

УДК 621.879

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ВІДВАЛА БУЛЬДОЗЕРА З КОМБІНОВАНОЮ НОЖОВОЮ СИСТЕМОЮ

К.Ц. Главацький, доц., к.т.н., О.В. Серета, здоб.,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Анотація. Розглянуто дослідження, розробка і практичне застосування комбінованих ножових систем для зниження енергоємності копання ґрунту бульдозерним відвалом, поліпшення нагромадження та переміщення ґрунту по відвалу і зменшення втрат ґрунту в бокові валики використанням виключно косоного копання ґрунту.

Ключові слова: бульдозер, відвал, ніж, копання, профіль, енергоємність, ефективність.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА С КОМБИНИРОВАННОЙ НОЖЕВОЙ СИСТЕМОЙ

К.Ц. Главацкий, доц., к.т.н., О.В. Серета, соиск.,
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Аннотация. Рассмотрено исследование, разработка и практическое применение комбинированных ножевых систем для снижения энергоёмкости копания ґрунта бульдозерным отвалом, улучшения накопления и перемещения ґрунта по отвалу и уменьшения потерь ґрунта в боковые валики использованием исключительно косоного копания ґрунта.

Ключевые слова: бульдозер, отвал, нож, копание, профиль, энергоёмкость, эффективность.

RESEARCH AND DEVELOPMENT DUMP OF BULLDOZER BLADE WITH A COMBINED KNIFE SYSTEM

K. Glavatskiy, Assoc. Prof., Cand., Eng. Sc., O. Sereta, competitor,
Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician
V. Lazaryan

Abstract. Research, development and practical application of combined knife systems has been considered to ensure lower energy consumption during soil digging with a bulldozer blade, more efficient of soil accumulation and moving on a blade, smaller soil losses into lateral rollers through exceptionally slanting soil digging.

Key words: bulldozer, blade, knife, digging, profile, energy consumption, efficiency.

Вступ

Ножові системи (НС) машин для земляних робіт (МЗР) вирішують ряд задач стосовно ефективного різання чи копання ґрунту. Зокрема НС бульдозерів забезпечують ефективне відділення певного шару ґрунту від основного масиву, зрізання дрібних чагарників, часткове руйнування міцного ґрунту

та ряд інших робіт у складі відвала бульдозерного обладнання.

Актуальність досліджень НС обумовлена стратегічним напрямом розвитку і удосконалення вітчизняного машинобудування в частині МЗР, який (на відміну від закордонних тенденцій до створення машин великої одиничної потужності) передбачає зниження

питомої енергоємності процесу розробки ґрунту, тобто максимально ефективно використання потужності базового силового агрегата машини, її маси та інших техніко-економічних показників. Інтенсифікація процесу копання ґрунту бульдозерами суттєво залежить від виду ножової системи їх робочих органів. На сьогодні така задача розробки нових видів НС є актуальною, оскільки у вітчизняному машинобудуванні й наукових дослідженнях прийнята тенденція інтенсифікації розробки ґрунту зі зниженням питомих енерговитрат.

Аналіз публікацій

Авторами розробок НС бульдозерів є ряд науковців з найбільш відомих наукових шкіл, такі видатні вчені, як професори Домбровський М.Г., Зеленін А.М., Баладінський В.Л., Ветров Ю.А., Холодов А.М., Баловнев В.І., Хмара Л.А. та ін. [1, 2, 3], в роботах яких запропоновано варіанти виконання НС складного профілю [4]. Крім того, відомі технічні рішення, захищені патентами України на винаходи [5, 6]. Відомі дослідження і розробка таких НС: традиційної з прямокутними ножами і лінійним ріжучим краєм; з виступаючим середнім ножом (ВСН) чи з декількома виступаючими ножами (ВН) і розміщенням ріжучих країв в одній площині; з ВСН і бічними косинками (БК) чи з декількома (ВН) і БК та розміщенням ріжучих країв в одній площині; просторової форми з ВН, ріжучі краї яких розміщені в одній чи різних площинах та які з'єднані між собою БК, перпендикулярно розміщеними до площини розміщення ріжучого краю ножа. Відомий бульдозерний робочий орган, що містить лобову поверхню, бокові ножі, виступний середній ніж, розташований під більшим кутом різання відносно бокових, та бокові косинки, що їх з'єднують. При цьому виступний середній ніж має трапецієподібну форму та оснащений зубами, кут різання яких є більшим, ніж у виступного ножа, а кут нахилу бокових ножів зменшується у міру віддалення від площини симетрії робочого органа [5]. Відомий також бульдозерний відвал, що містить висувні секції з ножами та напрямними і гідропривід керування секціями. При цьому на стикових кромках висувних секцій виконані зубці, а самі секції з'єднані з відвалом у бокових частинах [6]. Подібна конструкція НС може бути найближчим аналогом авторської пропозиції блоку симетричних НС, в яких

передбачається виконання комбінованої ножової системи (КНС), що реалізує виключно косе копання ґрунту. До сьогодні авторам не відомі дисертаційні дослідження КНС у межах окреслених вище задач.

Мета і постановка задачі

Метою досліджень є вивчення фізичної сутності процесу різання ґрунту плоскими й об'ємними ріжучими периметрами різної конфігурації, встановлення кількісної характеристики залежності дотичної складової опору ґрунту різанню від периметра стружки, що зрізається, та визначення величини питомого коефіцієнта опору ґрунту копанню, а також розробка й обґрунтування варіантів схематичного виконання КНС для подальшого формування математичних і фізичних моделей та їх дослідження.

Основними завданнями досліджень є: 1) визначення величини дотичної складової опору ґрунту різанню і копанню ріжучими периметрами із заданими геометричними розмірами та за відомих режимів різання; 2) розробка доповнень до відомих методик розрахунку ножових систем відвалів бульдозерів із вказаними НС; 3) виконання експериментальних досліджень з визначення залежності дотичної складової ґрунту різанню певним ріжучим периметром від визначальних факторів; 4) співставлення даних, отриманих аналітичним та експериментальним шляхом, та формулювання висновків про основні закономірності процесу різання ґрунтів КНС.

Дослідження та розробка відвала бульдозера з комбінованою ножовою системою

На основі аналізу вихідної інформації стосовно проведених досліджень пропонується розробити та дослідити комбіновані ножові системи (КНС) з ВН і БК, виконаними у поперечному перерізі трикутного профілю та ріжучі краї яких розміщені в одній чи різних площинах. Критерієм пошуку раціональних параметрів КНС є мінімальний питомий опір копанню ґрунту. Визначними параметрами КНС прийняті: площа вирізаної стружки, кути різання, кількість пар ножів, подовжнє, вертикальне і кутове розміщення складових елементів НС.

На першому етапі досліджень встановлено фізичну суть зменшення питомої енергоємності процесу копання ґрунту запропонова-

ною КНС, яка полягає у використанні виключно косою копанню ґрунту, створенні умов спрямування відділеної від масиву ґрунтової стружки всередину призми ґрунту перед відвалом, заміні блокованого копання ґрунту напіввільним чи вільним і утворенні плоскої чи неплоскої поверхні ґрунту після проходження бульдозерного відвала.

Авторами розроблено схематичні, ескізні й конструктивні варіанти КНС відповідно до вимог математичного і фізичного моделювання, з метою визначення їх раціональних параметрів та порівняльного аналізу. Запропонована КНС розробляється у двох принципових варіантах розміщення КНС: у межах висоти традиційної НС та вище неї (рис. 1–3) з розміщенням ріжучих країв в одній і у різних площинах.

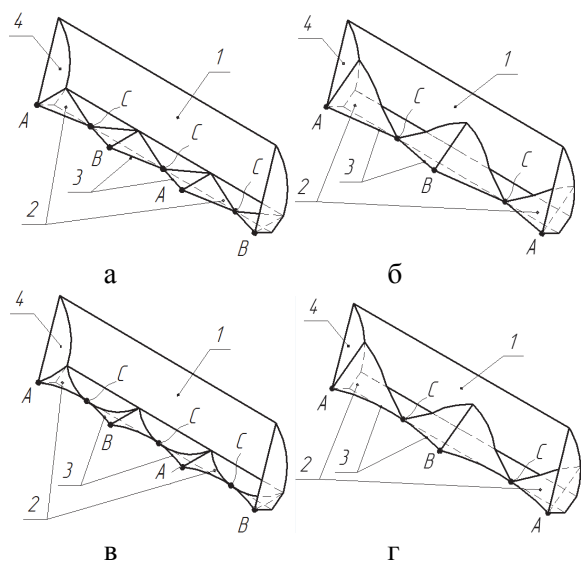


Рис. 1. Варіанти аксонометричних зображень фізичних моделей відвалів бульдозерів для дослідження схем взаємного відносного просторового розміщення елементів КНС: а, в – із трьома парами ножів і розміщенням КНС у межах висоти традиційної НС з прямолінійним і криволінійним ріжучим краєм відповідно; б, г – з двома парами ножів і розміщенням КНС вище меж висоти традиційної НС з прямолінійним і криволінійним ріжучим краєм відповідно; 1 – відвал; 2 – ріжучі ножі; 3 – ріжучі краї; 4 – бічні косинки (БК); А, В, С – характерні точки периметра ріжучих країв ножів

При розробці блоку симетричних КНС передбачається мінімальна кількість їх окремих складових елементів та враховано можли-

вість їх дзеркального переустановлення і відповідного виконання в них кріпильних елементів для зменшення номенклатури виробів у випадку технологічної реалізації запропонованих технічних рішень.

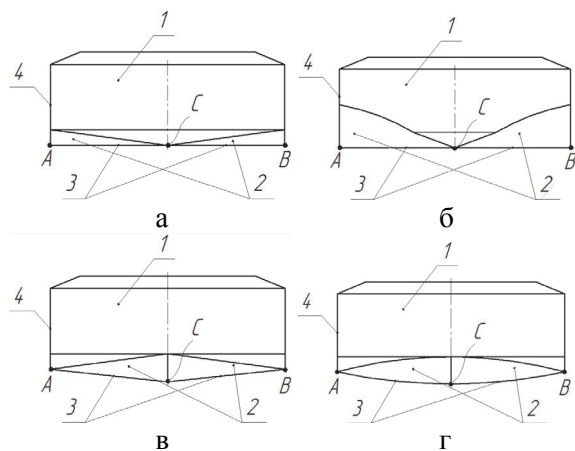


Рис. 2. Вид спереду на відвал бульдозера з однією парою ножів КНС й її розміщенням: а, в – в межах висоти традиційної НС з нульовим і заданим вертикальним зміщенням характерної точки С відносно точок А і В відповідно; б, г – вище меж висоти традиційної НС з нульовим і заданим вертикальним зміщенням характерної точки С відносно точок А і В відповідно; в, г – з прямолінійним і криволінійним ріжучим краєм кожного ножа відповідно

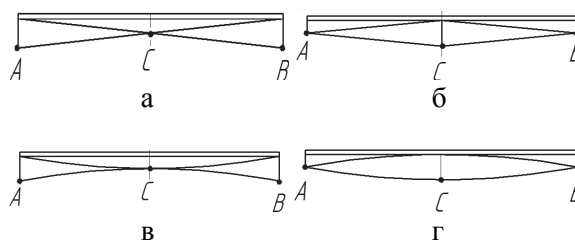


Рис. 3. Вид зверху на відвал бульдозера з КНС і розміщенням характерних точок А, В, С ріжучих країв ножів: а, б – по ламаному периметру; в, г – по криволінійному периметру і зі зміщенням точки С відносно точок А і В: а, в – назад відносно напрямку руху відвала; б, г – вперед відносно напрямку руху відвала

Для дослідження процесу взаємодії запропонованих варіантів КНС із ґрунтом обрано базову математичну модель та розроблено лабораторне устаткування із застосуванням сучасної електронної вимірювальної системи

та програмного забезпечення. Для проведення багатфакторних експериментальних досліджень розроблено комплекти відповідних фізичних моделей КНС бульдозерів, приклад яких наведено на рис. 1–3.

На першому етапі досліджень основними факторами моделей прийняті: кількість пар ножів; подовжній зсув ріжучих країв ножів L ; вертикальний зсув ріжучих країв ножів $H_1 - H_4$ (рис. 4); щільність ґрунту. Реалізація наукових досліджень масштабних фізичних моделей ПНС передбачається у лабораторії кафедри «Прикладна механіка» ДНУЗТ.

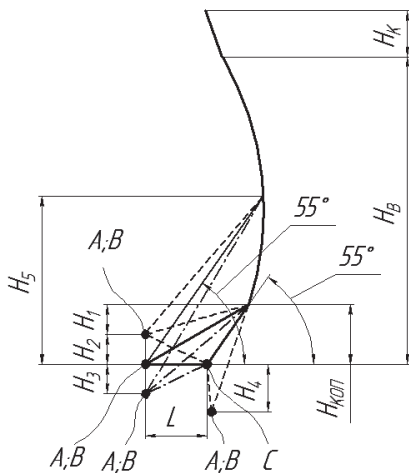


Рис. 4. Об'єднана параметрична схема відвала бульдозера з комбінованою ножевою системою: A, B, C – характерні точки периметра ріжучих країв ножів; $H_{КОП}$ – глибина копання, що дорівнює висоті традиційної КНС; H_1, H_2, H_3, H_4 – вертикальні зміщення точок A, B відносно точки C ; L – горизонтальне подовжнє зміщення точок A, B відносно точки C ; H_5 – висота розміщення КНС вище меж висоти традиційної КНС; H_B – висота відвала; H_K – висота козирка; 55° – кут копання ґрунту традиційним відвалом

Базовою машиною для реалізації авторських пропозицій може бути традиційний бульдозер на базі найбільш поширених промислових тракторів, наприклад, таких як ДТ-75 (3 тс), Т-170 (10 тс), Т-10М (10 тс), Т-12 (15 тс), ДЕТ-250 (25 тс) чи Т-330 (30 тс) з відповідним бульдозерним обладнанням.

Висновки

У результаті вирішення задач з дослідження, розробки і практичного застосування КНС очікується зменшення енергоємності, підвищення продуктивності та інтенсифікація процесу розробки ґрунту робочими органами бульдозерів, на яких вони будуть застосовуватися, за рахунок зменшення питомого опору копанню та втрат ґрунту та прискореного набору його в призму. Крім того, запропоновану КНС можна застосовувати на неповоротних відвалах з отриманням ефекту поворотного відвала.

Література

1. Баловнев В.И. Повышение производительности машин для земляных работ / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – К.: Будівельник, 1988. – 152 с.
2. Баловнев В.И. Интенсификация разработки ґрунтов в дорожном строительстве / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – М.: Транспорт, 1993. – 384 с.
3. Коротких В.Б. Исследование и разработка бульдозера с выступающими ножами и боковыми косынками: дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / В.Б. Коротких. – Днепропетровск: ПГАСА, 1995. – 22 с.
4. Хмара Л.А. Модернизация и повышение производительности строительных машин / Л.А. Хмара, Н.П. Колесник, В.П. Станевский. – К.: Будівельник, 1992. – 152 с.
5. Пат. 12473 Україна, МПК(2006) Е 02 F 3/76. Бульдозерний робочий орган / Хмара Л.А., Талалай В.О., Соколов І.А.; заявник і патентовласник Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. – № u200506756; заявл. 11.07.2005; опубл. 30.01.2006, Бюл. № 2.
6. Пат. 15558 Україна, МПК(2006) Е 02 F 3/76. Бульдозерний відвал / Хмара Л.А., Соколов І.А., Пархомчук Р.Г.; заявник і патентовласник Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. – № u200511751; заявл. 09.12.2005; опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.

Рецензент: Є.С. Венцель, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 26 квітня 2014 р.