

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОЗПУШУВАЧА ЗА
РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОГО ОРГАНУ**

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломної роботи магістра

ПЕРР.2423.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 211-БКМ-Д23
спеціальності 133 – Галузеве
машинобудування (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)
Андрій СИДОРЕНКО

Керівник: доцент, канд. техн. наук,
Володимир СТЕФАНОВ

Рецензент: доцент, канд. техн. наук,
Вадим ТИЩЕНКО

Харків – 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет будівельний

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма: «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Сергій ВОРОНІН

«01» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ Сидоренку Андрію Анатолійовичу

1 Тема «Підвищення ефективності роботи розпушувача за рахунок
удосконалення конструкції робочого органу»

та керівник Стефанов Володимир Олександрович, канд. техн. наук, доцент
затверджені розпорядженням по будівельному факультету
від « 30 » вересня 2024 року № 10

2 Строк подання студентом закінченої роботи « 30 » грудня 2024 року

3. Вихідні дані:

3.1 Тип розпушувача - Komatsu D355 A-3

3.2 Робочий орган – різнорівневий наконечник

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

4.1 Аналіз стану питання розробки мерзлих ґрунтів

4.2 Характеристика процесу руйнування мерзлих ґрунтів

4.3 Дослідження взаємодії мерзлого ґрунту з наконечником розпушувача до реальних умов

4.4 Розрахунок економічного ефекту від застосування модернізованого розпушувача Komatsu D355 A-3

4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

5.1 Види зношених зубів – 1 аркуш А1

5.2 Схема взаємозв'язків у процесі руйнування мерзлого ґрунта різанням – 1 аркуш А1

5.3 Залежність межі міцності від температури– 1 аркуш А1

5.4 Типи переміщень верхньої та нижньої поверхонь тріщини відносно одна одної – 1 аркуш А1

5.5 Межа міцності мерзлого ґрунта в залежності від температури при впливі плоского профілю – 1 аркуш А1





5.6 Межа міцності мерзлого ґрунта в залежності від температури при впливі різнорівневого профілю – 1 аркуш А1

5.7 Визначення параметрів коефіцієнта крихкості m в залежності від температури мерзлого ґрунта - 1 аркуш А1

5.8 Порівняння експериментальних і теоретичних залежностей

5.9 Таблиця техніко-економічних показників - 1 аркуш А1

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розрахунок економічного ефекту від модернізації машини	Токмакова І.В., професор, д-р екон. наук		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, канд. техн. наук		

7 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз стану питання розробки мерзлих ґрунтів	10.11.2024	
2 Характеристика процесу руйнування мерзлих ґрунтів	20.11.2024	
3 Дослідження взаємодії мерзлого ґрунту з наконечником розпушувача до реальних умов	12.12.2024	
4 Розрахунок економічного ефекту	18.12.2024	
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	18.12.2024	
Графічна частина	29.12.2024	

Студент  Андрій СИДОРЕНКО

Керівник  Володимир СТЕФАНОВ

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки на 107 аркушах формату А4, що містить 12 табл., 26 рис., список джерел з 40 найм., додатки на 11 стор, а також 10 слайдів презентації.

Ключові слова: РОЗПУШУВАЧ, БУЛЬДОЗЕР, ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД, РОБОЧА РІДИНА, ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ.

Об'єктом дослідження є бульдозер з розпушувачем статичної дії.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи розпушувача за рахунок удосконалення конструкції його робочого органу.

Основним завданням роботи є створення більш ефективної конструкції робочого органу розпушувача для збільшення його терміну служби та зниженню енергоємності робіт.

ABSTRACT

The thesis consists of an explanatory note on 107 sheets of A4 format, containing 12 tables, 26 figures, a list of sources with 40 entries, appendices on 11 pages, as well as 10 presentation slides.

Key words: RIPPER, BULLDOZER, HYDRAULIC DRIVE, WORKING FLUID, EARTHWORKS.

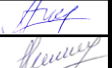
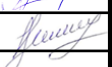
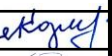

The object of study is a bulldozer with a static ripper.

The purpose of the study is to increase the efficiency of the ripper by improving the design of its working body.

The main task of the work is to create a more efficient design of the ripper's working body to increase its service life and reduce the energy intensity of work.

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз стану питання розробки мерзлих ґрунтів	8
1.1 Існуючі методи розробки мерзлих ґрунтів	8
1.2 Проблеми, що виникають при розробці мерзлих ґрунтів	15
1.3 Шляхи підвищення ефективності роботи наконечників зубів розпушувачів	19
2 Характеристика процесу руйнування мерзлих ґрунтів	22
2.1 Загальна характеристика розроблюваних мерзлих ґрунтів	22
2.2 Характеристика процесу взаємодії наконечника зуба розпушувача із ґрунтом	25
2.3 Дослідження опору мерзлих ґрунтів різним видам деформацій	34
3 Дослідження взаємодії мерзлого ґрунту з наконечником розпушувача до реальних умов	39
3.1 Експериментальні дослідження опору мерзлих ґрунтів стиску, розтяганню й зрушенню при впливі на них різних профілів робочого органа	39
3.2 Дослідження впливу параметрів наконечника розпушувача на опір мерзлого ґрунту руйнуванню при розпушуванні	51
4 Розрахунок економічного ефекту від застосування модернізованого розпушувача Komatsu D355 A-3	60
4.1 Одноразові витрати на початок роботи машини	60
4.2 Розрахунок річної експлуатаційної продуктивності	63
4.3 Розрахунок вартості машино – години роботи машин	64
4.4 Розрахунок економічного ефекту	69

					ПЕРР.2423.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення ефективності роботи розпушувача за рахунок удосконалення конструкції робочого органу	Лім.	аркуш	аркушів	
Розроб.		Сидоренко						5	107
Перевір.		Стефанов							
Реценз.									
Н. Контр.		Козар						УкрДУЗТ	
Затверд.		Воронін							

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	77
5.1 Коротка характеристика об'єкту дослідження	77
5.2 Аналіз умов праці	78
5.3 Заходи з охорони праці	80
5.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	84
5.4.1 Надзвичайні ситуації, причини їх виникнення та наслідки	84
5.4.2 Пожежна безпека об'єкта	86
5.5 Визначення надлишкового тиску та ступенів руйнувань ударною хвилею елементів промислового об'єкта у надзвичайній ситуації унаслідок вибуху на технологічному устаткуванні	87
Висновки	90
Список використаних джерел	91
Додаток А Ілюстративний матеріал	97

Висновки

1. При взаємодії робочого органа розпушувача з мерзлим ґрунтом залежно від його фізико-механічних властивостей спостерігається тенденція руйнування, яке є наслідком утворення в ґрунті дефектів і тріщин. Установлена залежність між основним фактором тенденційного руйнування — показником крихкості t - і температурою мерзлого ґрунту. Показник t для мерзлого піщаного ґрунту при одній і тій же негативній температурі в 1,3...1,4 рази більше, чим для мерзлого глинистого ґрунту.

2. На основі дослідження характеристик мерзлих ґрунтів отримані залежності між межею міцності на розрив, зріз і межею міцності мерзлого ґрунту на одноосьовий стиск при руйнуванні зразків ґрунту різнорівневою поверхнею.

3. Розроблена математична модель процесу взаємодії різнорівневої поверхні наконечника зуба розпушувача з мерзлим ґрунтом. Застосування різнорівневих поверхонь впливу робочих органів на мерзлий ґрунт дозволить досягти більш інтенсивного руйнування в результаті збільшення кількості тріщин у масиві ґрунту внаслідок перерозподілу векторів нормальних і тангенціальних складових напруженого стану ґрунту.

4. Використання наконечника підвищеної ефективності для розробки мерзлих ґрунтів знижує енергоємність процесу розробки - ґрунту на 17...22% і має ресурс роботи на 40 % більше в порівнянні з типовим.

5. Економічні розрахунки машино – години, та економічного ефекту у сфері експлуатації модернізованого розпушувача Komatsu D355 A-3 замість базового варіанту підтверджують, що використання нової машини є значно ефективніше. Собівартість машино – години використання запропонованого варіанту складає 2777,69 грн, що на 454,72 грн менш ніж у існуючого, а економічний ефект за 10 років склав 10595419 грн, що на 4428185 грн більше.

Список використаних джерел

1 Стефанов Б.М. Будівельні та колійні машини / Ч. 1. Колійні машини: Навч. посібник. // Б.М. Стефанов, А.М. Кравець, В.Г. Кравець – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – 130 с.

2 Проектування машин для земляних робіт. Машини для розпушення міцних і мерзлих ґрунтів: Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проєктів. / С.О. Карпушин С.Л. Хачатурян – Кіровоград. Кіровоградський національний технічний університет, 2006. – 46 с.

3 Машини для земляних робіт : навч. посіб. / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, В. В. Нічке [та ін.] ; під заг. ред. проф. Л. А. Хмари та проф. С. В. Кравця. - Рівне ; Дніпропетровськ ; Харків, 2010. - 575 с.

4 Вибір машин і механізмів для земляних робіт : навч. посіб. / М. М. Ткачук, В. П. Кизима, А. Г. Куковський [та ін.] ; за ред. В. П. Кизими. – Рівне : НУВГП, 2013. – 240 с.

5 Приводи машин : навч. посібник. / Стоцько З.А., Бурек Я. Львів : Львівська політехніка, 2018, 152 с.

6 Сукач М.К. Розрахунок конструкцій землерийно-дорожніх машин: Навчальний посібник / М.К. Сукач, О.А. Марченко. – К.:КНУБА., 2008. – 142с.

7 Холодов А.М., Землерийно транспортні машини: Довідник / А.М. Холодов, В.В. Нічке, Л.В. Назаров. - Харків: Вища школа. Видавництво при Харківському університеті, 1982

8 Баловнев В.И. Підвищення продуктивності машин для земляних робіт / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – К.: Будівельник, 1988. – 152 с.

9 Проектування машин для земляних робіт / під ред. А.М. Холодова. – Х.: Вища школа. 1986. - 272 с.

10 Хмара, Л. А. Модернізація і підвищення продуктивності будівельних машин / Л. А. Хмара, Н. П. Колесник, В. П. Станевский. – К.: Будівельник, 1992. – 152 с.

11 Проектування машин для земляних робіт / за ред. А.М. Холодова. - Х.: Вища школа. Вид-во при Харків. Ун-ті, 1986. -272 с.

12 Руднєв В.К. Копання ґрунтів землерийно-транспортними машинами активної дії / В.К. Руднєв - Харків: Вища школа. Вид-во при Харків. Ун-ті, 1977.- 144 с.

13 Відновлення деталей машин. Довідник / Ф.І Пантелєєнко, В.П. Лялякін, В.М. Констатінов, В.П. Іванов. - Машинобудування, 2003.-672с.

14 Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 22.12.2024).

15 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях : методичні вказівки до виконання розділу в дипломному проекті спеціалістів і магістрів / М. І. Ворожбіян, О. В. Костиркін, Д. С. Козодой, Б. К. Гармаш. УкрДАЗТ, 2014. 22 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/7368> (дата звернення: 22.12.2024).

16 Ворожбіян М. І., Шапка О. В., Козодой Д. С. Методичні вказівки до розроблення розділу «Охорона праці» в дипломних проектах. Харків : УкрДАЗТ, 2010. 17 с. Також доступний у PDF: URL: <http://surl.li/dvpre> (дата звернення: 03.11.2023).

17 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015–05–01. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. 18 с. Також доступний у PDF: URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781 (дата звернення: 26.11.2024).

18 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: 26.11.2024).

19 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: 26.11.2024).

20 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: 26.11.2024).

21 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: 22.11.2024).

22 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: 26.11.2024).

23 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці : НПАОП 0.00-7.17-18 : затв. Мінсоцполітики України 29.11.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text> (дата звернення: 02.11.2024).

24 ДСТУ EN 953:2014. Безпечність машин. Огорожі. Загальні вимоги до проектування і конструювання нерухомих та рухомих огорож ; (EN 953:1997+A1:2009, IDT). Чинний від 2016–01–01. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715 (дата звернення: 26.11.2024).

25 Правила охорони електричних мереж : затв. Кабінетом Міністрів України 27.12.2023 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада

України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1455-2022-%D0%BF#n11>
(дата звернення: 31.10.2024).

26 Правила охорони ліній електрозв'язку : затв. Кабінетом Міністрів України 29.01.1996 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/135-96-%D0%BF> (дата звернення: 26.11.2024).

27 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: 26.11.2024).

28 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: 26.11.2024).

29 ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельних майданчиків. На заміну ГОСТ 12.1.046–85 : чинний від 2012–12–01. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27975 (дата звернення: 22.12.2024).

30 ДСТУ EN 1837:2022. Безпечність машин. Вмонтоване освітлення машин (EN 1837:2020, IDT) : чинний від 2024–08–01. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=106473 (дата звернення: 22.12.2024).

31 Кодекс цивільного захисту України : затв. Верховною Радою України 02.10.2012 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

32 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010 : чинний від 2011–01–01 // База даних «Законодавство

України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

33 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій : затв. МВС України 06.08.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

34 Правила пожежної безпеки в Україні : НАПБ А.01.001-2014 : затв. МВС України 30.12.2014 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

35 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок: НПАОП 40.1-1.32-01 : затв. Мінпраці України 21.06.2001 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text> (дата звернення: 22.12.2024).

36 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-46:2017 : затв. Мінрегіонбудом України 25.04.2017. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_1_1_46/1-1-0-1779 (дата звернення: 22.12.2024).

37 ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний від 2020-01-01 // База даних «Нормативна база». URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8828_2019.pdf (дата звернення: 26.11.2024).

38 Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві : ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12) : затв. Мінрегіонбудом України 30.12.2011. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25399 (дата звернення: 22.12.2024).

39 Норми оснащення об'єктів і рухомого складу залізничного транспорту пожежною технікою та інвентарем : ЦУО-0023

НАПБ 03.004-2002 : затв. Мінтрансом України 09.07.2002. URL:
http://wmzdoroga.at.ua/_ld/1/122_O-0023.pdf (дата звернення: 26.11.2024).

40 Васійчук В. О., Гончарук В. Є., Качан С. І., Мохняк С. М. Основи цивільного захисту : навч. посіб. Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2010. 417 с. Також доступний у PDF: URL:
https://dut.edu.ua/uploads/1_1672_87262937.pdf (дата звернення: 22.12.2024).