

Л.А. ХМАРА, докт. техн. наук, М.А. СПИЛЬНИК, аспирант.

ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫГРУЗКИ ГРУНТА ИЗ КОВША СКРЕПЕРА ЗАДНЕЙ СТЕНКОЙ МАЯТНИКОВОГО ТИПА

Введение. Скрепер - землеройно-транспортная машина циклического действия, предназначена для послойной разработки грунта и его транспортировки с последующей отсыпкой, частичным уплотнением и планировкой [1].

Скрепер с тяговой загрузкой – необходимая машина при строительстве. Традиционная конструкция ковша скрепера имеет ряд недостатков, требующих совершенствования формы элементов конструкции ковша. Использование полукруглого днища с задней стенкой маятникового типа требует проведения экспериментальных исследований в направлении определения рациональных геометрических параметров скреперов указанного типа.

Цель и задачи исследования. Цель – повышение эффективности рабочего процесса скрепера, снабженного полукруглым днищем и разгрузкой маятникового типа в условиях двухстадийного заполнения за счет разработки научных основ выбора и определения рациональных параметров и физической сущности моделей скреперов рассматриваемого типа. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: разработать 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;

Основной материал. 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).

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) [1,2,3].

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 толченый 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[4,5].

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.

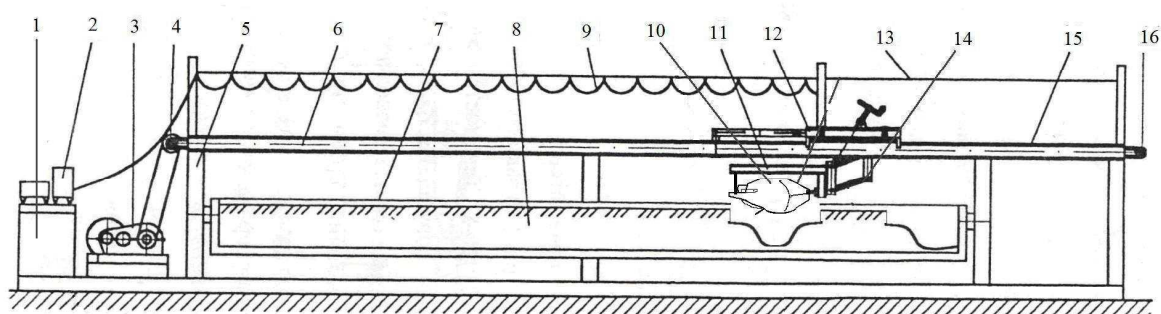


Рис.1. Схема стенда для физического моделирования рабочих процессов ЗТМ: 1 - пульт управления; 2 - приборы; 3 - привод; 4 – ведущий вал; 5 - рама; 6 – направляющие балки; 7 – грунтый контейнер; 8 - грунт; 9 - кабель; 10 – модель ковша скрепера; 11 - Г-образный кронштейн; 12 – тензометрическая тележка; 13 - струна; 14 - параллелограммный механизм; 15 – приводной канат; 16 – ведомый вал.

В результате исследований получены фотограммы процесса выгрузки ковшей скреперов послойно окрашенного грунта, как традиционного исполнения, так и с

полукруглым дном 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.

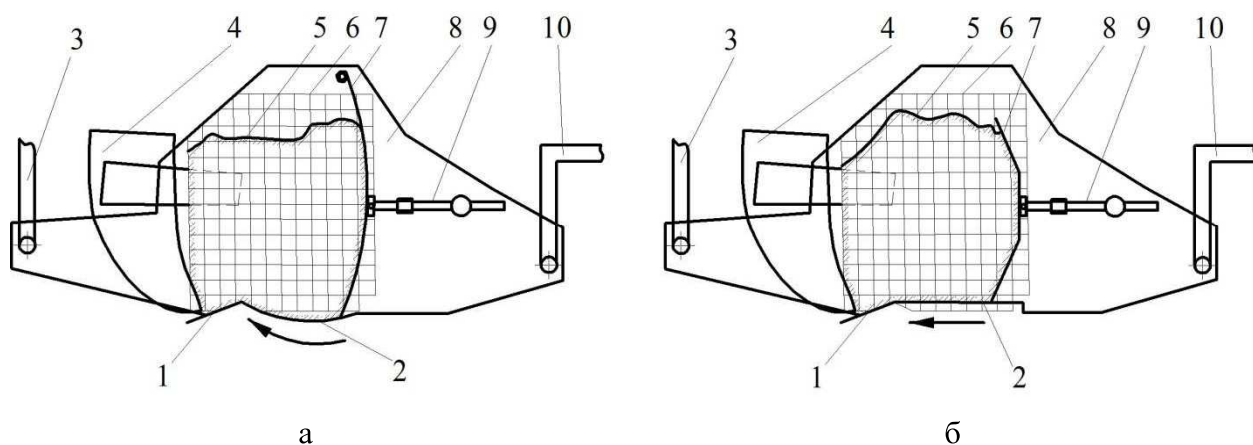


Рис.2. Модели ковша скрепера: а - ковш с полукруглым дном и задней стенкой маятникового типа; б - ковш традиционного типа; 1 - нож; 2 - днище; 3 – передний кронштейн; 4 – передняя заслонка; 5 - грунт; 6 – прозрачная стенка; 7 – задняя стенка; 8 – боковая стенка; 9 - привод; 10 – Г-образный кронштейн.

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

Характер выгрузки грунта из ковша скрепера с полукруглым дном 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 (рис.5) и построены соответствующие графики (рис.6).

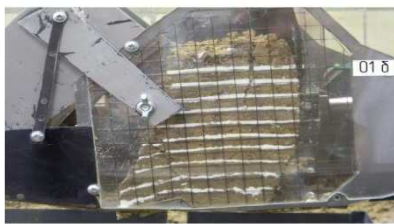
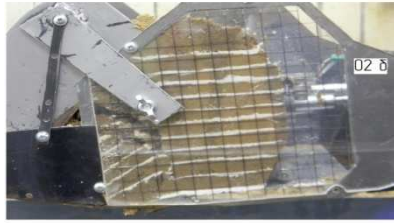


Рис.3. Фотограммы ковшей скреперов 01а,б,в – ковш с полукруглым днищем и разгрузкой маятникового типа; 02а,б,в – ковш традиционного типа.

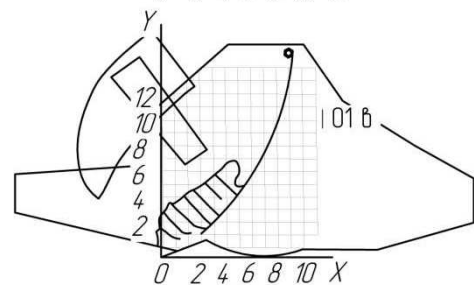
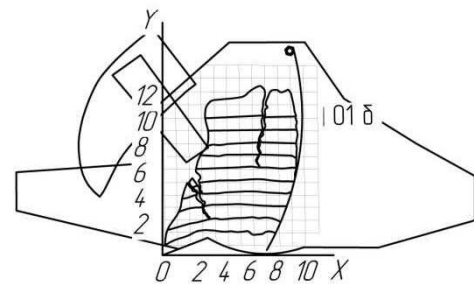
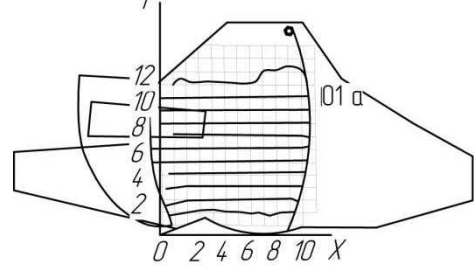
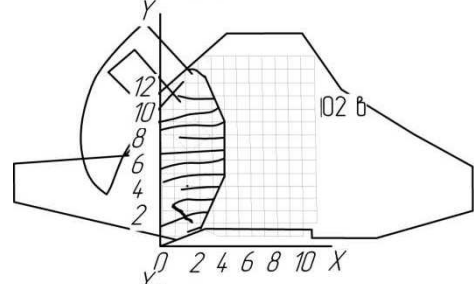
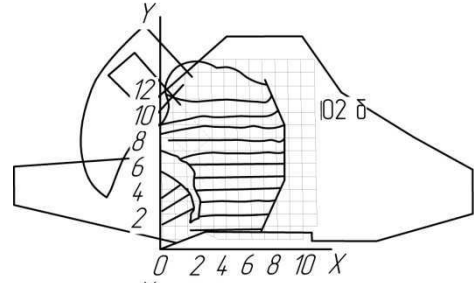
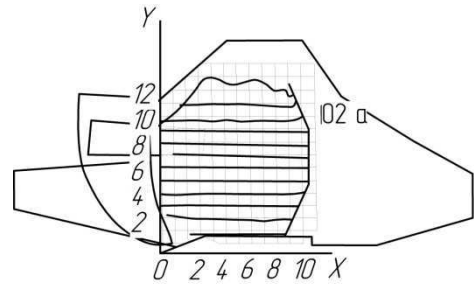


Рис.4. Циклограммы ковшей скреперов 01а,б,в – ковш с полукруглым днищем и разгрузкой маятникового типа; 02а,б,в – ковш традиционного типа.

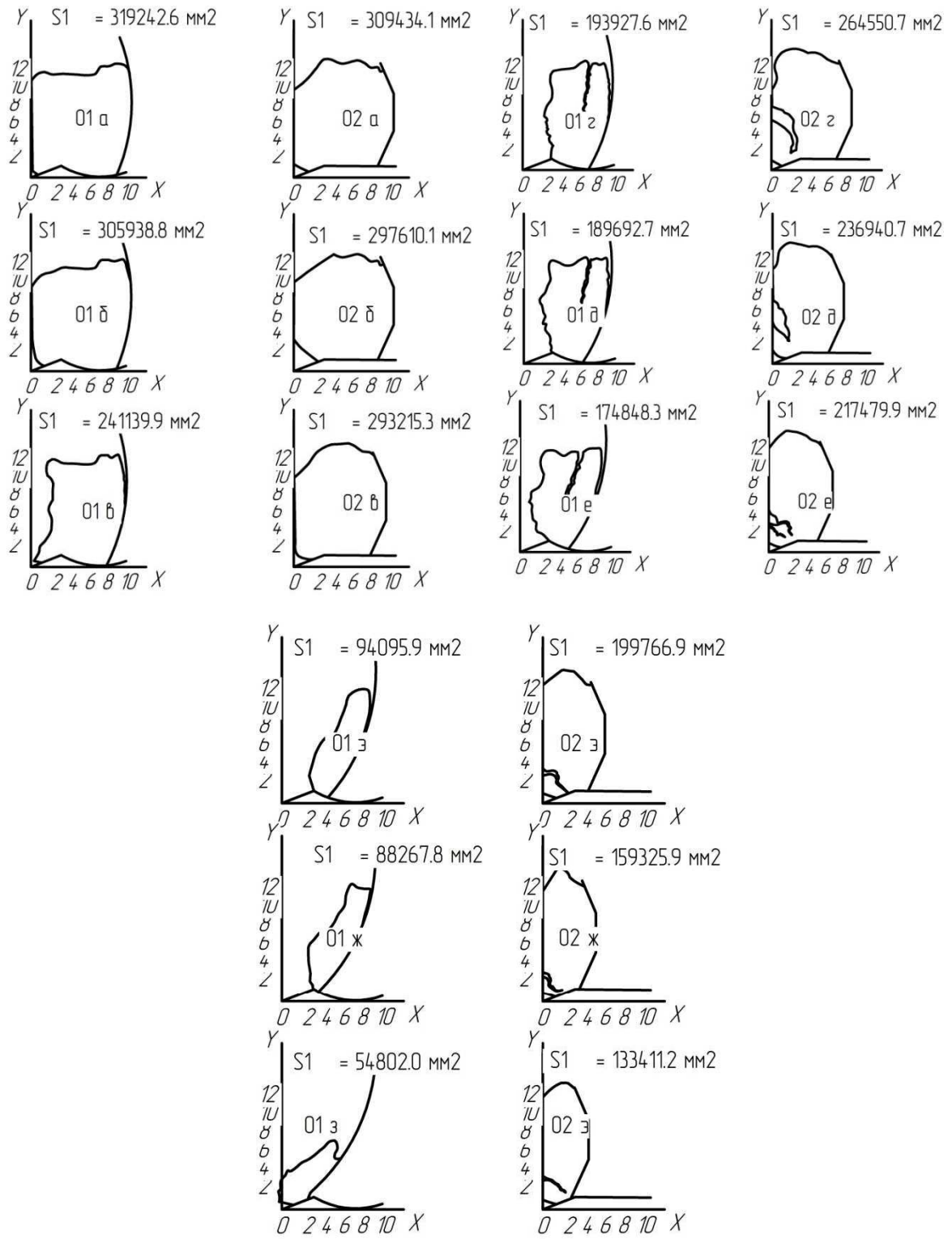


Рис.5. Циклограммы выгрузки грунта из ковшей скреперов: 01а-э – ковш с полукруглым дном и разгрузкой маятникового типа; 02а-э – ковш традиционного типа.

Из графиков видно, 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 [4].

Выгрузка

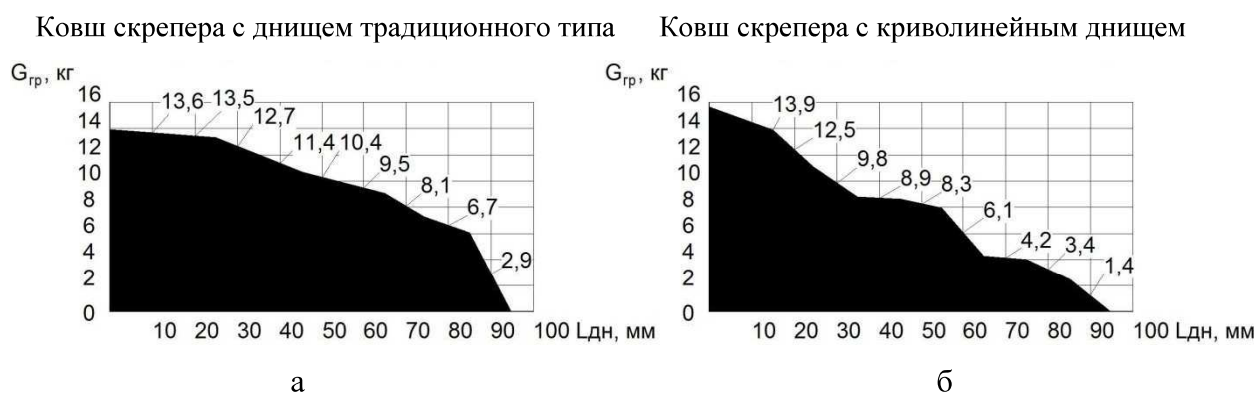


Рис.6. График изменения массы грунта в процессе разгрузки ковша от передвижения задней стенки вдоль днища: а - ковш традиционного типа; б - ковш с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа.

При выгрузке ковшей скреперов традиционного типа и с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа, изучался характер сопротивления выгрузки $P_{вг}$ по длине днища $L_{дн}$. (рис.7) Исследование характера сопротивления выгрузки $P_{вг\text{тр}}$,

Выгрузка

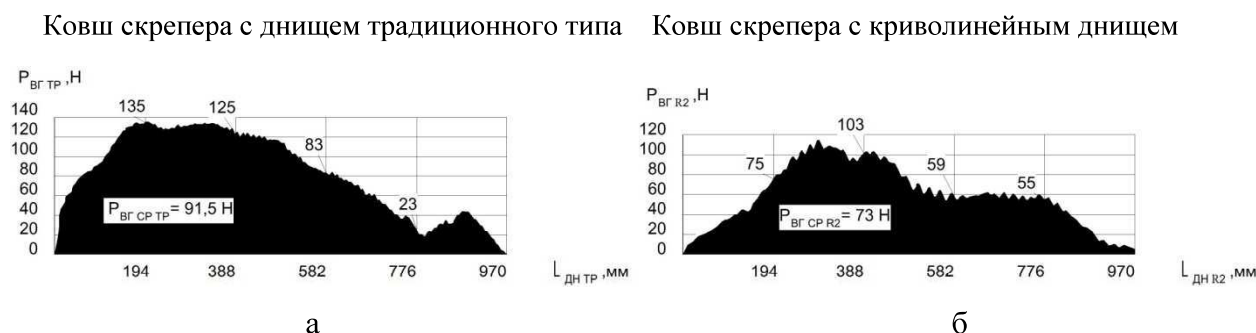


Рис.7. График изменения усилия выгрузки, $P_{вг}$ от длины днища скрепера, $L_{дн}$: а – ковш традиционного типа; б – ковш с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа.

$P_{вг\text{пл}}$ по длине днища $L_{дн\text{тр}}$, $L_{дн\text{пл}}$ 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.

Выводы: 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 днищем 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 днищем и задней стенкой маятникового типа происходит интенсивнее и равномернее, чем из ковша традиционного типа. Полукруглая форма задней стенки ковша скрепера снижает усилия выгрузки, а также максимальные их значения.

3. Ковш скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа следует считать более рациональным, чем традиционный: уменьшение работы по выгрузке – 20-28%; уменьшение усилия выгрузки – 7-20%; увеличение интенсивности выгрузки – 20-25%.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Хмара Л.А. Конструктивные резервы повышения эффективности скреперов / Л.А. Хмара, С.А. Карпушин // Сборник научных трудов/ Интенсификация рабочих процессов строительных машин. 1998. - Выпуск 4. - С. 51-57.

3. Современные тенденции в создании строительных машин // Строительные и Дорожные Машины. - 2005. - №7. - С.10-13.

4. Хмара 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. – С. 14-26.

5. Спильник А.Я. Исследование конструкции задней стенки скрепера поляризационно - оптическим методом / А.Я.Спильник, М.А. Спильник, 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. – С. 135-141.

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