

На правах рукописи

ДОБРОДОМОВА Татьяна Владиславовна

**ПАРАМЕТРЫ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА
НА БАЗЕ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ МТ-5**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства
механизации сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Барнаул, 2007

Работа выполнена в ФГОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
КРАСОВСКИХ Виталий Степанович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
НОВОСЕЛОВ Александр Леонидович;
кандидат технических наук
АРХИЛАЕВ Магомед Абдулкадырович

Ведущее предприятие: Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Барнаул

Защита состоится «24» мая 2007г. в 9⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д212.004.02 при Алтайском государственном техническом университете им И.И. Ползунова по адресу: 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, факс (3852) 36-71-29, адрес сети Internet: www.astu.alt.ru, e-mail: ntsc@desert.secna.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

Автореферат разослан «___» апреля 2007г.

И. о. учёного секретаря
диссертационного совета
д.т.н., профессор

КУЛИКОВА Л.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В условиях Сибири необходимо использовать энергоресурсосберегающие машинные технологии с ограничением числа проходов машин для уменьшения глубины уплотнения почвы, с совмещением технологических операций. Для этого надо применять комбинированные почвообрабатывающие посевные комплексы, позволяющие проводить сразу несколько с.-х. операций, такие как ППК ОАО «Рубцовский машиностроительный завод» (ОАО «РМЗ»). Для их агрегатирования в данной работе предлагается использовать гусеничную машину МТ-5 класса тяги 5, представляющую собой шасси серийно выпускаемого трелевочного трактора ТТ-4М производства ОАО «Алтайский трактор», г. Рубцовск.

Использование гусеничной машины МТ-5 для агрегатирования почвообрабатывающего посевного комплекса является актуальным и эффективным, поскольку позволяет решить задачу обеспечения комплекса тяговым, транспортным и приводным средствами, представленными одной машиной.

Цель работы – повышение эффективности работы почвообрабатывающего посевного комплекса путем использования гусеничной машины МТ-5 как тягового, транспортного, приводного средства за счет обоснования рациональных параметров и режимов работы.

Агрегат, состоящий из гусеничной машины МТ-5 с установленными на нее зерновым и туковым бункерами, вентиляторной установкой с приводом от двигателя машины и буксируемого культиватора, будем называть далее энергетическим почвообрабатывающим посевным комплексом – ЭППК.

Объект исследования – энергетический почвообрабатывающий посевной комплекс (ЭППК), состоящий из гусеничной машины МТ-5 и почвообрабатывающего посевного комплекса типа ППК-8,2.

Предмет исследования – процесс функционирования ЭППК как системы «почва – почвообрабатывающий посевной комплекс – движитель – трансмиссия – двигатель» с учетом вероятностного характера нагрузки при работе на группе полей.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- усовершенствована математическая модель процесса функционирования комплекса как системы «почва – почвообрабатывающий посевной комплекс – движитель – трансмиссия – двигатель», в которой учтено влияние переменного веса посевного материала на энергетические, технико-экономические показатели;
- обоснована методика определения рациональных параметров комплекса при эксплуатации его на группе полей с учетом вероятностного характера изменений внешних воздействий;
- в качестве критерия эффективности функционирования комплекса использовано математическое ожидание удельных совокупных затрат средств по группе полей.

Практическая значимость работы. Усовершенствованная математическая модель функционирования комплекса как системы «почва-почвообрабатывающий посевной комплекс-двигатель-трансмиссия-двигатель» позволяет обосновать рациональный состав, параметры и режимы работы тягового, тягово-приводного и тягово-транспортного комплекса на базе и колесного, и гусеничного тягового средства.

Внедрение результатов работы. Выводы и рекомендации настоящей работы используются предприятиями ОАО «Алтайский трактор» и ОАО «Рубцовский машиностроительный завод».

Выполненная работа представляет собой часть программы по теме «Разработка машин для агропромышленного сельскохозяйственного комплекса». Работа выполнена в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ АГАУ № 13 «Обоснование эксплуатационных требований к параметрам и режимам работы машинно-тракторных агрегатов», № 14 «Оптимизация параметров и совершенствование конструкций перспективных машинно-тракторных агрегатов».

Апробация работы. Основные положения работы были доложены на V всероссийской научно-технической конференции (г. Рубцовск, 2003 г.); все-

русской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Новые материалы и технологии в машиностроении» (г. Рубцовск, 2004 г.); внутривузовской конференции «Эффективные технологии и средства механизации сельского хозяйства» (г. Барнаул, 2004 г.); юбилейной научно-технической конференции «Сельскому хозяйству – эффективные технологии и средства механизации» (г. Барнаул, 2005г.).

Публикации. По материалам диссертационных исследований опубликовано 10 печатных работ.

Основные положения, выносимые на защиту:

- усовершенствованная математическая модель процесса функционирования комплекса как системы «почва – почвообрабатывающий посевной комплекс – движитель – трансмиссия – двигатель»;
- состав и параметры почвообрабатывающего посевного комплекса на базе гусеничной машины МТ-5 ;
- оценка эффективности использования предлагаемого комплекса ЭПК и его технико-экономических показателей.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа содержит введение, 5 глав, общие выводы, список литературы из 113 наименований, 4 приложения. Диссертация изложена на 65 страницах машинописного текста, включая 26 рисунков, 4 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении кратко изложено современное состояние проблемы, обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформулированы цель и научная новизна работы.

В первой главе содержится общая характеристика условий работы машинно-тракторных агрегатов, сделан обзор проведенных ранее исследований в области оптимизации параметров и режимов работы тяговых агрегатов.

Научную базу в вопросах обоснования параметров и режимов работы энергосредств, соответствующих агротехническим требованиям, заложили

Л.Е. Агеев, В.Н. Болтинский, В.П. Горячкин, В.А. Желиговский, В.В. Иванов, С.А. Иофинов, В.В. Кацыгин, Ю.К. Киртбая, Г.М. Кутьков, В.Д. Саклаков, Б.С. Свирщевский, И.И. Трепененков, Д.А. Чудаков и другие исследователи.

Сформулированы следующие **задачи**, решаемые в настоящей работе:

- усовершенствовать математическую модель процесса функционирования комплекса как системы «почва – почвообрабатывающий посевной комплекс – движитель – трансмиссия – двигатель», позволяющую по входным воздействиям определять выходные эксплуатационные показатели;

- обосновать рациональные компоновку, параметры и режимы работы ЭПК в степных районах Алтайского края;

- провести тяговые испытания гусеничной машины МТ-5 и лабораторно-полевые испытания почвообрабатывающего посевного комплекса для подтверждения теоретических предпосылок;

- дать оценку эффективности использования предлагаемого комплекса ЭПК и его технико-экономических показателей.

Во второй главе «Теоретические предпосылки к определению эксплуатационных показателей работы комплекса» изложена методика определения основных энергетических и технико-экономических показателей комплекса.

Математическая модель функционирования комплекса как системы «почва – почвообрабатывающий посевной комплекс – движитель – трансмиссия – двигатель» типа «вход-выход» позволяет по входному показателю – математическому ожиданию тягового сопротивления агрегата по группы полей $M(\bar{P})$ с учетом компоновки агрегата, номинальной мощности двигателя N_n и веса технологических материалов G_{tm} определять выходные показатели работы – математические ожидания выходных переменных по группе полей:

$$M(\bar{N}_{kp}) = N_m M(\bar{\eta}_m); \quad (1)$$

$$M(\bar{V}_p) \cong M(\bar{N}_{kp}) / M(\bar{P}); \quad (2)$$

$$B_p = \frac{M(\bar{P})}{M(\bar{K}_{np}) \left[1 + M(\bar{\varepsilon}_{np}) \left(M(\bar{V}_p)^2 - V_{np}^2 \right) \right]}; \quad (3)$$

$$M(\overline{W}_u) = 0,36 B_p M(\overline{V}_p) ; \quad (4)$$

$$M(\overline{W}_{cm}) = M(\overline{W}_{час}) \cdot T_{cm} ; \quad (5)$$

$$M(\overline{W}_{час}) = M(\overline{W}_u) \cdot \tau_{cm} ; \quad (6)$$

$$M(\overline{g}_w) = M(\overline{G}_{T_{cm}}) / M(\overline{W}_{cm}) , \quad (7)$$

где $M(\overline{N}_{кр})$ – математическое ожидание тяговой мощности тягового средства, кВт; N_m – мощность двигателя, затрачиваемая на перемещение агрегата, кВт; $M(\overline{\eta}_m)$ – математическое ожидание тягового КПД тягового средства; $M(\overline{V}_p)$ – математическое ожидание рабочей скорости агрегата, м/с; B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м; $M(\overline{K}_{np})$ – математическое ожидание приведенного удельного тягового сопротивления агрегата для группы полей при постоянной скорости движения $V_{np} = \text{const}$, кН/м; V_{np} – скорость приведения, м/с; $M(\overline{W}_u)$, $M(\overline{W}_{час})$, $M(\overline{W}_{cm})$ – математические ожидания чистой, часовой и сменной производительности агрегата, га/ч; T_{cm} – время смены, час; τ_{cm} – коэффициент использования рабочего времени смены; $M(\overline{g}_w)$ – математическое ожидание погектарного расхода топлива, кг/га; $M(\overline{G}_{T_{cm}})$ – математическое ожидание расхода топлива двигателя за час сменного времени, кг/ч.

Количество израсходованного топлива за час сменного времени определяется по формуле 8:

$$M(\overline{G}_{T_{cm}}) = 10^{-3} g_{ен} N_{BOM} + 10^{-3} g_{ен} N_m \cdot [\overline{\lambda}_{G_T} \tau_{cm} + \overline{\lambda}_{G_{T_3}} \tau_3 + \overline{\lambda}_{G_{T_a}} \tau_a + \overline{\lambda}_{G_{T_m}} \tau_m + \overline{\lambda}_{G_{T_\delta}} \tau_\delta] ,$$

где $g_{ен}$ – номинальный удельный расход топлива двигателя, г/кВт·ч; N_{BOM} – мощность, передаваемая от двигателя через ВОМ на привод машины, кВт; $\overline{\lambda}_G$ – коэффициенты использования номинального часового расхода топлива соответственно на рабочем ходу трактора $\overline{\lambda}_{G_T}$, заездах агрегата $\overline{\lambda}_{G_{T_3}}$, транспортных переездах агрегата $\overline{\lambda}_{G_{T_a}}$, холостом ходу трактора $\overline{\lambda}_{G_{T_m}}$, холостом режиме работы двигателя $\overline{\lambda}_{G_{T_\delta}}$; τ_3 , τ_a , τ_m , τ_δ – соответственно коэффициенты использования сменного времени по элементам его затрат.

Время основной работы механизированного комплекса рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{T_{cm} - T_{пз} - T_{обс} - T_{лно} - T_v}{1 + \tau_{нов} + \tau_{xx} + \tau_{пер}} , \quad (9)$$

где $T_{см}$ – время смены, мин; $T_{пз}$ – подготовительно-заключительная работа, мин; $T_{обс}$ – организационно-техническое обслуживание, мин; $T_{олн}$ – время на личные надобности и отдых, мин; $T_{в}$ – время вспомогательной работы, мин; $\tau_{пов}$, $\tau_{хх}$, $\tau_{пер}$ – коэффициенты, характеризующие отношение времени поворотов, холостых ходов, внутрисменных переездов к основному времени работы.

Время вспомогательной работы включает:

$$T_{в} = T_{пов} + T_{хх} + T_{з} + T_{пер}, \quad (11)$$

где $T_{пов}$ – время холостых и рабочих поворотов, мин; $T_{хх}$ – время холостого хода, мин; $T_{з}$ – время на загрузку бункера семенами и удобрениями, мин; $T_{пер}$ – время внутрисменного переезда с участка на участок, мин.

Время на загрузку бункера семенами и удобрениями равно:

$$T_{з} = n_{з} \cdot \left(\frac{m_{cy}}{V_y} + t_n \right), \quad (12)$$

где $n_{з}$ – количество заправок бункера, раз; m_{cy} – масса семян и удобрений, кг; V_y – удельная скорость загрузки бункера семенами и удобрениями, кг/мин; t_n – время, затраченное на подготовку к загрузке бункера семенами и удобрениями, мин.

При проведении теоретических расчетов величину тягового КПД тягового средства и его составляющих можно определить по формулам:

$$M(\bar{\eta}_m) = M(\bar{\eta}_{mn})M(\bar{\eta}_f)M(\bar{\eta}_\delta); \quad (13)$$

$$M(\bar{\eta}_f) = M(\bar{P})/[M(\bar{P}) + \bar{P}_f]; \quad (14)$$

$$M(\bar{\eta}_\delta) = 1 - M(\bar{\delta}); \quad (15)$$

$$M(\bar{\delta}) = B^{-1} \ln \left[A / (\varphi_{max} - M(\bar{P}) / M(\bar{G})) \right]; \quad (16)$$

где $M(\bar{\eta}_{mn})$ – математическое ожидание КПД механических потерь; $M(\bar{\eta}_f)$ – математическое ожидание КПД, учитывающего потери на качение МТА; $M(\bar{\eta}_\delta)$ – математическое ожидание КПД, учитывающего потери на буксование движителей; \bar{P}_f – математическое ожидание силы сопротивления качению, кН; $M(\bar{\delta})$ – математическое ожидание коэффициента буксования, в %; A , B , φ_{max} – коэффициенты функции, аппроксимирующей кривую буксования движителей тягового средства; $M(\bar{G})$ – математическое ожидание эксплуатационного веса агрегата, кН.

Для почвообрабатывающих комплексов важной энергетической характеристикой является удельное тяговое сопротивление \bar{K} , Н/м:

$$\bar{K} = \bar{P} / B_p. \quad (17)$$

Установлено, что влияние скорости движения на удельное тяговое сопротивление рабочей машины-орудия выражается зависимостью:

$$\bar{K} = \bar{K}_{np} \left[1 + \varepsilon_{np} (\bar{V}^2 - V_{np}^2) \right], \quad (18)$$

где \bar{K}_{np} – математическое ожидание приведенного удельного тягового сопротивления агрегата на отдельном поле при скорости приведения V_{np} ; ε_{np} – коэффициент пропорциональности, соответствующий скорости приведения V_{np} .

Диапазон изменения значений \bar{K}_{np} по группе полей определяется:

$$\bar{K}_{np \max} = M(\bar{K}_{np}) + 2\sigma = M(\bar{K}_{np}) \cdot (1 + 2\nu_{zn}); \quad (19)$$

$$\bar{K}_{np \min} = M(\bar{K}_{np}) - 2\sigma = M(\bar{K}_{np}) \cdot (1 - 2\nu_{zn}), \quad (20)$$

Поэтому дополнительными величинами для расчета эксплуатационных характеристик агрегата по группе полей являются: средняя относительная величина передаточных чисел трансмиссии основного ряда передач трактора q_{cp} , математическое ожидание среднего значения коэффициента пропорциональности, учитывающего влияние рабочей скорости движения агрегата на тяговое сопротивление $M(\bar{\varepsilon}_{np})$, и ν_{gp} – коэффициент вариации математического ожидания приведенного удельного тягового сопротивления агрегата по группе полей.

При оценке возможных режимов работы комплекса как системы «П-ППК-Дж-Т-Дв» учитывались следующие ограничения:

1. Агротехнические требования, к которым относятся: ограничение по скорости движения агрегата $1,39 \leq V_p \leq 2,78$; предельная величина буксования движителя: для гусеничной машины $\delta_{\max} = 5\%$.
2. Конструктивные особенности силовой передачи МТ-5 не позволяют реализовать мощность, затрачиваемую на поступательное движение агрегата, более 110,3 кВт. С учетом затрат мощности на привод вентилятора $N_{\text{вот}}$ мощность двигателя, реализованная на машине МТ-5, составит 132,3 кВт.
3. По максимально и минимально допустимой нагрузке машины МТ-5 по тяге.
4. По максимальной грузоподъемности: допустимая полезная нагрузка на шасси не более 117,7 кН.

Предложена рациональная компоновка ЭППК, когда на шасси устанавливается бункер, культиватор расположен сзади, вентилятор получает привод через ВОМ от двигателя тягового средства.

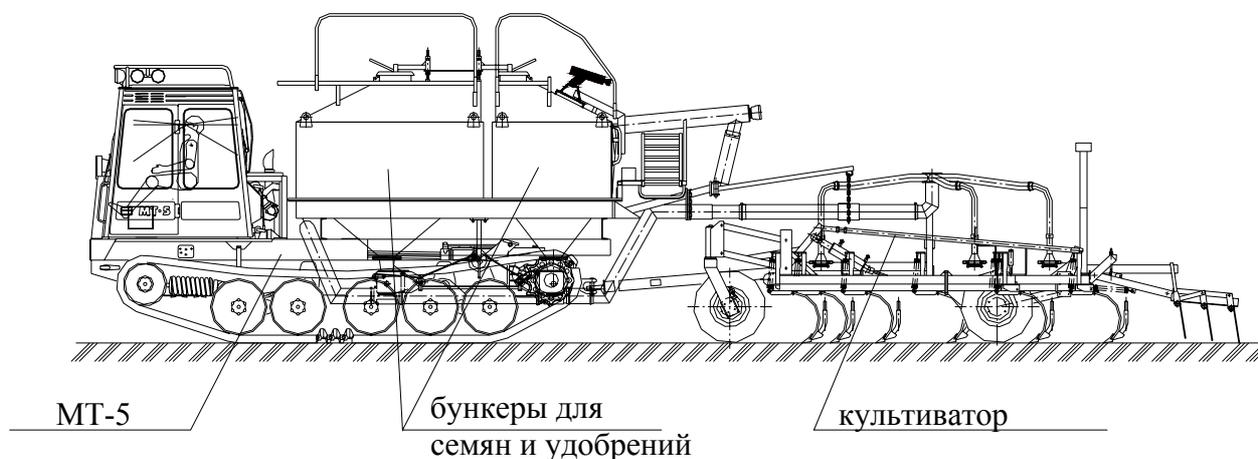


Рис. 1. Энергетический почвообрабатывающий посевной комплекс в составе гусеничной машины МТ-5 и ППК

Получены зависимости энергоемкости комплексов, предложен комплексный критерий эффективности функционирования комплекса – математическое ожидание удельных совокупных затрат средств по группе полей, включающие в себя затраты на эксплуатацию комплекса и потери урожая от уплотняющего воздействия движителей на почву:

$$M(\bar{Z}_c) = M(\bar{Z}_s) + M(\bar{Z}_y), \quad (21)$$

где $M(\bar{Z}_c), M(\bar{Z}_s), M(\bar{Z}_y)$ – математические ожидания удельных совокупных затрат средств, эксплуатационных затрат средств, затрат средств, связанные с потерей урожая из-за уплотняющего воздействия движителей на почву, по группе полей, руб./га.

В третьей главе «Методика экспериментальных исследований» приведены программа, методики испытаний, описание применяемого оборудования.

В соответствии с целью экспериментальных исследований – получение исходных данных для определения эксплуатационных показателей работы тягово-транспортно-приводного комплекса, проверка адекватности математической модели, выводов и предложений данной работы – были поставлены следующие задачи:

1. Определить основные вероятностные характеристики тягового сопротивления комплекса.
2. Провести лабораторно-полевые испытания двигателя, трактора и комплекса.

Программа экспериментальных исследований предусматривала:

- стендовые испытания перспективного двигателя мощностью $N_e=132,3$ кВт с целью определения возможности работы с новым почвообрабатывающим комплексом в соответствии с ГОСТ 18509-80;
- тяговые испытания МТ-5 на фоне – стерня колосовых согласно ГОСТ 23734-79, ГОСТ 25836-83;
- полевые испытания комплекса для определения энергетических показателей работы и составления баланса времени работы.

Обработка опытных данных осуществлялась с использованием вероятно-статистических методов и ЭВМ.

Погрешность определения значений исследуемых параметров с учетом ошибок тарировки измерительной аппаратуры, записи и обработки опытных данных не превышала 3 %.

В четвертой главе «Результаты исследований» приведены данные экспериментальных и теоретических исследований.

1. Результаты экспериментальных исследований.

По результатам тяговых испытаний гусеничной машины МТ-5 установлено, что ее можно использовать в качестве базы для агрегатирования с новой почвообрабатывающей сельскохозяйственной техникой.

На основе изучения баланса времени комплекса в предлагаемом варианте компоновки (рис.1) получено уравнение регрессии для определения коэффициента использования времени смены от времени вспомогательной работы:

$$\tau_{см}=0,23+0,007t_{всп}-2,6 \cdot 10^{-5} t_{всп}^2, \quad (22)$$

где $t_{всп}$ – время вспомогательной работы, мин.

Сходимость теоретических и экспериментальных результатов стендовых испытаний двигателей, тяговых испытаний трактора и лабораторно-полевых испытаний комплекса составляет: коэффициент корреляции – 0,89.

В результате эксперимента получены данные для расчета переменной величины времени, затрачиваемого на вспомогательную работу(11,12): $\tau_{\text{пов}} = \tau_{\text{хх}} = \tau_{\text{пер}} = 0,2$. Зафиксировано время на подготовку к загрузке семян и удобрений в бункер и на работу после загрузки равное 10,1 мин.

Определение сил сопротивления движению ППК осуществлялось по вероятностным характеристикам нагрузки на крюке трактора для различных вариантов компоновок. Анализ экспериментальных данных показывает, что самую меньшую величину тягового сопротивления ППК: математическое ожидание $\bar{P}=41,8$ кН и коэффициент вариации v тягового сопротивления ППК $v=0,12$ – имеет предлагаемый ЭПК.

2. Теоретические исследования.

В результате трехфакторного вычислительного эксперимента получена аналитическая зависимость функции отклика – математическое ожидание мощности на крюке:

$$M(\bar{N}_{кр}) = 1459 - 26G_{mm} - 14N_m + 6,14M(\bar{P}) + 0,08G_{mm}^2 + 0,1N_m^2 - 0,002M(\bar{P})^2 + 0,1G_{mm}N_m + 0,1G_{mm}M(\bar{P}) - 0,15N_mM(\bar{P}), \quad (23)$$

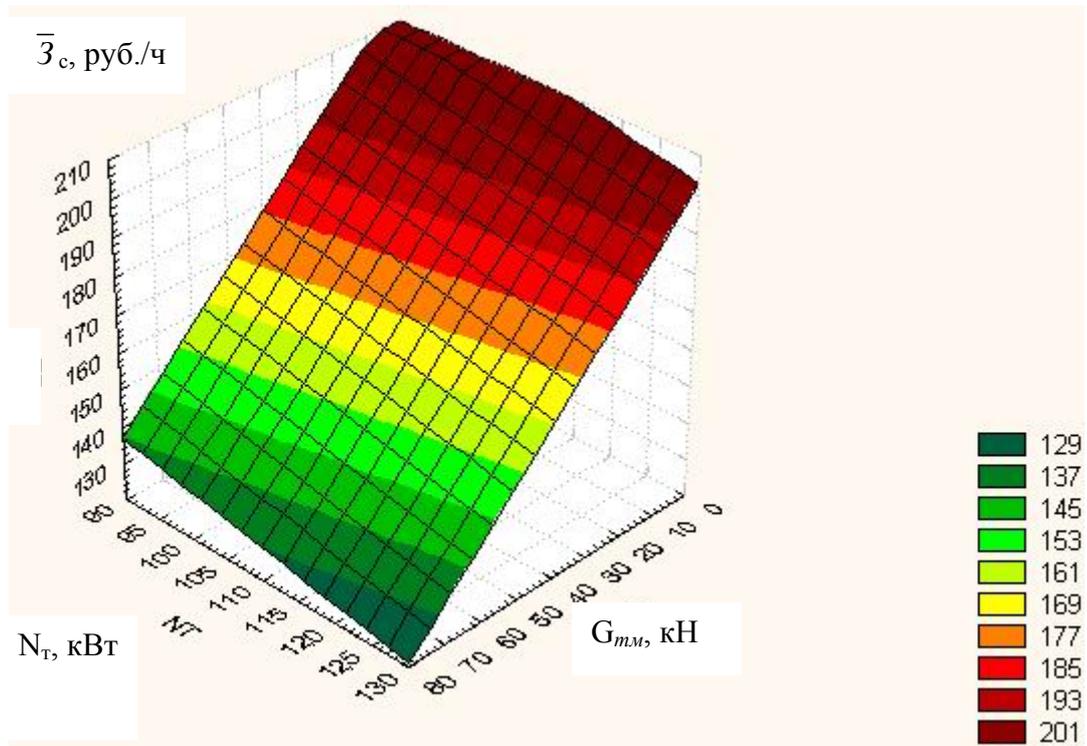
которая свидетельствует о влиянии на функцию отклика варьируемых факторов (веса семян и удобрений; мощности двигателя, реализуемой через тягу трактора; математического ожидания тягового сопротивления на крюке) при незначительном взаимодействии между ними.

Для определения оптимальной величины G_{mm} , мощности двигателя сделаем расчет выходных показателей ЭПК для всего диапазона изменения математического ожидания тягового сопротивления по группе полей.

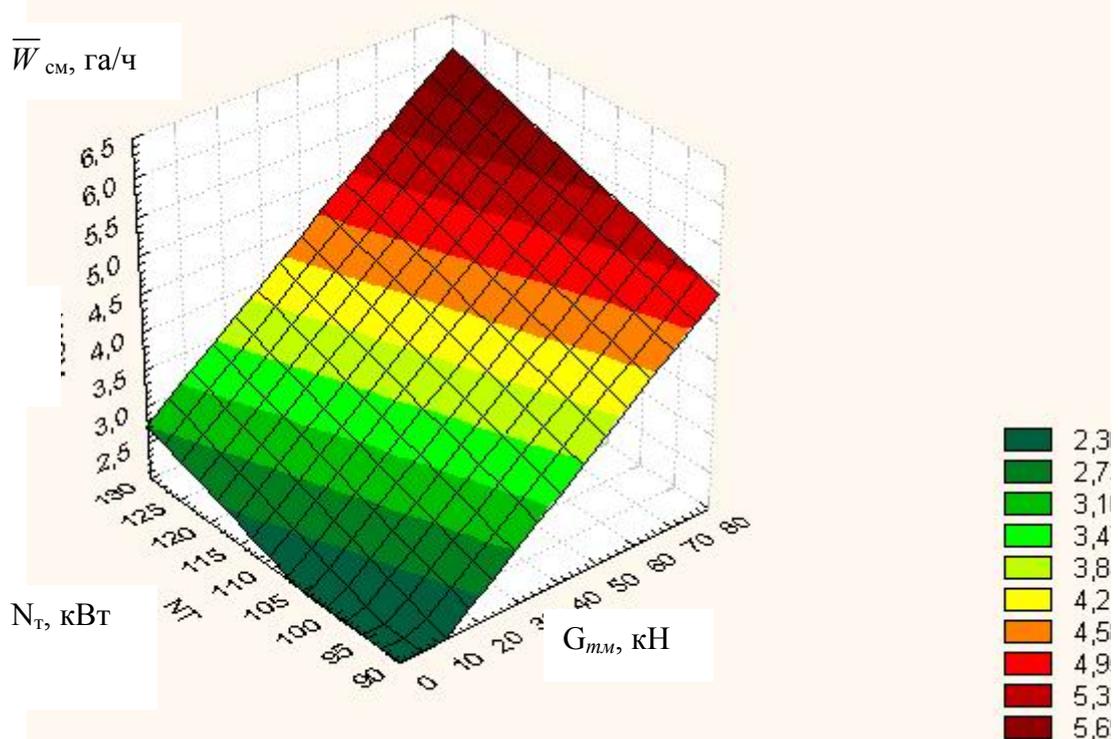
Анализ графических зависимостей на уровне $M(\bar{P}) = 55$ кН (рис.2) показал, что с увеличением мощности двигателя и веса семян и удобрений проис-

ходит улучшение выходных показателей работы МТА. То же самое происходит на уровнях $M(\bar{P}) = 25; 40$ кН.

а)



б)



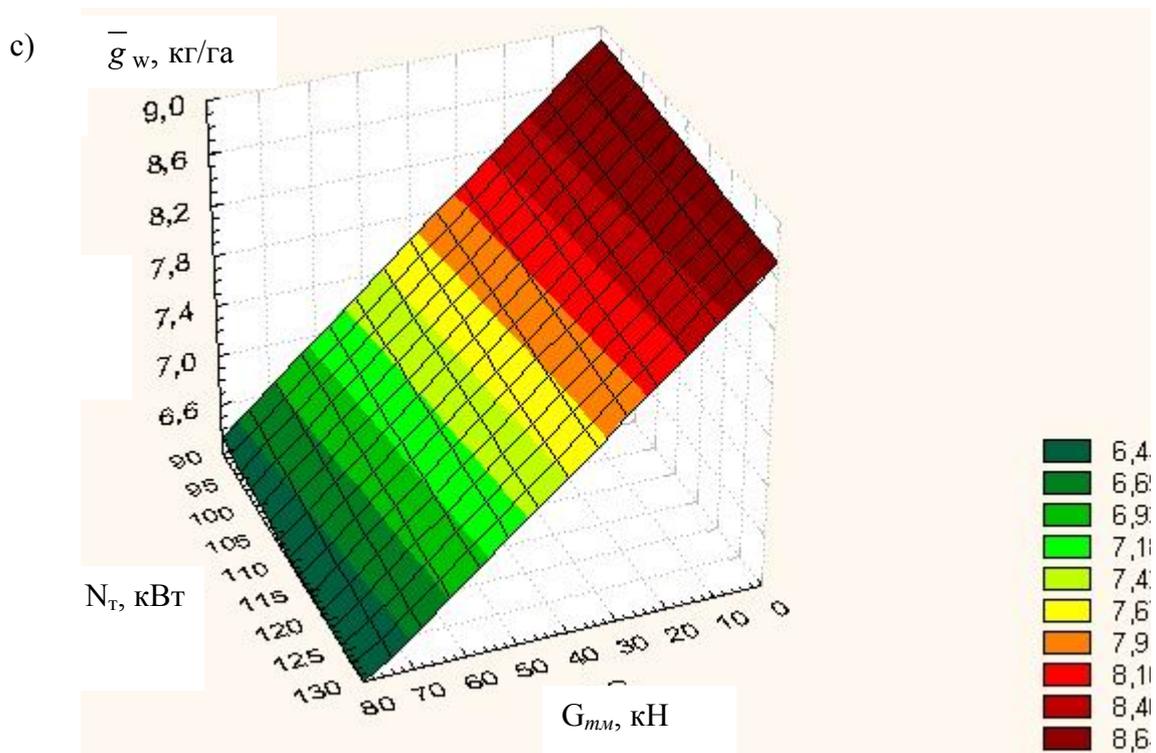


Рис. 2. Зависимость удельных совокупных затрат средств (а), сменной производительности (б), погектарного расхода топлива (с) от мощности двигателя, реализуемого через тягу, N_m и веса семян и удобрений G_{mm} при математическом ожидании тягового сопротивления 55 кН

Исследования показали, что наиболее целесообразно выбрать вес посевного материала равным 68,6 кН, который позволяет один раз заправить бункер и работать всю рабочую смену без дозаправки, сокращая вспомогательное время и затраты, связанные с дозаправкой в полевых условиях.

Анализируя выходные показатели ЭППК, рассчитанные согласно математической модели тягово-транспортно-приводного комплекса, выбираем рациональное максимально возможное значение из допустимого по техническим требованиям интервала математического ожидания тягового сопротивления агрегата по группе полей – $M(\bar{P}) = 40,3$ кН.

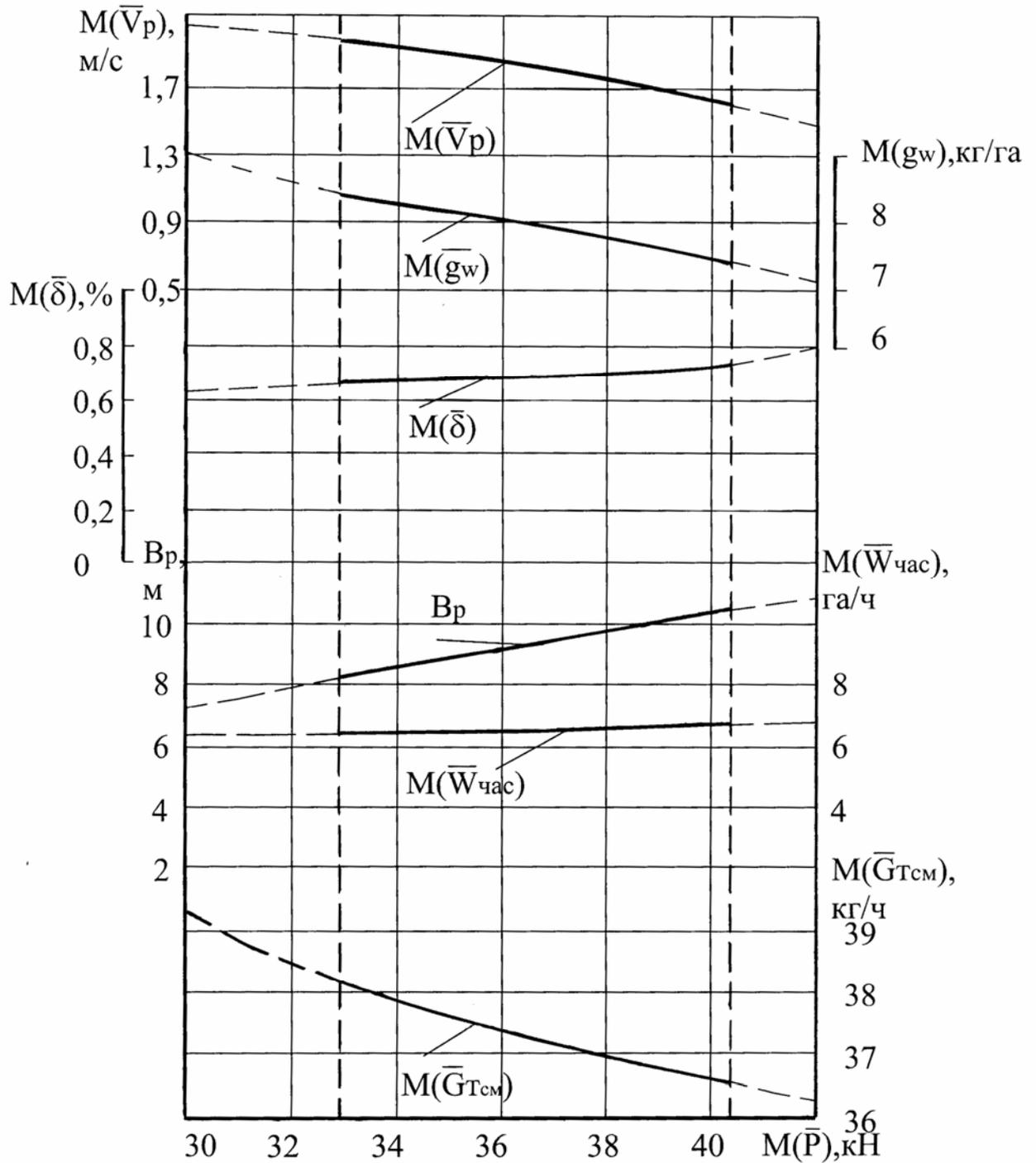


Рис. 3. Математические ожидания технико-экономических показателей ЭПК с рациональной компоновкой для группы полей:

$M(\bar{P})$ – тягового сопротивления агрегата; $M(\bar{V}_p)$ – скорости движения; $M(\bar{W}_{час})$ – производительности агрегата за час сменного времени; $M(\bar{G}_{Tcm})$ – расхода топлива за 1 час сменного времени; V_p – рабочая ширина захвата; $M(\bar{\delta})$ – коэффициента буксования; $M(\bar{g}_w)$ – погектарного расхода топлива

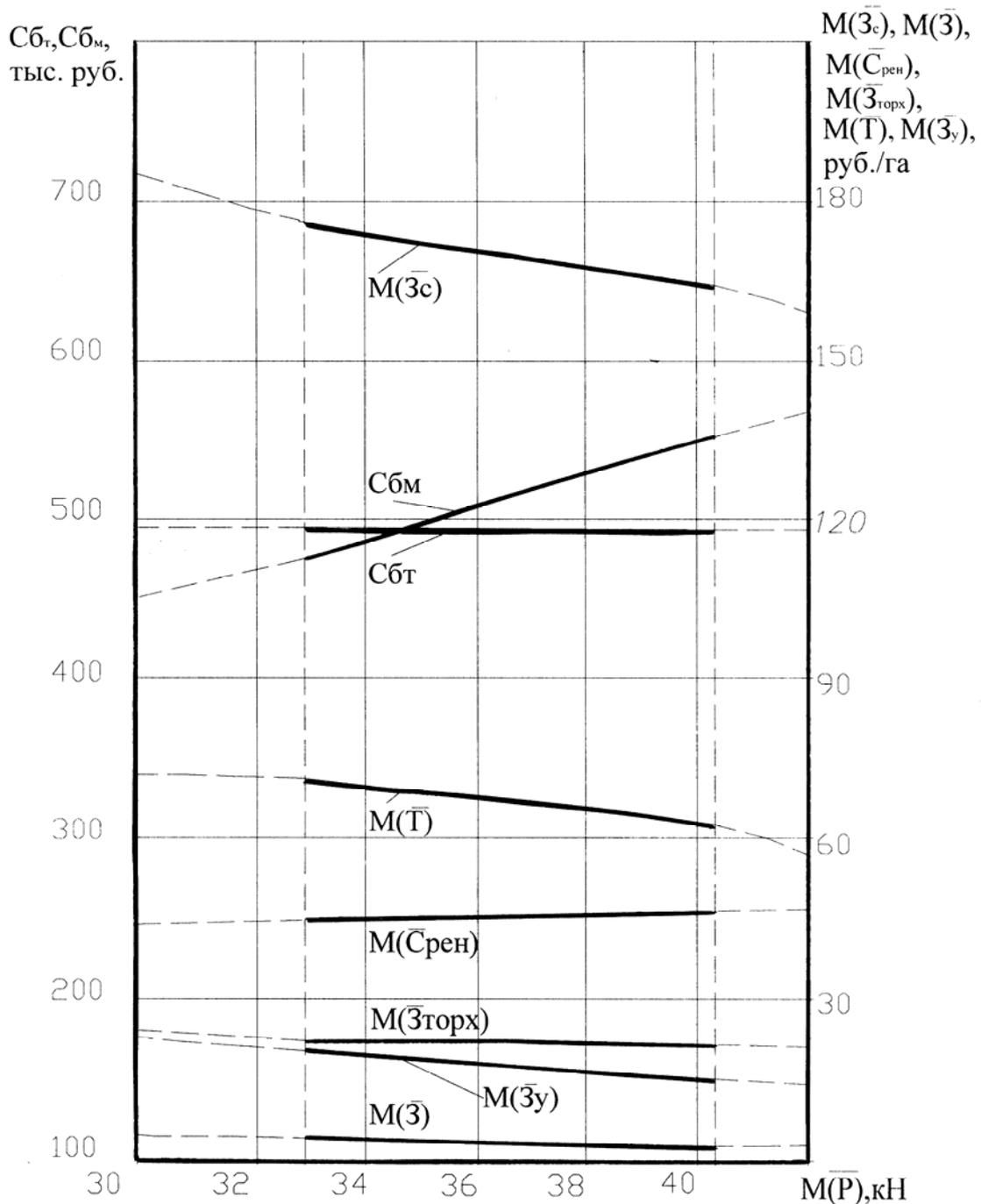


Рис. 4. Математические ожидания экономических показателей ЭПК с рациональной компоновкой для группы полей:

$M(\bar{P})$ – тягового сопротивления агрегата; $M(\bar{Z}_c)$ – удельных совокупных затрат средств; $M(\bar{Z})$ – зарплаты тракториста; $M(\bar{Z}_у)$ – затрат средств, связанные с потерей урожая из-за уплотняющего воздействия движителей на почву; $M(\bar{T})$ – затрат на топливо и смазочные материалы; $M(\bar{C}_{рен})$ – затрат на реновацию агрегата; $M(\bar{Z}_{торх})$ – отчислений на ТОРХ агрегата; $C_{бт}$, $C_{бм}$ – балансовая стоимость МТ-5 и ППК

По полученным в работе данным сравним эксплуатационно-технологические показатели ЭПК с базовым вариантом (табл. 1).

Таблица 1

Показатели работы комплексов в составе с К-701 и МТ-5

Показатель работы комплексов	Трактор		
	К-701	МТ-5	
	Значение	Значение	%
Ширина захвата культиватора, м	8,2	10,3	126
Номинальная мощность двигателя трактора, машины, кВт (л.с.)	198,6 (270)	132,3 (180)	67
Мощность двигателя привода вентилятора пневмосистемы комплекса, кВт (л.с.)	22 (30)	нет	-
Скорость движения, м/с (км/ч)	2,2 (7,9)	1,6 (5,8)	73
Относительная величина энергоемкости культиватора-сеялки	1,125	1,03	91
Чистая часовая производительность, га/ч	6,5	5,9	91
Коэффициент использования времени смены	0,67	0,72	107
Сменная производительность, га	30,6	29,6	97
Удельный расход топлива, кг/га	1,59	1,14	72
Вес агрегата, кН, всего	313	290	93
в т.ч. трактора, машины	131	125	95
культиватора	68	82	121
бункера порожнего	45	12	27
Удельная металлоемкость комплекса, кН/м	38	28	74
Кинематическая длина агрегата, м	25	13	52
Эксплуатационные затраты средств, руб./га	202	129	64
Стоимость потерь урожая от уплотнения почвы движителем, руб./га	44	16	36
Удельные совокупные затраты средств, руб./га	246	145	59
Удельные затраты энергии, кВт·ч/га, на:			
- перемещение трактора и бункера	9,0	4,2	47
- работу культиватора	11,9	10,8	91
- деформацию почвы движителем трактора и ходовой частью бункера, всего	11,1	1,4	13
в т.ч. на - вертикальную деформацию	8,6	1,3	15
- буксование	3,0	0,15	4,9

В пятой главе «Оценка эффективности использования комплекса и его технико-экономических показателей» приведен расчет основных технико-экономических показателей ЭПК, дана экономическая оценка результатов

исследования: прирост чистой прибыли от применения ЭПК по сравнению с базовым вариантом – агрегатом в составе трактора К-701 с ППК-8,2 составит 48 тыс. рублей в год на одну единицу агрегата.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Анализ перспективных технологий и средств механизации при возделывании зерновых культур показывает, что в условиях Сибири необходимо использовать энергоресурсосберегающие технологии с ограничением числа проходов с.-х. машин за счет совмещения технологических операций. Для их реализации предназначены комбинированные почвообрабатывающие посевные комплексы.

Основными причинами недостаточной эффективности работы комплексов являются: большие масса и тяговое сопротивление, уплотнение тележкой бункера обработанного и засеянного поля.

1. Поставленная цель исследования – повышение эффективности использования комплекса, состоящего из энергетического средства – гусеничной машины МТ-5 и почвообрабатывающего посевного комплекса ППК-8,2, решается за счет усовершенствования математической модели процесса функционирования комплекса, проведением стендовых испытаний двигателей, тяговых испытаний гусеничной машины МТ-5 и лабораторно-полевых испытаний почвообрабатывающего посевного комплекса.

2. Усовершенствованная математическая модель функционирования комплекса как системы «почва-почвообрабатывающий посевной комплекс-двигатель-трансмиссия-двигатель» позволяет по математическому ожиданию тягового сопротивления для группы полей $M(\bar{P})$ с учетом номинальной мощности двигателя и веса технологических материалов определять основные энергетические и технико-экономические показатели работы МТА для группы полей. Достоинство математической модели заключается в том, что ее можно использовать при расчете: тягового, тягово-приводного и тягово-транспортно-приводного комплекса на базе и колесного, и гусеничного тягового средства.

3. Использование гусеничной машины МТ-5 для агрегатирования ППК как тягового средства – для буксировки культиватора, транспортного – для ус-

тановки бункеров с технологическими материалами и энергетического – для привода вентилятора пневмосистемы комплекса в сравнении с МТА в составе колесного трактора К-701 с ППК позволяет: исключить перекачивание бункеров с технологическими материалами по обработанной и засеянной поверхности поля; уменьшить массу агрегата на 2 т (на 5 %); кинематическую длину агрегата на 11 м (на 48 %); увеличить ширину захвата культиватора на 26 % и коэффициент использования времени смены на 7 %. В расчете на единицу обработанной площади затраты энергии у предлагаемого ЭППК меньше: в 20 раз на буксование тягового средства; в 2,2 раза на перекачивание трактора и бункера; в 6,6 раза на вертикальную деформацию почвы движителем агрегата; в 1,7 раза на перемещение трактора, бункера и культиватора. Также у ЭППК меньше в 1,3 раза удельная металлоемкость и удельный расход топлива; на 41 % удельные совокупные затраты средств; на 64 % затрат средств, связанных с потерей урожая из-за уплотняющего воздействия движителей на почву.

5. Ожидаемая прибыль от внедрения техники в производство составит 48 тыс. рублей в год в ценах 2007 года на одну единицу агрегата.

Для достижения более высоких выходных эксплуатационных показателей работы ЭППК рекомендуется заводу-изготовителю изменить конструкцию трансмиссии. Для агрегатирования ППК использовать гусеничную машину МТ-5, на платформе которой установить бункер для транспортировки семян и удобрений, привод вентиляторной установки осуществлять от ВОМ.

6. Рекомендации по параметрам комплекса заводу-изготовителю почвообрабатывающей посевной техники: рабочая ширина захвата – 10,3 м; бункер емкостью 9,6 м³; рабочая скорость движения – 1,2...2 м/с, мощность двигателя – 132,3 кВт. При изменении приведенного удельного тягового сопротивления по отдельным полям от 2,9 до 4,7 кН/м сменная производительность будет составлять 4...6 га/ч, погектарный расход топлива 5...8 кг/га, совокупные затраты средств 101...166 руб./га.

Список опубликованных работ по теме диссертационной работы

1. **Добродомова Т.В.** Критерии оптимизации параметров и режимов работы тягово-приводного машинно-тракторного агрегата // Материалы всероссийской научно-технической конференции 24-26 мая 2004г./Новые материалы и технологии в машиностроении. – Рубцовск: РИИ, 2004.-С.59-61.
2. **Добродомова Т.В.** Новые технологии при возделывании зерновых культур //Материалы V всероссийской научно-технической конференции 15-16 мая 2003 г./ Проблемы социального и научно-технического развития в современном мире. – Рубцовск: РИИ, 2003. – С.108-111.
3. **Добродомова Т.В.** О создании нового энергетического средства//Материалы V всероссийской научно-технической конференции 15-16 мая 2003 г./ Проблемы социального и научно-технического развития в современном мире. – Рубцовск: РИИ, 2003. – С.111-112.
4. **Добродомова Т.В.** Методика расчета технико-экономических показателей энергосредства/ Т.В. Добродомова, В.Р. Ситников //Труды Рубц.индустр. ин-та.- Выпуск: Техн.науки.-Рубцовск, 2000.-С.44-48.
5. **Добродомова Т.В.** Система оценочных показателей энергосредства/ Т.В. Добродомова Т.В., В.Р. Ситников // Науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: Тезисы докладов.- Рубцовск, 1999. – С. 33.
6. **Красовских В.С., Добродомова Т.В.** Математическая модель функционирования тягово-приводного МТА // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 2. – Барнаул, 2005.– С. 75-78.
7. **Красовских В.С., Добродомова Т.В.** Обоснование параметров и режимов работы почвообрабатывающего посевного комплекса на базе МТ-5 // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 4.–Барнаул, 2005.– С. 47-50.
8. **Красовских В.С., Добродомова Т.В.** Трелевочная машина МТ-5 как тягово-транспортно-приводное средство для работы с почвообрабатывающим посевным комплексом // Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 3 – Барнаул, 2005.– С. 64-68.
9. **Красовских В.С., Добродомова Т.В., Синогейкин Д.В.** Результаты полевых испытаний тягово-приводного машинно-тракторного агрегата//Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 2 – Барнаул, 2005.– С. 78-80.
10. **Соколов В.В., Добродомова Т.В.** Работа почвообрабатывающего посевного комплекса с колесными и гусеничными тракторами // Научный журнал КубГАУ. - 2007. - №25(1).

Подписано в печать 09.04.07.

У. п. л. 1,25. Тираж 100 экз. Заказ 07-553. Рег. №22.

Отпечатано в ООО «Фирма Выбор»
658201, г. Рубцовск, пр. Ленина, 41