

ширина  $U = 76$  мм, высота  $H = 13$  мм, длина  $L = 40$  мм и количество отверстий  $C = 5$ .

опытного дела // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – №12. – С. 51–52.

### Литература

1. Шевченко А.П. Обоснование параметров и режимов работы сошниковой группы для посева семян многолетних бобовых трав: дис. ... канд. техн. наук / Омский гос. аграр. ун-т им. П.А. Столыпина. – Омск, 2003.
2. Шевченко А.П., Домрачев В.А. Повышение эффективности функционирования посевных машин путем оптимизации конструктивных параметров рабочих органов. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. – 120 с.
3. Шевченко А.П., Бегунов М.А. Повышение эффективности работы машин для посева льна-долгунца путем оптимизации конструктивных параметров рабочих органов. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2016. – 122 с.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 388 с.
5. Домрачев В.А., Шевченко А.П. Разработка научных основ механизации селекционно-

### Literatura

1. Shevchenko A.P. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty soshnikovoj grupy dlja poseva semjan mnogoletnih bobovyh trav: dis. ... kand. tehn. nauk / Omskij gos. agrar. un-t im. P.A. Stolypina. – Omsk, 2003.
2. Shevchenko A.P., Domrachev V.A. Povysenie jeffektivnosti funkcionirovaniya posevnyh mashin putem optimizacii konstruktivnyh parametrov rabochih organov. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 2005. – 120 s.
3. Shevchenko A.P., Begunov M.A. Povysenie jeffektivnosti raboty mashin dlja poseva l'na-dolgunca putem optimizacii konstruktivnyh parametrov rabochih organov. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 2016. – 122 s.
4. Ventcel' E.S., Ovcharov L.A. Teorija verojatnostej. – M.: Nauka, 1969. – 388 s.
5. Domrachev V.A., Shevchenko A.P. Razrabotka nauchnyh osnov mehanizacii selekcionno-opytного dela // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2008. – №12. – S. 51–52.

УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов, И.А. Васильев

## УДЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЧВООБРАБОТКИ

N.I. Selivanov, I.A. Vasilyev

### SPECIFIC PARAMETERS OF HIGH POWER WHEELED TRACTORS FOR TILLAGE TECHNOLOGIES

**Селиванов Н.И.** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zaprudskii@list.tu

**Васильев И.А.** – асп. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vasilev@krasagro.ru

**Selivanov N.I.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zaprudskii@list.tu

**Vasilyev I.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: vasilev@krasagro.ru

Цель исследования – обоснование тягово-скоростных диапазонов и удельной массы колесных 4к4б тракторов высокой мощности для зональных технологий почвообработки. Задачи исследования: 1) обосновать рациональные тягово-скоростные диапазоны использования тракторов в составе почвообрабатывающих агрегатов; 2) определить оптимальные значения удельной массы тракторов

разной комплектации для установленных групп родственных операций почвообработки; 3) установить эффективность использования тракторов с разной удельной массой в технологиях почвообработки. По результатам полевых испытаний тракторов «Кировец» серии К-744Р разных типов-размеров и комплекций определены рациональные тяговые диапазоны, ограниченные режимом

допустимого буксования  $\delta_o = 0,15$  при максимальном значении коэффициента использования веса  $\varphi_{KP\max} = 0,475 - 0,485$  и режимом минимального буксования  $\delta_{\min} = 0,07$  при  $\varphi_{KP\min} = 0,330 - 0,340$  соответственно на одинарных и сдвоенных колесах. Установлены номинальные тяговые режимы для первой ( $\varphi_{KPH1} = 0,450$ ), наиболее энергоемкой, группы операций в скоростном интервале  $V_{H1}^* = 2,20 \pm 0,25 \text{ м/с}$  и наименее энергоемкой третьей группы операций ( $\varphi_{KPH3} = 0,370$ ) при  $V_{H3}^* = 3,33 \pm 0,5 \text{ м/с}$ . Обоснованы оптимальные значения удельной массы тракторов на одинарных и сдвоенных колесах для операций почвообработки разных групп в соответствующих интервалах рабочих скоростей при  $V_{H3}^*/V_{H1}^* = 1,51$ , соотношение которых  $m_{y01}^*/m_{y03}^* = 1,22$  не превышает допустимое по условиям балластирования. Установленные по результатам моделирования зависимости коэффициента адаптации тракторов разной комплектации к технологиям почвообработки от удельной массы показали повышение энергетической эффективности и соответственно тягового КПД в среднем на 5,7 % при оснащении сдвоенными колесами. С учетом занятости в зональных технологиях почвообработки базовые значения удельной массы тракторов 4к4б на одинарных и сдвоенных колесах должны составлять 60–64 и 65–68 кг/кВт соответственно при рациональном распределении ее по осям передних и задних колес.

**Ключевые слова:** адаптация, буксование, диапазон, трактор, удельная масса.

The purpose of the work is the justification of the traction-speed ranges and specific mass of wheeled 4k4 tractors of high power for zonal soil cultivation technologies. The research problems were 1) to prove rational traction and high-speed ranges of use of tractors as a part of soil-cultivating units; 2) to define optimum values of specific mass of tractors of different complete set for established groups of related operations of tillage; 3) to establish the efficiency of using tractors with different specific weight in technologies of tillage. By the results of field tests of Kirovets-744 tractors of K-744R series of different standard sizes and complete sets rational traction ranges limited to the mode of admissible slipping  $\delta_o = 0,15$  at the maximum value of efficiency of weight  $\varphi_{KP\max} = 0,475 - 0,485$  and the mode of

minimum slipping  $\delta_{\min} = 0,07$  under  $\varphi_{KP\min} = 0,330 - 0,340$  at respectively on unary and dual wheels are determined. Nominal traction modes for the first ( $\varphi_{KPH1} = 0,450$ ), the most power-intensive, group of operations in high-speed interval  $V_{H1}^* = 2,20 \pm 0,25 \text{ м/с}$  and the least power-intensive third group of operations ( $\varphi_{KPH3} = 0,370$ ) were set under  $V_{H3}^* = 3,33 \pm 0,5 \text{ м/с}$ . Optimum values of specific mass of tractors on unary and dual wheels for operations of tillage of different groups in corresponding intervals of working speeds  $V_{H3}^*/V_{H1}^* = 1,51$  were proved at which ratio  $m_{y01}^*/m_{y03}^* = 1,22$  did not exceed admissible under the terms of ballasting. The dependences of coefficient of adaptation of tractors of different complete set to technologies of tillage on specific weight established by the results of modeling showed the increase of power efficiency and according to traction efficiency on average for 5.7 % at the equipment by dual wheels. Taking into account the employment in zone technologies of tillage basic values of specific mass of tractors 4k4b on unary and dual wheels have to make 60–64 and 65–68 kg /kW respectively at its rational distribution on the axes of lobbies and back wheels.

**Keywords:** adaptation, slipping, range, tractor, specific gravity.

**Введение.** В условиях жесткой конкуренции ведущих мировых производителей совершенствование сельскохозяйственных тракторов идет в направлении улучшения потребительских качеств, которые формируются следующими группами показателей: технико-экономическими, агротехническими, общетехническими, охраны труда, безопасности и защиты окружающей среды.

При этом модельные ряды унифицированных колесных 4к4а и 4к4б мобильных энергосредств разных типоразмеров мощности с регулируемыми в широком диапазоне массоэнергетическими параметрами составляют основу рынка и обновления тракторного парка сельских товаропроизводителей. Одним из главных условий адаптации таких тракторов к зональным ресурсосберегающим технологиям почвообработки являются ступенчатое изменение и рациональное распределение по осям эксплуатационной массы до начала технологического процесса путем установки балластных грузов, сдвоенных колес, использования жидкого балласта в шинах и гидравлических догружающих устройств [1–2].

В работах [2–4] обоснованы оптимальные значения и интервалы изменения показателя технологич-

ности – удельной массы  $m_{y\partial}^*$  колесных тракторов основных компоновочных схем и разной комплектации для установленных групп родственных операций почвообработки и посева. Однако в практике эксплуатации новых моделей отечественных и иностранных колесных 4к4б тракторов мощностью 240–400 кВт отечественного и зарубежного производства оптимальные значения удельной массы для операций почвообработки разных групп, как правило, не достигаются из-за противоречивости рекомендаций изготовителей и высокой трудоемкости изменения количества твердого и жидкого балласта. Кроме этого, применение одинарных и сдвоенных колес с радиальными шинами обеспечивает снижение удельного давления на почву и сопротивления перекачиванию, расширяет допустимый по буксованию тяговый диапазон. Поэтому актуальным является обоснование рациональных тягово-скоростных диапазонов и удельной массы тракторов при использовании в зональных технологиях почвообработки.

**Цель исследования:** обоснование рациональных тягово-скоростных диапазонов и удельной массы колесных 4к4б тракторов высокой мощности для зональных технологий почвообработки.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- 1) обосновать рациональные тягово-скоростные диапазоны использования тракторов в составе почвообрабатывающих агрегатов;
- 2) определить оптимальные значения удельной массы тракторов разной комплектации для установленных групп родственных операций почвообработки;
- 3) установить эффективность использования тракторов с разной удельной массой в технологиях почвообработки.

**Условия и методы исследования.** Решение поставленных задач проводилось с учетом обоснованных допущений и ограничений [5]:

– рациональный тяговый диапазон трактора ограничен режимом допустимого буксования  $\delta_o = 0,15$  при максимальном значении коэффициента использования веса  $\varphi_{KPmax}$  с одной стороны и режимом минимального буксования  $\delta_{min} = 0,07$  при  $\varphi_{KPmin}$  с другой стороны;

– номинальные значения  $\varphi_{KP}$  для выполнения первой, наиболее энергоемкой, группы операций (отвальная вспашка и глубокое рыхление) с  $V_{H1}^* = 2,20 м/с$ ,  $\varphi_{KPH1}^* < \varphi_{KPmax}$ , и наименее энергоемкой (поверхностная обработка почвы и посев) третьей группы операций с  $V_{H3}^* = 3,33 м/с$ ,

$\varphi_{KPH3}^* < \varphi_{KPmin}$ , устанавливаются при вероятности нахождения эксплуатационных допусков на тяговую нагрузку в границах  $(\varphi_{KPmin} - \varphi_{KPmax})$  не менее 0,90;

– диапазону номинальных значений тяговых усилий  $(\varphi_{KPH3}^* - \varphi_{KPH1}^*)$  при  $\varphi_{KPH2}^* = 0,5(\varphi_{KPH3}^* + \varphi_{KPH1}^*)$  для операции второй группы (безотвальная комбинированная обработка и чизелевание) с  $V_{H2}^* = 2,70 м/с$  соответствует интервал изменения удельной массы от минимальной  $m_{y\partial3}^*$  до максимальной  $m_{y\partial1}^*$ , соотношение которых  $\lambda m_{y\partial}^{max} = (m_{y\partial1}^* / m_{y\partial3}^*)$  не должно превышать допустимое по условиям балластирования.

Тяговые характеристики колесного 4к4б трактора любой комплектации можно выразить функцией тягового КПД от коэффициента использования веса  $\eta_T = f(\varphi_{KP})$ . При установленных значениях КПД трансмиссии  $\eta_{TP}$  сопротивления передвижению  $\eta_f = \varphi_{KP} / (\varphi_{KP} + f)$  и буксования  $\eta_\delta = (1 - \delta)$  указанная функция имеет вид [5]

$$\eta_T = \eta_{TP} \cdot \left[ \frac{\varphi_{KP}}{(\varphi_{KP} + f)} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{a(\varphi_{KP} - d)}{(e - \varphi_{KP})} \right], \quad (1)$$

где  $\delta = a(\varphi_{KP} - d) / (e - \varphi_{KP})$ ;  $a, e, d$  – коэффициенты, определяемые экспериментально.

При любой  $m_{y\partial}$  и одинаковой комплектации трактора зависимость  $\eta_T = f(\varphi_{KP})$  на конкретном почвенном фоне остается неизменной с максимальным  $\eta_{Tmax}$  при  $\varphi_{KPOpt}$  и зоной допустимых по буксованию значений  $\eta_{T\delta} \leq \eta_{Tmax}$ , соответствующих  $\varphi_{KPmin}$  и  $\varphi_{KPmax}$ .

При вероятностном характере тяговой нагрузки зона эффективного функционирования трактора с разной удельной массой в составе тягового агрегата определяется из условия  $\varphi_{KPmin} < \varphi_{KP} < \varphi_{KPmax}$ . Номинальные значения  $\varphi_{KP}$  для операций первой и третьей групп можно выразить как

$$\begin{cases} \varphi_{KPH1}^* = \varphi_{KPmax} - \Delta\varphi_{KP1}; \\ \varphi_{KPH3}^* = \varphi_{KPmin} + \Delta\varphi_{KP3}; \end{cases} \quad (2)$$

где  $\Delta\varphi_{KPi} = K\sigma_{\varphi_{KP}}$  – контрольный допуск на тяговую нагрузку в установленных границах.

Вероятности нахождения значений  $\varphi_{KP1}$  и  $\varphi_{KP3}$  в зоне односторонних допусков при нормальном законе распределения определяются из выражений

$$\begin{cases} P_{\Delta 1} = 0,5 + \Phi(t_1); \\ P_{\Delta 3} = 0,5 - \Phi(t_2), \end{cases} \quad (3)$$

где  $t_1 = (\varphi_{KP\max} - \varphi_{KPH1}) / \sigma\varphi_{KP}$ ;  $t_2 = (\varphi_{KP\min} - \varphi_{KPH3}) / \sigma\varphi_{KP}$  – аргументы функции Лапласа.

Выходной показатель трактора представляет среднее значение тягового КПД  $\bar{\eta}_T$  в условиях вероятностного характера нагрузки:

$$\bar{\eta}_T = \int_{\varphi_{KP\min}}^{\varphi_{KP\max}} f(\varphi_{KP})\varphi(\varphi_{KP})d\varphi_{KP}. \quad (4)$$

Рациональному тяговому диапазону  $(\varphi_{KP\min} - \varphi_{KP\max})$  соответствует интервал рабочих скоростей  $(V_{\max} - V_{\min})_i$ , границы и ширина которого зависит от величины удельной массы трактора  $m_{y\partial i}^*$ :

$$\begin{cases} V_{\max i} = \frac{\eta_{Tg1} \cdot 10^3}{g \cdot \varphi_{KP\min} \cdot m_{y\partial i}^*}; \\ V_{\min i} = \frac{\eta_{Tg2} \cdot 10^3}{g \cdot \varphi_{KP\max} \cdot m_{y\partial i}^*}; \\ (V_{\max} - V_{\min})_i = \frac{10^3}{g \cdot m_{y\partial i}^*} \cdot \left[ \frac{\eta_{Tg1}}{\varphi_{KP\min}} - \frac{\eta_{Tg2}}{\varphi_{KP\max}} \right]. \end{cases} \quad (7)$$

Уменьшение удельной массы от  $m_{y\partial 1}^*$  до  $m_{y\partial 3}^*$  обеспечивает повышение граничных значений и расширение интервала рабочих скоростей в соответствии с условием

$$\frac{V_{\max 3}}{V_{\max 1}} = \frac{V_{\min 3}}{V_{\min 1}} = \frac{(V_{\max} - V_{\min})_3}{(V_{\max} - V_{\min})_1} = \frac{m_{y\partial 1}^*}{m_{y\partial 3}^*} = \lambda m_{y\partial}^{\max}. \quad (8)$$

Приведенные принципы согласования тяговых и скоростных режимов обеспечивают минимальное изменение удельной и соответственно эксплуатационной массы трактора для эффективного использования в разных по энергоемкости технологиях почвообработки.

Влияние удельной массы на потенциальные энергетические и технико-экономические показатели трактора и агрегата при выполнении операций поч-

Обработка разных групп можно оценить коэффициентом адаптации

$$m_{y\partial i}^* = \frac{\eta_{THi} \cdot 10^3}{g \cdot \varphi_{KPHi} \cdot V_{Hi}^*}. \quad (5)$$

При этом должно выполняться условие [6]

$$\lambda m_{y\partial}^{\max} = m_{y\partial 1}^* / m_{y\partial 3}^* = (\lambda\eta_T / \lambda\varphi_{KP} \cdot \lambda V)_H \leq \lambda m_{y\partial}^{\max}, \quad (6)$$

где  $\lambda m_{y\partial}^{\max} = m_{\Delta\max} / m_{\Delta\min} \leq 1,25$  – максимально допустимое увеличение массы трактора при балластировании.

вообработки разных групп можно оценить коэффициентом адаптации

$$\lambda\eta_T = \bar{\eta}_T / \eta_{T\max}. \quad (9)$$

**Результаты исследования.** По результатам лабораторно-полевых испытаний тракторов «Кировец» серии К-744Р разных типоразмеров и комплектаций получены осредненные значения коэффициентов уравнения (1) [6], определяющие характер зависимостей буксования и тягового КПД от коэффициента использования веса, а также границы рационального тягового диапазона использования  $(\varphi_{KP\min} - \varphi_{KP\max})$ , по условиям минимального и допустимого буксования на стерне колосовых влажностью 18–20 % в интервале рабочих скоростей от 2,2 до 2,8 м/с (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Показатели тягово-сцепных свойств колесных тракторов серии К-744Р (фон – стерня колосовых)

Показатель	Одинарные колеса (1к) $P_{ш1} = 0,11 - 0,12 \text{ МПа}$	Сдвоенные колеса (2к) $P_{ш2} = 0,09 - 0,10 \text{ МПа}$
$f$	0,07	0,05
$a$	0,110	0,110
$b$	0,813	0,813
$d$	0	0,04
$\eta_{TP}$	0,905	0,905
$\varphi_{KР\text{min}}$	0,330	0,340
$\varphi_{KР\text{max}}$	0,475	0,485

На основании анализа зависимостей  $\eta_T, \delta = f(\varphi_{KP})$  определен диапазон номинальных тяговых усилий трактора, ограниченный  $\varphi_{KPH3} = 0,370$  и  $\varphi_{KPH1} = 0,450$ , с вероятностью функционирования на операциях почвообработки третьей и первой групп при  $\varphi_{KP} \geq \varphi_{KР\text{min}}$  и  $\varphi_{KP} \leq \varphi_{KР\text{max}}$  соответственно 0,903 и 0,912.

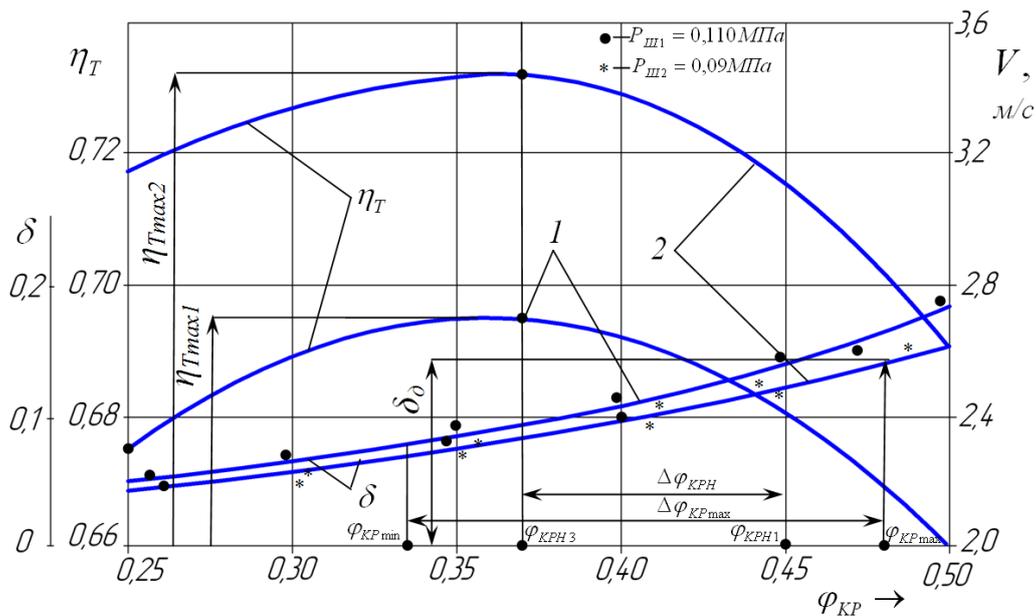


Рис. 1. Зависимости  $\eta_T, \delta = f(\varphi_{KP})$  колесного трактора 4к4б:  
1 – одинарные колеса; 2 – сдвоенные колеса

Номинальный тяговый режим  $\varphi_{KPH3}$ , соответствующий  $\eta_{T\text{max}}$ , является основным для выполнения операции почвообработки третьей группы при  $V_{H3}^* = 3,33 \text{ м/с}$ . Для наиболее энергоемких операций первой группы с  $V_{H1}^* = 2,20 \text{ м/с}$  служит режим  $\varphi_{KPH1}$  при  $\eta_{Tg} < \eta_{T\text{max}}$ . Середина указанного диапазона при  $\varphi_{KPH} = 0,41$  и  $\eta_T \approx \eta_{T\text{max}}$

предназначена для операций второй группы с  $V_{H2}^* = 2,70 \text{ м/с}$ . Максимальный интервал изменений удельной массы трактора разной комплектации  $\lambda m_{y\delta}^{\text{max}} = m_{y\delta1}^* / m_{y\delta3}^* = 1,22$  не превышает допустимый при  $\lambda V_H = V_{H3}^* / V_{H1}^* = 1,51$  (табл. 2). Причем из-за повышенных значений тягового КПД удельная масса трактора на сдвоенных колесах пре-

вышает ее на одинарных для каждой группы операций в соответствии с условием  $\lambda m_{y\partial} = \lambda \eta_T = 1,057$ .

Максимальный интервал рабочих скоростей по условиям буксования  $(V_{\delta\min} - V_{\delta\partial})_i$  при  $m_{y\partial i}^*$  суще-

ственно шире технологического  $(V_{Hi}^* \pm \Delta V_i)_i^*$ , что определяет размеры оптимального  $(V_{\max} - V_{\min})_i^*$  скоростного интервала для операций почвообработки соответствующей группы (см. табл. 2).

Таблица 2

**Тягово-скоростные диапазоны использования и удельная масса колесных 4к46 тракторов для технологий почвообработки**

Группа операций	$V_H^* \pm \Delta V_{\max}$ , м/с	Компл.	$\varphi_{KPH}^*$	$\delta_H$	$\eta_{TH}$	$m_{y\partial}^*$ , кг/кВт	$(V_{\delta\max} - V_{\delta\partial})$ , м/с	$(V_{\max} - V_{\min})^*$ , м/с
1	2,20±0,25	1к	0,45	0,136	0,676	69,61	3,01-2,05	2,45-2,05
		2к	0,45	0,124	0,714	73,56	3,02-2,00	2,45-2,00
2	2,70±0,35	1к	0,41	0,110	0,687	63,26	3,31-2,27	3,05-2,45
		2к	0,41	0,101	0,726	66,85	3,32-2,22	3,05-2,45
3	3,33±0,50	1к	0,37	0,091	0,692	57,25	3,66-2,51	3,66-3,05
		2к	0,37	0,082	0,732	60,56	3,66-2,46	3,66-3,05

Зависимость тягового КПД от скоростного режима показала возможность энергетически эффективного использования трактора с удельной массой  $m_{y\partial 1}^*$  в интервале рабочих скоростей до  $V_{\max} = 2,88$  м/с (рис. 2), характерном для опера-

ций почвообработки второй группы. При  $m_{y\partial 3}^*$  трактор наиболее эффективен в интервале от 3,20 до 3,66 м/с. Для  $m_{y\partial 2}^*$  указанный интервал находится в пределах от 2,88 до 3,20 м/с.

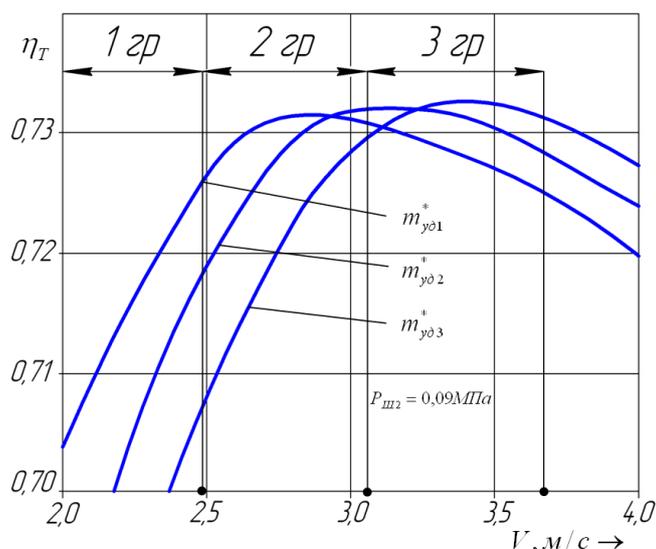


Рис. 2. Зависимость тягового КПД трактора 4к46 на сдвоенных колесах от рабочей скорости:

$$m_{y\partial 1}^* = 73,51 \text{ кг/кВт}; m_{y\partial 2}^* = 66,85 \text{ кг/кВт}; m_{y\partial 3}^* = 60,56 \text{ кг/кВт}$$

Указанное подтвердило целесообразность дифференцирования удельной массы колесного 4к46 трактора на различных по энергоемкости операциях с учетом характера изменения тягового КПД от скоростного режима при фиксированном значении  $m_{y\partial i}^*$ . Это повысит энергетическую эффективность его использования и уменьшит уплотнение почвы колесами.

Установленные по результатам моделирования зависимости коэффициента адаптации трактора 4к46 разной комплектации к технологиям почвообработки от удельной массы показали следующее (рис. 3):

– на операциях 1, 2 групп в интервале рабочих скоростей от 2,00 до 3,05 м/с наиболее эффективен

трактор с  $m_{y\delta 1}^*$  при коэффициенте адаптации  $\lambda\eta_T = 0,983 - 0,987$ ;

– в интервале рабочих скоростей от 2,00 до 3,66 м/с, характерном для операций 1–3 групп, при равномерной занятости максимальную энергетическую эффективность имеет трактор с  $m_{y\delta 2}^*$  при  $\lambda\eta_T = 0,982 - 0,985$  и пониженным на 10,0 %, по сравнению с  $m_{y\delta 1}^*$ , давлением колес на почву;

– при равномерной занятости на операциях 2, 3 групп в интервале рабочих скоростей от 2,45 до 3,66 м/с максимальное значение коэффициента адаптации  $\lambda\eta_T = 0,993 - 0,996$  достигнуто при  $m_{y\delta 2}^*$ .

С учетом занятости в зональных технологиях почвообработки базовое (основное) значение массы тракторов 4к46 должно соответствовать  $m_{y\delta 2}^*$  и находиться в пределах 61–64 и 65–67 кг/кВт на одинарных и сдвоенных колесах соответственно.

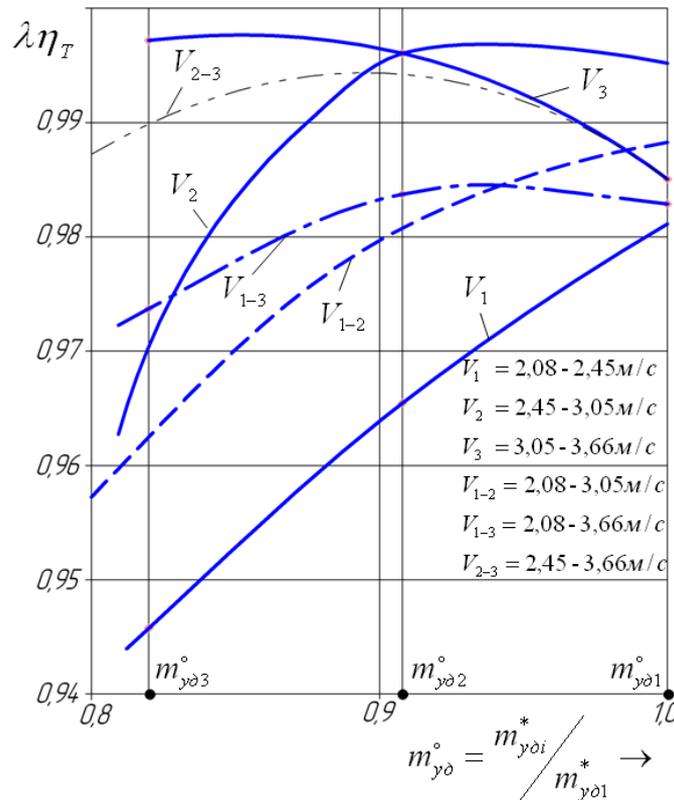


Рис. 3. Зависимость коэффициента адаптации трактора 4к46 к интервалам технологической скорости от удельной массы

**Выводы**

1. Установлены рациональные тяговые диапазоны колесных 4к46 тракторов высокой мощности разной комплектации, ограниченные режимами минимального (7 %) и максимально допустимого (15 %) буксования и соответствующие им номинальные тяговые режимы использования в технологиях почвообработки третьей ( $\varphi_{КРН3} = 0,37$ ), второй ( $\varphi_{КРН2} = 0,41$ ) и первой ( $\varphi_{КРН1} = 0,45$ ) групп.

2. Определены оптимальные значения удельной массы тракторов на одинарных и сдвоенных колесах для выполнения операций почвообработки разных групп в обоснованных интервалах номинальных ра-

бочих скоростей при  $\lambda V_H^{\max} = 1,51$ , соотношение которых  $\lambda m_{y\delta}^{\max} = 1,22$  не превышает допустимое по условиям балластирования.

3. С учетом занятости в зональных технологиях почвообработки базовая величина удельной массы тракторов 4к46 на одинарных и сдвоенных колесах должна находиться в пределах 60–64 и 65–68 кг/кВт соответственно.

**Литература**

1. Парфенов А.П. Тенденции развития конструкций сельскохозяйственных тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 5. – С. 42–47.

2. Селиванов, Н.И., Запрудский В.Н., Макеева Ю.Н. Моделирование скоростных режимов агрегатов и удельных показателей колесных тракторов на основной обработке почвы // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 1. – С. 81–89.
3. Селиванов Н.И., Макеева Ю.Н. Эксплуатационные параметры колесных тракторов для зональных технологий почвообработки // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 2. – С. 56–63.
4. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н., Матюшев В.В. и др. Рациональные типоразмеры колесных тракторов и агрегатов для зональных технологий почвообработки // Вестн. ОмГАУ. – 2015. – № 4. – С. 84–89.
5. Селиванов Н.И., Макеева Ю.Н. Удельная материалоемкость колесных тракторов при балластировании для технологий почвообработки // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 10. – С. 65–70.
6. Селиванов Н.И. Технологическая адаптация колесных тракторов / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 216 с.

Literatura

1. Parfenov A.P. Tendencii razvitija konstrukcij sel'skohozjajstvennyh traktorov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2015. – № 5. – С. 42–47.
2. Selivanov, N.I., Zaprudskij V.N., Makeeva Ju.N. Modelirovanie skorostnyh rezhimov agregatov i udel'nyh pokazatelej kolesnyh traktorov na osnovnoj obrabotke pochvy // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 1. – С. 81–89.
3. Selivanov N.I., Makeeva Ju.N. Jekspluatacionnye parametry kolesnyh traktorov dlja zonal'nyh tehnologij pochvoobrabotki // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 2. – С. 56–63.
4. Selivanov N.I., Zaprudskij V.N., Matjushev V.V. i dr. Racional'nye tiporazmery kolesnyh traktorov i agregatov dlja zonal'nyh tehnologij pochvoobrabotki // Vestn. OmGAU. – 2015. – № 4. – С. 84–89.
5. Selivanov N.I., Makeeva Ju.N. Udel'naja materialoemkost' kolesnyh traktorov pri ballastirovanii dlja tehnologij pochvoobrabotki // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 10. – С. 65–70.
6. Selivanov N.I. Tehnologicheskaja adaptacija kolesnyh traktorov / Krasnojar. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2017. – 216 s.

