

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)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

SOIL DEPTH OPTIMIZATION STUDY

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

Поликутина Елена Сергеевна

Кандидат технических наук

РИНЦ SPIN-код: 5782 -6936

email: e.polikytna@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.polikytna@mail.ru

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

Решетник Екатерина Ивановна

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 6953-8118

email: soia-28@yandex.ru

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

Reshetnik Ekaterina Ivanovna

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN-code: 6953-8118

email: soia-28@yandex.ru

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

Леонов Владимир Викторович

Соискатель

РИНЦ SPIN-код: 6266-2504

email: leonovvladimir@mail.ru

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

Leonov Vladimir Viktorovich

Applicant

RSCI SPIN-code: 6266-2504

email: leonovvladimir@mail.ru

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

Одной из основных задач стоящих перед сельхозтоваропроизводителями Амурской области, является освоение ранее заброшенных и новых посевных площадей. Это объясняется тем, что регион занимается выращиванием стратегически важной сельскохозяйственной культуры сои. Кроме этого в области имеются предприятия по её дальнейшей переработке и строятся новые, так как имеются рынки сбыта производимой продукции в том числе и зарубежным партнерам (КНР).

One of the main tasks facing agricultural producers of the Amur Region is the development of previously abandoned and new sown areas. This is due to the fact that the region is engaged in the cultivation of a strategically important soybean crop. In addition, there are enterprises in the region for its further processing and new ones are being built, since there are markets for manufactured products, including foreign partners (PRC). The main obstacle to the development of abandoned and new land is the use of

Основным сдерживающим фактором освоения ранее заброшенных и новых земель является использование старой малопродуктивной техники, в связи с недостаточным её переоснащением. Исходя из этого напрашивается вывод о необходимости её модернизации для повышения эффективности использования. Необходимо учитывать специфику выращивания сои, заключающуюся в том, что уборка заканчивается в то время, когда почва еще не готова к посеву следующего года. Это связано с тем, что поверхностный слой почвы в это время года насыщен влагой, а температура $-8... -15^{\circ}\text{C}$ из-за первых заморозков. При подготовке почвы в весенний период задействованы как правило дисковые почвообрабатывающие орудия позволяющие снизить общие энергозатраты и сроки выполнения работы. Сложность подготовки почвы весной дисковыми боронами заключается в том, что верхний слой подвергающийся обработке оттаивает неравномерно по всей площади и имеются участки с мерзлотным основанием. В связи с этим, на таких участках для качественной подготовки почвы, необходимо дополнительная нагрузка на рабочие органы почвообрабатывающего агрегата для выдерживания необходимой глубины обработки. Решить выше обозначенную проблему возможно путём установки дополнительного устройства, которое позволяло бы кратковременно добавлять по мере необходимости нагрузку на бороновальный агрегат. На основании проведенных исследований было разработано устройство способное регулировать нагрузку в составе МТА: -добавлять нагрузку на рабочий орган на участках поля с повышенной твёрдостью почвы; - кратковременно повышать сцепной вес энергетического средства, за счёт использования части нагрузки почвообрабатывающего орудия, для повышения тягово-сцепных качеств. Проведённые производственные испытания подтвердили работоспособность предлагаемого технического решения выше обозначенных проблем

Ключевые слова: ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ТРАКТОР, ДИСКОВАЯ БОРОНА, ПОЧВА, НАГРУЗКА, РАБОЧИЙ ОРГАН, ГЛУБИНА ОБРАБОТКИ

old, unproductive land. equipment, due to its insufficient re-equipment. Based on this, the conclusion arises about the need to modernize it to increase the efficiency of use. Another feature of soybean cultivation is that its harvesting ends when it is not possible to prepare the soil for sowing next year. This is due to the fact that the upper fertile soil layer at this time is usually oversaturated with moisture and the onset of the first frosts to $-8... -15$ degrees Celsius. In these conditions, in the process of preparing the soil in the spring, as a rule, disc tillage tools are used to reduce the total energy consumption and the time for the work. The difficulty of preparing the soil in spring with disc harrows lies in the fact that the upper layer being treated thaws unevenly over the entire area and there are areas with a permafrost base. In this regard, in such areas for high-quality soil preparation, additional load is required on the working elements of the tillage unit to maintain the required depth of treatment. It is possible to solve the above problem by installing an additional device that would allow briefly adding loads to the boron unit as needed. Based on the studies carried out, such a device "Coupling weight corrector-distributor" was proposed, which can perform the following functions: - to quickly redistribute part of the load from the energy facility to the tillage disk tool when passing areas of the field with increased soil hardness; - increase the coupling weight of the power facility for a short time, due to the use Reduces some of the load on the tiller and increases traction and coupling. Production tests have confirmed the functionality of the proposed technical solution to the above problems

Keywords: POWER TOOL, TRACTOR, DISC HARROW, SOIL, LOAD, TOOL, TREATMENT DEPTH

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-204-016>

Введение. Подготовку почвы под посевные работы в Амурской области осенью не предоставляется возможным по ряду объективных причин (поздние сроки уборки сои, наступлением отрицательных температур, повышенной влажности верхнего плодородного слоя почвы и

<http://ej.kubagro.ru/2024/10/pdf/16.pdf>

т.д.). Поэтому эту операцию целесообразно проводить в весенний период, когда в подстилающем слое присутствует слой вечной мерзлоты, что ограничивает посевные работы. С повышением температуры слой вечной мерзлоты начинает оттаивать, снижая несущую способность плодородного слоя почвы.

Наличие больших площадей, которые необходимо подготовить под посевные работы, предопределяет безотвальный способ подготовки почвы с применением прицепных дисковых борон агрегируемых как правило колёсными тракторами класса 5 с шарнирно-сочленённой рамой.

Использование таких машинно-тракторных агрегатов позволяет за один проход выполнить следующие задачи:

- подготовить почву под посевные работы;
- измельчить растительные остатки оставшиеся от ранее возделываемой культуры;
- заделать измельчённые растительные осадки ранее возделываемой культуры на оптимальную глубину;
- культивировать ранее заброшенные и новые участки;
- выравнивание поверхности поля.

При использовании средних борон для выполнения выше перечисленных задач потребуется не менее 2 или трех проходов, что резко повышает общие энергозатраты.

Проведенные исследования по повышению эффективности использования тяжёлых дисковых борон показали, что необходимым условием является обеспечение необходимой нагрузки на рабочие органы [1,2,3,4]. Наиболее приемлемым способом в этих условиях является корректирование нагрузки путём её перераспределения в звене «трактор-борона», за счёт установки специальных догружающих устройств позволяющих кратковременно использовать часть веса энергетического средства. На ряду с этим данные устройства, осуществляющие

перераспределение нагрузки в звене «трактор-бороны», должны в случае необходимости произвести обратное кратковременное перераспределение нагрузки с бороны на опорные поверхности трактора с целью повышения его сцепных свойств.

Материалы и методы.

Цель исследований- повышение качества обработки почвы (глубину обработки) дисковыми боронами путём оптимизации нагрузки на её рабочие органы.

Задача исследований – установить влияния конструктивно-технологических параметров разработанного устройства на глубину обработки почвы.

Объект исследований является МТА (машинно-тракторный агрегат) (К-701+т БДТ-7 + корректор-распределитель сцепного веса) представленный на рисунке 1



Рисунок 1 – Машинно-тракторный агрегат (К-701+т БДТ-7 + корректор-распределитель сцепного веса)

Для лучшего анализа влияния различных параметров (конструктивно-технологических) на глубину обработки был проведен многофакторный эксперимент, при этом были определены основные факторы и уровни варьирования, которые оказывают влияние на оптимизацию данного процесса.

Входными факторами являются: $x_1 - l$ - угол положения навески трактора ,град.; $x_2 - v$ - скорость движения МТА, км/ч; и $x_3 - P$ - нагрузка в гибкой связи корректора-распределителя сцепного веса, Н. Результирующей функцией выбрана $Y_1 - h$, м - глубина обработки почвы рабочим органом бороны, м. На основании проведенных исследований была определены необходимые данные приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Параметры (факторы)	x_1	x_2	x_3
Верхний уровень (+1)	30	12	1873
Основной уровень (0)	25	10	1319
Нижний уровень (-1)	20	8	765

Коэффициенты регрессии и их значимость определены с помощью:

– ортогонального центрально-композиционног плана второго порядка;

– критерий Стьюдента;

– критерий Фишера.

В результате исследований были получены уравнения регрессии:

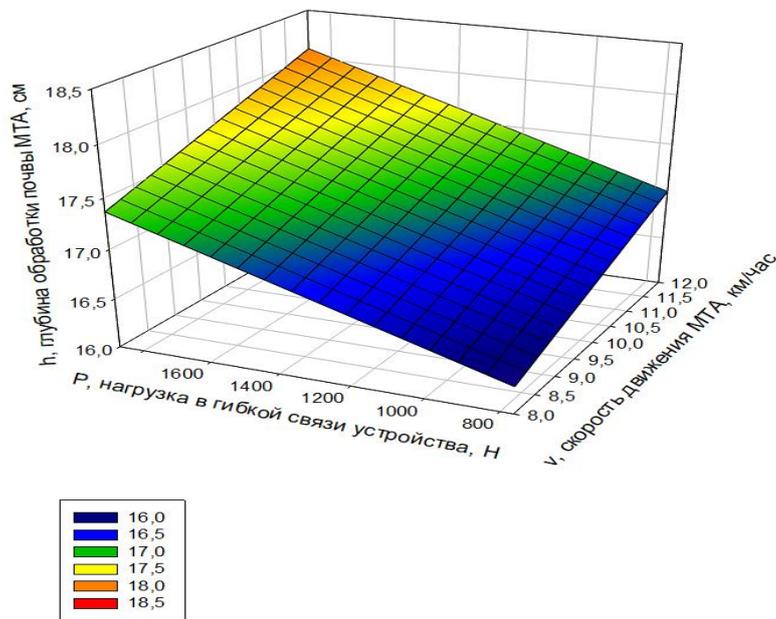
– кодированный вид

$$= 17,178 + 1,461x_1 + 0,365x_2 + 0,548x_3 - 0,5x_1x_2 + 0,75 x_1x_2x_3 - 1,124x_1^2 \quad (1)$$

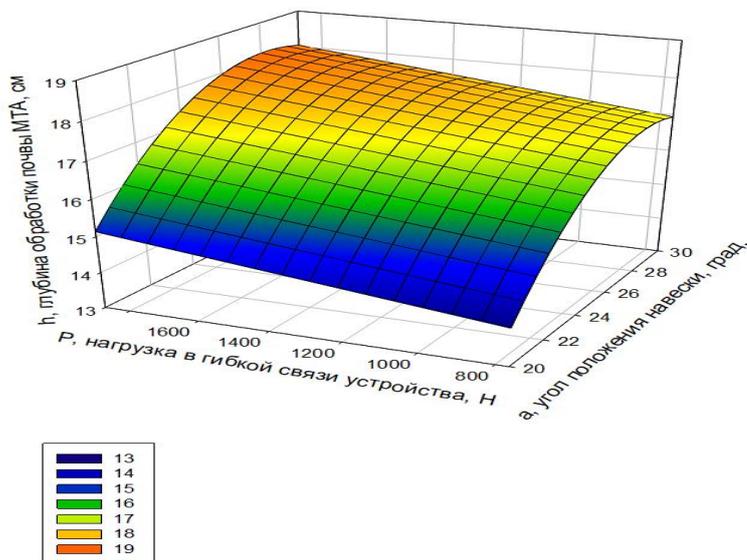
– раскодированный вид

$$h = -78,486 + 4,82\alpha + 5,9v + 0,035P - 0,229\alpha v - 0,01\alpha P - 0,0034vP + 0,000135\alpha v P - 0,045\alpha^2 \quad (2)$$

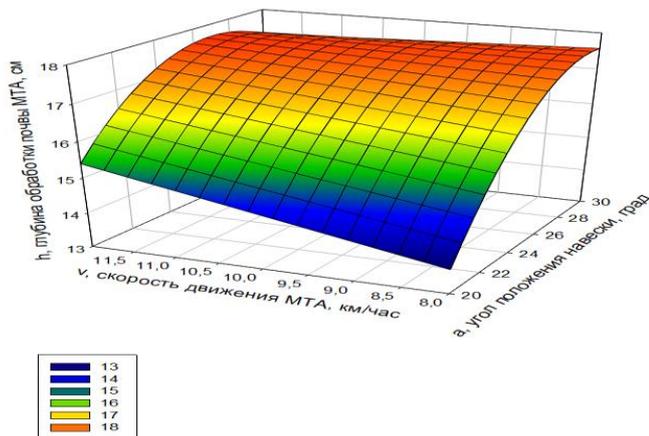
Более наглядно влияние факторов и уровней варьирования представлено на рисунках 2 и 3.



А)



Б)



В)

Рисунок 2– Зависимость поверхности отклика от глубины обработки почвы рабочим органом

А- от $X_2 (v)$ и $X_3 (P)$ и $\alpha = 25$ град – постоянная величина

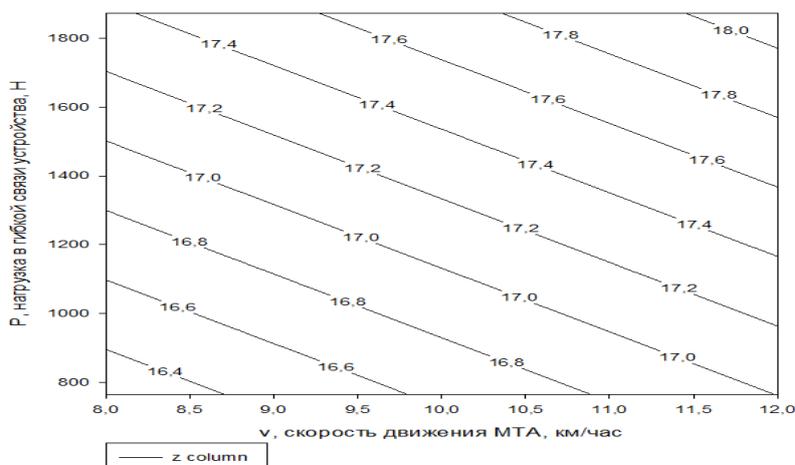
$$h = 14,05 + 0,183v + 0, \tag{3}$$

Б- от $X_1 (\alpha)$ и $X_3 (P)$ и $v = 10 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ – постоянная величина

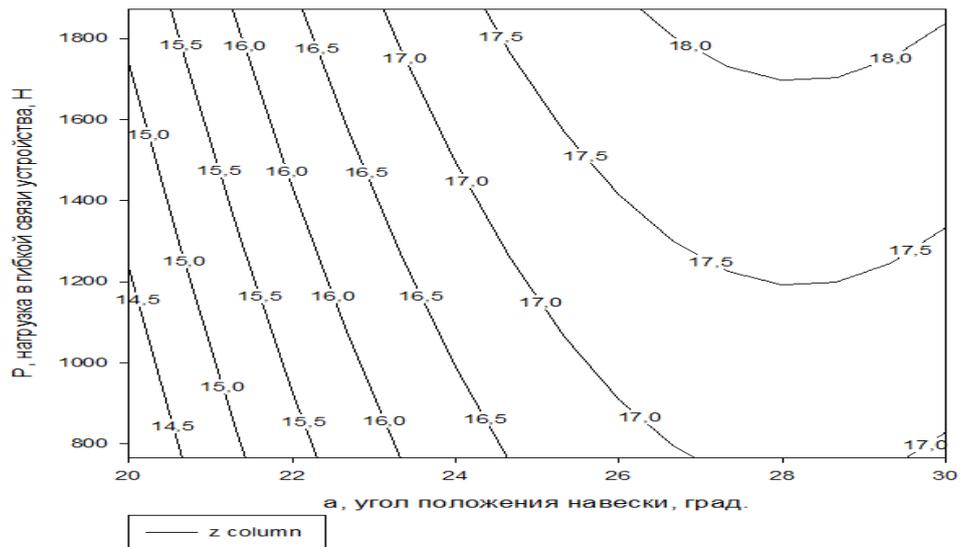
$$h = -19,52 + 2,54\alpha + 0,00099P - 0,045\alpha^2 \tag{4}$$

В- от $X_1 (\alpha)$ и $X_2 (v)$ и $P = 1319 \text{ Н}$ - постоянная величина.

$$h = 32,54 + 3,039\alpha + 1,43v - 0,05\alpha v - 0,045\alpha^2 \tag{5}$$



А)



Б)



В)

Рисунок 3 – Зависимость сечение поверхности отклика от глубины обработки почвы рабочим органом

А- от $X_2 (v)$ и $X_3 (P)$ и $\alpha = 25$ град – const.

Б- от $X_1 (\alpha)$ и $X_3 (P)$ и $v = 10 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ – const.

В- от $X_1 (\alpha)$ и $X_2 (v)$ и $P = 1319 \text{ Н}$ - const.

Заключение. На основании выполненной работы (рисунок 2...3) и можно констатировать, что для глубина обработки почвы $h = 18-20$ см достигается при следующих значениях факторов:

- угол положения навески α от 26 до 30 град;
- нагрузке в гибкой тросовой связи корректора-распределителя сцепного веса P возрастает от 1768 Н.

Список использованной литературы

1. 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
2. Леонов В.В. Влияние корректора распределителя сцепного веса на перераспределение нагрузки внутри бороновального агрегата / В.В. Леонов, С.В. Щитов., Е.Е. Кузнецов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина // Вестник Алтайского государственного университета. 2024 №м 10 (240). С.85-93
3. ГОСТ 26244-84 Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения. М.: Издательство стандартов, 1986. 7 с.

References

1. Patent na izobrenenie № 2782360 Rossijskaja Federacija MКИ A01V 21/08. Korrektor-raspredelitel' scepного vesa boronoval'nogo mashinno-traktornogo agregata / E.E. Kuznecov, S.V. Shhitov, V.V. Leonov, A.N. Kushnarjov
2. Leonov V.V. Vlijanie korrekтора raspredelitelja scepного vesa na pereraspredelenie nagruzki vnutri boronoval'nogo agregata / V.V. Leonov, S.V. Shhitov., E.E. Kuznecov, Z.F. Krivuca, E.S. Polikutina // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. 2024 №m 10 (240). S.85-93
3. GOST 26244-84 Obrabotka pochvy predposevnaja. Trebovanija k kachestvu i metody opredelenija. M.: Izdatel'stvo standartov, 1986. 7 s.