

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни
«Науково-дослідна робота» для студентів спеціальності
G11.03 «Технологічні машини і обладнання»
до теми «Екскаватори»

Затверджено методичною
радою механічного
факультету,
протокол № 1 від
28.08.2026р.

Харків
2026

Науково-дослідна робота: методичні вказівки до самостійної роботи для студентів спеціальності G11.03 «Технологічні машини і обладнання» до теми «Екскаватори» / Уклад.: док. тех. наук, проф. Кириченко І.Г., доц. канд.. техн.. наук Ковалевський С.Г., доц. канд.. техн.. наук Рагулін В.М. – Х., 2026 – 20с.

В методичних вказівках наведені приклади рішення задач, а також контрольні питання для виконання самостійної роботи здобувачів з дисципліни «Підвищення надійності і ефективності будівельних і дорожніх машин».

1. Приклад історичної довідки по темі «Екскаватор»

Історія екскаваторів охоплює період понад 200 років розвитку.

У 1830-х роках американський винахідник William Smith Otis створив перший паровий екскаватор. На початку XX століття парові машини поступово замінювалися бензиновими та дизельними двигунами. Це зробило екскаватори компактнішими, мобільнішими та економічнішими в роботі.

Справжню революцію здійснили гідравлічні системи. У 1950-х роках XX століття європейські компанії почали випускати перші повністю гідравлічні екскаватори.

Одна з небагатьох англомовних книжок, цілком присвячених еволюції екскаватора: від парових драглайнів XIX століття до гідравлічних машин другої половини XX століття це: «Byron W. Brubaker «Earthmoving Equipment: History of the Excavator».

Ілюстрована історія великих землерийних машин, включно з кар'єрними екскаваторами, драглайнами та ковшовими гігантами - Keith Haddock «Giant Earthmovers: An Illustrated History» корисна для візуального й технічного розуміння розвитку галузі.

Окреме видання про еволюцію екскаваторів: парові лопати, канатні машини, перехід до гідравліки, розвиток ходових систем і робочого обладнання - Keith Haddock «Excavators: From Steam Shovel to Hydraulics»

Детальна історія ранніх екскаваторів і днопоглиблювальної техніки періоду кінця XIX — початку XX ст. наведена в David W. Lee — «Steam Shovel and Dredge History»

Галузеву історію розвитку будівельної техніки в США з великим блоком про екскаватори та механізацію земляних робіт можна подивитись в Association of Equipment Manufacturers «Historical Construction Equipment Industry».

Видання у вигляді корпоративних історій Caterpillar, Bucyrus, P&H, Komatsu, Liebherr часто містять цінні технічні дані, фотографії прототипів і

хронологію моделей. Особливо корисні для дослідження гідравлічних екскаваторів виробництв після 1950-х років XX століття.

Видання з історії екскаваторобудування можна знайти на наступних сайтах:

WorldCat — найбільший каталог бібліотек світу:

<https://www.worldcat.org>

Google Books — часто доступні фрагменти або повні скани старих видань: <https://books.google.com>

HathiTrust Digital Library — цифрова бібліотека технічної літератури:

<https://www.hathitrust.org>

Internet Archive — безкоштовні скани старих технічних книг:

<https://archive.org>

Завдання для самостійної роботи:

Створити історичну довідку на тему: «Виробництво екскаваторів в Україні».

2. Провідні світові виробники екскаваторів

Основними виробниками екскаваторів сьогодні є такі фірми і корпорації як: Volvo, Liebherr, JCB, Caterpillar, Kobelco, Doosan, Hitachi, Hyundai, Terex, Case, Komatsu, NewHolland, Menzi-Muck і деякі інші.

Марка Volvo більш відома, як виробник легкових автомобілів. Концерн Volvo був заснований в далекому 1915 році. Але починаючи з 50-х років минулого сторіччя Volvo випускає гідравлічні екскаватори.

В наш час підприємства Volvo також виготовляють самоскиди, автобуси, навантажувачі, двигуни і навіть дещо військового призначення.

Класичний екскаватор (рис. 1) має три гідравлічні механізми керування робочим обладнанням, це механізми повороту стріли, рукояті і ківша. Якщо на робочому обладнанні встановлюються системи Quick-Coupler, Tilt Rotator або Steelwrist, тоді з'являються додаткові гідрофіковані засоби керування:

механізм зміни робочих органів, механізм обертання, механізм нахилу, механізм захвату.

Таблиця 1 Екскаватори Volvo

Параметри	малі	середні	великі
Місткість ківша, м ³	0,02 – 0,1	0,5 – 1,5	1,5 – 6,0
Потужність, кВт	30 - 50	100 -130	140 -450
Маса, т	3 -7	10 -25	25 - 90

Саме компанія Volvo вперше запропонувала такі механізми на гідравлічних екскаваторах. Іноді стрілове обладнання має додаткові шарніри що забезпечують можливість повороту в плані всієї конструкції відносно поворотної платформи, або тільки її частини і це ще два гідрофікованих механізми. Крім того, поворотна платформа має гідрофікований механізм.



Рисунок 1 Екскаватор Volvo зворотня лопата

Ходове обладнання може бути як з механічним приводом, так і з гідростатичним або електричним.

Конструктори Volvo розробили концепцію екскаватора майбутнього, який на їхню думку мав би з'явитися до 2020 року, але як показує практика таких машин ми не бачимо зараз навіть на виставках, тим більше безпосередньо на будівельних майданчиках.

З 1950 року компанія Liebherr розпочала виробництво гідравлічних екскаваторів. Liebherr спеціалізується на випуску екскаваторів середнього і важкого класів, а також машин призначених для роботи у кар'єрах.

Гусеничні екскаватори Liebherr випускаються масою від 14 до 101 т. Потужність двигуна становить 76 – 400 кВт. Об'єм ковша дорівнює 0,17 – 6,5 м³. Маса кар'єрних екскаваторів складає 110-800 тонн, потужність двигуна дорівнює 504 - 2984 кВт, об'єм ковша - від 6,8 до 42 м³ (рис.2). Все робоче обладнання – ківш прямої лопати, ківш зворотної лопати, обладнання для розбирання будівель та для перевалки вантажів – виготовляється компанією Liebherr.



Рисунок 2 Кар'єрний екскаватор Liebherr

Корпорація JCB має 18 заводів, що знаходяться на чотирьох континентах: одинадцять з них - в Великій Британії, три - в Індії і по одному в США, Китаї, Німеччині та Бразилії (рис.3).



Рисунок 3 Гусенічний екскаватор JCB

Hitachi Construction Machinery Co., Ltd — це один зі світових лідерів у виробництві будівельного та гірничого обладнання.

Компанія представлена на п'яти континентах та пропонує широкий асортимент техніки, що підходить під різні завдання (рис.4).



Рисунок 4 Пневмоколісний екскаватор Hitachi

Компанія Hitachi півстоліття займається розробкою та виробництвом будівельної техніки. Вона пропонує світовому ринку найширший асортимент гідравлічних екскаваторів різних моделей: від однотонних міні-екскаваторів Zaxis до 800-тонних кар'єрних гігантів EX. Кожна модель Hitachi відрізняється високою надійністю та міцністю.

Компанія Caterpillar відома як виробник будівельної техніки, двигунів внутрішнього згоряння і багатьох інших видів промислової продукції. Крім автогрейдерів, скреперів і навантажувачів Caterpillar виготовляє екскаватори в широкому діапазоні технічних параметрів з потужністю від 9,6 до 404 кВт і масою від 1 до 100 т (рис.5).

Таблиця 2 Екскаватори Caterpillar

Параметри	Міні	Малі	Середні	Великі
Потужність кВт	9,6 - 52	70 - 84	107 - 193	195 - 404
Маса т	1 - 9	12 - 18	20 - 34	36 - 94



Рисунок 5 Екскаватор Caterpillar

Одним з потужних виробників екскаваторів є фірма Doosan з Південної Кореї. Крім екскаваторів ця фірма випускає іншу будівельну техніку, а також

двигуни, броньовані транспортні засоби, ракетні комплекси і станки з програмним керуванням.

З 1985 року Doosan починає випуск екскаваторів серії Solar, а вже через два роки випуск цих машин перевищив 10 тисяч одиниць. Doosan входить в рейтинг 10-ти найпотужніших виробників будівельної техніки.

Історія Kobelco починається у 1905 році, коли була заснована фірма «KobeSeikoshu». Свій перший екскаватор, який одночасно став першою спеціальною машиною, виготовленою в Японії, компанія випустила у 1930 році. Kobelco спеціалізується на важкій техніці: крани, екскаватори, ковшові навантажувачі.

Техніка Kobelco випускається на заводах, розташованих у трьох країнах: Японії, Китаї та Таїланді. Наразі виробляє екскаватори масою від 1 до 137 т та об'ємом ковша від 0,022 до 5,1 м³. (рис.6).



Рисунок 6 Міні екскаватор Kobelco

Завдання для самостійної роботи:

Надати відомості по екскаваторах фірм: Hyundai, Terex, Case, NewHolland, Menzi-Muck.

3. Правила створення та користування анотаціями

Анотація – це лаконічна характеристика анотованої статті, документа чи наукової праці. У ній подається зміст, тематика, основні положення наукової праці без надмірної деталізації.

Дуже часто анотація є орієнтиром для того, хто обирає для себе джерела для читання чи аналізу. Оскільки анотація має інформативне призначення, висвітлює основні положення, без деталізації, то вона доступна багатьом і, безумовно, є необхідною для економії часових ресурсів багатьох читачів та аналітиків.

Анотації статей використовують: в оглядах публікацій, при написанні наукових творів, кваліфікаційних робіт, доповідях на семінарах, конференціях. Таким чином, вміння працювати з анотаціями є вкрай необхідним в науковій праці.

У структурі анотації слід враховувати:

Правильне оформлення заголовку наукової роботи, запису ініціалів автора та коректне скорочення слів.

Зміст і тематику твору чи статті.

Конкретизацію й точність передачі змісту статті.

Мету й проблематику наукової роботи.

Обсяг, який не повинен перевищувати 1000 символів.

Основні зауваги при написанні анотації:

Анотація повинна містити вступну частину, головну частину та висновки.

Зміст має бути логічним, насиченим науковими поняттями, й повинен відповідати визначеній темі. У жодному разі не варто повторювати жоден із фрагментів статті в анотації.

Основні положення повинні бути написані доступною мовою для читачів, відповідно до літературних канонів. Важливо використовувати

усталені мовні конструкції, слова-кліше (обґрунтовано ідею про..., у роботі автор акцентує на..., на підставі аналізу...).

Стиль висловлення має бути науковим, чітким, конкретним, логічним, повинен містити терміни, ті, які будуть зрозумілими для широкого кола фахівців з певної галузі знань. Недоречним є використання художнього стилю, засобів художньої виразності, повторень. Не варто перевантажувати зміст лише абстрактною науковою лексикою.

Мовне оформлення має чимале значення: слід уникати типових лексичних помилок, калюк чи надмірних запозичень іншомовних термінів. Важливо також узгоджувати часи та особи. Не варто змішувати теперішній та минулі часи, а писати лише в минулому часі. Доречним буде використання безособових форм дієслів (проаналізовано, доведено, обґрунтовано, зафіксован),, зрідка дозволено використовувати *так* звану авторську форму множини, що дає змогу авторові не лише висловлювати власні думки, а й залучати до участі в обговоренні їх слухачів, читачів.

Структура анотації:

Назва роботи, прізвище та ім'я автора.

Актуальність та мета роботи. Цей етап роботи передбачає висвітлення основних положень, що стосуються новизни роботи, її значення для науки.

Загальні аспекти проблем та завдань. Передбачає висвітлення ряду головних, другорядних проблем та завдань.

Визначення предмета та об'єкта дослідження.

Методологія. Перелік усіх методів, використаних у ході дослідження. За потреби детально розпишіть кожен з методів, зазначте, де саме їх застосовували, яких проблем стосувався той чи той метод.

Наукова новизна одержаних результатів та практичне значення роботи. Містить узагальнені твердження про наукові дослідження, про практичне значення роботи, указується ступінь вивченості теми. Також можуть бути зазначені основні концепти роботи.

Результати та висновкові положення. Цей етап роботи найскладніший, оскільки містить лаконічну узагальнену інформацію з усієї наукової роботи. Варто акцентувати на важливості статті, її новизні, актуальності, практичній значущості та подальшій перспективі.

Насамкінець варто виокремити ключові слова, словосполучення, висвітлені в статті, що відповідають тематиці роботи. Їх подають у називному відмінку у рядок через кому наприкінці анотації (від 5-ти до 10).

Як написати анотацію до статті: правила написання:

<https://repetitor.org.ua/yak-napisati-anotatsiyu-do-statti-pravila-napisannya>

4. Приклади анотації публікацій та посилань стосовно досліджень по темі «Екскаватори».

1. Автори статті поставили за мету оптимізувати конструкцію стріли екскаватора методами кінцевих елементів і застосуванням програмного комплексу ANSYS. Показана можливість зменшення маси стріли на 19%.

Стверджується, що основні концентрації напружень зосереджуються на вузлах шарнірних з'єднань, у зонах переходу перерізів та поблизу точок кріплення гідроциліндрів. При цьому оптимізація форми дозволяє зменшити масу на 8–12% без втрати міцності, якщо враховувати реальні навантажувальні цикли.

Research on Optimization Design of Excavator Boom Structure Based on Finite Element Analysis веб-сайт.URL:

<https://direct.ewa.pub/proceedings/ace/article/view/22971?utm> (дата звернення 18.11.2025)

2. Дуже складна робота в царині комп'ютерних досліджень робочих процесів гідравлічних екскаваторів, але на жаль, в ній не вирішено багато питань динамічної взаємодії робочого обладнання з ґрунтом.

В цьому дослідженні повністю ігнорується динаміка реального екскаватора. Через це неможливо оцінити навантаження в гідроциліндрах,

немає реалістичного моменту на шарнірах, немає врахування нелінійностей гідроприводу та обмежень по характеристикам гідроприводу.

Dynamic Modeling of Bucket-Soil Interactions Using Koopman-DFL Lifting Linearization for Model Predictive Contouring Control of Autonomous Excavators веб-сайт. URL:

<https://arxiv.org/abs/2107.04314?utm> (дата звернення 18.11.2025)

3. Питання надійності – критично важливе для екскаваторів, особливо якщо розглядати робочі цикли, багаторазове навантаження, жорсткі режими копання. Саме тому автори цієї публікації застосовували параметричне моделювання ковша, симулювали фактичні сили копання (через ADAMS/View), а потім виконали аналіз накопичувальної втоми з точки зору надійності, використовуючи алгоритм надійнісного (стохастичного) аналізу пошкоджень.

Варто зауважити, що в роботі навантаження начебто передаються через стрілу й рукоять, а було змодельовану тільки ківш. Також не врахована динаміка гідроциліндрів, вібрації з гідродами що передаються на ківш – а це вже можуть бути абсолютно інші дані і похибка більша ніж 5%.

A simulation study on strength and fatigue analysis of hydraulic excavator buckets веб-сайт. URL:

<https://www.frontiersin.org/journals/mechanical-engineering/articles/10.3389/fmech.2025.1591320/full?utm> (дата звернення 18.11.2025)

4. Гідравлічні системи – це один з найважливіших напрямків енергозбереження в конструкціях сучасних екскаваторів. У роботі розглядається використання гідравлічних акумуляторів у системах рекуперації енергії.

Суть підходу полягає у накопиченні потенційної енергії під час опускання стріли чи гальмування платформи, після чого ця енергія повертається назад у гідросистему для виконання корисної роботи. Це дозволяє суттєво зменшити витрату палива, а у гібридних екскаваторах – збільшити запас роботи на електротязі.

Основною технічною перешкодою залишається оптимізація режимів заряду-розряду акумулятора, адже неправильне керування може створити перепади тиску або надмірну пульсацію у контурі. Саме тому сучасні моделі включають складні регулятори, які прогнозують навантаження та корегують роботу системи.

Hydraulic accumulator sinenergy efficient circuits веб-сайт. URL:

<https://www.frontiersin.org/journals/mechanical-engineering/articles/10.3389/fmech.2023.1163293/full?utm> (дата звернення 19.11.2025)

5. В іншій статі запропонували ще цікавіше рішення – систему з трикамерним акумулятором. Така конфігурація дозволяє краще балансувати тиск і значно підвищує енергетичний ККД гідроприводу. За їхніми результатами, економія палива може досягати понад 15%, а ефективність гідросистеми – збільшуватись у пікових режимах роботи, де традиційні системи втрачають до 30% енергії у вигляді тепла.

Система з трьома камерами дозволяє досягати більш гнучких режимів рекуперації, але водночас ускладнює топологію гідросистеми, збільшує кількість клапанних блоків та потребує нової логіки керування. Таке рішення поки що потребує ретельного тестування на надійність, зокрема на витривалість клапанів до циклічного перевантаження, а також на знос ущільнень, який може звести нанівець усю енергетичну вигоду.

Researchonenergysavingsystemofhydraulicexcavatorbasedonthree-chamberaccumulator веб-сайт. URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352152X23019680?utm> (дата звернення 19.11.2025)

6. Важливий внесок у систематизацію знань щодо енергозбереження в екскаваторах, зробили автори цього допису, які запропонували масштабний огляд усіх актуальних технологій регенерації енергії. Вони зазначають, що гідравлічні акумулятори, електрогідравлічні гібриди, системи з рекуперацією кінетичної та потенційної енергії перебувають на етапі активної інтеграції у промислові машини, але вони потребують глибшого опрацювання моделі

вtrat і гармонізації алгоритмів керування. Одним із ключових напрямків розвитку автори бачать створення універсальних енергокеруючих модулів, сумісних із різними екскаваторами, які автоматично підлаштовуються під конкретний робочий цикл. Загальна проблема галузі – відсутність єдиного підходу до оцінки енергорекупераційних систем.

Developments in energy regeneration technologies for hydraulic excavators: A review веб-сайт. URL:

<https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v145y2021ics1364032121003646.html?utm>

(дата звернення 20.11.2025)

7. Інженерне дослідження, що стосується як і гідравлічної системи, так і енергоефективності, дозволило розробити систему Boom PER для міні-екскаватора, де поєднуються гідравлічні акумулятори, електричний модуль та інтелектуальне керування SOC. Експериментальні результати підтвердили ефективність регенерації на рівні 55,1%, що є одним із найвищих показників для компактних машин. Такий підхід може стати ключем до створення «м'яких» гібридів, де невелика акумуляторна система дозволяє різко знизити споживання палива без переходу на чисту електрику. Експериментальна робота на міні-екскаваторі показує великий потенціал гідро-електричних систем для рекуперації енергії, але водночас піднімає питання масштабованості.

Design and Analysis of a Novel Hydraulic Energy Storage Component веб-сайт.

URL: https://www.mdpi.com/2075-1702/13/4/325?utm_ (дата звернення 20.11.2025)

8. Серед великої кількості зарубіжних публікацій значну частку складають дослідження, пов'язані з автоматизацією та автономністю екскаваторів. Мета таких досліджень полягає в тому, щоб створити системи, де екскаватори працюють автономно або керуються дистанційно. Екскаватори з великою кількістю автоматизованих систем і дистанційно керовані машини мають суттєві переваги порівняно з традиційними машинами. Коли екскаватор оснащений автоматикою, він виконує операції

більш точно та ефективно, оптимізуючи рухи, регулюючи швидкість і потужність під конкретні завдання. Це зменшує витрати пального, знос механізмів та ймовірність помилок оператора, а також підвищує безпеку роботи. Крім того, автоматизовані системи дозволяють навіть менш досвідченим операторам виконувати складні завдання, оскільки частину дій бере на себе сама машина.

Дистанційне керування, у свою чергу, робить роботу ще безпечнішою для людини. Оператор може перебувати на безпечній відстані, не ризикуючи здоров'ям у складних або небезпечних умовах, наприклад на нестійкому ґрунті або у важкодоступних місцях. Такі машини дозволяють працювати там, де фізично присутній оператор не зміг би, і у поєднанні з автоматизованими системами вони забезпечують високу продуктивність і безпеку одночасно.

HEAP - The autonomous walking excavator: веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092658052100234X?>

9. Дослідження в області дистанційного керування включають застосування VR-інтерфейсу для управління земляними роботами. Використання VR для дистанційного керування екскаватором значно покращує контроль і точність роботи машини. Через VR-окуляри оператор отримує панорамний огляд робочої зони майже так, ніби він знаходиться безпосередньо на екскаваторі.

Це дозволяє бачити деталі, які звичайні камери могли б не охопити, а також краще оцінювати відстані, кут нахилу стріли та положення ковша. Крім того, VR може передавати дані від датчиків машини: наприклад, нахил шасі, силу навантаження на ковш, тиск у гідравліці. Оператор бачить цю інформацію у віртуальному середовищі в реальному часі та може швидко реагувати, якби він був на місці. Також VR-інтерфейс допомагає створити інтуїтивну систему керування: рухи рук та положення контролера можна точно передавати стрілі та ковшу екскаватора. Це робить дистанційне

управління більш природним і точним порівняно з традиційними джойстиками чи кнопками, зменшуючи ризик помилок і підвищуючи продуктивність.

Exploring Human-Machine Interfaces for Teleoperation of Excavator: веб-сайт.URL:

https://www.researchgate.net/publication/359065967_Exploring_Human-Machine_Interfaces_for_Teleoperation_of_Excavator

10. Багато дослідників розробляють системи управління для автономних екскаваторів. Одна з таких систем, що має назву database-driven model predictive control (DD-MPC) є системою управління з прогнозуванням на основі бази даних та моделей. Така система складається з трьох компонентів: DD-Modeling, DD-MPC та Trajectory Planner. Система протестована на радіокерованому екскаваторі в масштабі 1/12. Експерименти показали: здатність слідувати заданій траєкторії, успішне виявлення та обходження підземних перешкод, досягнення кінцевої точки траєкторії навіть при зміні умов. Як результат, система дозволяє автономному екскаватору адаптуватися до характеристик ґрунту та перешкод, виконуючи задану операцію без зупинки роботи.

Research on Excavator Trajectory Control Based on Hybrid Interpolation: веб-сайт. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/8/6761>

11. Багато досліджень зосереджені на оптимізації конструкцій і підвищення міцності. Головна мета таких досліджень, це зниження ваги конструкції при збереженні міцності, оптимізація форм, товщин і матеріалів для збільшення довговічності й зменшення споживання палива. Було проведено моделювання взаємодії ковша й середовища для аналізу робочого циклу. При цьому було використано метод скінченних елементів (FEM) та параметрична оптимізація для аналізу напружень у стрілі та рукояті. Завдяки такому підходу, їм вдалось зменшити масу робочого обладнання екскаватора більш ніж на 10%, максимальні напруження були зменшені на 15% та максимальні деформації були знижені більш ніж на 10%. Оптимізована

структура має більш рівномірний розподіл напружень, без виражених зон концентрації. Все це дозволяє зробити висновок, що використання комбінованого підходу FEM + параметричної оптимізації дозволяє досягти суттєвого полегшення конструкції без втрати міцності, жорсткості та стійкості обладнання. Дана методика може використовуватися до інших типів будівельних машин і сприяє зменшенню витрат металу та енергоспоживання.

Digging Performance and Stress Characteristic of the Excavator Bucket:
веб-сайт. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/20/11507>

12. Інші дослідники провели дослідження продуктивності копання та характеристик напружень ковша екскаватора, використовуючи при цьому метод динамо-дискретно-кінцево-елементного спряження (ADAMS-EDEM-ANSYS). Цей метод — комбінований підхід для моделювання складних процесів, що дозволяє одночасно моделювати рух механізму, взаємодію ковша з матеріалом, напруження і знос деталей. Тобто це метод, який поєднує механіку руху, фізику частинок і міцність конструкцій у одному аналізі для точного прогнозування роботи екскаватора.

Comparative analysis study of resistance characteristics of backhoe hydraulic excavators: веб-сайт. URL: https://www.mechanics-industry.org/articles/meca/full_html/2024/01/mi230039/mi230039.html

13. Стаття охоплює оцінку продуктивності екскаваторів через більш глибоке розуміння загальних закономірностей опору копання. Дослідження спрямоване на з'ясування одного з головних питань, як умови роботи та типи машин впливають на характеристики опору. Аналітичний підхід базувався на статистичному аналізі характеристик сили, оптимізації поверхні відгуку (ResponseSurfaceOptimization) на 20-тонних екскаваторах зі зворотною лопатою, та була проведена порівняльна верифікація з 36,5-тонним екскаватором. З цієї роботи автори зробили висновки, що закономірності опору різняться залежно від умов. Тип машини впливає сильніше, ніж умови копання. Дані, отримані в цій роботі, закладають основу для вдосконалення

моделей оцінки продуктивності екскаваторів. Основні інтервали можуть використовуватися в моделях теоретичної сили копання, а розуміння динаміки опору важливе для оптимізації проектування та планування траєкторій.

Influence of the excavator hydraulic system efficiency on the productivity: веб-сайт. URL: https://rae.agriculturejournals.cz/artkey/rae-202301-0003_influence-of-the-excavator-hydraulic-system-efficiency-on-the-productivity.php?

14. В цій роботі автори з'ясовують як ефективність гідравлічної системи впливає на продуктивність. В якості досліджуваної машини було вибрано телескопічний екскаватор UDS 214. Ціллю було визначити найбільш придатний гідравлічний контур для модернізації, яка повинна підвищити фактичну продуктивність телескопічного екскаватора UDS 214. Автори на реальній моделі розраховували продуктивність екскаватора, попередньо визначавши час на виконання кожної операції, розраховували втрати у контурах гідравлічних ліній тощо. Знаючи принцип роботи та загальні характеристики гідроліній, автори шукали можливі напрямки модернізації. Серед запропонованих шляхів - покращення гідромотора обертання (використання мотора з вищою ефективністю, зменшення внутрішніх витоків, краще ущільнення), оптимізація гідроліній (зменшення довжини трубопроводів, збільшення діаметру, мінімізація кількості поворотів). За попередніми розрахунками при 15% зниженні втрат у контурі можлива економія потужності 0,89 кВт, економія палива: ~0.2 л/год (при к.к.д. ~25%), за 2000 год/рік: 400 л дизпалива. Подібні дослідження можна проводити на багатьох машинах задля знаходження шляхів підвищення продуктивності або, наприклад, задля економічної вигоди.

«Самостійна роботи студентів механічного факультету ХНАДУ Бакаєва Дмитра та Мілиха Андрія у 2024/25 навчальному році»

<https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2311>

Завдання для самостійної роботи:

Знайти анотації до наукових статей присвячених дослідженню екскаваторів, які були опубліковані в Віснику ХНАДУ за останні 5 років.

Посилання на Вісник ХНАДУ: <https://bulletin.khadi.kharkov.ua/index>

Література

1. Кириченко І. Г., Черніков О. В., Мілих А. О., Бакаєв Д. І. Віртуальні дослідження екскаваторів в Autodesk Inventor. / Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – Вип. 112. - Харків. ХНАДУ. 2026.- С. 76-82.

2. Кириченко І. Г., Холодов А.П. Енергетичні аспекти у визначенні ефективності роботи землерийно-транспортних машин. / Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – Вип. 108. - Харків. ХНАДУ. 2025.- С. 130-134.

3. Кириченко І.Г., Ковалевський С.Г., Хачатурян С.Л. Статистичне моделювання кваліметричних показників універсальних гідравлічних екскаваторів / Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – Вип. 106. - Харків. ХНАДУ. 2024.- С. 43-49.

4. Кириченко І. Г., Черніков О. В. Можливості та обмеження комп'ютерного моделювання технологічних машин. / Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – Вип. 101. - Харків. ХНАДУ. 2023.- С. 56-60.

5. Хмара Л.А., Кириченко І.Г., Шатов С.В., Голубченко О.І., Кроль Р.М., Холодов А.П. Машини для земляних робіт (Атлас конструкцій). Навчальний посібник. Дніпро-Харків, ПДАБА-ХНАДУ, 2021р., 185 с.

6. О.Г.Гурко, І.Г.Кириченко, Г.А.Аврунін, О.В.Ярижко
Сучасні методи моделювання та керування екскаваторами. (монографія)
Харків, ХНАДУ, 2020р., 203 с.