МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКІЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Підйомно-транспортні машини та інжиніринг портового технологічного обладнання»

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
очної (денної) форми навчання
спеціальності
G11 «Машинобудування»
спеціалізації
G11.05 «Транспортні засоби портової інфраструктури»

Одеса-2026

Експлуатаційні властивості транспортних засобів портової інфраструктури. Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня очної (денної) форми навчання спеціальності G11 «Машинобудування» спеціалізації G11.05 «Транспортні засоби портової інфраструктури» – Одеса: Одеський національний морський університет, 2026. – 26 с.

Укладач: Стрельбіцький В.В. – доцент кафедри "Підйомно-транспортних машин та інжиніринг портового технологічного обладнання" Одеського національного морського університету. Методичні вказівки схвалено кафедрою «Підйомно-транспортні машини та інжиніринг портового технологічного обладнання» ОНМУ (протокол № _12_ від 21.03. 2026 р.).

Рецензент: Семенов П.О., к.т.н., доцент кафедри ПТМта ІПТО

Зміст

Вступ 3
1. Вимоги до виконання та оформлення розрахунково-графічного завдання 4
2. Завдання, вихідні дані 5
3. Методика розв’язку завдань 16
Список літератури 25
Додатки 26

© ОНМУ, 2026

ВСТУП

За своїм впливом на результати експлуатації машин показники їх надійності є такими же технічними характеристиками, як її продуктивність, геометричні параметри, споживання енергії, вартість.

Освітній компонент (навчальна дисципліна) «Експлуатаційні властивості транспортних засобів портової інфраструктури» орієнтований на засвоєння здобувачами вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти сучасних положень теорії експлуатації транспортних засобів. Під час опанування освітнього компонента (навчальної дисципліни) здобувачі основні питання, що пов’язані з визначенням експлуатаційних властивостей колісних транспортних засобів, показників якості машин, а також встановлення залежності між конструктивними параметрами і показниками експлуатаційних властивостей.

Метою освітнього компонента (навчальної дисципліни) є забезпечення здобувачів вищої освіти компетентностями та відповідними їм результатами навчання щодо експлуатації колісних транспортних засобів, що описують закономірності механіки руху транспортного засобу, встановлення залежності між конструктивними параметрами і показниками експлуатаційних властивостей, для ефективного функціонування у портах та вміння застосовувати ці знання у практичній роботі.

Метою розрахунково-графічної роботи є закріплення та поглиблення знань студентів з освітньої компоненти, а також набуття навичок з освоєння інженерних методів тягово -динамічний розрахунків колісних транспортних засобів.

1. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Розрахунково-графічне завдання (РГЗ) складається з титульного аркуша, завдання, розділів основного тексту та списку використаної літератури.

Робота оформлюється відповідно до нормативів ДСТУ та внутрішніх вимог кафедри. Зразок оформлення титульного аркуша наведено в Додатку 1.

Пояснювальну записку виконують згідно з ДСТУ 3008-2015 «Звіти у сфері науки і техніки» на аркушах формату А4 (210х297 мм). Текст пояснювальної записки розміщують на одному боці аркуша формату А4. Документ виконують комп'ютерним набором у текстових редакторах (MS Word, OpenOffice) шрифтом Times New Roman із кеглем 14 через півтора інтервали з розрахунку не більше 40 рядків на сторінці за умови рівномірного її заповнення, або пишуть від руки чітким почерком. Для рукописного оформлення використовують чорнило чи пасту одного кольору і відтінку (чорного, темно-фіолетового, темно-синього кольору), витримуючи крок між рядками у 8–10 мм (орієнтовно 20–25 рядків на аркуш).

Абзацний відступ має бути єдиним для всього документа й становити п'ять знаків (орієнтовно 1…1,25 см).

Нумерацію проставляють на кожній сторінці, починаючи з другої, після чого весь пакет документів скріплюють за допомогою степлера або скріпки.

Структурні розділи записки слід розпочинати з нової сторінки.

Вклеювання рисунків або їхніх ксерокопій з друкованих джерел (книг, методичних вказівок) не дозволяється. Ілюстрації створюються комп'ютерним способом або креслять вручну на аркуші. Для побудови графіків можна використовувати Microsoft Excel, LibreOffice Calc, Apache OpenOffice Calc та ін. Побудову графіків вручну виконують за допомогою лінійки та олівця, з обов'язковим дотриманням відносного масштабу та зазначенням ключових параметрів.

2. ЗАВДАННЯ, ВИХІДНІ ДАНІ

Завдання

Розрахуйте тягово-динамічні характеристики портового колісного транспортного засобу, а саме: тягово-швидкісні властивості, параметри гальмування, показники стійкості та керованості (критичну швидкість за перекиданням, за умовами заносу, за умовами керованості) та динамічний коридор. Розрахунки виконувати лише для 1 та 2 передачі, максимальної швидкості переміщення у портах 15км/год Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці відповідно до варіанта.

Номер варіанту відповідає номеру у списку групи.

Вихідні дані

Варіант 1

Марка и модель	DAF 95.360
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	DAF WS268
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	11,621
Максимальна потужність, кВт	268
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	2000
Максимальний крутний момент, Н·м	1521
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	1250
КПП	механічна, 16-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	13,80
Передаточне число 2-ї передачі	11,54
Головна передача	3,31
Колісна база, м	3,80
Шини	295/80 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7000
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kögel Port 40 Simplex***
Тип та кількість контейнерів n	1С × 2

Варіант 2

Марка и модель	MAN TGX 18.440
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	MAN D2066
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	10,518
Максимальна потужність, кВт	324
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	1900
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2100
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	механічна, 16-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈13,74
Передаточне число 2-ї передачі	≈11,54
Головна передача	≈3,08
Колісна база, м	3,60–3,90
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	18000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kässbohrer K.SHG S 40-12/27***
Тип та кількість контейнерів n	1A × 1

Варіант 3

Марка и модель	DAF XF FT 480
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	PACCAR MX-13
Тип двигуна	дизельний, турбодизель
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,9
Максимальна потужність, кВт	≈355
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1600
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2500
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000
КПП	автоматизована, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈16,69
Передаточне число 2-ї передачі	≈13,03
Головна передача	≈2,85
Колісна база, м	≈3,80
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Schmitz Cargobull S.CF 24G 45***
Тип та кількість контейнерів n	1C× 1 і 1D × 2

Варіант 4

Марка и модель	КрАЗ-64431
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	6×4
Двигун	ЯМЗ-238ДЕ2
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	8
Робочий об’єм, л	14,86
Максимальна потужність, кВт	≈243
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	2100
Максимальний крутний момент, Н·м	≈1275
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1100–1300
КПП	механічна, 5-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈7,44
Передаточне число 2-ї передачі	≈4,39
Головна передача	≈6,33
Колісна база, м	≈4,10
Шини	12.00 R20
Споряджена маса, кг	≈9500
Повна маса, кг	≈23500
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	TAD Heavy-3 (Україна)***
Тип та кількість контейнерів n	1AAA × 1

Варіант 5

Марка и модель	MAN TGS 18.400
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	MAN D2066
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	10,518
Максимальна потужність, кВт	294
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1900
Максимальний крутний момент, Н·м	≈1900
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	механічна, 16-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈13,74
Передаточне число 2-ї передачі	≈11,54
Головна передача	≈3,08
Колісна база, м	≈3,60 м
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500 кг
Повна маса, кг	18000 кг
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Wielton NS 3 P40***
Тип та кількість контейнерів n	1A × 1

Варіант 6

Марка и модель	DAF CF85
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	PACCAR MX
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,9
Максимальна потужність, кВт	≈265–340
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1500–1900
Максимальний крутний момент, Н·м	≈1830–2300
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000 – 1410
КПП	механічна, 16-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈13,80
Передаточне число 2-ї передачі	≈11,54
Головна передача	≈3,31
Колісна база, м	≈3,80
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Schmitz Cargobull S.CF 24G 40***
Тип та кількість контейнерів n	1C × 1 і 1C × 1

Варіант 7

Марка и модель	IVECO S-WAY 460
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	Cursor 13
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,9
Максимальна потужність, кВт	338
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1600
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2300
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈970–1500
КПП	автоматизована, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈15,86
Передаточне число 2-ї передачі	≈12,29
Головна передача	≈2,85
Колісна база, м	≈3,80
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Krone Box Liner eLTU5 Plus***
Тип та кількість контейнерів n	1AAA × 1

Варіант 8

Марка и модель	Renault Premium / Renault T
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	DXi 13 / DTI 13
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,8
Максимальна потужність, кВт	≈338
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1800
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2300
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	автоматизована, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈14,94
Передаточне число 2-ї передачі	≈11,73
Головна передача	≈2,85
Колісна база, м	≈3,80
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Schwarzmüller Multi-Container***
Тип та кількість контейнерів n	1A × 1

Варіант 9

Марка и модель	Mercedes-Benz Actros 1845
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	OM471
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,8 л
Максимальна потужність, кВт	≈330
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1600
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2200
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1450
КПП	автоматизована, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈11,70
Передаточне число 2-ї передачі	≈9,08
Головна передача	≈2,85
Колісна база, м	≈3,60
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	18000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Fliegl Goosneck 45***
Тип та кількість контейнерів n	1C × 1 і 1D × 2

Варіант 10

Марка и модель	Volvo FM 460
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	Volvo D13
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,8
Максимальна потужність, кВт	338
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1400–1800
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2300
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	механічна, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈12,64
Передаточне число 2-ї передачі	≈9,17
Головна передача	≈3,08
Колісна база, м	≈3,70
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Fliegl Vario V2***
Тип та кількість контейнерів n	1C × 1 і 1D × 2

Варіант 11

Марка и модель	Scania P 450
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	Scania DC13
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,7
Максимальна потужність, кВт	331
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1900
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2350
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1300
КПП	механічна, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈12,71
Передаточне число 2-ї передачі	≈9,25
Головна передача	≈2,92
Колісна база, м	≈3,75
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kässbohrer K.SHG M 45-12/27***
Тип та кількість контейнерів n	1AAA × 1

Варіант 12

Марка и модель	Ford Trucks 1842T
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	Ford Ecotorq
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,7
Максимальна потужність, кВт	309
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1800
Максимальний крутний момент, Н·м	2150
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	механічна, 16-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈13,80
Передаточне число 2-ї передачі	≈11,54
Головна передача	≈3,08
Колісна база, м	3,60
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	18000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kögel Port 45 Simplex***
Тип та кількість контейнерів n	1AAA × 1

Варіант 13

Марка и модель	Scania G450 XT
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	Scania DC13
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,7
Максимальна потужність, кВт	331
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1900
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2350
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1300
КПП	механічна, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈12,71
Передаточне число 2-ї передачі	≈9,25
Головна передача	≈3,08
Колісна база, м	≈3,75
Шини	315/80 R22.5
Споряджена маса, кг	≈8000
Повна маса, кг	≈19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kögel Port 45 Duplex***
Тип та кількість контейнерів n	1A × 1

Варіант 14

Марка и модель	Renault T 460
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	DTI 13
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,8
Максимальна потужність, кВт	338
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1800
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2300
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	механічна, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈14,94
Передаточне число 2-ї передачі	≈11,73
Головна передача	≈2,85
Колісна база, м	≈3,80
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kögel Port 45 Triplex***
Тип та кількість контейнерів n	1A × 1

Варіант 15

Марка и модель	Volvo FH 500
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	Volvo D13K
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,8
Максимальна потужність, кВт	368
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1400–1800
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2500
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	автоматизована, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈12,64
Передаточне число 2-ї передачі	≈9,17
Головна передача	≈2,85
Колісна база, м	≈3,70
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈7500
Повна маса, кг	19000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kässbohrer K.SHG L 45-15/27***
Тип та кількість контейнерів n	1C × 2

Варіант 16

Марка и модель	MAN TGX 26.480
Тип	сідельний тягач
Колісна формула	6×2
Двигун	MAN D26
Тип двигуна	дизельний, з турбонаддувом
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,4
Максимальна потужність, кВт	353
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	≈1800
Максимальний крутний момент, Н·м	≈2300
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	≈1000–1400
КПП	механічна, 16-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈15,86
Передаточне число 2-ї передачі	≈12,33
Головна передача	≈2,85
Колісна база, м	≈4,50
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈8500
Повна маса, кг	26000
ККД трансмісії	0,83
Кр	0,93
Напівпричіп	Kässbohrer KSHG AH 45-12/27***
Тип та кількість контейнерів n	1A × 1

Варіант 17

Марка и модель	DAF XG 480
Тип	Сідельний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	PACCAR MX-13
Тип двигуна	Дизельний, 6-циліндровий
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,9
Максимальна потужність, кВт	355
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	1600
Максимальний крутний момент, Н·м	2500
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	900–1125
КПП	автоматизована, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	12,92
Передаточне число 2-ї передачі	9,98
Головна передача	2,05 : 1
Колісна база, м	4,00
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈ 8 000
Повна маса, кг	19 000
ККД трансмісії	≈ 0,95
Кр	≈ 1,0
Напівпричіп	Kässbohrer K.SHG AVMH 45-12/27***
Тип та кількість контейнерів n	1AAA × 1

Варіант 18

Марка и модель	Mercedes-Benz Actros 2645
Тип	Сідельний тягач
Колісна формула	6×4
Двигун	OM 471
Тип двигуна	Дизельний, рядний, турбонаддув
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	12,8
Максимальна потужність, кВт	330
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	1600
Максимальний крутний момент, Н·м	2200
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	1100–1117
КПП	автоматизована, 12-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	11,63
Передаточне число 2-ї передачі	8,46
Головна передача	3,714 : 1
Колісна база, м	3,30 + 1,35
Шини	315/70 R22.5
Споряджена маса, кг	≈ 9 150
Повна маса, кг	26 000
ККД трансмісії	≈ 0,95
Кр	≈ 1,0
Напівпричіп	Schmitz Cargobull S.CF 24G 45***
Тип та кількість контейнерів n	1C × 1 і 1D × 2

Варіант 19

Марка и модель	SITRAK C7H 540
Тип	Сідельний тягач
Колісна формула	6×4
Двигун	MC13.54-50
Тип двигуна	Дизельний, 4-тактний, турбонаддув
Кількість циліндрів	6, рядне розташування
Робочий об’єм, л	12,419
Максимальна потужність, кВт	397
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	1900
Максимальний крутний момент, Н·м	2500
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	1050–1350
КПП	механічна, 16+2
Передаточне число 1-ї передачі	13,80
Передаточне число 2-ї передачі	11,54
Головна передача	3,70
Колісна база, м	3,60
Шини	315/80 R22.5
Споряджена маса, кг	9200
Повна маса, кг	32 000
ККД трансмісії	≈ 0,90
Кр	≈ 1,0*
Напівпричіп	Kögel Port 45 Simplex***
Тип та кількість контейнерів n	1C × 2

Варіант 20

Марка и модель	KALMAR Ottawa T320
Тип	Термінальний тягач
Колісна формула	4×2
Двигун	Cummins B6.7
Тип двигуна	Дизельний, 4-тактний, турбонаддув
Кількість циліндрів	6
Робочий об’єм, л	6,7
Максимальна потужність, кВт	≈116 кВт
Частота обертання при максимальній потужності. об/хв	2200
Максимальний крутний момент, Н·м	≈746
Частота обертання при максимальному моменті, об/хв	1300
КПП	автоматична, 6-ступенева
Передаточне число 1-ї передачі	≈3,51
Передаточне число 2-ї передачі	≈1,90
Головна передача	≈7,17 : 1
Колісна база, м	2,95
Шини	315/80 R22.5
Споряджена маса, кг	≈6 600
Повна маса, кг	≈10 900
ККД трансмісії	≈0,95
Кр	≈1,0
Напівпричіп	Kögel Port 20***
Тип та кількість контейнерів n	1AAA × 1

3. МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗКУ ЗАВДАНЬ

1. 1. Вибрати вихідні дані згідно варіанту.

2. Розрахунок тягово-швидкісних властивостей

2.1. Розрахувати частоту обертання колінчастого вала:

а) для максимальної потужності та крутного моменту [1-3]:

$$\omega_p = \frac{\pi \cdot n_n}{30}, \text{ рад/с} \tag{3.1}$$

б) для крутного моменту[1-3]:

$$\omega_м = \frac{\pi \cdot n_м}{30}, \text{ рад/с} \tag{3.2}$$

де n_n та $n_м$ – частота обертання вала за максимальної потужності та крутного моменту відповідно.

2.2 Розрахувати крутний момент, що відповідає максимальній потужності [1-3]:

$$K_м = \frac{P_p}{\omega_p}, \text{ рад/с} \tag{3.3}$$

де P_p – потужність двигуна, кВт.

2.3 Визначити коефіцієнт пристосованості за частотою обертання [1-3]:

$$K_\omega = \frac{\omega_p}{\omega_м}, \text{ рад/с} \tag{3.4}$$

2.4 Розрахувати коефіцієнти поліному [1-3]

$$a = \frac{K_м K_\omega (2 - K_\omega) - 1}{K_\omega (2 - K_\omega) - 1},\ b = -\frac{2K_\omega (K_м - 1)}{K_\omega (2 - K_\omega) - 1},\ c = \frac{K_\omega^2 (K_м - 1)}{K_\omega (2 - K_\omega) - 1} \tag{3.5}$$

2.5 Перевіряємо, чи правильно виконано розрахунки [1-3]

$$a + b + c = 1 \tag{3.6}$$

Якщо умова виконана, то коефіцієнти полінома визначено правильно.

2.6 Розрахуйте потужність двигуна [1-3]

$$P_e = P_e \left[a \frac{\omega_e}{\omega_p} + b \left(\frac{\omega_e}{\omega_p} \right)^2 + c \left(\frac{\omega_e}{\omega_p} \right)^3 \right], \text{ кВт} \tag{3.7}$$

2.7 Розрахуйте потужність двигуна [1-3]

$$M_e = \frac{P_e}{\omega_e}, \text{ кНм} \quad (3.8)$$

2.8 Розрахуйте фактичні значення з урахуванням втрат на привод допоміжного обладнання [1-3]:

$$P_{e\phi} = K_p \cdot P_e, \text{ кВт} \quad (3.9)$$

$$M_{e\phi} = K_p \cdot M_e, \text{ кНм} \quad (3.10)$$

Розрахунок виконати для 6..8 значень n, отриманні данні звести до табл.3.1.

Побудувати графічні залежності $P_e=f(n)$ та $M_e=f(n)$. Приклад графіків наведено на рис.3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

n, об/хв	ω_e, рад/с	P_e, кВт	M_e, кН·м	$P_{e\phi}$, кВт	$M_{e\phi}$, кН·м

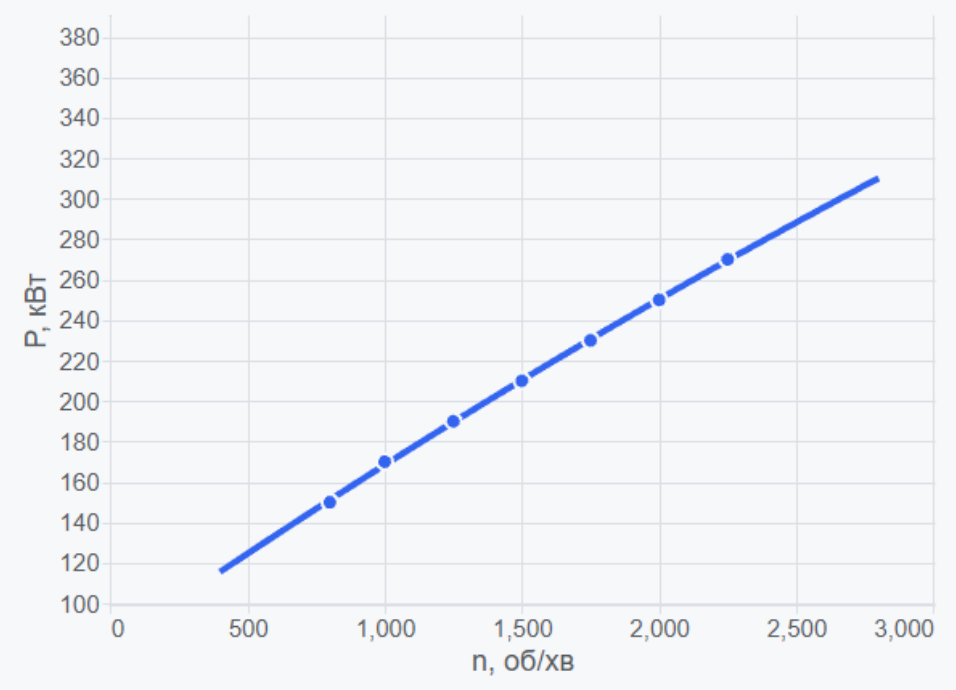


Рисунок 3.1 – Залежність потужності двигуна від частоти обертання

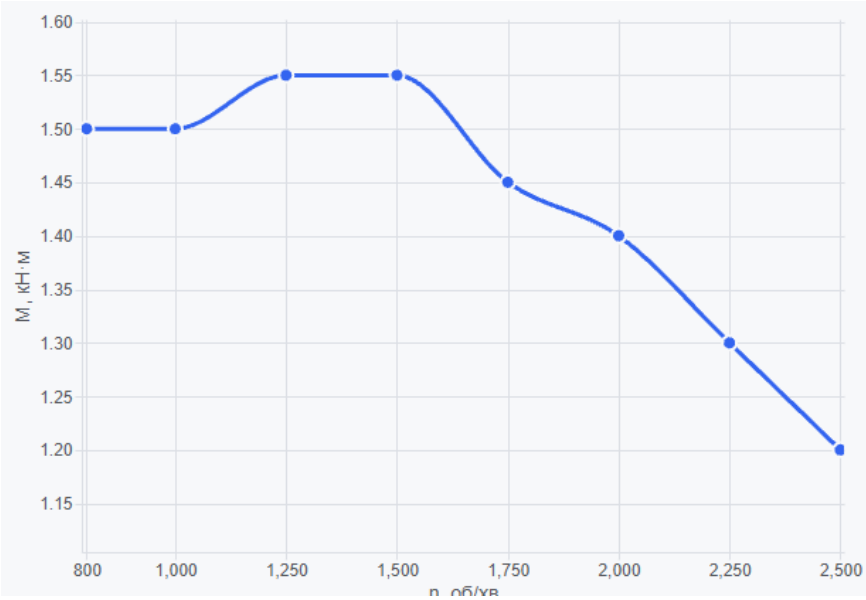


Рисунок 3.2 – Залежності крутних моментів від частоти обертання

2.9 Визначити передаточне число трансмісії для p=1 та 2 передачі [1-3]

$$i_{тр} = i_{ктр} \cdot i_0 \qquad (3.11)$$

2.10 Для побудови тягової діаграми, розрахунки виконуємо лише для 1-ї та 2-ї передач.

Розраховуємо статичний радіус колеса [1-3]

$$r_{ст} = \frac{d \cdot 25{,}4}{2} + \frac{H}{100} \cdot B\text{, мм} \qquad (3.12)$$

де d – посадковий діаметр обода (вказано на шинах цифрами після R);

B — ширина профілю (зазначено на шинах першим числом перед косою рискою / у чисельнику дробу);

H — висота профілю (зазначено на шинах у знаменнику дробу).

Розрахунковий радіус кочення прийняти на 2 % більшим, т.т. [1-3]

$$r_к = 1,02 r_{ст} \qquad (3.13)$$

Визначити окружну силу на ведучих колесах [1-3]:

$$F_k = \frac{M_{еф} \cdot i_t \cdot \eta_t}{r_к}, \text{ кН} \qquad (3.14)$$

де $M_{еф}$ — ефективний крутний момент двигуна, Н·м;
i_t — передаточне число трансмісії на відповідній передачі;
η_t — ККД трансмісії;
r_k — розрахунковий радіус кочення колеса, м.

та швидкість [1-3]

$$v_a = 3{,}6 \frac{\omega_e \cdot r_к}{i_t}, \text{ км/год} \qquad (3.15)$$

Результати розрахунків звести у табл 3.2.

Таблиця 3.2 – Тягова характеристика на 1-й та 2-й передачах

n, об/хв	$M_{еф}$, кН·м	1-ша передача v, км/год	1-ша передача F_k, кН	2-га передача v, км/год	2-га передача F_k, кН

Побудувати графічну залежність $F_k, = f(v)$ для 1-ої та 2-ої передачі.

Приклад графіка наведено на рис.3.3

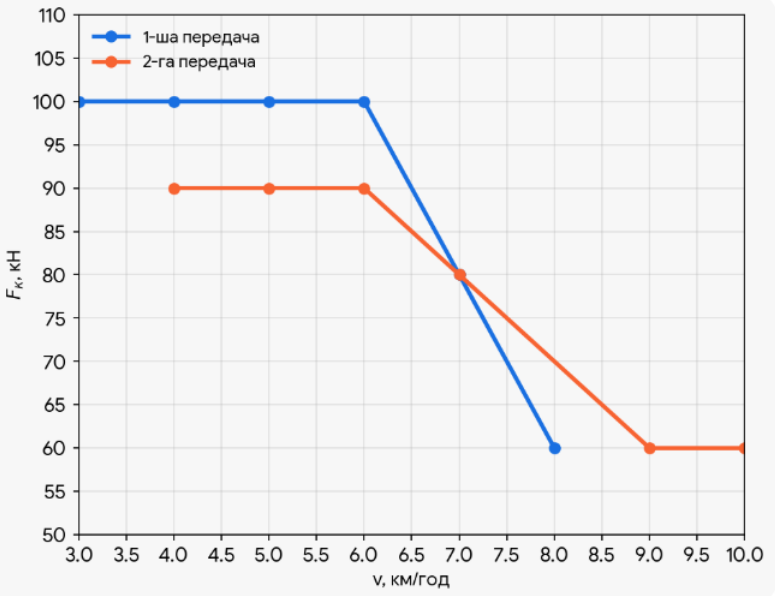


Рисунок 3.3 - Тягова характеристика КТЗ

3. Розрахунок параметрів гальмування

3.1 У подальших розрахунках приймаємо швидкість переміщення у порту V_{max} = 15 км/год = 4, 167 м/с;

t_p = 0,8 с - час реакції водія;

t_c = 0,25 с - час спрацьовування гальмівного приводу;

k_e = 1,5 - коефіцієнт ефективності гальмування для повністю навантаженого автомобіля;

k_e = 1,2 - коефіцієнт ефективності гальмування для порожнього автомобіля φ_x - коефіцієнт зчеплення шин із дорожнім покриттям (див.табл.3.3).

Таблиця 3.3 – Орієнтовні значення коефіцієнт поперечного зчеплення шин із дорожнім покриттям

Покриття дороги	Коефіцієнт зчеплення для доріг	
	сухих	мокрих
Асфальто-цементо-бетонне	0,7-0,8	0,35-0,45
Щебеневе	0,6-0.7	0,3-0,4
Ґрунтова дорога	0,5-0,6	0,2-0,4
Засніжена дорога	0.2-0.3	0,2-0,3
Ожеледиця	0.1-0,2	0,1-0,2

3.2 Розраховуємо час зупинки навантаженого та порожнього КТЗ [1-3]

$$t_o = t_p + t_c + 0{,}5t_H + \frac{k_e \cdot v_0}{g \cdot \varphi_x}, \text{ с} \qquad (3.16)$$

де t_H - час наростання гальмівного зусилля ($t_H \approx 1{,}0$ с – для навантаженого та $t_H \approx 0$, 48 с – порожнього КТЗ);

g= 9,81 м/с² - прискорення вільного падіння.

$$t_H = \frac{G \cdot (b + \varphi_x \cdot h\ )}{k_1 \cdot L} \cdot \varphi_x, \text{ с} \qquad (3.17)$$

де G - вага КТЗ у відповідному стані навантаження (навантаженому або порожньому),Н;

b - відстань від задньої осі автомобіля до центра ваги (центра тяжіння), м;

h - відстань від центра ваги (центра тяжіння) автомобіля до поверхні дороги, м (табл.3.4);

k_1 = 15….30 кН/с - швидкість наростання гальмівних сил;

L - колісна база, м.

При виконанні розрахунків прийняти:

а) для КТЗ без навантаження - b = 1,5м, t_H = 0,48 с;

б) для КТЗ із повним навантаженням - b = 1,48м, t_H = 1,0 с.

Таблиця 3.4 - Вагогабаритні характеристики автомобілів-тягачів

№	Марка та модель тягача	Формула	L, м	h, м	$x_{СЗП}$, м	a, м	m_1, т	m_2, т	G_0, т
1	DAF 95 (360)*	4х2	6.15	1.16	0.47	3.60	5.22	2.19	9.00
2	MAN TGX 18.440*	4х2	5.95	1.20	0.73	3.60	5.10	1.95	7.05
3	DAF XF FT 480*	4х2	5.92	1.20	0.72	3.80	5.15	1.95	7.15
4	КрАЗ-64431**	6х4	7.55	1.35	0.35	4.78	4.60	5.50	10.10
5	КрАЗ-6443**	6х6	7.55	1.42	0.35	4.78	4.80	6.00	10.80
6	КрАЗ-6446**	6х6	8.10	1.45	0.40	5.30	5.10	6.30	11.40
7	КрАЗ-6510ТЕ**	6х6	7.00	1.30	0.30	4.40	5.00	6.10	11.10
8	MAN TGS 18.400*	4х2	5.75	1.10	0.60	3.60	6.30	2.70	9.00
9	DAF CF85*	4х2	5.72	1.08	0.55	3.60	6.25	2.75	9.00
10	IVECO Way (S-Way) 460*	4х2	5.80	1.12	0.58	3.65	6.35	2.65	9.00
11	RENAULT Premium / T*	4х2	5.69	1.05	0.50	3.60	6.20	2.80	9.00
12	MERCEDES Actros*	4х2	5.82	1.15	0.62	3.70	6.40	2.60	9.00
13	VOLVO FM*	4х2	5.89	1.12	0.60	3.70	6.35	2.65	9.00
14	SCANIA P-серія*	4х2	5.79	1.10	0.58	3.60	6.30	2.70	9.00
15	FORD TRUCKS 1842*	4х2	5.95	1.15	0.65	3.60	6.20	2.80	9.00
16	SCANIA G450 XT*	4х2	5.95	1.15	0.62	3.75	6.20	2.80	9.00
17	RENAULT T-Truck 460*	4х2	5.99	1.16	0.58	3.80	6.15	2.85	9.00
18	VOLVO FH 500**	6х2	6.45	1.20	0.45	3.89	6.10	3.40	9.50
19	MAN TGX 26.480**	6х2	6.52	1.18	0.48	3.83	5.90	3.70	9.60
20	DAF XG 480**	6х2	6.60	1.22	0.50	4.09	6.20	3.80	10.00
21	MERCEDES Actros 2645**	6х4	6.85	1.25	0.35	3.98	4.90	5.30	10.20
22	SINO TRUK Sitrak C7H**	6х4	6.90	1.28	0.30	4.10	4.80	5.20	10.00
23	TERBERG YT223*	4х2	4.90	0.98	0.30	2.90	5.10	2.90	8.00
24	KALMAR Ott320*	4х2	5.05	1.02	0.28	3.00	5.30	3.20	8.50
25	MAFI T 230*	4х2	5.25	1.00	0.32	3.10	5.80	3.20	9.00
26	MOL YM 225*	4х2	5.10	1.05	0.35	3.00	4.90	2.60	7.50
27	SISU DT Heavy*	4х4	5.40	1.10	0.40	3.20	6.60	4.40	11.00

Примітка: * - двовісні тягачі; ** - тривісні тягачі; $x_{СЗП}$ - зміщення сідельного пристрою відносно осі заднього моста вперед.

3.3 Розраховуємо шлях зупинки навантаженого та порожнього КТЗ [1-3]

$$S_o = \left(t_p + t_c + 0{,}5t_H\right) \cdot \mathrm{v}_0 + \frac{k_e \cdot \mathrm{v}_0^2}{g \cdot \varphi_x}, \text{ м} \qquad (3.18)$$

3 Розраховуємо шлях зупинки навантаженого та порожнього КТЗ [1-3]

$$j_{\text{сер}} = \frac{g \cdot \varphi_x}{k_e \cdot}, \text{ м/с}^2 \qquad (3.19)$$

Результати розрахунків звести до табл.3.5, а також пообдувати графічну залежність $S = f(\mathrm{v})$ (приклад наведено на 3.4).

Таблиця 3.5 - Показники гальмування КТЗ

V, км/год	V, м/с	j повн., м/с²	S_0 повн., м	t_0 повн., с	j порожн., м/с²	S_0 порожн., м	t_0 порожн., с
0							
5							
10							
15							



Рисунок 3.4 - Гальмівний шлях

4. Розрахуйте показники стійкості та керованості

4.1 Розрахункова критична швидкість за перекиданням для порожнього та навантаженого КТЗ [1-3]

$$V_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h}}, \text{ м/с} \quad (3.20)$$

Для розрахунку приймаємо: R = 50 м, B = 1,82 м.

4.2 Розрахункова критична швидкість за умовами заносу [1-3]

$$V_{\text{зан}} = \sqrt{g \cdot R \cdot \varphi_y}, \text{ м/с} \quad (3.21)$$

де φ_y - коефіцієнт поперечного зчеплення коліс ТЗ з поверхнею дороги (прийняти φ_y = 0,6 та φ_y = 0,2);

R=150м - радіус повороту.

4.2 Розрахункова критична швидкість за умовами керованості

Розрахунковий кут повороту керованих коліс [1-3]

$$\theta = arctg \frac{L}{R_1}, \text{ рад} \quad (3.22)$$

де R_1=150м - радіус повороту.

Розрахункова критична швидкість [1-3]

$$V_{\text{кер}} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{\varphi_3^2 - f^2}}{\tan\theta} - f \right) \cdot g \cdot L \cdot \cos\theta}, \text{ м/с} \quad (3.23)$$

де f =0,02 - коефіцієнт опору кочення;

φ_3 = 0,2 - коефіцієнт поперечного зчеплення шин із дорожнім покриттям.

5. Визначення динамічного коридору ТЗ за прямолінійного руху

5.1 Динамічний коридор автомобіля за прямолінійного руху розраховується за такою емпіричною формулою [1-3]:

$$B_K = 0,054V + B_a + 0,3, \text{ м} \quad (3.24)$$

де V - швидкість руху ТЗ;

B_a = 2,50 м – ширина автопоїзда.

Результати розрахунків звести до табл.3.6, а також представити графічно (приклад на рис.3.5).

Таблиця 3.6 – Динамічний коридор при прямолінійному русі

V, км/год	V, м/с	B_K, м
0		
5		
10		
15		

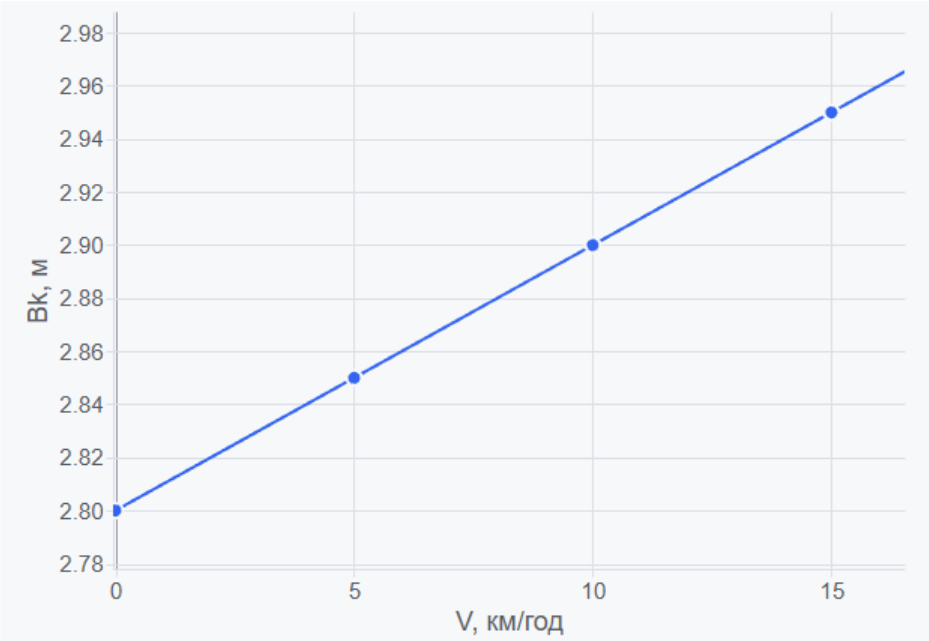


Рисунок 3.5 - Динамічний коридор при прямолінійному русі

5.2 Динамічний коридор на повороті

Динамічний коридор поодинокого ТЗ під час руху на повороті визначається за такою залежністю [1-3]:

$$B_K = R_H - \sqrt{R_H^2 - (L + C)^2} + B_a, \text{ м} \qquad (3.25)$$

де R_H=50м - зовнішній габаритний радіус повороту ТЗ;

C=0,9 м - передній звис ТЗ.

Для автопоїзда з напівпричепом [1-3]:

$$B_K = R_H - \sqrt{R_H^2 - (L+C)^2} + B_a + C_K \text{, м} \qquad (3.26)$$

де C_K=0,7 м - зміщення середини задньої осі причепа відносно середини задньої осі тягача.

.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вікович, І.А. Транспортні навантажувально-розвантажувальні засоби : Підручник / І.А. Вікович. - Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2018. 680 с..

2. Волков В. П. Теорія руху автомобіля: підручник / В. П. Волков, Г. Б. Вільський. Суми : Університетська книга, 2015. 320 с..

3. . Шуклінов, С. М. Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб. / С. М. Шуклінов, М. М. Альокса ; Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків : ФОП Бровін О. В., 2022. 280 с..URL: https://dspace.khadi.kharkov.ua/items/44a74d3b-0e2f-4a32-ba43-d7df06e9276a (Дата звернення: 18.08.2026).

ДОДАТКИ

Додаток 1- Зразок титульного аркуша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Підйомно-транспортні машини та інжинірингу портового технологічного обладнання»

Розрахунково-графічне завдання
з дисципліни
«Експлуатаційні властивості транспортних засобів портової інфраструктури»
Тягово-динамічний розрахунок КТЗ

Варіант №

Виконав ЗдВО. _____ групи ____ курсу ННМІТІ

_____
(П.І.Б.)

Прийняв _____
(П.І.Б. викладача)

Одеса – 20__