

## ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ РОЗРОБКИ ГРУНТУ НАКОНЕЧНИКОМ РОЗПУШНИКА

*Леонід Пелевін, Микола Карпенко, Станіслав Лаврик, Тетяна Щербина*

*Київський національний університет будівництва і архітектури  
03680, Повітофлотський просп. 31, Київ, Україна, e-mail: Karpenkonikolay1994@ukr.net*

## REDUCING ENERGY INTENSITY THE DEVELOPMENT OF SOIL RIPPER TIP

*Leonid Pelevin, Mykola Karpenko, Stanislav Lavryk, Tetjana Scherbina*

*Kyiv National University of Construction and Architecture  
03680, Povitoflotsky Prospect 31, Kyiv, Ukraine, e-mail: Karpenkonikolay1994@ukr.net*

**АНОТАЦІЯ.** Проведено порівняльний розрахунок енергоємності розробки ґрунту простим гострим наконечником та активним наконечником розпушника. Розроблено конструкцію активного наконечника, який зменшує динамічні навантаження на стояк з одночасним зниженням енергоємності розробки ґрунту.

**Ключові слова:** розпушник, наконечник, енергоємність, розробка ґрунту, динамічні навантаження.

**АННОТАЦИЯ.** Проведен сравнительный расчет энергоемкости разработки ґрунта простым острым наконечником и активным наконечником рыхлителя. Разработана конструкция активного наконечника, который уменьшает динамические нагрузки на стойку с одновременным снижением энергоемкости разработки ґрунта.

**Ключевые слова:** рыхлитель, наконечник, энергоемкость, разработка ґрунта, динамические нагрузки.

**ABSTRACT. Purpose.** Based on the review and analysis of energy and cutting forces constructed a mathematical model to determine the energy content of soil active development ripper tip. **Methodology/approach** The comparative calculation of energy intensity development of soil simple sharp tip and active tip ripper on which built a graph of the energy intensity of the depth of loosening. **Findings.** The design of the active tip that reduces the dynamic load on the rack while reducing energy intensity development of soil. **Research limitations/implications.** The result of the work made it possible to build a mathematical model of determining power consumption design active tip. **Originality/value.** First designed active tip using hydraulic element as a dynamic component of the the calculation of and the comparative energy content of soil development simple tip and active tip

**Key words:** ripper, tip, energy, development of soil, dynamic loads.

## ВСТУП

Одним з найбільш ефективних і економічно вигідних способів розробки міцних (скельних і мерзлих) ґрунтів є їх розпушення навісними розпушниками на базі потужних гусеничних тракторів. Цей спосіб вигідно відрізняється від інших високою продуктивністю, відносно незначними величинами енергоємності і собівартості розробки ґрунту при простоті і невеликій металоємності робочого обладнання.

Підвищення ефективності роботи розпушників за рахунок збільшення їх потужності і маси вже практично себе вичерпало. Тому зараз існує думка, що вирішення проблеми може бути досягнуте удоскона-

ленням конструкції навісних пристроїв і робочих органів розпушників.

Внаслідок великої міцності робочих середовищ, що роздроблюються розпушниками з утворенням великих уламків середовища, виникають значні динамічні навантаження на робочому органі, що може призводити до поломок наконечників і стояків.

## МЕТА РОБОТИ

Мета роботи полягає в обґрунтуванні і розробці нової конструкції наконечника розпушника, який забезпечуватиме зменшення динамічних навантажень на робочий орган і енергоємність розробки ґрунту.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

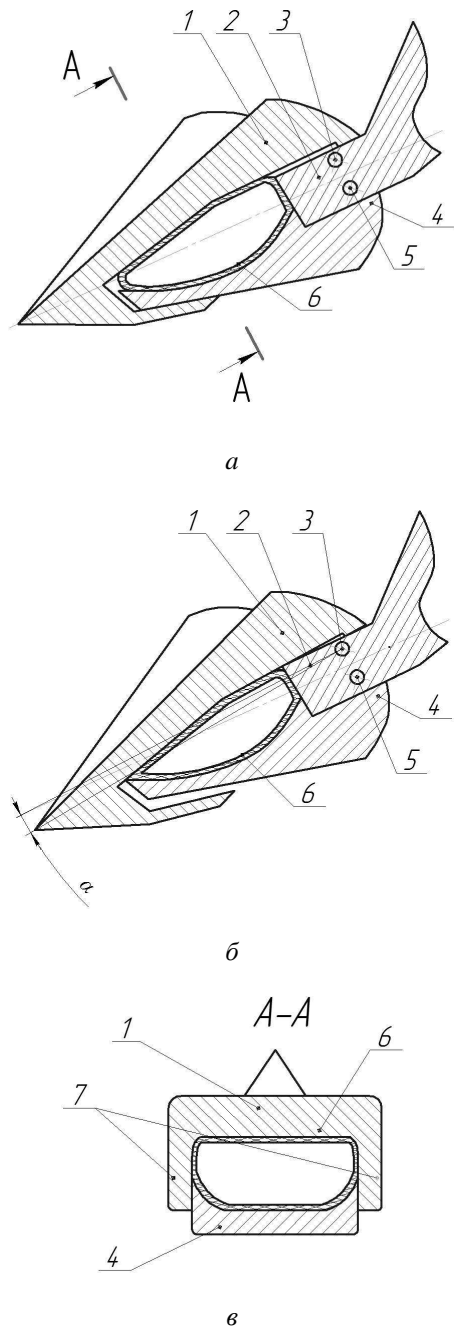
Для зменшення впливу динамічних навантажень на робочий орган пропонується нова конструкція наконечника розпушника активної дії (рис. 1) [1].

Наконечник складається з двох частин – верхньої 1, закріпленої на стояку 2 пальцем 3, і нижньої 4, яка жорстко кріпиться до стояка пальцем 5. Верхня частина має можливість повороту відносно пальця. Внутрішні поверхні верхньої і нижньої частин утворюють порожнину, в якій розміщено еластичну камеру 6, заповнену гідравлічною рідиною. При цьому верхня частина виконана з боковими пластинами 7, які охоплюють нижню частину по всій довжині наконечника (рис. 1, в).

В робочому режимі під дією сил опорів ґрунту різанню верхня частина наконечника обертається у напрямку, протилежному напрямку переміщення розпушника на деякий кут  $\alpha$ . При цьому сили опорів ґрунту сприймається робочою рідиною, що сприяє зменшенню величини динамічних навантажень. Величина тиску у робочій рідині збільшується і, відповідно, збільшується зусилля дії рідини на стінки камери, яке передається на верхню частину наконечника. При відокремленні від масиву елементу сколу ґрунту різальна кромка наконечника звільнюється від контакту з масивом і різко зменшується сила опору ґрунту, що діє на наконечник. При знятті навантаження на камеру відбувається її розтяг, за рахунок якого верхня частина наконечника обертається в напрямку переміщення розпушника, додатково руйнуючи ґрунт. При цьому ґрунт може руйнуватися не тільки в межах контакту з передньою гранню, але й в масиві перед нею за рахунок виникнення хвиль напруг і деформацій, що в деякій мірі зменшує міцність ґрунту.

Сприймання зовнішнього навантаження еластичним елементом ( камерою з гідравлічною рідиною) знижує величину динамічних навантажень на робочий орган.

Руйнування ґрунту наконечником звичайної конструкції відповідає схемі «статичного» різання. При застосуванні нако-



**Рис. 1.** Наконечник активної дії:

*a* – при відсутності навантаження силами опору ґрунту;

*б* – при навантаженні силами опору ґрунту;

*в* – поперечний переріз А-А (рис. 1, *a*)

**Fig. 1.** Tip active steps:

*a* – in the absence of load of resistance ground forces;

*б* – with a load of resistance by ground;

*в* – cross-section A-A (fig. 1 *a*)

нечника запропонованої конструкції завдяки наявності динамічного навантажен-

ня на грунт опори ґрунту зменшуються і зменшується енергоємність різання ґрунту.

Енергоємність різання ґрунту чисельно дорівнює середній питомій силі різання.

При «статичному» різанні енергоємність залежить від середньої сили різання  $P_{сер}$  і площі перерізу зрізу в масиві  $F_{зр}$  [2]

$$e = \frac{P_{сер}}{F_{зр}} \quad (1)$$

При динамічному різанні енергоємність дорівнюватиме

$$e = \frac{P_{ст} - P_{\partial}}{F_{зр}} \quad (2)$$

де  $P_{\partial}$  – динамічна сила різання, що створюється верхньою частиною наконечника.

Динамічна сила різання буде дорівнювати

$$P_{\partial} = P_p + P_g \quad (3)$$

де  $P_p$  – зусилля, що виникає в робочій рідині внаслідок її стискання при дії зовнішнього навантаження;  $P_g$  – зусилля в робочій рідині, що виникає за рахунок її маси.

Зусилля  $P_p$  дорівнює

$$P_p = \Delta p \cdot S \quad (4)$$

де  $\Delta p$  – зміна тиску при зовнішньому навантаженні;  $S$  – площа лобової передньої грані наконечника.

Величина  $\Delta p$  дорівнює [3]

$$\Delta p = \frac{\Delta V}{\beta_p \cdot V_o} \quad (5)$$

де  $\Delta V$  – зміна об'єму гідравлічної рідини в камері при навантаженні;  $V_o$  – початковий об'єм гідравлічної рідини в камері;  $\beta_p$  – об'ємний коефіцієнт стиснення, який є сталою величиною для кожної рідини.

Зусилля  $P_g$  дорівнює [3]

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot h \cdot S \quad (6)$$

де  $\rho$  – густина робочої рідини;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $h$  – відстань від центра занурення робочої рідини до поверхні контакту еластичної камери з верхньою частиною наконечника.

За наведеною методикою були проведені розрахунки енергоємності різання ґрунту наконечником традиційної і запропонованої конструкції.

Результати розрахунків наведено в табл. 1 і табл. 2 та рис. 2.

**Таблиця 1.** Результати розрахунків енергоємності різання ґрунту наконечником традиційної конструкції

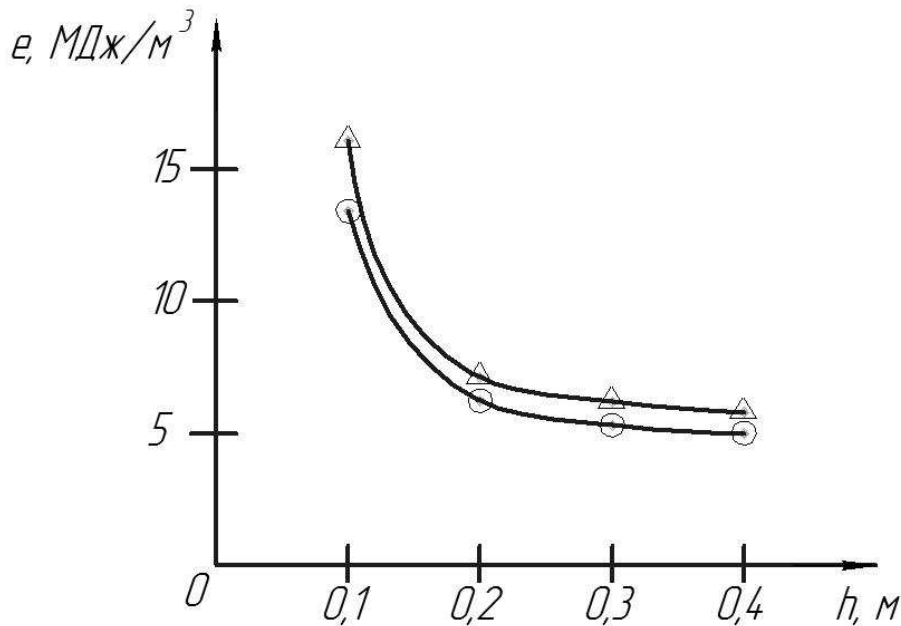
**Table 1.** The results of calculations the energy intensity ground cutting a tip traditional design

№	h, м	$F_{зр}$ , м <sup>2</sup>	$P_{сер}$ , кН	e, МДж/м <sup>3</sup>
1	0,1	0,01	15,74	15,7
2	0,2	0,05	31,97	6,3
3	0,3	0,07	40,2	5,7
4	0,4	0,1	56,2	5,6

**Таблиця 2.** Результати розрахунків енергоємності різання ґрунту наконечником запропонованої конструкції

**Table 2.** The results of calculations the energy intensity ground cutting a tip proposed design

№	h, м	$F_{зр}$ , м <sup>2</sup>	$P_{сер}$ , кН	$P_{\partial}$ , кН	e, МДж/м <sup>3</sup>
1	0,1	0,01	15,74	1,52	14,2
2	0,2	0,05	31,97	3,27	5,6
3	0,3	0,07	40,2	4,71	5,1
4	0,4	0,1	56,2	5,92	5



**Рис. 2.** Графік залежності енергоємності розробки ґрунту від глибини розпушення:  
 Δ – простим гострим наконечником; О – активним наконечником

**Fig. 2.** Graph of the energy intensity of the development of soil of loosening depth:  
 Δ – simple sharp tip; O – active tip

доповнене і перероблене / Пелевін Л.Є., Смірнов В.М., Гаркавенко О.М., Фомін А.В.. – К.: КНУБА, 2002. – 328 с.; іл..

## ВИСНОВКИ

Застосування наконечника запропонованої конструкції забезпечує зменшення величини динамічних навантажень на робочий орган за рахунок їх гасіння пружинним пристроєм у вигляді еластичної камери із робочою рідиною.

Енергоємність розробки ґрунту запропонованим наконечником на 10...12% нижча ніж наконечником традиційної конструкції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Ветров Ю.А.* Машини для земляних робіт. Приклади розрахунку / Ветров Ю.А. Власов В.В.: Навч. посібник. – К.:ІСДО, 1995. –304 с.
2. *Пелевін Л., Мельниченко Б.* Підвищення ефективності режиму роботи розпушувача / Б. Мельніченко, Л. Пелевін - Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. № 83. КНУБА, - 2014. С. 85-90.
3. *Пелевін Л.Є.* Гідро- та пневмоприводи будівельних машин: Підручник. – 2-е видання,

## REFERENCES

1. *Vetrov Ju.A., Vetrov Ju.A., Vlasov V.V., 1995.* Mashini dlja zemljanih robit. Prikladi rozrahunku: Navch. Posibnik, Kyiv, ISDO, 304.
2. *Leonid Pelevin, Bogdan Melnichenko, 2014.* Pidvishcheniay efektivnosti rezhimy robotu rozpushnika [Increase of efficiency of the mode of operations of the ripper]. Girnich, budivelni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining, constructional, road and melioration machines], No.83, 85-90.
3. *Pelevin L.YE., Smirnov V.M., Garkavenko O.M., Fomin A.V., 2002.* Hidro- ta pnevmoprivodi budivelnih mashin: Pidruchnik. 2-e vidannya, dopovnene pereroblene. Kyiv, KNUCA Publ., 328.