

1. 8ЧРН 32/48 $N_e = 773$ кВт, $n = 5,83$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,2$, $P_z = 7,5$ МПа, $P_n = 0,13$ МПа.

1.1. Зняття “гребінок” і їх обробка.

Варіант 42

1. 8ЧР 32/48 $N_e = 490$ кВт, $n = 5,6$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,1$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з перевірки висоти і об’єму камери стиску.

Варіант 43

1. 8ЧР 24/36 $N_e = 229$ кВт, $n = 6,0$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,4$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності дизеля при пуску.

Варіант 44

1. 8ЧР 24/36 $N_e = 224$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,4$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Перевірка і регулювання кута випередження подачі палива.

Варіант 45

1. 8ЧР 24/36 $N_e = 294$ кВт, $n = 8,3$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,4$, $P_z = 5,2$ МПа.

1.1. Зняття “гребінок” і їх обробка.

Варіант 46

1. 8ЧРН 24/36 $N_e = 294$ кВт, $n = 5,8$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,4$, $P_z = 6,2$ МПа,
 $P_n = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію по обслуговуванню дизеля при незапланованій зупинці.

Варіант 47

1. 8ЧРН 24/36 $N_e = 309$ кВт, $n = 6,08$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,4$, $P_z = 6,4$ мПа, $P_n = 0,127$ мПа.

1.1. Перевірка і регулювання форсунок.

Варіант 48

1. 8ЧРН 24/36 $N_e = 309$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,4$, $P_z = 6,4$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,127$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності живлення системи.

Варіант 49

1. 8ЧРН 24/36 $N_e = 425$ кВт, $n = 8,3$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,4$, $P_z = 6,5$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,127$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №3.

Варіант 50

1. 12ЧНС 18/20 $N_e = 736$ кВт, $n = 28,3$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,5$, $P_z = 8,5$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,157$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності системи змащення.

Варіант 51

1. 12ЧНС 18/20 $N_e = 736$ кВт, $n = 25,8$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,5$, $P_z = 8,5$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,157$ МПа.

1.1. Основні можливі несправності живлення системи.

Варіант 52

1. 12ЧНС 18/20 $N_e = 662$ кВт, $n = 25$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,5$, $P_z = 8,5$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,157$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з проведення ТО №2.

Варіант 53

1. 6ЧРН 36/45 $N_e = 662$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 12,0$, $P_z = 7,0$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,14$ МПа.

1.1. Описати причини стуків у дизелі.

Варіант 54

1. 6ЧРН 36/45 $N_e = 736$ кВт, $n = 5,8$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,0$, $P_z = 7,5$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,17$ МПа.

1.1. Описати основні можливі несправності системи змащення.

Варіант 55

1. 6ЧРН 36/45 $N_e = 883$ кВт, $n = 6,25$ с⁻¹, $\varepsilon = 13,0$, $P_z = 8,0$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,14$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію зняття кругової діаграми газорозподілу.

Варіант 56

1. 6Ч 25/34 $N_e = 220$ кВт, $n = 8,33$ с⁻¹, $\varepsilon = 14$, $P_z = 5,7$ МПа.

1.1. Розробити інструкцію з підготовки дизеля до пуску після ремонту.

Варіант 57

1. 6ЧРН 25/34 $N_e = 294$ кВт, $n = 8,3$ с⁻¹, $\varepsilon = 12$, $P_z = 5,8$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,14$ МПа.

1.1. Описати причини ненормальних кольорів вихлопних газів.

Варіант 58

1. 6ЧРН 30/38 $N_e = 390$ кВт, $n = 6,6$ с⁻¹, $\varepsilon = 12,5$, $P_z = 6,0$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,145$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності системи пуску.

Варіант 59

1. 6ЧР 30/38 $N_e = 295$ кВт, $n = 6,6$ с⁻¹, $\varepsilon = 14,5$, $P_z = 6,0$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності системи охолодження.

Варіант 60

1. 6ЧРН 30/38 $N_e = 395$ кВт, $n = 6,6$ с⁻¹, $\varepsilon = 12,5$, $P_z = 6,0$ МПа, $P_{\text{н}} = 0,145$ МПа.

1.1. Описати можливі несправності живлення систем

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Кілійський транспортний фаховий коледж
Державного університету інфраструктури та технологій»

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни: «Суднові дизельні установки»

Спеціальність:

271 «Морський та внутрішній водний транспорт»

заочна форма навчання

III курс

На тему: «Перевірочний розрахунок дизеля»

**Керівник курсового
проекту:**

Студент:

Група: _____ Курс: _____

Курсовий проект захищено з оцінкою

« ___ » _____ 20__ р. _____

м. Кілія 20__

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Кілійський транспортний фаховий коледж
Державного університету інфраструктури та технологій»

ЗАВДАННЯ

на курсовий проект з дисципліни
“Суднові дизельні установки”
студента III курсу заочної форми навчання групи _____
спеціальність 271 “Морський та внутрішній водний транспорт”

Прізвище, ім'я, по батькові _____

Тема курсового проекту:

Провести перевірочний розрахунок дизеля

Варіант № _____

Марка двигуна _____

Вихідні дані для розрахункового розділу:

$N_e =$ _____ кВт; $n =$ _____ s^{-1} ; $\varepsilon =$ _____

$P_z =$ _____ МПа; $P_n =$ _____ МПа

Курсовий проект виконується в обсязі:

I ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

- 1.1 Зміст завдання
- 1.2 Технічна характеристика двигуна.
- 1.3 Напрямок експлуатації двигуна:

-
- 1.4 Охорона навколишнього середовища.
 - 1.5 Перелік використаної літератури.

II РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

- 2.1 Вибір додаткових вихідних параметрів.
- 2.2 Розрахунок параметрів основних процесів дизеля.
 - 2.2.1 Розрахунок процесу наповнення.
 - 2.2.2 Розрахунок процесу стиснення.
 - 2.2.3 Розрахунок процесу згорання.
 - 2.2.4 Розрахунок процесу випуску.
- 2.3 Основні індикаторні і ефективні показники циклу.
- 2.4 Побудова теоретичної індикаторної діаграми.

III ГРАФІЧНИЙ РОЗДІЛ

- 3.1 Виконати креслення теоретичної індикаторної діаграми. (формат А-3)

Дата видачі _____ 20__ р.
Термін виконання _____ 20__ р.

Керівник курсового проекту _____

Основні показники роботи дизелів на номінальній потужності

Марка дизеля по ДСТ 4393-82	Питома ефективна витрата палива кг/кВт	Середній ефективний тиск P_e МПа	Тиск в кінці стиску P_c МПа	Максимальний тиск згорання P_z МПа	Температура вихлопних газів °С'
4ч 10,5/13	0,251 – 0,272	0,52	3,6	6,4	-
6ч 12/14	0,244 – 0,292	0,51-0,54	3,8	5,9-6,0	550
6чн 12/14	0,270 - 0,282	0,698	-	7,3	400
6чсп 15/18	0,231 – 0,244	0,430-0,463	3,4-3,5	7,4	450-500
6чспн 15/18	0,214-0,231	0,69-0,81	3,4-3,5	7,4-7,8	600-650
6чсп 18/22	0,224-0,238	0,53	3,4-3,5	-	370-420
6чспн 18/22	0,224	0,79-0,82	3,6-4,1	7,4-7,8	600-650
12чнс 18/20	0,250-0,263	0,89-0,98	-	-	490-600
8чр 24/36	0,217-0,228	0,56	3,6	5,1	350-390
8чрн 24/36	0,217	0,77	3,8	6,1	330-390
6ч 25/34	0,230-0,236	0,535	3,2-3,3	5,3-5,5	390-420
6чрн 25/34	0,230-0,235	0,535	3,2-3,3	5,5-5,9	400-415
6чр 30/38	0,244-0,250	0,55	3,1-3,3	5,5-5,9	380-400
6чрн 30/38	0,244-0,250	0,535	3,1	4,9-5,0	400-415
6чр 32/48	0,217-0,235	0,54-0,55	3,3-3,6	5,1-5,9	400-410
6чрн 36/45	0,213-0,224	1,03	5,2	7,8	410-450
6чрн 32/48	0,217	0,85-0,89	3,7-3,9	6,1-6,5	380-420

