

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АДАптиРОВАННОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

Каминьски Я.Р., Мишин П.А.

A mathematical operation model has been found expedient to determine the effectiveness of a tillage unit operation under specified soil conditions as well as operation parameters and modes when this unit is combined with a particular tractor. The model-based PC software supplies the production and specific fuel consumption rates within the whole range of working speeds and soil conditions for optimum tractor engine loading. Furthermore the offered software allows to determine optimal operating width of a tool, the working speed and corresponding, or minimal, fuel consumption per 1 hectare of tilled land.

Theoretically obtained results have been substantiated by separate investigations of tilling units consisting of K-701 and MTZ-82 tractors and plows with changable working width.

ВВЕДЕНИЕ

Работа почвообрабатывающих агрегатов на сельскохозяйственном поле или в целом система управления ими осуществляется по входным и выходным параметрам, которые являются переменными. Входные переменные описывают характеристики сельскохозяйственного поля и являются случайными величинами. Выходными переменными являются энергетические, скоростные, экологические, технико-экономические и другие параметры функционирования агрегата. Внешние входные переменные совместно с управляющими и возмущающими воздействиями определяют выходные оценочные параметры.

Анализ проведенных исследований показывает, что одним из основных внешних воздействий является твердость почвы T_B , которая наиболее полно и обобщенно характеризует сельскохозяйственное поле с позиции необходимости механической обработки. Твердость почвы является переменной и случайной величиной. Пространственную изменчивость твердости почвы в пределах поля можно представить в форме карт, содержащих изолинии - линии равных значений твердости почвы, с помощью специальных математических интерполяционных методов с применением ПЭВМ.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В общем случае функционирование почвообрабатывающего агрегата при выполнении технологического процесса на сельскохозяйственном поле можно выразить через производительность W , которая зависит от твердости почвы T_B , и представить в виде модели (рис.1).

Выходные переменные функционирования агрегата: максимальная производительность и соответствующий ей минимальный расход топлива - $W_{\max i}$ и $q_{\min i}$, - определяются оптимальными значениями рабочей скорости V_p и рабочей ширины захвата B_p . Функционирование системы контролируется возмущающими воздействиями в виде ограничений: по качеству работы $П_{Кi}$; буксованию движителей $K_{б \max}$; пределам диапазона агротехнически допустимых рабочих скоростей $V_{p \min}, V_{p \max}$ и рациональной загрузки энергетического средства K_3 .

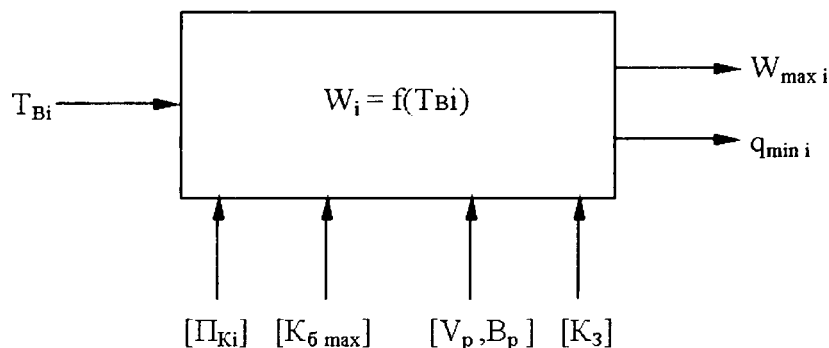


Рис. 1. Математическая модель функционирования почвообрабатывающего агрегата.

Входная переменная – твердость почвы T_{Bi} - влияет на удельное сопротивление рабочего органа. В результате проведенных экспериментальных исследований нами получена обобщенная зависимость, которая адекватно описывает изменение удельного сопротивления корпуса плуга $K_{кп}$ (частный случай) от твердости T_B всех типичных для Северо - Западного района почв полиномом второй степени

$$K_{кп} = a_1 + v_1 T_B + c_1 T_B^2, \quad (1)$$

где a_1 , v_1 и c_1 – коэффициенты уравнения регрессии.

Твердость почвы T_B зависит от глубины обработки h . По результатам экспериментов получена зависимость между ними в виде уравнения регрессии

$$T_B = a_2 + v_2 h + c_2 h^2, \quad (2)$$

где a_2 , v_2 и c_2 – коэффициенты уравнения.

Полученные зависимости позволяют установить конкретную взаимосвязь значений входного параметра T_{Bi} с производительностью W

$$W = C \cdot B_p \cdot V_p, \quad (3)$$

и удельным расходом топлива q

$$q = G / W, \quad (4)$$

где C – коэффициент размерности; B_p - рабочая ширина захвата агрегата; V_p - рабочая скорость; G – часовой расход топлива при максимальной тяговой мощности трактора.

Рабочую скорость агрегата V_p можно выразить через тяговое усилие трактора $P_{кр}$ аппроксимацией табличных значений тягового усилия по типовым тяговым характеристикам тракторов полиномом третьей степени, который дает наименьшую ошибку

$$V_p = a_3 + v_3 P_{кр} + c_3 P_{кр}^2 + d_3 P_{кр}^3, \quad (5)$$

где a_3 , v_3 , c_3 и d_3 – коэффициенты уравнения регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Адаптированным к конкретным условиям работы можно считать такой агрегат, который при заданных агротехнических показателях работы позволяет получить максимальную производительность и соответствующий ей минимальный расход топлива. Изменение рабочих параметров агрегата нарушает его адаптацию, уменьшая производительность и увеличивая погектарный расход топлива.

Определяя производительность и удельный расход топлива по вышеприведенным зависимостям, можно получить трехмерные поверхности отклика функционирования почвообрабатывающего агрегата (рис.2), которые выражают его потенциальную эксплуатационную характеристику и устанавливают взаимосвязь между рабочей шириной захвата B_p , скоростью движения V_p , производительностью W , удельным расходом топлива q и твердостью почвы T_B при работе в различных условиях на заданную глубину и изменении V_p от V_{\min} до V_{\max} .

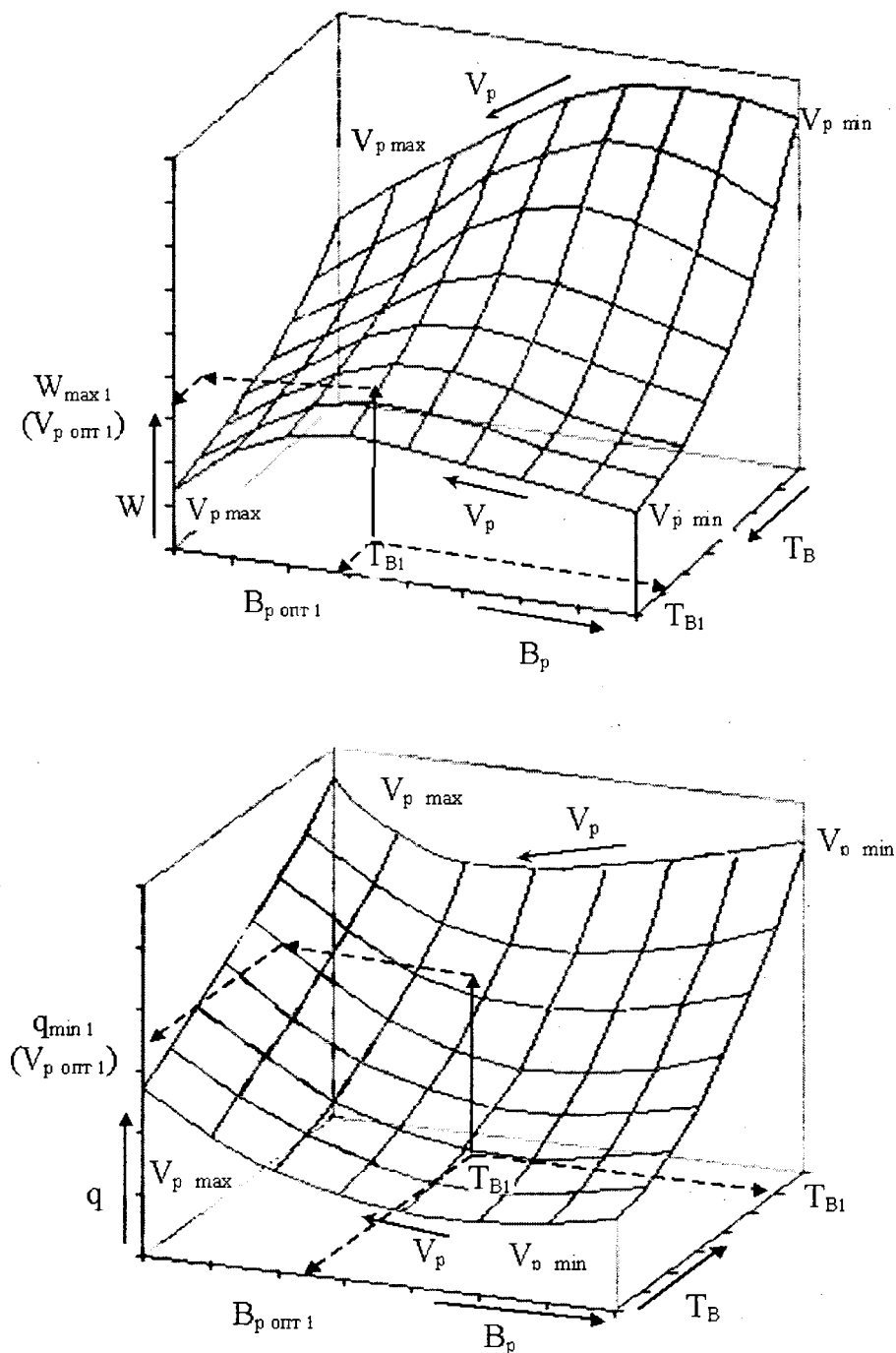


Рис.2. Потенциальная эксплуатационная характеристика почвообрабатывающего агрегата

Из рис.2 видно, что предложенная модель функционирования адаптированного почвообрабатывающего агрегата позволяет для каждого заданного значения твердости почвы T_{Bi} определить ожидаемые значения максимальной производительности $W_{\max i}$ и минимального удельного расхода топлива $q_{\min i}$, по которым с учетом ограничений $[P_{ki}]$, $[K_{б \max}]$ устанавливаются оптимальные значения ширины захвата $B_{p \text{ опт } i}$ и скорости движения $V_{p \text{ опт } i}$ агрегата. Принципы построения потенциальных эксплуатационных характеристик более подробно изложены в [1,2].

ВЫВОДЫ

Предложенная математическая модель функционирования почвообрабатывающего агрегата и полученная на её основе потенциальная эксплуатационная характеристика позволяет адекватно описать показатели производительности и удельного (на 1 га) расхода топлива во всем диапазоне рабочих скоростей и почвенных условий при рациональной загрузке двигателя трактора. Данные выводы подтверждены на примере отдельно проведенных исследований пахотных агрегатов с тракторами К-701 и МТЗ-82 с плугами с изменяемой шириной захвата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнруб В.И. Оптимизация режима работы пахотного агрегата. - Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. №11. – С. 19–21.
2. Вайнруб В.И. Потенциальные эксплуатационные характеристики почвообрабатывающих агрегатов. - Сб.научных трудов НИИТИМЭСХ НЗ РСФСР. - вып.56. – Л.: 1990. – 9-13с.