

**Выводы.** С подъёмом передней части гусеничной машины на вертикальную стенку увеличивается угол наклона машины, при этом уменьшаются необходимые для этого подъёма тяговые усилия гусениц.

При определённых конструктивных параметрах гусеничной машины и реальных коэффициентах сцепления гусениц подъём на вертикальную стенку передней части гусениц возможен.

### Литература

1. Лабзин В.А., Холопов В.Н. Лесные сочленённые гусеничные машины. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2006. – 248 с.
2. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
3. Малкин М.А. Метод повышения профильной проходимости полноприводного автомобиля за счёт применения регулируемого силового привода колёс: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011.
4. Смирнов Г.А. Теория движения колёсных машин. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
5. Танк / А.С. Антонов, Б.А. Артамонов, Б.М. Коротков [и др.]. – М.: Воен. изд-во Министерства обороны СССР, 1954.



УДК 629.114.2

*Н.И. Селиванов, Ю.Н. Макеева*

### ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ДЛЯ ЗОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЧВООБРАБОТКИ

*Предложены модели и алгоритм адаптации колесных 4к4а тракторов к зональным технологиям почвообработки. Обоснованы тягово-скоростные режимы и интервалы изменения их эксплуатационной массы путем балластирования для разных операций основной обработки почвы.*

**Ключевые слова:** адаптация, балластирование, масса, параметры, трактор, тяговый режим, реакция почвы, технология почвообработки.

*N.I. Selivanov, Yu.N. Makeeva*

### OPERATION PARAMETERS OF WHEELED TRACTORS FOR ZONAL TILLAGE TECHNOLOGY

*The models and the adaptation algorithm of wheeled 4k4a tractors to zonal tillage technology are offered. The traction-speed modes and intervals of their operating weight change by means of ballasting for different primary tillage operation are substantiated.*

**Key words:** adaptation, ballasting, weight, parameters, tractor, traction mode, soil reaction, tillage technology.

---

**Введение.** В структурной схеме многоуровневой адаптации колесных тракторов общего назначения к зональным технологиям основной обработки почвы оптимизация массоэнергетических параметров является главной задачей второго уровня [1]. На этом уровне предусматривается обоснование энергетического потенциала  $(\xi_N N_{e3})^*$  и эксплуатационной массы  $m_3^*$  трактора для установленных групп родственных операций [2] основной обработки почвы с учетом природных

условий и современных тенденций развития тракторной техники. В условиях жесткой конкуренции основным типом сельскохозяйственных тракторов общего назначения являются колесные с формулами 4к4а и 4к4б, составляющие основу рынка и тракторного парка агропромышленного комплекса России. Это серии унифицированных тракторов разных типоразмеров с изменяющимися в широком диапазоне мощностью двигателя и массой.

**Цель работы.** Обоснование эксплуатационных параметров колесных 4к4а тракторов для совокупности технологий основной обработки почвы.

Достижения поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- 1) разработать модели и алгоритм адаптации эксплуатационных параметров тракторов к операционным технологиям почвообработки;
- 2) обосновать оптимальные значения показателей технологичности тракторов для разных групп родственных операций почвообработки;
- 3) установить рациональные интервалы изменения массы тракторов на основной обработке почвы.

**Условия и методы исследования.** При эксплуатационной мощности  $N_{еэ}$  значение массы  $m_э$  трактора определяется тягово-скоростным режимом в процессе рабочего хода при случайном характере тяговой нагрузки с учетом установленных допущений и ограничений:

а) все операции основной обработки почвы по энергоемкости и техническому обеспечению разделены на три группы с рациональными по энергозатратам и агротребованиям интервалами рабочей скорости  $V_H \pm \Delta V$ ;

б) рациональный тяговый диапазон трактора ограничен режимами максимального тягового КПД  $\eta_{Т\max}$  и допустимого буксования  $\delta_d$ , которым соответствуют оптимальное  $\varphi_{кр\text{opt}}$  и максимальное  $\varphi_{кр\max}$  значения коэффициента использования веса трактора;

в) КПД трансмиссии  $\eta_{тр}$  и коэффициент сопротивления качению  $f = f_0 + C(V_H - V_0)$  трактора принимаются равными средним расчетным значениям без учета мощности двигателя  $N_{еэ}$  и угла наклона поверхности поля ( $\alpha = 0$ ).

Каждую группу родственных операций почвообработки характеризуют осредненное значение удельного тягового сопротивления  $K_0$  при скорости  $V_0 = 1,4$  м/с, его приращение в зависимости от скорости  $\mu_k = [1 + \Delta K(V^2 - V_0^2)]$  и коэффициент вариации  $\nu_{K_0}$ . Номинальное значение рабочей скорости для родственных операций каждой группы определяется как среднее  $V_H = 0,5 \cdot (V_{\max} + V_{opt})$  между максимальной скоростью  $V_{\max}$ , соответствующей наивысшей производительности при  $K_{п} = V/\mu_k = \max$ , и скоростью  $V_{opt}$ , обеспечивающей условие  $\mu_k^3 / \eta_T \cdot V^2 = \min$ .

В основу адаптации колесного трактора с установленными характеристиками двигателя ( $N_{еэ}$ ,  $K_m$ ,  $n_H$ ), трансмиссии ( $\eta_{тр}$ ,  $i_{тр}$ ) и ходовой системы ( $r_d$ ) к режиму рабочего хода отдельной группы родственных операций обработки почвы положено изменение эксплуатационной массы для достижения оптимальных значений показателей технологичности – удельного энергетического потенциала  $(\xi_N \Theta_{еэ})^*$  или удельной материалоемкости  $m_{y\partial}^*$  в номинальном тягово-скоростном режиме использования

$$\begin{cases} (\xi_N \Theta_{еэ})^* = g(\varphi_{кр} \cdot V / \eta_T)_H; \\ m_{y\partial}^* = \frac{(\eta_T / \varphi_{кр} \cdot V)_H}{g \cdot 10^{-3}}. \end{cases} \quad (1)$$

Тогда эксплуатационная масса трактора для этой группы родственных операций выразится как

$$m_{\text{Э}}^* = m_{\text{уд}}^* \cdot \xi_N^* \cdot N_{\text{еэ}}. \quad (2)$$

При этом для первой, наиболее энергоемкой, группы операций номинальный коэффициент использования веса трактора  $\varphi_{\text{крн1}} = \varphi_{\text{кр max}}$  при допустимом буксовании  $\delta_{\text{д}}$ ; для второй и третьей групп операций соответственно  $\varphi_{\text{крн2}} = 0,5 (\varphi_{\text{кр max}} + \varphi_{\text{кр opt}})$  и  $\varphi_{\text{крн3}} = \varphi_{\text{кр opt}}$ . Указанный диапазон изменения  $\varphi_{\text{кр}}$  позволит за счет балластирования обеспечить оптимальные или близкие к ним значения показателей технологичности для разных групп родственных операций почвообработки.

Соотношение сил реакции опорной поверхности (почвы) на передние  $Y_{\text{П}}$  и задние  $Y_{\text{К}}$  колеса существенно влияет на тяговые свойства, продольную устойчивость и управляемость трактора. В условиях эксплуатации значения этих реакций определяются расположением центра масс  $a_{\text{ц}}$  относительно продольной базы  $L$  трактора, величиной тяговой нагрузки  $P_{\text{кр}}$  и ординатой точки прицепа  $h_{\text{пр}}$ , а также сопротивлением качению  $P_{\text{ф}}$  и радиусом ведущих колес  $r_{\text{дк}}$ .

Для равномерного движения трактора в составе агрегата по горизонтальной поверхности с параллельным ей направлением  $P_{\text{кр}}$  нормальные реакции на передние и задние колеса выразятся как [3, 4].

$$\begin{cases} Y_{\text{П}} = (m_{\text{Э}} \cdot g \cdot a_{\text{ц}} - P_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}} - P_{\text{ф}} \cdot r_{\text{дк}}) / L; \\ Y_{\text{К}} = [m_{\text{Э}} \cdot g \cdot (L - a_{\text{ц}}) + P_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}} + P_{\text{ф}} \cdot r_{\text{дк}}] / L, \end{cases} \quad (3)$$

или

$$\begin{cases} Y_{\text{П}} = m_{\text{Э}} \cdot g [a_{\text{ц}} - \varphi_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}} - f \cdot r_{\text{дк}}] / L; \\ Y_{\text{К}} = m_{\text{Э}} \cdot g [L - a_{\text{ц}} + \varphi_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}} + f \cdot r_{\text{дк}}] / L. \end{cases} \quad (4)$$

Реакция почвы на колеса неподвижного трактора, свободного от тяговой нагрузки ( $P_{\text{кр}} = P_{\text{ф}} = 0$ ), характеризуется статическими значениями

$$\begin{cases} Y_{\text{ПСТ}} = m_{\text{Э}} \cdot g \cdot a_{\text{ц}} / L; \\ Y_{\text{КСТ}} = m_{\text{Э}} \cdot g \cdot (L - a_{\text{ц}}) / L. \end{cases} \quad (5)$$

Нагруженность передних и задних колес трактора оценивается коэффициентами нагрузки

$$\begin{cases} \lambda_{\text{П}} = Y_{\text{ПСТ}} / G_{\text{Э}}; \\ \lambda_{\text{К}} = Y_{\text{КСТ}} / G_{\text{Э}}. \end{cases} \quad (6)$$

Отношение  $\lambda_{\text{П}} / \lambda_{\text{К}} = a_{\text{ц}} / (L - a_{\text{ц}})$  характеризует распределение веса трактора  $G_{\text{Э}} = m_{\text{Э}} \cdot g$  по осям в статике и его способность к агрегатированию с прицепными и навесными рабочими машинами.

Развесовку по осям тракторов общего назначения колесной формулы 4к4а, при агрегатировании с задним расположением рабочих машин, выбирают из условий обеспечения высокого тягового усилия, развиваемого задними и передними колесами, и сохранения управляемости.

При использовании тракторов на операциях почвообработки всех установленных групп должно соблюдаться условие

$$P_{\text{крн}} \leq G_{\text{Э}} (a_{\text{ц}} - \lambda_{\text{П}} L - f \cdot r_{\text{д}}) / h_{\text{кр}}. \quad (7)$$

Тогда абсцисса центра масс трактора для обеспечения оптимальной нагруженности передних колес в режиме рабочего хода  $\lambda_{ПР} = Y_{ПР} / G_{\Sigma}$  с тяговой нагрузкой  $P_{КРН}$  определится как

$$a_{ц} = \lambda_{ПР} \cdot L + h_{КР} \cdot \varphi_{КРН} + f \cdot r_{ок}. \quad (8)$$

Для новых моделей тракторов 4к4а в диапазоне тяговых нагрузок, соответствующих ( $\varphi_{кр\ opt} - \varphi_{кр\ max}$ ), рекомендуется [3] принимать  $\lambda_{пр} = 0,30 - 0,40$  (рис.1).

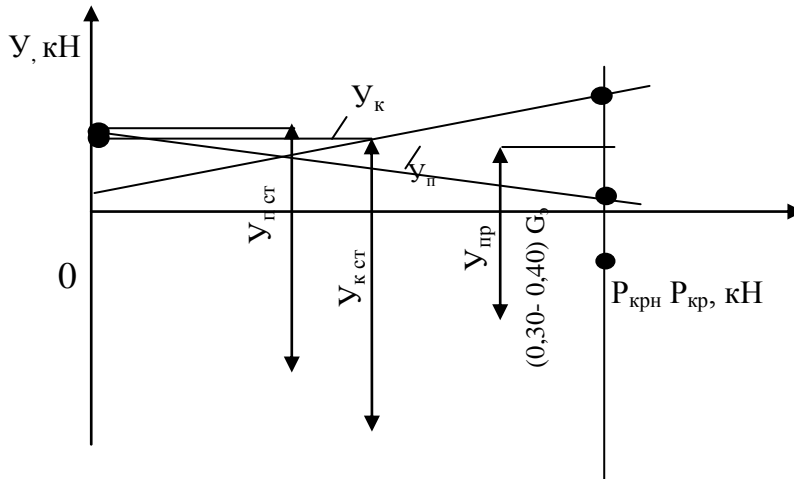


Рис. 1. Зависимость реакций почвы на передние  $Y_{П}$  и задние  $Y_{К}$  колеса трактора 4к4а от тягового усилия

Анализ зависимости (8) и рисунка 1 показывает, что для рекомендуемых значений нагруженности передних колес  $\lambda_{пр}$  абсцисса центра масс трактора  $a_{ц}$  должна быть перемещена в направлении передней оси, тогда

$$\begin{cases} Y_{ПСТ} = \left[ \lambda_{ПР} + \frac{(h_{КР} \cdot \varphi_{КРН} + f \cdot r_{\delta})}{L} \right] \cdot G_{\Sigma}; \\ Y_{КСТ} = G_{\Sigma} - Y_{ПСТ}. \end{cases} \quad (9)$$

Для трактора с транспортировочным весом брутто  $G_{\Sigma 0} = m_{\Sigma 0} \cdot g$ , продольной базой  $L$  и абсциссой центра масс  $a_{ц0}$ , массы переднего  $m_{Б1}$  и заднего  $m_{Б2}$  балластов, для получения эксплуатационной массы  $m_{\Sigma}^*$ , определяются решением уравнений моментов относительно осей передних  $O_1$  и задних  $O_2$  колес (рис. 2).

$$\begin{cases} Y_{ПСТ} \cdot L = G_{Б1}(L + a_{П}) + G_{\Sigma 0} \cdot a_{ц0}; \\ (Y_{КСТ} - G_{Б2})L = G_{\Sigma 0}(L - a_{ц0}) - G_{Б1} \cdot a_{П}, \end{cases} \quad (10)$$

или

$$\begin{cases} Y_{ПСТ} = [G_{Б1}(L + a_{П}) + G_{\Sigma 0} \cdot a_{ц0}] / L; \\ Y_{КСТ} = [G_{\Sigma 0}(L - a_{ц0}) - G_{Б1} \cdot a_{П}] / L + G_{Б2}. \end{cases} \quad (11)$$

Тогда массы переднего и заднего балластов выразятся как

$$\begin{cases} m_{Б1}^* = (m_{Э}^* \cdot a_{Ц} - m_{Э0} \cdot a_{Ц0}) / (L + a_{П}); \\ m_{Б2}^* = [m_{Э}^* (L + a_{П} - a_{Ц}) - m_{Э0} (L + a_{П} - a_{Ц0})] / (L + a_{П}). \end{cases} \quad (12)$$

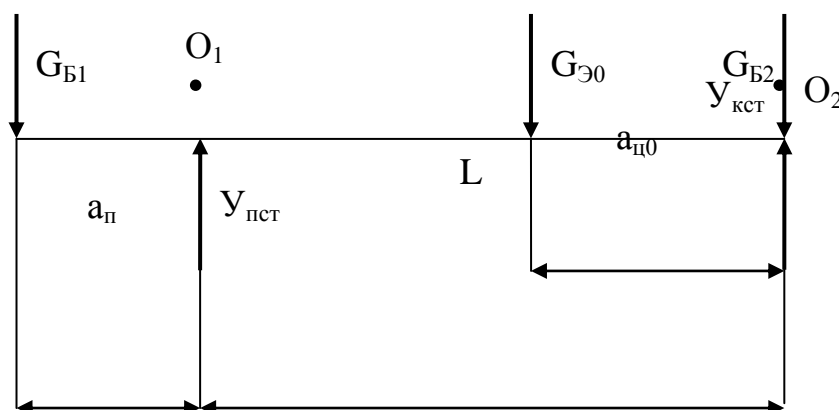


Рис. 2. Расчетная схема определения массы переднего и заднего балластов трактора 4к4а

Соотношения оптимальных значений эксплуатационной массы трактора для разных групп родственных операций и соответствующих им номинальных тяговых усилий можно представить в виде относительных безразмерных величин

$$\begin{cases} \lambda m_{Э} = m_{Эi}^* / m_{Э1}^* = m_{y\delta i}^* / m_{y\delta 1}^* = \lambda m_{y\delta}; \\ \lambda p_{КРН} = m_{Эi}^* \cdot \varphi_{КРНi}^* / m_{Э1}^* \cdot \varphi_{КРН}^* = \lambda m_{y\delta} \cdot \lambda \varphi_{КРН}. \end{cases} \quad (13)$$

Алгоритм оптимизации эксплуатационных параметров колесного 4к4а трактора с установленным энергетическим потенциалом  $(\xi_{N}^* N_{eэ})^*$  для основных групп родственных операций почвообработки при обоснованных значениях номинальной скорости рабочего хода  $V_H$  включает: определение зависимостей  $\eta_T, \delta = f(\varphi_{КР})$  в интервале буксования движителей  $\delta = 0,05 - 0,20$  и изменения скорости  $V_H = 2,2 - 3,8 \text{ м/с}$ ; установление  $\varphi_{КРmax}, \varphi_{КР}, \varphi_{КРopt}$  и соответствующих им значений  $\eta_T$  для определения  $\varphi_{КРН1}, \varphi_{КРН2}, \varphi_{КРН3}$ ; расчет по (1)  $m_{уд}^*$  и  $m_{Э}^*$  по (2) для каждой группы операций; определение  $a_{Ц}$  по (8); расчет  $Y_{пст}$  и  $Y_{кст}$  по (9), определение по (12)  $m_{Б1}^*$  и  $m_{Б2}^*$ ; соотношения  $\lambda m_{Э}$  и  $\lambda p_{КРН}$  по (13) для разных групп родственных операций.

**Результаты исследования.** Использование разработанных моделей и алгоритма, с учетом результатов экспериментальных исследований взаимосвязей  $\eta_T, \delta = f(\varphi_{КР})$  (рис. 3), позволило обосновать оптимальные значения удельной материалоемкости  $m_{y\delta}^*$  тракторов формулы 4к4а на одинарных и сдвоенных колесах для совокупности разных групп родственных операций основной обработки почвы [5] (табл. 1).

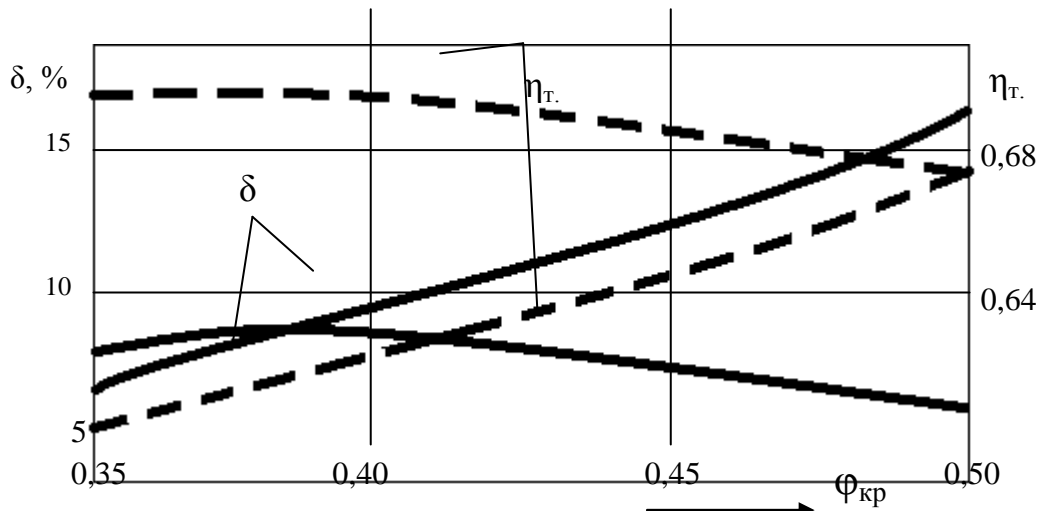


Рис. 3. Зависимости  $\eta_t, \delta = f(\phi_{кр})$  трактора 4к4а: — — одинарные; - - - - - сдвоенные колеса

Таблица 1

**Оптимальные значения  $\phi_{кр}^*$  и  $m_{уд}^*$  для операций основной обработки почвы**

| Группа операций | $V_H, \text{ м/с}$<br>(км/ч) | Одинарные колеса     |             |   | Сдвоенные колеса     |             |   |
|-----------------|------------------------------|----------------------|-------------|---|----------------------|-------------|---|
|                 |                              | $\phi_{кр}^*/\delta$ | $\eta_{тн}$ | $m_{уд}^*, \text{ кг/кВт}$<br>(кг/л.с.) | $\phi_{кр}^*/\delta$ | $\eta_{тн}$ | $m_{уд}^*, \text{ кг/кВт}$<br>(кг/л.с.) |
| 1               | 2,20<br>(8,0)                | <u>0,45</u><br>0,15  | 0,625       | 64,47<br>(47,40)                        | <u>0,47</u><br>0,124 | 0,692       | 68,21<br>(50,15)                        |
| 2               | 2,65<br>(9,5)                | <u>0,41</u><br>0,124 | 0,634       | 59,49<br>(43,74)                        | <u>0,41</u><br>0,10  | 0,707       | 66,31<br>(48,76)                        |
| 3               | 3,33<br>(12,0)               | <u>0,37</u><br>0,10  | 0,638       | 52,80<br>(38,82)                        | <u>0,35</u><br>0,07  | 0,710       | 62,11<br>(45,67)                        |

Повышению номинальной скорости рабочего хода от  $V_{H1} = 2,20$  м/с до  $V_{H3} = 3,33$  м/с (на 51%), при установленных значениях  $\phi_{кр}$  и  $\eta_{тн}$ , соответствует снижение  $m_{уд}^*$  на 21 % для одинарных и на 9 % для сдвоенных колес. Указанные соотношения  $\lambda m_{уд}^*_{max} = \lambda m_{э}^*_{max}$ , находятся в допустимых пределах изменения [3] и достигаются подбором масс передних и задних балластных грузов при установленных значениях  $m_{э0} = (0,8-0,9) m_{э}$  и  $a_{ц0} \leq a_{ц}$  (табл.2).

Установка сдвоенных колес сопровождается повышением  $m_{уд}^*$  и соответственно  $m_{э}^*$  от 5,8 % для первой группы операций до 17,6 % для третьей, что достигается в первую очередь за счет массы дополнительного комплекта задних и передних колес с промежуточными дисками, а также массы соответствующих балластных грузов. Повышение  $R_{крн}^*$  на сдвоенных колесах составляет при этом для всех групп операций 10,5–11,5 %, что обеспечивает соответствующий рост чистой производительности агрегатов.

Таблица 2

**Соотношение удельной массы и номинального тягового усилия тракторов 4к4а на одинарных и сдвоенных колесах**

| Группа операций | $\lambda V^*$ | Одинарные колеса   |                     | Сдвоенные колеса   |                     | Сдвоенные<br>Одинарные   |                           |
|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
|                 |               | $\lambda m_{уд}^*$ | $\lambda P_{крн}^*$ | $\lambda m_{уд}^*$ | $\lambda P_{крн}^*$ | $\lambda m_{уд}^*_{2/1}$ | $\lambda P_{крн}^*_{2/1}$ |
| 1               | 1,0           | 1,0                | 1,0                 | 1,0                | 1,0                 | 1,058                    | 1,105                     |
| 2               | 1,20          | 0,923              | 0,841               | 0,972              | 0,848               | 1,115                    | 1,115                     |
| 3               | 1,51          | 0,819              | 0,673               | 0,910              | 0,678               | 1,176                    | 1,112                     |

На рисунке 4 приведены зависимости эксплуатационной массы  $m_{\text{Э}}^*$  от энергетического потенциала  $(\xi_{\text{N}}^* N_{\text{ЕЭ}})^*$  трактора 4к4а на одинарных и сдвоенных колесах, которые позволяют обосновать условия их балластирования на операциях основной обработки почвы разных групп.

Например, для трактора Versatile-280 мощностью  $N_{\text{ЕЭ}} = 200$  кВт и  $\xi_{\text{N}}^* = 1,0$  разность  $m_{\text{ЭЗ}}^* = m_{\text{Э1}}^*_{\text{min}} = 10,9$  т и  $m_{\text{Э1}}^* = m_{\text{Э1}}^*_{\text{max}} = 13,3$  т составляет на одинарных колесах 2,4 т. На сдвоенных колесах эта разность не превышает  $(14,1 - 12,8) = 1,3$  т. Аналогично для трактора New Holland Т. 8.390 мощностью  $N_{\text{ЕЭ}} = 276$  кВт и  $\xi_{\text{N}}^* = 1,03$  на одинарных и сдвоенных колесах соответственно  $\Delta m_{\text{Э1}}^* = (17,8 - 14,6) = 3,2$  т,  $\Delta m_{\text{Э2}}^* = (18,8 - 17,1) = 1,7$  т.

При известных значениях  $G_{\text{Э0}}$ ,  $a_{\text{ц0}}$ ,  $a_{\text{п}}$  и  $h_{\text{пр}}$  любого трактора и заданного соотношения  $U_{\text{пст}}/U_{\text{кст}}$  можно определить массы переднего и заднего балластов, а также количество дополнительных грузов для их обеспечения.

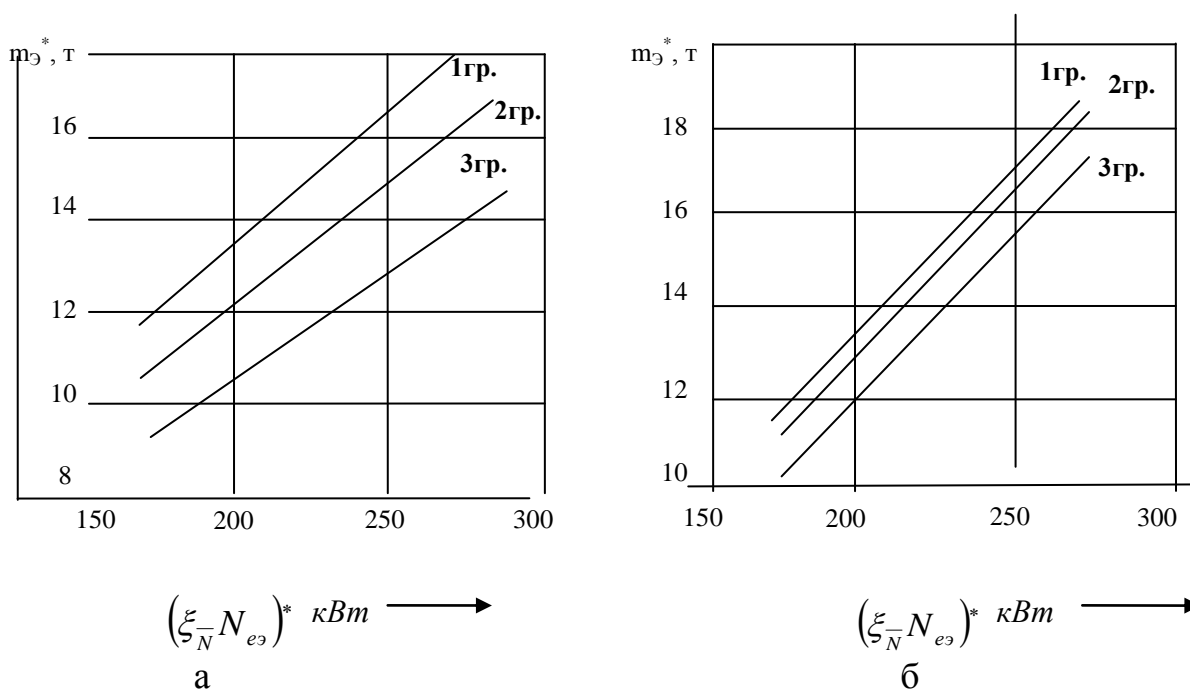


Рис. 4. Оптимальные значения эксплуатационной массы тракторов 4к4а для основных групп родственных операций почвообработки: а – одинарные; б – сдвоенные колеса

### Выводы

1. Представлены модели и алгоритм адаптации колесных 4к4а тракторов к операционным технологиям обработки почвы для эффективного использования в разных природно-производственных условиях.
2. Обоснованы оптимальные значения показателя технологичности – удельной материалоемкости тракторов на одинарных и сдвоенных колесах для зональных технологий обработки почвы.
3. Определены рациональные интервалы изменения эксплуатационной массы тракторов с установленным энергетическим потенциалом для совокупности разных по энергоемкости и агро-требованиям групп родственных операций почвообработки.

## Литература

1. Селиванов Н.И., Кузнецов А.В. Система адаптации колесных тракторов высокой мощности к зональным технологиям почвообработки // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2014. – № 6. – С. 232–237.
2. Селиванов Н.И. Эксплуатационные параметры колесных тракторов и агрегатов для зональных технологий почвообработки // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 10. – С. 161–165.
3. Селиванов Н.И. Эксплуатационные свойства сельскохозяйственных тракторов: учеб. пособие. – Красноярск, 2010. – 347 с.
4. Селиванов Н.И., Кузнецов А.В. Структура задач и модели адаптации тракторов высокой мощности к зональным технологиям почвообработки // Вестник Гос. аграр. ун-та Северного Зауралья. – Тюмень, 2014. – № 2 (25). – С. 56–61.
5. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н., Макеева Ю.Н. Моделирование скоростных режимов и удельных показателей колесных тракторов на основной обработке почвы // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 1. – С. 81–89.



УДК 621.314: 681.586

Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, О.Н. Шпак

### КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

*В статье рассмотрены вопросы надежности энергосистем, перспективы увеличения электропотребления, влияния высших гармоник на работу электрооборудования и качества электроэнергии в распределительных сетях АПК, предложен комплексный подход применения активных фильтров.*

**Ключевые слова:** электропотребление, потери электрической энергии, высшие гармоники, активная фильтрация, компенсация реактивной мощности.

G.S. Kudryashev, A.N. Tretyakov, O.N. Shpak

### THE INTEGRATED APPROACH IN THE PROCESS OF OPTIMIZATION OF THE ELECTRICAL NET WORKINGMODES IN THE AIC ENTERPRISES

*The issues of the power system reliability, the prospects of the energy consumption increase, the influence of higher harmonics on the electrical equipment work and electric power quality in the AIC power distribution networks are considered, the comprehensive approach of the active filter use is offered in the article.*

**Key words:** power consumption, electric power losses, higher harmonics, active filtering, reactive power compensation.

---

**Введение.** В настоящее время в электроэнергетике нарастает дефицит мощности и электроэнергии, который пока имеет локальный характер на уровне ряда региональных энергосистем. Это является следствием неравномерных темпов развития экономики различных регионов страны, недостаточных вводов генерирующих мощностей и недостаточных пропускных способностей электрических связей для передачи мощности и электроэнергии из избыточных регионов в дефицитные.