



Рис. Зависимость вариации состава комбикорма по содержанию контрольного компонента в зависимости от степени корреляции подач исходных компонентов (при $v_x = v_y = 0,05$)

На рисунке показана зависимость коэффициента вариации состава комбикорма от коэффициента корреляции величин x и y . Коэффициенты вариации подачи контрольного и других компонентов приняты величиной в 0,05, что является допустимым верхним пределом для дозаторов комбикормовых агрегатов.

Таким образом, наилучшие условия дозирования и поддержания требуемого состава комбикорма могут быть достигнуты при связанном дозировании и положительной корреляции в работе дозаторов.

Библиографический список

1. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях /

В.А. Вознесенский. М.: Статистика, 1974. 192 с.

2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов / А.Ю. Закгейм. М.: Химия, 1982. 288 с.

3. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учеб. пособие для вузов / В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. М.: Высш. шк., 1991. 400 с.

4. Пронкин Н.С. Основы метрологии динамических измерений: учеб. пособие для вузов / Н.С. Пронкин. М.: Логос, 2003. 356 с.

5. Райбман Н.С. Построение моделей процессов производства / Н.С. Райбман, В.М. Чадеев. М.: Энергия, 1975. 376 с.



УДК 631.331.003.12

В.И. Беляев,
В.М. Шишов

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПК-8,5 С ДВУМЯ ВАРИАНТАМИ КАТКОВ

Экспериментальные исследования проводились в условиях ОАО «Агрокомплекс» Беловского района Кемеровской области.

Программа исследований в 2006 г. включала в себя проведение энергетической

и агротехнической оценки посевных агрегатов на базе ПК-8,5 с двумя вариантами катков: серийным (с пневмошинами) и опытным (с металлическими), а также технико-экономическую оценку МТА.

Тяговые испытания МТА проводились на опытном поле площадью 40 га. Предшественник — многолетние травы. Осенняя обработки почвы выполнялась агрегатами К-744Р1 + ПТК-9-35 и К-744Р1 + ПК-8,5 (без бункера семян и удобрений). Состав динамометрируемого агрегата: К-744Р1 + ПК-8,5 (без бункера семян и удобрений).

Исследовалось влияние рабочей скорости движения агрегатов К-744Р1 + ПК-8,5 с двумя вариантами катков на тяговое сопротивление и агрегатный состав почвы после обработки.

Работа агрегатов выполнялась на четырех рабочих передачах трактора (1-2, 1-4, 2-1, 2-3) с серийными катками и (1-1, 1-2, 2-1, 2-3) с опытными катками ОАО «АНИТИМ» в диапазоне рабочих скоростей 1,07-2,79 м/с (3,9-10,0 км/ч) и 1,21-3,05 м/с (4,4-11,0 км/ч) соответственно. Повторность проведения опытов принята 3-кратной. Время опыта находилось в пределах 30-60 с. Всего реализовано по 12 опытов с каждым из агрегатов. Средняя глубина обработки составляла 6-8 см.

При проведении испытаний замерялись и определялись следующие показатели: плотность, твердость и влажность почвы на опытном поле, агрегатный состав почвы, тяговое усилие на крюке трактора, рабочая скорость движения МТА, статистики изменения глубины обработки почвы и гребнистости поверхности поля после прохода агрегата. Опыты реализованы 22 мая 2006 г.

Средние значения замеров влажности, плотности, твердости почвы на опытном поле приведены в таблице 1.

**1. К-744Р1 + ПК-8,5
(базовый вариант катков ООО «Агро»)**

Обработка опытных данных позволила получить следующее значимое уравне-

ние связи среднего тягового усилия на крюке трактора ($P_{кр}$, кН) и рабочей скорости движения (V_p , м/с):

$$P_{кр} = 31,5 + 0,81V_p^2, R = 0,65. (1)$$

После преобразования уравнения для среднего удельного тягового сопротивления агрегата (К, кН/м) имеем:

$$K = 3,71 + 0,10V_p^2, (2)$$

Таким образом, в диапазоне рабочих скоростей движения 1,07-2,79 м/с (3,9-10,0 км/ч) средняя величина нагрузки на крюке трактора изменяется в пределах 32,4-37,8 кН, а удельное тяговое сопротивление - от 3,81 до 4,45 кН/м.

Средняя величина коэффициента пропорциональности, характеризующего прирост тягового сопротивления агрегата с увеличением рабочей скорости движения по отношению к приведенной ($V_p = 1,94$ м/с = 7,0 км/ч) составляет $0,023$ с²/м². А величина среднего удельного тягового сопротивления при этом равна 4,09 кН/м.

Анализ стандартных отклонений тягового усилия на крюке трактора ($\sigma_{ркр}$) при различных режимах работы МТА позволил выявить их увеличение как с ростом нагрузки на крюке трактора, так и рабочей скорости движения. Уравнения связи имеют вид:

$$\sigma_{ркр} = 4,9 + 0,17V_p^2, R = 0,41; (3)$$

$$\sigma_{ркр} = 0,30 + 0,15P_{кр}, R = 0,59. (4)$$

Уравнения имеют низкую статистическую значимость, а расчетные значения средней нагрузки на крюке трактора и стандартного отклонения при скорости приведения $V_p = 1,94$ м/с составляют 34,8 и 5,5 кН соответственно, а коэффициент вариации — 0,16.

Средние значения агрегатного состава почвы при различных режимах работы посевных агрегатов приведены в таблице 2.

Таблица 1

Средние значения плотности, влажности и твердости почвы

№	Показатель, размерность	Слой почвы, см			
		0-10	10-20	20-30	30-40
1	Плотность почвы, г/см ³	0,80	0,92	0,97	0,98
2	Влажность почвы, %	27,9	28,5	27,6	25,7
3	Твердость почвы, кг/см ²	13,1	12,3	12,3	13,2

Таблица 2

Средние значения агрегатного состава почвы, %

№	Передача, (скорость, м/с)	Размеры почвенных агрегатов, мм								
		> 10	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	0,5-1	0,25-0,5	<0,25
1	1-2 (1,18 м/с)	6,4	6,2	10,9	11,6	33,7	25,0	4,1	1,9	0,3
2	1-4 (2,22 м/с)	5,2	4,3	8,3	24,0	38,6	17,3	1,7	0,6	0,1
3	2-1 (1,98 м/с)	6,7	5,3	8,4	13,8	37,8	24,3	2,4	1,0	0,2
	2-3 (2,74 м/с)	7,2	6,7	12,5	23,3	32,9	15,1	1,7	0,5	0,1

Из анализа данных агрегатного состава следует, что почва на поле имеет низкую эрозионную опасность. Количество эрозионно-опасных частиц (менее 1 мм) в поверхностном слое с увеличением скорости движения от 1,18 до 2,74 м/с снижалось с 6,3 до 2,3%. А количество агрономически ценных агрегатов (1-10мм) возрастало до скорости движения 2,22 м/с с 87,3 до -92,4%, а затем снижалось при скорости 2,74 м/с до 90,5%. Различия в содержании агрономически ценных агрегатов при работе МТА на скоростях движения 1,98-2,74 м/с незначимы.

2. К-744Р1 + ПК-8,5

(вариант катков ОАО «АНИТИМ»)

Обработка опытных данных позволила получить следующее значимое уравнение связи среднего тягового усилия на крюке трактора ($P_{кр}$, кН) и рабочей скорости движения (V_p , м/с):

$$P_{кр} = 35,9 + 0,94V_p^2, \quad R = 0,80. \quad (5)$$

После преобразования уравнения для среднего удельного тягового сопротивления агрегата (K , кН/м) имеем:

$$K = 4,22 + 0,11V_p^2. \quad (6)$$

Согласно расчетов по уравнениям (5-6), в диапазоне рабочих скоростей движения 1,21-3,05 м/с (4,4-11,0 км/ч) средняя величина нагрузки на крюке трактора изменяется в пределах 37,3-44,6 кН, а удельное тяговое сопротивление - от 4,39 до 5,25 кН/м.

Средняя величина коэффициента пропорциональности, учитывающего при-

рост тягового сопротивления агрегата с увеличением рабочей скорости движения по отношению к приведенной ($V_p = 1,94 \text{ м/с} = 7,0 \text{ км/ч}$) составляет $0,024 \text{ с}^2/\text{м}^2$, а величина среднего удельного сопротивления при этом равна 4,63 кН/м.

Обработка результатов опытов позволила установить значимые зависимости стандартного отклонения тягового усилия на крюке трактора ($\sigma_{ркр}$) от рабочей скорости движения и средней нагрузки в виде уравнений регрессии:

$$\sigma_{ркр} = 6,5 + 0,34V_p^2, \quad R = 0,64; \quad (7)$$

$$\sigma_{ркр} = 1,47 + 0,16P_{кр}, \quad R = 0,66. \quad (8)$$

Величины средней нагрузки на крюке трактора и его стандартного отклонения при скорости приведения $V_p = 1,94 \text{ м/с}$ составляют 39,4 и 7,8 кН соответственно, а коэффициент вариации нагрузки - 0,20.

Средние значения агрегатного состава почвы при различных режимах работы посевных агрегатов приведены в таблице 3.

Из анализа данных агрегатного состава почвы следует, что с увеличением скорости движения агрегата от 1,23 до 1,48 м/с количество эрозионноопасных частиц снижается с 3,9 до 3,4%, а при дальнейшем росте до 3,01 м/с - возрастает до 5,6%. Количество агрономически ценных фракций (1-10 мм) с увеличением скорости движения от 1,23 до 3,01 м/с возрастает с 71,8 до 82,0%.

Таблица 3

Средние значения агрегатного состава почвы, %

№	Передача (скорость, м/с)	Размеры почвенных фракций, мм								
		> 10	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	0,5-1	0,25-0,5	<0,25
1	1-1 (1,23 м/с)	14,3	6,1	8,8	16,7	27,8	22,3	3,2	0,7	0,0
2	1-2 (1,48 м/с)	16,7	6,2	7,5	15,1	31,7	19,5	2,6	0,7	0,1
3	2-1 (1,92 м/с)	14,8	5,3	7,4	11,4	22,5	33,2	4,4	0,9	0,0
	2-3 (3,01 м/с)	12,4	4,0	5,6	13,4	30,1	27,9	5,0	1,5	0,1

3. Обобщенные результаты энергетической и агротехнической оценки МТА

Средние значения приведенных (к рабочей скорости движения 1,94 м/с) энергетических показателей работы агрегатов К-744Р1 + ПК-8,5 с двумя вариантами катков приведены в таблице 4.

Сравнительный анализ данных показывает, что применение опытного варианта катков (ОАО «АНИТИМ») приводит к значимому увеличению энергоемкости обработки почвы: среднее приведенное (к $V_p = 1,94$ м/с) тяговое усилие увеличивается на 4,6 кН (13%), удельное тяговое сопротивление - на 0,54 кН/м (13%), а коэффициент пропорциональности «тяга-скорость» - на 0,001 с²/м² (4%). При этом возрастает стандартное отклонение тягового усилия на крюке трактора на 2,3 кН (42%), а коэффициент вариации - на 4% (25,0%).

Таким образом, с энергетической точки зрения серийный вариант катков является более предпочтительным.

Осредненные значения агрегатного состава почвы после обработки в исследуемом диапазоне скоростей движения МТА с различными вариантами катков приведены в таблице 5.

Как показывает анализ, наиболее значимое различие по сравниваемым вариантам катков имеется в количестве агрегатов, размером более 10 и 2-3 мм. Применение опытного варианта катков привело к увеличению крупнокомковатых агрегатов (более 10 мм) на 8,2% и снижению агрономически ценных 2-3 и 3-5 мм на 4,2 и 4,0% соответственно. В результате при использовании опытного варианта катков количество агрономически ценных агрегатов (1-10 мм) было в

среднем ниже на 9,3%, а эрозионно-опасных частиц выше на 1,2%.

Это указывает на преимущества серийного варианта катков. Хотя в целом почва на опытном поле имеет низкую эрозионную опасность.

3. Техничко-экономическая оценка результатов исследований

Расчет выходных технико-экономических показателей работы посевных агрегатов К-744Р1+ПК-8,5 с двумя вариантами катков: серийными (пневмошины) и опытными (производства ОАО «АНИТИМ») проводился на основе результатов тяговых испытаний агрегатов по разработанной программе. Результаты расчетов приведены в таблице 6.

Исходные данные для расчетов и принятые допущения следующие:

1. Годовая загрузка трактора К-744Р1 соответствует нормативной - 1350 ч.
2. Отчисления на амортизацию и ремонт трактора соответствуют нормативным: $H_a = 12,5\%$ (срок службы 8 лет), $R_t.p. = 18\%$.
3. Годовая загрузка посевного комплекса ПК-8,5 равна 540 ч.
4. Отчисления на амортизацию и ремонт ПК-8,5 соответствуют нормативным: $H_{асхм} = 14,2\%$; $R_{схм} = 18\%$.
5. Комплексная цена ГСМ составляет 15 руб/кг.
6. Часовая тарифная ставка механизаторов и вспомогательных рабочих составляет 30 руб/ч.
7. Цена на трактор К-744Р1 принята по данным ОАО «Алтайагротех», а на посевной комплекс ПК-8,5 с различными вариантами катков — одинаковой по данным ООО «Агро».

Таблица 4

Средние значения приведенных (к $V_p = 1,94$ м/с) энергетических показателей работы агрегатов К-744Р1 + ПК-8,5 с двумя вариантами катков

Вариант катков	Ркр, кН	$\sigma_{кр}$, кН	v , %	К, кН/м	E_0 , с ² /м ²
1. Серийные (ООО «Агро»)	34,8	5,5	16	4,09	0,023
2. Опытные («ОАО АНИТИМ»)	39,4	7,8	20	4,63	0,024

Таблица 5

Средние значения агрегатного состава почвы после обработки К-744Р1+ПК-8,5 с двумя вариантами катков

Вариант катков	V_p , м/с	Размеры почвенных агрегатов, мм								
		> 10	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	0,5-1	0,25-0,5	<0,25
1. Серийные (ООО «Агро»)	2,03	6,4	5,6	10,0	18,2	35,8	20,4	2,5	1,0	0,2
2. Опытные (ОАО «АНИТИМ»)	1,91	14,6	5,4	7,3	14,2	31,6	25,7	3,8	1,0	0,1

Сравнительные технико-экономические показатели МТА

Состав МТА, вариант катков	Вр, м	Vp, м/с	Wн, м ² /с	Gra, г/м ²	Составляющие затрат, руб/га				Зэ, руб/га
					Згсм	Ззп	За	Зтр	
1. К-744Р1+ПК-8,5 (серийные катки)	8,5	3,08	26,2	0,46	99,5	4,6	135,2	154,2	393,6
2. К-744Р1+ПК-8,5 (опытные катки)	8,5	2,84	24,1	0,50	107,8	4,9	146,6	167,1	426,5
Разность			+2,1	-0,04	-8,3	-0,3	-11,4	-12,9	-32,9

Примечание. Вр — рабочая ширина захвата МТА, м;

Vp — средняя рабочая скорость движения, м/с;

Wн — средняя чистая производительность МТА, м²/с;

Gra — средний расход топлива на единицу чистой производительности

МТА, г/м²;

Згсм - средние затраты на ГСМ, руб/га;

Ззп — средние затраты на заработную плату, руб/га;

За — средние затраты на амортизацию, руб/га;

Зтр — средние затраты на техническое обслуживание и ремонт, руб/га;

Зэ — средние эксплуатационные затраты, руб/га;

Спр — средние приведенные затраты, руб/га.

Таким образом, применение более энергоемкого опытного варианта катков на посевном комплексе ПК-8,5 в сравнении с серийным привело к снижению средней рабочей скорости движения агрегата на базе трактора К-744Р1 с 3,08 (11,1 км/ч) до 2,84 м/с (10,2 км/ч), или на 0,9 км/ч. В результате чистая производительность снизилась с 26,2 (9,4 га/ч) до 24,1 м²/с (8,7 га/ч), или на 0,7 га/ч. А величина чистого удельного расхода топлива (по площади) возросла с 0,46 (4,6 кг/га) до 0,50 г/м² (5,0 кг/га), или на 0,4 кг/га.

С экономической точки зрения применение опытных катков приводит к увеличению затрат ГСМ на 8,3 руб/га, заработной платы - на 0,3, отчислений на амортизацию - на 11,4 руб/га, отчислений на техническое обслуживание и ремонт - на 12,9 руб/га. В итоге эксплуатационные затраты возрастают на 32,9 руб/га.

4. Общие выводы

4.1. По результатам энергетической и агротехнической оценки К-744Р1 + ПК-8,5 с двумя вариантами катков:

- применение опытного варианта катков (ОАО «АНИТИМ») приводит к значимому увеличению энергоемкости обработки почвы: среднее приведенное (к Vp = 1,94 м/с) тяговое усилие увеличивается на 4,6 кН (13%), удельное тяговое сопротивление - на 0,54 кН/м

(13%), а коэффициент пропорциональности «тяга-скорость» - на 0,001 с²/м² (4%);

- при этом возрастает стандартное отклонение тягового усилия на крюке трактора на 2,3 кН (42%), а коэффициент вариации - на 4% (25,0%);

- с энергетической точки зрения серийный вариант катков является более предпочтительным;

- оценка агрегатного состава почвы в поверхностном слое почвы после обработки показывает, что наиболее значимое различие по сравниваемым вариантам катков имеется в количестве агрегатов размером более 10 мм, 2-3 и 3-5 мм. Применение опытного варианта катков (ОАО «АНИТИМ») привело к увеличению крупнокомковатых агрегатов (более 10 мм) на 8,2% и снижению агрономически ценных 2-3 и 3-5 мм на 4,2 и 4,0% соответственно;

- при использовании опытного варианта катков количество агрономически ценных агрегатов (1-10 мм) было в среднем ниже на 9,3%, а эрозионно-опасных частиц выше на 1,2%;

- с точки зрения создания рациональной структуры почвы в поверхностном слое имеются некоторые преимущества серийного варианта катков. Хотя в целом почва на опытном поле имеет низкую эрозионную опасность.

4.2. По технико-экономической оценке агрегата К-744Р1 + ПК-8,5 с двумя вариантами катков.

- применение более энергоемкого опытного варианта катков на посевном комплексе ПК-8,5 в сравнении с серийным привело к снижению средней рабочей скорости движения агрегата на базе трактора К-744Р1 с 3,08 (11,1 км/ч) до 2,84 м/с (10,2 км/ч), или на 0,9 км/ч;
- в результате чистая производительность снизилась с 26,2 (9,4 га/ч) до 24,1 м²/с (8,7 га/ч), или на 0,7 га/ч. А

величина чистого удельного расхода топлива (по площади) возросла с 0,46 (4,6 кг/га) до 0,50 г/м² (5,0 кг/га), или на 0,4 кг/га;

- с экономической точки зрения применение опытных катков приводит к увеличению затрат ГСМ на 8,3 руб/га, заработной платы - на 0,3, отчислений на амортизацию — на 11,4, отчислений на техническое обслуживание и ремонт - на 12,9 руб/га. В итоге эксплуатационные затраты возрастают на 32,9 руб/га.



УДК 631.362

Н.И. Стрикунов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА И СЕМЯН НА ОСНОВЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН

Зерновой ворох, поступивший от комбайнов, представляет собой механическую смесь различных компонентов. Зерновая масса основной культуры составляет 85-98%, остальная часть вороха — семена и соцветия сорных растений, солома, комочки земли, насекомые, колоски, стебли и т.д.

В зерновой массе содержатся не только сорные примеси, но и некоторая часть основной культуры - это мелкие, недоразвитые, щуплые, раздавленные, дробленые зерна. Эта часть зерна используется на фуражные цели.

При послеуборочной обработке зерна все эти примеси должны быть выделены на различных рабочих органах зерноочистительных машин (воздушные каналы, решета, триеры), применяемых в технологиях. Качество сепарирования зависит от многих факторов, в том числе и от технологических схем, заложенных в эти машины.

Несовершенство двухярусных решетных схем плоскорешетных сепараторов (по четыре решета в каждом ярусе) не позволяет получить максимальный эффект разделения. Наиболее перспектив-

ной схемой является каскадное размещение решет. Такую схему решет имеет машина ОЗС-50 (ОАО ГСКБ «Зерноочистка»). В сравнении с решетной схемой машины ОВС-25 площадь решет больше в два раза. Качество решетной очистки зависит от многих факторов: правильного подбора решет на соответствующую культуру, частоты колебаний решетных станков, скорости перемещения частиц по решетку и других.

Триерная очистка необходима для выделения длинных и коротких примесей. Однако даже при самых благоприятных условиях полного разделения длинных и коротких компонентов смеси не происходит. Поэтому настройку триеров на эффективную работу должен проводить подготовленный машинист.

Недостатком некоторых типовых технологий является отсутствие важных технологических операций, особенно при подготовке семян (предварительной и окончательной очистки). В качестве машины окончательной очистки должен применяться пневмосортировальный стол (ПСС).