

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий механічний інститут

Міжнародна науково-практична конференція

**«ІННОВАЦІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ, МАШИНОБУДУВАННІ ТА
ТРАНСПОРТІ»
ЗБІРНИК ТЕЗ
9–10 квітня 2025 року**



Рівне 2025

ІННОВАЦІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ, МАШИНОБУДУВАННІ ТА ТРАНСПОРТІ: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, м. Рівне, 9-10 квітня 2025 року. – Рівне: НУВГП, 2025. – 205 с.

ISBN

Редакційна колегія

Савіна Н.Б., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Національного університету водного господарства та природокористування, д.е.н., професор;

Сорока В.С., проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи Національного університету водного господарства та природокористування, к.с.-г.н., доцент;

Марчук М.М., директор навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, к.т.н., професор;

Голотюк М.В. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії Національного університету водного господарства та природокористування;

Бундза О.З. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії Національного університету водного господарства та природокористування;

Шимко А.В. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії Національного університету водного господарства та природокористування.

Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.

Протокол № 5 від 30 червня 2025 р.

Відповідальний за випуск:

Налобіна О.О., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінженерії Національного університету водного господарства та природокористування.

Інновації в агропромисловому комплексі, машинобудуванні та транспорті: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 9-10 квітня 2025 року. [Електронне видання]. Рівне: НУВГП, 2025. 186 с.

ISBN

ISBN

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2025

УДК 621.87

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТЕРЖНЕВОЇ СТІЛОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

THE CONSTRUCTION OF A MODEL FOR STUDIES OF THE STRESS-DEFORMATION STATE OF A ROD-BOOM SYSTEM

Паламарчук Дмитро

*Київський національний університет будівництва і архітектури, просп.. Повітряних Сил, 31,
м. Київ, 03037*

Підвищення надійності конструкцій вантажопідіймальних машин, зниження металоємності, покращення експлуатаційних показників, розширення функціональних можливостей, збільшення напрацювання до відмови є важливим напрямком роботи з удосконалення існуючих та проектування нових вантажопідіймальних кранів.

Складовою частиною вирішення таких задач є задача створення раціональних високопродуктивних конструкцій вантажопідіймачів із горизонтальним переміщенням вантажу при зміні вильоту, які знайшли широке застосування при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт в портах, при монтажних і будівельних роботах.

Важливим недоліком конструкції шарнірно-зчленованих стрілових систем є нелінійна залежність між кутом повороту стріли та горизонтальною координатою переміщення вантажу. Тобто, при рівномірному повороті стріли на деякий кут – вантаж рухається нерівномірно. Що, в свою чергу, призводить до виникнення динамічних навантажень і, як наслідок, до розгойдування підвішеного вантажу.

Розгойдування вантажу викликає втомлене руйнування елементів металоконструкцій стрілової системи та призводить до збільшення динамічних навантажень на елементи механізмів крана, що веде до їх поломок, які є причинами простоювання та дорогих ремонтів.

Часто збільшені динамічні навантаження спричиняють ще й виникнення тріщин у листових елементах та зварних швах самих ланок. Найчастіше тріщини утворюються у місцях приварювання провусин шарнірів до листового металу самої ланки, наприклад, стріли, відтяжки, тяги механізму врівноваження, тощо.

Здебільшого, тріщини виникають саме у зварних швах, а потім поширюються і на основний метал елемента металоконструкції, при цьому довжина тріщини може сягати довжини до 500 мм (рис. 1).



Рис. 1. Втомлене руйнування стріли у місцях стикування листів металоконструкції

Часто тріщини утворюються у місцях стикового зварювання двох листів різної товщини, у місцях підсилення ланок за допомогою кутників та пластин. Також можливе виникнення тріщин у місцях різкої зміни перерізу скруглення зварної конструкції або ж у місцях кріплення провудин чи стаканів підшипників.

Для виявлення впливу статичних та динамічних навантажень на стрілу крана постало питання побудови квазістатичної моделі для аналітичного дослідження внутрішніх напружень у металоконструкції ланок стрілової системи.

Для проведення досліджень побудовано аналітичну модель динаміки стрілової системи. За основу досліджуваного об'єкту взято портовий вантажопідіймальний кран МАРК-40 спільного виробництва України та Фінляндії. При побудові аналітичної досліджуваної моделі стрілової системи прийнято наступні припущення:

- стрілова система представлена механічною системою з ідеальними кінематичними парами у яких не відбувається розсіювання енергії;
- ланки є однорідними стержневими конструкціями з осьовим навантаженням;
- у ланках відсутні осьові крутильні навантаження;
- при розрахунках не враховуються маси обвідних блоків, канатів, зубчастої рейки, тяг і коромисел механізму врівноваження, тощо, оскільки їх маси суттєво малі, порівняно з масами інших ланок;
- вважається, що стрілова система у будь-якому положенні повністю врівноважена поворотною противагою;
- рух стрілової системи з вантажем, а також рух механізму зміни вильоту відбувається лише у одній площині – вертикальній;
- вітрове навантаження прикладається у вигляді розподіленого навантаження по всій довжині кожної ланки у площині руху стрілової системи;
- звисаюча гілка вантажного канату не розтягується і приймається як пряма абсолютно жорстка струна, в якій відсутній внутрішній прогин;
- точка підвісу вантажу до канату та центр мас вантажу співпадають;
- кінцева точка хобота (вісь обвідного блока), а відповідно й вантаж рухаються по горизонталі при зміні вильоту стрілової системи;
- центр мас хобота співпадає з шарніром «стріла-хобот».

Вказані припущення дозволяють суттєво спростити досліджувану модель стрілової системи, а відповідно і математичний апарат розв'язку моделі та незначно впливають на точність розрахунків. Прийняті припущення дозволяють отримати теоретичний результат в межах встановленої інженерної похибки, що лежить в межах 5% точності.

Зазвичай, для виготовлення металоконструкції сучасних кранів використовуються сталі ASTM A572-50, S315MC, S355MC, S420MC, S460MC, тощо. Це високоміцні конструкційні низьколеговані сталі, що мають гарну зварюваність. Межа текучості лежить у межах: $\sigma_{0.2}=250...460$ МПа при товщині від 16 мм.

Прийняте вітрове навантаження відповідає другому вітровому району зі значенням $w_0=450$ Па.

До складу аналітичної моделі стрілової системи входять такі ланки (рис. 2): 1 – стріла; 2 – хобот в зборі з контрхоботом; 3 – жорстка відтяжка; 4 – рухома противага; 5 – вантаж; 6 – ротор електродвигуна приводу механізму зміни вильоту. Динамічна модель характеризується наступними геометричними характеристиками. До таких характеристик стрілової системи та її моделі (рис. 2) належать: L – довжина стріли; l – довжина хобота; r – довжина контрхобота; R – довжина жорсткої відтяжки; H – висота підвісу вантажу над нижнім шарніром стріли; R_0 – радіус кінцевого обвідного блока хобота; α – кутова координата стріли; y_1, y_2, y_3 – вертикальні координати центрів мас, відповідно: стріли, хобота та противаги; x_2, x_3 – горизонтальні координати центрів мас, відповідно: хобота та вантажу; x_0 – горизонтальна координата осі кінцевого блока хобота; $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ – кутові координати, відповідно: хобота, відтяжки та

коромисла противаги; φ_0 – кутова координата ротора електродвигуна; ψ – кут відхилення вантажного канату від вертикалі.

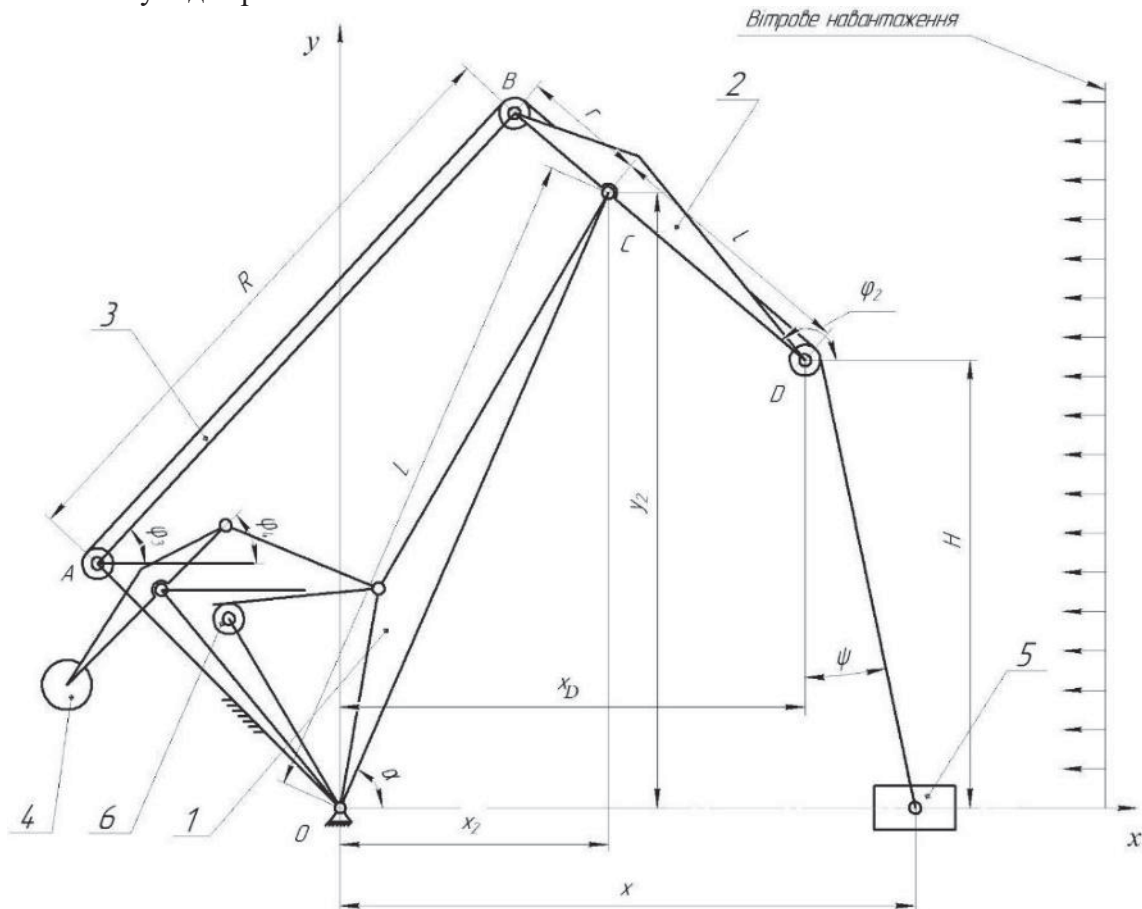


Рис. 2. Досліджувана модель стрілової системи з вітровим навантаженням

Для створення найбільш несприятливих факторів прийнято, що вітрове навантаження діє навпроти руху стрілової системи. У цьому випадку, навітряна площа включає в себе фронтальну площу металоконструкції стріли та площу лобової поверхні хобота.

Наведена динамічна модель дозволяє провести дослідження динаміки руху стрілової системи під час дії вітрового навантаження. Така постановка задачі дозволяє провести аналітичне дослідження навантажень у металоконструкції ланок стрілової системи за допомогою сучасних програмних комплексів.

Література

1. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №132 : НПАОП 0.00–1.01–07. – [Чинний від 18–06–2007]. К. Держспоживстандарт України, 2007. – 155 с.
2. Металеві конструкції: Загальний курс: Підручник [для вищих навчальних закладів] / Нілов О. О., Пермяков В. О., Шимановський О. В. [та ін.] / Під загальною редакцією О. О. Нілова та О.В. Шимановського. – Видання 2-е, перероблене і доповнене. – К.: Видавництво «Сталь», 2010. – 869 с.
3. Ловейкін В. С., Паламарчук Д. А. Оптимізація режимів руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана. Монографія. Київ. ЦП „КОМПРИНТ”, 2015. 224 с.
4. Ловейкін В. С., Човнюк Ю. В., Кадикало І. О. Оптимізація режимів руху механізмів обертання вантажопідіймних кранів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 177–190.

УДК 621.878.23

СИНТЕЗ КОРЧУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ З ДИНАМІЧНИМ АКТИВАТОРОМ

THE SYNTHESIS OF ROOTING EQUIPMENT WITH DYNAMIC ACTIVATOR

Паламарчук Дмитро, Назаренко Михайло, Панфілов Владислав

*Київський національний університет будівництва і архітектури, просп.. Повітряних Сил, 31,
м. Київ, 03037*

Викорчовування дерев, кущів та їх залишків є одним із етапів підготовчих робіт. Найчастіше такі роботи, виконуються механізовано за допомогою навісного робочого обладнання до тракторів або екскаваторів. Так, при виконанні першого етапу підготовчих робіт, використовуються викорчовувачі, кущорізи, збирачі та навантажувачі.

Корчувачі призначені для корчування пеньків, коренів і каменів з переміщенням їх на невеликій відстані, видалення чагарнику і дрібнолісся, валки дерев, а також для розпушування щільних ґрунтів і видалення верхнього рослинного шару ґрунту.

Корчувачі-збирачі мають більше широкий робочий орган і тому краще пристосовані для робіт зі збирання і переміщення пеньків, коріння, чагарнику і наступному їхньому збиранню з території, що розчищається.

За напрямом дії сили розділяють основні способи механічного корчування пеньків:

- перекидання пеньків під дією горизонтальної сили, прикладеної до їх верхньої частини;
- перекидання пеньків під дією вертикальної та горизонтальної сили, що прикладені до бічного кореня;
- видобування пеньків під дією вертикальної сили;
- викручування пеньків шляхом їх обертання навколо вертикальної осі.

Найбільш поширеним способом викорчовування, який використовується в сучасних реаліях є другий спосіб. Цей спосіб дозволяє проводити викорчовування як зі збереженням прикореневої деревини так і без її збереження.

Класичною машиною, що дозволяє проводити таке викорчовування є викорчовувачі-збирачі КЧВ-2,55, МП-18.

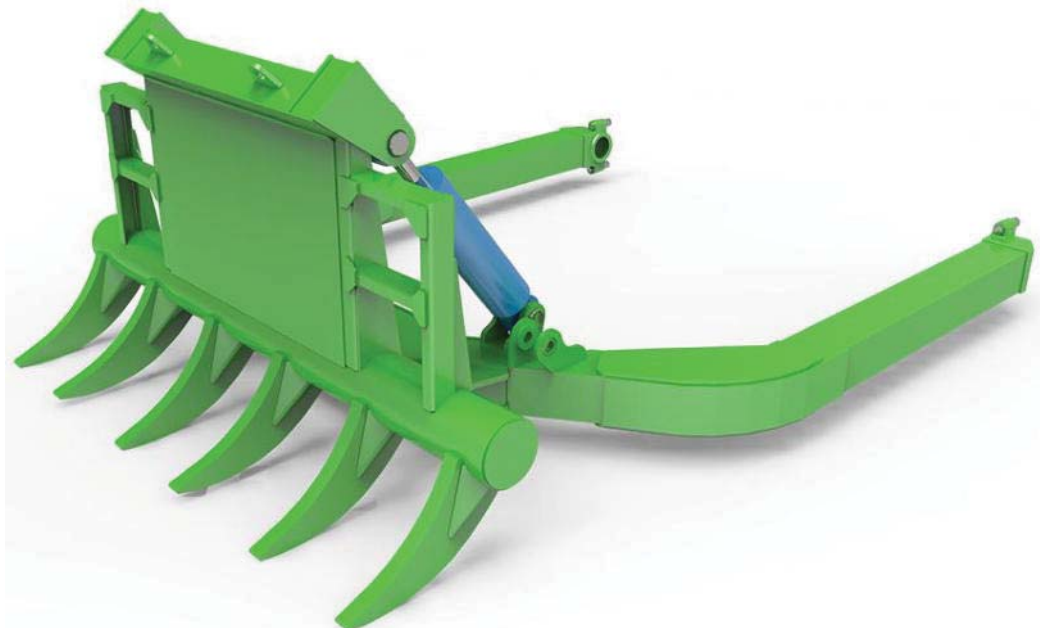


Рис. 1. Конструкція викорчовувача-збирача КЧВ-2,55

Таке робоче обладнання, крім викорчовування пеньків діаметром до 65 см, дозволяє проводити збирання каміння загальною масою до 3 т.

Недоліком такого обладнання є статична дія зубів викорчовувача на пеньок. Це призводить до того, що для створення робочого зусилля з різними напрямками сили машиніст змушений часто під'їжджати та від'їжджати трактором від пенька або ж створювати різновекторне навантаження за допомогою самого робочого органу. Тому, продуктивність роботи суттєво залежить від умінь та навичок тракториста-машиніста.

Тому, для збільшення продуктивності робочого обладнання пропонується використати вдосконалену гідравлічну схему викорчовувача. Такого ефекту можна досягти шляхом встановлення роторного розподільника гідравлічного потоку (рис. 2).

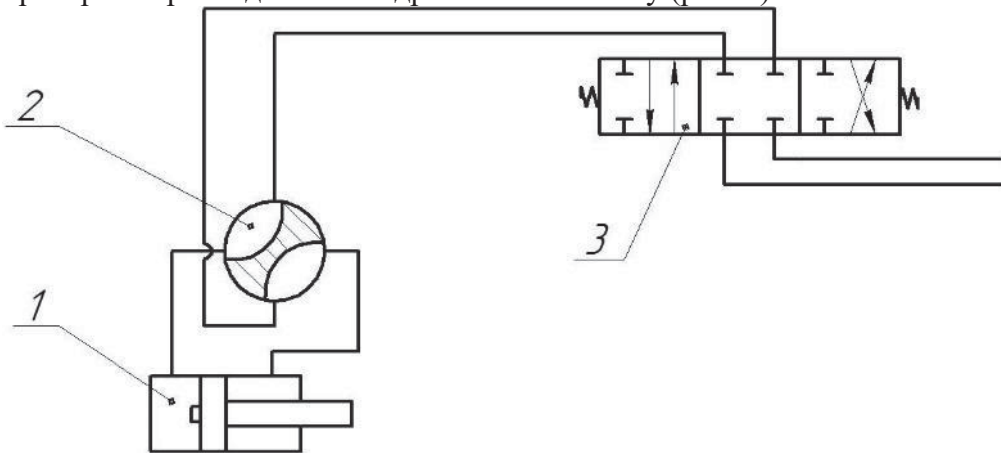


Рис. 2. Фрагмент гідравлічної схеми керування викорчовувачем

Гідравлічна схема такої конструкції включає в себе: 1. гідроциліндр (або ж пару гідроциліндрів) керування робочим органом викорчовувача; 2. Роторний гідравлічний розподільник з механічним приводом обертання; 3 трипозиційний гідравлічний розподільник.

Для забезпечення динамічної дії робочого обладнання на пеньок відбувається перемикання напрямку потоку рідини в гідроциліндрі. Причому, частота перемикання залежить від частоти обертання ротора розподільника.

Варто відмітити, що для збільшення можливостей використання робочого обладнання у гідравлічній схемі машини доцільно зберегти можливість використання статичного режиму роботи. Оскільки, різні види дерев та їх кореневих систем потребують поєднання кількох технологій викорчовування.

Запропонована конструкція гідравлічної системи керування дозволить збільшити продуктивність викорчовування великих за масою пеньків та тих залишків дерев, що потребують значних затрат енергії.

Література

1. Ковбаса В. П., Коваль Я. В. Аналіз способів розчистки вирубок від пнів. Всеукраїнський збірник наукових праць «Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини». – 2008. – №71. С. 43-50.
2. Міщук Д. О. Оптимізація зміни вильоту маніпулятора з гідроприводом на транспортному засобі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.04 «Машини для земляних, дорожніх та лісотехнічних робіт» / Д. О. Міщук. – Київ, 2013. – 23 с.
3. Паламарчук Д. А., Голотюк М. В. Дослідження процесу викорчовування при роботі за оптимальним ривковим режимом. Всеукраїнський збірник наукових праць «Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини». – 2016 р. – №88. – С. 21-27.

Наукове видання

**Міжнародна науково-практична конференція
«ІННОВАЦІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ, МАШИНОБУДУВАННІ ТА
ТРАНСПОРТІ»
ЗБІРНИК ТЕЗ**

*Розміщуються статті в авторській редакції
Технічний редактор*

Галина Сімчук

*Видавець і виготовлювач Національний університет
водного господарства та природокористування вул.
Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*