

Научная статья

Original article

УДК 631



КОМПЛЕКС МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

A COMPLEX OF MECHANIZED WORKS IN CROP PRODUCTION

^{1,2}**Кокиева Галия Ергешевна**, доктор технических наук, декан Инженерного факультета ¹ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» (670024, Республика Бурятия, город Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, kokievagalia@mail.ru

²Профессор кафедры «Информационные и цифровые технологии» ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3,), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, kokievagalia@mail.ru

^{1,2}**Kokieva Galiya Ergeshevna**, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering ¹Buryat State Agricultural Academy named after. V.R. Filippova" (670024, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Pushkin St., 8), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, kokievagalia@mail.ru

²Professor of the Department of Information and Digital Technologies, Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe highway, 3 km., building 3), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, kokievagalia@mail.ru

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Аннотация. Решение больших и сложных задач, связанных с автоматизацией сельскохозяйственного производства, требует строгой координацией работ, проводимых многочисленными научными учреждениями. Первоочередным мероприятием в этом направлении должна явиться разработка единого перспективного плана научных исследований, учитывающего уже имеющиеся достижения науки и опыт автоматизации различных отраслей производства. Моделирование процесса дает возможность изучить возможности применения численных методов для моделирования взаимодействия почвенной среды и рабочих органов почвообрабатывающих машин. Деформация почв и грунтов сопровождается изменением их структуры и пористости, перемещением отдельных частиц, перетеканием воды и газа и представляет собой особый тип деформации, свойственный только полидисперсным системам. В статье описывается закономерность сопротивления почв сжатию.

Annotation. Solving large and complex tasks related to the automation of agricultural production requires strict coordination of work carried out by numerous scientific institutions. The first step in this direction should be the development of a unified long-term research plan that takes into account the existing achievements of science and the experience of automation of various industries. Process modeling makes it possible to explore the possibilities of using numerical methods to simulate the interaction of the soil environment and the working bodies of tillage machines. The deformation of soils and soils is accompanied by a change in their structure and porosity, the movement of individual particles, the flow of water and gas, and is a special type of deformation peculiar only to polydisperse systems. The article describes the pattern of soil resistance to compression.

Ключевые слова: моделирование, почвенная среда, почвообрабатывающая машина, закономерность, сопротивление почв сжатию.

Keywords: modeling, soil environment, tillage machine, regularity, soil resistance to compression.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Введение

Экономия энергетических ресурсов равнозначна увеличению производства продукции, поэтому становится важным дополнительным источником повышения эффективности самой инженерной службы. Это не только экономическая категория, непосредственно определяемая хозяйственным расчетом, умением оценивать, считать и взвешивать, но и нравственная, связанная с добросовестным отношением к труду, заинтересованностью каждого в конечных результатах работы. Перерасход топлива и других энергоресурсов объясняется нарушениями технологии и организации сельскохозяйственных работ, хранения, перевозок и заправки машин топливом и маслами. Первоочередная задача, решение которой обеспечит экономию топлива и нефтепродуктов, - соблюдение элементарной технологической дисциплины в процессе обработки почвы, сева и уборки сельскохозяйственных культур. Вот конкретный пример: всем известная простая и сравнительно мало энергоёмкая операция - лущение стерни. Ее нужно проводить вслед за уборкой колосовых и соломы с поля. На взлущенных полях предотвращается потеря влаги, улучшаются условия последующей пахоты или другой основной обработки почвы. Причем суммарные затраты энергии на лущение и пахоту, как правило, меньше, чем за пахоту на невзлущенной стерне. Однако во многих хозяйствах лущение стерни не проводят.

Важным условием, позволяющим обеспечивать высокое качество обработки почвы и экономию топлива, является выровненность поля. Не выровненность приводит к снижению скорости и производительности агрегатов на последующих операциях, а от этого на 5...8% увеличивается погектарный расход топлива. При этом напряжения в сохранившихся связях возрастают как за счет перераспределения нагрузок, так и за счет продолжающейся деформации пласта. Этот процесс продолжается до тех пор, пока прочность сохранившихся связей оказывается недостаточной для противодействия силе тяги клина. Тогда происходит лавинообразное нарастание местных скалываний вплоть до полного отделения части пласта. Однако в отделившейся его части внутренние связи уже

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

в значительной мере нарушены, и после оборота пласт разваливается на отдельные комки-происходит крошение пласта.

При деформации реальных почв, для которых характерна большая неравномерность механических свойств, по мере возрастания напряженного состояния возникают местные разрушения по тем элементарным площадкам.

Почвообрабатывающие машины и орудия в зависимости от глубины хода рабочих органов и выполняемых операций подразделяют на машины и орудия для основной, поверхностной (дополнительной) и специальной обработки почвы. Поверхностную обработку почвы проводят с помощью комплекса агротехнических приемов рыхления, выравнивания поверхности и уплотнения: культивации, фрезерования, шлейфования, боронования, прикатывания. Приемы предпосевной обработки используют в зависимости от почвенно-климатических условий, рельефа местности, складывающихся погодных условий, особенностей выращиваемых культур, системы удобрений, характера засоренности полей, наличия вредителей, болезней и многих других условий. Процесс обработки почвы относится к высоко затратным операциям при возделывании зерновых культур. Определяющими показателями эффективности работы агрегата являются норма выработки (производительность) и расход топлива, которые, в свою очередь, зависят от сложности работ, глубины обработки и состава машины (тип трактора и плуга) [1-6].

Основная часть

Выбор наиболее оптимального состава почвообрабатывающего агрегата для работы в конкретном хозяйстве очень затруднителен из-за многих детерминированных и случайных факторов [3-5]. Если принимать в качестве критерия минимальное количество топлива, то это может оказаться не самым лучшим вариантом, так как есть большая вероятность получить малопродуктивный агрегат. Производительность агрегатов влияет на их количество при выполнении полевых работ, так как существуют определенные нормативные агротехнические сроки. Превышение агротехнических сроков приводит к снижению урожайности возделываемых культур. При

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

математическом моделировании поведение модели описывается системой уравнений описывающих зависимость различных параметров. Изучение модели сводится к анализу уравнений. Использование этого метода позволяет произвести расчет большого числа вариантов сочетаний параметров и определить оптимальные параметры. С уменьшением размера площадки будет уменьшаться потребляемая мощность, при движении рабочих органов по максимальному радиусу, соответственно уменьшаться энергозатраты. Так же с уменьшением размера обрабатываемой площадки уменьшается время на создание одной площадки, но увеличивается количество необходимых площадок для обеспечения необходимой густоты посадки и время на их обработку. При выполнении математического моделирования принят ряд допущений: угловая скорость движения балки постоянна, глубина обработки постоянна, сила F приложена к наиболее удаленной от центра вращения точке рабочего органа; движение рабочих органов начинается от центра вращения; удельное сопротивление почвы резанию постоянно для обработки одной площадки [1-5].

$$N = F * v = F * W * R \quad (1)$$

где F -тяговое сопротивление рабочих органов, Н;

W - угловая скорость балки, рад/с;

R - Расстояние от центра до наиболее удаленной точки рабочего органа взаимодействующей с почвой.

При условии постоянной угловой скорости, с увеличением радиуса необходимо уменьшить силу F . При этом учитывая что:

$$F = K_{\Pi} * a * b * n, \quad (2)$$

где K_{Π} -удельное сопротивление почвы, Н/м²;

b -глубина обработки, м;

n -количество корпусов;

a значения K_{Π} , b , n постоянны, для обеспечения постоянной мощности, необходимо уменьшить значения ширины захвата корпуса (3).

$$\frac{N}{W * R} = K_{\Pi} * a * b * n \quad (3)$$
$$a = \frac{N}{K_{\Pi} * b * n * W * R}$$

где t - время, затрачиваемое на обработку участка (если площадка имеет круглую сторону).

$$\Pi = \frac{S}{t} = \frac{\pi * R^2}{t} \quad (4)$$

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Время складывается из времени на обработку площадок и времени на перемещение от одной площадки к другой.

$$\begin{aligned}w &= \frac{2*\pi}{T} & (5) \\T &= \frac{2 * \pi}{w} = t_1 \\t_{\text{пл}} &= t_{1\text{оборота}} * n \\N &= K_{\text{п}} * a * b * n\end{aligned}$$

Комплексная механизация явится шагом вперед в деле технического перевооружения сельскохозяйственного производства: она освободит человека от утомительной и однообразной работы и откроет перед ним широкие возможности для подлинно творческого труда. Автоматизация не представляет собой простой замены человека, управляющего машиной, автоматом. Последний имеет ряд особенностей: он очень быстро реагирует на внешние возбуждения, отлично «запоминает», «не утомляется». Но он не способен самостоятельно решать задачи в новых условиях. Поэтому, чтобы наиболее полно использовать преимущества автоматизации, потребуется коренным образом пересмотреть схемы технологических и производственных процессов.

Деформация почв и грунтов сопровождается изменением их структуры и пористости, перемещением отдельных частиц, перетеканием воды и газа и представляет собой особый тип деформации, свойственный только полидисперсным системам.

В начальной фазе диаграммы сжатия почвы или грунта штампом иногда наблюдается прямолинейный участок. Поэтому некоторые специалисты считают возможным рассматривать эти среды как линейно деформируемые. Между тем, многочисленными исследованиями установлено, что у почв и грунтов особенно пластичных, прямой пропорциональности между нагрузкой и деформацией не существует. Модуль деформации таких сред является переменной величиной, в значительной мере зависящей от нагрузки, структуры и влажности. В этом случае фактической зависимости больше соответствует так называемая степенная функция:

$$\rho = q\alpha^{\mu}, \quad (6)$$

Где ρ -напряжение сжатия; q -константа деформируемости, кг/см^2 ;

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

$\gamma = \frac{h}{D}$ - относительная деформация; μ -безразмерный коэффициент. Физически константа q представляет собой удельное давление, соответствующее осадке штампа, равной его приведенному диаметру D . Более общая зависимость между нагрузкой и деформацией почвы основана на так называемой контактной теории прочности грунтов. Для определения напряжения ρ в зависимости от величины относительной деформации: $\lambda = \frac{H}{L}$ (L -эквивалентная высота деформируемого слоя): при сжатии в замкнутом объеме

$$\rho = \rho_c(e^{L\lambda} - 1), \quad (7)$$

При сдвиге:

$$\rho = \rho_s(1 - e^{-L\lambda}) \quad (8)$$

При одновременном сжатии и сдвиге:

$$\rho = \rho_s \frac{\rho_c(e^{L\lambda} - 1)}{\rho_s + \rho_c e^{L\lambda}} \quad (9)$$

Здесь ρ_s -предел несущей способности почвы, кг/см²; ρ_c -начальное уплотнение, кг/см²; L -относительный коэффициент жесткости (безразмерная величина).

Эти формулы теоретически более обоснованы, но вместе с тем и более сложны, чем формула (6).

Экспериментальная проверка рассмотренных выше зависимостей в различных условиях показала, что все они имеют ограниченное применение. В связи с этим представляет интерес дальнейшее изучение закономерности сопротивления почв сжатию. Рассмотрим процесс сжатия почвы штампом. При осадке штампа площадью S на глубину h почва оказывает сопротивление: $Q = \rho S$.

Абсолютное перемещение точки O будет равно:

$$H_1 = h_1 - \Delta_0 + \Delta_1 \quad (10)$$

Можно предположить существование следующего равенства:

$$\frac{d\rho}{d\Delta_1} H_1 = kh_1 \text{ или } \frac{H_1}{\Delta_0 - \Delta_1} = \frac{k}{\frac{d\rho}{d\Delta_1} - k}$$

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Где $\Delta_0 - \Delta_1$ -перемещение точки О относительно рабочей поверхности штампа; k -коэффициент объемного смятия почвы, кг/ см³; $\frac{d\rho}{d\Delta_1}$ -производная напряжения до деформации.

Если учесть, что $\frac{d\rho}{d\Delta_1} = \frac{1}{\Delta_0} E$ (E -модуль сжатия почвы), и подставить значение H_1 из формулы (10), то последнее выражение можно записать в таком виде:

$$\frac{h_1 - \Delta_0 + \Delta_1}{\Delta_0 - \Delta_1} = \frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E - k} \quad (11)$$

Прибавим к правой и левой частям этого равенства по единице и решим его относительно Δ_1 : $\Delta_1 = \left(\frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E} - 1 \right) h_1 + \Delta_0$ дифференцируя это выражение, получим:

$$d\Delta_1 = \left(\frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E} - 1 \right) dh_1 \quad (12)$$

Уравнение (12) можно переписать следующим образом:

$d\Delta_1 + dh_1 = \left(\frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E} - 1 \right) dh_1$ и так как $E = \frac{\Delta_0 d\rho}{d\Delta_1}$, то после некоторых преобразований получим: $\frac{d\rho}{dh_1} + \frac{d\rho}{d\Delta_1} = k$ или $\frac{d\rho}{dh_1} = k - \frac{1}{\Delta_0} E$

Учитывая, что последнее выражение справедливо при любом $h_1 = h$, и принимая $\Delta_0 = R$ (где $R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$ - приведенный радиус штампа), имеем

$$\frac{d\rho}{dh} = k - \frac{1}{R} E \quad (13)$$

Теоретически установлено, что для двухфазной дисперсной среды модуль упругости пропорционален квадрату внешнего давления, то есть $E = a\rho^2$.

Подставив значение E в выражение (13), получим уравнение с разделяемыми переменными:

$$\frac{d\rho}{dh} = k - \frac{a\rho^2}{R} \quad (14)$$

Интегрируя, будем иметь:

$$h = \int \frac{d\rho}{k - \frac{a}{R}\rho^2} + C = \frac{1}{\sqrt{\frac{a}{R}k}} \operatorname{Arctg} \left[\sqrt{\frac{a}{Rk}} \rho \right] + C \quad (15)$$

Для определения постоянного интегрирования C и коэффициента a проанализируем значение функции в начальных и конечных условиях. При отсутствии деформации, то есть когда $h=0$, напряжение смятия ρ также равно нулю, а это возможно только при нулевом значении гиперболического тангенса, т.е.

$$\operatorname{th} \left[\sqrt{\frac{ak}{R}} (0 - C) = 0 \right] \text{ и } C=0$$

При увеличении деформации почвы штампом напряжение смятия ρ стремится к определенному пределу, называемому пределом несущей способности почвы ρ_0 . А из теории гиперболических функции известно, что если аргумент гиперболического тангенса стремится к бесконечности, то сама функция стремится к единице. Таким образом, в пределе, когда h стремится к бесконечности.

$\rho_\infty = \rho_0 = \sqrt{\frac{Rk}{a}}$ отсюда коэффициент $a = \frac{Rk}{\rho_0^2}$. Подставляя значения C и a в выражение (15), получим формулу для определения сопротивления почвы сжатию:

$$\rho = \rho_0 \operatorname{th} \frac{k}{\rho_0} h \quad (16)$$

Здесь ρ_0 в кг/см², $\rho_0 = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S}$, где A_0 -предельное напряжение сжатия почвы; B_0 -предельное сопротивление срезу по периметру Π ; S -площадь штампа;

Используя функции (16) для практических расчетов не вызовет затруднений, во-первых, потому, что значения констант ρ_0 и k для многих почв известны или легко могут быть определены, и, во-вторых, потому, что известные соотношения между гиперболическими функциями позволяют во многих случаях существенно упростить расчетные формулы.

Результаты

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Применяющаяся в земледельческой механике пропорциональная зависимость между нагрузкой и деформацией является частным случаем формулы (16). Это легко можно показать, разложив формулу (16) в степенной ряд, в котором известная зависимость $\rho = kh$ является первым членом. В тех случаях когда удастся найти или уточнить значения ρ_0 и k , это можно сделать либо графически с помощью диаграммы сжатия, либо расчетным путем.

Если опытом установлено, что напряжение сжатия с увеличением деформации практически не возрастает, то это напряжение можно считать пределом несущей способности почвы. Коэффициент k определяется как тангенс угла наклона к горизонту касательной, проведенной к кривой в начале координат (соответственно умноженный на отношение масштабов осей h и ρ).

В том случае, когда по диаграмме сжатия нельзя судить о пределе несущей способности или невозможно провести касательную к кривой в начале координат, константы ρ_0 и k следует определять расчетным способом. Для этого необходимо знать величины ρ_1 (при деформации h_1) и ρ_2 (при деформации h_2), причем h_2 должно быть равно $2h_1$.

$$\text{Если } \frac{k}{\rho_0} h_1 = x, \text{ то } \frac{k}{\rho_0} h_2 = \frac{k}{\rho_0} 2 h_1 = 2x$$

На основании известных соотношений гиперболической тригонометрии:

$$\text{th}2x = \frac{2\text{th}x}{1-\text{th}^2x} \text{ тогда } \rho_1 = \rho_0 \text{th}x, \rho_2 = \rho_0 \text{th}2x = 2\rho_0 \frac{\text{th}x}{1+\text{th}^2x} = \frac{2\rho_1}{1+\text{th}^2x}$$

Следовательно,

$$\text{th}x = \sqrt{2 \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1} \text{ и } \rho_0 = \frac{\rho_1}{\text{th}x} = \frac{\rho_1}{\sqrt{2 \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1}} \quad (17)$$

Определив по таблицам гиперболических функции:

$$x = \text{Arth} \sqrt{2 \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1} \quad (18)$$

Находим k по следующей формуле:

$$k = \frac{\rho_0}{h_1} x \quad (19)$$

Теперь сравним результаты расчетов, проведенных по формулам (16), (6), (8) и (9), с экспериментальными данными.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Ниже (табл.1) даны значения напряжений ρ , полученные экспериментальным путем при вдавливании штампов диаметром 110 и 140 мм в черноземную почву на скошенном увлажненном лугу, а также сопротивления ρ^I , ρ^{II} и ρ^{III} , найденные по формулам (6), (8) и (9).

Таблица 1- Значения напряжений ρ , полученные экспериментальным путем при вдавливании штампов диаметром 110 и 140 мм в черноземную почву на скошенном увлажненном лугу

h, см	ρ , кг/см ²	ρ^I , кг/см ²	ρ^{II} и ρ^{III} , кг/см ²	$\frac{k}{\rho_0} h$	$\text{thx} \frac{k}{\rho_0} h$	ρ^{III} , кг/см ²
0,55/0,77	1,47/0,69	0,81/0,60	1,51/0,67	0,21/0,12	0,207/0,119	1,25/0,83
1,10/1,4	2,50/1,47	2,36/1,40	2,65/1,39	0,42/0,24	0,397/0,235	2,49/1,64
1,65/2,1	3,30/2,30	3,30/2,10	2,84/2,18	0,63/0,36	0,558/0,345	3,36/2,42
2,20/2,8	4,12/3,14	4,10/2,70	4,50/2,94	0,84/0,48	0,686/0,446	4,13/3,13
2,75/3,5	4,50/3,80	4,80/3,30	4,60/3,68	1,05/0,60	0,782/0,537	4,71/3,76
3,30/4,2	5,15/4,40	5,50/4,00	5,00/4,32	1,26/0,72	0,851/0,617	5,13/4,32
3,85/4,9	5,55/4,92	6,20/4,60	5,29/4,90	1,47/0,84	0,899/0,686	5,42/4,82
4,40/5,6	5,62/5,22	6,80/5,20	5,48/5,32	1,68/0,96	0,935/0,744	5,64/5,22
4,95/6,3	5,74/5,55	7,40/5,86	5,60/5,90	1,89/1,08	0,956/0,793	5,76/5,55
5,5	5,77	8,00	5,68	2,10	0,970	5,85
6,05	5,85	8,60	5,92	2,30	0,980	5,91
Примечание. Левые в графе цифры-штамп диаметром 110мм, правые-штамп диаметром 140 мм						

В последней графе таблицы указаны значения ρ^{III} , вычисленные по формуле (16).

Для определения констант ρ_0 и k воспользуемся условием $h_2 = 2h_1$. Этому условию соответствуют следующие данные из таблицы

1 (штамп диаметром 110 мм): $h_1 = 2,2$ см и $\rho_1 = 4,12$ кг/см²; $h_2 = 4,4$ см и $\rho_2 = 5,62$ кг/см².

Подставив значения ρ_1 и ρ_2 в формулу (12), будем иметь:

$$\rho_0 = \frac{4,12}{\sqrt{2 \frac{4,12}{5,62} - 1}}$$

Воспользовавшись выражением (18) и таблицами гиперболических функции, получим:

$$x = \text{Arth} \sqrt{2 \frac{4,12}{5,62} - 1} = 0,84$$

по формуле (19) определим: $k = \frac{6,0}{2,2} 0,84 = 2,3 \text{ кг/см}^3$

Аналогичным путем находятся константы ρ_0 и k для штампа диаметром 140 мм: $h_1=2,8$ и $\rho_1=3,14 \text{ кг/см}^2$; $h_2=5,67$ и $\rho_2=5,22 \text{ кг/см}^2$. При $x=0,48$ $\rho_0=7,02 \text{ кг/см}^2$ и $k=1,2 \text{ кг/см}^3$.

На основании полученных величин ρ_0 и k в таблице 1 приведены подсчитанные по формуле (16) значения сопротивлений вдавливанию штампа (ρ^{III}). Чтобы проверить, насколько результаты проведенных расчетов соответствуют экспериментальным данным, необходимо вычислить разности (отклонения) экспериментальных ρ_j и расчетных ρ_{jc} значений напряжения. При этом, если отдельные разности превышают по абсолютной величине возможные ошибки, следует определить средние абсолютные отклонения:

$$\delta = \frac{\sum_j |\rho_j - \rho_{jc}|}{n} \quad (20)$$

и среднюю квадратичную ошибку:

$$\delta = \frac{\frac{\sum_j |\rho_j - \rho_{jc}|}{n}}{n-s} \quad (21)$$

Где n -число измерений; s -число параметров.

Подсчитанные по формулам (20) и (21) величины δ и ρ приведены в таблице 2.

На основании таблицы 2 можно сделать вывод о том, что формула (16) в этих условиях более точно отображает фактическое изменение напряжения в зависимости от деформации сжатия, чем степенная и показательная функции.

Таблица 2 - фактическое изменение напряжения в зависимости от деформации сжатия

Показатели	Применяемая формула					
	(1)		(3) или (4)		(11)	
	Штамп диаметром, мм					
	110	140	110	140	110	140
Среднее абсолютное отклонение δ , кг/см ²	0,91	0,26	0,18	0,12	0,07	0,07
Средняя квадратическая ошибка δ , кг/см ²	1,41	0,35	0,26	0,18	0,11	0,107

При возделывании сельскохозяйственных культур движители колесных тракторов оказывают значительное влияние на физико-механические свойства почвы, ухудшая, в основном, ее плодородие. Обеспечивая трактору тягово-сцепные качества, они образуют в ней немалые уплотненные зоны, концентрирующиеся около колес.

В процессе подготовки почвы, посева, ухода за растениями и уборки урожая различные сельскохозяйственные машины проходят по полю от 5 до 20 раз. В результате суммарная площадь следов движителей в 2 раза превышает площадь поля. Подвергается воздействию движителей от 6 до 20 раз 10...12% площади поля, от 1 до 6 раз-65...80% и только 10...15% ее не подвергается этому. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства одно из определяющих требований к тракторам-повышение их производительности, что неизбежно ведет к увеличению общей массы машинно-тракторных агрегатов и, как следствие, большому уплотнению почвы. Снижение плодородия почвы происходит в основном из-за увеличения плотности как пахотного, так и подпахотного слоев, являющейся фактором, обуславливающим нормальные водный, воздушный, тепловой и питательные режимы почвы.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Почва в естественных условиях формируется до определенной плотности, называемой равновесной, и в дальнейшем меняется незначительно. Для возделывания же сельскохозяйственных культур необходимо создать требуемую, при которой будут наилучшие условия для формирования и роста урожая. Оптимальная плотность суглинистой дерново-подзолистой почвы для пропашных культур составляет $(1,0...1,2)10^3$ кг/м³, супесчаной дерново-подзолистой для кукурузы- $(1,2...1,3)10^3$ кг/м³, тяжелосуглинистой- $(1,0...1,1)10^3$ кг/м³. Давление почвы под колесом на всех глубинах значительно выше, чем под гусеницей. Вследствие этого объемная масса пахотного слоя под воздействием колесных движителей тоже выше, что приводит к большему снижению урожайности. Влажность почвы в момент воздействия на нее сельскохозяйственной техники также имеет важное значение. С ее увеличением уплотняющие деформации проявляются интенсивнее и способность почвы сопротивляться резким нагрузкам значительно снижается. Так, при повышении влажности на 3...4% выше физической спелости, в зависимости от типа почвы, давления под колесами, ширины протектора шин степень уплотнения пахотного слоя увеличивается на 6...12%, а подпахотного - на 3...4%. При влажности 0,7 НВ (наименьшая влагоемкость) серая лесная почва противостоит уплотнению тракторами, а при увеличении влажности до 1,0 НВ под движителями этих тракторов плотность возрастает на $(0,15...0,2)10^3$ кг/м³.

Очевидно, что факторами, влияющими на уплотнение почвы, являются нормальная нагрузка от движителя, тип, ее влажность, конструкция шины. Вследствие этого применяемые в настоящее время ГОСТами рекомендуется проводить агротехническую оценку сельскохозяйственных машин по максимальным и средним удельным давлениям в месте статического контакта колеса с почвой в зависимости от времени года, у учетом типа и влажности. Однако при движении эти показатели существенно изменяются. На их величину влияет напряжение сдвига на поверхности почвы в месте почвы. контакта с шиной вследствие буксования, что вызывает увеличение уплотнения на 50%. Определенно изменение объемной массы почвы, а следовательно и твердости,

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

пористости, водопроницаемости, а также глубины колеи из-за буксования ведущих колес. На тяжелых глинистых почвах от буксования ведущих колес трактора МТЗ уплотнение в следах бывает настолько велико, что требуется последующая многократная обработка для приведения в требуемое состояние. На светло-каштановых почвах при величине буксования до 14% глубина колеи интенсивно растет и при 30% в 2 раза превышает первоначальную.

Для сельскохозяйственного производства информация об изменениях плотности почвы в результате движения по ней машин, необходимая для разработки технико-экономических критериев оптимизации параметров перспективной мобильной, приобретает особое значение.

Дождевание является одним из действенных способов повышения урожайности многих сельскохозяйственных культур, накоплен значительный положительный опыт применения дождевания при выращивании овощей и плодов и ягод. В засушливых и полузасушливых районах страны дождевания обеспечивают получение высоких и стабильных урожаев кукурузы сахарной свеклы, картофеля, бобовых. Установлено, что в районах так называемого неустойчивого увлажнения дождевания даёт возможность значительно быстрее осваивать орошаемые площади, чем это достигается при поверхностных способах полива. Важно также отметить, что при дождевании на орошаемых землях могут быть использованы те же машины и орудия, которые применялись до орошения. При поверхностном поливе предъявляются большие требования к рельефу орошаемой территории, степени её спланированности и согласованности направления посева культур с уклонами местности. Здесь необходимо дополнительные машины для устройства и выравнивания поливных борозд и полос, планировщики и так далее точка на уплотнённый в результате такого полива почве, покрыты сетью борозд и валиков, сельскохозяйственные орудия, предназначенные для богарных земель, Часто ломается, выходит из строя. Однако дождевание не всегда экономически более целесообразно, чем поверхностные самотечные способы полива. При необходимости полива крупными нормами рациональнее применять поверхностное орошение,

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

например по бороздам или полосам. В частности, дождевание с целью глубокой влагозарядки и промывки почвы от вредных солей экономически себя не оправдывает.

Преимущества орошения дождеванием проявляются особенно в поймах рек и на землях с близким залеганием пресных грунтовых вод, а также на участках со сложным рельефом или с маломощными почвами, затрудняющими капитальную планировку, т.е там где требуется ограниченное число поливов небольшими нормами. Дождевание особенно эффективно на фоне глубокой влагозарядки-естественной или искусственной. По мере продвижения с юга на север прибавку урожая многих культур на кубометр воды, поданной на поля с помощью дождевания, как правило, не только не попадает, а также растёт. Это объясняется тем, что по мере продвижения на север повышается роль естественных осадков. В то же время два-три полива дождевания в наиболее жаркие и засушливые периоды практически решают судьбу урожая [8-11].

В нашей стране имеются большие возможности для широкого применения дождевания в практике земледелия, Однако до настоящего времени реализуется недалеко не полностью. Опыт дождевания на крупных массивах показал, что сравнительно высокая стоимость орошения с помощью мощных дождевальных агрегатов мостового типа объясняется главным образом не затратами труда на полив и даже не расходом энергии, а высокой стоимости этих агрегатов, короткими сроком их службы, частыми поломками и сложностью ремонтов полевых условиях. Чтобы снизить стоимость орошения, необходимо повысить надежность работы агрегатов мостового типа, удешевить ремонт, и что особенно важно, удлинить срок их службы. Поэтому наряду с дальнейшим улучшением конструкции дождевальных агрегатов (особенно в этом нуждаются водоприемное устройство агрегата и ходоуменьшитель) необходимо организовать их массовое производство на специализированных предприятиях. Там же должны выпускаться и запасные части. Для снижения эксплуатационных расходов следует разработать рациональную технологию ремонта мостовых дождевальных агрегатов в полевых условиях. В настоящее время дождевальные

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

машины оснащены простейшими водомерными устройствами и суммирующим счетчиком. Очень важно осуществить ряд мер по защите хотя бы только нагруженных деталей мостовой фермы (главным образом тонкостенных труб) от коррозии, которая является основной причиной, сокращающей срок службы мостовых дождевальных агрегатов. Чтобы удешевить орошение с помощью дальнеструйных дождевателей, необходимо снизить стоимость машины-смены тракторов. Один тракторист может обслуживать два дождевателя, поскольку они работают по несколько часов на одной позиции. При правильной организации групповой их эксплуатации существенно сокращаются затраты труда на регулирование подачи воды в мелкие временные оросительные каналы. Помимо этого, при сосредоточенном действии нескольких дальнеструйных аппаратов осуществима так называемая площадная схема дождевания, уменьшающая испарение воды и вредное влияние ветра. Слабым местом дальнеструйных аппаратов является высокая мгновенная интенсивность дождя и неравномерное распределение осадков при ветре. Когда скорость его превышает 3-4 м/с, из-за сильного ухудшения структуры дождя на поверхности почвы образуются уплотнённая корка, и вода стекает по пониженным элементам рельефа. В этом случае землю удастся увлажнить на глубину не более 20-25 см. Устранить вредное влияние ветра можно, меняя угол наклона главного сопла дождевателя к горизонту. Если струя действует по направлению ветра, то угол наклона необходимо увеличить до 55-60°. В этом случае она поднимается на 25-30 м и лучше дробится на капли, которые затем уносятся значительно дальше, чем при обычном угле наклона, равном 32°. Дальность полёта капель (против ветра и по ветру) при указанных углах увеличивается на 30-40%. Как наиболее простое решение можно рекомендовать при поливе дальнеструйными аппаратами по сектору увеличения угла наклона струи к горизонту с 30 до 55-60°. В этом случае резко улучшится качество дождя: вместо плохо раздробленной струи (направление ветра из струи совпадает) и массы крупных капель, выпадающих на ограниченной площади и создающих картину сильного ливня, мы получаем мелкое дробление струи на отдельные капли, которые оседают на

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

значительно большой площади. Применение простейших средств автоматизации позволит сократить число обслуживающего персонала и использовать около половины указанных специалистов на других работах. В районах, где сосредоточены мелкие мелиоративные станции, целесообразно построить линии электропередачи 6-10 километров, чтобы заменить тепловые двигатели электрическими. Это позволит в два-три раза снизить затраты труда и средств на подъём воды [12-15]. Кроме того, электрификация насосных станций существенно облегчило бы их автоматизацию. В настоящее время всё более стирается грань между дождевальными и поливными машинами и установками. Поэтому развитие дождевальной техники в то же время способствует совершенствованию технических средств для механизации поверхностных поливов.

Заключение

Урожайность полевых культур зависит от многих факторов, в том числе на 25...30% от качества обработки почвы. Главная цель обработки-сохранить и повысить плодородие почвы. Для повышения качества вспашки важное значение приобретает дифференцированное применение сменных корпусов, обеспечивающих требуемый оборот пласта, его крошение и эффективную борьбу с сорняками. Необходимость почвенных условий, возделываемых культур, предшественников, фона почвы, а также наличием тракторов различной энергонасыщенности и др.

Литература

1. Аушев М. Х., Хамхоев, Б.И. Хажметов, Л.М., Шекихачев, Ю.А., Кишев, М. А., Эркенов, А.Н., Твердохлебов, С.А. Математическое моделирование процесса работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата // Научный журнал КубГАУ, №99(05), 2014 года М.Х. Аушев., Б.И. Хамхоев., Л.М.Хажметов., Ю.А. Шекихачев, М.А., А.Н. Эркенов., С.А. Твердохлебов.
2. Горячкин В.П. Собрание сочинений: в 3 т. / В.П. Горячкин - М.: Колос, 1965.-755 с.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

3. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины //Н.И. Кленин, В.А. Сакун, - М.: Колос, 1994. - 751 с: ил.
4. Оськин С.В., Тарасенко, Б.Ф. Применение имитационного моделирования для оптимизации состава почвообрабатывающих агрегатов при возделывании зерновых культур// С.В. Оськин., Б.Ф. Тарасенко-Агротехника и энергообеспечение. – 2015. – № 1 (5)
5. Онучин Е.М., Неклюдов, В. Б., Алексеев, А.Э. Моделирование работы машины для обработки почвы на вырубках//Е.М. Онучиню., В.Б. Неклюдов., А.Э.
6. Федоров, С. П. Технологическое проектирование механизированных процессов растениеводства / С. П. Федоров // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2009. – № 3(11). – С. 42-50. – EDN PAIXCL.
7. Пирожков, Д. Н. Основы теоретического обоснования технического оснащения растениеводства аграрного предприятия / Д. Н. Пирожков, В. И. Беляев, В. А. Завора // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3(137). – С. 166-169. – EDN VSSMYV.
8. Юрченко, И. Ф. Организационное обеспечение как фактор успешной автоматизации агро-мелиоративных технологий системы растениеводства / И. Ф. Юрченко // Международный технико-экономический журнал. – 2021. – № 3. – С. 80-88. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-78-3-80-88. – EDN KKZORK.
9. Нино, Т. П. Формирование и оптимальное использование машинно-технологических станций в интегрированных структурах АПК / Т. П. Нино // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2010. – № 3. – С. 715. – EDN MUTEWH.
10. Качество агрегатирования сельскохозяйственной техники в растениеводстве / М. Ф. Пермигин, С. Ф. Вольвак, В. Н. Лебедь [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 215 с. – ISBN 978-5-6043281-3-2. – EDN NVZAGK.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

11. Кадомцева, М. Е. Региональные особенности использования технологий точного земледелия в сельском хозяйстве / М. Е. Кадомцева, В. В. Нейфельд // Проблемы развития территории. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
12. Кадомцева, М. Е. Региональные особенности использования технологий точного земледелия в сельском хозяйстве / М. Е. Кадомцева, В. В. Нейфельд // Проблемы развития территории. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
13. Измайлов, А. Ю. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года / А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 6-10. – EDN RVTBHJ.
14. Измайлов, А. Ю. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года / А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 6-10. – EDN RVTBHJ.
15. Измайлов, А. Ю. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года / А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 6-10. – EDN RVTBHJ.

References

1. Aushev M. Kh., Khamkhoev, B.I. Khazhmetov, L.M., Shekikhachev, Yu.A., Kishev, M.A., Erkenov, A.N., Tverdokhlebov, S.A. Mathematical modeling of the process of operation of a combined tillage unit // Scientific journal of KubGAU, No. 99 (05), 2014 M.Kh. Aushev., B.I. Khamkhoev., L.M. Khazhmetov., Yu.A. Shekikhachev, M.A., A.N. Erkenov., S.A. Tverdokhlebov.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

2. Goryachkin V.P. Collected works: in 3 volumes / V.P. Goryachkin - M.: Kolos, 1965.-755 p.
3. Klenin N.I. Agricultural and reclamation machines //N.I. Klenin, V.A. Sakun, - M.: Kolos, 1994. - 751 p: ill.
4. Oskin S.V., Tarasenko, B.F. Application of simulation modeling to optimize the composition of soil-cultivating aggregates in the cultivation of grain crops// S.V. Oskin., B.F. Tarasenko-Agricultural technology and energy supply. - 2015. - No. 1 (5)
5. E. M. Onuchin, V. B. Neklyudov, A. E. Alekseev. Simulation of the operation of a machine for tillage in clearings//E.M. Onchinyu., V.B. Neklyudov., A.E.
6. Fedorov, S. P. Technological design of mechanized crop production processes / S. P. Fedorov // Vestnik NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). - 2009. - No. 3 (11). - S. 42-50. – EDN PAIXCL.
7. Pirozhkov, D.N., Belyaev V.I., Zavora V.A. Fundamentals of theoretical substantiation of technical equipment for crop production of an agricultural enterprise // Bulletin of the Altai State Agrarian University. - 2016. - No. 3 (137). - S. 166-169. – EDN VSSMYV.
8. Yurchenko, I. F. Organizational support as a factor in successful automation of agro-meliorative technologies of the plant growing system / I. F. Yurchenko // International technical and economic journal. - 2021. - No. 3. - P. 80-88. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-78-3-80-88. – EDN KKZORK.
9. Nino, T. P. Formation and optimal use of machine-technological stations in the integrated structures of the agro-industrial complex / T. P. Nino // Engineering and technical support of the agro-industrial complex. Abstract journal. - 2010. - No. 3. - P. 715. - EDN MUTEWH.
10. The quality of aggregation of agricultural machinery in crop production / M. F. Permigin, S. F. Volvak, V. N. Lebed [et al.]. - Maisky: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina, 2019. - 215 p. – ISBN 978-5-6043281-3-2. – EDN NVZAGK.

11. Kadomtseva, M. E. Regional features of the use of precision farming technologies in agriculture / M. E. Kadomtseva, V. V. Neyfeld // Problems of territory development. - 2021. - Т. 25, No. 2. - S. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
12. Kadomtseva, M. E. Regional features of the use of precision farming technologies in agriculture / M. E. Kadomtseva, V. V. Neyfeld // Problems of territory development. - 2021. - Т. 25, No. 2. - S. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
13. Izmailov, A. Yu. System of machines and technologies for complex mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020 / A. Yu. Izmailov, Ya. P. Lobachevsky // Agricultural machines and technologies. - 2013. - No. 6. - S. 6-10. – EDN RVTBHJ.
14. Izmailov, A. Yu. System of machines and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020 / A. Yu. Izmailov, Ya. P. Lobachevsky // Agricultural machines and technologies. - 2013. - No. 6. - S. 6-10. – EDN RVTBHJ.
15. Izmailov, A. Yu. System of machines and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020 / A. Yu. Izmailov, Ya. P. Lobachevsky // Agricultural machines and technologies. - 2013. - No. 6. - S. 6-10. – EDN RVTBHJ.

© Кокиева Г.Е., 2024 *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.*

Для цитирования: Кокиева Г.Е. КОМПЛЕКС МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ// Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.