

УДК 631.123

UDC 631.123

4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1 - Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

### **УЛУЧШЕНИЕ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ БОРОНОВАЛЬНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

### **IMPROVING THE TRACTION AND COUPLING PROPERTIES OF A HARROW MACHINE-TRACTOR UNIT**

Леонов Владимир Викторович  
аспирант

РИНЦ SPIN-код: 6266-2504

email: [leonovvladimir@mail.ru](mailto:leonovvladimir@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Leonov Vladimir Viktorovich  
postgraduate student

RSCI SPIN-code: 6266-2504

email: [leonovvladimir@mail.ru](mailto:leonovvladimir@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, st. Politekhnikeskaya 86*

Щитов Сергей Васильевич

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 4944 -6871

email: [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Shchitov Sergey Vasilyevich

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN-code: 4944-6871

email: [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, ul.Politekhnikeskaya 86*

Кузнецов Евгений Евгеньевич

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 6082-4770

email: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Kuznetsov Evgeny Evgenievich

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN-code: 6082-4770

email: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, ul.Politekhnikeskaya 86*

Кривуца Зоя Фёдоровна

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 6124 -5403

email: [zfk20091@mail.ru](mailto:zfk20091@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Krivutsa Zoya Fedorovna

Dr.Sci.Tech., professor

РИНЦ SPIN-код: 6124-5403

email: [zfk20091@mail.ru](mailto:zfk20091@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, ul.Politekhnikeskaya 86*

Поликутина Елена Сергеевна

Кандидат технических наук

РИНЦ SPIN-код: 5782 -6936

email: [e.polikytina@mail.ru](mailto:e.polikytina@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Polikutina Elena Sergeevna

Candidate of Technical Sciences

RSCI SPIN-code: 5782-6936

email: [e.polikytina@mail.ru](mailto:e.polikytina@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, ul.Politekhnikeskaya 86*

Эффективность использования энергетических средств при проведении сельскохозяйственных операций во многом определяется возможностью ими реализовывать свои тягово-сцепные качества. Решение данной проблемы за счёт установки двоярных колёс, полугусеничного хода, расстановки колёс передних и задних колёс на разную ширину колеи и многие другие) не всегда приемлемы в связи с особенностями регионов. В

Improving the traction and coupling properties of power facilities is one of the ways to improve the efficiency of using machine and tractor units in agricultural work. Existing well-known methods for increasing the traction and coupling properties of energy means (installation of dual wheels, half-track, arrangement of the track of the front and rear wheels for different track widths, and many others) are not always acceptable due to the peculiarities of the

связи с этим возникает необходимость изыскивать другие возможности для достижения поставленной цели путём внедрения новых технических решений. Исследованиями проведенными ранее установлено, что оптимальное перераспределение сцепного веса внутри самого машинно-тракторного агрегата позволит решить вопрос повышения эффективности применения средств механизации при выполнении сельскохозяйственных работ. В представленной работе отражена взаимосвязь между сцепными качествами энергетического средства и его тяговыми показателями при обработке почвы тяжелыми дисковыми боронами (БДТ). Проведенные исследования подтвердили научную гипотезу, что нагрузку на движители энергетического средства и рабочие органы БДТ можно регулировать за счёт дополнительно установленных механизмов. Результаты проведённых исследований показали, что установка дополнительного устройства позволяет перераспределять нагрузку: – догрузка заднего ведущего моста составила 9630...10120 Н; – разгрузка переднего ведущего моста составила 9575...10080 Н; – снижение нагрузки на переднюю секцию бороны составило 6370...6425 Н; – повышение нагрузки на заднюю секцию бороны составило 6280...6395 Н

Ключевые слова: МАШИННО-ТРАКТОРНЫЙ АГРЕГАТ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, СЦЕПНЫЕ СВОЙСТВА, НАГРУЗКА, УСТРОЙСТВО, ТЯГОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

regions. In this regard, it becomes necessary to find other ways to increase traction and coupling properties through the use of new technical solutions. Studies carried out earlier have established that one of the ways to increase the traction and coupling properties of energy means is the optimal redistribution of the coupling weight within the machine-tractor unit itself. The proposed article reflected the results of theoretical and experimental studies to improve the traction and coupling properties of the energy means on harrowing the soil, due to the redistribution of the load on the propellers inside the machine-tractor unit. Theoretical and experimental studies have proved that the use of the proposed device for redistributing the load between the propellers of the energy facility allows redistributing the load: - rear drive axle overload was 9630... 10120 N; - front drive axle unloading was 9575... 10080 N; - reduction of the load on the front section of the harrow amounted to 6370... 6425 N; - increased load on the back section of the harrow was 6280... 6395 N

Keywords: MACHINE-TRACTOR UNIT, POWER FACILITY, TRACTION AND COUPLING PROPERTIES, DEVICE, COUPLING WEIGHT, HARROWING OF SOIL

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-199-008>

**Введение.** Для снижения затрат, связанных с подготовкой почвы под посев, нашло широкое применение использование широкозахватных машинно-тракторных агрегатов. Одной из таких операций является боронование почвы, где в качестве энергетического средства используются энергонасыщенные тракторы и тяжёлые дисковые бороны способные подготовить почву к посевным работам. Этот вопрос особенно актуален для Амурской области, так как основные посевные площади заняты под соей, которая вносит свои коррективы в проведение работ, направленных на подготовку почвы для проведения весенних посевных работ (рисунок1). Поэтому весенние работы начинаются, как только верхний слой почвы растаивает на необходимую глубину обработки. Таким образом подготовка почвы осуществляется при наличии твёрдого подстилающего мерзлотного

<http://ej.kubagro.ru/2024/05/pdf/08.pdf>

основания, которое оказывает существенное влияние на сцепные показатели, особенно колёсного энергетического средства. Исходя из выше сказанного широкое применение нашли энергетические средства с шарнирно-сочлененной рамой с колёсной формулой 4К4.

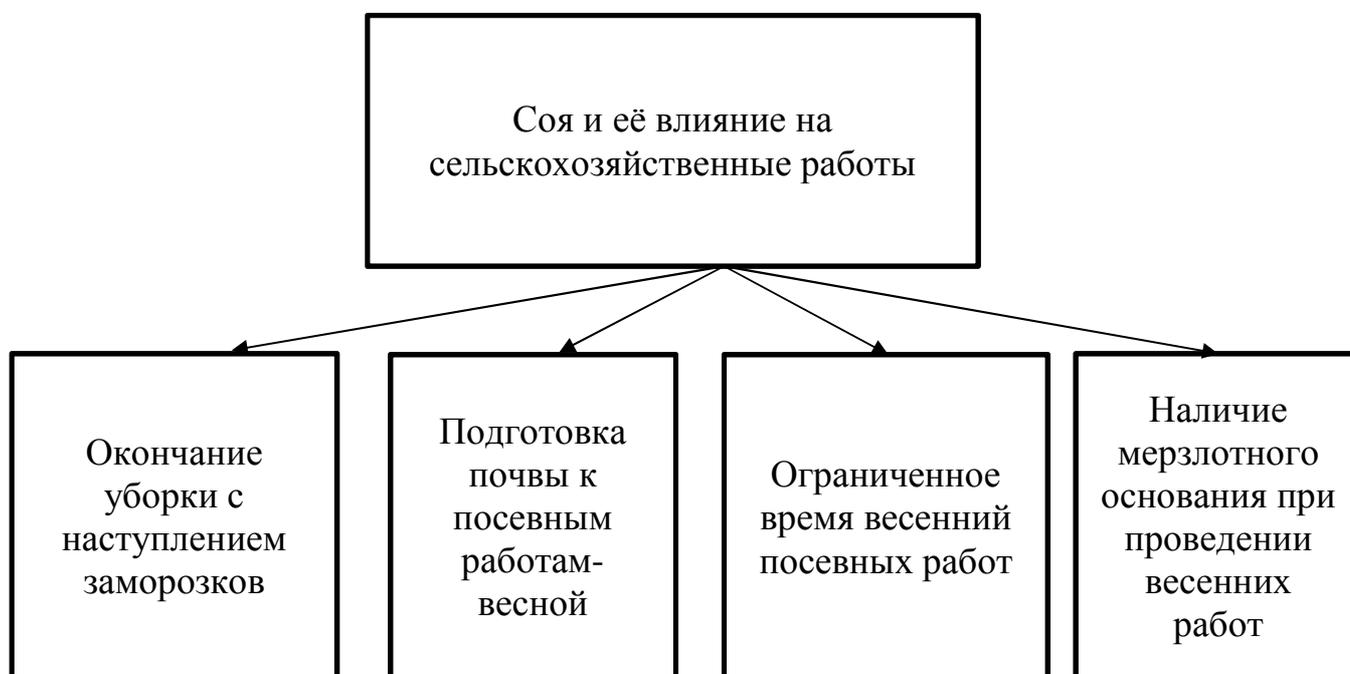


Рис. 1 – Особенности технологии возделывания сои

Основной особенностью данных тракторов является тот момент, что основные тягово-сцепные свойства обеспечиваются передним ведущим мостом. В связи с этим для повышения сцепных качеств тракторов данного класса очень часто используются принцип навешивания дополнительных грузов на задние ведущие колёса, для повышения сцепного веса. В условиях Дальневосточного региона этот способ не приемлем, так как почва в период проведения основных сельскохозяйственных операций обладает недостаточной (слабой) несущей способностью и увеличение веса будет способствовать продавливанию почвы движителями до мерзлоты. Поэтому решение данной проблемы заключается в нахождении альтернативных способов увеличения сцепного веса, без использования дополнительных грузов, путём перераспределения нагрузки между ведущими мостами самого энергетического средства, а также между

энергетическим средством и агрегатируемым агрегатом. В связи с этим были разработаны устройства, позволяющие регулировать нагрузку внутри самого машинно-тракторного агрегата [1;2;3;4].

С этой целью было разработано устройство (корректор-распределитель сцепного веса бороновального машинно-тракторного агрегата) [5], которое способно решить выше обозначенную проблему. Предлагаемое устройство позволяет догружать задние ведущие колёса трактора с шарнирно-сочленённой рамой за счёт частичного использования сцепного веса переднего ведущего моста.

### **Материалы и методы.**

Цель проводимых исследований: выявить влияние предлагаемого устройства на сцепной вес заднего ведущего моста энергетического средства с шарнирно-сочленённой рамой.

Задача проводимых исследований – теоретически доказать и экспериментально проверить способность предлагаемого устройства перераспределять величину нагрузки внутри машинно-тракторного агрегата (МТА) на бороновании почвы.

Объект исследования – колёсный трактор класса 5 и тяжёлая дисковая борона с предлагаемым устройством, дающее возможность перераспределять нагрузку внутри МТА. Данное устройство обладает возможностью регулировать нагрузку приходящуюся как на движители трактора так и на рабочие органы БДТ (рисунок 2).

Фиксирование нагрузки, приходящейся на движители энергетического средства и рабочие органы (диски) БДТ осуществлялось с использованием электронных весов (рисунок 3).

При проведении полевых опытов учитывались требования ГОСТов [6,7].



Рис. 2 – Общий вид бороновального машинно-тракторного агрегата с установленным устройством



Рис. 3 – Определение нагрузки приходящейся на диски бороны

### Результаты и обсуждение

Для определения влияния предлагаемой конструкции на перераспределение нагрузки между мостами трактора и секциями дисковой бороны (рисунок 4) составим уравнения реакций:

– передний мост

$$\sum F_{kx} = 0 \quad - 2(x_{\text{пер}})'' - (x_T)'' + 2T \cos \varphi = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_{ky} = 0 \quad 2(R_{\text{пер}})'' + (N_T)'' - G_n = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_Z(F_k) = 0 \quad - 2T \cos \varphi \cdot h_n - G_n a_n + (N_T)'' d_n + (x_T)'' h_n = 0 \quad (3)$$

– задний мост

$$\sum F_{kx} = 0 \quad (x_T)'' - 2(x_{\text{зад}})'' + 2(x_D)'' + 2T \cos \alpha' - 2T = 0 \quad (4)$$

$$\sum F_{ky} = 0 \quad 2(R_{\text{зад}})'' - (N_T)'' - G_3 - 2(y_D)'' + 2T \sin \alpha' = 0 \quad (5)$$

$$\sum M_Z(F_k) = 0 \quad G_3 a_3 + (N_T)'' (B - d_n) - (x_T)'' h_n - 2(y_D)'' C + 2T h_n - 2T \cos \alpha' h_n - 2(x_D)'' h_n + 2T \sin \alpha' \cdot C = 0 \quad (6)$$

– навеска

$$\sum F_{kx} = 0 \quad - 2(x_D)'' - 2T \cos \alpha' + 2T \cos \beta' = 0 \quad (7)$$

$$\sum F_{ky} = 0 \quad 2(y_D)'' - G_H - (N_C)'' + 2T \sin \alpha' + 2T \cos \beta' = 0 \quad (8)$$

$$\sum M_Z(F_k) = 0 \quad - (N_C)'' C_H \cos \alpha' + 2T \sin \beta' \cos \alpha' C_H + 2T \sin \beta' \cos \beta' C_H \sin \alpha' - G_H (C_H - a_H) \cos \alpha' = 0 \quad (9)$$

– дышло

$$\sum F_{kx} = 0 \quad - 2T \cos \beta' + 2T \cos \gamma \cos \beta' - 2(x_k)'' = 0 \quad (10)$$

$$\sum F_{ky} = 0 \quad (N_C)'' - G_D + 2(y_k)'' - 2T \sin \beta' + 2T \cos \gamma \sin \beta' = 0 \quad (11)$$

– бороны

$$\sum F_{ky} = 0 \quad - 2(y_k)'' + 2(R_1)'' + 2(R_2)'' - G_D + 2T \sin \theta = 0 \quad (12)$$

$$\sum M_z(F_k) = 0 \quad 2(R_2)''b - G_6 a_6 + 2T \sin \Theta b_6 + T \cos \Theta \cos \xi h_6 + 2(Y_k)''t - 2(x_k)''h_k = 0 \quad (13)$$

Решив уравнения 1-13 получим нагрузку, приходящуюся на:

– передний ведущий мост

$$(R_{\text{пер}})'' = \frac{G_n}{2} - \frac{G_n a_n}{2B} + \frac{G_3 a_3}{2B} - \frac{G_H a_{HC}}{2BC_H} + T \frac{h_n}{B} (1 - \cos \varphi - \cos \beta') - T \frac{c}{B} (\cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \sin \alpha') \quad (14)$$

– задний ведущий мост

$$(R_{\text{зад}})'' = \frac{G_n a_n}{2B} + \frac{G_H a_{HC}}{2BC_H} + \frac{G_H a_H}{2C_H} - \frac{G_3 a_3}{2B} + \frac{G_3}{2} - \frac{T h_n}{B} (1 - \cos \varphi - \cos \beta') + \frac{cT}{B} (\cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \sin \varphi') + T (\cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \sin \alpha') \quad (15)$$

– переднюю секцию бороны

$$(R_1)'' = \frac{G_D}{2} + \frac{G_H a_H}{2C_H} - \frac{G_6 a_6}{2B} + \frac{G_D t}{2B} + \frac{G_H (C_H - a_H)}{2B} + \frac{G_6}{2} - T (\sin \alpha' + \cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \cos \gamma \sin \beta') \left(1 + \frac{t}{B}\right) - T \frac{h_K}{B} (\cos \gamma \cos \beta' - \cos \beta') - T \sin \Theta \left(1 - \frac{B_6}{B}\right) + T \cos \Theta \cos \xi \frac{h_6}{B} \quad (16)$$

– заднюю секцию бороны

$$(R_2)'' = \frac{G_6 a_6}{2B} - \frac{G_D t}{2B} - \frac{G_H (C_H - a_H)}{2B} + T \frac{t}{B} (\sin \alpha' + \cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \cos \gamma \sin \beta') + T \frac{h_K}{B} (T \cos \gamma \cos \beta' - \cos \beta') - T \sin \Theta \frac{B_6}{B} - T \cos \Theta \cos \xi \frac{h_6}{B} \quad (17)$$



Рис. 4 – Схема к определению нагрузки приходящейся на передние ведущие колёса трактора и секции дисковой бороны; а – трактор; б – дисковая борона;  $B$  – база трактора продольная, м;  $B_n$  – база трактора поперечная, м;  $d_n$  – расстояние от передней линии опоры трактора до шарнира А, м;  $a_n$  – расстояние от передней линии опоры трактора до центра тяжести переднего моста, м;  $B-d_n$  – расстояние от задней линии опоры трактора до шарнира А, м;  $A_3$  – расстояние от задней линии опоры трактора до центра тяжести заднего моста, м;  $C$  – расстояние от задней линии опоры до вала рычагов, м;  $C_H$  – расстояние от вала рычагов до точки С, м;  $a_H$  – расстояние от точки С до центра тяжести навески, м;  $l$  – длина дышло бороны, м;  $a_g$  – расстояние от центра тяжести дышла;  $g_0$  – линии шарниров  $k^n$  и  $k^l$ , м;  $l_g$  – ширина дышла бороны, м;  $l_6$  – расстояние между точек приложения вертикальных сосредоточенных реакций поверхности правой и левой сторон, м;  $b$  – расстояние между точек приложения вертикальных сосредоточенных реакций поверхности передних и задних секций бороны, м;  $t$  – расстояние от линии реакций передней секции бороны до шарнира в т.к, м;  $h_n$  – расстояние от поверхности до точек  $(0^n; 0^l)$  крепления троса к передней полураме трактора, м;  $b_T$  – расстояние от передней левой и правой опоры трактора до соответствующих точек  $(0^n; 0^l)$  крепления троса к передней полураме трактора, м;  $l_T$  – расстояние между точками крепления троса к бороне, м;  $h_6$  – расстояние от основания до места крепления троса к бороне, м;  $b_6$  – расстояние от линии реакции передней бороны до линии точек крепления троса к бороне, м;  $h_k$  – расстояние от поверхности до точек  $k^n$  и  $k^l$ .

На БМТА действует следующие силы и реакции:

$G_n, G_3, G_H, G_d, G_6$  – вес, соответственно, переднего и заднего мостов, навески, дышло, бороны, Н;  $(R_{пер}^n)'' = (R_{пер}^l)'' = (R_{пер})''$  – Вертикальная

реакция поверхности на переднюю опору трактора, Н;  $(x_{пер}^n)'' = (x_{пер}^л)'' = (x_{пер})''$  - горизонтальная реакция поверхности на переднюю опору трактора, Н;  $(\bar{N}_T)'' = (\bar{N}'_T)''$  - вертикальная составляющая реакции шарнира в т. А, Н;

$(\bar{x}_T)'' = -(\bar{x}'_T)''$  - горизонтальная составляющая реакции шарнира в т.А, Н;

$(R_{зад}^n)'' = (R_{зад}^л)'' = (R_{зад})''$  - вертикальная реакция поверхности на заднюю опору трактора, Н;  $(x_{зад}^n)'' = (x_{зад}^л)'' = (x_{зад})''$  - горизонтальная реакция поверхности на заднюю опору трактора, Н;  $(\bar{y}_D^n)'' = -(\bar{y}_D^{л'})'' = (\bar{y}_D^л)'' = -(\bar{y}_D^{л'})'' = (\bar{y}_D)''$  вертикальная составляющая в опорах (т. Дп и т. Дл), Н;  $(\bar{x}_D^n)'' = (\bar{x}_D^{л'})'' = (\bar{x}_D^{л'})'' = (\bar{x}_D)''$  - горизонтальная составляющая в опорах (т. Дп и т. Дл), Н;  $(N_c)'' = (N'_c)''$  - реакция в т. С соединено навески и дышла бороны, Н;  $(\bar{y}_K^n)'' = -(\bar{y}_K^{л'})'' = (\bar{y}_K^л)'' = -(\bar{y}_K^{л'})'' = (y_K)''$  - вертикальная составляющая реакции в шарнирах (т. Кп и т. Кл), Н;  $(x_K^n)'' = -(\bar{x}_K^{л'})'' = (x_K^л)'' = -(\bar{x}_K^{л'})'' = (x_K)''$  - горизонтальная составляющая реакции в шарнирах (т. Кп и т. Кл), Н.

Анализируя выражения 14 и 15 необходимо отметить, что предлагаемое устройство позволяет уменьшить сцепной вес приходящейся на передний ведущий мост (выражение 14) и увеличение сцепного веса на задний ведущий мост (выражение 15)

$$\Delta'_{\text{пер}} = -T \frac{h_n}{B} (1 - \cos \varphi - \cos \beta') + \frac{T_c}{B} (\cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \sin \alpha')$$

(18)

$$\Delta'_{\text{зад}} = T \frac{h_n}{B} (1 - \cos \varphi - \cos \beta') - \frac{CT}{B} (\cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \sin \alpha') +$$

$$T (\cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \sin \alpha')$$

(19)

Анализируя выражение 20 и 21 необходимо отметить, что использование данного устройства даёт возможность уменьшить нагрузку, приходящуюся на переднюю секцию бороны (выражение 20) и увеличение нагрузки, приходящейся на заднюю секцию бороны (выражение 21)

$$\Delta'_{\text{пер}} = -T (\sin \alpha' + \cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \cos \gamma \sin \beta') \left(1 + \frac{t}{B}\right) - T \frac{h_K}{B}$$

$$(\cos \gamma \cos \beta' - \cos \beta') - T \sin \Theta \left(1 - \frac{B_6}{B}\right) + T \cos \Theta \cos \xi \frac{h_6}{B}$$

(20)

$$\Delta'_{\text{зад}} = T \frac{t}{B} (\sin \alpha' + \cos \beta' \operatorname{tg} \alpha' - \sin \beta' + \cos \gamma \sin \beta') + T \frac{h_K}{B} (T \cos \gamma \cos \beta' -$$

$$\cos \beta') - T \sin \Theta \frac{B_6}{B} - T \cos \Theta \cos \xi \frac{h_6}{B}$$

(21)

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что при использовании данного устройства происходит перераспределение нагрузки:

- догрузка задних ведущего моста составила 9630....10120 Н;
- разгрузка переднего ведущего моста составила 9575....10080 Н;
- снижение нагрузки на переднюю секцию бороны составило 6370...6425 Н;
- повышение нагрузки на заднюю секцию бороны составило 6280...6395 Н.

### Список использованной литературы

1. Патент на изобретение № 2613390 Российская Федерация, МПК В62D 53/04, А01В 59/04. Пружинно–рычажный корректор сцепного веса колесного трактора / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, Е.С. Поликутина; Дальневосточ. гос. аграр. ун-т. – №2015140368; Заявл. 22.09.2015; Оpubл.16.03.2017, Бюл. № 8.

2. Патент на изобретение № 196181 Российская Федерация, МКИ В 60 В 15/00. Регулятор сцепного веса бороновального агрегата / Щитов С.В., Спириданчук Н.В., Кузнецов К.Е., Слепенков А.Е., Кривуца З.Ф., Марков С.Н., заявитель и патентообладатель Дальневост. гос. агр. университет. - № 2019130426; заявл. 25.09.2019; опубл. 19.02.2020, Бюл. № 5.

3. Патент на изобретение № 2680167 Российская Федерация МКИ В 60 В 11/02. Догружающее устройство прикатывающего агрегата, патент на изобретение/ Е.Е. Кузнецов, С. В. Щитов, заявитель и патентообладатель. федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования Дальневосточный государственный аграрный университет, заявка № 2017136497 от 16.10.2017 Опубликовано 19.02.2019 Бюл.№5.

4. Щитов С.В. Исследования энергоэффективности применения перераспределяющих устройств в сельскохозяйственных агрегатах/ С.В Щитов, Е.Е. Кузнецов, Е.А. Яшков, А.С. Шубин, О. А. Кузнецова, А.В. Слепенков// 60я Международная научная конференция Евразийского Научного Объединения ISSN 2411-1899 (февраль 2020) Современные концепции научных исследований// Сборник научных работ 60й Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, февраль 2020). — Москва: ЕНО, 2020. —С.147-149

5. Патент на изобретение № 2782360 Российская Федерация МКИ А01В 21/08. Корректор-распределитель сцепного веса бороновального машинно-тракторного агрегата / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов, В.В. Леонов, А.Н. Кушнарёв

6. ГОСТ 23729-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки специализированных машин. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 25 с.

7. ГОСТ 24055-80-ГОСТ 24059-80. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. - М.: Изд-во стандартов, 1980. – № 1422. - 48 с.

### References

1. Patent na izobretenie № 2613390 Rossijskaja Federacija, MPK V62D 53/04, A01V 59/04. Pruzhinno–rychazhnyj korrektor scepного vesa kolesного traktora / S. V. Shhitov, E. E. Kuznecov, E.S. Polikutina; Dal'nevostoch. gos. agrar. un-t. – №2015140368; Zajavl. 22.09.2015; Opubl.16.03.2017, Bjul. № 8.

2. Patent na izobretenie № 196181 Rossijskaja Federacija, MКИ V 60 V 15/00. Reguljator scepного vesa boronoval'nogo agregata / Shhitov S.V., Spiridanchuk N.V., Kuznecov K.E., Slepencov A.E., Krivuca Z.F., Markov S.N., zajavitel' i patentoobladatel' Dal'nevost. gos. agr. universitet. - № 2019130426; zajavl. 25.09.2019; opubl. 19.02.2020, Bjul. № 5.

3. Patent na izobretenie № 2680167 Rossijskaja Federacija MКИ V 60 V 11/02. Dogruchajushhee ustrojstvo prikatyvajushhego agregata, patent na izobretenie/ E.E. Kuznecov, S. V. Shhitov, zajavitel' i patentoobladatel'. federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenija vysshego obrazovanija Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, zajavka № 2017136497 ot 16.10.2017 Opublikovano 19.02.2019 Bjul.№5.

4. Shhitov S.V. Issledovanija jenergojefektivnosti primenenija pereraspredel'ajushhih ustrojstv v sel'skohozjajstvennyh agregatah/ S.V Shhitov, E.E. Kuznecov, E.A. Jashkov, A.S. Shubin, O. A. Kuznecova, A.V. Slepencov// 60ja Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija

Evrazijskogo Nauchnogo Ob#edinenija ISSN 2411-1899 (fevral' 2020) Sovremennye koncepcii nauchnyh issledovanij// Sbornik nauchnyh rabot 60j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii Evrazijskogo Nauchnogo Ob#edinenija (g. Moskva, fevral' 2020). — Moskva: ENO, 2020. —S.147-149

5. Patent na izobretenie № 2782360 Rossijskaja Federacija MKI A01V 21/08. Korrektor-raspredelitel' scepного vesa boronoval'nogo mashinno-traktornogo agregata / E.E. Kuznecov, S.V. Shhitov, V.V. Leonov, A.N. Kushnarjov

6. GOST 23729-88. Tehnika sel'skohozjajstvennaja. Metody jekonomicheskoj ocenki specializirovannyh mashin. – M.: Izd-vo standartov, 1988. – 25 s.

7. GOST 24055-80-GOST 24059-80. Tehnika sel'skohozjajstvennaja. Metody jekspluacionno-tehnologicheskoj ocenki. - M.: Izd-vo standartov, 1980. – № 1422. - 48 s.