

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЧИЗЕЛЬ – КУЛЬТИВАТОРА С ЖЕСТКИМ И УПРУГИМ КРЕПЛЕНИЕМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ К РАМЕ

Атаниязов А.

Зав. лаб. «Механизация сельского хозяйства», ККНИИЗ

Шамуратов К.

Зав. лаб. “Защита растений», ККНИИЗ

Бердикеев Д.Б.

Соискатель, НИИ зерна и зернобобовых культур.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14771085>

Аннотация: В статье представлено устройство и принцип работы шарнирно-упругого крепления стойки чизель - культиватора к раме. По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований при упругом креплении рабочих органов к раме производительность машинно-тракторного агрегата (МТА) повышается на 15-18 %, расход топлива снижается на 10 % по сравнению с жестким креплением. Улучшается качество обработки почвы. Но, вместе с тем при упругом креплении увеличивается такие показатели, как металлоемкость и сложность конструкции машины. Поэтому, для оценки эффективности использования предлагаемой конструкции выбран метод ранжирования. Согласно методу выбраны частные показатели эффективности использования МТА. Определены значения частных показателей эффективности использования и приведены к их безразмерному виду. Определены важность частных показателей эффективности использования МТА экспертным методом. Экспертиза проводилась группой из 8 специалистов в данной отрасли. Важность частных показателей эффективности находятся в пределах от 0,058 до 0,223. Используя значения и важность частных показателей эффективности рассчитаны комплексные критерий эффективности использования чизель-культиватора с жесткими и упругими креплениями к раме. Расчеты показали, что более эффективным является МТА с упругими креплениями к раме.

Annotation: The article presents the structure and principle of operation the hinge-the elastic mounting of the chisel - cultivator to the frame. By results of the conducted theoretical and experimental optical studies of elastic fastening of the working bodies to the frame of the performance of machine-tractor aggregate (MTA) increases-accounted for 15-18 %, fuel consumption reduced by 10 % compared with the hard mount. Improving the quality of the soil. But however elastic the FR-NII increases by indicators such as the metal and design complexity of the machine. Therefore, to evaluate the efficiency of the proposed design, the selected method of ranking. According to the method selected partial indicators of efficiency of use of the MTA. The values of partial indicators of efficiency of use and reduced to their dimensionless form. Identified the importance of particular indicators of efficiency of use of MTA, the expert-ness of the method. The examination was conducted by a group of 8 professionals in the industry. The importance of partial indicators of efficiency are in the range from 0,058 to 0,223. Using the values and importance of particular indicators of efficiency of the designed complex criteria of efficiency of use of chisel-cultivator with rigid

and elastic mounts to the frame. The calculations showed that it is more efficient MTA with elastic mounts to the frame.

Ключевые слова: шарнирно - упругое крепление, жесткое крепление, чизель - культиватор, стойка, единичные показатели эффективности, производительность, весовые коэффициенты, комплексный критерий эффективности.

Key words: swivel - rigid mount, rigid mount, chisel - cultivator, counter, single indicators of efficiency, productivity, weight coefficients, the complex criterion of effectiveness.

Введение. Безотвальная обработка почвы особенно эффективна в условиях недостаточного увлажнения и при обработке почв, подверженных ветровой эрозии. Ее выполняют машинно-тракторными агрегатами, в состав которых входит, в частности, чизель-культиватор. Стойка серийного чизель-культиватора крепится к раме жестко. Однако имеются разработки чизель-культиваторов с шарнирно-упругим креплением стойки к раме [1], но при этом отсутствуют работы по комплексному сравнению чизель-культиваторов с жестким и шарнирно-упругим креплением стойки к раме.

Материалы и методы. В работе использованы результаты экспериментальных исследований работы чизель-культиватора в составе машинно-тракторного агрегата, а также положения теории эффективности операций.

Результаты и обсуждение. Для улучшения технико-экономических показателей и качество работы МТА для безотвальной обработки почвы разработана конструкция шарнирно-упругого крепления рабочих органов к раме [1].

Конструкция шарнирно-упругого крепления стойки чизель - культиватора к раме (рис.1) состоит из стойки 1 с лапой 7, двух цилиндрических пружин 2, связанных с рабочим органом через хомут 3, верхние и нижние стаканы 4. Рабочий орган шарнирно закреплен с рамой 5. Предварительная затяжка цилиндрических пружин 2 осуществляется гайкой 6.

Рабочий процесс обработки почвы стойкой включает две фазы. В первой фазе стойка 1 под действием реакции почвы R_x , деформируясь, отклоняется назад, сжимает через хомут 3 цилиндрические пружины 2; во второй фазе стойка с пружинами под действием накопленной в них энергии возвращается в исходное положение.

При анализе действия сил, от которых зависят автоколебания рабочего органа при взаимодействии с почвой, целесообразно рассмотреть только колебание одной материальной точки M [2].

Сила R_x направлена против движения рабочего органа чизель-культиватора в почве и параллельна оси X (рис.1). На представленной принципиальной схеме (рис.1) обозначены соответственно Q - сила упругости цилиндрических пружин; α - угол отклонения силы сопротивления R от направления оси X ; φ - угол отклонения упругой силы Q от оси Y ; R - сила сопротивления почвы; β - угол между отрезком, соединяющим центр шарнира с центром тяжести рабочего органа, и осью Y ; G - сила тяжести рабочего органа; L_1, L_2, L_c - геометрические размеры системы; L_R - плечо силы R . C_1 - жесткость цилиндрической пружины; C_2 - упругой стойки;

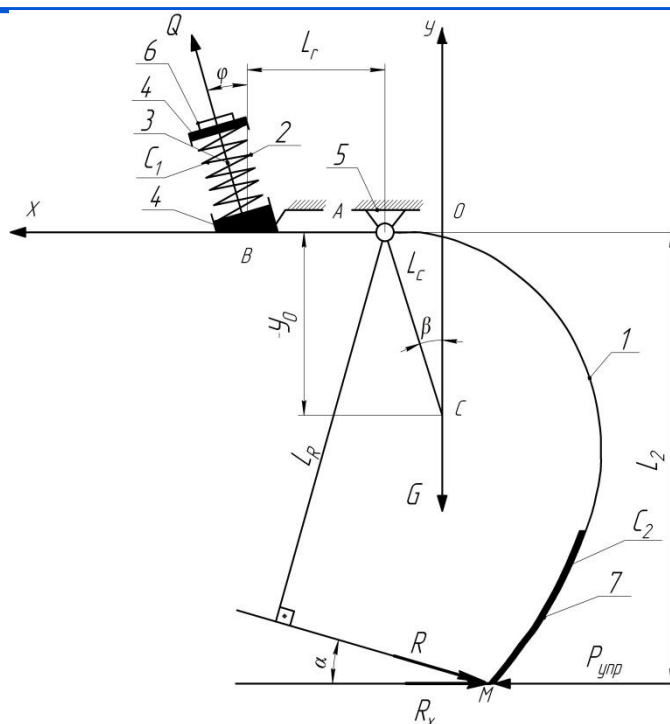


Рисунок 1- Схема конструкции стойки чизель – культиватора с шарнирно-упругим креплением к раме 1 –стойка; 2- цилиндрическая пружина; 3 – хомут; 4 – верхние и нижние стаканы; 5 – рама; 6 – гайка; 7 – лапа.

Упругие свойства рассматриваемой системы зависят от коэффициента жесткости пружины и стойки, а также геометрических размеров упругого крепления.

Как уже отмечалось, при взаимодействии с почвой рабочего органа чизель – культиватора с шарнирно-упругим креплением под действием неравномерной реакции почвы возникают автоколебания.

Для настройки системы на колебательный режим необходимо регулировать силу предварительной затяжки в зависимости от глубины обработки почвы [3,4,5,6].

Кинематические параметры упругого крепления представлены в таблице 1.

Экспериментальные исследования показали, что при упругом креплении рабочих органов к раме производительность машинно-тракторного агрегата (МТА) повышается на 15-18%, расход топлива снижается на 10 % по сравнению с жестким креплением.

Таблица 1. Значение кинематических параметров упругого крепления рабочего органа чизель – культиватора

Параметр	Обозначение	$L_1, м$	$L_2, м$	$L_c, м$	$C_1, Н/м$	$C_2, Н/м$	$\alpha, град$	$G, Н$	$M_c, кг$
	Значение	0,20	0,67	0,30	$4 \cdot 10^5$	$0,75 \cdot 10^5$	30°	220	22
Параметр	Обозначение	$b, м$	$B_k, м$	$m_{чк}, кг$	угол β град	угол φ град	$m_{почвы}, кг$	$M, м$	-
	Значение	0,09	4,25	2000	40°	30°	1,5	0,43	-

Улучшается также и качество обработки почвы. Все эти полученные результаты говорят о преимуществе упругого крепления рабочих органов к раме. Но, вместе с тем, при упругом креплении увеличивается металлоемкость и сложность конструкции машины. Поэтому возникла необходимость объективной оценки эффективности использования МТА с жесткими и упругими креплениями рабочих органов.

Эффективность использования МТА – это комплексное свойство, учитывающее соответствия совокупности фактических значений частных показателей к идеальным (требуемым).

К частным показателям эффективности использования МТА для безотвальной обработки почвы относятся:

1. Производительность МТА – W_1 ;
2. Расход топлива – W_2 .
3. Сохранение стерни на поверхности поля – W_3 .
4. Равномерность обработки почвы по глубине – W_4 .
5. Высота гребней – W_5 .
6. Металлоемкость конструкции – W_6 .
7. Балансовая стоимость машины – W_7 .

Рассматривая частные показатели эффективности использования МТА, можно отметить, что эффективность работы чизель – культиватора будет улучшаться при увеличении значений частных показателей W_1, W_3, W_4 и снижения W_2, W_5, W_6, W_7 .

Для дальнейшего использования частных показателей при оценке эффективности обработки почвы приводим их к безразмерному виду путем деления фактических значений всех частных показателей $W_{\phi i}$ на соответствующие требуемые (теоретически возможные) значения $W_{\tau i}$,

$$K_i = W_{\phi i} / W_{\tau i} \quad (1)$$

В соответствии с (1) для идеального варианта работы все значения $K_i = 1,0$. Чем ближе значения K_i к 1,0, тем выше эффективность использования МТА.

Определяем значения $W_{\phi i}$ и $W_{\tau i}$ частных показателей.

По данным работы [1] сменная производительность МТА при жестком креплении рабочих органов к раме равна $W_{\phi} = 23,8$ га; $W_{\tau} = 29,75$ га, а при шарнирно упругом $W_{\phi} = 28,0$ га; $W_{\tau} = 29,75$ га.

Расход топлива при жестком креплении рабочих органов равен $G_{\phi} = 21,6$ кг/га; $G_{\tau} = 11,35$ кг/га, при шарнирно-упругом $G_{\phi} = 19,3$ кг/га; $G_{\tau} = 11,35$ кг/га [8].

Сохранение стерни на поверхности поля при жестком креплении – 58,1%, при упругом креплении – 59,3% [1].

Отклонения глубины обработки почвы от заданного значения при жестком и шарнирно-упругом креплении соответственно равны 0,001 м и 0,002 м [1].

Таблица 2. Значения частных показателей и коэффициентов K_i

№ п/п	Наименование показателей	Жесткое крепление			Упругое крепление		
		w_{ϕ}	w_{τ}	K_i	w_{ϕ}	w_{τ}	K_i
1	Производительность за смену, га	23,8	29,75	0,8	28,0	29,75	0,94

2	Расход топлива, л/га	21,6	11,35	1,90	19,3	11,35	1,70
3	Сохранение стерни на поверхности поля, %	58,1	85	0,68	59,3	85	0,69
4	Изменение глубины обработки почвы, м	0,239	0,240	0,996	0,238	0,240	0,992
5	Изменение высоты гребней, м	0,242	0,240	1.008	0,241	0,240	1.004
6	Металлоемкость конструкции, кг	2000	2000	1,0	2037,3	2000	1,01
7	Балансовая стоимость машины, руб	99500 0	99500 0	1,0	105152 0	995000	1,05

Высота гребней почвы, обработанного агрегатом с жесткими и шарнирно-упругими креплениями рабочих органов к раме, соответственно равны 0,002 м и 0,001 м [1].

Металлоемкость конструкции как фактическая, так и требуемая при жестком креплении стойки чизель – культиватора к раме равна $m_{\phi} = m_{\tau} = 2000$ кг – масса машины, при шарнирно-упругом креплении: $m_{\phi} = 2037,8$ кг; $m_{\tau} = 2000$ кг.

Балансовая стоимость чизель - культиватора при жестком креплении рабочих органов к раме равна 995000 рублей, а с упругими креплениями рабочих органов к раме составляет 1051520 рублей.

Значения частных показателей и расчетные коэффициенты K_i представлены в таблице 2.

Зависимость комплексного критерия эффективности использования чизель - культиватора с учетом важности частных показателей представлена в виде [7]:

$$\varphi(W) = \frac{\prod_{i=1}^{m_1} \alpha_i \frac{W_i}{W_i^{np}}}{\prod_{i=m_1+1}^m \alpha_i \frac{W_i}{W_i^{np}}}, \quad (2)$$

Для определения важности частных показателей эффективности использован экспертный метод [9,10].

Таблица 3.

Результаты ранжирования частных показателей эффективности

Эксперты	Место частного показателя						
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7
1	7	3	5	6	2	4	1
2	7	6	5	4	3	1	2
3	7	4	5	6	3	2	1
4	6	7	4	5	3	2	1
5	7	6	5	3	2	4	1

6	7	6	5	4	2	3	1
7	5	4	6	1	2	7	3
8	4	6	5	1	2	7	3
Σоценок	50	42	40	30	19	30	13
α _i	0,223	0,188	0,178	0,134	0,085	0,134	0,058

Экспертиза проводилась группой из 8 экспертов - специалистов в данной отрасли. Результаты ранжирования частных показателей эффективности по данным опроса специалистов представлены в таблице 3. Цифрой 1 обозначен наиболее важный частный показатель, цифрой 2 следующий по важности частный показатель и т.д. Эти ранги преобразовываем: ранг 1 получает оценку m (число частных показателей), ранг 2 – оценку m-1 и т.д. до ранга m, которому присваивается оценка 1.

В предпоследней строке таблицы 3 указана сумма оценок, полученных показателями от экспертов.

Значения весовых коэффициентов определяется по выражению:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{l=1}^n r_j^l}{\sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^m r_j^l} \quad (3)$$

Подставляя полученные значения весовых коэффициентов в выражение (2) определяем комплексный критерий эффективности использования чизель - культиватора с жесткими и упругими креплениями к раме. При жестком креплении к раме $\varphi(W) = 12,1$, а при упругом $\varphi(W) = 15,2$.

Заключение: Результаты расчетов комплексного критерия эффективности показали, что более эффективным является чизель - культиваторный машинно-тракторный агрегат с упругими креплениями рабочих органов к раме.

References:

1. Ауезов, О.П. Повышение качества работы зубовой борона с активной рабочей секцией за счет конструктивного решения [Текст]/ О.П. Ауезов, М.Т. Айтмуратов, Б.Т. Данияров /Материалы межд. Науч. конференции Том 2.- ВолГАУ - 2015. – с. 160 – 163.
2. Ауезов, О.П. Оптимизация режима работы зубовой борона с активной рабочей секцией[Текст]/ О.П. Ауезов, М.Т. Айтмуратов, Б.Т. Данияров / Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан. - 2015. -№4.- с. 32 – 35
3. Ряднов А.И. Методы оценки эффективности уборки сельскохозяйственных культур: Монография /А.И. Ряднов. - Волгоград. ИПК ФГБОУ ВПО ВолГАУ, 2008 – 107с.
4. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве: всесоюзн. науч. – исслед. ин – т. Экономики сел. хоз – ва (ВНИЭСХ). – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
5. Алмазов, И.В. Повышение эффективности использования машин при транспортировке сена в рулонах [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн.

наук (28.11.2016)/Алмазов Иван Владимирович; Волгоградский ГАУ.- Волгоград, 2016.
– 19 с.

6. Methodolgy. Ranking Wed of World Universities, URL: <http://www.Webometrics.Info/methodology.html>.



INNOVATIVE
ACADEMY