

УДК 625.7.074 (621.879)

## РАЦИОНАЛЬНОЕ АГРЕГАТИРОВАНИЕ ТЯГОВЫХ И РАБОЧИХ МАШИН

Нилов В.А.<sup>1</sup>, Федоров Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Воронежский государственный технический университет (Воронеж, Россия)

<sup>2</sup> - Учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

В работе рассмотрены вопросы рационального агрегатирования тяговых машин (одноосных и двухосных тягачей) с рабочими машинами на примере скреперов. Установлена возможность уменьшения перераспределения вертикальных нагрузок на тягач при разработке грунта и уменьшения металлоемкости базовой детали тяговой машины.

**Ключевые слова:** тягач, скрепер, агрегатирование, сцепной вес, металлоемкость.

**DOI:** 10.22281/2413-9920-2017-03-04-420-425

В настоящее время агрегатирование тяговых и рабочих машин осуществляется с помощью сцепных устройств. Для скреперов одноосных тягачей применяются гребневые [1] (рис. 1) или шарнирно-рычажные [2] седельно-сцепные устройства. Гребневое седельно-сцепное устройство имеет большую массу и повышает расположение центра тяжести скрепера. Агрегатирование двухосного тягача со скрепером посредством гребневого седельно-сцепного устройства затруднительно как за счет высокого расположения над грунтом, которое при копании приводит к существенной разгрузке переднего моста колесного тягача, так и за счет усложнения конструкции из-за необходимости введения дополнительного поперечного шарнира, обеспечивающего перемещение скреперного оборудования в продольной плоскости при преодолении неровностей дороги.

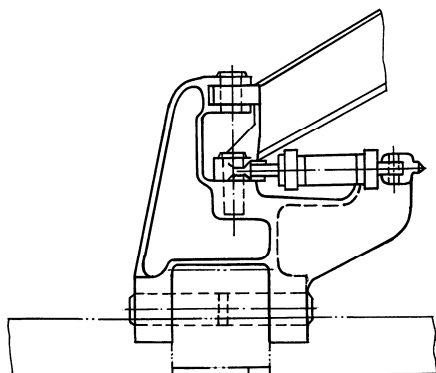


Рис. 1. Гребневой седельно-сцепное устройство

Для устранения этих недостатков была разработана конструкция шарнирно-рычажного седельно-сцепного устройства (рис. 2).

Оно имеет стойки 1, к которым на рычагах 2 подвешена грузовая траверса 3 с установленными на ней горизонтальными и вертикальными шкворнями, соединяющими грузовую траверсу 3 с ковшом полуприцепного скрепера 6. Рычаги 2 установлены под углом друг к другу, так что точка пересечения их продольных осей расположена в зоне контакта тягача с грунтом (рис. 2) и является местом приложения вертикальной  $G_c$  и горизонтальной  $R_T$  реакций скреперного оборудования. В результате значительно улучшается распределение седельной нагрузки по опорному периметру тягача и исключается её изменение на тяговом режиме.

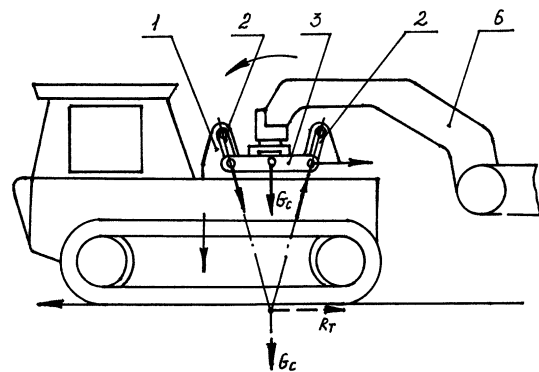


Рис. 2. Шарнирно-рычажное седельно-сцепное устройство

Была предпринята попытка установить на двухосный тягач Т-150К шарнирно-рычажное седельно-сцепное устройство на полуприцепном скрепере ДЗ-87, которая выявила достаточно высокий уровень колебаний шарнирно-рычажной системы седельно-сцепного устройства при вертикальных колебаниях полуприцепа и увеличения транс-

портной скорости агрегата. Однако, несмотря на сделанные усовершенствования (амортизаторы), шарнирно-рычажные седельно-сцепные устройства остаются очень трудоемкими в изготовлении и требуют постоянного внимания в период эксплуатации из-за большого числа шарнирных соединений.

Проведенный анализ, а также многочисленные замечания со стороны эксплуатирующих организаций на шарнирно-рычажное устройство, установленное на скрепер ДЗ-87 [3] послужили основанием для проведения исследований по изучению возможности применения шарового опорного устройства в качестве седельно-сцепного устройства полуприцепного скрепера. Шаровое опорное устройство отличается простотой, высокой надежностью в эксплуатации, малыми габаритами и широко применяется в конструкциях прицепных скреперов для соединения тяговой рамы ковша с передним мостом.

Испытания, проведенные с опытным образцом скрепера ДЗ-87-1 [4], оснащенным шаровым седельно-сцепным устройством (рис. 3), показали значительное (практически в 2 раза) уменьшение перераспределения вертикальных нагрузок на мосты тягача Т-150К по сравнению с гребневым седельно-сцепным устройством. Это обстоятельство связано с тем, что уменьшена высота приложения тягового усилия к тягачу. Также была установлена большая вертикальная загруженность заднего моста тягача в пределах 1,28...1,44.



Рис. 3. Опытный образец скрепера ДЗ-87-1



Рис. 4. Заполнение ковша при самонаборе грунта

Исследование схемы сил, действующих на тягач полуприцепного скрепера (рис. 5), показало, что уменьшение перераспределения вертикальных нагрузок на мосты тягача при копании возможно только при уменьшении высоты  $h$  приложения к нему тягового усилия  $T$ .

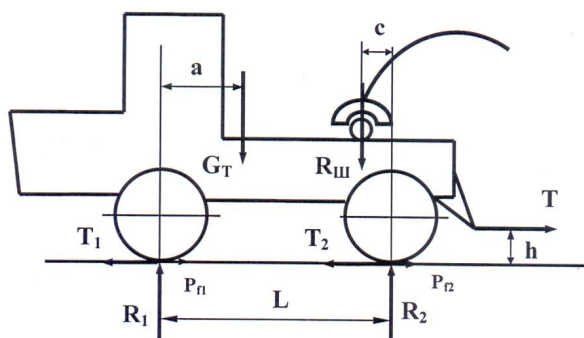


Рис. 5. Схема сил, действующих на тягач полуприцепного скрепера

С этой целью в Воронежском государственном техническом университете были разработаны конструкции сцепных устройств для полуприцепных [5] (рис. 6-8)

и прицепных (рис. 9) скреперов, обеспечивающих разделение силовых потоков, передающихся на скреперное оборудование от веса самого рабочего оборудования и от си-

лы тяги тягача. В этом случае необходимо силу тяги с тягача на скреперное оборудование передавать не через шаровую опору, а значительно ниже и непосредственно на

ковш, минуя тяговую раму. Такое сцепное устройство для полуприцепного скрепера изображено на рис. 6.

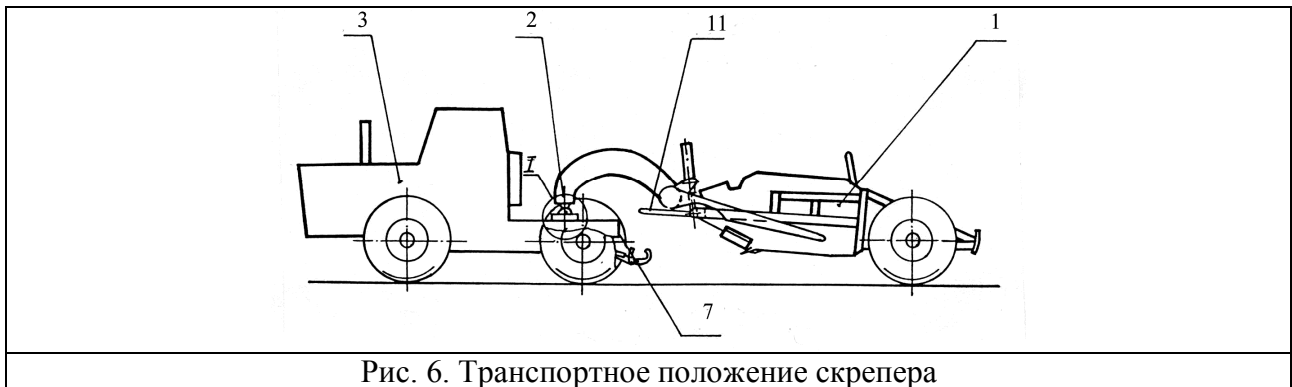


Рис. 6. Транспортное положение скрепера

Скрепер 1 соединен шаровым седельно-сцепным устройством 2 с колесным тягачом 3 (рис. 6). На раму 4 тягача 3 шаровое седельно-сцепное устройство 2 установлено с помощью подвижной опоры 5, перемещаемой гидроцилиндром 6 в продольных направляющих рамы 4 (рис. 7). В задней части рамы 4 тягача 3 установлен буксирный крюк 7, снабженный запирающим элементом 8 с приводом 9 (рис. 8). На поперечине 10 в передней части ковша скрепера 1 смонтирована буксирная петля 11, удерживаемая в рабочем положении упругими элементами 12.

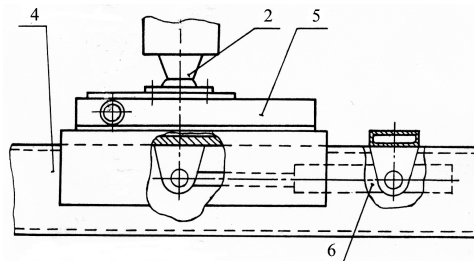


Рис. 7. Подвижная шаровая опора

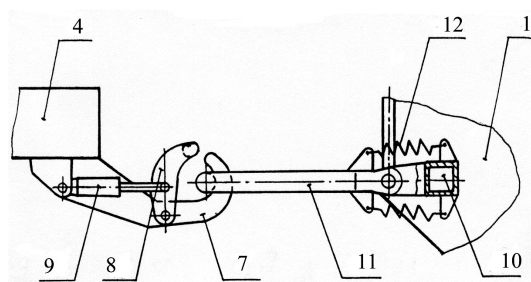


Рис. 8. Сцепное устройство

На транспортном режиме подвижная опора 5 закреплена к раме 4 тягача 3 фиксаторами, поэтому тяговое усилие передается на скрепер через шаровое седельно-сцепное устройство. Ковш скрепера 1 поднят, буксирная петля 11 находится в верхнем положении (рис. 6) и не препятствует взаимным перемещениям ковша скрепера 1 и тягача 3.

При копании грунта (рис. 9) тягач 3 и скрепер 1 устанавливают в линию и открывают запирающий элемент 8. В момент касания грунта ковшем буксирная петля 11 входит в зацепление с буксирным крюком 7 (рис. 8). Как только на ковше скрепера 1 появляется усилие копания, оператор тягача 3 переводит гидроцилиндр 6 в плавающее положение, снимает фиксаторы подвижной

опоры 5 и блокирует буксирную петлю 11 запирающим элементом 8. В результате все время копания тяговое усилие передается на ковш скрепера 1, минуя седельно-цепное устройство и тяговую раму, в непосредственной близости от грунта.

Поскольку буксирный крюк 7 и буксирная петля 11 находятся значительно ниже седельно-скреперного устройства, то происходит весьма незначительное перераспределение вертикальных нагрузок на мосты тягача 3 при копании.

После заполнения ковша его выглубляют. Одновременно гидроцилиндром 6 перемещают подвижную опору 5 в направляющих рамы 4 вперед и закрепляют от продольных

перемещений фиксаторами. Сила тяги снова начинает передаваться на скрепер 1 через шаровое седельно-цепное устройство. Этому процессу не мешает зацепление буксирного крюка 7 и буксирной петли 11 при подъеме ковша, так как между ними имеется достаточный рабочий зазор, а буксирная петля 11 при подъеме ковша подается вперед и может поворачиваться в шарнирах крепления за счет деформации упругих элементов 12 (рис. 8).

После закрепления фиксаторами подвижной опоры 5 оператор открывает запирающий элемент 8 и освобождает буксирную петлю 11. Тягач 3 получает возможность транспортного маневрирования.

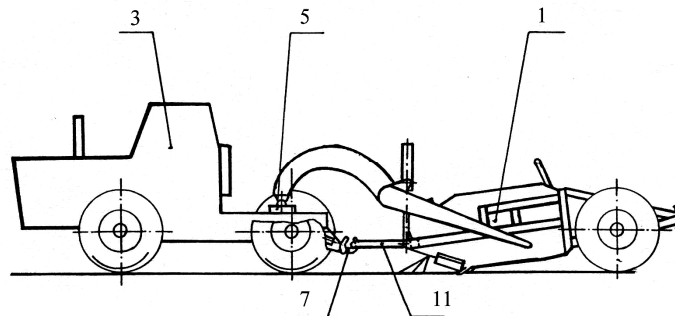


Рис. 9. Скреперный агрегат при копании грунта

По аналогии для прицепного скрепера разработана конструкция прицепного догружающего устройства [6] (рис. 10), которое позволяет максимально снизить высоту  $h$  (рис. 5) и одновременно при копании переместить шаровую опору ближе к тягачу (увели-

чить плечо  $b$  на рис. 10). В таких условиях тягач нагружается дополнительным статическим весом от вертикального воздействия шаровой опоры на прицепное устройство со стороны ковша.

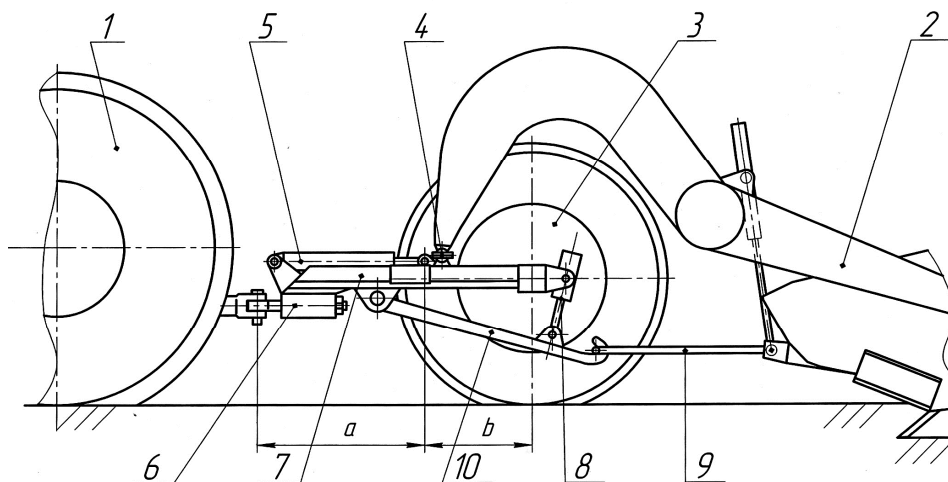


Рис. 10. Прицепное устройство скрепера [6]

Догружающее устройство включает прицепной брус 7, на котором подвижно с помощью гидроцилиндра 5 закреплена шаровая опора 4 тяговой рамы 2. Снизу прицепного бруса 7 смонтирован управляемый гидроцилиндром 8 рычаг 10, который при копании грунта своим крюком входит в зацепление с буксирной петлей 9. Догружающее устройство посредством амортизатора 6 соединено с тягачом 1. Работает догружающее устройство аналогично приведенному выше описанию (рис. 6, 9). Однако оно может увеличивать сцепной вес тягача за счет перемещения шаровой опоры 4 гидроцилиндром 5 в сторону тягача 1.

Приведенные материалы показывают, что для рационального агрегатирования тяговой и рабочей машин необходимо снизить высоту  $h$  приложения тягового усилия к тягачу. Это позволяет уменьшить перераспределение вертикальных нагрузок на тягач при копании и одновременно разгрузить металлоемкую тяговую раму скрепера от существенных растягивающих нагрузок. Последнее обстоятельство создает условия для снижения металлоемкости тяговой рамы скрепера. Более подробно исследование этих прицепных устройств приведено в [7, 8].

#### **Выводы.**

1. Разработаны конструкции прицепных устройств, защищенные патентами Российской Федерации, которые обеспечивают существенное снижение высоты приложения тяговой нагрузки от скреперного оборудования к тягачу и тем самым уменьшение перераспределения вертикальных нагрузок на тягач при разработке грунта.

2. Конструкции этих устройств позволяют не передавать силу тяги с тягача на скреперное оборудование через тяговую раму скрепера и тем самым уменьшить его металлоемкость.

3. Выполненные конструкторские решения способствуют повышению технического уровня и производительности скреперов.

#### **Список литературы**

1. Войнич, Л.К. Справочник молодого машиниста бульдозера, скрепера, грейдера /

Л.К. Войнич, Р.Г. Прикащиков. - М.: Высш. школа, 1979. - 119 с.

2. А.С. 507478 СССР, МКИ<sup>2</sup> В62D 53/08. Сцепное устройство для буксировки полуприцепных строительного-дорожных машин / А.Г. Мервель, Э.Г. Ронинсон, П.Л. Иванов. № 1664896/27-11; Заявлено 31.05.71; опубл.25.03.76. Бюл. № 11. - 4 с.

3. А.С. 644659 СССР, МКИ<sup>2</sup> В62D 53/08. Сцепное устройство для буксировки полуприцепных строительного-дорожных машин / Б.А. Фалькевич, Э.Г. Ронинсон, П.Л. Иванов (СССР). № 2515004/27-11; Заявлено 5.08.77; опубл. 30.01.79. Бюл. № 4. - 2 с.

4. Борисенков, В.А. Испытания колесного полуприцепного скрепера с шаровым седельно-сцепным устройством / В.А. Борисенков, В.А. Нилов, А.В. Гаврилов // Механизация строительства. – 2003. - № 2. - С. 2-5.

5. Пат. РФ 2209887, МКИ E02F 3/64. Скрепер / В.А. Нилов, А.В. Великанов, А.А. Косенко, А.В. Гаврилов. № 2002107262. Заявл. 21.03.2002. Опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22.

6. Пат. РФ 2373336, МКИ E02F 3/64. Прицепное устройство скрепера / В.А. Нилов, П.И. Никулин, П.И. Иванищев. № 2008126972/03. Заявл.02.07.2008.Опубл. 20.11.2009, Бюл. № 32.

7. Нилов, В.А. Агрегатирование двухосного колесного тягача со скреперным оборудованием / В.А. Нилов, А.В. Гаврилов // Механизация строительства. – 2004. - № 7. - С. 2-4.

8. Нилов, В.А. Влияние конструкции прицепного устройства ЗТМ на сцепной вес тягача / В.А. Нилов, А.А. Косенко, Е.А. Гриднев // Механизация строительства. – 2014. - № 1. - С. 28-31.

#### **Сведения об авторах**

Нилов Владимир Александрович – доктор технических наук, профессор, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», [vladnil1014@mail.ru](mailto:vladnil1014@mail.ru).

Федоров Евгений Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель ФГКВУ ВО Учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж).

## THE RATIONAL UNIT OF TRACTION AND WORKING MACHINES

Nilov V.A.<sup>1</sup>, Fedorov E.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Voronezh State Technical University (Voronezh, Russian Federation)

<sup>2</sup> - Military educational scientific center air force "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin" (Voronezh, Russian Federation)

In work the questions of rational aggregation of traction machines (uniaxial and biaxial tractors) with working machines on the example of scrapers are considered. The possibility of reducing the redistribution of vertical loads to the prime mover during the development of the ground and reducing the metal consumption of the base part of the working machine is established.

**Key words:** tractor, scraper, aggregation, coupling weight, metal consumption.

**DOI:** 10.22281/2413-9920-2017-03-04-420-425

### References

1. Voynich L.K., Priamikov R.G. Handbook of the young bulldozer operator, scrape-RA, grader. Moscow, Vysshaya shkola, 1979. 199 p. (In Russian)

2. A.S. No. 507478 USSR, MKI<sup>2</sup> B62D 53/08. Coupling device for towing semi-trailer construction and road machines. A.G. Mervel, E.G. Roninson, P.L. Ivanov. Declared 31.05.1971. Published 25.03.1976. Bulletin No. 11. (In Russian)

3. A.S. No. 644659 USSR, MKI<sup>2</sup> B62D 53/08. Coupling device for towing semi-trailer construction and road machines. B.A. Falkevich, E.G. Roninson, P.L. Ivanov. Declared 05.08.1977. Published 30.01.1979. Bulletin No.4. (In Russian)

4. Borisenkov V.A., Nilov V.A., Gavrilov A.V. Tests of a wheel semi-trailer scraper with a ball fifth wheel coupling. *Mekhanizatsiya stroitelstva*, 2003, No. 2, pp. 2-5. (In Russian)

5. Patent RU 2209887, MKI<sup>2</sup> E02F 3/64. Scraper. V.A. Nilov, A.V. Velikanov, A.A. Kosenko, A.V. Gavrilov. Declared. 21.03.2002.

Published 10.08.2003. Bulletin No. 22. (In Russian)

6. Patent RU 2373336, MKI E02F 3/64. Trailing device scraper. V.A. Nilov, P.I. Nikulin, P.I. Ivanishchev. Declared.02.07.2008. Published 20.11.2009. Bulletin No. 32. (In Russian)

7. Nilov V.A., Gavrilov A.V. Aggregation of a two-axle wheel tractor with scraper equipment/ *Mekhanizatsiya stroitelstva*, 2004, No. 7, pp. 2-4. (In Russian)

8. Nilov V.A., Kosenko A.A., Gridnev E.A. Influence of the construction of the trailing device ZTM on the coupling weight of the tractor. *Mekhanizatsiya stroitelstva*, 2014, No. 1, pp. 28-31. (In Russian)

### Authors' information

Vladimir A. Nilov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at Voronezh state technical University, [vladnil1014@mail.ru](mailto:vladnil1014@mail.ru).

Evgeniy V. Fedorov - Candidate of Technical Sciences, Lecturer at Military educational scientific center air force "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", [geka.fv@mail.ru](mailto:geka.fv@mail.ru).

Дата принятия к публикации  
(Date of acceptance for publication)  
01.11.2017

Дата публикации  
(Date of publication):  
25.12.2017

