

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)

РЕГУЛИРОВАНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПОРНЫЕ ОСНОВАНИЯ ПРИКАТЫВАЮЩЕГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

CONTROL OF FORCE ACTION ON SUPPORT BASES OF ROLLING MACHINE AND TRACTOR UNIT

Поликутина Елена Сергеевна
Кандидат технических наук
РИНЦ SPIN–код: 5782–6936
email: 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

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

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

Безверхая Марина Владимировна
Аспирант
РИНЦ SPIN–код: 2330–5495
email: m_vl96@mail.ru

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

Bezverkhaya Marina Vladimirovna
Graduate student
RSCI SPIN–code: 2330–5495
email: m_vl96@mail.ru

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

Щитова Виктория Андреевна
Студент
РИНЦ SPIN–код: 6973–8321
email: vikasitova814@gmail.com

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

Shchitova Victoria Andreevna
Student
RSCI SPIN–code: 6973–8321
email: vikasitova814@gmail.com

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

Одним из агротехнологических процессов, предусмотренных технологиями возделывания культур сельскохозяйственного назначения является прикатывание почвы. При этом отмечается два основных вида проведения прикатывания почвы – до посева (предпосевное) и после посева (послепосевное). Каждый из вышеобозначенных видов направлен на

One of the agricultural technological processes provided for by the technology of cultivating agricultural crops is soil rolling. At the same time, there are two main types of soil rolling - before sowing (pre-sowing) and after sowing (post-sowing). Each of the above species is aimed at achieving certain goals: - pre-sowing - seed bed preparation; - post-sowing - ensuring the necessary contact of the

достижение определённых целей: – предпосевное – подготовка семенного ложа; – послепосевное – обеспечение необходимого контакта семенного материала с почвой. Для выполнения технологического процесса, связанного с прикатыванием почвы промышленностью, выпускаются различные виды катков, которые подразделяются на несколько типов: – кольчатые и звёздчатые; – гладкие; – водоналивные. Использование тех или иных видов катков преследует определённые задачи, направленные на получение гарантированного урожая, который во многом определяется созданием оптимальных физико–механических и агротехнологических показателей состояния почвы: – улучшение коэффициента структурности почвы; – обеспечение необходимой плотности почвы в зависимости от возделываемой культуры; – выравнивание поверхности для улучшения проведения последующих операций; – улучшение теплового режима; – улучшение капиллярности почвы. На ряду с этим есть определённые трудности в подборе и применению прикатывающих агрегатов так как в одном и том же аграрном предприятии занимающимся возделыванием культур сельскохозяйственного назначения не все почвы имеют одни и те же физико–механические и агротехнологические характеристики. Основным показателем, влияющим на эффективность выполнения процесса, связанного с прикатыванием почвы, является нагрузка на рабочий орган. Эта величина не является постоянной и требует проведения корректировочных работ в зависимости от первоначального состояния плотности почвы и создания требуемой. Решить данную проблему возможно путём установки на машинно–тракторный агрегат, занимающийся прикатыванием почвы специально созданных устройств способных адаптироваться к вышеобозначенным проблемам. Основные требования, которые предъявляются к таким устройствам можно охарактеризовать следующим образом: – возможность автоматически регулировать и оптимизировать нагрузку на рабочий орган прикатывающего агрегата; – не снижать тягово–сцепные характеристики энергетического средства (трактора) задействованного при агрегатировании такого агрегата. В результате проведенных поисковых теоретических и опытно–конструкторских работ было предложено устройство способное удовлетворять вышеобозначенные требования

Ключевые слова: НАГРУЗКА НА РАБОЧИЙ ОРГАН, ПОЧВА, ПЛОТНОСТЬ, УСТРОЙСТВО, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ТРАКТОР

seed material with the soil. To carry out the technological process associated with soil compaction, the industry produces various types of rollers, which are divided into several types: - ring and star; - smooth; - water supply. The use of certain types of skating rinks pursues certain tasks aimed at obtaining a guaranteed harvest, which is largely determined by the creation of optimal physical, mechanical and agrotechnological indicators of soil condition: - improvement of soil structure coefficient; - ensuring the required soil density depending on the cultivated crop; - surface alignment to improve subsequent operations; - improvement of thermal conditions; - improvement of soil capillarity. Along with this, there are certain difficulties in the selection and use of rolling units, since in the same agricultural enterprise engaged in the cultivation of agricultural crops, not all soils have the same physical, mechanical and agricultural technological characteristics. The main indicator affecting the efficiency of the process associated with soil rolling is the load on the working body. This value is not constant and requires corrective work depending on the initial condition of the soil density and the creation of the required one. It is possible to solve this problem by installing specially created devices capable of adapting to the above problems on a machine and tractor unit that rolls the soil. The main requirements for such devices can be described as follows: - ability to automatically adjust and optimize the load on the working element of the rolling unit; - do not reduce the traction characteristics of the power means (tractor) involved in the aggregation of such a unit. As a result of the search theoretical and development work, a device capable of meeting the above requirements has been proposed

Keywords: LOAD ON THE WORKING ELEMENT, SOIL, DENSITY, DEVICE, ENERGY AGENT, TRACTOR

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-210-021>

<http://ej.kubagro.ru/2025/06/pdf/21.pdf>

Введение. Технологией возделывания культур сельскохозяйственного назначения предусматривается такая операция как прикатывание почвы:

- предпосевное – основное назначение подготовка семенного ложа;
- послепосевное – основное назначение обеспечение необходимого соприкосновения семенного материала с почвой.

Кроме выше отмеченного, прикатывание может отличаться и видом (типом) применяемых для этой цели катков, которые можно в целом охарактеризовать тремя категориями:

- кольчатые и звёздчатые – основное назначение обработка новых (целинных) участков и участков с недостаточным запасом влаги (засушливых);

- гладкие – основное назначение уплотнение почвы после завершения подготовки почвы по обычной технологии с использованием плугов для выравнивания поверхности и улучшения водообмена (увеличение капиллярной влажности) на поле;

- водоналивные – основное назначение улучшение всхожести и прорастание семян за счёт лучшего контакта с почвой и обеспечением влагой.

Виды прикатывания, используемые типы катков и их назначение приведено на рисунке 1.

Перед прикатывающим агрегатом стоят следующие задачи:

- улучшить структурный состав почвы (раздробить средние и большие фракции);

- выровнять поверхность почвы для улучшения проведения дальнейших полевых работ (посев, уход за посевами, уборка и т.д.);

- улучшить тепловой режим почвы (ускорить время прогревания);

- улучшить водообмен в нижних горизонтах почвы (повысить капиллярность).



Рисунок 1– Виды прикатывания, используемые типы катков и их назначение

Использование этого технологического процесса (прикатывание почвы) в технологии возделывания сельскохозяйственных культур позволяет:

- нормализовать прорастание семенного материала за счёт разрушения комков почвы;
- стабилизировать появление одновременных всходов семенного материала;
- улучшить удержание влаги в нижних горизонтах почвы, что способствует хорошему развитию возделываемой культуры в дальнейшем;
- снизить вероятность возникновения техногенных последствий – образование водной эрозии почвы путём выравнивания поверхности.

Более наглядно выше сказанное представлено на рисунке 2.



Рисунок 2 – Задачи решаемые при прикатывании почвы и ожидаемый результат

При подготовке к выполнению процесса связанного с прикатыванием почвы необходимо учитывать [1]:

- правильная и достоверная оценка физико–механических свойств почвы;
- природно– климатические особенности региона;
- используемая технология при возделывании сельскохозяйственной культуры.

Выполнение выше обозначенных требований в конечном итоге позволит получить хорошие результаты как в топливно–энергетических затратах (уменьшение затрат на обработку посевной площади в летний период), так и с точки зрения агро–технологических показателей –

увеличение урожайности и как следствие экономический эффект (Рисунок 3).



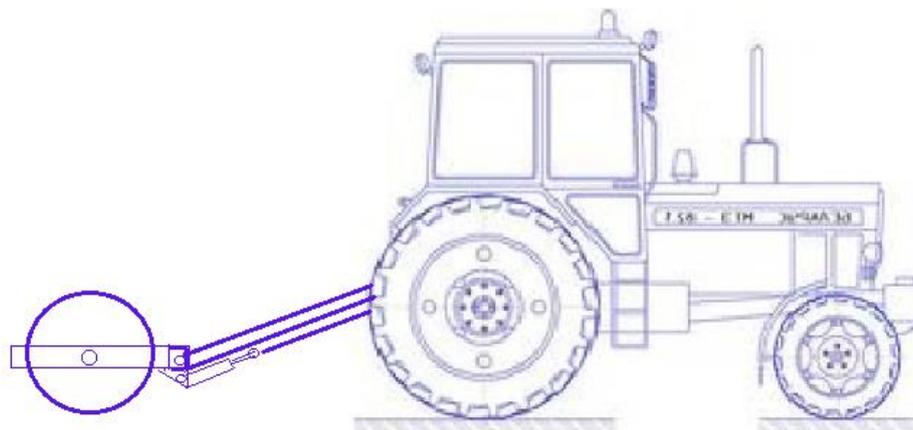
Рисунок 3 – Результативность от прикатывания почвы

Обобщая все выше приведенные показатели (рисунки 1, 2 ,3) можно отметить, что все они сводятся к регулированию нагрузки на рабочий орган прикатывающего агрегата.

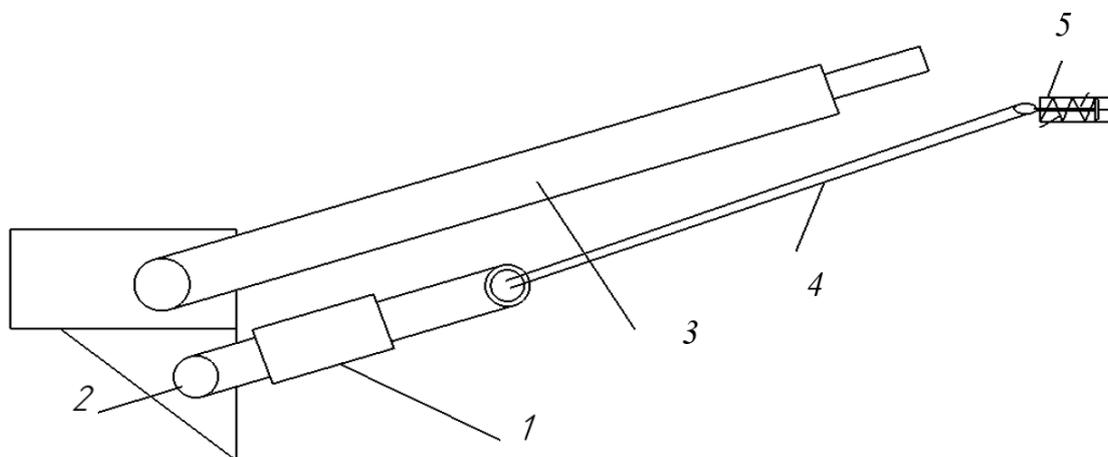
В представленной работе нашли отражения исследования по повышению эффективности использования МТА занятых на прикатывании почвы [2, 3].

Материалы и методы. В связи с этим была поставлена следующая цель исследований – повышение эффективности процесса прикатывания почвы путём автоматической стабилизации нагрузочных характеристик на опорные поверхности прикатывающего МТА. Для реализации цели была

поставлена задача – разработка устройства, позволяющего оптимизировать нагрузку на опорные поверхности прикатывающего МТА. Выше обозначенная задача была реализована созданием устройства обеспечивающего автоматическую нагрузку на опорные поверхности прикатывающего МТА представленного на рисунке 4 и подробно описанного в работе [4].



а)



б)

Рисунок 4 – Автоматический регулятор нагрузки на опорные поверхности прикатывающего МТА

а – общая схема прикатывающего агрегата с установленным устройством; б – общая схема исполнительного органа; 1– исполнительный нагрузочный механизм (гидроцилиндр); 2–кронштейн; 3 – сница; 4 –тросовая соединение; 5 – компенсатор (пружинный).

Предлагаемое устройство позволяет регулировать силовое воздействие на:

- рабочий орган прикатывающего агрегата;
- движители энергетического средства.

Проведённые теоретические исследования позволили получить аналитические выражения для определения влияния предлагаемого устройства на опорные поверхности прикатывающего МТА:

- на прикатывающий агрегата (при необходимости догрузки рабочего органа)

$$Y_k = G_k + \frac{G_p b}{a} + P \frac{K}{a} \cos \alpha, \quad (1)$$

или

$$Y_k = G_k + \frac{G_p b}{a} + KS \frac{c}{a} \cos \alpha, \quad (2)$$

где G_k – вес катка, Н; G_p – вес рамы прикатывающего агрегата, Н; a, b, c – геометрические параметры устройства, м; P – нагрузка, создаваемая натяжением тросовой связи, Н; α – угол между догружающим устройством и поверхностью, град; K – коэффициент упругости пружины, Н/м; S – величина растяжения пружины, м.

- на энергетическое средство с целью повышения тягово–цепных свойств – задние опорные основания (движители)

$$Y_3 = \frac{N(l+B) + KS \cos \alpha \cdot h_n + KS \sin \alpha \cdot B + G_t(B-f)}{B}, \quad (3)$$

где N – реакция сцепной петли буксирного устройства катка, Н; l – расстояние от оси заднего опорного основания (движителя) до точки приложения реакции сцепной петли буксирного устройства катка, м; B – расстояние между передними и задними осями опорного основания (движителей) энергетического средства, м; h_n – расстояние от поверхности по которой движется энергетическое средство (трактор) до точки

соединения компенсатора с энергетическим средством (трактором), м; f – расстояние от задней оси опорного основания (двигателя) энергетического средства (трактора) до точки приложения его центра масс, м; G_t – вес энергетического средства (трактора), Н.

Из полученного аналитического выражения (2) можно констатировать, что при работе предлагаемого устройства с целью догружения рабочего органа прикатывающего агрегата нагрузка на него возросла на величину равную $-KS \frac{c}{a} \cos \alpha$, за счёт частичного использования веса энергетического средства (трактора).

При работе устройства с целью кратковременного повышения тягово–сцепных качеств энергетического средства, за счёт частичного использования веса прикатывающего агрегата, нагрузка на задние опорные основания (двигатели) возросла на $-KS \cos \alpha \cdot h_n + KS \sin \alpha \cdot B$.

Заключение.

Использование предлагаемого устройства для автоматического регулирования нагрузки на опорные основания МТА дает возможность:

- изменять плотность почвы от 1,13 г/см³ до 1,35...1,40 г/см³ в зависимости от возделываемой культуры, путём изменения нагрузки на рабочий орган прикатывающего агрегата, за счёт частичного использования веса энергетического средства (трактора);

- добавлять нагрузку на задние опорные основания (двигатели) энергетического средства (трактора) на 8...10 %, с целью повышения его тягово–сцепных возможностей, за счёт кратковременного использования веса прикатывающего агрегата.

Список использованной литературы

1. Повышения тягово-сцепных свойств энергетических средств при работе с прицепными агрегатами / Поликутина Е.С., Щитов С.В. и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 207. С. 245-253. EDN: CFMBLE
2. Результаты исследований по использованию комбинированного почвообрабатывающего агрегата в зоне «рискованного» земледелия/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др. // Пермский аграрный вестник. 2025. № 1 (49). С. 13-22. EDN: BDCBUI
3. Адаптация бороновального агрегата для подготовки почвы/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 206. С. 190-197. EDN: MTODYQ
4. Патент на полезную модель №233355 Российская Федерация МКИ U1. Устройство для автоматической корректировки нагрузки на почвообрабатывающий каток/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др.// заявка № 2025100797 от 17.01.2025. EDN: NSDZMV

References

1. Povysheniya t'jagovo-scepn'nyh svojstv jenergeticheskikh sredstv pri rabote s pricepnyimi agregatami / Polikutina E.S., Shhitov S.V. i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. № 207. S. 245-253. EDN: CFMBLE
2. Rezul'taty issledovaniy po ispol'zovaniju kombinirovannogo pochvoobrabatyvajushhego agregata v zone «riskovannogo» zemledelija/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivuca i dr. // Permskij agrarnyj vestnik. 2025. № 1 (49). S. 13-22. EDN: BDCBUI
3. Adaptacija boronovального agregata dlja podgotovki pochvy/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivuca i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. № 206. S. 190-197. EDN: MTODYQ
4. Patent na poleznuju model' №233355 Rossijskaja Federacija MKI U1. Ustrojstvo dlja avtomaticheskoi korektirovki nagruzki na pochvoobrabatyvajushhij katok/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivuca i dr.// zayavka № 2025100797 ot 17.01.2025. EDN: NSDZMV