

4. Возможность одновременной очистки зерна от мелких примесей.
5. Благодаря свойству текучести псевдооживленного слоя процесс сушки зерна можно совместить с его транспортированием от места загрузки в сушильную камеру к месту выпуска.
6. Сравнительно простое устройство аппаратов.

Литература:

1. Гельперин, Н.И. Основы техники псевдооживления [Текст] / Н.И. Гельперин. – М.: Химия, 1967. – 663 с. – 6000 экз.
2. Гельперин, Н.И. Псевдооживление [Текст] / Н.И. Гельперин, В.Г. Айнштейн. – М.: Знание, 1968. – 64 с. – 49600 экз.
3. Лева, М. Псевдооживление [Текст] / М. Лева. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – 400 с. – 4100 экз.

УДК 631.347

Теоретические исследования повышения эффективности использования МТА за счет контроля, оценки загрузки двигателя

**Г.Р. Бибаева, студентка 3 курса инженерного факультета
Научный руководитель: Р.Н. Мустьякимов, ст. преподаватель**

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

Одним из направлений повышения эффективности использования машинно-тракторного агрегата (МТА) является более полное использование возможностей тягового средства при выполнении установленных объемов сельскохозяйственных работ с заданным качеством. Основным эксплуатационным показателем, оценивающим объем выполняемых работ, является производительность МТА.

Однако в условиях эксплуатации недостаточно используются резервы, обеспечивающие повышение эффективности использования МТА и, в частности, за счет выбора рационального режима работы двигателя тягового средства с учетом условий его работы. Причиной этому является недостаточная теоретическая база и отсутствие серийных технических средств, контролирующих полноту загрузки двигателя тягового средства. Особенно это актуально для отечественных машинно-тракторных агрегатов, у которых в качестве тяговых средств используются энергонасыщенные трактора.

Для решения этой задачи предусматривается получение математических зависимостей, позволяющих в комплексе оценивать влияние режимов работы двигателя и других элементов тягового средства (трансмиссии и движителей) на эксплуатационные показатели МТА.

Производительность МТА за 1 ч сменного времени:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/ч}, \quad (1)$$

где B_p – рабочая ширина захвата МТА, м; V_p – рабочая скорость МТА, км/ч; τ – коэффициент использования времени смены.

Учитывая, что при комплектовании МТА (для случая равномерного движения по горизонтальному участку поля) имеет место равенство:

$$P_{\text{кр}} - P_{\text{фм}} = K_{\text{уд}} \cdot B_p, \text{ кН}, \quad (2)$$

где $P_{\text{кр}}$ – крюковое усилие трактора, кН; $P_{\text{фм}}$ – усилие, затрачиваемое на перемещение агрегируемой машины, кН; $K_{\text{уд}}$ – удельное сопротивление на выполнение технологической операции, кН/м.

Тогда рабочая ширина захвата МТА будет равна:

$$B_p = \frac{P_{\text{кр}} - P_{\text{фм}}}{K_{\text{уд}}}, \text{ м}. \quad (3)$$

В свою очередь, крюковое усилие определяется касательной силой тяги:

$$P_{\text{кр}} = P_{\text{к}} - P_{\text{фтр}}, \text{ кН}, \quad (4)$$

где $P_{\text{к}}$ – касательная сила тяги, кН; $P_{\text{фтр}}$ – сила, затрачиваемая на самопередвижение трактора, кН.

Касательная сила тяги, с учетом режимов и условий работы двигателя, трансмиссии и движителей тягового средства, определяется зависимостью:

$$P_{\text{к}} = \frac{M_e \cdot i_T \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_{\text{к(но)}}}, \text{ кН}, \quad (5)$$

где M_e – эффективный крутящий момент двигателя, кН·м; i_T – передаточное отношение трансмиссии; $\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмиссии трактора; $r_{\text{к(но)}}$ – радиус качения ведущих колес трактора или радиус наружной окружности ведущей звездочки гусеничного трактора, м.

Выражение (4) для определения крюкового усилия с учетом режимов работы двигателя, трансмиссии и движителей тягового средства в соответствии с тяговым балансом МТА примет вид:

$$P_{\text{кр}} = \frac{M_e \cdot i_T \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_{\text{к(но)}}} - P_{\text{фтр}}, \text{ кН}. \quad (6)$$

Также от режимов и условий работы двигателя, трансмиссии и движителей тягового средства зависит рабочая скорость МТА:

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_{\text{к(но)}}}{i_{\text{тр}}} \cdot (1 - \delta), \text{ км/ч}, \quad (7)$$

где n_e – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин⁻¹; δ – коэффициент буксования движителей трактора.

После преобразований получим в развернутом виде формулу для определения производительности МТА за 1 ч сменного времени:

$$W_{\text{ч}} = 0,0377 \cdot \frac{(M_e \cdot i_{\text{мп}} \cdot \eta_{\text{мп}} - P_{\text{ф}} \cdot r_{\text{к(но)}}) \cdot n_e \cdot (1 - \delta) \cdot \tau}{K_{\text{уд}} \cdot i_{\text{мп}}}, \text{ га/ч}. \quad (8)$$

Рассматривая МТА как управляемую систему, необходимо выделить две группы параметров: первая – управляемые параметры, изменяя которые

оператор устанавливает режим работы МТА; вторая – неуправляемые параметры (в частности для почвообрабатывающего агрегата это удельное сопротивление рабочей машины и суммарные затраты усилия на самопередвижение).

В условиях эксплуатации управляемыми параметрами МТА являются подача топлива и передаточное отношение трансмиссии трактора (скорость).

В полученном выражении (8) отсутствует управляемый параметр – подача топлива. В связи с этим воспользуемся зависимостью, устанавливающей связь между цикловой подачей и индикаторным моментом тракторного двигателя:

$$g_u = \frac{p \cdot \phi_\delta \cdot M_i}{10^3 \cdot z_i \cdot i_\delta \cdot H_u}, \text{ г/цикл}, \quad (9)$$

где τ_δ – тактность двигателя; M_i – индикаторный крутящий момент двигателя, кН·м; η_i – индикаторный КПД двигателя; i_δ – количество цилиндров двигателя; H_u – низшая теплота сгорания топлива, Дж/кг.

Из формулы (9) следует, что индикаторный момент равен:

$$M_i = \frac{10^3 \cdot g_u \cdot z_i \cdot i_\delta \cdot H_u}{p \cdot \phi_\delta}, \text{ кН·м}. \quad (10)$$

Из теории ДВС известно, что эффективный крутящий момент (M_e) двигателя определяется разностью между индикаторным крутящим моментом и моментом механических потерь (M_{mn}):

$$M_e = M_i - M_{mn}, \text{ кН·м}. \quad (11)$$

В свою очередь, момент механических потерь можно определить по зависимости:

$$M_{mn} = \frac{V_h \cdot i_\delta}{30 \cdot \phi_\delta} \cdot (0,08 + 0,005 \cdot p \cdot r_{кр} \cdot n_e), \text{ кН·м}. \quad (12)$$

где V_h – рабочий объем одного цилиндра, м³; $r_{кр}$ – радиус кривошипа коленчатого вала двигателя, м.

Следовательно, выражение (9) для определения цикловой подачи топлива после постановки в него зависимостей (10) и (12) примет вид:

$$g_u = \frac{p \cdot \phi_\delta \cdot \left[M_e + \frac{V_h \cdot i_\delta}{30 \cdot \phi_\delta} \cdot (0,08 + 0,005 \cdot p \cdot r_{кр} \cdot n_e) \right]}{10^3 \cdot z_i \cdot i_\delta \cdot H_u}, \text{ г/цикл}. \quad (13)$$

Также поставив в формулу (11) выражения (10) и (12), получим зависимость для определения эффективного крутящего момента двигателя:

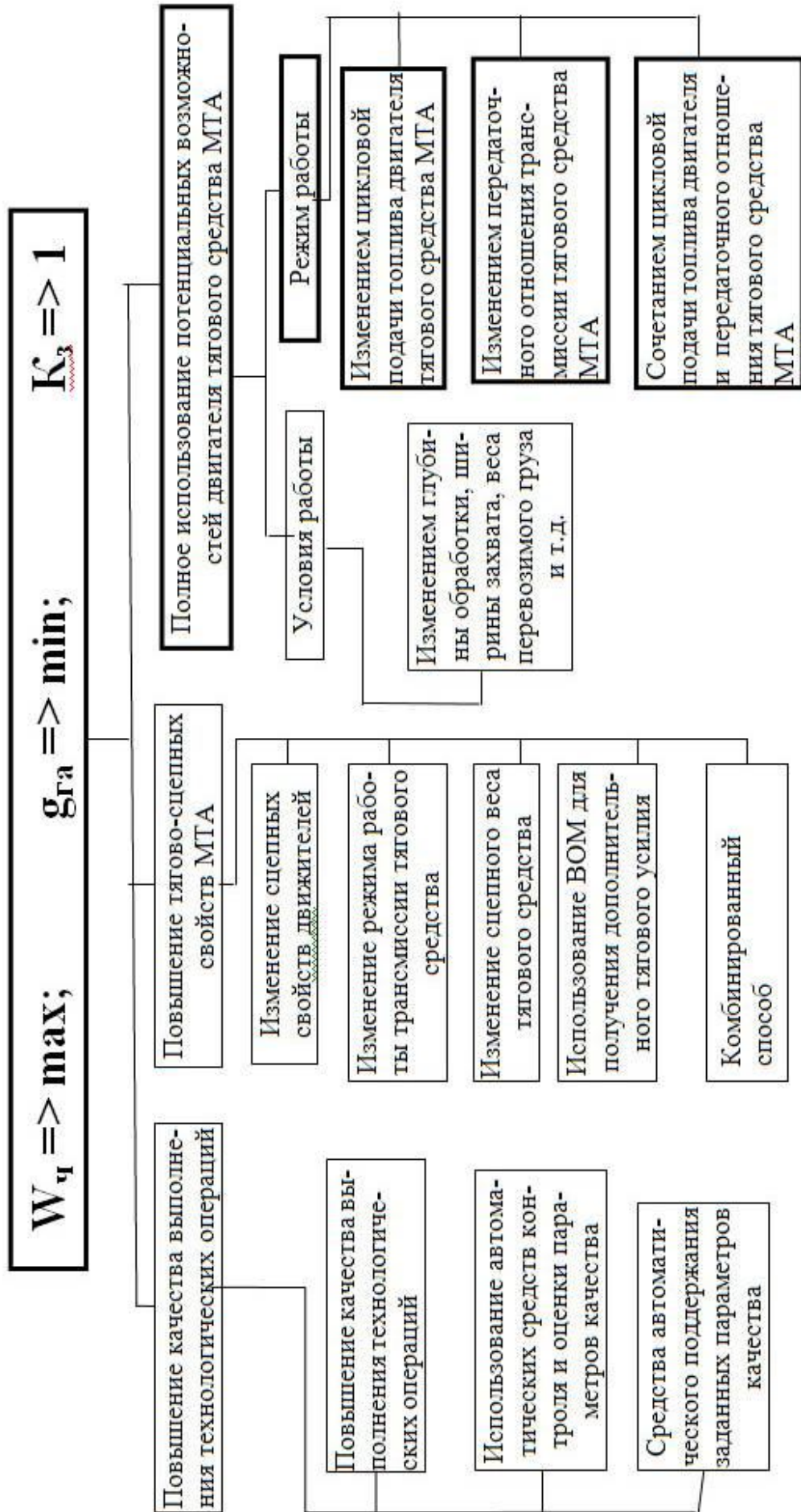
$$M_e = \frac{10^3 \cdot g_u \cdot z_i \cdot i_\delta \cdot H_u}{p \cdot \phi_\delta} - \frac{p \cdot V_h \cdot i_\delta \cdot (0,08 + 0,005 \cdot p \cdot r_{кр} \cdot n_e)}{30 \cdot p \cdot \phi_\delta}, \text{ кН·м}. \quad (14)$$

По цикловой подаче топлива можно определить эксплуатационные показатели топливной экономичности МТА – часовой и погектарный расход топлива:

$$G_m = 30 \cdot n_e \cdot i_\delta \cdot g_u \cdot 10^{-3}, \text{ кг/ч}. \quad (15)$$

$$g_{ca} = G_m / W, \text{ кг/га}.$$

(16)



$W_{\text{ч}}$ – производительность часовая; га/ч; $g_{\text{га}}$ – погектарный расход топлива, кг/га;
 K_3 – коэффициент загрузки двигателя МТА по крутящему моменту

Рисунок 1 – Основные направления повышения эффективности использования МТА в условиях эксплуатации

Для выбора рационального режима работы тракторного двигателя необходим критерий обоснования (оценочный показатель). Таким критерием является загрузка двигателя, определяемая степенью использования его крутящего момента:

$$K_z = M_e / M_{en}, \quad (17)$$

где K_z – коэффициент загрузки двигателя по крутящему моменту; M_e – текущее значение эффективного крутящего момента двигателя, кН·м; M_{en} – эффективный крутящий момент двигателя, соответствующий номинальному режиму его работы, кН·м;

Тогда на основании уравнения (14) можно установить связь между коэффициентом загрузки двигателя и управляемым параметром – цикловой подачей топлива:

$$K_z = \left[\frac{10^3 \cdot g_u \cdot z_i \cdot i_o \cdot H_u}{p \cdot \phi_o} - \frac{p \cdot V_h \cdot i_o \cdot (0,08 + 0,005 \cdot p \cdot r_{кр} \cdot n_e)}{30 \cdot p \cdot \phi_o} \right] / M_{en}. \quad (18)$$

Анализируя выражение (18), необходимо отметить, что подача топлива за рабочий цикл является основным параметром изменения загрузки двигателя.

В связи с этим необходимо установить зависимость между эксплуатационными показателями (производительность и погектарный расход топлива) и управляемыми параметрами (цикловая подача топлива и передаточное отношение трансмиссии).

Зависимость для определения производительности МТА за 1 ч сменного времени по параметрам, определяющим загрузку двигателя тягового средства, примет вид

$$W_q = 0,0377 \cdot \frac{(K_z \cdot M_{en} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp} - P_f \cdot r_{к(но)}) \cdot n_e \cdot (1 - \delta) \cdot \tau}{K_{y\partial} \cdot i_{mp}}, \text{ га/ч.} \quad (19)$$

Соответственно получим развернутое выражение для определения погектарного расхода топлива

$$g_{ca} = \frac{G_m}{W} = \frac{30 \cdot i_o \cdot g_u \cdot 10^{-3} \cdot K_{y\partial} \cdot i_{mp}}{0,0377 \cdot (K_z \cdot M_{en} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp} - P_f \cdot r_{к(но)}) \cdot (1 - \delta) \cdot \tau}, \text{ кг/га.} \quad (20)$$

В результате теоретического обоснования получены зависимости (19) и (20) позволяющие определить основные эксплуатационные показатели с учетом коэффициента загрузки двигателя. Анализ данных зависимостей свидетельствует, что с увеличением коэффициента загрузки двигателя до единицы производительность МТА увеличивается, а погектарный расход топлива уменьшается. Таким образом, полученные выражения оценивает характер влияния на производительность и погектарный расход топлива МТА управляемых и неуправляемых параметров, имеющих место в условиях эксплуатации, и определяют необходимость для обеспечения эффективности использования МТА контролировать, оценивать и обеспечивать полную загрузку двигателя тягового средства.

Анализ существующих средств контроля и оценки загрузки двигателя свидетельствует, что наибольший практический интерес представляют устройства, позволяющие контролировать загрузку двигателя с учетом работы

центробежного регулятора частоты вращения (РЧВ), который по своему назначению уже является управляющим элементом системы загрузки двигателя.

Эффективность работы МТА во многом зависит от правильности выбора режима работы используемых машин и агрегатов. При выполнении механизированных работ МТА можно рассматривать как многомерную динамическую систему, в состав которой входят тяговое средство, сцепка сельскохозяйственная машина. С точки зрения внешней системы, в состав которой входит МТА, наибольший интерес представляют его выходные показатели. К выходным технико-экономическим показателям агрегата относятся производительность, расход топлива, удельные затраты труда и денежных средств. Кроме этого, следует оценивать энергетические показатели: тяговую и эффективную мощность, часовой и удельный расход топлива, частоту вращения коленчатого вала двигателя, скорость движения агрегата.

Литература:

1. Болтинский, В.Н. Научные основы повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов //Труды ВИМ. – М., 1974. – Т. 66. – С.5-33.
- 2.Зангиев, А.А. К вопросу оптимизации параметров МТА //Сб. науч. тр. МИИСП. – М., 1975. – Т. 12, вып.2. – С. 35-38.
3. Киртбая, Ю.К. Резервы в использовании МТП. – М.: Колос, 1982. – 319с.
- 4.Линтварев, Б.А. Научные основы повышения производительности земледельческих агрегатов. – М.: ГОСНИТИ, 1962. – 60с.
5. Кутьков, Г.М. Тяговая динамика тракторов. – М.: Машиностроение, 1980. – 215с.
6. Романов, Ф.Ф. Использование параметров расхода топлива для контроля функционирования МТА // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – №5. – С. 30-32.
7. Бойков, В.П. Интеллектуальная система управления подачей топлива в дизель // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – №5. – С. 26-27.
8. Иофинов, С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка /С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. – М.: Колос, 1984. – 351с.
9. Абрамочкин, А.И. Исследование динамической точности системы автоматического регулирования загрузки зерноуборочного комбайна при случайных внешних возмущениях // Комплексная механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства. – Труды ВСХИЗО. Вып.141. – М., 1977. – С. 10-21.
10. Воронцов, Г.А. Рациональный алгоритм оптимизации режима работы пахотного агрегата с изменяющейся шириной захвата/ Г.А.Воронцов, С.В. Стрижак //Методы и средства автоматического управления и контроля в сельскохозяйственном производстве: Сб. науч. тр. Белорусской СХА. – Горки, 1985. – С. 51-57.