

УДК 621.878.25

## Робоче обладнання скрепера зі шнековими інтенсифікаторами

Володимир Волянук<sup>1</sup>, Дмитро Міщук<sup>2</sup>, Євгеній Горбатюк<sup>3</sup>

Київський національний університет будівництва і архітектури,  
Повітрофлотський проспект 31, Київ, Україна, 03680

<sup>1</sup>volian535@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6852-9037>

<sup>2</sup>mischuk.do@knuba.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8263-9400>

<sup>3</sup>gek\_gor@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8148-5323>

Received: 18.04.2019; Accepted: 24.05.2019  
<https://doi.org/10.32347/gbdmm2019.93.0401>

**Анотація.** Частка земляних робіт у будівництві становить до 30% від загального обсягу робіт. Тому підвищення продуктивності та зниження собівартості робіт для машин, які залучаються, є актуальним завданням. До таких машин відноситься скрепер, призначений для пошарової розробки, переміщення та відсіпання ґрунту шаром заданої товщини з розрівнюванням та частковим ущільненням.

Роботи, виконувані скреперами, як правило, обходяться дешевше, ніж екскаваторами з перевезенням ґрунту автомобілями-самоскидами. Тому там, де це за умовами робіт можливо, завжди застосовують скрепери. Ця обставина є причиною досить великого їхнього поширення. У зв'язку з тим, що скрепери є масовими машинами, питання підвищення їх продуктивності особливо актуальне. Одним зі способів підвищення продуктивності скрепера є збільшення наповненості ковша.

З цією метою в роботі запропонована конструкція ковша скрепера зі шнековими інтенсифікаторами, що закріплюються шарнірно консольно на задній стінці ковша, з приводом від гідромоторів і можливістю зміни напряму обертання шнеків. Зміна кута нахилу шнеків відносно задньої стінки здійснюється гідроциліндрами, що керуються трьохпозиційними золотниками. Все це дозволяє більш повно заповнювати ківш скрепера ґрунтом, що розробляється, шляхом зміни напряму потоків розробленого ґрунту всередині ковша з використанням керованих шнекових інтенсифікаторів і, таким чином, збільшувати продуктивність скрепера та зменшувати собівартість виконуваних робіт.

Подача гідравлічної рідини під тиском до гідромоторів та гідроциліндрів здійснюється від гідравлічних насосів базової машини скрепера.

Представлена в роботі конструкція ковша скрепера зі шнековими інтенсифікаторами захищена патентом України.

**Ключові слова:** скрепер, ківш, шнек, шнековий інтенсифікатор, ґрунт.

### ВСТУП

Поширеною машиною для виконання земляних робіт в будівництві являється скрепер, що призначений для пошарової розробки, переміщення та відсіпання ґрунту шаром заданої товщини з розрівнюванням та частковим ущільненням.

Інтенсифікація земляних робіт є актуальною задачею сучасних досліджень [1]. Підвищення продуктивності цих машин являється важливим завданням для зниження собівартості робіт, що виконуються. Для цього необхідні розробки нових конструкцій машин з використанням інтенсифікаторів робочих процесів. Виробництво скреперів провідними фірмами світу ведеться, в значній мірі, з застосуванням інтенсифікаторів процесу наповнення, в основному елеваторного завантаження (Caterpillar, Kamatsu, Dresser, Fiat Allies), у меншій мірі з використанням підґрібних заслінок, шнеків, телескопічних ковшів, двохножових систем і т.под. Застосування інтенсифікаторів підвищує ефективність скреперів, збільшує їх продуктивність, зменшує матеріалоємність, витрати палива, що особливо актуально зараз в Україні.

В якості інтенсифікаторів в роботі пропонується застосування двох шнеків з приводом від гідромоторів, що закріплюються шарнірно консольно на задній стінці ковша скрепера.

Положення шнеків (кут нахилу) відносно задньої стінки регулюється машиністом дистанційно з використанням гідроциліндрів та трьохпозиційних золотників з електромагнітним управлінням.

Зміна напрямів потоків переміщення ґрунту по мірі заповнення ним ковша дозволяє збільшувати наповненість ковша та підвищити продуктивність скрепера.

### МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

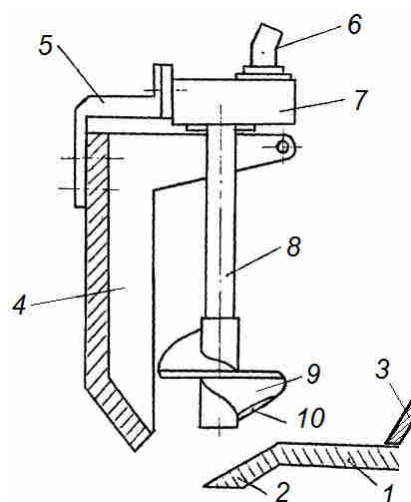
Проаналізувати відомі технічні рішення конструкцій робочого обладнання скреперів та розробити таку конструкцію, яка б дозволяла збільшити наповненість ковша та продуктивність цієї машини і зменшити собівартість виконуваних робіт і зменшити собівартість виконуваних робіт.

### АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Створенню робочого органу скрепера шляхом зміни його конструктивних схем з метою підвищення продуктивності машини присвячені роботи Баловнева В.В., Хмари Л.А., Сукача М.К., Залко А.Н. та ін. [2–14]. На Рис. 1, 2 зображено один з варіантів подібних технічних рішень ковша скрепера, що має в своєму складі днище 1 з ножами 2, задню стінку 3, передню заслінку 4, на якій за допомогою кронштейна 5 консольно кріпиться шнеко-завантажувальний пристрій, що включає в себе гідромотор 6, редуктор 7, трубу 8, з жорстко закріпленим на ній коротко базовим шнеком 9, обладнаний в нижній частині лопаті ножем 10 [2]. При цьому в робочому стані труба 8 встановлена вертикально.

Принцип дії ковша скрепера зі шнеко-завантажувальним пристроєм наступний. На початковій стадії копання стружка ґрунту, що зрізується ножами 2, просувається по днищу 1 в ківш скрепера. В подальшому зрізаний ґрунт надходить на гвинтову лопать шнека 9, транспортується вертикально

вгору і зсипається рівномірно, заповнюючи ківш. При цьому ніж 10 додатково розрихлює ґрунт, полегшуючи його просування по лопатям шнека 9 в ківш. Для забезпечення якісного розвантаження ковша скрепера, піднімається передня заслінка і шнеко-завантажувальний пристрій, що жорстко закріплено на ній, встановлюється похило, задня стінка 3, висувуючись виштовхує ґрунт в зів між піднятим шнеко-завантажувальним пристроєм і ножами 2 (Рис. 2).

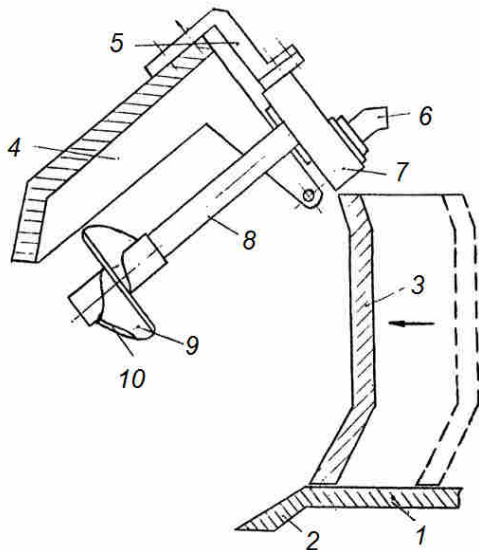


**Рис. 1.** Ківш скрепера зі шнеко-завантажувальним пристроєм за патентом України №21999 А

**Fig. 1.** Scraper bucket with auger-loading device according to the patent of Ukraine No. 21999 A

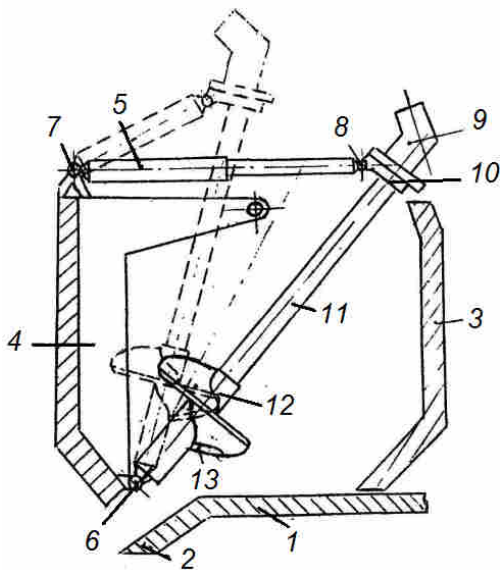
До недоліків розглянутого технічного рішення варто віднести те, що в конструкції присутні елементи – кронштейн, гідромотор, редуктор, труба, які закріплені на передній заслінці та при розвантаженні ковша необхідно докласти значних додаткових зусиль для підняття заслінки разом зі шнеком.

Наступним варіантом технічного рішення є ківш скрепера зі шнеково-завантажувальним пристроєм, що закріплено на провудині штока гідроциліндра 8 (Рис. 3). Гідроциліндр 5 кріпиться до кронштейна 7 заслінки 4 [3].



**Рис. 2.** Ківш скрепера з шнеко-завантажувальним пристроєм при розвантажуванні ґрунту за патентом України №21999 А

**Fig. 2.** Bucket of scraper with auger-loading device at unloading of the soil according to the patent of Ukraine No. 21999 A



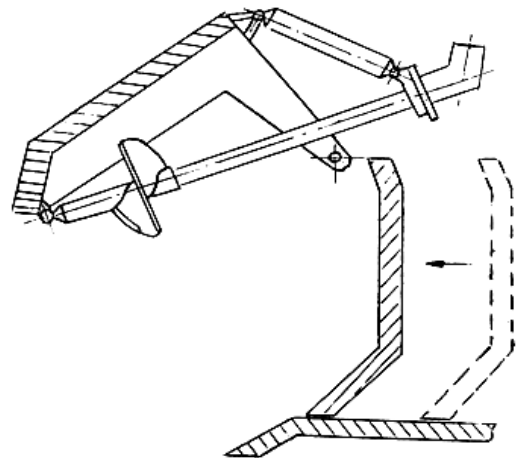
**Рис. 3.** Ківш скрепера зі шнеко-завантажувальним пристроєм за патентом України №23420А

**Fig. 3.** Scraper bucket with auger-loading device according to the patent of Ukraine No. 23420A

Принцип дії скрепера зі шнеко-завантажувальним пристроєм наступний. На початковій стадії копання стружка ґрунту, що зрізується ножами 2, надходить по днищу 1, в ківш скрепера. При цьому шток

гідроциліндра висунутий і шнеко-завантажувальний пристрій знаходиться в крайньому правому положенні (див. Рис.3).

В подальшому зрізаний ґрунт потрапляє на гвинтову лопать шнека 12 і транспортується в напрямку нахилу шнеко-завантажувального пристрою. При цьому ніж 13 додатково розпушує ґрунт, полегшуючи його просування по лопатям шнека 12 в ківш. По мірі заповнення задньої частини ковша шток гідроциліндра втягується і шнеко-завантажувальний пристрій займає проміжні положення, таким чином повністю заповнюючи ківш у всіх його частинах. Для забезпечення якісного розвантаження ковша скрепера шнеко-завантажувальний пристрій, який знаходиться в крайньому положенні, підіймається разом із заслінкою 4. Задня стінка 3 висувається і виштовхує ґрунт в зів між піднятим шнеко-завантажувальним пристроєм і ножами 2 (див. Рис. 4).



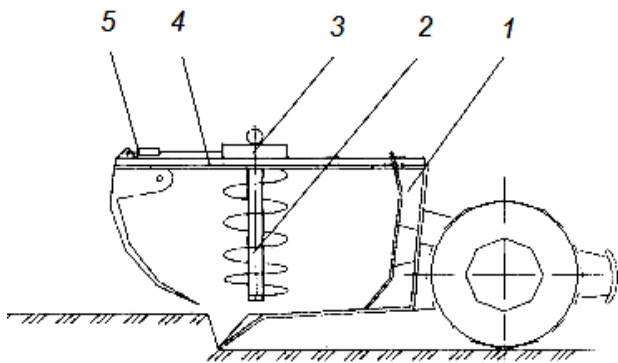
**Рис. 4.** Ківш скрепера зі шнеко-завантажувальним пристроєм при розвантажуванні ґрунту за патентом України №23420А

**Fig. 4.** Bucket of scraper with auger-loading device at unloading of the soil according to the patent of Ukraine No. 23420A

До недоліків розглянутого технічного рішення варто віднести те, що при розвантаженні ковша необхідно докласти значних додаткових зусиль для підняття шнеків, які знаходяться в ґрунті. Крім того, довгий ба-

зовий шнек збільшує металоємність і зменшує корисний об'єм ковша.

Ще одним варіантом подібного технічного рішення є робочий орган скрепера, що складається із ковша 1, шнекових транспортувальних механізмів 2, приводу 3, напрямних 4, гідроциліндрів 5 (рис. 5) [4].



**Рис 5.** Ківш скрепера зі шнековими транспортувальними механізмами згідно патента України №58299

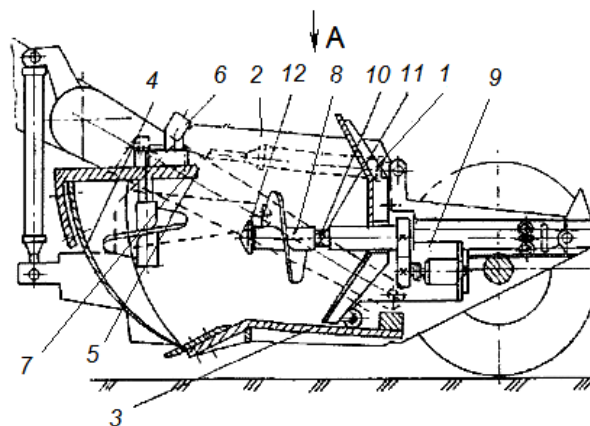
**Fig. 5.** Scraper bucket with screw conveyors according to the patent of Ukraine No. 58299

Вказаний пристрій працює таким чином. Під час виконання робіт по навантаженню ковша 1 ґрунтом, працюють два шнекових транспортуючих механізми 2, періодично рухаючись горизонтально вперед, або назад по напрямним 4 за допомогою гідроциліндрів 5. Під час розвантаження шнекові транспортувальні механізми 2 по напрямним 4 за допомогою гідроциліндрів 5 рухаються вперед ковша 1. Таким чином збільшується продуктивний час роботи скрепера та зменшується навантаження на двигун та трансмісію.

Недоліком ковша зі шнековим завантаженням є наявність додаткових елементів – напрямних, гідроциліндрів, а також те, що шнеко-завантажувальний пристрій значно зменшує робочий об'єм ковша скрепера.

Більш складним за конструктивною схемою є технічне рішення скрепера інтенсифікуючої дії, що містить задню стінку 1, бічні стінки з'єднані з днищем 3, передню заслінку 4 й шнековий завантажувач, виконаний у вигляді двох вертикальних шнеків 5 з приводом 6, розташованих симетрично відносно повздовжньої осі скрепера на

кронштейнах 7 передньої заслінки 4, й одного горизонтального шнека 8 з приводом 9, що проходить крізь задню стінку 1, на приводному валу 10 якого виконанні шліци 11 для забезпечення руху по них шнека 8 при обертанні праворуч – вперед і ліворуч – назад до упору в наконечник 12 (рис. 6) [5].



**Рис. 6.** Конструкція скрепера зі шнеко-завантажувальним пристроєм за патентом України №53997

**Fig. 6.** Design of a scraper with a loading device according to the patent of Ukraine No. 53997

Скрепер працює наступним чином. Зрізання ґрунту здійснюється при відкритій передній заслінці 4. На початковому етапі копання ґрунт поступає в ківш, попадає на лопаті шнеків 5, знижуючи вертикальне навантаження на пласт ґрунту, і лопаті шнека 8, що обертається під дією приводу 9. При обертанні у праву сторону зусилля, що виникає на лопаті шнека 8, примушує його по шліцах 11 вала 10 пересунутись до крайнього переднього положення до упору у наконечник 12, тобто в середину ковша. По мірі завантаження задньої частини ковша оператор змінює напрямок обертання вала 10. Шнек 8 починає обертатися ліворуч і, під дією складових сил опору копанню, переміщується до крайнього заднього положення й подає ґрунт до передньої частини ковша скрепера, підвищуючи кількість ґрунту, що поступає на лопаті шнеків 5, які розподіляють його по всій передній геометричній ємності біля бічних стінок.

У такий спосіб, наявність двох вертикальних й одного горизонтального шнеків пі-



двищує ефективність розподілу ґрунтів в ковші біля бічних і задньої стінок.

Недоліком конструкції скрепера представленого на рис. 7 являється велика кількість шнеків, що застосовуються у ковші скрепера та їх приводів.

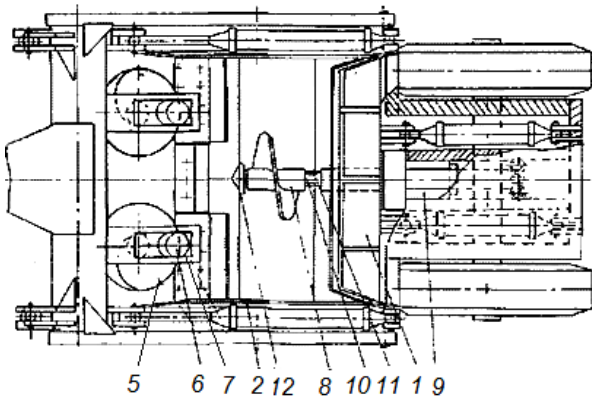


Рис. 7. Вид А рисунку 6

Fig. 7. Type A of Figure 6

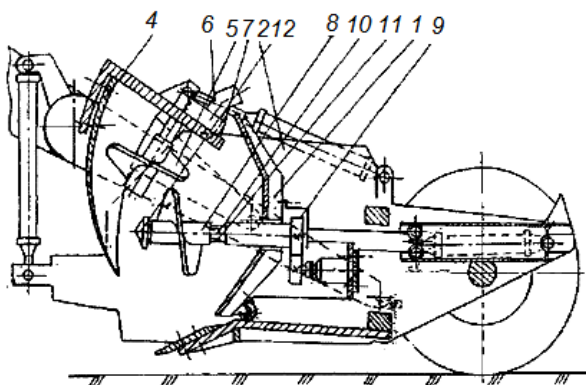


Рис. 8. Процес розвантаження скрепера

Fig. 8. The process of unloading the scraper

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

В роботі пропонується наступна конструкція ковша скрепера зі шнековими інтенсифікаторами. Ківш 4 (Рис. 9) складається з бічних 7 і задньої висувної 5 стінки, днища з різальним ножом 9 встановленим на підножевій плиті, передньої заслінки 3 та механізму завантаження ґрунту, що складається зі шнеків 6 закріплених шарнірно в задній стінці. З метою зміни кута нахилу

кожний шнек жорстко закріплюється в поворотній обоймі 9 (рис. 10), яка встановлюється в задню стінку з опорою на дві симетрично розташовані осі з підшипниками ковзання. Кожен шнек виконаний у вигляді шарнірно-консольно встановленого жорсткого приводного валу з закріпленою на ньому гвинтовою лопаттю. Зміна положення шнеків (кутів нахилу) здійснюється гідроциліндрами 12, що керуються гідророзподільником з електромагнітним управлінням. Для запобігання руйнуванню деталей захисного кожуха при переміщенні шнеків в крайні нижнє та верхнє положення на штоці гідроциліндра встановлюється магнітне кільце 14, а на зовнішній стороні корпусу гідроциліндра закріплюються два геркони 13. Геркони спрацьовують при проходженні магнітного кільця під ними і виключають подальше переміщення штока гідроциліндра з застосуванням трьохпозиційного золотника з електромагнітним управлінням.

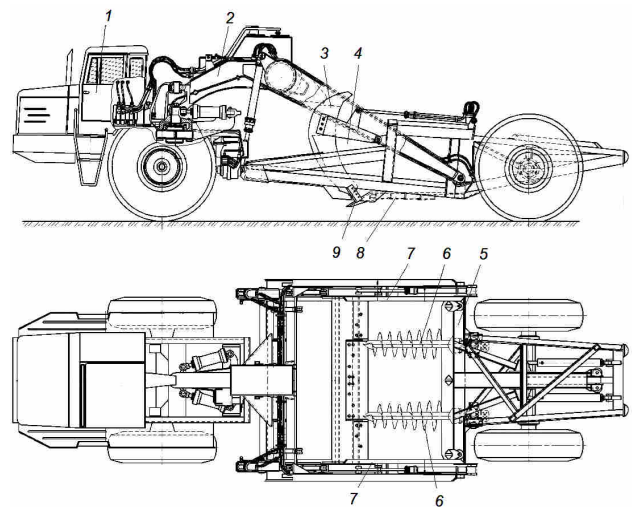
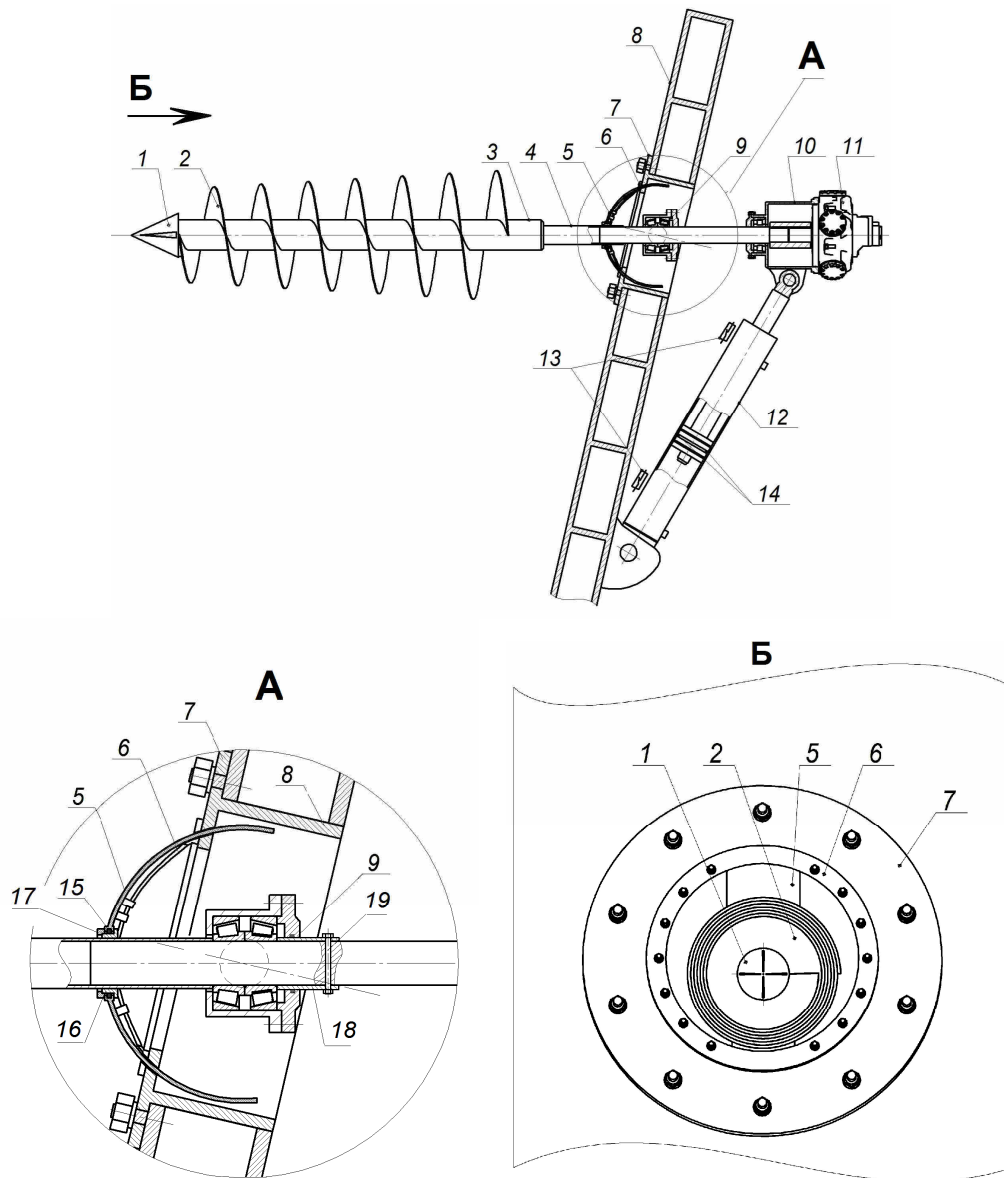


Рис 9. Загальний вид скрепера зі шнековими інтенсифікаторами: 1 – тягач; 2 – рама; 3 – передня заслінка; 4 – ківш; 5 – задня стінка; 6 – шнеки; 7 – бічні стінки; 8 – днище; 9 – різальний ніж

Fig. 9. General type of scraper with screw intensifiers: 1 - tractor; 2 - frame; 3 - front flap; 4 - ladle; 5 - back wall; 6 - screws; 7 - side walls; 8 - bottom; 9 - cutting knife



**Рис. 10.** Задня стінка пропонованого скрепера зі шнеками: 1 – наконечник; 2 – шнек; 3 – вал шнека; 4 – циліндричний подовжувач; 5 – захисний кожух; 6 – сферичний корпус; 7 – корпус шнека; 8 – задня стінка скрепера; 9 – поворотна обойма; 10 – рама гідромотора; 11 – привідний гідромотор; 12 – гідроциліндр перекосу шнека; 13 – геркони; 14 – магнітне кільце на поршні гідроциліндра; 15 – ущільнення валу; 16 – втулка; 17 – фіксатор втулки; 18 – стопорна обойма; 19 – болтове з’єднання

**Fig. 10.** The back wall of the proposed scraper with augers: 1 - tip; 2 - auger; 3 - auger shaft; 4 - cylindrical extension; 5 - a protective casing; 6 - spherical housing; 7 - auger housing; 8 - back wall of scraper; 9 - swivel clip; 10 - frame of the motor; 11 - drive hydraulic motor; 12 - screw cylinder of a skew; 13 - reed switches; 14 - a magnetic ring on the piston of a hydraulic cylinder; 15 - shaft seal; 16 - bushing; 17 - the sleeve lock; 18 - retaining clip; 19 - bolt connection

На початковому етапі копання оператор, застосовуючи гідроциліндри 12, переводить шнеки в крайнє нижнє положення та з використанням гідромоторів 11 вмикає обертання шнеків праворуч. Зрізаний ножем

грунт надходить в ківш і потрапляє на лопаті шнеків 2, які відкидають грунт в задню частину ковша для його швидкого і повного заповнення. При наповнюванні ковша грунтом оператор з використанням гідроцилін-

дрів змінює положення шарнірно закріплених в задній стінці шнеків від крайнього нижнього до крайнього верхнього. Після завантаження задньої частини ковша оператор змінює напрямок обертання приводних валів. Шнеки починають обертатися ліворуч й подають ґрунт до передньої частини ковша скрепера. Таким чином розподіляють його по всій геометричній ємності ковша. Все це дозволяє збільшити коефіцієнт наповненості ковша і продуктивність скрепера. При розвантаженні ковша задня стінка разом зі шнеками переміщується в передню частину ковша з використанням гідроциліндрів.

Перевагами запропонованої конструкції є мала кількість шнеків в інтенсифікувальному пристрої та можливість регулювання кута їх нахилу для зміни напрямів потоків завантажувального ґрунту.

На відміну від скребкового елеватора шнековий завантажувальний пристрій забезпечує зниження динамічної складової завантаженості привода, трудомісткості виготовлення, технічного обслуговування і ремонту машини. Істотною перевагою є можливість установки шнекового завантажувального пристрою в ківш скрепера з тяговим завантаженням без значного доопрацювання.

## РЕЗУЛЬТАТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Зовнішній діаметр двох шнеків можна вибрати конструктивно [9], виходячи з ширини різання, залишаючи зазори між стінками ковша і шнеками, а також між шнеками по 500 ... 550 мм. При таких зазорах заклинювання великоуламкової породи між внутрішніми стінками ковша і між шнеками буде практично виключено.

Тоді

$$2D = B - 3a, \quad (1)$$

де  $B$  – ширина різання, мм;  $a$  – зазори між стінками ковша і шнеками, а також між шнеками,  $a = 500...550$  мм.

Діаметр валу для обертання шнека приймаємо з практики, виходячи з умов міцності,  $d_1 = 60...80$  мм [10]. Тоді внутрішній діаметр шнека буде

$$d = d_1 + 2b, \quad (2)$$

де  $b$  – товщина листової сталі для виготовлення шнека,  $b = 2...3$  мм.

Інтенсивність надходження ґрунту на шнеки скрепера при його завантаженні за об'ємом,  $\text{м}^3/\text{с}$  [10]

$$V_{\text{гр}} = \frac{qk_{\text{н}}k_1}{t_{\text{зав}}}, \quad (3)$$

де  $q$  – місткість ковша скрепера,  $\text{м}^3$ ;  $t_{\text{зав}}$  – час завантаження ковша скрепера ґрунтом, с;  $k_{\text{н}}$  – коефіцієнт наповнення ковша;  $k_1$  – коефіцієнт відношення ширини області застосування шнеків до ширини різання [11]  $k_1 = 2D / B$ .

Об'єм ґрунту в двох шнеках,  $\text{м}^3$

$$\begin{aligned} V_{\text{ш}} &= 2\left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right)L = \\ &= \frac{\pi}{2}(D^2 - d^2)L, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $L$  – довжина шнека, м.

Необхідне число обертів шнеків для забезпечення інтенсивності поступу ґрунту, враховуючи те, що за один оберт шнека ґрунт проходить між всіма його лопатями,  $\text{с}^{-1}$

$$n = \frac{V_{\text{гр}}(z-1)}{V_{\text{ш}}}, \quad (5)$$

де  $z$  – кількість лопатей шнека.

Для визначення витрат потужності на привід шнеків необхідно обчислити всі опори, пов'язані з підйомом ґрунту вгору в кінцевій стадії копання, коли ківш вже заповнений, а різання ще йде.

Момент необхідний для повороту шнеків дорівнює

$$M_{\text{пов}} = M_1 + M_2, \quad (6)$$

де  $M_1$  – момент необхідний для підйому ґрунту, що знаходиться в області лопатей шнеків;  $M_2$  – момент, необхідний для подолання опору тертя ґрунту, який заповнив ківш, до ґрунту, що піднімається між лопатами шнека вгору.

Момент  $M_1$  на кожному шнеку рівний

$$M_1 = P_o R_{\text{сер}}, \quad (7)$$

де  $P_o$  – сила тертя ґрунту в області шнека до сталі лопатей, Н;  $R_{\text{сер}}$  – середній радіус лопатей, м.

Середній радіус  $R_{\text{сер}}$  лопатей дорівнює

$$R_{\text{сер}} = \frac{D-d}{2}. \quad (8)$$

Сила тертя визначається

$$P_o = G\mu_1, \quad (9)$$

де  $G$  – вага ґрунту, що знаходиться поміж лопатами шнека, Н;  $\mu_1$  – коефіцієнт тертя сталі до ґрунту.

Вага ґрунту, що знаходиться в області лопатей шнека, Н

$$G = \left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \gamma_r L, \quad (10)$$

де  $\gamma_r$  – питома вага ґрунту, Н/м<sup>3</sup>.

Тоді

$$M_1 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \gamma_r \mu_1 \left( \frac{D-d}{2} \right) L, \quad (11)$$

Момент  $M_2$  визначається

$$M_2 = N \mu_2 \frac{D}{2} L k_1 c, \quad (12)$$

де  $N$  – нормальний тиск на ґрунт, що знаходиться між лопатами шнека зі сторони ґрунту, який заповнив ківш, Н;  $\mu_2$  – коефі-

цієнт тертя ґрунту по ґрунту,  $c$  – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу шнеку,  $c = \cos \alpha$ ,  $\alpha$  – кут нахилу шнеку, град.

Максимальне значення нормального тиску на ґрунт  $N$  буде коли шнек знаходиться в горизонтальному положенні. У цьому випадку

$$N = G_o, \quad (13)$$

де  $G_o$  – вага ґрунту в області лопатей шнека, Н.

Враховуючи те, що призма ґрунту, що тисне на лопаті шнеків в осьовій площині утворюється трикутником, бічні сторони якого формуються кутами природного укосу ґрунту

$$G_o = \frac{L^2}{4} \operatorname{tg}(90 - \alpha_r) D \gamma_r, \quad (14)$$

де  $\alpha_r$  – кут природного укосу ґрунту, град.

Тоді

$$\begin{aligned} M_2 &= \frac{L^2}{4} \operatorname{tg}(90 - \alpha_r) D \gamma_r \mu_2 \frac{D}{2} L k_1 c = \\ &= \frac{L^3}{4} \operatorname{tg}(90 - \alpha_r) \frac{D^2}{2} \gamma_r \mu_2 k_1 c. \end{aligned} \quad (15)$$

Момент необхідний для повороту шнека, Н·м

$$\begin{aligned} M_{\text{пов}} &= \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \gamma_r \mu_1 \left( \frac{D-d}{2} \right) L + \\ &+ \frac{L^3}{4} \operatorname{tg}(90 - \alpha_r) \frac{D^2}{2} \gamma_r \mu_2 k_1 c. \end{aligned} \quad (16)$$

Для повороту шнека необхідна потужність, кВт [13]

$$P = \frac{M_{\text{пов}} \omega}{\eta} = \frac{M_{\text{пов}} n}{9750 \eta}, \quad (17)$$

де  $\eta$  – ККД приводу шнека ( $\eta=0,95$ ).

За величиною цієї потужності та визначеним значенням моменту повороту підбирається високомоментний гідромотор.



Продуктивність кожного шнека, м<sup>3</sup>/с

$$\begin{aligned} P_{ш} &= \frac{V_{ш} n}{2(z-1)} = \\ &= \frac{\pi}{4(z-1)} (D^2 - d^2) L n. \end{aligned} \quad (18)$$

## ВИСНОВКИ

Таким чином, впровадження даної конструкції ковша скрепера з керованими шнековими інтенсифікаторами дозволить збільшити наповнюваність ковша шляхом зміни напрямку потоків розробленого ґрунту всередині ковша і продуктивність машини, знизити собівартість виконання земляних робіт.

Представлена конструкція шнекових інтенсифікаторів розроблювалася в контексті модульного підходу [12, 14, 15], який дозволяє суттєво зменшити витрати на виробництво та впровадження нових органів будівельної техніки. Перспективними напрямками подальших досліджень являється розробка та впровадження автоматичного керування шнековими інтенсифікаторами [16, 17].

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Міщук Д.** Відвал бульдозера з розпушувальними зубами / Д. Міщук, В. Воляннюк, Є. Горбатюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, Вип.92, – 2018. – С. 70-79. <https://doi.org/10.31493/gbdmm1892.0403>.
2. **Ківш скрепера** [Патент] : 21999 А, Україна : Е02F 3/64 / Л. А. Хмара, С. Л. Хачатурян, С. О. Карпушин. – №96041703 Заявл 29.04.1996; опубл. 30.04.1998. Бюл. № 2.
3. **Ківш скрепера з шнеко-завантажувальним пристроєм** [Патент] : 23420 А, Україна : Е02F 3/40 / Л. А. Хмара, С. Л. Хачатурян, С. О. Карпушин. – №96072724 Заявл. 09.07.1996; опубл. 31.08.1998. Бюл. № 4.
4. **Робочий орган скрепера** [Патент] : 58299, Україна : Е02F 3/64 / А. М. Храмцов. – №u201010865 Заявл 09.09.2010; опубл. 11.04.2011. Бюл. № 7.
5. **Скрепер інтенсифікуючої дії** [Патент] : 53997 А, Україна : Е02F 3/76 / Л. А. Хмара, І. А. Соколов, Є. Й. Уріх, О. В. Літвінов – №2002043092 Заявл. 16.04.2002; опубл. 17.02.2003. Бюл. № 2.
6. **Баловнев В. И.** Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве / В. И. Баловнев, Л. А. Хмара. – М.: Транспорт, – 1993. – 384 с.
7. **Баловнев В. И.** Повышение производительности машин для земляных работ / В. И. Баловнев, Л. А. Хмара. В. И. Баловнев, Л. А. Хмара. – К.: Будивельник, – 1988. – 152 с.
8. **Сукач М. К.** Эффективность застосування землерийно-дорожніх машин: Навчальний посібник / М. К. Сукач – К.:КНУБА, – 2010. – 84 с.
9. **Залко Л. Н.** Самоходные скреперы / Л. Н. Залко, Э. Г. Ронинсон, Н. А. Сидоров – М.: Машиностроение, 1991. – 256 с.
10. **Ветров Ю. А.** Машины для специальных земляных работ. Учеб. Пособие / Ю. А. Ветров, В. Л. Баладинский. – К.: Вища школа. – 1980. – 192 с.
11. **Хмара Л. А.** Модернизация и повышение производительности строительных машин / Л. А. Хмара, Н. П. Колесник, В. П. Станевский. – К.: Будивельник, - 1992. – 152 с.
12. **Воляннюк В. О.** Удосконалення робочого обладнання скреперів / В. О. Воляннюк, Д. О. Міщук, Є. В. Горбатюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, Вип.88, – 2016. – С. 78-83.
13. **Шемякин С. А.** Определение затрат мощности на привод шнекового интенсификатора загрузки ковша скрепера / С. А. Шемякин, Д. Н. Матвеев, К. Г. Покачалов // Вестник ТОГУ, Вып. 2(37), – 2015.с
14. **Костенюк О., Фомін А.** Реологічна модель руйнування ґрунту робочими органами зі структурованим рухом різальних елементів / О. Костенюк, А. Фомін, О. Тетерятник, Г. Боковня // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, Вип.91, – 2018. – С. 58-65. <https://doi.org/10.26884/gbdmm1891.0401>.
15. **Міщук Д.** Модульний принцип побудови будівельного робота / Д. Міщук, В. Воляннюк, Є. Горбатюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, Вип.89, – 2017. – С. 90-97.
16. **Горбатюк Є.** Математичне моделювання взаємодії рушія розпушувального агрегату з поверхнею ґрунту // Є. Горбатюк, В. Воляннюк, Д. Міщук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, Вип.87, – 2016. – С. 12-20.

17. **Пелевін Л.** Синергетичний характер взаємодії адаптаційних технічних систем з робочим середовищем / Л. Пелевін, А. Фомін, О. Костенюк, О. Тетерятник, Г. Боковня // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини: Всеукр. збірник наукових праць. – Київ, 2013. – №82. – С. 70-79.

## REFERENCES

- Mishchuk D., Volyanyuk V., Gorbatiuk E.** (2018) Dozer blade with ripper teeth. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], No.92, 70-79. – (in Ukrainian). <https://doi.org/10.31493/gbdmm1892.0403>.
- Khmara L. A., Khachaturian S. L., Karpushin S. O.** (1998) Kivsh skrepera [Bucket scraper]. *Patent UA 21999 A*.
- Khmara L. A., Khachaturian S. L., Karpushin S. O.** (1998) Kivsh skrepera z shneko-zavantazhuval'nym prystroyem [Scraper bucket with auger loading device]. *Patent UA 23420 A*.
- Khramtsov A. M.** (2011) Robochyy orhan skrepera [Working body of the scraper]. *Patent UA 58299*
- Khmara L. A., Sokolov I. A., Urikh YE. Y., Litvinov O. V.** (2003) Skreper intensyfikuyuchoyi diyi [Intensifying action scraper]. *Patent UA 53997 A*
- Balovnev V. I., Khmara L. A.** (1993). Intensification of soil development in road construction, Moscow, Transport Publ., 384. – (in Russian).
- Balovnev V. I., Khmara L. A.** (1988). Improving the productivity of earthmoving machinery, Kyiv, Budivelnik Publ., 152. – (in Russian).
- Sukach M. K.** (2010). The Efficiency of using earth-moving machines: A Tutorial, Kyiv, KNUBA, 84. – (in Ukrainian).
- Zalko L. N., Roninson E. G., Sidorov N. A.** (1991). Self-propelled scrapers, Moscow, Mechanical Engineering Publ., 256. – (in Russian).
- Vetrov Yu. A., Baladinsky V. L.** (1980). Machines for special earthworks. Textbook. Kyiv, High school Publ., 192. – (in Russian).
- Khmara L. A., Kolesnik N. P., Stanevsky V. P.** (1992). Modernization and increase of productivity of construction machines, Kyiv, Builder Publ., 152. – (in Russian).
- Volianiuk V. O., Mishchuk D. A., Gorbatiuk E. V.** (2016). Improvement of scrapers working equipment. Mining, construction, road and reclamation machines, No. 88, 78-83. – (in Ukrainian).
- Shemyakin S. A., Matveev D. N., Pokachalov K. G.** (2015). Determination of power consumption for a drive of auger scoop bucket loading intensifier. Bulletin of Pacific National University, Issue 2 (37). – (in Russian).
- Kostenyuk O., Fomin A., Teteryatnik O., Bokovnya G.** (2018). Rheological model of soil destruction by working bodies with structured movement of cutting elements. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], No.91, 58-65. <https://doi.org/10.26884/gbdmm1891.0401>.
- Mischuk D., Volyanyuk V., Gorbatiuk E.** (2017). The modul design of construction robot. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], No.89, 90-97.
- Gorbatiuk Ie., Volyanyuk V., Mischuk D.** (2016). Mathematical modelling of cooperation of rendering-engine of scarifier aggregate with the surface of soil. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], No.87, 12-20.
- Pelevin L., Fomin A., Kostenyuk A., Teteryatnik A., Bokovnya G.** (2013). Synergetic character of interaction adaptation the technical systems with working environment. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], No.82, 70-79. – (in Ukrainian).

### Scraper work equipment with auger intensifiers

Vladimir Volianiuk<sup>1</sup>, Dmitry Mishchuk<sup>2</sup>, Eugene Gorbatiuk<sup>3</sup>

Kyiv National University of Construction and Architecture

**Abstract.** The share of earthworks in construction is up to 30% of the total amount of work. Therefore, increasing the productivity and reducing the cost of these works for the machines involved in their execution is a pressing task. Such machines include a scraper designed for layer-by-layer development, movement and dumping of soil with a

layer of predetermined thickness with flattening and partial compaction.

As a rule, the work performed by scrapers is cheaper than dump trucks with dump trucks. Therefore, where it is in terms of work, you may always use scrapers. This fact is the reason for their wide spread. Due to the fact that scrapers are mass machines, the question of increasing their productivity is especially urgent. One way to increase scraper performance is to increase the bucket load.

To this end, the design of a scraper bucket with screw intensifiers, fixed rigidly to the cantilever on the back wall of the bucket with the drive from the motors and the possibility of changing the direction of rotation of the screws and their length is

proposed. The angle of inclination of the augers relative to the rear wall is changed by the use of hydraulic cylinders controlled by three-position spools. All this allows the scraper bucket to be more fully filled with the soil being developed, by changing the direction of flows of the developed soil inside the bucket using controlled screw intensifiers and thus increasing the scraper's productivity.

The supply of hydraulic fluid under pressure to the hydraulic motors and cylinders is carried out from the hydraulic pumps of the base scraper machine.

The design of the scraper bucket with screw intensifiers is protected by the patent of Ukraine.

**Keywords:** scraper, ladle, auger, auger, soil.