

*Л. А. Хмара, д.т.н., проф.,
М. А. Спильник, аспирант
Государственное высшее учебное заведение
«Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫГРУЗКИ ГРУНТА ИЗ КОВША СКРЕПЕРА ЗАДНЕЙ СТЕНКОЙ

В статье рассматриваются исследования по выгрузке традиционного ковша скрепера и с полукруглым днищем и разгрузкой маятникового типа. Проведены исследования выгрузки с применением цветных слоев. Путем исследований было установлено, что использование полукруглого днища в ковше скрепера позволяет снизить силовые и энергетические затраты при выгрузке.

Ключевые слова: полукруглое днище, выгрузка, цветные слои.

Постановка проблемы в общем виде и её связь с важными научными и практическими задачами. Современные темпы строительства требуют новых машин с широкими возможностями. Область применения скрепера – все области строительства. Актуальность совершенствования рабочего оборудования скреперов обусловлена их широкими технологическими возможностями при ведении земляных работ.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых впервые предлагалось решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение не решенных прежде задач общей проблемы, которым посвящается указанная статья. Самоходный скрепер с загрузкой тяговым способом, является наиболее простой и надежной в работе землеройно-транспортной машиной. В традиционной конструкции ковша скрепера есть ряд недостатков. Такие недостатки касаются как загрузки, так и разгрузки ковша. Существуют технические решения, которые частично решают проблемы по загрузке, но не рассматривалась проблема по разгрузке. Поэтому повышение эффективности данного процесса может быть достигнуто за счёт совершенствования формы элементов ковша, конструкции [1 – 5].

Формулирование целей статьи (постановка задачи). Цель – повышение эффективности рабочего процесса скрепера, снабженного полукруглым днищем и разгрузкой маятникового типа в условиях двухстадийного заполнения за счёт разработки научных основ выбора и определения рациональных параметров и физической сущности моделей скреперов рассматриваемого типа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- создать физические модели ковша скрепера традиционного типа и с задней стенкой маятникового типа;
- провести экспериментальные исследования задних стенок ковша скрепера по выгрузке и выяснить характер их взаимодействия со средой;
- установить влияние формы задней стенки ковша скрепера на изменение силовых и энергетических параметров процесса выгрузки;
- получить рекомендации по рациональному выбору задней стенки ковша скрепера.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием научных результатов. Экспериментальные исследования процесса выгрузки скрепера, оборудованного полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа, проводились на стенде для физического моделирования рабочих процессов землеройно-транспортных машин кафедры СДМ ГВУЗ ПГАСА (рис. 1).

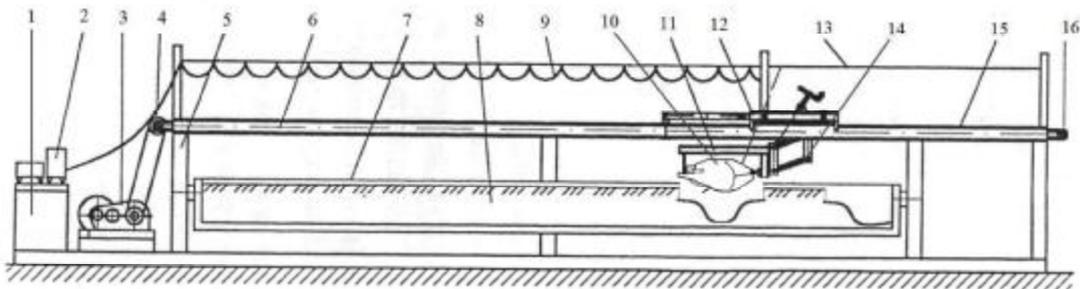


Рис.1. Схема стенда для физического моделирования рабочих процессов ЗТМ:

- 1 – пульт управления; 2 – приборы; 3 – привод; 4 – ведущий вал; 5 – рама; 6 – направляющие балки; 7 – грунтовый контейнер; 8 – грунт; 9 – кабель; 10 – модель ковша скрепера; 11 – Г-образный кронштейн; 12 – тензометрическая тележка; 13 – струна; 14 – параллелограммный механизм; 15 – приводной канат; 16 – ведомый вал

Для исследования данного процесса за основу была взята физическая модель самоходного скрепера ДЗ - 357, выполненная в масштабе 1:10 ($K_1=10$). Были изготовлены модели ковшей: ковш традиционного типа с плоским днищем и задней стенкой; ковш с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа. Одна из боковых стенок модели ковша скрепера выполнена прозрачной, что обеспечивает возможность визуально наблюдать за процессом взаимодействия рабочего органа (задней стенкой ковша скрепера) со средой, фотографировать процесс (рис. 2) [2,3,4].

Контроль и замер силовых и энергетических параметров процесса при проведении экспериментальных исследований осуществлялся электрической измерительной системой стенда. В комплект этой системы

входят: универсальные тензозвенья, аналогово-цифровой преобразователь, персональный компьютер.

Одним из этапов исследований на данной модели было установление качественной картины процесса взаимодействия задних стенок ковша скрепера с грунтом. Для этого внутрь модели ковша скрепера помещают послойно песчано-глинистую смесь и толчёный мел. Это позволило создать грунт с послойно окрашенной структурой. Взаимодействие задней стенки ковша скрепера с послойно окрашенным грунтом обеспечивает наблюдение зон уплотнения грунта, характер движения грунта в ковше и область распространения напряженного состояния грунта в зависимости от перемещения стенки при выгрузке.

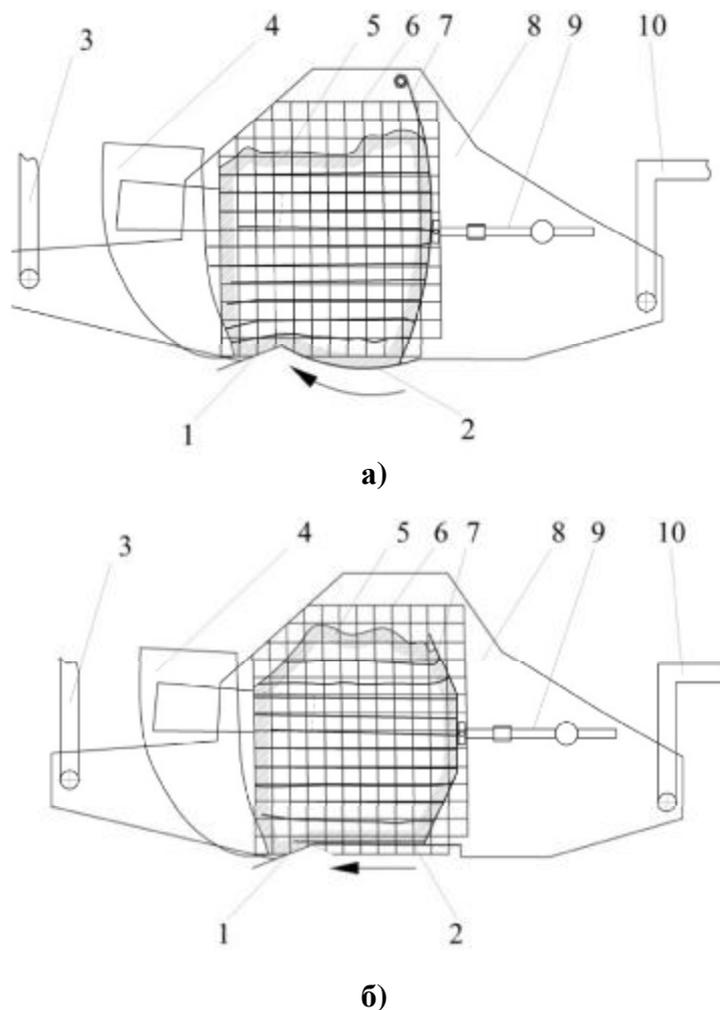


Рис.2. Модели ковша скрепера:

а) ковш с полукруглым дном и задней стенкой маятникового типа; б) ковш традиционного типа; 1 – нож; 2 – дно; 3 – передний кронштейн; 4 – передняя заслонка; 5 – грунт; 6 – прозрачная стенка; 7 – задняя стенка; 8 – боковая стенка; 9 – привод; 10 – Г-образный кронштейн

Работа на данной модели осуществляется следующим образом (рис. 1). Передняя заслонка ковша 4 закрыта, ковш находится в транспортном положении. Контролируется чередование и количество слоев, плотность и влажность набранного в ковш грунта. Далее передняя заслонка ковша 4 открывается и с помощью привода 9 производится выгрузка грунта. Равномерность процесса выгрузки контролируется с помощью сетки, нанесенной на прозрачную стенку 6 ковша скрепера.

В результате исследований получены фотограммы процесса выгрузки ковшей скреперов послойно окрашенного грунта как традиционного исполнения, так и с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа (рис.3). Из фотограмм видно различие в характере движения грунта при выгрузке в полости ковша, а также распределение зон уплотнения по высоте задней стенки.

Для ковша традиционного типа установлено, что по мере выдвижения задней стенки ковша скрепера напряжение грунта распределяется равномерно по всей высоте, о чём свидетельствуют не искривленные цветные полосы, а также отсутствие пустот в грунте в полости ковша. Так же можно видеть, что объём выгружаемого грунта из ковша имеет форму призмы, а это создает дополнительные энергозатраты при выгрузке.

Характер выгрузки грунта из ковша скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа отличается от традиционного. При открытии передней заслонки часть грунта осыпается, создавая пустоту между грунтом и задней стенкой. По мере выдвижения задней стенки ковша скрепера напряжение грунта распределяется неравномерно по высоте стенки. Наибольшее уплотнение грунта происходит в нижней части. В верхней же создается пустота, занимающая 2/3 высоты стенки, которая увеличивается в зависимости от перемещения стенки при выгрузке.

На основании полученных фотограмм построены циклограммы процесса выгрузки ковшей скреперов (рис.4). Произведен количественный анализ процесса выгрузки грунта и построены соответствующие графики (рис. 5).

Из графиков следует, что выгрузка грунта из ковша с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа происходит интенсивнее (на 20-25%) и равномернее, чем из ковша традиционного типа [5,6].

При выгрузке ковшей скреперов традиционного типа и с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа изучался характер сопротивления выгрузки $P_{вг}$ по длине днища $L_{дн}$. Исследование характера сопротивления выгрузки $P_{вгтр}$, $P_{вгпл}$ по длине днища $L_{днтр}$, $L_{днпл}$ показывает снижение усилий в ковшах с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа на 7-20%. Уменьшается не только

выполненная работа, но и максимальные значения усилий, действующих при выгрузке.

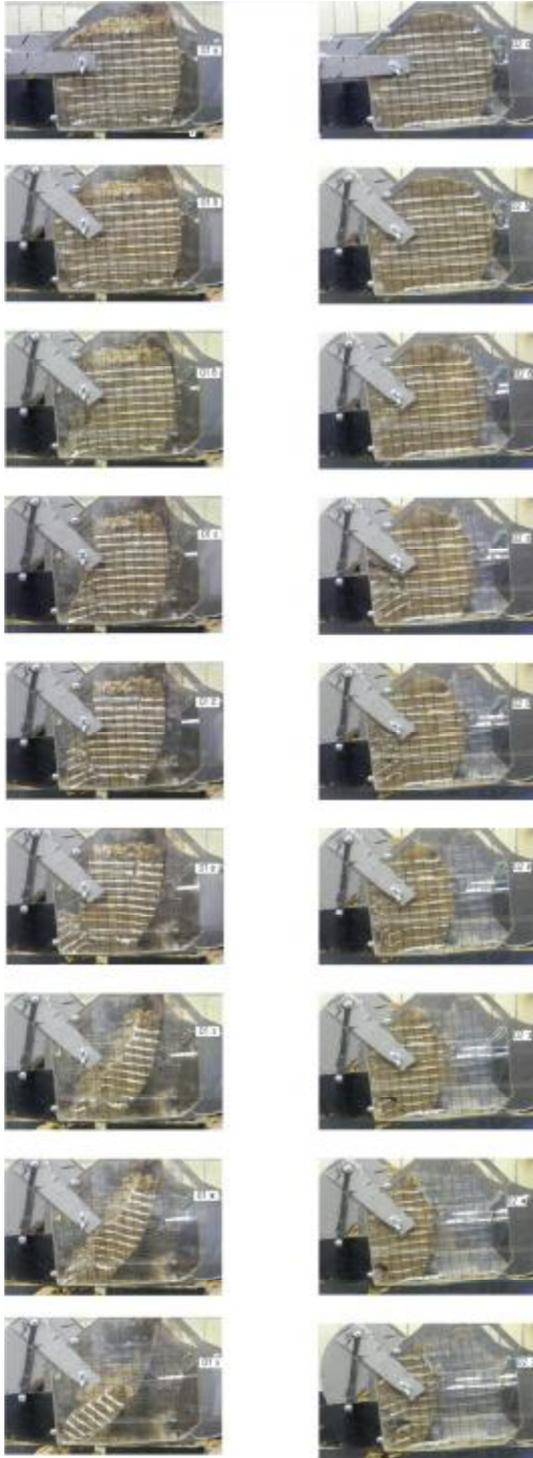


Рис. 3. Фотограммы ковшей скреперов:
01а-э – ковш с полукруглым дном и разгрузкой маятникового типа;
02а-э – ковш традиционного типа

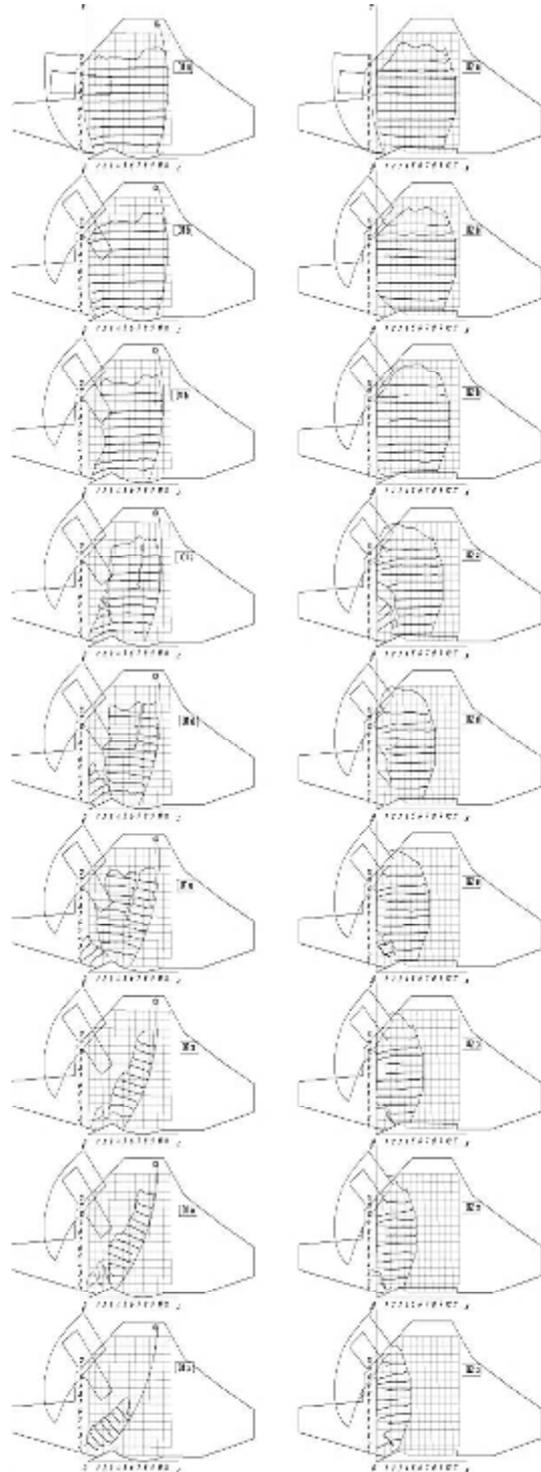


Рис. 4. Циклограммы ковшей скреперов:
01а-э – ковш с полукруглым дном и разгрузкой маятникового типа;
02а-э – ковш традиционного типа

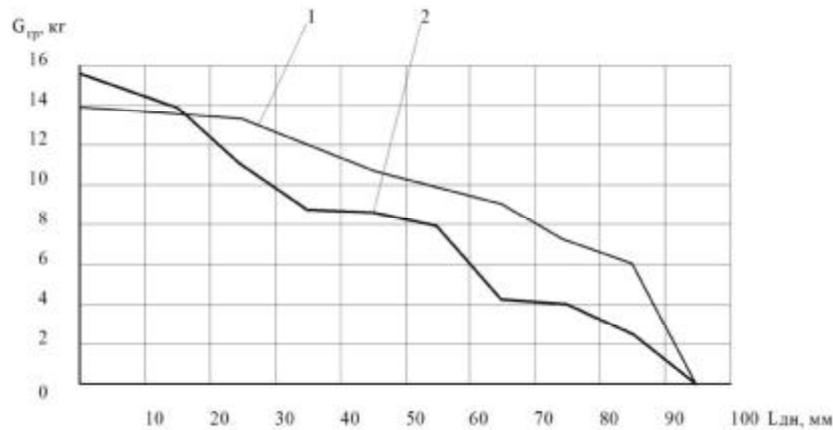


Рис.5. График изменения массы грунта в процессе разгрузки ковша от передвижения задней стенки вдоль дна:

1– ковш традиционного типа; 2– ковш с полукруглым дном и задней стенкой маятникового типа

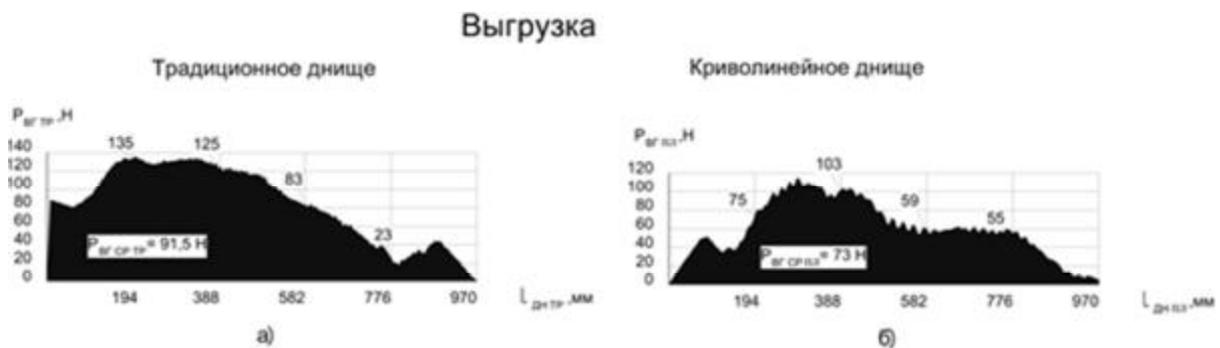


Рис.6. График изменения усилия выгрузки, $P_{вг}$ от длины дна скрепера, $L_{дн}$:

а – традиционный ковш; б – ковш с полукруглым дном и задней стенкой маятникового типа

Выводы из данного исследования.

1. Экспериментальные исследования задних стенок ковша скрепера по выгрузке показали различие в характере движения грунта в полости ковша:

– традиционный ковш – напряжение грунта распределяется равномерно по всей высоте, объем выгружаемого грунта из ковша имеет форму призмы, это создает дополнительные энергозатраты при выгрузке;

– ковш с полукруглым дном и задней стенкой маятникового типа – наибольшее уплотнение грунта происходит в нижней части с созданием пустоты, занимающей 2/3 высоты стенки, которая увеличивается в зависимости от перемещения стенки при выгрузке. Объем выгружаемого грунта из ковша имеет форму сектора, что позволяет снизить энергозатраты при выгрузке.

2. Выгрузка грунта из ковша с полукруглым дном и задней стенкой маятникового типа происходит интенсивнее (на 20– 25%) и равномернее, чем из ковша традиционного типа. Полукруглая форма задней стенки

ковша скрепера снижает усилия выгрузки на 7 – 20%, а также максимальные их значения.

3. Ковш скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа следует считать более рациональным, чем традиционный.

Литература

1. Хмара Л.А. Конструктивные резервы повышения эффективности скреперов/ Л.А. Хмара, С.А.Карпушин //Сборник научных трудов/Ответственный редактор д.т.н., проф Л.А. Хмара. Интенсификация рабочих процессов строительных машин.– 1998. – Выпуск 4. – С. 51–57.

2. Машини для земляних робіт: навчальний посібник / Хмара Л.А., Кравець С.В., Нічке В.В., Назаров Л.В., Скоблюк М.П., Нікітін В.Г. Під загальною редакцією проф. Хмари Л.А. та проф. Кравця С.В. Рівне. –Дніпропетровськ-Харків. – 2010.–557 с.

3. Хмара Л.А., Дерев'янчук М.І., Спільник М.А. Патент України на корисну модель «Скреперний ківш» № 48873 МПК E02F 3/64 Бюл №7, 2010.

4. Хмара Л.А., Дерев'янчук М.І., Спільник М.А. Патент України на корисну модель «Скреперний ківш» № 48872 МПК E02F 3/64 Бюл №7, 2010.

5. Хмара Л.А. Исследование процессов взаимодействия с грунтом клиновидных рабочих органов с боковыми уступами/ Л.А.Хмара //«Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. Серия: Подъемно - транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование»//Сб. научн. тр. 2011. – №63. – 14 с.

6. Спільник А.Я. Исследование конструкции задней стенки скрепера поляризационно - оптическим методом / А.Я.Спільник, М.А. Спільник, Г.Г. Шломчак// «Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. Серия: Подъемно - транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование»//Сб. научн. тр. 2011. – №63. – 135 с.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© Л. А. Хмара, М. А. Спільник

УДК 621.878.25

*Л. А. Хмара, д.т.н., проф.,
М. А. Спільник, аспірант*

Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗВАНТАЖЕННЯ ҐРУНТУ З КОВША СКРЕПЕРА ЗАДНЬОЮ СТІНКОЮ

У статті розглядаються дослідження із розвантаження традиційного ковша скрепера і з напівкруглим днищем та розвантаженням маятникового типу. Проведено дослідження розвантаження із застосуванням кольорових шарів. Шляхом досліджень було встановлено, що використання напівкруглого днища в ковші скрепера дозволяє знизити силові та енергетичні витрати при розвантаженні.

Ключові слова: *напівкругле днище, розвантаження, кольорові шари.*

UDC 621.878.25

*L. A. Khmara, Doctor of Technical Sciences, Professor,
M.A. Spilnik, Post-graduate
State Higher Education Institution on
“Dniper State Academy of Construction and Architecture”*

RESEARCH OF DISCHARGE GROUND FROM SCRAPER BUCKET BY REAR WALL

This article reviews studies on unloading traditional scraper and with a semicircular bottom with pendulum unloading. Investigations of unloading with colored layers were leaded. Through the researches it was found that using of a semi-circular bottom scraper can reduce power and energy costs during unloading.

Keywords: *semi-circular bottom, unloading, color layers.*