

УДК 621.879.3.064.2

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2020.88.2.86

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОПАННЯ ҐРУНТУ ФІЗИЧНОЮ МОДЕЛЛЮ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ З НЕПОВОРОТНИМ ВІДВАЛОМ ТА ЗМІННОЮ КОМБІНОВАНОЮ ОБ'ЄМНОЮ НОЖОВОЮ СИСТЕМОЮ

Ракша С. В., Главацький К. Ц., Горбенко Ю. О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Анотація. Проведено експериментальні дослідження процесу копання ґрунту фізичною моделлю неповоротного бульдозерного відвала зі змінною комбінованою об'ємною ножовою системою (КОНС) з метою розроблення її ефективної конструкції на основі застосування косої різання для підвищення ефективності здійснення робіт за рахунок зменшення питомого опору копанню, скорочення шляху копання до набору повноцінної призми ґрунту та зменшення втрат ґрунту у бічні валики. За результатами досліджень отримані позитивні результати.

Ключові слова: відвал, ніж, система, сила, опір, втрати, продуктивність, ефективність.

Вступ

Сучасний рівень якості та енергоефективності землерийно-транспортних машин вимагає нових наукових підходів до розроблення їхнього робочого обладнання та робочих органів.

Аналіз публікацій

Відомі дослідження і конструктивні вирішення плоских ножових систем (НС), зокрема традиційного типу із розміщенням ріжучих країв ножів на одній лінії, з виступним середнім ножом (ВСН), з виступними ножами і бічними косинками (ВН і БК), а також просторових НС з розміщенням ножових пластин вздовж прямокутного профілю, а також НС з ножовими пластинами трапецієподібної форми. Їх аналізування на рівні наукових робіт свідчить про актуальність розроблення нових видів НС для бульдозерів [1–5, 9–11].

Актуальність досліджень і розроблення бульдозерного обладнання полягає в підвищенні ефективності та продуктивності використання неповоротного бульдозерного відвала за умови використання в ньому НС нового типу, зокрема комбінованої об'ємної ножової системи (КОНС).

Оскільки запропоновані варіанти використання НС на бульдозерах у науково-технічній літературі відсутні, то запропоновані технічні рішення запатентовані []. Таким чином, запропонована тема досліджень є актуальною. Крім того, актуальність підтверджується досить розповсюдженим використанням бульдозерів у будівництві під час

створення різноманітних ґрунтових споруд (доріг, насипів, дамб тощо).

Мета і постановка завдання

Під час створення відвала бульдозера з КОНС прогнозується підвищення продуктивності проведення робіт і зниження питомої енергоємності та коефіцієнта питомого опору копання ґрунту за умов застосування косої різання, що призведе до зменшення втрат ґрунту у бічних валиках, скорочення шляху копання до набору повної призми ґрунту та перерозподілу сил під час копання.

Отже, актуальним завданням є дослідження проблем, спрямованих на підвищення технологічних характеристик неповоротних бульдозерних робочих органів за рахунок вибору раціональних параметрів КОНС.

Метою роботи є дослідження фізичної моделі неповоротного відвала бульдозера зі змінною КОНС, визначення найбільш ефективної її конструкції, порівняння результатів досліджень з аналогічними результатами для відвала бульдозера з традиційною НС та з результатами попередньо проведених теоретичних досліджень.

Запропонована фізична модель неповоротного відвала бульдозера з КОНС

Відвал бульдозера з КОНС (рис. 1) містить традиційний неповоротний відвал 1, ріжучі ножі 2 з ріжучими краями 3 та бічні косинки 4. Ріжучі ножі 2 зроблені з окремих пластин і з'єднані між собою попарно і з відвалом 1. Ріжучі краї 3, відрізки яких позначені точками *A*, *B*, *C*, ножів 2 можуть знаходитися в одній чи в різних площинах, вони

розташовані симетрично відносно подовжньої вертикальної площини симетрії відвала 1 під заданим кутом між собою у фронтальній і вертикальній проекції. Можуть бути прямо- чи криволінійними, кількість пар може бути задана, а кут нахилу пластин ножів 2 до горизонталі задається розміщенням ножевої системи в межах глибини копання традиційного ножа або дорівнює його раціональному значенню для бульдозерів. Відвал з КОНС має перевагу, оскільки під час його роботи створюється безступінчасте розподілення зусиль у межах фрагмента НС. КОНС містить фрагмент, що складається з пари зустрічно направлених ножів [6].

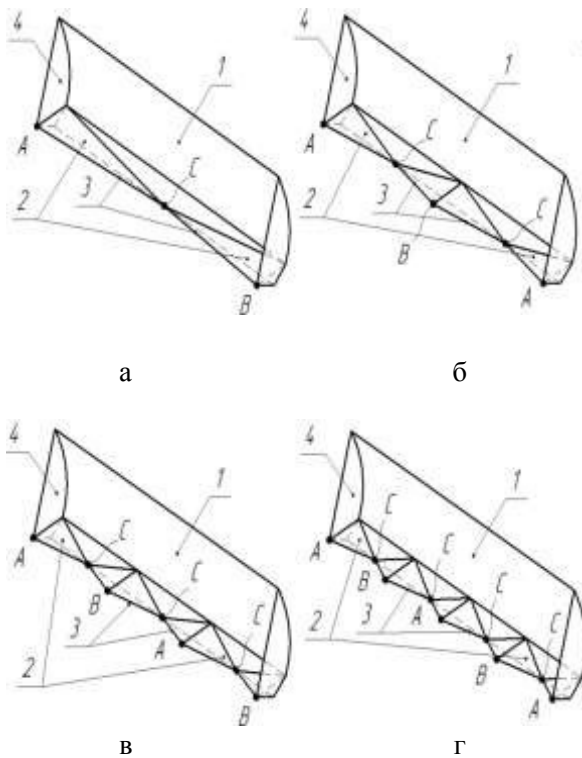


Рис. 1. Відвали бульдозера з КОНС: А, В, С – характерні точки ріжучих країв; а–г – з однією, двома, трьома, чотирма парами ріжучих прямолінійних ножів; 1 – традиційний неповоротний відвал; 2 – ріжучі ножі; 3 – ріжучі краї; 4 – бічні косинки

Конструктивно КОНС можна розмістити з боку лобової площини відвала бульдозера, що характеризується висотою відвала H_B без врахування висоти козирка H_K (рис. 2), а також і з протилежного боку [6].

Розміщення КОНС з боку лобової площини відвала бульдозера характеризується розмірами H_1 , H_2 , H_3 .

Розміри H_1 і H_2 характеризують пропорційний розподіл загальної товщини стружки

$H_{\text{коп}}$, вирізаної точками А і В, що виступають вперед на величину L і вище на величину H_2 точки С ріжучого краю КОНС. Розмір H_3 характеризує розміщення точок А і В попереду і нижче точки С.

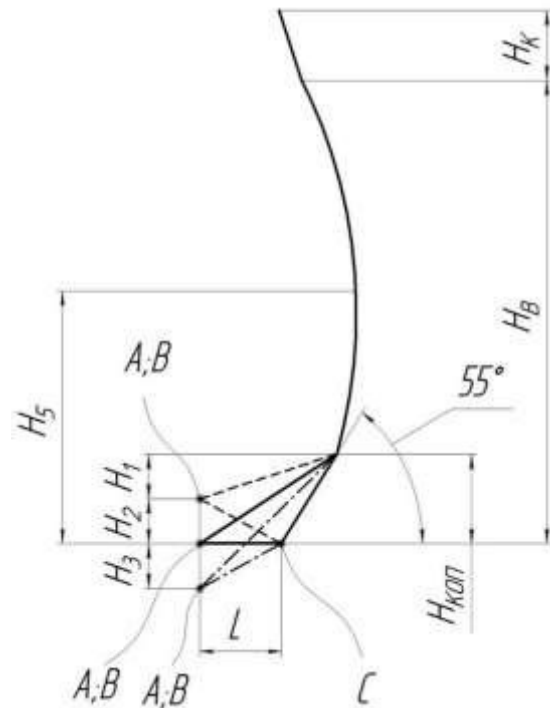


Рис. 2. Конструктивна схема відвала з КОНС

Зміст процесу різання і копання ґрунту відвалами з КОНС

У разі необхідності копання ґрунту з утворенням плоскої поверхні після проходження відвала бульдозера можна застосовувати його комплектацію КОНС відповідно до рис. 1 та 2. Зокрема точки А, В, С, що характеризують ріжучий край, розміщені в одній горизонтальній площині. У разі необхідності створення профільної поверхні ґрунту після проходження відвала бульдозера з КОНС, в якій точки А, В і С розміщені в одній горизонтальній площині (рис. 3, а), нахилом відвала вперед чи назад можна створити їх вертикальне зміщення, відповідно H_3 і H_2 (рис. 2 та рис. 3, б). А у разі необхідності створення плоскої поверхні ґрунту після проходження відвала бульдозера з КОНС, в якій точки А, В і С мають вертикальне зміщення H_2 і H_3 , нахилом відвала вперед чи назад можна їх розмістити в одній площині. Також регулюванням кута нахилу відвала вперед чи назад, тобто зміною кута копання, можна регулювати висоту профілю ґрунту після проходження відвала бульдозера.

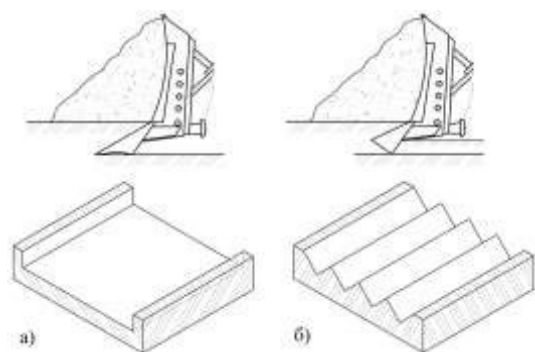


Рис. 3. Профілі, утворені відвалом бульдозера з КОНС: а – плоский; б – рельєфний

У цьому випадку подовжня відстань L між точками А, В і точкою С згідно з (рис. 2) вибирається за умови заміни блокованого копання напіввільним чи вільним.

У разі необхідності копання ґрунту з утворенням профільної поверхні після проходження відвала бульдозера можна застосувати його комплектацію КОНС згідно з рис. 4. Залежно від типу ліній різального краю КОНС відвала бульдозера поділені на ті, в яких він є ламаною лінією, що складається з прямолінійних ділянок, та з криволінійним різальним краєм у вигляді дуг кола певного радіуса.

Планування експериментальних досліджень на фізичній моделі неповоротного відвала бульдозера з КОНС

З метою виявлення взаємовпливу параметрів робочого обладнання (РОб) експериментальні дослідження здійснювалися на підставі теорії планування експериментів, а результати оброблялися методами теорії ймовірності та математичної статистики.

Основні параметри неповоротного відвала бульдозера з КОНС, що оптимізуються і змінюються під час проведення експериментів (табл. 1), наведені для варіанта КОНС з розміщенням точок А-В-С в одній площині (рис. 2).

Таблиця 1 – Параметри що оптимізуються і змінюються

Параметр (фактор)	Рівні факторів					Інтервал
	-2	-1	0	+1	+2	
X1 – подовжня відстань між точками А-В-С	30	40	50	60	70	10
X2 – кількість пар ножів	1	2	3	4	5	1
X3 – кількість ударів $C_{уд}$	2	7	12	17	22	5

– подовжня відстань між точками А-В-С, зміна якої характеризує, на яку відстань L (рис. 2) будуть віддалені точки А і В від точки С у горизонтальній площині;

– кількість пар ножів (від однієї до п'яти);

– кількість ударів динамічного щільноміра ДорНДІ.

Дослідження процесу копання ґрунту неповоротним відвалом зі змінною КОНС

На схемі (рис. 4) наведено вихідне і кінцеве положення неповоротного відвала за умови повного набору призми ґрунту за певної глибини та довжини копання.

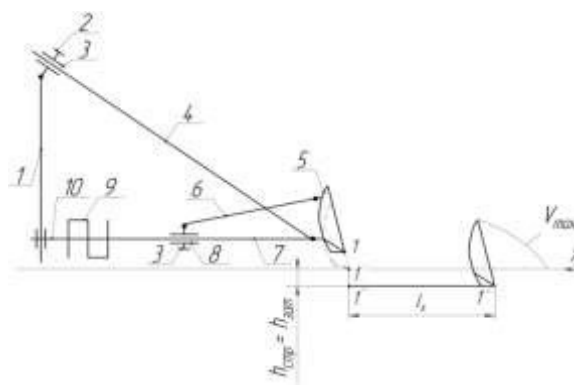
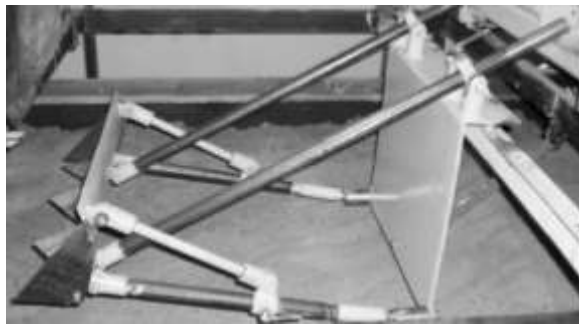


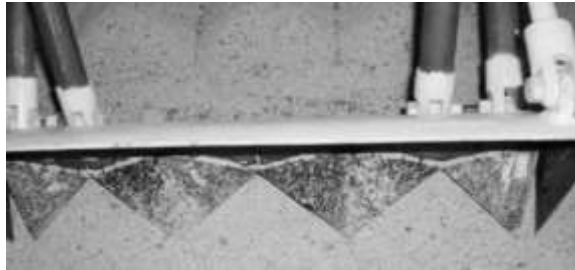
Рис. 4. Схема підвіски РОб на стенді для дослідження процесу копання ґрунту: 1 – задня стінка; 2, 3, 8 – фіксатори і шарнір-повзуни; 9 – датчики; 4 – гідроциліндр підйому-опускання відвала; 5 – відвал; 6 – розкіс; 7, 10 – штовхальний брус

На рис. 5 наведена фотограма процесу копання ґрунту неповоротним відвалом бульдозера з КОНС з характерними положеннями робочого обладнання, зокрема відвала. Необхідно звернути увагу на характерні зсуви ґрунту у призму, що сприяє на зменшення його втрат та на довжину шляху набору ґрунту у призму. Ці особливості процесу копання сприяють зменшенню питомої енергоємності та підвищенню продуктивності.

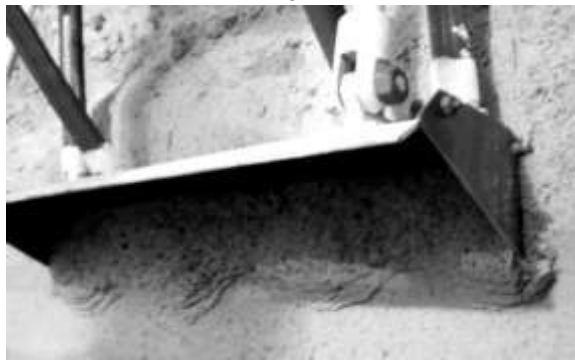
Слід зазначити, що очікуване збільшення призми волочіння ґрунту перед відвалом відбуватиметься і за рахунок встановлення бокових косинок відвала збільшених розмірів, а загальне зменшення питомої енергоємності процесу копання ґрунту відбуватиметься і за рахунок заміни блокованого копання ґрунту напіввільним. У цьому випадку підвищується продуктивність за рахунок зменшення втрат ґрунту у бокові валики та скорочення часу циклу.



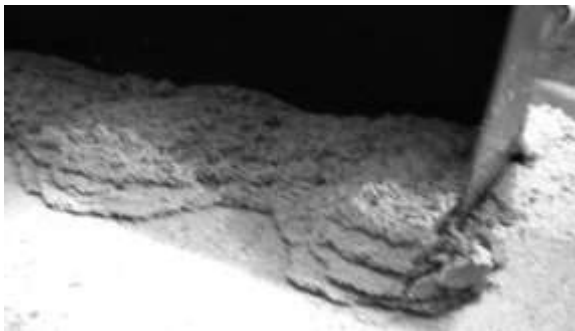
а



б



в



г



д

Рис. 5. Фотограма процесу копання ґрунту:
а – загальний вигляд; б – вид спереду; в,
г – початок набору призми; д – транспортування ґрунту неповоротним відвалом з КОНС

Результати експериментальних досліджень бульдозерного відвала з КОНС

Відповідно до планування експериментальних досліджень проведено перший етап досліджень для 15-ти варіантів КОНС з трикратним повторенням кожного дослідження.

Ці дослідження проведені з використанням сучасної вимірювальної системи з програмним забезпеченням та виведенням результатів на монітор комп'ютера та записом до відповідних файлів, а також з використанням аналогово-цифрових перетворювачів, що використовують з метою контролювання сил опору копання ґрунту.

Перед кожним дослідженням:

- задавалася глибина копання ґрунту від 5 до 30 мм з кроком 5 мм;
- створювалася потрібна щільність і вологість ґрунту.

Під час кожного дослідження:

- здійснювалася відеофіксація процесу копання ґрунту;
- записувалися сила та час копання ґрунту до набору повної призми перед відвалом.

Після кожного дослідження вимірювалися:

- шлях копання ґрунту до набору повної призми перед відвалом;
- об'єм призми волочіння ґрунту;
- втрати ґрунту у бічні валики.

На основі отриманих результатів для кожного дослідження розраховано:

- швидкість копання;
- потужність копання;
- енергоємність копання;
- коефіцієнт питомого опору копанню.

Значення показників відповідно до плану проведення досліджень наведені у табл. 2–3.

Таблиця 2 – Значення показників згідно плану проведення досліджень

№ НС	Сила $P_{\text{коп.}}$, Н	№ НС	Продукт-сть, $\text{дм}^3/\text{с}$	№ НС	Потужність коп., $N_{\text{коп.}}$, Вт
13	130	8	0,485	2	7,55
2	179	10	0,469	1	7,56
1	190	12	0,468	4	11,12
6	200	11	0,454	5	11,16
11	200	14	0,435	13	11,53
14	210	15	0,432	6	17,74
5	230	3	0,423	11	17,90
4	270	7	0,402	14	18,80
15	284	13	0,394	15	25,42
9	290	6	0,370	9	25,90
8	310	4	0,205	12	30,85
12	339	5	0,195	10	31,57
3	346	2	0,193	3	31,59
10	350	1	0,165	7	33,93
7	390	9	0,144	8	34,10
Тр.	320	Тр.	0,354	Тр.	28,26

Таблиця 3 – Значення показників згідно плану проведення досліджень

№ НС	Енергоємність коп., Вт/(м ³ /с)	№ НС	Коефіцієнт питомого опору копанню, Кпит, Н/мм ² (МПа)
13	0,008	13	0,012
2	0,011	11	0,019
11	0,011	2	0,021
14	0,012	14	0,022
1	0,013	1	0,023
6	0,013	6	0,023
4	0,015	4	0,025
5	0,016	5	0,028
9	0,016	8	0,029
15	0,016	15	0,030
12	0,018	10	0,033
10	0,019	9	0,035
8	0,020	3	0,036
3	0,021	7	0,041
7	0,023	12	0,042
Тр.	0,022	Тр.	0,040

Середні значення, що є вищими, ніж вказані основні показники, які характеризують ефективність процесу копання ґрунту неповоротним відвалом бульдозера з КОНС, наведені в табл. 4–7.

У цьому випадку для порівняння результатів вони наведені в абсолютному та відносному вигляді, а знаки «+» чи «-» вказують на збільшення чи зменшення відповідного показника на відміну від відповідного показника для традиційного відвала із прямолінійною НС, які виділено жирним шрифтом.

Таблиця 4 – Середні значення основних показників з КОНС

Варіант КОНС	Сила копання	
	Р _{коп} , Н	(-/+)% відносно традиційного
X1=50 X2=1	130	-59
X1=50 X2=5	190	-41
X1=50 X2=4	235	-27
X1=50 X2=3	236	-26
X1=55 X2=2	331	+3,4
Середнє	224	-30
Традиційний		320

Таблиця 5 – Середні значення основних показників з КОНС

Варіант КОНС	Продуктивність технічна	
	П _{техн} , дм ³ /с	(-/+)% відносно традиційного
X1=50 X2=1	0,394	+11
X1=50 X2=5	0,468	+32
X1=50 X2=4	0,379	+7
X1=50 X2=3	0,387	+9
X1=55 X2=2	0,231	-35
Середнє	0,372	+5
Традиційний		0,354

Таблиця 6 – Середні значення основних показників з КОНС

Варіант КОНС	Енергоємність	
	N _{пит} , Вт/(м ³ /с)	(-/+)% відносно традиційного
X1=50 X2=1	0,0080	-64
X1=50 X2=5	0,0110	-50
X1=50 X2=4	0,0143	-35
X1=50 X2=3	0,0144	-35
X1=55 X2=2	0,0170	-23
Середнє	0,0129	-41
Традиційний		0,0220

Таблиця 7 – Середні значення основних показників з КОНС

Варіант КОНС	Питомий коефіцієнт опору	
	Кпит, МПа	(-/+)% відносно традиційного
X1=50 X2=1	0,0120	-70
X1=50 X2=5	0,0210	-47
X1=50 X2=4	0,0245	-39
X1=50 X2=3	0,0258	-35
X1=55 X2=2	0,0355	-11
Середнє	0,0238	-40
Традиційний		0,0400

Середні значення характерних показників також виділені жирним шрифтом.

Висновки

1. Досліджена фізична модель неповоротного відвала бульдозера з КОНС має суттєві переваги, якщо порівняти з неповоротним відвалом бульдозера з традиційною НС, за всіма основними дослідними параметрами, а саме: середнє значення продуктивності збільшилося на 5 %, середня сила копання зменшилася на 30 %, середня питома енергоємність зменшилася на 41 % а середній питомий коефіцієнт опору копанню зменшився на 40 %.

2. Найбільший відсоток позитивної зміни вказаних показників відповідає фізичній моделі неповоротного відвала бульдозера з КОНС з подовжнім зміщенням країв ножів X1 = 50 мм та однією парою ножів, (X2 = 1).

3. Найменший відсоток позитивної зміни вказаних параметрів відповідає фізичній моделі неповоротного відвала бульдозера з КОНС з подовжнім зміщенням країв ножів X1 = 55 мм та двома парами ножів (X2 = 2), у цьому випадку середня сила копання фізичної моделі неповоротного відвала бульдозера з КОНС більша на 3,4 % за відповідну силу для неповоротного відвала бульдозера з традиційною НС, а продуктивність менша на 35 % за продуктивність неповоротного відвала бульдозера з традиційною НС.

4. Серед варіантів фізичних моделей неповоротного відвала бульдозера з КОНС другою за ефективністю є модель з $X1 = 50$ мм та $X2 = 5$ пар ножів, третьою – модель з $X1 = 50$ мм та $X2 = 4$ пари ножів, четвертою – модель з $X1 = 50$ мм та $X2 = 3$ пари ножів.

Напрями подальших досліджень

На основі отриманих результатів досліджень планується побудувати регресійні моделі для визначення діапазонів раціональних та оптимальних параметрів процесу копання ґрунту неповоротним відвалом бульдозера з КОНС, а також порівняти результати теоретичних та експериментальних досліджень.

Література

1. Машины для земляных работ: навальный посібник / Хмара Л. А. та ін.; за ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. Рівне– Дніпропетровськ–Харків. 2010. 557 с.
2. Машины для земляных работ: підручник /Л. А. Хмара та ін.; за заг. ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. Харків: ХНАДУ, 2014. 548 с.
3. Блохін В. С., Маліч М. Г. Основні параметри технологічних машин. Машины для земляных работ: у 2 ч.: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2006. Ч. 1. 497 с.
4. Пат. 112205 Україна, МПК(2006) E02 F 3/76. Відвал бульдозера з комбінованою ножовою системою. 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.
5. Пат. 11656 Україна, МПК(2006) E02 F 3/76, Бульдозерний відвал. Хмара Л.А., Талалай В.О., Соколов І.А.; Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Донбаська національна академія будівництва і архітектури. - № u200503557; заявл. 15.04.2005; опубл. 16.01.2006, Бюл. №1.
6. Пат. 112205 Україна, МПК(2016) E02 F 3/76, Відвал бульдозера з комбінованою ножовою системою. Богомаз В.М., Главацький К.Ц., Дорогокупля М.О., Краснощок С.Л., Проскурня В.М., Серeda О.В.; ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. - № a2014 05853; заявл. 30.05.2014; опубл. 10.08.2016, Бюл. №15.
7. Главацький К. Ц., Горбенко Ю. О., Анофрієв П. Г. Дослідження процесу копання ґрунту бульдозерним неповоротним відвалом з об'ємною ножовою системою. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 79 Міжнародної науково-практичної конференції., 16–19 травня 2019 р Дніпро: ДНУЗТ, 2019. С. 228–230.
8. Горбенко Ю. О., Главацький К. Ц. Дослідження процесу копання ґрунту бульдозерним обладнанням з неповоротним відвалом та об'ємною ножовою системою (ОНС). Науково-технічний прогрес на транспорті: тези доповідей 79 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, магістрантів та студентів. Секція «Механіка». Дніпро: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. 2019. . С. 9–11.
9. Коротких В. Б. Исследование и разработка бульдозера с выступающими ножами и боковыми косынками: дис. ... канд. техн. наук / Дніпропетровск, ПГАСА, 1995.
10. Талалай В. О. Інтенсифікація розробки ґрунту бульдозерним відвалом удосконаленням параметрів ножової системи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.04. Дніпропетровськ, 2008. 20 с.
11. Талалай В. О. Інтенсифікація розробки ґрунту бульдозерним відвалом удосконаленням параметрів ножової системи: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт. Дніпропетровськ, 2008. 186 с.

References

1. Mashyny dlya zemlyanykh robot: Navchal'nyy posibnyk (2010). [The earth-moving machine: a tutorial] /Khmara L. A., Kravets' S. V., Niche L. V., Nazarov L. V., Skoblyuk M. P., Nikitin V. H. Pid zahal'noyu redaktsiyeyu prof. Khmary L. A. ta prof. Kravtsya S. V. Rivne–Dnipropetrovs'k–Kharkiv. 2010. 557 s. [in Ukraine].
2. Mashyny dlya zemlyanykh robot: Pidruchnyk (2014). [Machines for earth work: Textbook] /L. A. Khmara, S. V. Kravets', M. P. Skoblyuk ta in.; za zah. red d. t. n., prof. L.A. Khmary, ta d. t. n., prof. S. V. Kravtsya - X.: KHNADU, 2014. 548 s. [in Ukraine].
3. Blokhin V. S., Malich M. H. Osnovni parametry tekhnolohichnykh mashyn. Mashyny dlya zemlyanykh robot: U 2 ch.: Navch. posib. (2006) [The main parameters of technological machines. Machines for earth work] . K.: Vyshecha shk., 2006. CH. 1. 497 s. [in Ukraine].
4. Khmara L. A., Talalay V. O., Sokolov I. A.; Patent № 112205, «Vidval bul'dozera z kombinovanoyu nozhovoyu systemoyu» [The dozer blade combined knife system]. 30.01.2006, Byul. № 2 [in Ukraine].
5. Khmara L. A., Talalay V. O., Sokolov I. A., Patent № 116566, «Bul'dozernyy vidval» [Dozer blade]. 16.01.2006, Byul. №1 [in Ukraine].
6. Bohomaz V. M., Hlavats'kyu K. Ts., Dorohokuplya M. O., Krasnoschok S. L., Proskurnya V. M., Sereda O. V., Patent № 112205, «Vidval bul'dozera z kombinovanoyu nozhovoyu systemoyu» [Dozer Blade combined knife system]. 10.08.2016, Byul. №15 [in Ukraine].
7. Hlavats'kyu K. Ts. (2019). Doslidzhennya protsesu kopannya hruntu bul'dozernym nepovorotnym vidvalom z ob'yemnoyu nozhovoyu systemoyu [Investigation of the process of dig-

- ging soil by bulldozer irreversible blade with bulk knife system] / Hlavatsky K. Ts., Horbenko Yu. O., Anofriyev P. H. / Problemy ta perspektyvy rozvytku zaliznychnoho transportu: Tezy 79 Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi (Dnipro, 16-17.05.2019 r.) D.: DNUZT, 2019. 476 s. – S. 228-230 [in Ukraine].
8. Horbenko Yu. O. (2019) Doslidzhennya protsesu kopannya hruntu bul'dozernym obladdannym z nepovorotnym vidvalom ta ob"yemnoyu nozhovoyu systemoyu (ONS) [Investigation of the process of digging of soil by bulldozer equipment with irreversible dump and bulk knife system (ONS)] / Horbenko YU. O., Hlavats'ky K. TS. // Naukovo-tekhnichnyy prohes na transporti: Tezy dopovidey 79 Vseukrayins'koyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi molodykh vchenykh, mahistrantiv ta studentiv. Sektsiya «Mekhanika» / Dnipro: DNUZT im. akad. V. Lazaryana. 2019. 111 s. S. 9–11 [in Ukraine].
 9. Korotkikh V. B. (1995). Issledovaniye i razrabotka bul'dozera s vystupayushchimi nozhami i bokovymi kosynkami. [Research and development bulldozer with protruding knives and side gussets] Diss. kand. tekhn. nauk, Dnepropetrovsk, PGASA, 1995 [in Ukraine].
 10. Intensyfikatsiya rozrobky hruntu bul'dozernym vidvalom udoskonalennym parametriv nozhovoyi systemy (2008). [Intensification of the ground bulldozeris dalam udoskonalennya parametru nogova system]: avtoref. dys. kand. tekhn. nauk: 05.05.04 / V. O. Talalay; Prydnipr. derzh. akad. bud-va ta arkh. D., 2008. 20 s. ukr.: [in Ukraine].
 11. Talalay V. O. (2008). Intensyfikatsiya rozrobky hruntu bul'dozernym vidvalom udoskonalennym parametriv nozhovoyi systemy [Intensification of the ground bulldozeris dalam udoskonalennya parametru nogova system]: avtoref. Dys. kand. tekhn. nauk: 05.05.04 / Prydnipr. derzh. akad. bud-va ta arkh. D., 2008. 186 s. ukr.: [in Ukraine].

Ракша Сергій Васильович, д.т.н., професор, +38(067) 6341746, raksha@ukr.net,

Главацкий Казимир Цезарович, к.т.н., доцент, +38(095) 8169990, 7kazimir.glavatskij@gmail.com,

Горбенко Юрий Александрович, аспірант, +38(099)4773681, yuriygorbenko1984@gmail.com, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Академіка Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна.

Study of the process of digging soil with a physical model of bulldozer equipment with a fixed blade and a removable combined volumetric knife system

Abstract. *Experimental studies of the process of digging the soil with a physical model of a non-rotating bulldozer blade with a replaceable combined volumetric knife system were carried out with the aim of developing its effective design based on the use of oblique cutting to increase the efficiency and effectiveness of work by reducing the specific resistance to digging, shortening the digging path to set full-fledged prism of the soil and reduction of soil loss to the side rollers and the expected positive results.*

Keywords: *blade, knife, system, strength, resistance, loss, performance, efficiency.*

Raksha Sergey, Doctor of Technical Sciences, Professor, tel. +38(067) 6341746, raksha@ukr.net

Hlavatskyi Kazymyr PhD, Associate Professor, tel. +38(095) 8169990,

kazimir.glavatskij@gmail.com,

Gorbenko Yuri, Phd Student, +38(099)4773681, yuriygorbenko1984@gmail.com,

Dniprovsk national University of railway transport named after academician V. Lazaryan, Lazaryan str. 2, Dnieper city, Ukraine, 49010.

Исследование процесса копания грунта физической моделью бульдозерного оборудования с неповоротным отвалом и сменной комбинированной объемной ножевой системой

Аннотация. *Проведены экспериментальные исследования процесса копания грунта физической моделью неповоротного бульдозерного отвала со сменной комбинированной объемной ножевой системой (КОНС) с целью разработки ее эффективной конструкции на основе применения косого резания для повышения эффективности выполнения работ за счет уменьшения удельного сопротивления копанию, сокращения пути копания до набора полноценной призмы грунта и уменьшения потерь грунта в боковые валики. По результатам исследования получены ожидаемые положительные результаты.*

Ключевые слова: *отвал, нож, система, сила, сопротивление, потери, производительность, эффективность.*

Ракша Сергей Васильевич, д.т.н., профессор, +38(067) 6341746, raksha@ukr.net,

Главацкий Казимир Цезарович, к.т.н., доцент, +38(095) 8169990, kazimir.glavatskij@gmail.com,

Горбенко Юрий Александрович, аспірант, +38(099)4773681, yuriygorbenko1984@gmail.com,

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Академіка Лазаряна, 2, г. Днепр, Украина.