

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ТРАКТОРНОГО ПАРКА ДЛЯ ЗОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЧВООБРАБОТКИ

Селиванов Н.И., Аверьянов В.В.

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Сформированы модели и разработан алгоритм оптимизации типоразмерного ряда и количественного состава колесных тракторов общего назначения для зональных природно-производственных условий.

Ключевые слова: природная зона, операционная технология, типоразмер трактора, энергопотребность.

MODELING OF THE TRACTOR FLEET COMPOSITION FOR ZONE TILLAGE TECHNOLOGIES

Selivanov N. I., Averyanov V. V.

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Formed model and developed an algorithm to optimize the standard series and the number of members of wheeled tractors of general purpose for zonal natural production conditions.

Key words: natural area, the operating technology, size of the tractor, the energy requirements.

Особенностью сельскохозяйственного производства в регионах Сибирского федерального округа является существенное различие основных характеристик агроландшафтов или природных зон по условиям функционирования производителей зерновых и другой продукции растениеводства. Достигнутый уровень развития растениеводства регионов характеризуют урожайность, валовое производство основной продукции и экономические показатели, определяющие технологии, качество и агротехнические сроки выполнения механизированных работ. Основой эффективного производства зерновых является применение адаптированных технологий и технического обеспечения почвообработки.

Реализация целевых программ развития сельского хозяйства регионов требует коренного обновления и формирования инновационного тракторного парка, основу которого должны составлять унифицированные модели колесных тракторов общего назначения с регулируемыми эксплуатационными параметрами, адаптированные к зональным технологиям почвообработки, поскольку их доля в условных эталонных единицах превышает 70% [1] общей нормативной потребности.

С учетом основных положений системы формирования потребного тракторного парка [2] актуальным является обоснование рациональных типоразмеров и количества тракторов для технологий почвообработки по характерному признаку агрозоны - классу длины гона, типичному для группы модельных хозяйств, которые могут быть адаптированы к конкретным условиям производства.

Цель работы: формирование моделей и алгоритма оптимизации парка тракторов для зональных технологий почвообработки.

Состав инновационного тракторного парка для конкретной природной зоны (класса длины гона) формируется в два этапа, включающих последовательное обоснование рациональных типоразмеров и потребное количество тракторов в каждом из них. Критерием оптимизации является минимум суммы типоразмеров и числа физических тракторов $\sum_1^n (n_{тр} + n_{ф})_i = \min$, обеспечивающих: своевременное и качественное выполнение операций в соответствии с агротехническими требованиями; сочетание высокой производительности и экономичности агрегатов; рациональный уровень годовой загрузки, охрану окружающей среды; наименьшие затраты на техническое обслуживание.

Условия функционирования отрасли растениеводства в природной зоне характеризуют: средний класс длины гона l_2 ; фактическая и перспективная [3] площадь пашни F_n , соотношение объемов работ (площадей) основных операционных технологий $F_i^o = F_i/F_n$; номинальные

скоростные режимы V_{ni}^* , агротехнические сроки проведения полевых работ D_i с учетом природных условий $K_{обi}$.

В основу классификации тракторов следует положить двухпараметрический типоразмерный ряд [1], включающий девять (9) тяговых классов с установленными границами эксплуатационной массы $m_{э}^*$ и номинального тягового усилия $P_{крн}$, а также десять (10) разрядов эксплуатационной по ГОСТ 18509-88 мощности.

В качестве эталонной единицы целесообразно использовать [4] условный гусеничный трактор ТЭ-150 эксплуатационной мощностью 110,3 кВт, обеспечивающий в составе пахотного агрегата шириной $B_p=2,59$ м производительность в час сменного времени $\Pi=1,50$ га/ч при коэффициенте использовании времени смены $\tau=0,72$ и длине гона $l_2=800$ м.

Технологическая потребность в тракторах определяется по наиболее напряженному периоду выполнения механизированных работ из условия обеспечения наименьших удельных энергозатрат.

Потребная мощность $N_{ep i}$ и эксплуатационная масса $m_{эi}$ трактора для каждой из трех групп операций [1-2] и класса длины гона l_2 определяется из условий достижения оптимальной чистой производительности агрегата W_i^* в номинальном тягово-скоростном режиме, соответствующем V_{ni}^* и максимальному значению тягового КПД $\eta_{T max}$ при коэффициенте использования веса $\varphi_{крн}$

$$\begin{cases} N_{ep i}^* = W_i^* \cdot (K_0 \cdot \mu_{кр})_i / \eta_{T max}; \\ m_{эi}^* = m_{удi}^* \cdot N_{ep i}, \end{cases} \quad (1)$$

где $m_{удi}^* = \eta_{T max} \cdot 10^3 / g \cdot \varphi_{крн} \cdot V_{ni}^*$ - удельная масса трактора, кг/кВт; $K_{аi} = (K_0 \cdot \mu_{кр})_i = K_{0i} [1 + \Delta K_i (V_{ni}^* - V_0)]$ - характеристика удельного сопротивления рабочей машины при $V_0=1,40$ м/с, кН/м.

Расчетная технологическая потребность в физических тракторах мощностью $N_{ep i}$ на 1000 га пашни n_{pi} для конкретных природно-производственных условий

$$n_{pi} = 1000 \cdot F_i^0 / (\Pi_i \cdot T_{см} \cdot K_{см} \cdot D \cdot K_{обi}), \quad (2)$$

где $\Pi_i = 0,36 \cdot W_i \cdot \tau$ - эксплуатационная производительность агрегата, га; $T_{см}$ - продолжительность смены, ч; $K_{см}$ - коэффициент увеличения продолжительности смены; D - продолжительность выполнения работ, дней.

Среднее значение потребной мощности $\bar{N}_{ep i}$, с учетом занятости трактора в составе почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения и незначительном отличии $N_{ep i}$, определится из условия

$$\bar{N}_{ep i} = \frac{1}{\sum_1^n n_{pi}} \cdot \sum_1^n N_{ep i}^* \cdot n_{pi}. \quad (3)$$

По величине $\bar{N}_{ep i}$ устанавливается рациональный разряд эксплуатационной мощности и типоразмер трактора, с учетом варьирования коэффициента использования мощности $\xi_N^*=1,0-0,9$ [2]

$$N_{эi}^* = \bar{N}_{ep i} / \xi_N^*. \quad (4)$$

Указанное сопровождается изменением эксплуатационной производительности и технологической потребности в физических тракторах для указанных операций

$$\begin{cases} \Pi_{\phi i}^* = \Pi_i \cdot \bar{N}_{ep i} / N_{ep i}^* = \Pi_i \cdot \lambda_{Nep}; \\ n_{\phi i} = n_{pi} / \lambda_{Nep}. \end{cases} \quad (5)$$

Диапазон варьирования эксплуатационной массы $(m_{э max}^* - m_{э min}^*)_i$ и соответственно номинального тягового усилия, определяющего тяговый класс трактора, для операционных технологий при неизменной мощности $N_{эi}^*$ формирует условие балластирования и величину $m_{Б max i}$

$$\begin{cases} m_{э max i}^* = m_{уд max}^* \cdot N_{эi}^* \cdot \xi_N^*; \\ m_{э min i}^* = m_{уд min}^* \cdot N_{эi}^* \cdot \xi_N^*; \\ m_{Б max i} = (m_{уд max} - m_{уд min}) \cdot N_{эi}^* \cdot \xi_N^*. \end{cases} \quad (6)$$

Эффективность эксплуатации тракторов с регулируемой массой на отдельных операциях и технологии почвообработки характеризуют условия минимизации затрат мощности $N_{уд i}^* (\bar{N}_{уд} = \sum_1^n N_{уд i})$ кВт/1000 га и удельных энергозатрат a_{ni} ($\bar{a}_{ni} = \sum_1^n a_{ni}$) кВт·ч/га

$$\begin{cases} N_{уд i}^* = n_{\phi i} \cdot N_{эi}^* \cdot \xi_N^* \rightarrow \min; \\ a_{ni} = N_{уд i} \cdot T_{pi} \cdot 10^{-3} \rightarrow \min, \end{cases} \quad (7)$$

где T_{pi} - продолжительность работы трактора на отдельной операции, ч.

Пиковая (максимальная) технологическая потребность в тракторах определяется по совокупности одновременно выполняемых операций из условия $N_{уд\ max} = \sum_1^n N_{уд\ i\ max}$. Основным является типоразмер трактора мощностью $N_{э\ i}^*$ и $m_{э\ i}^*$, наиболее адаптированный к операциям по параметру $N_{уд}^* \rightarrow N_{уд\ max}$. Дополнительный типоразмер соответствует $N_{э\ max}$ и $m_{э\ max}$ для наиболее энергоемких операций почвообработки первой группы при $N_{уд1} < N_{уд}^*$. Значительное превышение мощности $N_{э\ max}$ над оптимальным значением $N_{э\ i}^*$ показывает целесообразность использования промежуточного типоразмера или разряда мощностью $N_{э2} < N_{э2} < N_{э\ max}$ для уменьшения суммарной численности физических тракторов $\sum_1^n n_{ф\ i} = \sum_1^n N_{уд\ i} / (N_{э\ i} \cdot \xi_{\bar{N}})$ за счет повышения годовой загрузки. Общая энергопотребность и количество физических тракторов соответствующих типоразмеров при этом

$$\begin{cases} N_{уд\ max} = N_{уд}^* + N_{уд1} + N_{уд2}; \\ \sum_1^n n_{ф\ i} = n_{ф}^* + n_{ф1} + n_{ф2}. \end{cases} \quad (8)$$

Выполнение малоэнергоемких операций, соответствующих типоразмеру $N_{э\ min} < N_{э}^*$ и $N_{уд3} \leq N_{уд}^*$, обеспечивают тракторы мощностью $N_{э}$ при $m_{э\ min}^*$.

Условный коэффициент перевода физических тракторов в эталонные и их технологическая потребность определяются из соотношений

$$\begin{cases} \bar{K}_{э\ i} = \frac{(\xi_{\bar{N}} \cdot N_{э} \cdot \eta_{т\ max} \cdot \tau)_i}{(\xi_{\bar{N}} \cdot N_{э} \cdot \eta_{т\ max} \cdot \tau)_{эт}}; \\ \bar{n}_{эт\ i} = (\bar{K}_{э} \cdot n_{ф})_i; \\ \sum_1^n n_{эт\ i} = n_{эт}^* + n_{эт1} + n_{эт2}. \end{cases} \quad (9)$$

Алгоритм обоснования рациональных типоразмеров и количества колесных тракторов для характерных природно-производственных условий включает: оценку исходных данных ($\bar{l}_2, F_n, F_i, W_i^*, P_i^*, K_{0i}, V_{н\ i}, \mu_{к\ i}, K_{об\ i}, D_i, \varphi_{крн}, \eta_{т\ max}, m_{уд\ i}^*, \xi_{\bar{N}}$); определение параметров ($N_{э\ i}$, $m_{э\ i}$ (1), $n_{р\ i}$ (2), $\bar{N}_{э\ i}$ (3), $N_{э\ i}^*$ (4), $P_{ф\ i}^*$, $n_{ф\ i}$ (5), $m_{э\ max\ i}^*$, $m_{э\ min\ i}^*$, $m_{Б\ max\ i}$ (6), $N_{уд\ i}^*$, $a_{н\ i}$ (7), $N_{уд\ max}$, $N_{уд\ i}$, $n_{ф\ i}$, $\sum_1^n n_{ф\ i}$ (8), $\bar{K}_{э\ i}$, $\bar{n}_{эт\ i}$, $\sum_1^n n_{эт\ i}$ (9)).

Выводы

Сформированы модели и алгоритм оптимизации типоразмерного ряда и количества колесных тракторов для зональных технологий почвообработки и посева с учетом характерных природно-производственных условий, позволяющий минимизировать энергетическую потребность и численный состав тракторного парка.

Литература

1. Селиванов, Н.И. Технологическая адаптация колесных тракторов / Н.И. Селиванов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2017. -216 с.
2. Селиванов, Н.И. Параметры-адаптеры колесных тракторов и агрегатов к зональным технологиям почвообработки/ Н.И. Селиванов, Ю.Н. Макеева, В.В. Аверьянов// Вестник Омского ГАУ / Омск – 2019 - №1. С. 147-155.
3. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ.рек. / Под общ. ред. С.В. Брылёва. – Красноярск: МСХ Красноярского края, Красноярский НИИСХ, 2015. – 591 с.
4. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности / А.Ю. Измайлов и др.//Инструктивно-методическое издание. – М.-2009, 54 с.