

ТЕХНИКА



УДК 631.31

**В.И. Беляев,
Н.Н. Бережнов,
Д.В. Тюрин**

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЯГОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ «КУЗБАСС» В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства, когда существующий парк машин уже выработал свой нормативный ресурс, все острее стоит проблема технического и технологического перевооружения хозяйств. При разработке и внедрении новой техники и технологий важно достигнуть системного взаимодействия растений, удобрений, гербицидов, агроприемов, экологических, природных и экономических факторов, а это требует дифференцированного подхода при выборе технических средств и применения технологий различного уровня интенсивности в зависимости от сочетания вышеназванных факторов.

Каждому типу технологий должен соответствовать определенный комплекс машин, обеспечивающих необходимую точность выполнения операций, производительность и энергозатраты.

Одним из путей решения данной проблемы является применение комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов, обеспечивающих сочетание нескольких технологических операций.

В результате возникает необходимость обоснования рациональных параметров и режимов работы перспективных агрегатов с целью их зональной адаптации.

Для установления энергетических характеристик выполнения технологических операций в 2005 г. проводились тяговые испытания посевных комплексов «Кузбасс» (ПК-8,5; ПК-9,7; ПК-12,2) в агрегате с тракторами «Кировец» (К-700А; К-701; К-744Р1; К-744Р2) на посевах пшеницы в четырех хозяйствах края: ЗАО «Колыванское» Павловского района, ЗАО ПХ «Степная Нива» Родинского района, СПК «Тамбовский» Романовского района и ФХ «Гилева И.Н.» Заринского района.

Одной из задач исследований являлось выявление влияния рабочей ширины захвата, скорости движения агрегата и загрузки бункера семян и удобрений на величину тягового усилия на крюке трактора и статистики его изменения по различным полям, а также подтверждения основных предпосылок и теоретических положений, сформулированных на

основе математического моделирования процесса функционирования МТА как системы «почва-орудие-трактор».

Полученная информация является исходной для технической оценки машин и разработки практических рекомендаций по эффективному их использованию. Результаты исследований по каждому отдельному агрегату (при работе на «отдельном поле») обобщались, и определялись статистики изменения энергетических показателей работы на совокупности полей - «группе полей».

Реализация опытов по отдельным полям осуществлялась в виде отдельных блочных планов, где в качестве варьируемого фактора рассматривалась рабочая скорость движения агрегата (3-5 уровней). Ширина захвата агрегата и загрузка бункера семян и удобрений являлись пассивными факторами, контролируемые в ходе экспериментов.

Статистики изменения средних величин рабочей скорости движения агрега-

та, нагрузки на крюке трактора и удельного тягового сопротивления на отдельных полях и их совокупности приведены в таблице 1.

Результаты тензометрирований показывают, что средние значения удельного тягового сопротивления комплексов ПК-8,5 на «отдельных полях» при агрегатировании с тракторами К-700А и К-701 составили 4,00 и 4,46 кН/м, при стандартных отклонениях — 0,18 и 0,40 кН/м и коэффициентах вариации - 0,05 и 0,09 соответственно. Для агрегата К-744Р1 + ПК-9,7 значение среднего удельного тягового сопротивления составило 4,58 кН/м, стандартного отклонения - 0,34 кН/м, а коэффициента вариации - 0,07. Агрегат К-744Р2 + ПК-12,2 имел следующие показатели: среднее удельное тяговое сопротивление - 4,07 кН/м, стандартное отклонение - 0,25 кН/м, коэффициент вариации - 0,06.

Таблица 1

Описательная статистика энергетических показателей агрегатов по отдельным полям и по «группе полей»

X	M(x)	x (α = 0,95)		σ(x)	D(x)	δ(x)	v(x)
		x - xx	X + X				
К-700А + ПК-8,5 (КФХ «Гилева И.Н.» Заринского района) n = 8							
V _p	2,12	1,82	2,28	0,28	0,08	0,10	0,13
P _{ин}	34,23	32,65	35,32	1,60	2,55	0,56	0,05
K	4,03	3,84	4,15	0,19	0,04	0,06	0,05
К-701 + ПК-8,5 (ЗАО «Колыванское» Павловского района) n = 16							
V _p	2,10	1,90	2,57	0,62	0,39	0,16	0,29
P _п	37,33	35,88	39,84	3,71	13,79	0,93	0,10
K	4,39	4,22	4,69	0,44	0,19	0,10	0,10
К-701 + ПК-8,5 (СПК «Тамбовский» Романовского района) n = 12							
V _p	2,35	2,06	2,0	0,34	0,12	0,10	0,14
P _{ин}	43,90	42,65	44,92	1,79	3,19	0,52	0,04
K	5,16	5,02	5,29	0,21	0,04	0,06	0,02
К-744Р1 + ПК-9,7 (СПК «Тамбовский» Романовского района) n = 9							
V _p	2,80	2,29	3,03	0,48	0,23	0,16	0,17
P _п	44,44	41,85	46,91	3,29	10,85	1,10	0,07
K	4,58	4,31	4,84	0,34	0,12	0,11	0,07
К-744Р2 + ПК-12,2 (ЗАО ПХ «Степная Нива» Родинского района) n = 19							
V _p	2,39	2,27	2,56	0,29	0,08	0,07	0,12
P _{ин}	49,46	48,10	51,11	3,03	9,17	0,71	0,06
K	4,05	3,94	4,19	0,25	0,06	0,05	0,06
По «группе полей» n = 64							
M(V)	2,35	2,00	2,0	0,28	0,08	0,12	0,12
M(P _{ин})	43,90	34,34	49,40	6,07	36,79	2,71	0,14
M(K)	4,39	3,87	5,02	0,47	0,22	0,20	0,11

В целом по «группе полей» математическое ожидание средних удельных тяговых сопротивлений агрегатов составило 4,27 кН/м, стандартное отклонение - 0,28 кН/м, а коэффициент вариации - 0,07.

В результате обработки экспериментальных данных с помощью статистических программных пакетов StatSoft Statistica и Microsoft Excel получены следующие уравнения связи, определяющие зависимость среднего тягового усилия на крюке трактора ($P_{кр}$) от скорости движения (V_p) на отдельных полях хозяйств:

1. КФХ «Гилева И.Н.» Заринского р-на; состав агрегата: К-700А + ПК-8,5:

$$P_{кр} = 28,4 + 1,32V_p^2; \quad R = 0,93; \\ F(1,6) = 36,8; \quad n = 8. \quad (1)$$

2. ЗАО «Колыванское» Павловского р-на; состав агрегата: К-701 + ПК-8,5:

$$P_{кр} = 31,6 + 1,17V_p^2; \quad R = 0,96; \\ F(1,14) = 145,8; \quad n = 16. \quad (2)$$

3. СПК «Тамбовский» Романовского р-на; состав агрегата: К-701 + ПК-8,5:

$$P_{кр} = 38,5 + 1,00V_p^2; \quad R = 0,85; \\ F(1,10) = 26,7; \quad n = 12. \quad (3)$$

4. СПК «Тамбовский» Романовского р-на; состав агрегата: К-744Р1 + ПК-9,7:

$$P_{кр} = 35,7 + 1,19V_p^2; \quad R = 0,92; \\ F(1,7) = 39,9; \quad n = 9. \quad (4)$$

5. ЗАО «Степная Нива» Родинского р-на; состав агрегата: К-744Р2 + ПК-12,2:

$$P_{кр} = 38,7 + 1,84V_p^2; \quad R = 0,85; \\ F(1,16) = 41,3; \quad n = 19. \quad (5)$$

Обобщенное уравнение регрессии для группы полей имеет вид:

$$P_{кр} = 6,16 + 1,39V_p^2 + 2,74V_p + 0,034G_6; \\ R = 0,89; \quad F(3,60) = 79,9; \quad n = 64, \quad (6)$$

где $P_{кр}$ - среднее значение нагрузки на крюке трактора, кН;

V_p - средняя рабочая скорость движения агрегата, м/с;

V_p - рабочая ширина захвата агрегата, м;

G_6 - загрузка бункера семян и удобрений, %.

Обработка средних удельных тяговых сопротивлений агрегатов по реализованным вариантам опытов позволила получить следующее статистически значимое уравнение связи:

$$k = 3,24 + 0,14V_p^2 + 0,007G_6; \\ R = 0,67; \quad F(2,60) = 25,5, \quad (7)$$

где k - среднее значение удельного тягового сопротивления агрегатов, кН/м.

Интенсивность прироста удельного тягового сопротивления агрегата с увеличением рабочей скорости движения характеризуем коэффициентом пропорциональности E , зависящим от параметров рабочих органов машин и условий эксплуатации. Для возможности сравнения агрегатов по энергоёмкости технологического процесса и его изменению, рассматриваем приведенные к эталонной скорости ($V_0 = 5$ км/ч = 1,39 м/с) значения коэффициента пропорциональности ε_0 и удельного тягового сопротивления агрегата k_0 . Данные показатели для «группы полей» имели следующие значения: $M(\varepsilon_0) = 0,034$ с²/м² и $M(k_0) = 3,79$ кН/м. Стандартные отклонения для этих величин составили 0,009 с²/м² и 0,25 кН/м, а коэффициенты вариации - 0,26 и 0,06 соответственно.

С целью выявления влияния веса бункера автономной высевающей системы на вероятностные характеристики тягового сопротивления комплекса в процессе проведения испытаний фиксировалась степень загрузки бункера технологическим материалом. Установлено, что увеличение загрузки бункера с 25 до 100% при работе на «группе полей» приводит к возрастанию удельного тягового сопротивления агрегата на 0,42 кН/м (с 3,69 до 4,21 кН/м). Величина коэффициента пропорциональности ε_0 при этом снижается с 0,038 до 0,033 с²/м² (при $V_0 = 5$ км/ч = 1,39 м/с) и с 0,036 до 0,031 с²/м² (при $V_0 = 7$ км/ч = 1,94 м/с) (табл. 2).

Таким образом, проведенные исследования позволили установить основные энергетические показатели работы посевных агрегатов и статистики их изменения с учетом влияния рабочей скорости движения и загрузки бункера семян и удобрений как на отдельных полях, так и на их совокупности различных хозяйств.

Полученные результаты будут использованы в качестве входной информации в разработанной математической модели комбинированного агрегата и позволят решать задачи по оптимизации параметров и режимов работы МТА.

Значения k_0 и e_0 по «группе полей» в зависимости от степени загрузки бункера и скорости приведения

x	Степень загрузки бункера, %					Ax (a == 0,95)		M(x)
	0	25	50	75	100	x - Ax	x + Ax	
$V_n = 5 \text{ км/ч} = 1,39 \text{ м/с}$								
M(k_n)	3,51	3,69	3,86	4,04	4,21	3,52	4,20	3,86
M(e_n)	0,040	0,038	0,036	0,035	0,033	0,033	0,040	0,036
$V_n = 7 \text{ км/ч} = 1,94 \text{ м/с}$								
M(k_n)	3,77	3,94	4,12	4,29	4,47	3,77	4,46	4,12
M(e_n)	0,037	0,036	0,034	0,033	0,031	0,031	0,037	0,034



УДК631.3

**В.С. Красовских,
Т.В. Добродомова**

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПОСЕВНОГО
КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ МТ-5**

В зональных технологиях осуществляется переход к биологизации земледелия, минимальной обработке почвы, энергоресурсосбережению.

Реализацией новых технологий служат комбинированные почвообрабатывающие посевные агрегаты типа почвообрабатывающего посевного комплекса (ЭППК) в составе трелевочной гусеничной машины МТ-5 ОАО «Алттрак» и почвообрабатывающего посевного комплекса ППК ОАО «Рубцовский машиностроительный завод».

Назначать параметры и режимы работы ЭППК необходимо с учетом условий функционирования агрегата, которые не остаются постоянными, а непрерывно изменяются вследствие изменчивости физико-механических свойств почвы, растительной массы, неровностей поверхности поля, по которому движется агрегат.

Результатом научных исследований было доказано, что основное влияние на энергетические и эксплуатационные по-

казатели МТА оказывает непостоянство тягового сопротивления агрегата, а его изменчивость оценивается колебанием низкочастотной составляющей [1, 2, 4 и др.]. На качество полевых работ, производительность и экономичность машинно-тракторных агрегатов влияют также масса агрегата, мощность двигателя, ширина захвата, скорость движения агрегата. Соотношения между этими параметрами МТА не остаются постоянными и изменяются в зависимости от специфики технологического процесса, конструктивных и эксплуатационных особенностей МТА, природно-климатических условий

Поэтому для определения выходных показателей ЭППК примем математическую модель «почва-почвообрабатывающий посевной комплекс-двигатель-трансмиссия-двигатель» («П-ППК-Дж-Т-Дв»), позволяющую определять по математическому ожиданию тягового сопротивления агрегата $M(P)$ с учетом