



OPERATING PARAMETERS OF MTU FOR FERTILIZER APPLICATION

Boyzokov A. K.

Associate Professor of the Yangiyer Branch of the
Tashkent Chemical-Technological Institute

Abstract

This article examines the rationale for optimal operating parameters and modes of machine-tractor units (MTU) used for mineral fertilizer application. Based on the theory of optimal parameters and mathematical modeling, an analysis of factors influencing unit performance is conducted, including engine power, working width, operating speed, and machine lifting capacity. Particular attention is paid to agronomic requirements for fertilizer distribution quality, shift utilization, and labor cost structure. Using experimental data and regression equations, functional relationships between unit parameters and process quality are established. A multivariate modeling methodology is proposed for determining optimal ratios of operating parameters that ensure increased productivity, reduced present value costs, and economic efficiency of MTA use.

Keywords: MTA, mineral fertilizers, operating parameters, mathematical modeling, productivity, shift utilization rate, economic efficiency, optimization.

Introduction

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ МТА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Бойзоков А. К.

доцент Янгийерский филиал Ташкентского
химико-технологического института

Аннотация:

В статье рассматриваются вопросы обоснования оптимальных эксплуатационных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов (МТА), используемых для внесения минеральных удобрений. На



основе теории оптимальных параметров и математического моделирования проведён анализ факторов, влияющих на производительность агрегата, включая мощность двигателя, ширину захвата, рабочую скорость движения и грузоподъёмность машины. Особое внимание уделено агротехническим требованиям по качеству распределения удобрений, коэффициенту использования времени смены и структуре затрат рабочего времени. С помощью экспериментальных данных и уравнений регрессии установлены функциональные зависимости между параметрами агрегата и качеством технологического процесса. Предложена методика многовариантного моделирования для определения оптимальных соотношений эксплуатационных параметров, обеспечивающих повышение производительности, снижение приведённых затрат и экономическую эффективность применения МТА.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, минеральные удобрения, эксплуатационные параметры, математическое моделирование, производительность, коэффициент использования времени смены, экономическая эффективность, оптимизация.

Введение

Соответствие эксплуатационных параметров МТА реальным условиям их использования является основным фактором, определяющим эффективность применения МТА. Это обуславливает необходимость обоснования эксплуатационных параметров и режимов работы как существующих, так и перспективных МТА для внесения удобрений с детальным учетом множества влияющих факторов на базе математических моделей.

В теории оптимальных параметров в качестве основных эксплуатационных параметров принимались эффективная мощность двигателя, грузоподъёмность машины для внесения удобрений, ширина захвата и рабочая скорость движения МТА. Техничко-экономические показатели: производительность агрегата за час сменного времени, затраты труда, потери урожая от некачественного внесения удобрений, расход топлива, капиталовложения.

Одним из важнейших показателей, определяющих эффективность использования агрегата, является его производительность, которая имеет прямую зависимость от мощности двигателя, скорости движения, ширины захвата агрегата и степени использования времени смены.

При ограниченной мощности двигателя трактора и показателя качества внесения удобрений (по агротехническим требованиям) установление возможных сочетаний ширины захвата, скорости движения агрегата и грузоподъемности машины для внесения удобрений производится с учетом их влияния на качество выполнения технологического процесса и эксплуатационные режимы работы агрегата.

Качество выполнения технологического процесса основного внесения минеральных удобрений оценивается показателем неравномерности распределения удобрений по площади удобряемого поля и в зависимости от ширины захвата B_p , скорости движения агрегата V_p и дозы внесения удобрений D , который по агротехническим требованиям должен удовлетворять условию $K_{н.в.} \leq \pm 25\%$.

По результатам проведенных нами экспериментальных исследований функциональная зависимость

$K_{н.в.} = f(B_p, V_p, D)$ выражалась уравнение второго порядка:

$$K_{н.в.} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2, \quad (I)$$

где

x_1, x_2, x_3 - соответственно кодированные значения ширины захвата, скорости движения агрегата и дозы внесения удобрений;

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$ - коэффициенты уравнения регрессии, определяемые по результатам экспериментальных исследований.

С помощью уравнения (I) устанавливаются (для наиболее характерных уровней доз основного внесения минеральных удобрений в зоне хлопкосеяния) допустимые значения ширины захвата и скорости движения агрегата в соответствии с агротехническими требованиями по качеству внесения удобрений.

С точки зрения установления оптимальных эксплуатационных режимов работы агрегата при различных условиях эксплуатации предусматривается изменение грузоподъемности машины для внесения минеральных удобрений.

Как известно, на производительность агрегата большое влияние оказывает коэффициент использования времени смены, являющийся значительным резервом повышения производительности МТА.

Коэффициент использования времени смены определяется из соотношения

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см}}, \text{ ч}, \quad (2)$$

где

T_p - время чистой работы;

$T_{см}$ - время смены.

Величина

$T_{см}$ зависит от следующих факторов:

$$T_{см} = T_p + T_{пз} + T_{пнк} + T_{от} + T_{отл} + T_{отд} + T_k + T_{отех} + T_{пов} + T_z, \quad (3)$$

где

$T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время (прием-сдача агрегата. постановка на место стоянки);

$T_{пнк}$ - время для переездов в начале и конце смены;

$T_{от}, T_{отл}$ - соответственно время на ежедневное обслуживание трактора и машины;

$T_{отд}$ - время на отдых и личные надобности;

T_k - время проверки качества работы;

$T_{отех}$ - время остановки из-за непредвиденного нарушения технологического процесса (очистка рабочих органов и т.п.);

$T_{пов}$ - время на поворот;

T_z - время на загрузку.

Рассмотрим подробнее составляющие баланса времени смены.

$T_{пз}$ принимается в соответствии с нормативом [1] (для семичасовой смены

$$T_{пз} = 0,2 \text{ ч}, \quad T_{пнк}$$

определяется с учетом места расположения стоянки МТА от пункта загрузки удобрениями и скорости движения агрегата:

$$T_{\text{пнк}} = \frac{S_{\text{д.п.з.}}}{V_x}, \quad (4)$$

где

$S_{\text{д.п.з.}}$ - расстояние от места стоянки МТА до пункта загрузки удобрений, м;

V_x - скорость движения агрегата без груза по дороге, м/с.

Время на ежесменное техническое обслуживание трактора и машины

$T_{\text{тр}}, T_{\text{ом}}$, отдых

$T_{\text{отд}}$, проверки качества

$T_{\text{к}}$, остановки

$T_{\text{о.тех}}$ нормируется [1,4].

Время на загрузку

T_z агрегата включает в себя время на маневрирование и ожидание загрузки емкости $t_{\text{ож}}$ и время погрузки машины для внесения удобрений t_n . Время погрузки машины для внесения удобрений определяется из соотношения

$$t_n = \frac{Q_n \cdot k_{\text{ис.г.}}}{W_n}, \quad (5)$$

где

Q_n - грузоподъемность машины для внесения удобрений, кг;

$k_{\text{ис.г.}}$ - статистический коэффициент использования грузоподъемности;

W_n - часовая производительность погрузчика, кг/ч.

Время, затрачиваемое на выполнение одного цикла операции внесения удобрений, складывается из следующих составляющих:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{д.г}} + t_{\text{д.х}} + t_{\text{б.в}} + t_n + t_{\text{ож}} + t_{\text{пов}}. \quad (6)$$

Время, затрачиваемое на движение от места загрузки до места внесения и обратно, определяется как

$$t_{\text{д.г}} = \frac{S_g}{V_g}, \quad (7)$$

$$t_{\text{д.х}} = \frac{S_x}{V_x}, \quad (8)$$

где

v_p, v_x - соответственно скорости движения МТА с грузом от места загрузки удобрений до места внесения и без груза обратно, м/с;

s_p, s_x - соответственно расстояния от места загрузки до места внесения и обратно, м.

Время для внесения удобрений определяется как

$$t_{б.у} = \frac{Q_m \cdot d_{г.с} \cdot 10^{-4}}{D \cdot B_p \cdot V_p}, \quad (9)$$

где

Q_m - грузоподъемность машины, кг;

D - доза внесения удобрений, кг/га;

B_p - рабочая ширина захвата агрегата, м;

V_p - рабочая скорость движения агрегата, м/с.

Значения

$$Q_m, B_p \text{ и } V_p$$

определяются на основании уравнения (I)

в соответствии с ограничениями по качеству внесения удобрений и эксплуатационных режимов работы агрегата.

Время на маневрирование и ожидание загрузки емкости определяется по результатам хронометражного наблюдения и по нормативам [1,4].

Время поворота агрегата за цикл определяется как

$$t_{пов} = t'_{пов} \cdot n_{пов}, \quad (10)$$

где

$t'_{пов}$ - время одного поворота - определяется по результатам хронометражного наблюдения и нормативным данным [1,4].

Количество поворотов при внесении удобрений

$$n_{пов} = \frac{Q_m \cdot d_{г.с} \cdot 10^{-4}}{D \cdot B_p \cdot L_p} - a, \quad (11)$$

где

L_p - длина гона, м;

α - коэффициент, учитывающий способ движения при внесении удобрений ($\alpha = 1$ при челночном способе движения).

Время чистой работы МТА определяется как

$$T_p = t_{вч} \cdot n_{ч}, \quad (12)$$

где

$n_{ч}$ - количество циклов работы МТА за смену.

Количество циклов внесения определяется следующей формулой:

$$n_{ч} = \frac{T_{см} - T_{пз} - T_{пк} - T_{от} - T_{ом} - T_{од}}{t_{ч} + T_{к} + T_{о.тех}}. \quad (13)$$

При поиске оптимальных эксплуатационных параметров и режимов работы МТА учитываются разнообразные условия его работы, в частности, расстояние от места загрузки машины удобрениями до места их внесения

S_p, S_k - длина гона

L_p - почвенный фон.

По каждому исследуемому варианту сочетаний эксплуатационных параметров и режимов работы МТА в указанной последовательности определяются значения критерия оптимальности. Для исследуемых конкретных условий эксплуатации МТА по результатам оптимизационного поиска устанавливаются оптимальные соотношения эксплуатационных параметров и режимов работы, обеспечивающих минимизацию приведенных затрат.

Сравнения экономической эффективности агрегатов с различными эксплуатационными параметрами производятся с помощью системы удельных показателей.

Повышение производительности агрегата:

$$\eta_w = \frac{W_{см1} - W_{см2}}{W_{см2}} \cdot 100, \%. \quad (21)$$

Снижение приведенных затрат:

$$C_n = \frac{П_1 - П_2}{П_1} \cdot 100, \%. \quad (22)$$

Комплексное сравнение всех экономических показателей - МТА позволяет наиболее полно оценить преимущество того варианта, который задается из исследований.

Экономический эффект от внедрения МТА для внесения удобрений с оптимальными эксплуатационными параметрами определяется как

$$\mathcal{E}_r = (\Pi_2 - \Pi_1) \cdot W_1 \cdot Z_a, \quad (25)$$

где

Z_a - годовая загрузка агрегата, ч.

Оптимизационный поиск по выбранному критерию и описанной методике методом многовариантного моделирования позволяет решать задачи прогнозирования оптимальных эксплуатационных параметров МТА с высокой точностью.

REFERENCES:

- 1.Единые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в хлопководстве. Ташкент: МСХ 1982, 270 с.
- 2.Корсун Н-А. Агрегатирование тракторов Т-150 и Т-150К с сельскохозяйственными машинами. М.: Машиностроение, 1975, 272 с.
- 3.Марченко Н.М., Личман Г.И., Черников Б.П. Обоснование оптимального уровня показателей качества работы машин для внесения удобрений. -Труды ВИМ. 1980,т.87,с.3-16.
- 4.Сергеев З.В. Димченко Г.Т. Справочник нормировщика. 1983, 268 с.