

УДК 621.869

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260324.51.1042

## КОНСТРУКЦІЇ ТЕЛЕСКОПІЧНИХ КОВШІВ СКРЕПЕРІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ЗАПОВНЕННЯ

КРОЛЬ Р. М.<sup>1\*</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
СПІЛНИК М. А.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1\*</sup> Кафедра будівельних і дорожніх машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел.: +38 (056) 756-33-66, e-mail: [krol.roman2012@gmail.ua](mailto:krol.roman2012@gmail.ua), ORCID ID: 0000-0002-7180-663X

<sup>2</sup> Кафедра будівельних і дорожніх машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел.: +38 (056) 756-33-66, e-mail: [spilnyk.mykhailo@pdaba.edu.ua](mailto:spilnyk.mykhailo@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-6990-1382

**Анотація. Постановка проблеми.** Повне заповнення ковша скрепера «з шапкою» за рахунок тягового зусилля базового тягача складне і потребує значних тягових зусиль, котрі базовий тягач не в змозі розвинути, тому застосовують трактори-штовхачі або зчеплення скреперів у скреперний потяг і роботу за схемою «тягни-штовхай». Окремим напрямком розвиваються конструкції скреперів із примусовим завантаженням за рахунок різноманітних інтенсифікаторів – елеваторне завантаження, кидачі, гвинтові завантажувачі тощо, але суттєвим недоліком, окрім більшої маси скрепера та необхідності відбору частини крутного моменту від вала двигуна на привід інтенсифікатора, стала необхідність усунення інтенсифікатора з порожнини ковша під час розвантаження ґрунту. **Мета статті** – розроблення ковшів скреперів телескопічного типу збільшеної місткості, що дозволить виконувати заповнення ковша скрепера «з шапкою» лише за рахунок тягового зусилля базового тягача без використання трактора-штовхача. Запропонована технологія заповнення ковша здійснюється в три стадії. На першій стадії відбувається заповнення ґрунтом місткості передньої заслінки; на другій – відведення задньої стінки в крайнє положення телескопічної секції та заповнення ґрунтом простору, що утворився; на третій – відведення телескопічної секції з ґрунтом та задньої стінки у максимальнє крайнє положення та заповнення ґрунтом простору, що утворився. **Висновок.** Запропоновано конструкції ковшів скрепера телескопічного типу збільшеної місткості та технології їх заповнення, що дозволяє виконувати заповнення ковша за рахунок тягового зусилля тягача, а збільшений об'єм – підвищити продуктивність скрепера в цілому.

**Ключові слова:** тягове зусилля; скрепер; телескопічний ківш; технологія заповнення; передня заслінка; телескопічна секція; порожнина ковша; маятникова задня стінка

## CONSTRUCTIONS OF TELESCOPIC SCRAPER BUCKETS AND THEIR FILLING TECHNOLOGY

KROL R.M.<sup>1\*</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,  
SPILNYK M.A.<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

<sup>1\*</sup> Department of Building and Travelling of Machines, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel.: +38 (099) 207-87-00, e-mail: [krol.roman2012@gmail.ua](mailto:krol.roman2012@gmail.ua), ORCID ID: 0000-0002-7180-663X

<sup>2</sup> Department of Building and Travelling of machines (BTM), Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel.: +38 (056) 756-33-66, e-mail: [spilnyk.mykhailo@pdaba.edu.ua](mailto:spilnyk.mykhailo@pdaba.edu.ua) ORCID ID: 0000-0001-6990-1382

**Abstract. Problem statement.** The complete filling of the bucket of the scraper “with a cap” due to the traction force of the base tractor is complicated and requires significant traction forces, which the base tractor is not able to develop, therefore pusher tractors or the coupling of scrapers to the scraper train and work according to the “pull-push” scheme used. In a separate direction, designs of scrapers with forced loading due to various intensifiers are developing – elevator loading, throwers, screw loaders, etc., but a significant drawback, in addition to the greater mass of the scraper and the need to select part of the torque from the engine shaft to drive the intensifier, is the need to eliminate of the intensifier from the bucket cavity when unloading the soil. **Purpose of the article** is to develop telescopic scraper buckets of increased capacity, which will allow filling of the scraper bucket “with a cap” only due to the traction force

of the basic tractor without the use of a pusher tractor. The proposed bucket filling technology is carried out in three stages. At the first stage, the capacity of the front flap is filled with soil; on the second – removal of the rear wall to the extreme position of the telescopic section and filling the resulting space with soil; removal of the telescopic section with soil and the back wall to the maximum extreme position and filling the space formed with soil – on the third **Conclusion.** It is proposed the designs of telescopic type scraper buckets with increased capacity and their filling technology, which allows you to fill the bucket due to the traction force of the tractor, and the increased volume allows to increase the productivity of the scraper as a whole.

**Keywords:** *traction force; scraper; telescopic bucket; filling technology; front flap; telescopic section; bucket cavity; pendulum rear wall*

**Постановка проблеми.** Повне заповнення ковша скрепера «з шапкою» за рахунок тягового зусилля базового тягача складне і потребує значних тягових зусиль, котрі базовий тягач не в змозі розвинути, тому застосовують трактори-штовхачі або зчеплення скреперів у скреперний потяг і роботу за схемою «тягни-штовхай». Окремим напрямком розвиваються конструкції скреперів із примусовим завантаженням за рахунок різноманітних інтенсифікаторів – елеваторне завантаження, кидачі, гвинтові завантажувачі тощо, але суттєвим недоліком, окрім більшої маси скрепера та необхідності відбору частини крутного моменту від вала двигуна на привід інтенсифікатора, є необхідність усунення інтенсифікатора з порожнини ковша під час розвантаження ґрунту.

**Аналіз публікацій.** Підвищення продуктивності скрепера можливе шляхом збільшення геометричної місткості ковша – місткості передньої заслінки, довжини самого ковша, за рахунок довжини телескопічної секції. Проте вищезгадані заходи викликають незначне зниження опору наповненню і збільшенню набраного у ківш ґрунту тільки для піщаних малозв'язних ґрунтів. Це пояснюється незмінністю характеру проникнення ґрунтової стружки у ківш.

Так, для ковша скрепера телескопічного типу з глибокою передньою заслінкою і збільшеною довжиною днища за рахунок телескопічної секції при завантаженні тяговим зусиллям, картина заповнення (фізична суть процесу) залишається колишньою. На завершальній або близькій до неї стадії пласт ґрунту піднімається на певну висоту й обсіпається під кутом

внутрішнього тертя [1; 2]. При цьому у зонах передньої заслінки і задньої стінки спостерігаються порожнечі, заповнення яких пов'язане з великими енергетичними витратами, зумовленими необхідністю проштовхування стовпа ґрунту в ковші на висоту, більшу за розрахункову для цієї машини.

**Мета статті** – опис розроблення ковшів скреперів телескопічного типу збільшеної місткості, що дозволить виконувати заповнення ковша скрепера «з шапкою» лише за рахунок тягового зусилля базового тягача без використання трактора-штовхача.

#### **Виклад матеріалу**

З метою самостійного заповнення ковша скрепера за рахунок тягового зусилля базового трактора запропоновано конструкцію ковша скрепера телескопічного типу з напівкруглим днищем й маятниковою задньою стінкою та двостадійну технологію його наповнення.

Робоче обладнання скрепера (рис. 1) складається з ковша 1 із напівкруглим днищем, шарнірно з'єданого з тяговою рамою 2, передньої заслінки 3, задньої стінки 4 маятникового типу, телескопічної секції 5 ковша. Телескопічна секція 5 переміщується у внутрішній порожнині ковша 1 за допомогою гідроциліндрів 6 керування по напрямним та має ребордні колеса 7 й бокові опорні ролики 8. Маятникова задня стінка 4 керується гідроциліндром 9, переміщується у внутрішній порожнині телескопічної секції 5 по напрямних, установлених на напівкруглому днищі, та має ребордні колеса 10 й бокові опорні ролики 11.

Телескопічна секція 5 та маятникова задня стінка 4 мають спільний шарнір кріплення 12, що являє собою спільну вісь їх

обертання.

Технологія заповнення ковша відбувається таким чином.

На початку процесу заповнення ковша 1 телескопічна секція 5 перебуває в крайньому лівому положенні над ножовою системою, маятникова задня стінка 4 – в задній частині телескопічної секції 5 до упору своїм тильним боком з упорами 13 та

14, виконується заповнення передньої заслінки 3 та телескопічної секції 5. Потім, після їх заповнення, за допомогою гідроциліндрів 6 телескопічної секції 5 та гідроциліндра 9 маятничової задньої стінки 4 вони переміщуються в крайнє праве положення, виконується заповнення ґрунтом середньої частини ковша 1.

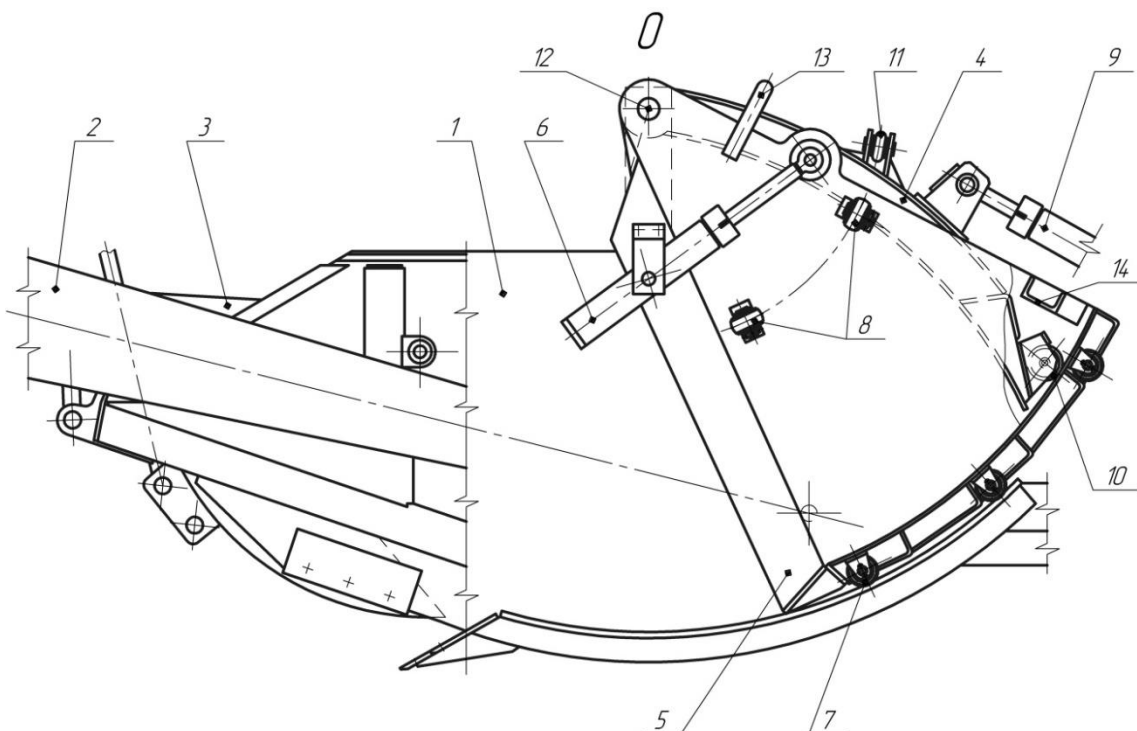


Рис. 1. Запропонована конструкція ковша скрепера телескопічного типу з напівкруглим днищем та маятничовою задньою стінкою: 1 – ківш; 2 – тягова рама; 3 – передня заслінка; 4 – задня стінка маятничового типу; 5 – телескопічна секція ковша; 6, 9 – гідроциліндр; 7, 10 – ребордні колеса; 8, 11 – опорні ролики; 12 – спільний шарнір кріплення; 13 – упор

Розвантаження ковша виконується в такий спосіб.

Зрушення маятничової задньої стінки 4 та переміщення телескопічної секції 5, на початковому етапі, здійснюється гідроциліндрами 6 керування телескопічною секцією 5, котра переміщується в бік ножової системи та упорами 13 і 14 захоплює за собою маятничову задню стінку 4, гідроциліндр 9 якої перебуває в плаваючому положенні. Це зумовлено тим, що гідроциліндр 9 керування маятничовою задньою стінкою 4 повинен подолати «мертву точку» (напрямок дії сили, що розвивається гідроциліндром 9, повинен пройти через точку  $O$ , при цьому плече дії цієї відсутнє). Гідроциліндри 6

телескопічної секції працюють штоковими порожнинами.

Після проходження «мертвої точки» та встановлення телескопічної секції 5 в початкове положення (біля ножової системи ковша) подальше розвантаження ковша відбувається поворотом маятничової задньої стінки 4 за рахунок гідроциліндра 9.

Запропоновані конструкція ковша скрепера телескопічного типу з напівкруглим днищем та маятничовою задньою стінкою і двостадійна технологія його заповнення дозволяють самостійно заповнювати ківш за рахунок тягового зусилля базового трактора, а збільшена геометрична місткість – підвищити продуктивність скрепера.

Особливість процесу заповнення телескопічного ковша полягає в поділі процесу на декілька етапів: у даному випадку на три, шляхом використання для цього телескопічної секції ковша та задньої стінки відвального типу. Основна ідея запропонованого способу – заповнення найбільш віддалених від зіву порожнини ковша (передньої глибокої заслінки, порожнини телескопічної секції та порожнини біля задньої стінки) при мінімально-можливій висоті підйому ґрунтового пласта. Заповнення віддалених частин ковша, що відбувається при меншій висоті підйому пласта, тобто і нижчих силових параметрах, забезпечить менші, порівняно з традиційним способом, енергетичні показники робочого процесу скрепера.

З метою усунення вказаних недоліків, збільшення геометричної місткості, зниження опору наповнення ковша та можливості його заповнення за рахунок тягового зусилля базового тягача, базуючись на теоретичних та експериментальних дослідженнях д. т. н., проф. Л. А. Хмари і к. т. н., доц. С. О. Карпушина [3] пропонуємо тристадійну технологію заповнення телескопічного ковша.

Згідно із запропонованою технологією заповнення ковша здійснюється в три стадії.

На першій стадії відбувається заповнення ґрунтом місткості передньої заслінки; на другій – відведення задньої стінки в крайнє положення телескопічної секції та заповнення ґрунтом простору, що утворився; на третій – відведення телескопічної секції з ґрунтом та задньої стінки у максимальнє крайнє положення та заповнення ґрунтом утвореного простору.

Конструктивна схема скрепера з телескопічним ковшем та процес його заповнення згідно з тристадійною технологією наведені на рисунку 2. Передня заслінка 1 (див. рис. 2, а) виконана збільшеної місткості, а поверхня задньої стінки 3 відповідає профілю бульдозерного відвала з постійною кривизною.

Заповнення ковша скрепера згідно з тристадійною технологією здійснюється

таким чином:

– телескопічна секція 4 та задня стінка 3 встановлюються в крайньому лівому положенні біля ножевої системи ковша 2, відбувається занурення ножевої системи в ґрунт (див. рис. 2, б) та максимальнє заповнення передньої заслінки 1 в бульдозерному режимі за рахунок ротації ґрунту, що підіймається по поверхні задньої стінки 3; форма, якої набуває ґрунт на кінцевій стадії заповнення передньої заслінки 1, показана на рисунку 2, в;

– задня стінка 3 відводиться в крайнє заднє положення, що відповідає правому краю телескопічної секції 4, котра залишається у незмінному крайньому лівому положенні; при цьому відбувається часткове обрушення ґрунту з передньої заслінки 1 в зону телескопічної секції 4 (див. рис. 2, г);

– виконується заповнення ґрунтом простору, що утворився між ґрунтом в передній заслінці 1 та задньою стінкою 3 (див. рис. 2, д);

– задня стінка 3 та телескопічна секція 4 відсуваються в свої крайні праві положення, переміщуючи частину набраного ґрунту, котрий частково обрушується у вільний простір ковша (див. рис. 2, е);

– виконується заповнення ґрунтом середньої частини ковша 2 (див. рис. 2, є).

Кінцева стадія наповнення телескопічного ковша згідно з тристадійною технологією показана на рисунку 2, ж.

Конструкція телескопічного ковша скрепера ДЗ–87–1 з додатковою секцією, що керується двома гідроциліндрами й задньою стінкою у формі відвала бульдозера (рис. 3), дозволяє проводити заповнення ковша у три стадії, причому ківш буде повністю заповнений при використанні власної сили тяги базової машини (виключається використання трактора-штовхача) за рахунок зниження зусиль наповнення ковша.

Телескопічний ківш скрепера (рис. 3) містить бічні стінки 1, нерухоме днище 2, жорстко з'єднане з бічними стінками 1, ножі 3, плаваючу секцію 4 на роликах 5, що керується гідроциліндрами 6, заслінку 7,

шарнірно закріплену на бічних стінках 1 та керується гідроциліндром 8, задню стінку 9, з'єднану з гідроциліндром 10 і так само обладнану для зменшення опору при пересуванні опорними роликами 11.

Працює ківш таким чином.

Перед заглибленням телескопічного ковша в ґрунт за допомогою гідроциліндрів 6 й 10 плаваюча секція 4 і задня стінка 9 переміщуються вперед доти, поки плаваюча секція 4 не висунеться вперед на довжину ходу гідроциліндра 6, що встановить плаваючу секцію 4 і задню стінку 9 над ножовою системою ковша.

У такому положенні відбувається заповнення передньої заслінки 7.

Після того як передня заслінка повністю заповнена, задня стінка 9 відсувається в крайнє положення (у кінець плаваючої секції 4), тим самим утворюються вільний простір у ковші – між ґрунтом у передній заслінці й задньою стінкою, внаслідок чого опір зникає й відбувається заповнення плаваючої секції 4 ковша ґрунтом до реалізації максимальної сили тяги базової машини по зчепленню (друга стадія заповнення).

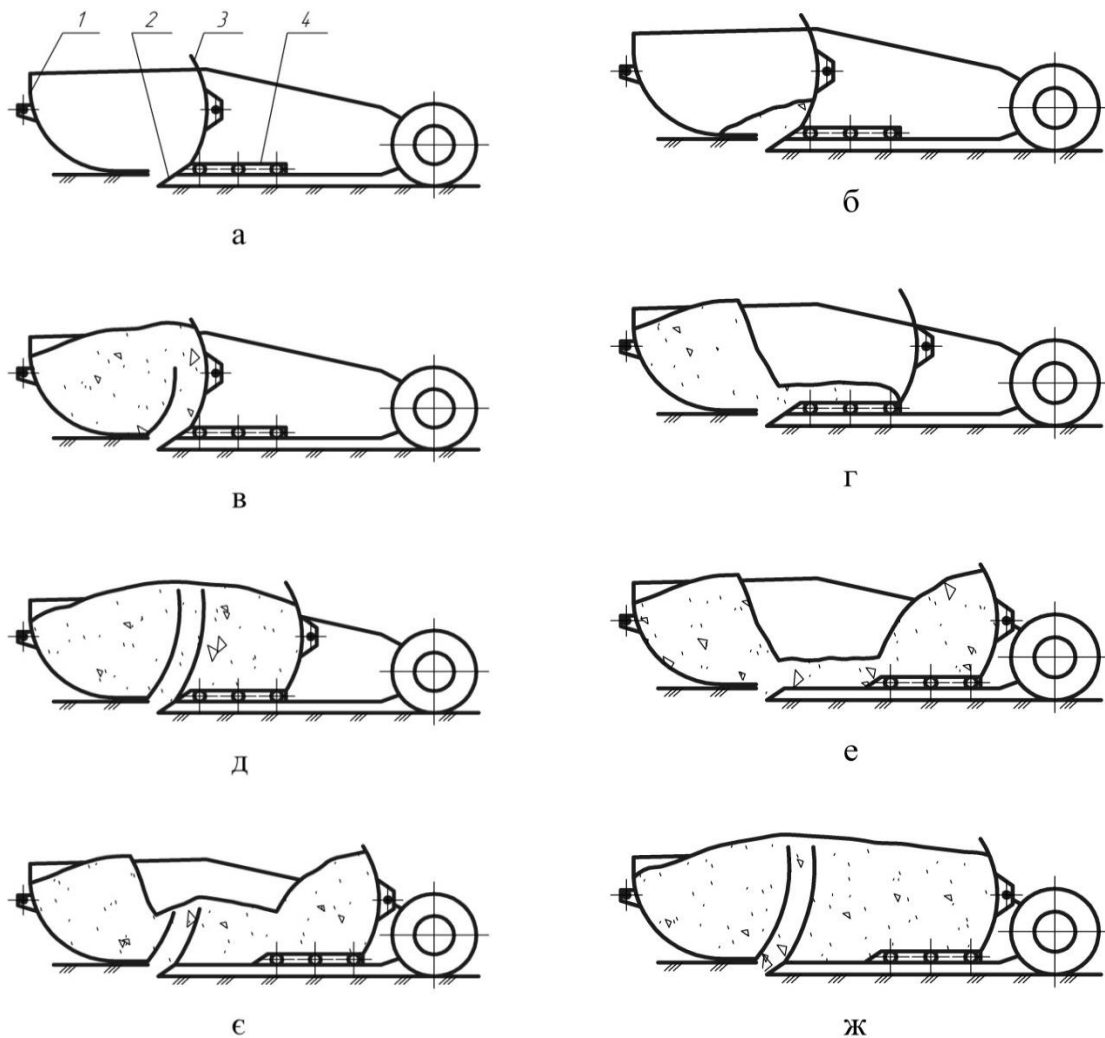


Рис. 2. Процес заповнення телескопічного ковша скрепера в три стадії :

1 – передня заслінка; 2 – ківш; 3 – задня стінка; 4 – телескопічна секція; а – конструктивна схема телескопічного ковша; б – початок заповнення передньої заслінки; в – кінцева стадія заповнення передньої заслінки; г – відведення задньої стінки в крайнє праве положення телескопічної секції; д – процес заповнення телескопічної секції; е – переміщення телескопічної секції та задньої стінки в крайнє праве положення; є – процес заповнення середньої частини ковша; ж – кінцева стадія наповнення телескопічного ковша

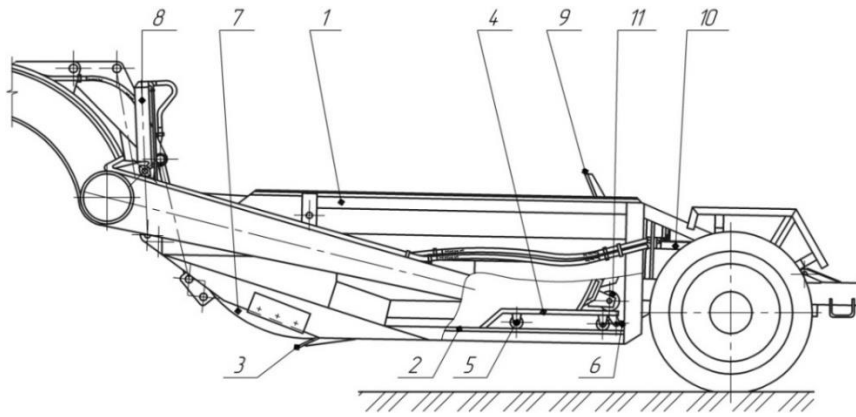


Рис. 3. Запропонована конструкція ковша скрепера телескопічного типу з глибокою передньою заслінкою, телескопічною плаваючою секцією та задньою стінкою у формі бульдозерного відвала: 1 – бічні стінки; 2 – нерухоме днище; 3 – ножова система; 4 – телескопічна плаваюча секція; 5, 11 – опорні ролики; 6, 8, 10 – гідроциліндр; 7 – глибока передня заслінка; 9 – задня стінка

Після набору ґрунту плаваюча секція 4 із ґрунтом і задньою стінкою 9 відсуваються в крайнє праве положення, знову утворюється вільний простір, у який і надходить зрізаний ґрунт (третя стадія заповнення).

Таким чином, заповнення ковша відбувається, як було сказано раніше, в три стадії, причому заповнення відбувається й під час відсування задньої стінки, що сприяє безперервному циклу роботи.

Вивантаження ґрунту з ковша виконують при піднятій заслінці, при цьому між нижніми точками заслінки й ножами утвориться щілина, через яку ґрунт, що

перебуває в заслінці, висипається.

Далі, за допомогою гідроциліндра 10 задня стінка 9 переміщається вперед, таким чином, та частина ґрунту, що лишилася, вивантажується.

### Висновок

Запропоновано конструкції ковшів скреперів телескопічного типу збільшеної місткості та технології їх заповнення, що дозволяють виконувати заповнення ковша за рахунок тягового зусилля тягача, а збільшений геометричний об'єм ковша – підвищити продуктивність скрепера в цілому.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хмара Л. А., Кравець С. В., Скоблюк М. П. та ін. *Машини для земляних робіт* : підруч. за заг. ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. Харків : ХНАДУ, 2014. 548 с.
2. Хмара Л. А., Кравець С. В., Нічке В. В., Назаров Л. В., Скоблюк М. П., Нікітін В. Г. *Машини для земляних робіт* : навч. посіб. за заг. ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. Рівне – Дніпропетровськ – Харків, 2010. 557 с.
3. Хмара Л. А., Карпущин С. А., Кріль Р. Н., Прусаков Д. В. *Повышение эффективности рабочих процессов скреперов* : матер. 1-ї міжнар. конф. «Наука і освіта – 98». Т. 5. Дніпропетровськ : Наука і освіта, 1998. С. 182.

### REFERENCES

1. Khmara L.A., Kravets S.V., Skobliuk M.P. and oth. *Mashyny dlia zemlianykh robot* : pidruchnyk [Machines for earthworks : textbook]. Kharkiv : KhNADU Publ., 2014, 548 p. (in Ukrainian).
2. Khmara L.A., Kravets S.V., Nichke V.V., Nazarov L.V., Skobliuk M.P. and Nikitin V.H. *Mashyny dlia zemlianykh robot* : navchalnyi posibnyk [Machines for earthworks : training manual]. Rivne – Dnipropetrovsk – Kharkiv, 2010, 557 p. (in Ukrainian).
3. Khmara L.A., Karpushyn S.A., Krol R.N. and Prusakov D.V. *Povushenye efektyvnosti rabochykh protsessov skreperov* [Improving the efficiency of scraper workflows]. *Materialy 1-oi mizhnar. konf. "Nauka i Osvita-98"* [Materials of the First International Conference "Science and Education – 98"]. Vol. 5, Dnipropetrovsk : "Nauka i Osvita" Publ., 1998, p. 182. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 15.02.2024.