

УДК 631. 319

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ С НОЖАМИ F-ОБРАЗНОЙ ФОРМЫ

Махмутов М.М., Тепикин А.И., Быковский С.В.,
Алимов А.С.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный заочный университет»,
e-mail: mansur.mahmutov@yandex.ru

В данной статье исследовано влияние глубины обработки почвы, шага ступни, скоростей вращения фрезерного барабана и поступательного движения фрезы на производительность агрегата с ножами F-образной формы. Приведена программа исследований, представлены уровни и интервалы варьирования факторов, результаты исследований. Получена и проанализирована модель, отражающая в закодированном виде влияние значимых факторов на производительность агрегата.

Ключевые слова: производительность, глубина обработки почвы, шаг ступни, скорость вращения фрезерного барабана, поступательное движение фрезы, буксование, ножи f-образной формы

PRODUCTIVITY OF TILLAGE MACHINES WITH KNIVES F-SHAPED

Makhmutov M.M., Tepikin A.I., Bykovskii S.V., Alimov A.S.

Russian State Agrarian Correspondence university,
e-mail: mansur.mahmutov@yandex.ru

In this paper the influence of tillage depth, step foot rotational speed of the milling drum and the translational motion of the cutter on the productivity of the unit with knives F-shaped. Shows the research program presented levels and intervals varying factors, the results of research. We obtained and analyzed a model that reflects the encrypted impact of significant factors on the performance of the unit.

Keywords: productivity, tillage depth, step foot rotational speed of the milling drum, forward movement of the cutter, slipping, knives f-shaped

Для установления влияния глубины обработки почвы, шага ступни, скоростей вращения фрезерного барабана и поступательного движения фрезы на производительность движителя, проведены экспериментальные исследования на полях хозяйства ООО «Зарайский картофель» Московской области весной 2014 г. на средне-суглинистых почвах, влажностью 16...20%, коэффициентом объемного смятия почвы (6...8)·10⁶ Н/м³ при обработке почвы под посадку клубней картофеля на комковатых полях. Погодные условия при исследованиях: переменная облачность, кратковременный дождь, ветер северо-восточный 6...8 м/с, температура 15...17°C, атмосферное давление 780 мм ртутного столба, влажность воздуха 82...85%.

Программа исследований включала:

– разработку методики экспериментальных исследований в соответствии с ГОСТ 7057-2001;

– выбор объектов и места проведения экспериментальных исследований согласно ГОСТ 20915-75;

– определение планов проведения исследований и оптимальных пределов изменения рассматриваемых факторов на основании ГОСТ 24026-80;

– подготовку приборов к работе, определение их погрешностей измерения;

– проведение экспериментальных исследований и регистрации измеряемых факторов (параметров) согласно ГОСТ 30745-2001, ГОСТ 3481-79, ГОСТ 24026-80;

– подготовка и обработка полученного экспериментального материала в соответствии с ГОСТ 8.207-76.

Интервал варьирования шага ступни t_s определялся конструктивными особенностями ножей и глубиной обработки почвы h_0 , число оборотов фрезы n определялось технической характеристикой трактора МТЗ-82 и условиями работы фрезы, глубина обработки определялась агротехническими требованиями, поступательная скорость движения V_n определялась кинематическим показателем работы фрезы. В табл. 1, 2 представлены уровни и интервалы варьирования факторов, результаты исследований.

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование уровней	Обозначение	Факторы			
		$t_s (X_1)$	$n, (X_2), \text{об/мин}$	$h_o, (X_3), \text{м}$	$V_n, (X_4), \text{м/с}$
Нижний	-1	0	100	0,10	0,5
Центральный	0	$h_o/2$	300	0,15	1,0
Верхний	+1	h_o	500	0,20	1,5
Интерв. варьир.	ΔX	$h_o/2$	200	0,05	0,5

Переход фактических уровней к кодированным производился по формулам:

$$X_1 = \frac{t_s - h_o / 2}{h_o}; \quad X_2 = \frac{n - 300}{200};$$

$$X_3 = \frac{h_o - 0,15}{0,05}; \quad X_4 = \frac{V_n - 1,0}{0,5}.$$

Таблица 2

Результаты значений производительности агрегата

№ п/п	Исследуемые параметры				Результаты замера производительности $W_{\text{ч}}$, га/ч			Сред. знач. $W_{\text{ч}}$, га/ч	Сред. квад. откл.	Абс. погр. ΔX , %	Отн. погр. δ , %
	X_1	X_2	X_3	X_4	1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	0,370	0,350	0,390	0,370	0,012	5,0	13,0
2	+	-	-	-	0,365	0,355	0,375	0,365	0,00577	2,5	6,80
3	-	+	-	-	0,381	0,380	0,382	0,381	0,000577	0,25	0,65
4	-	-	+	-	0,381	0,379	0,383	0,381	0,00115	0,5	1,30
5	+	+	-	+	1,125	1,120	1,130	1,125	0,00289	1,2	1,10
6	-	+	+	-	0,373	0,370	0,367	0,373	0,00173	0,75	2,0
7	+	-	+	-	0,392	0,390	0,394	0,392	0,00115	0,5	1,30
8	+	+	+	+	1,169	1,170	1,168	1,169	0,000577	0,25	0,21
9	-	0	0	-	0,365	0,366	0,364	0,365	0,000577	0,25	0,68
10	+	0	0	+	1,142	1,140	1,144	1,142	0,00115	0,5	0,44
11	0	-	0	+	1,094	1,096	1,098	1,096	0,00115	0,5	0,45
12	0	+	0	-	0,376	0,374	0,378	0,376	0,00115	0,5	1,30
13	0	0	-	+	1,181	1,180	1,182	1,181	0,000577	0,25	0,21
14	0	0	+	+	1,098	1,096	1,100	1,098	0,00115	0,5	0,45
15	0	0	0	+	1,120	1,121	1,119	1,120	0,000577	0,25	0,22
16	0	0	0	+	1,132	1,134	1,130	1,132	0,00115	0,5	0,44
17	0	0	0	0	0,761	0,760	0,762	0,761	0,000577	0,25	0,33
18	0	0	0	0	0,737	0,735	0,739	0,737	0,00115	0,5	0,67
19	0	0	0	0	0,741	0,742	0,740	0,741	0,000577	0,25	0,34
20	0	0	0	0	0,754	0,756	0,758	0,756	0,00115	0,5	0,66
21	0	0	0	0	0,742	0,740	0,744	0,742	0,00115	0,5	0,67
22	0	0	0	0	0,749	0,750	0,748	0,749	0,000577	0,25	0,33
23	0	0	0	0	0,372	0,374	0,370	0,372	0,00115	0,5	1,30
24	0	0	0	0	1,119	1,118	1,120	1,119	0,000577	0,25	0,22
25	0	0	0	0	0,745	0,747	0,743	0,745	0,00115	0,5	0,67

Таким образом, модель, отражающая в закодированном виде влияние значимых факторов на подталкивающую силу от МТА, будет иметь вид

$$W = 0,745 - 0,013X_1 + 0,008X_2 + 0,007X_3 + 0,378X_4 + 0,004X_{12} + 0,004X_{22} + 0,008X_1X_4, \quad (1)$$

где X_1 – шаг ступни; X_2 – число оборотов; X_3 – глубина обработки фрезы; X_4 – поступательная скорость.

В результате анализа математической модели (1) установлено, что с увеличением шага ступни производительность независимо от числа оборотов снижается по экспоненциальной зависимости (рис. 1). При числе оборотов $n=100$ об/мин и с увеличением шага ступни t_s в диапазоне $0 < t_s < h_0/2$ производительность снижается на $0,019$ га/ч, а при $0 < t_s < h_0$ – на $0,010$ га/ч.

При числе оборотов $n=300$ об/мин и с увеличением шага ступни t_s в диапазоне $0 < t_s < h_0/2$ производительность снижается на $0,017$ га/ч, а при $0 < t_s < h_0$ – на $0,009$ га/ч. При числе оборотов $n=500$ об/мин и с уве-

личением шага ступни t_s в диапазоне $0 < t_s < h_0/2$ производительность уменьшается на $0,016$ га/ч, а при $0 < t_s < h_0$ – на $0,07$ га/ч.

Снижение производительности МТА при увеличении шага ступни связано со снижением действия подталкивающей силы в системе МТА, что приводит к повышению буксования агрегата.

На рис. 2 представлена графическая зависимость влияния числа оборотов фрезы на производительность. Установлено, что с увеличением числа оборотов производительность независимо от шага ступни увеличивается по экспоненциальной зависимости. При шаге ступни $t_s = 0$ производительность для интервала $100 < n < 300$ об/мин, увеличивается на $0,03$ га/ч а при $300 < n < 500$ об/мин – на $0,01$ га/ч. При шаге ступни $t_s = h_0/2$ производительность для интервала $100 < n < 300$ об/мин, увеличивается на $0,05$ га/ч, а при $300 < n < 500$ об/мин – на $0,011$ га/ч. При шаге ступни $t_s = h_0$ производительность для интервала $100 < n < 300$ об/мин, увеличивается на $0,003$ га/ч, а для $300 < n < 500$ об/мин – на $0,01$ га/ч.

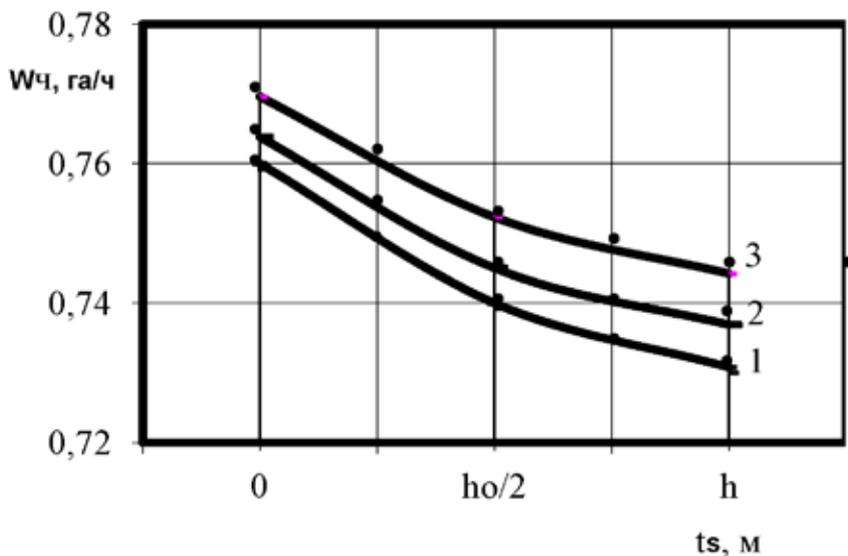


Рис. 1. Изменение производительности в зависимости от параметров почвообрабатывающей фрезы: 1 – $n = 100$ об/мин; 2 – $n = 300$ об/мин; 3 – $n = 500$ об/мин

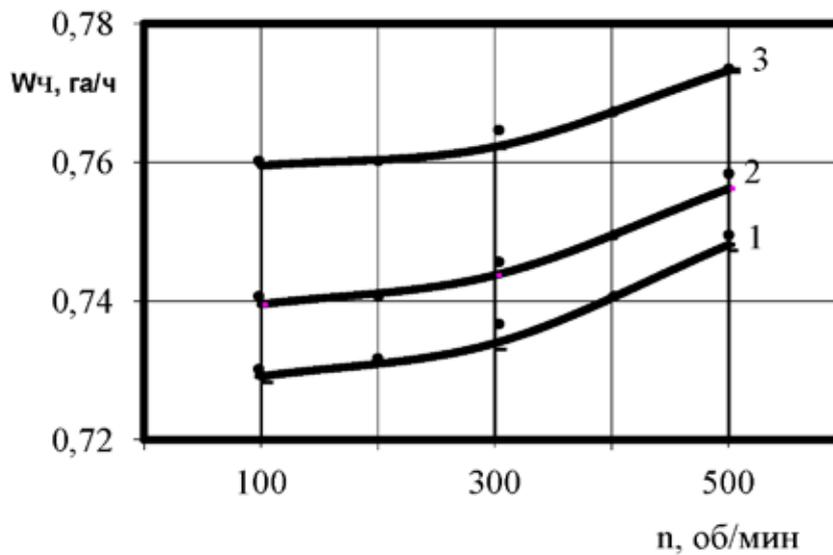


Рис. 2. Влияние числа оборотов на производительность в зависимости от шага ступни:
 $1 - t_s = 0$; $2 - t_s = h_o/2$; $3 - t_s = h_o$

Повышение производительности с увеличением числа оборотов фрезы объясняется повышением действия подталкивающей силы, что приводит к снижению буксования агрегата.

На рис. 3 представлена графическая зависимость влияния глубины обработки фрезы на производительность. Установлено, что с увеличением глубины обработки фре-

зы производительность независимо от шага ступни увеличивается по параболической зависимости. При шаге ступни $t_s = 0$ производительность для интервала $0,1 < h_o < 0,15$ м, увеличивается на $0,013$ га/ч, а при $0,15 < h_o < 0,2$ м – на $0,014$ га/ч. При шаге ступни $t_s = h_o/2$ производительность для интервала $0,1 < h_o < 0,15$ м, увеличивается на $0,007$ га/ч, а при $0,15 < h_o < 0,2$ м – на $0,009$ га/ч.

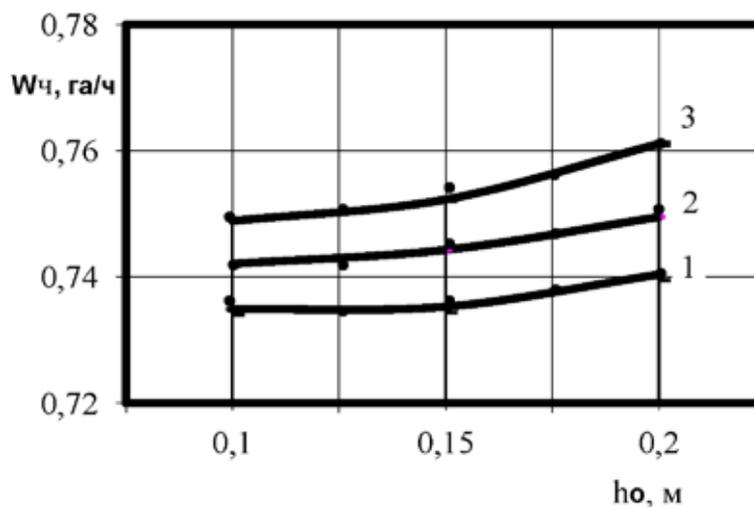


Рис. 3. Влияние глубины обработки на производительность в зависимости от шага ступни:
 $1 - t_s = 0$; $2 - t_s = h_o/2$; $3 - t_s = h_o$

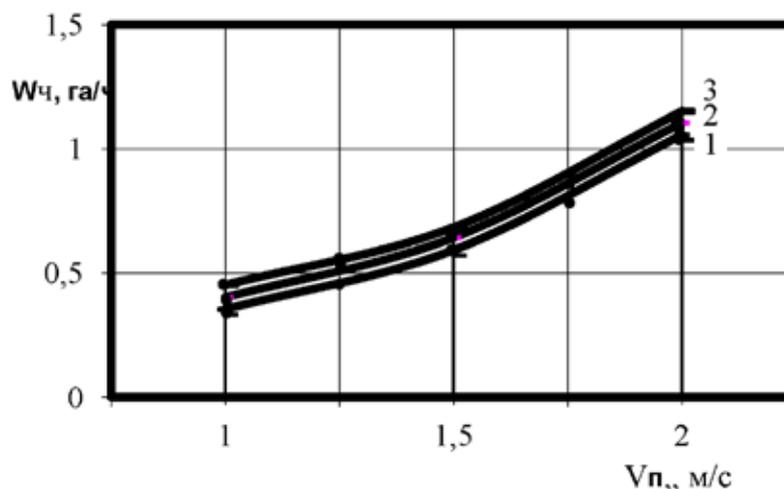


Рис. 4. Влияние поступательной скорости на производительность в зависимости от шага ступни: 1 – $t_s = 0$ м; 2 – $t_s = h_o/2$; 3 – $t_s = h_o$

При шаге ступни $t_s = h_o$ производительность для интервала $0,1 < h_o < 0,15$ м, увеличивается на 0,002 га/ч, а при $0,15 < h_o < 0,2$ м – на 0,002 га/ч.

Повышение производительности агрегата объясняется снижением буксования колес, повышением действия подталкивающей силы за счет увеличения параметров и объема стружки

На рис. 4 представлена графическая зависимость влияния поступательной скорости на производительность. Установлено, что с увеличением поступательной скорости производительность независимо от шага ступни увеличивается по линейной зависимости.

При шаге ступни $t_s = 0$ производительность для интервала $0,5 < V_{п} < 1,0$ м/с, увеличивается на 0,39 га/ч, а при $1,0 < V_{п} < 1,5$ м/с – на 0,39 га/ч. При шаге ступни $t_s = h_o/2$ производительность для интервала $0,5 < V_{п} < 1,0$ м/с, увеличивается на 0,38 га/ч, а при $1,0 < V_{п} < 1,5$ м/с – на 0,38 га/ч. Для интервала $0,5 < V_{п} < 1,0$ м/с и при шаге

ступни $t_s = h_o$ производительность увеличивается на 0,39 га/ч, а при $1,0 < V_{п} < 1,5$ м/с – на 0,39 га/ч.

Проверка с помощью критерия Фишера и Стьюдента ($Ft=2,30$) гипотезы ($Fp=2,27$) адекватности модели (1) показала пригодность ее использования в качестве прогнозирования производительности МТА с доверительной вероятностью 95 %.

Список литературы

1. Махмутов М.М., Тепикин А.И., Быковский В.С., Алимов А.Н. Определение буксования колесных машинно-тракторных агрегатов // Межвуз. сб. науч. тр. энергоэфф. и ресурсоб. тех. и сис. – Саранск: Изд-во Мордов-го ун-та, 2013. – С. 25-28.
2. Махмутов М.М., Быковский В.С. Влияние действий подталкивающих сил почвообрабатывающих фрез на буксование машинно-тракторных агрегатов // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 5. – С. 77-78.
3. Махмутов М.М., Быковский В.С. Определение площади стружки при работе почвообрабатывающих фрез // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – №1. – С. 27-28.
4. Махмутов М.М., Быковский В.С. Обоснование диаметра фрезерного барабана почвообрабатывающей машины Техника и оборудование для села. – 2014. – № 4 (202). – С. 11-15.