

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ГУСЕНИЧНОГО ХОДУ ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломного проекту бакалавра

ЗТМ.01.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 109-БКМ-Д21
спеціальності 133 – Галузеве
машинобудування (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)
Артур ВОРОНЬКО

Керівник: професор, д-р. техн. наук
Сергій ВОРОНІН

Рецензент: професор, д-р. техн. наук
Дмитро ПЛУГІН

Харків – 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет будівельний

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма: «Будівельні, колійні, гірничі та нафтогазопромислові машини»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Сергій ВОРОНІН

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ Воронько Артур Вячеславович

1 Тема «Розрахунок раціональних параметрів гусеничного ходу землерийно-транспортних машин»

та керівник роботи Воронін Сергій Володимирович, докт. техн. наук, професор затверджені розпорядженням по будівельному факультету від «12» червня 2025 р. № 6 .

2 Строк подання студентом закінченої роботи «07» червня 2025 року

3 Вихідні дані:

базові машини: бульдозер CAT D9; бульдозер T-180; бульдозер Cat D6R2; бульдозер Sinomach T120; бульдозер CAT D2; бульдозер T-74 ;

машина для детального опрацювання: бульдозер CAT D9

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Опис і характеристики базових машин

2 Математична модель для розрахунку опорів пересуванню

3 Розрахунок оптимальних параметрів ГХ базових машин

4 Техніко-економічний розрахунок

5 Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу

1 Призначення та класифікація ходового обладнання – 2 аркуші
2 Конструкція та основні параметри еластичного ГХ – 1 аркуш
3 Модель взаємодії гусеничного ХО з опорною поверхнею – 7 аркушів
4 Характеристики базових машин – 1 аркуш
5 Бульдозер САТ D9 (загальний вигляд) – 1 аркуш, формат А1
6 Результати розрахунків для базових машин – 2 аркуші
7 Результати техніко-економічного розрахунку – 1 аркуш

6 Дата видачі завдання: « 28 » лютого 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Опис і характеристики базових машин	01-20.03.2025	
2 Математична модель для розрахунку опорів пересуванню	21.03-30.04.2025	
3 Розрахунок оптимальних параметрів ГХ базових машин	01-15.05.2025	
4 Техніко-економічний розрахунок	16-20.05.2025	
5 Охорона праці	21-31.05.2025	
Графічна частина	30.04-07.06.2025	

Студент  Артур ВОРОНЬКО

Керівник  Сергій ВОРОНІН

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається з пояснювальної записки на 75 аркушах формату А4, що містить 10 табл., 18 рис., список джерел з 21 найм., додатку на 15 сторінках.

Ключові слова: БУЛЬДОЗЕР, ГЕСЕНИЧНИЙ ХІД, ОПІР РУХУ, ДОВЖИНА ГУСЕНИЦІ.

В дипломному проекті проведено оптимізацію гусеничного ходу шести базових бульдозерів, з більш глибоким опрацюванням конструкції та техніко-економічних показників бульдозера CAT D9.

Метою проекту є розрахунок раціональної опорної довжини гусениць базових бульдозерів для забезпечення мінімальних опорів їх пересуванню при прямолінійному ході і повороті, при збереженні плавності ходу та зчеплення з опорною поверхнею.

Для бульдозера CAT D9 запропоновані рекомендації щодо зміни параметрів гусеничного ходу, розраховані техніко-економічні показники та розроблені заходи з охорони праці машиніста.

ABSTRACT

The diploma project consists of an explanatory note on 75 A4 pages, containing 10 tables, 18 figures, a list of sources with 21 references, and an appendix of 15 pages.

Keywords: BULLDOZER, TRACK, RESISTANCE TO MOVEMENT, TRACK LENGTH.

The diploma project focuses on optimizing the tracked chassis of six basic bulldozers, with a more in-depth study of the design and technical-economic performance of the CAT D9 bulldozer.

The aim of the project is to calculate the optimal track support length for the basic bulldozers to ensure minimal resistance to movement during straight-line motion and turning while maintaining smooth running and traction with the support surface.

For the CAT D9 bulldozer, recommendations for modifying the parameters of the tracked chassis are proposed, technical and economic indicators are calculated, and measures for the occupational safety of the machine operator are developed.

3мiCT

Вступ	6
1 Опис і характеристики базових машин	7
1.1 Опис і характеристика бульдозера CAT D9	7
1.2 Опис і характеристика бульдозера T-180	10
1.3 Опис і характеристика бульдозера Cat D6R2	12
1.4 Опис і характеристика бульдозера Sinomach T120	15
1.5 Опис і характеристика бульдозера CAT D2	17
1.6 Опис і характеристика T-74	19
2 Математична модель для розрахунку загального опору пересуванню гусеничної машини	22
2.1 Конструкція та основні параметри гусеничного ходу	22
2.2 Взаємодія гусеничного ХО з опорною поверхнею. Побудова математичної моделі.	23
3 Розрахунок оптимальних параметрів гусеничного ходу базових машин	29
3.1 Розрахунок оптимальних параметрів гусеничного ходу бульдозера CAT D9	30
3.2 Розрахунок оптимальних параметрів гусеничного ходу бульдозера T-180	32
3.3 Розрахунок оптимальних параметрів гусеничного ходу бульдозера Cat D6R2	34
3.4 Розрахунок оптимальних параметрів гусеничного ходу бульдозера Sinomach T120	37

					ЗТМ.01.00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ГУСЕНИЧНОГО ХОДУ ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН	Літ.			Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Воронько							4	75	
Перев.		Воронін									
Н. контр.		Козар									
Затв.		Воронін									
					УкрДУЗТ Кафедра МТСМ						

3.5 Розрахунок оптимальних параметрів гусеничного ходу бульдозера CAT D2	39
3.6 Розрахунок оптимальних параметрів гусеничного ходу бульдозера Т-74	41
3.7 Аналіз отриманих розрахункових даних	43
4 Техніко-економічний розрахунок	46
5 Охорона праці	51
5.1 Коротка характеристика роботи машини на об'єкті	51
5.2 Аналіз умов праці	51
5.3 Заходи з охорони праці	53
Висновки	55
Список використаних джерел	57
Додаток А. Ілюстративний матеріал	60

Висновки

1 В сучасних гусеничних машинах перевага віддається еластичному гусеничному ходу, що забезпечує гарну плавність ходу та зчеплення з опорною поверхнею. З іншого боку еластичний хід має велику матеріалоемність та вартість, що потребує оптимізації його параметрів на етапі проектування

2 Основними параметрами еластичного ГХ, які впливають на його ходові властивості, є опорна довжина гусениці L , ширина гусениці B та колія B_K . Саме цим параметрам конструкції приділяють особливу увагу, оскільки головною задачею є забезпечення високої стійкості та прохідності машини при мінімальних опорах пересуванню

3 В проєкті запропонована математична модель розрахунку загального опору пересування машини при найтяжчій умові - повороті з одною блокованою гусеницею. Згідно цієї моделі, загальний опір складається з опору прямолінійного ходу рухомої гусениці, який зворотно пропорційний L^2 , а також з опору повороту блокованої гусениці, який прямо пропорційний L . Отже, отримана модель дозволяє вирішити головну задачу конструкторів, а саме визначити оптимальну опорну довжину гусениці, яка буде покладена в конструкцію.

4 По зробленій математичній моделі проведені розрахунки оптимальної довжини гусениці ГХ базових машин. Згідно отриманих даних, встановлено, що фактичні значення опорної довжини гусениці всіх розглянутих бульдозерів відрізняються від розрахункових на певну величину, як в меншу, так і більшу сторону. З точки зору підвищення ефективності експлуатації бульдозерів, слід забезпечити фактичне значення опорної довжини на рівні розрахункового для бульдозерів з позитивним відхиленням – CAT D9, CAT D6R2, T-74. Це призведе до зменшення витрат енергії як при здійсненні повороту машини, так і при її прямолінійному ході.

					ЗТМ.01.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

5 Згідно проведеного техніко-економічного розрахунку на прикладі бульдозера CAT D9, встановлено, що собівартість машино-години його роботи складає 5224 грн./год, а вартість – 6791 грн./год. при нормі прибутку 30%.

					ЗТМ.01.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Список використаних джерел

- 1 Великі гусеничні бульдозери CAT D9. URL: <https://zeppelin.ua/products/veliki-gusenichni-buldozeri/d9/> (дата звернення: 06.03.2025).
- 2 Т-180Г промисловий гусеничний трактор. URL: <http://uncle-vova.com/card/t-180g-promyshlennyj-gusenichnyj-traktor/> (дата звернення: 10.03.2025).
- 3 Середні гусеничні бульдозери CAT D6 GC. URL: <https://zeppelin.ua/products/seredni-gusenichni-buldozeri/d6-gc/> (дата звернення: 10.03.2025).
- 4 Малі бульдозери CAT D2. URL: https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers/small-dozers/106080.html (дата звернення: 10.03.2025).
- 5 Т-74 гусеничний трактор URL: <http://uncle-vova.com/card/t-74-selskohozhajstvennyj-gusenichnyj-traktor/> (дата звернення: 10.03.2025).
- 6 Машины для земляных работ / Под общ. ред. проф. Ю.А. Ветрова; Вид. 2-е, дороб.і доп. Київ: «Вища школа», 1981. 384 с.
- 7 D6R2 Гусеничний бульдозер URL: <https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20220321-299cb-cfdc4> (дата звернення: 10.03.2025).
- 8 БУЛЬДОЗЕР SINOMACH T120 CHANGLIN URL: https://sinomachukraine.com/product/sinomach_gt120/ (дата звернення: 10.03.2025).
- 9 Боровик Ю. Т., Назаренко І. Л. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання». Харків: УкрДАЗТ, 2012. 32 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/5842> (дата звернення: 30.05.2025).
- 10 Холодов А.М. Проективання машин для земляних робіт. – Харків: «Вища школа». 1986. 272 с.
- 11 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015–05–01. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. 18 с. Також

					ЗТМ.01.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

доступний у PDF: URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781 (дата звернення: 30.05.2025).

12 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 30.05.2025).

13 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 30.05.2025).

14 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій : затв. МОЗ України 21.05.2007. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 30.05.2025).

15 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : НПАОП 0.00-4.12-05 : затв. Держнаглядохоронпраці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 30.05.2025).

16 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці : НПАОП 0.00-7.17-18: затв. Мінсоцполітики 29.11.2018, Наказ № 1804 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18> (дата звернення: 30.05.2025).

17 ДСТУ EN 626-1:2014. Безпечність машин. Зниження ризику для здоров'я, спричинюваного небезпечними речовинами, що їх виділяють машини. Частина 1. Принципи і технічні вимоги для виробників машин. Чинний від 2016-01-01. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_en_626-1-2003.pdf (дата звернення: 30.05.2025).

					ЗТМ.01.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

18 Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони : затв. МОЗ України 04.07.2020 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 30.05.2025).

19 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 30.05.2025).

20 ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельних майданчиків. Чинний від 2012-12-01. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dsty_b_a.3.2-15-2011.pdf (дата звернення: 04.06.2025).

21 ДСТУ EN 1837:2022. Безпечність машин. Вбудоване освітлення (EN 1837:2020, IDT). Чинний від 2022-09-15. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=99130 (дата звернення: 30.05.2025).

					ЗТМ.01.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59