

УДК 631.171

UDC 631.171

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)

АДАПТАЦИЯ БОРОНОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ

ADAPTATION OF THE SOIL PREPARATION MACHINE

Щитов Сергей Васильевич

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN–код: 4944 –6871

email: 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

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

Кривуца Зоя Фёдоровна

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN–код: 6124 –5403

email: zfk20091@mail.ru

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

Krivutsa Zoya Fedorovna

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN–code: 6124–5403

email: zfk20091@mail.ru

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

Школьников Павел Николаевич

Д.т.н, доцент

РИНЦ SPIN–код: 5109–5438

email: pavel.shkolnikov@mail.ru

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

Shkolnikov Pavel Nikolaevich

Dr.Sci.Tech., associate professor

RSCI SPIN–code: 5109–5438

email: pavel.shkolnikov@mail.ru

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

Поликутина Елена Сергеевна

Кандидат технических наук

РИНЦ SPIN–код: 5782 –6936

email: e.polikyтина@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.polikyтина@mail.ru

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

Ермаков Денис Владимирович

Соискатель

SPIN–код: 8311–7830

email: denermakov00@gmail.com

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

Denis Vladimirovich Ermakov

Applicant

RSCI SPIN–code: 8311–7830

email: denermakov00@gmail.com

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

В регионах, где при подготовке почвы к посевным работам (весенний период) используют безотвальный способ при наличии мерзлотного основания особое внимание должно уделяться качеству выполнения работ. Это объясняется рядом специфических особенностей: – не достаточная ответная реакция почвы воздействующим на неё внешним нагрузкам от МТА; – избыточное влагосодержание поверхностного горизонта, подвергающегося

When preparing the soil for seeding operations (spring), special attention should be paid to the quality of the work when using the dump-free method in areas where permafrost substrates are present. This is due to a number of specific features: – weak bearing resistance of soil to external loads from supporting bases of machine and tractor units (MTU); – increased humidity of the surface horizon being treated (impossibility of excessive moisture removal to the lower layers of the soil horizon); – uneven thawing of

обработке (невозможность отвода избыточной влаги в нижние слои почвенного горизонта); – неравномерное оттаивание поверхностного горизонта, подвергающегося обработке из-за неровностей поверхности. Чаще всего для в качестве сельскохозяйственного орудия для этих целей используют тяжёлые дисковые бороны в связи с тем, что они одновременно выполняют ряд необходимых операций: – подготовка поверхностного основания к посевным работам; – повышение плодородия почвы за счёт использования за счёт растительных остатков от возделываемых (ранее) сельскохозяйственных культур; – сглаживание поверхности поля; – уничтожение проросших сорных растений; – повысить эффективности внесённых органических удобрений за счёт равномерности их распределения по полю. Особенно широкое использование тяжёлых дисковых барон при подготовке почвы нашло в крестьянско–фермерских хозяйствах, имеющих поля с небольшой площадью в составе колёсных тракторов класса 1,4...2 с дисковой бороной БДТ–3. Как показали ранее проведенные исследования, при использовании машинно–тракторных агрегатов, включающих в себя колёсные тракторы класса 1,4...2 с дисковой бороной БДТ–3, на почвах с мерзлотным основанием возникает необходимость корректировать нагрузку на опорные поверхности машинно–тракторного агрегата–двигатели трактора или рабочие органы бороновального агрегата. Это вызвано тем, что на отдельных участках почвы, там, где низкая несущая способность почвы, возникает необходимость снижения нормального давления двигателей на почву или повышения нагрузки на рабочие органы в местах где наблюдаются не оттаявшие участки. Представленная работа посвящена вопросу регулированию нагрузки в зависимости от состояния поверхностного основания за счёт её перераспределения внутри МТА с использованием специально разработанного устройства, позволяющего выполнять следующие операции: –догрузка или разгрузка сцепного веса энергетического средства (трактора); – регулирование нагрузки на рабочие органы дисковой бороны (БДТ–3). Проведенная производственная проверка в реальных условиях эксплуатации бороновального МТА доказала его работоспособность

Ключевые слова: ПОЧВА, ТРАКТОР, ТЯЖЁЛАЯ ДИСКОВАЯ БОРОНА, БЕЗОТВАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-206-013>

the surface horizon being treated due to surface irregularities. Most often, heavy disc harrows are used as an agricultural tool for these purposes due to the fact that they simultaneously perform a number of necessary operations: – preparation of the surface base for sowing operations; – milling and embedding of plant residues from previous crops into soil; – leveling of the surface base; – impact (destruction) on germinated weeds; – increased uniformity of distribution over the area of previously applied organic fertilizers. Heavy disk barons are often used in peasant farms in soil preparation, which own fields with a small area in the composition of wheeled tractors of class 1.4... 2 with a disk harrow BDT-3. When using machine-tractor units, including wheeled tractors of class 1.4... 2 with a disc harrow BDT-3, on soils with a permafrost base, as previously conducted studies have shown, there is a need to correct the load on the supporting surfaces of the machine-tractor unit-tractor movers or working bodies of the harrow unit. The reason is that in some areas of the soil, where the bearing capacity of the soil is low, there is a need to reduce the normal pressure of the propulsors on the soil or increase the load on the working organs in places where non-thawed areas are observed. The presented work is devoted to the issue of load regulation depending on the state of the surface base due to its redistribution within the MTA using a specially designed device that allows performing the following operations: – loading or unloading of the coupling weight of the power means (tractor); – control of the load on the working elements of the disc harrow (BDT–3). The carried out production check in real operating conditions of boron MTU proved its operability

Keywords: SOIL, TRACTOR, HEAVY DISC HARROW, DUMP PREPARATION

Введение. Наличие не оттаявшего подстилающего слоя при подготовке почвы к посевным работам в весенний период, а также снижение энергетических затрат в технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются основными факторами при выборе способа обработки почвы (отвальный или безотвальный). Наибольшее распространение получил в последнее время, особенно в небольших крестьянско–фермерских хозяйствах, безотвальный способ подготовки в виду следующих обстоятельств:

- соблюдение ограниченных сроков проведения весенних сельскохозяйственных работ;
- снижение материальных, трудовых и топливно–энергетических затрат;
- оптимизация водно–воздушного баланса поверхностного основания;
- снижение вероятности образования эрозии почвенного основания;
- улучшение физико–механических свойств почвенного основания (плотности, твёрдости, структурного состава);
- снижение механического воздействия машинно–тракторных агрегатов на почвенное основание.

Качество подготовки почвы к проведению работ связанных с посевом сельскохозяйственных культур, может быть достигнуто за счёт модернизации и адаптации тяжёлых дисковых борон с учётом региональных природно-климатических особенностей. При подготовке к использованию тяжёлых дисковых борон, с учётом региональных природно-климатических особенностей, необходимо решать следующие задачи:

- возможность регулирования нормального давления движителей на почву с целью снижения техногенного воздействия на почву (уменьшить глубину следа после прохода МТА);
- улучшить качество подготовки почвы –выдерживание оптимальной глубины обработки на участках, не оттаявших на нужную глубину (за счёт добавления нагрузки на рабочие органы бороновального агрегата).

В связи с этим нами были разработаны и предложены устройств позволяющие адаптировать бороновальный машинно–тракторный агрегат состоящий из колёсного трактора класса 1,4...2 и тяжелой дисковой бороны БДТ–3 [1,2,3,4].

Материалы и методы.

Цель проводимых исследований: повышение качества предпосевной подготовки почвы при использовании безотвального метода

Задача исследований – проверить влияние догрузочно – распределяющего устройства для прицепной рамной дисковой бороны на качество подготовки почвы безотвальным способом.

Как уже отмечалось ранее при подготовке почвы в весенний период из–за резкие наступления положительных температур происходит интенсивное таяние снежного покрова и мерзлотного поверхностного основания. В результате чего повышается влажность почвы снижающая способность почвы препятствовать продавливанию движителей до мерзлотного основания. На ряду с этим наличие участком поля обладающих небольшим уклоном по отношению к горизонту приводит к образованию участков, не оттаявших на необходимую глубину. В результате выше обозначенных проблем снижается качество подготовки почвы к посевным работам и для решения возникающих проблем возникла необходимость модернизация существующей дисковой бороны путем установки догрузочно–распределяющего устройства для прицепной рамной дисковой бороны. При этом ставились следующие задачи:

- повышение сцепных возможностей энергетического средства%
- оптимизация нагрузочных характеристик на движители энергетического средства с целью снижения их нормального давления на опорное основание;
- возможность перераспределять нагрузку между движителями энергетического средства и рабочими органами дисковой бороны;

– повышение качества подготовки почвы на встречающихся не оттаявших участках поля (выдерживание глубины обработки).

Принципиальная схема и общий вид бороновального МТА показан на рисунках 1 и 2.

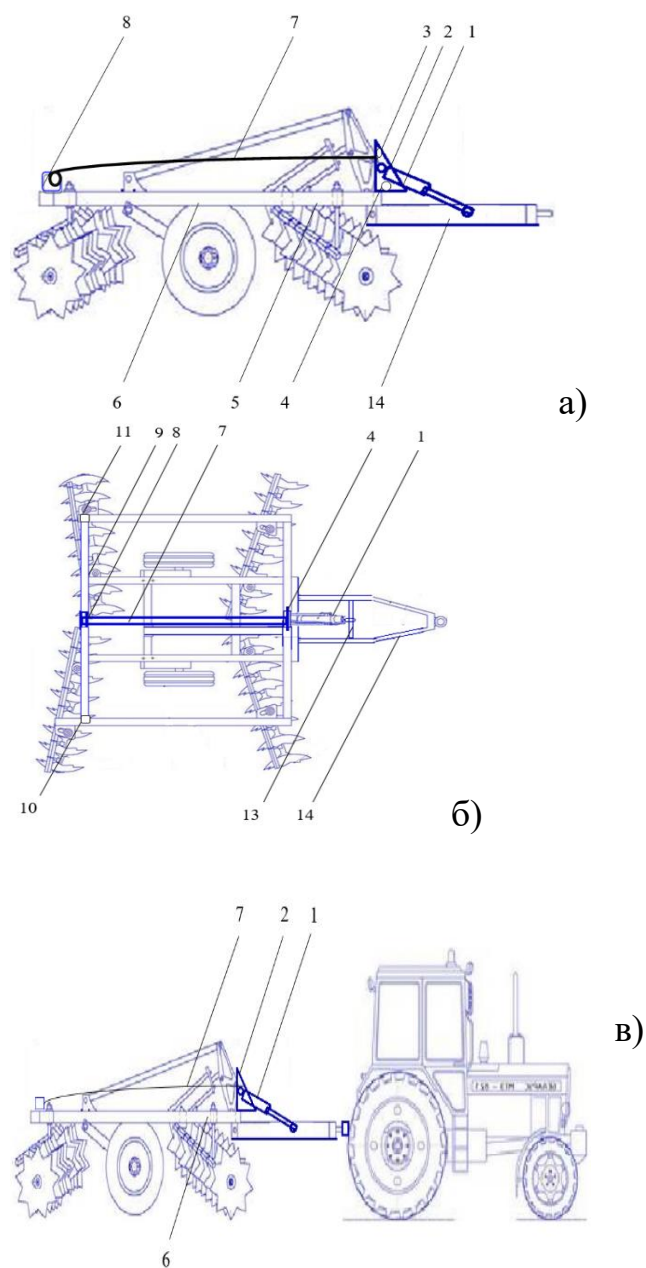


Рисунок 1– Принципиальная схема предлагаемого устройства [2]
 а – общий вид устройства, установленного на дисковой бороне (вид сбоку);
 б – общий вид устройства, установленного на дисковой бороне (вид сверху);
 в – общий вид бороновального МТА; 1– силовой цилиндр; 2 – уголкоый кронштейн; 3– силовой шарнир; 4 – опора шарнирная; 5 – рама бороны; 6–

бороны; 7– передающая тяга; 8–опорный кронштейн; 9 – тяга распределяющая; 10,11–нагрузочные кронштейны; 12–болты; 13–пружина; 14– сница.



Рисунок 2– Производственные испытания

Принцип работы заключается в том, что при втягивании штока гидроцилиндра он воздействует на переднюю часть пружины, которая передает нагрузку через прицепное устройство на движители трактора увеличивая тем самым его тягово–сцепные свойства за счет передачи нагрузки на раму бороны увеличивая тем самым нагрузку на рабочие органы бороны [2]. Проведенные теоретические исследования позволили описать аналитические зависимости, позволяющие утверждать способность предлагаемого устройства перераспределять нагрузку между движителями трактора и рабочими органами бороны [4]. Как показали теоретические исследования [4] в результате работы предлагаемого устройство произошло перераспределение нагрузки с энергетического средства на рабочие органы бороны. Для определения влияния изменения нагрузки, приходящейся на рабочие органы бороны, были проведены производственные исследования по изменению ряда физико–механических свойств почвы – плотности и структурного состава. На основании проведенных исследований установлено, что плотность почвы после прохода бороновального агрегата состоящего из трактора класса 1,4 и бороны БДТ–3 с установленным устройством изменилась на 15,2...16,4 % по сравнению с плотностью до воздействия на неё ходовой системы

энергетического средства и находилась в пределах допустимых для оптимального развития растений. После прохода бороновального машинно–тракторного агрегата без установленного устройства плотность почвы по следу возросла на 35,7...39,1 % по сравнению с плотностью до прохода по ней энергетического средства, что на 16,3...16,9 % выше оптимального показателя. Как известно величина плотности на прямую влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и на основании ранее проведенных исследований [4]

$$y = -3,91\sigma + 6,6, \quad (1)$$

где y – урожайность; σ – плотность сложения.

Объём потерянной продукции равен [4]

$$V = 3,86(\sigma_{\text{д}} - \sigma_{\text{оп}}), \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{оп}}$ – оптимальное значение плотности почвы ; $\sigma_{\text{д}}$ – реальное значение плотности почвы после воздействия на неё МТА.

Таким образом снизить объём потерянного урожая возможно путём оптимизации плотности почвы, что подтверждается уравнениями 1 и 2.

Другим не менее важным показателем, влияющим на рост и развитие растений, является структурный состав почвы, который характеризуется коэффициентом структурности. Проведённые исследования показали, что после прохода по полю произошло изменение коэффициента структурности по сравнению с коэффициентом структурности до прохода:

- коэффициент структурности почвы до прохода МТА – 52 %;
- коэффициент структурности почвы после прохода МТА без устройства – 40 %;
- коэффициент структурности почвы после прохода МТА с устройством – 50 %.

Наряду с этим при использовании предлагаемого устройства, как показали проведённые исследования позволили уменьшить неравномерность глубины обработки почвы на мерзлотных участках до 19,8 %.

Заключение. Использование модернизированного почвообрабатывающего агрегата позволило:

- снизить уплотнение почвы;
- улучшить коэффициент структурности;
- повысить глубину обработки на мерзлотных участках.

Список использованной литературы

1. Патент РФ №2821900 «Распределяюще–догружающее устройство для прицепной рамной бороны, патент на изобретение» /Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов, Д.В. Ермаков и др., заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный аграрный университет 30.11.2023.

2. Патент РФ № 2812473 «Догрузочно –распределяющее устройство для прицепной рамной дисковой бороны, патент на изобретение» /Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов, Д.В. Ермаков и др., заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный аграрный университет 27.09.2023.

3. Программа расчёта топливно–энергетической оценки работы трактора класса 1,4 на бороновании, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024682338, заявка №2024681451 от 19.09.2024

4. Улучшение тягово–сцепных свойств бороновального машинно–тракторного агрегата /Е.С. Поликутина и др.// Научный журнал КубГАУ 199(05)) – 2024. –13 с. Мб <http://ej.kubagro.ru/2024/05/pdf/08.pdf>

References

1. Patent RF №2821900 «Raspredel'ajushhe–dogruzhajushhee ustrojstvo dlja pricepnoj ramnoj borony, patent na izobretenie» /E.E. Kuznecov, S.V. Shhitov, D.V. Ermakov i dr., zajavitel' i patentoobladatel' Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet 30.11.2023.

2. Patent RF № 2812473 «Dogruzochno –raspredel'ajushhee ustrojstvo dlja pricepnoj ramnoj diskovoj borony, patent na izobretenie» /E.E. Kuznecov, S.V. Shhitov, D.V. Ermakov i dr., zajavitel' i patentoobladatel' Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet 27.09.2023.

3. Programma raschjota toplivno–jenergeticheskoj ocenki raboty traktora klassa 1,4 na boronovanii, svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2024682338, zajavka №2024681451 ot 19.09.2024

4. Uluchshenie t'jagovo–scepnyh svojstv boronoval'nogo mashinno–traktornogo agregata /E.S. Polikutina i dr.// Nauchnyj zhurnal KubGAU 199(05)) – 2024. –13 s. Mb <http://ej.kubagro.ru/2024/05/pdf/08.pdf>