

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(k₀)	3,51	3,69	3,86	4,04	4,21	3,52	4,20	3,86
M(e₀)	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(k₀)	3,77	3,94	4,12	4,29	4,47	3,77	4,46	4,12
M(e₀)	0,037	0,036	0,034	0,033	0,031	0,031	0,037	0,034



УДК 631.3

**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 $M(\bar{P})$ с учетом

веса технологических материалов G_{tm} и мощности двигателя N_n для группы полей характеристики выходных показателей работы агрегата, которыми являются математические ожидания выходных переменных для группы полей $M(\bar{Y})$.

При обосновании рационального состава агрегата, параметров и режимов работы ЭПК в качестве критерия оптимизации принимаются средние совокупные затраты средств, учитывающие средние затраты на единицу выполненной работы и затраты, связанные с потерей урожая из-за уплотняющего воздействия на почву движителей сельскохозяйственной техники:

$$M(\bar{Z}_c) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $M(\bar{Z}_c)$ – математическое ожидание значений средних совокупных затрат для группы полей.

При определении рационального состава агрегата, параметров и режимов работы ЭПК необходимо учитывать следующие ограничения:

- минимально и максимально допустимые скорости движения агрегата по агротехническим требованиям;
- максимальное удельное давление на почву и предельную величину буксования движителя машины по агротехническим требованиям;
- мощность двигателя, определяемую конструктивными особенностями трансмиссии МТ-5;
- максимально допустимую силу тяги и грузоподъемность энергетического шасси по техническим условиям на машину.

ПК представляют собой сцеп, состоящий из культиватора и прицепной тележки, на которой установлены два бункера (один – для семян, другой – для удобрений), двигатель привода вентилятора, вентиляторная установка, дозаторы подачи семян и удобрений из бункеров, загрузочно-разгрузочный шнек. В ЭПК работа вентилятора осуществляется через ВОМ за счет мощности основного двигателя. Тогда агрегат представляет собой тягово-транспортную машину, используемую в качестве энергетического шасси, с установленными на ней бункерами с зерном и удобрениями в агрегате с культиватором.

Оценка эксплуатационных качеств ЭПК сделана на основе сочетания расчетно-теоретического анализа и соответствующих экспериментальных данных.

Для обоснования возможности изменения параметров и режимов работы двигателя с новой почвообрабатывающей техникой на электротормозном стенде ДС 1146-4К/V через вал отбора мощности с соблюдением требований ГОСТ 18509-80 [3] снимались типовые характеристики с $N_n = 132,3$ кВт.

После обработки опытных данных характеристики двигателя представлены в виде двух участков. Регуляторные ветви аппроксимированы прямой вида $y = A + BM_k$, корректорные участки – параболой $y = A + BM_k + CM_k^2$. Полученные уравнения регрессии основных параметров двигателя в функции от крутящего момента $y = f(M_k)$ приведены в таблице. Эти уравнения были в дальнейшем использованы для построения тяговой характеристики машины.

Таблица

Уравнения регрессии основных параметров двигателя Д-461-17

Вид характеристики двигателя	Участок аппроксимации	Уравнение регрессии	Размерность	Коэфф. корреляции, R
$N_n = 132,3$ кВт	Корректорная ветвь	$n_e = -1,584 \cdot 10^4 + 45M_k - 2,9 \cdot 10^{-2} M_k^2$	мин ⁻¹	0,97
		$G_t = -173,65 + 0,48M_k - 2,97 \cdot 10^{-4} M_k^2$	кг/ч	0,8
	Регуляторная ветвь	$n_e = 1,8 \cdot 10^3 - 0,168M_k$	мин ⁻¹	0,99
		$G_t = 6,65 + 1,84 \cdot 10^{-2} M_k$	кг/ч	0,99

Проведенные тяговые испытания машины трелевочной МТ-5 на фоне – стерня колосовых свидетельствуют о том, что МТ-5 может быть использована в качестве базы для агрегатирования с ППК, т.к. выдерживаются основные агротехнические ограничения: тяговое усилие $R_{кр} \geq 50$ кН; скорость движения $1,39 \leq V_p \leq 2,78$ м/с; буксование машины $\delta \leq 5\%$.

Для определения оптимальной величины веса технологического материала ($G_{тм}$), мощности двигателя (N_d) возьмем три уровня математического ожидания

тягового сопротивления агрегата для группы полей $M(\bar{P})$: 25; 40; 55 кН. Условие оптимизации (1) будет выполняться при максимальных значениях веса семян и эффективной мощности.

В настоящее время конструкция силовой передачи МТ-5 не позволяет реализовать мощность более 110,4 кВт. Поэтому введем ограничение на мощность N_d двигателя энергетического шасси, реализуемую через тягу.

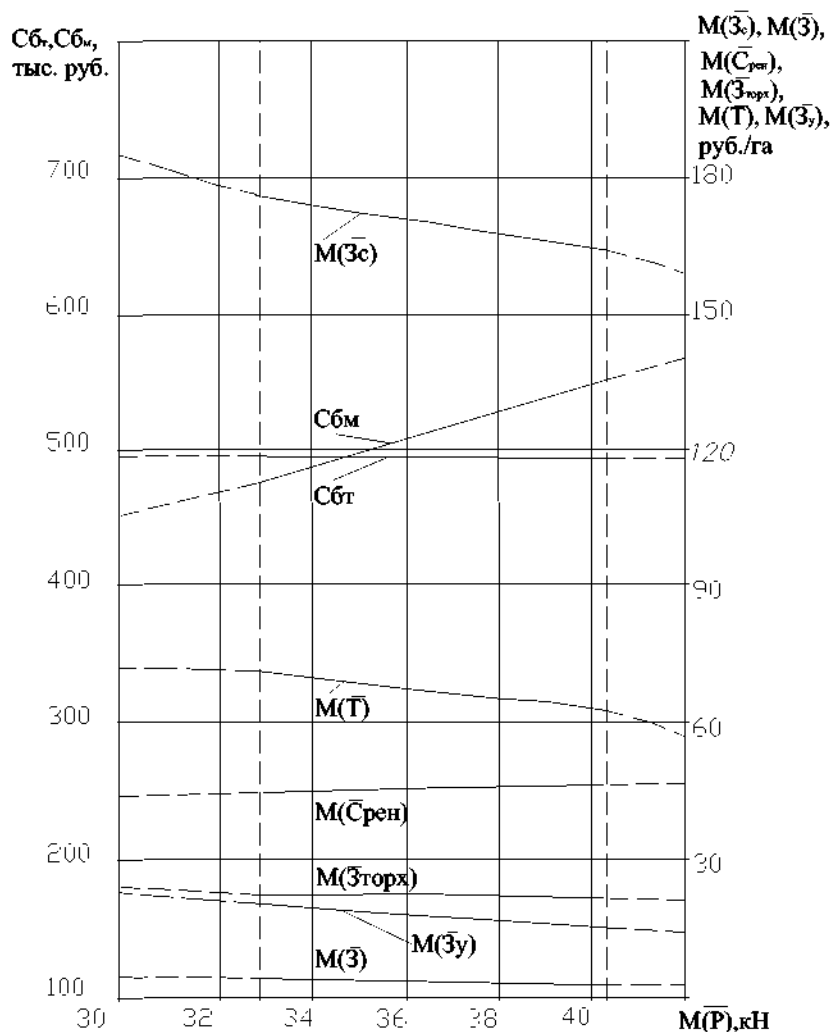


Рис. Математические ожидания экономических показателей ЭПК для группы полей: $M(\bar{P})$ – математическое ожидание тягового сопротивления агрегата; $M(\bar{Z})$ – средние совокупные затраты средств; $M(\bar{Z})$ – средняя зарплата тракториста; $M(\bar{Z}_y)$ – средние затраты средств, связанные с потерей урожая из-за уплотняющего воздействия движителей на почву; $M(\bar{T})$ – средние затраты на топливо и смазочные материалы; $M(\bar{C}_{рен})$ – средние затраты на реновацию агрегата; $M(\bar{Z}_{ТОРХ})$ – средние отчисления на ТОРХ агрегата; $C_{бм}, C_{бт}$ – балансовая стоимость шасси и с.-х. машины

Для тягово-транспортно-приводного агрегата параллельно с мощностью N_t , затрачиваемой на поступательное движение агрегата, от двигателя отбирается мощность на привод вентилятора $N_{\text{ВОМ}}$, рассчитываемая по формуле [2]:

$$N_n = N_t + N_{\text{ВОМ}}, \quad (2)$$

где N_n – номинальная мощность двигателя;

N_t – мощность, затрачиваемая на поступательное движение агрегата;

$N_{\text{ВОМ}}$ – мощность, отбираемая через ВОМ на привод вентиляторной установки.

Тогда номинальная мощность двигателя составляет 132,3 кВт [5].

При выборе веса семян и удобрений следует учесть, что, с одной стороны, увеличение объема бункера приведет к увеличению коэффициента использования рабочего времени смены (для трех вариантов бункера, засыпанного технологическим материалом массой $m_{\text{min}} = 1$ т, $m_{\text{cp}} = 4$ т, $m_{\text{max}} = 7$ т, коэффициент использования рабочего времени смены составит $\tau_{\text{см}} = 0,4$; $\tau_{\text{см}} = 0,5$; $\tau_{\text{см}} = 0,8$ соответственно). С другой стороны, больший объем бункера повлечет за собой увеличение материалоемкости конструкции и затрат энергии на его перемещение. С учетом всего вышесказанного выбираем вес посевного материала, равным 68,6 кН.

Значение матожидания тягового сопротивления агрегата по группе полей выбираем равным 40,3 кН из допустимого по техническим требованиям интервала как максимально возможное (рис.) вследствие того, что по мере возрастания величины тягового сопротивления для группы полей $M(\bar{P})$ происходит уменьшение величины средних удельных совокупных затрат средств $M(\bar{Z}_c)$ и ее составляющих: средней заработной пла-

ты тракториста $M(\bar{Z})$, средних затрат средств, связанных с потерей урожая из-за уплотняющего воздействия движителей на почву $M(\bar{Z}_y)$, средних затрат на топливо и смазочные материалы $M(\bar{T})$, средних отчислений на ремонт и техническое обслуживание агрегата $M(\bar{Z}_{\text{ТОРХ}})$.

Рассчитаем согласно математической модели тягово-приводного МТА выходные показатели ЭПК: рабочая ширина захвата – 10,3 м, рабочая скорость движения – 1,2-2 м/с, сменная производительность – 3,6-6 га/ч, погектарный расход топлива – 5-8 кг/га, удельные совокупные затраты – 101-166 руб/га.

Библиографический список

1. Агеев Л.Е. Сверхмощные тракторы сельскохозяйственного назначения / Л.Е. Агеев, В.С. Шкрабак, В.Ю. Моргулис-Якушев. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. 415 с.
2. Анилович В.Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов / В.Я. Анилович, Ю.Т. Водолажченко. М.: Машиностроение, 1976. 456 с.
3. ГОСТ 18509-80. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. 57 с.
4. Красовских В.С. Повышение эффективности функционирования тяговых агрегатов за счет оптимизации параметров и эксплуатационных режимов работы в степных и лесостепных районах Западной Сибири: автореф. дис. д-ра техн. наук. / В.С. Красовских. СПб.; Пушкин, 1991. 37 с.
5. Машина трелевочная МТ-5, ее комплектации, модификации и исполнения Технические условия ТУ 4726-003-05785632-00. Часть 1. 2000.

