

**ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ВІДВАЛА БУЛЬДОЗЕРА З КОМБІНОВАНОЮ  
НОЖОВОЮ СИСТЕМОЮ  
RESEARCH-AND-DEVELOPMENT DUMP OF BULLDOZER WITH THE  
COMBINED KNIFE SYSTEM**

**К. Ц. Главацький, доцент, к.т.н., О. В. Серeda, пошукач  
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна**

*Анотація. Розглядається 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, створенням умов спрямування відділеної від масиву ґрунтової стружки всередину призми перед відвалом, заміною блокованого копання напіввільним чи вільним і утворенням заданої поверхні після проходу бульдозерного відвала.*

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

*Аннотация. Рассматривается исследование, разработка и практическое применение комбинированных ножевых систем для снижения энергоёмкости копания ґрунта бульдозерным отвалом, улучшение накопления и перемещения ґрунта по отвалу и уменьшения потерь ґрунта в боковые валики использованием исключительно косоного копания ґрунта, созданием условий устремления отделенной от массива ґрунтовой стружки внутрь призмы перед отвалом, заменой заблокированного копания полусвободным или свободным и образованием заданной поверхности после прохода бульдозерного отвала.*

*Ключевые слова: бульдозер, отвал, нож, копанье, профиль, энергоёмкость, эффективность.*

*Annotation. Research, development and practical application of the combined knife systems, is examined for the decline of power-hungryness of digging of soil a bulldozer dump, improvement of accumulation and moving of soil on a dump and diminishing of losses of soil in lateral rollers the use of the exceptionally slanting digging of soil, conditioning of aspiration of the ground shaving dissociated from an array into a prism before a dump, by replacement of the blocked digging semi free or free and by formation of the set surface after the passage-way of bulldozer dump.*

*Keywords: bulldozer, dump, knife, digging, profile, power-hungryness, 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 напрямком розвитку і удосконалення вітчизняного машинобудування в частині МЗР, який (на відміну від закордонних тенденцій на створення машин великої одиничної потужності) передбачає зниження питомої енергоємності процесу розробки

грунту, тобто максимально ефективно використання потужності базового силового агрегату машини, її маси і інших техніко-економічних показників. Інтенсифікація процесу копання ґрунту бульдозерами суттєво залежить від виду ножової системи їх робочих органів. На сьогоднішня така задача розробки нових видів НС є актуальною, оскільки у вітчизняному машинобудуванні і 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, таких видатних вчених, як професорів Домбровського М.Г., Зеленіна А.М., Баладінського В.Л., Ветрова Ю.А., Холодова А.М., Баловнева В.І., Хмари Л.А. і ін. [1, 2, 3], в роботах яких запропоновані 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 у одній площині; з ВСН і бічними косинками (БК) чи з декількома (ВН) і БК та розміщенням ріжучих країв у 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, який відносно під більшим кутом різання стосовно бокових, та бокові косинки, що з'єднують їх. При цьому виступний середній ніж має трапецієподібну форму та оснащений зубами, кут різання яких більший, ніж у виступного ножа, а кут нахилу бокових ножів зменшується по мірі 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 що на стичних кромках висувних секцій виконані зубці, а самі секції з'єднані з відвалом в 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 теперішнього часу авторам не відомі дисертаційні дослідження КНС в межах окреслених вище задач.

### **Мета і постановка задачі**

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

Основними задачами досліджень є: 1) визначення величини дотичної складової опору ґрунту різанню і копанню ріжучими периметрами із заданими геометричними розмірами та при відомих режимах різання; 2) розробка доповнень до відомих методик розрахунку ножових систем відвалів бульдозерів з вказаними НС; 3) виконання експериментальних досліджень по визначенню 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.

### **Основна частина**

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 у одній чи у різних площинах.

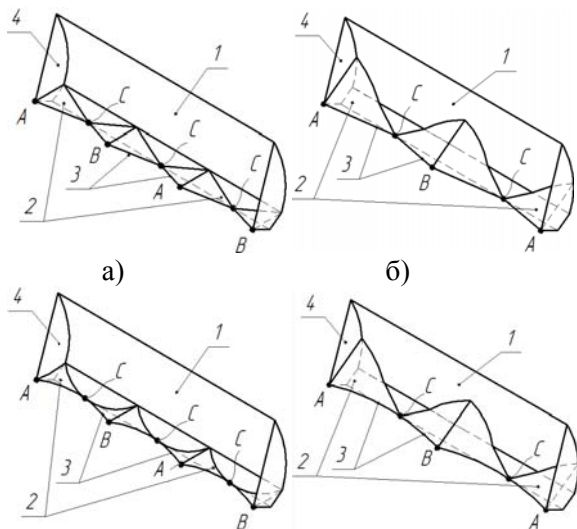
Критерієм пошуку раціональних параметрів КНС є мінімальних питомий опір копанню ґрунту.

Визначними параметрами КНС прийняті: площа вирізаної стружки, кути різання, кількість пар ножів, подовжнє, вертикальне і кутове розміщення складових елементів НС.

На першому етапі досліджень встановлена фізична суть зменшення питомої енергоємності процесу копання ґрунту запропонованою КНС, яка полягає у використанні виключно косо́го копання 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 відвалу.

Авторами розроблені схематичні, ескізні і конструктивні варіанти КНС у відповідності 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 у одній і у різних площинах. При розробці блоку симетричних КНС передбачається мінімальна кількість окремих їх складових елементів та врахована можливість їх дзеркального переустановлення і відповідного виконання в них кріпильних елементів для зменшення номенклатури виробів у випадку технологічної реалізації запропонованих технічних рішень.

Для дослідження процесу взаємодії запропонованих варіантів КНС з ґрунтом вибрана базова математична модель та розроблене лабораторне устаткування із застосуванням сучасної електронної вимірювальної системи та програмного забезпечення. Для проведення багатofакторних експериментальних досліджень розроблені комплекти відповідних фізичних моделей КНС бульдозерів, приклад яких наведений на рис. 1 - 3.



в) г)

Рис. 1. Варіанти аксонометричних зображень фізичних моделей відвалів бульдозерів для дослідження схем взаємного відносного просторового розміщення елементів КНС: а), в) – з трьома парами ножів і розміщенням КНС в 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

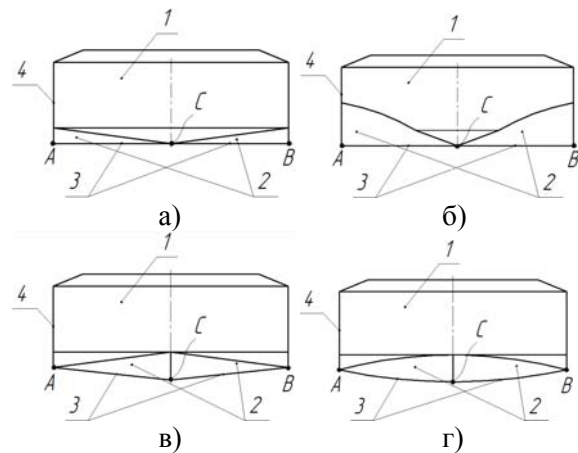
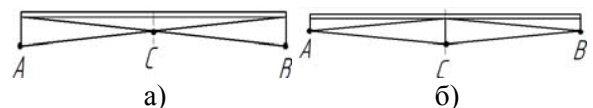


Рис. 2. Вид спереду на відвал бульдозера з однією парою ножів КНС і її розміщенням: а), в) – в межах висоти традиційної НС з нульовим і заданим вертикальним зміщенням характерної точки С відносно точок А і В відповідно; б), г) – вище меж висоти традиційної НС з нульовим і заданим вертикальним зміщенням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

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.



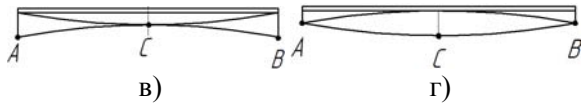


Рис. 3. Вид зверху на відвал бульдозера з КНС і розміщенням характерних точок А, В, С ріжучих країв ножів: а), б) – по ламаному периметру; в), г) – по криволінійному периметру; і зі зміщенням точки С відносно точок А і В: а), в) – назад; б), г) – вперед відносно напрямку руху відвала

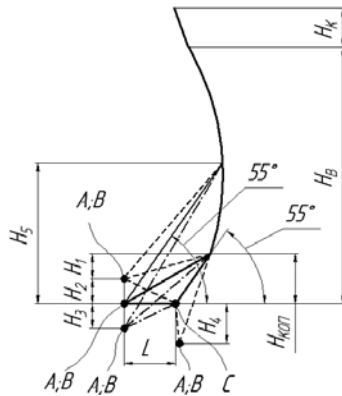


Рис. 4. Об'єднана параметрична схема відвала бульдозера з комбінованою ножевою системою: А, В, С – характерні точки периметра ріжучих країв ножів;  $H_{\text{Коп}}$  – глибина копання, що дорівнює висоті традиційної НС;  $H_1, H_2, H_3, H_4$  – вертикальні зміщення точок А, В відносно точки С;  $L$  – горизонтальне подовжнє зміщення точок А, В відносно точки С;  $H_5$  – висота розміщення КНС вище меж висоти традиційної НС;  $H_B$  – висота відвала;  $H_K$  – висота козирка;  $55^\circ$  – 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

В результаті вирішення задач по досліджен-

ню, розробці і практичному застосуванню 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, зменшення втрат ґрунту та прискореному набору ґрунту в призму. Крім того запропоновану КНС можна застосовувати на неповоротних відвалах о отриманням ефекту поворотного відвала.

### Бібліографічний список

1. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Повышение производительности машин для земляных работ. – К.: Будівельник, 1988. – 152 с.
2. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Интенсификация разработки ґрунтов в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1993. – 383 с.
3. Коротких В.Б. Исследование и разработка бульдозера с выступающими ножами и боковыми косынками. Дисс. канд. техн. наук, Днепропетровск, ПГАСА, 1995.
4. Хмара Л.А., Колесник Н.П., Станевский В.П. Модернизация и повышение производительности строительных машин. – 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 власник патенту 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 власник патенту Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. - № u200511751 ; заявл. 09.12.2005 ; опубл. 17.07.2006, Бюл. №7.