

УДК 631.3

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Кокошин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Лесное хозяйство, деревообработка и прикладная механика»
ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
625000, г. Тюмень, Рощинское шоссе, д. 2, корп. 13, к. 504; тел: 8-905-820-66-44; e-mail: Prepod-Sergej@ya.ru

Ключевые слова: глубина обработки почвы, стабильность движения, жесткость стойки, культиватор, сила сопротивления, жидкость.

В статье описаны особенности конструкции предложенного лапового рабочего органа культиватора, который обеспечивает повышение стабильности глубины хода, представлены результаты полевых исследований опытных образцов рабочего органа.

Введение

При возделывании зерновых культур структура и физико-механический состав почвы должны быть благоприятны для роста и развития семян. Для формирования требуемых структуры и состава почвы проводят ее обработку, которая включает совокупность приемов, выполняемых в определенной последовательности. Современные технические средства позволяют совмещать технологические операции за один проход агрегата. Для предпосевной обработки почвы на глубину от 3 см до 30 см или для ее выполнения одновременно с посевом применяют различные культиваторы [1].

Показателем, ограничивающим применение культиватора на почвах различного типа (легкие, средние, тяжелые), является жесткость стойки рабочего органа на изгиб. Применение культиваторов с недостаточной жесткостью на более тяжелых почвах приводит к поломке и необходимости замены стойки, и, наоборот, избыточная жесткость

стойки снижает качественные показатели обработки почвы и увеличивает энергоемкость операции. Оптимальная жесткость стойки не только обеспечивает работоспособность культиватора, но и снижает энергетические затраты на операцию за счет оптимального режима работы до 20 % в сравнении с жесткими стойками [2, 3]. В связи с этим целью данных исследований является обеспечение стабильности глубины хода лаповых рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин за счет применения стойки с изменяемой жесткостью.

При культивации почвы рабочий орган может отклоняться от установленной глубины не более чем на 1 см и создавать гребнистость поля не более 1 см. Для соблюдения глубины хода лапы в установленных пределах необходимо добиться копирования рельефа почвы, которое характеризуется вертикальными отклонениями различных точек лапы и рамы относительно поверхности

поля. Исследованиям оценки рельефов и качества его копирования посвящены многие научные работы, которые можно условно разбить на две группы.

К первой группе можно отнести работы ученых Аниловича В.Я., Краденова В.П., Рыбакова В.Н., Трофимченко Ю.Н. и др., которые считают, что равномерность хода лап культиваторов и сеялок-культиваторов определяется копированием рабочим органом неровностей поверхности поля. Чтобы сохранить равномерность глубины хода, лапа должна отклоняться от прямолинейного движения и описывать траекторию, параллельную профилю поверхности поля. Для этого необходимо, чтобы стойка рабочего органа имела небольшую жесткость пружины, незначительное предварительное ее сжатие и незначительную массу.

Другая группа ученых - Ключев А.И., Николайчук В.П., Арзуманян А.С., Соколов В.М., Шипитько А.В. и др., рассматривая статическую модель лапового рабочего органа, считали, что равномерность глубины хода обеспечивает увеличение жесткости штанговой пружины, усилия предварительного сжатия и массы рабочих органов. В связи с противоречиями в вопросе соблюдения установленной глубины обработки почвы, нами была предложена научная гипотеза: стабильность глубины хода лаповых рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин на различных типах почв может быть достигнута за счет применения гибких трубчатых стоек, изменяющих свою жесткость под действием жидкости, подаваемой гидросистемой трактора под давлением во внутреннюю полость стойки.

На рис. 1 показана конструктивная схема предлагаемой стойки с изменяемой жесткостью. Особенность стойки заключается в использовании трубчатого элемента 3 эллиптического сечения, который под действием давления жидкости, подаваемой через штуцер 4, изменяет форму поперечного сечения. Жесткость стойки на изгиб зависит от ее геометрических параметров (высоты, радиуса и др.) и материала. Под действием

силы сопротивления почвы, приложенной к культиваторной лапе, возникает изгибающий момент M , который можно определить из выражения:

$$1 / \rho = M / (EJ), \quad (1)$$

где: ρ – радиус кривизны нейтрального слоя, $1/m$; E – модуль упругости материала, МПа; J – момент инерции поперечного сечения, m^4 .

Произведение EJ характеризует жесткость балки при изгибе [4]. Возьмем для определения перемещения лапы интеграл Мора [4]:

$$\delta = \int_0^L \frac{M(x) \cdot M^1(x)}{EJ} dx. \quad (2)$$

Направив единичную силу вертикально, мы имеем возможность определить перемещение лапы относительно установленной глубины. Из выражения 2 видно, что перемещение лапы обратно пропорционально жесткости стойки на изгиб. Т.е. для обеспечения стабильности хода необходимо достичь жесткости, которая в определенных условиях дает перемещение лапы δ в пределах ± 1 см. Так как сила сопротивления почвы не постоянна (зависит от твердости, плотности, влажности и др.), то не все культиваторы имеют возможность обеспечивать стабильность глубины.

Конструкция предлагаемой стойки позволяет изменять ее жесткость за счет изменения момента инерции соответственно до и после подачи жидкости под давлением J_1 и J_2 :

$$\begin{cases} J_1 = J_c \\ J_2 = J_c + J_d \end{cases}, \quad (3)$$

где: J_c – момент инерции сечения стойки, $кг \cdot м^2$; J_d – момент инерции жидкости, заключенной во внутреннюю полость стойки, $кг \cdot м^2$.

В нашем случае J_d зависит от величины давления жидкости, следовательно, с изменением силы сопротивления почвы можно регулировать и жесткость стойки культиватора.

Объекты и методы исследований

Для определения влияния силы сопротивления почв, жесткости стойки на стабильность глубины хода рабочего органа была разработана экспериментальная установка и опытный образец [5], показанные на рис. 2.

Данная установка позволяет замерять глубину обработки почвы, тяговое сопротивление рабочего органа, а также измерять и регулировать давление жидкости во внутренней полости стойки. Давление жидкости в зависимости от силы сопротивления почвы изменяли с использованием силового позиционного регулирования. Математическая обработка результатов заключалась в определении среднеквадратичного отклонения и коэффициента вариации глубины обработки. Серийные культиваторы обеспечивают коэффициент вариации k в пределах 11,3...24 %, а среднеквадратичное отклонение s - 0,99...1,86 см [6]. Работа почвообрабатывающего агрегата считается удовлетворительной, если коэффициент вариации глубины обработки не превышает 10 %.

Полевые исследования предлагаемых стоек проводили в Упоровском районе Тюменской области.

Результаты исследований

Полученные результаты показаны на рисунке 3.

На паровом поле, средняя твердость почвы которого равна 2,23 МПа, почву обрабатывали на глубину от 4 см до 6 см. Наибольшее среднеквадратичное отклонение глубины обработки почвы без нагнетания в стойку жидкости под давлением не превышает 0,71 см. При увеличении давления жидкости в полости трубчатого элемента стойки среднеквадратичное отклонение составило 0,62 см. Коэффициент вариации глубины составил 10,1% и 13% при работе под действием давления жидкости и без него соответственно (рис. 3, а).

Твердость почвы второго поля состави-

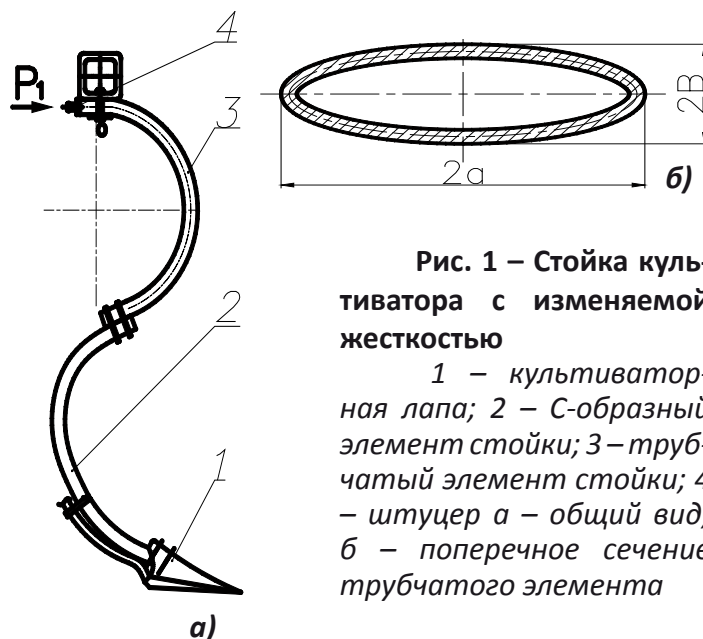


Рис. 1 – Стойка культиватора с изменяемой жесткостью

1 – культиваторная лапа; 2 – С-образный элемент стойки; 3 – трубчатый элемент стойки; 4 – штуцер а – общий вид; б – поперечное сечение трубчатого элемента

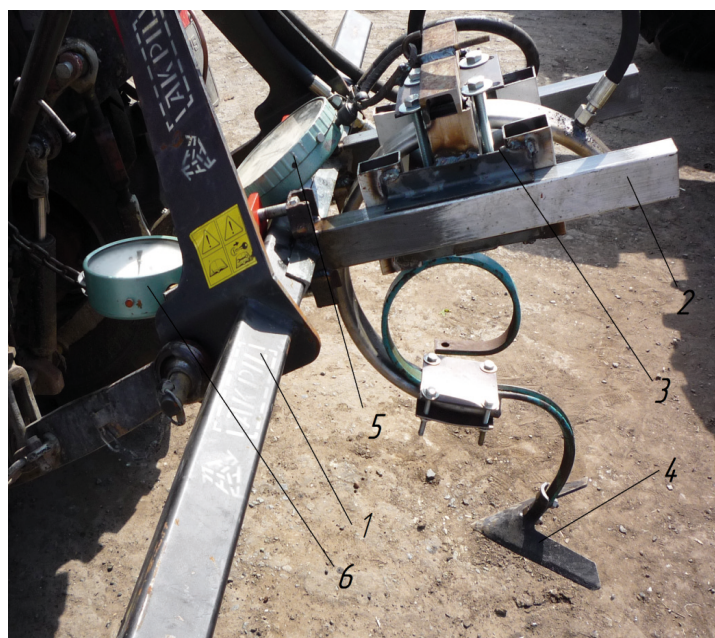
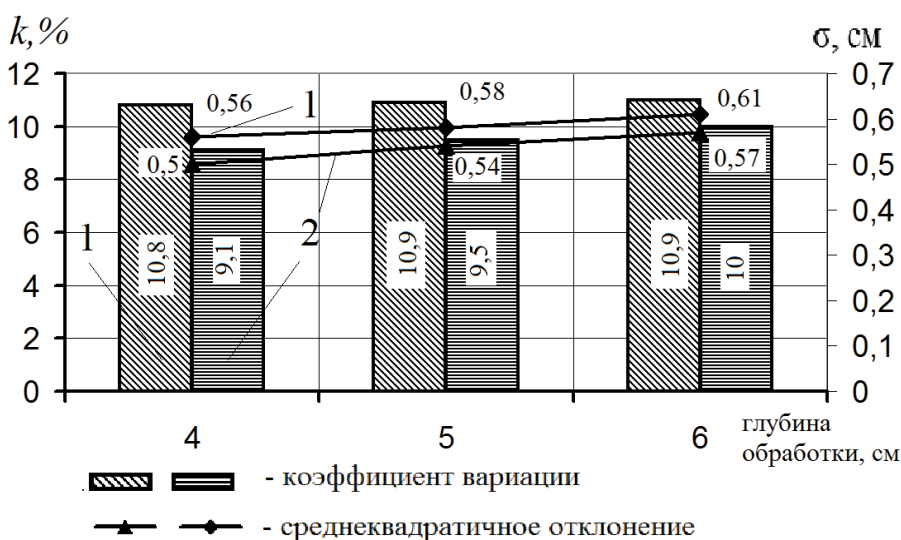
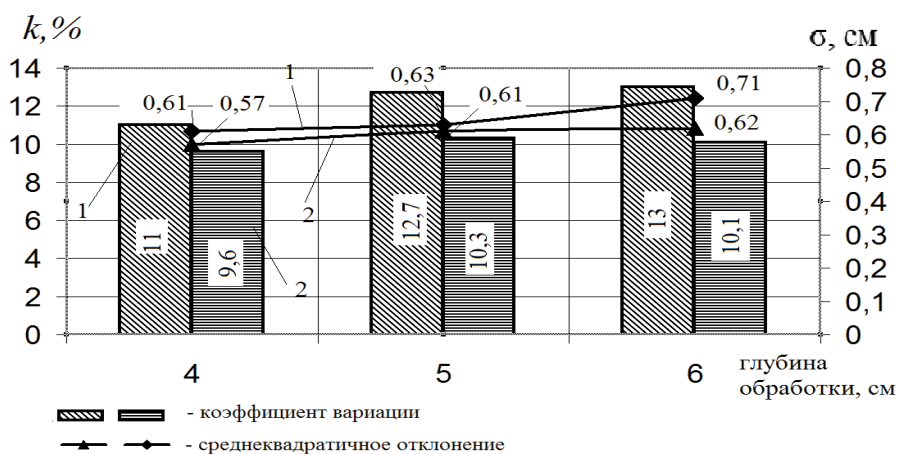


Рис. 2 – Экспериментальная полевая установка, оснащенная предложенной стойкой рабочего органа

1 – рама; 2 – направляющие; 3 – передвижной кронштейн; 4 – рабочий орган; 5 – манометр; 6 – динамометр.

ла 1,9 МПа. Полевые испытания предлагаемых стоек показали, что в режиме работы без давления жидкости в стойке среднеквадратичное отклонение глубины обработки почвы составило 0,56...0,61 см, а коэффициент вариации не превышал 10,9 %. При подаче в стойку жидкости под давлением



1 – без давления; 2 – с давлением.

Рис. 3 – Показатели стабильности движения лапы, установленной на экспериментальной стойке, по глубине

данные показатели составили 0,5...0,57 см и 10% соответственно (рис. 3, б).

Выводы

Полученные результаты показывают, что при работе экспериментальных стоек рабочий орган на установленной глубине движется более устойчиво. Коэффициент вариации колеблется от 9,1% до 10,3%, что приемлемо для работы культиватора. С увеличением твердости почвы (а значит, и ее силы сопротивления) для соблюдения агротехнических требований по глубине обработки необходимо повышать давление жидкости во внутренней полости стойки. С возрастанием силы сопротивления на 1 кН

давление необходимо повышать на 2,2...2,3 МПа.

Библиографический список

1. Бледных, В.В. Почвообрабатывающие и посевные машины / В.В. Бледных, Р.С. Рахимов, Челябинск: ЧГАУ, 2004.

2. Донченко, М.А. Влияние автоколебаний и релаксационных колебаний на эффективность применения упругих стоек при культивации почвы. автореферат дис. канд.техн. наук, Санкт Петербург, 1963.- 16с.

3. Рябцев, Г. А. Влияние упругой подвески лап культиватора на энергетические и качественные показатели работы/ Автореф. дис... канд. техн. наук. – Оржоникидзе, 1967. – 19 с.

4. Кочетков, В.Т. Сопротивление материалов / В.Т. Кочетков, М.В. Кочетков, А.Д. Павленко, - Санкт Петербург: БВХ-Петербург, 2004. – 544 с.

5. Патент РФ на полезную модель № 94406, МПК А 01С 7/20 (2006.01) Сошник / Н.Н. Устинов, С.Н. Кокошин, Н.И. Смолин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Тюменская ГСХА. - № 2009149569/22; заявл. 30.12.2009; опубл.27.05.2010, Бюл. № 15. – С. 2

6. Чепурин, Г.Е. Энергосберегающая техника для минимальной и нулевой обработки почв в Сибири / Г.Е. Чепурин, А.Н. Власенко, В.Ф. Федоренко, Н.В. Яшутин, Г.Л. Утенков, - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 132 с.