

КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИНОТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА (МТА)

Ткаченко Д.И., к.т.н., доц., Колесник И.В., асп., Гайдаш С.Г., студ.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко*

Проведено аналитическое исследование повышения эффективности энергетических средств механизации в земледелии. Предложена концепция повышения эффективности использования полноприводного тракторного агрегата (МТА.)

Введение. Одной из важнейших задач решения продовольственной проблемы любой страны является всемерное повышение эффективности с-х производства, в первую очередь за счет снижения энергозатрат на механическую обработку почвы.

Эту важную задачу, в области земледелия, на протяжении веков люди искали пути облегчения тяжелого труда при обработке почвы. Первоначально для обработки почвы начали использовать тяговую силу животных, затем перешли на использование более эффективных и продуктивных энергетических средств механизации (тракторы, комбайны и другие механические орудия труда).

Из поколения в поколение орудия труда совершенствовались в направлении уменьшения (оптимизации) и рационального использования энергии на выполнение технологических операций в земледелии. Сегодня остро стоит вопрос удешевления с-х продукции за счет энергосбережения при одновременном повышении производительности энергосредств, т.е. повышение их эффективности путем оптимизации конструктивных и эксплуатационных параметров МТА [1].

Анализ основных публикаций, исследований. В сельскохозяйственном производстве при выполнении технологических операций в земледелии применяются, как правило, в основном тяговые энергетические средства (тракторы). Известны комбинированные почвообрабатывающие машины с пассивными и активными рабочими органами (в том числе развивающими толкающие усилия). Такие машины отличаются высокой эффективностью, качеством работы и имеют более низкую материалоемкость по сравнению с пассивными машинами аналогичного назначения. Исследования и разработки, выполненные в нашей стране и за рубежом, показали, что эффективность тракторного агрегата, имеющего в своем составе энергонасыщенный трактор, может быть значительно повышена, если у прицепных звеньев МТА активизировать ходовые системы [2,3]. Переход от мобильных средств механизации тяговой концепции к средствам механизации тягово-приводной концепции не отвергает необходимость повышения рабочих скоростей движения.

Цель исследования. Разработка новой концепции создания принципиально новых тягово-приводных сельскохозяйственных машин, особенно для работы в неблагоприятных условиях эксплуатации, рациональное использование производственного потенциала сельскохозяйственных предприятий, экономия трудовых, материальных и топливно-энергетических ресурсов. До настоящего времени в с-х производстве широко используется тяговые МТА [4].

Результаты исследований. Основным показателем работы МТА является его производительность:

$$W = Bv\tau, \text{ м}^2/\text{с} \quad (1)$$

где: B – ширина захвата агрегата, м;
 v – рабочая скорость, м/с;
 τ – коэффициент использования времени смены.

Внедрение же в сельскохозяйственное производство машинотракторных агрегатов тягово-приводной концепции обеспечит существенное повышение эффективности труда механизаторов при выполнении производственных процессов и экономии материальных и энергетических ресурсов.

Рассмотрим возможные пути повышения чистой (часовой) производительности МТА при одновременном сокращении удельных затрат [5].

Многие исследователи решают вопрос повышения производительности машинотракторного агрегата путем увеличения энергонасыщенности тракторов (энергетического средства механизации).

Всегда ли такой путь является оптимальным решением? Используя уравнения тягово-мощностного баланса трактора определим составляющие уравнения (1):

$$B = \frac{P_{кр}}{k_{уд}}, \quad (2)$$

где: $P_{кр}$ – потребная сила тяги на крюке энергосредства (трактора);
 $k_{уд}$ – удельное сопротивление машины-орудия, Н/м.

Рабочую скорость агрегата найдем по выражению:

$$v = \frac{N_{кр}}{P_{кр}}, \quad (3)$$

где: $N_{кр}$ – потребная тяговая мощность для перемещения орудия (сеялки).

Перепишем уравнение (3) в следующем виде:

$$v = \frac{N_e \cdot k_u \cdot \eta_T}{P_{кр}}, \quad (4)$$

где: N_e – потребляемая от трактора мощность двигателя для работы агрегата (трактора);

κ_u – коэффициент использования мощности двигателя $\kappa_u = \frac{N_e}{N_{ен}}$;

η_T – тяговый КПД.

Таким образом, уравнение (1) для часовой производительности можно выразить в следующем виде:

$$W = \frac{N_{ен} \cdot \kappa_u \cdot \eta_T}{\kappa_{уд}}. \quad (5)$$

Как видно из уравнения (5) – все очень просто, можно повышать энергонасыщенность, уменьшать удельное сопротивление орудия и производительность, гарантировано повысится прямопропорционально, если конечно останется высоким η_T . Однако в действительности так не получается. Многочисленные исследования показывают, что существует оптимальный предел повышения энергонасыщенности, чему посвящены многочисленные исследования [6].

Рассмотрим теперь немаловажный затратный фактор – улучшения топливной экономичности МТА, как основного параметра влияющего на себестоимость работы машинотракторного агрегата.

Топливная экономичность МТА чаще всего характеризуется погектарным расходом топлива.

$$G_{га} = \frac{G_T}{W_u}, \text{ л/га}, \quad (6)$$

где: G_T – часовой расход топлива, л;

W_u – часовая выработка, га.

При расчете МТА, топливную экономичность принято оценивать через удельный расход топлива на крюковую мощность, кг/кВт·ч:

$$g_{кр} = \frac{G_T}{N_{кр}} = \frac{g_e \cdot N_e}{N_{кр}}, \quad (7)$$

где: g_e – удельный расход топлива двигателем, кг/кВт·ч;

N_e – потребная мощность от двигателя, кВт;

$N_{кр}$ – тяговая мощность на крюке, кВт.

Уравнение (7) можно переписать в следующем виде:

$$g_{кр} = \frac{g_e}{\eta_T}. \quad (8)$$

Таким образом, топливная экономичность тракторного агрегата зависит от топливной экономичности двигателя и совершенства конструкции МТА в целом.

Из приведенных выше выражений можно сделать вывод, что и производительность и экономичность МТА, классической компоновки, зависит от совершенства конструкции трактора, оцениваемого величиной тягового КПД и величиной снижения тягового сопротивления орудия.

Сегодня можно утверждать, что современные тракторы достигли довольно высокого совершенства. Большинство тракторов имеют полный привод, что улучшает эффективность их использования.

Тем не менее, производство с-х продукции в необходимых объемах еще не достигло требуемого уровня. Одна из причин этого заключается в том, что мощные энергетические средства механизации производственных процессов используются не эффективно по причине недогрузки двигателей энергетических средств по мощности на многих с-х работах (прежде всего на транспортно-технологических, составляющих 45-65% годовой занятости тракторов по времени) [7].

Один из путей решения этой проблемы является использование транспортно-технологических средств повышенной проходимости, а также перевод сельскохозяйственных машин на полный привод (например, от синхронного ВОМ энергетического средства) [8]. Самый эффективный путь – использование полноприводных агрегатов. В с-х производстве этот путь значительно повысит технико-экономические показатели ЭСМ, снизит уплотнение почвы (разрушение её структуры), а, следовательно, повысит урожайность с-х культур.

Перспективным направлением развития тракторно-сельхозэнергетики на современном этапе энергетической зависимости, является разработка концепции создания полноприводных энергетических с-х агрегатов (ЭСХА).

При использовании полноприводных ЭСХА можно до минимума уменьшить массу энергетического средства без снижения производительности агрегата в целом. Что позволит в более ранний весенний или после поливочный периоды обрабатывать почву без ущерба на её экологию, и с меньшими потерями мощности на перекачивании. Так как масса с-х машины будет использована в качестве сцепной вместо сцепной массы трактора.

В подтверждение предложенной концепции проанализируем тягово-мощностной баланс полноприводного ЭСХА и традиционного МТА.

Для примера рассмотрим тягово-мощностной баланс посевного агрегата, состоящего из полноприводного ЭСХА и трактора МТЗ-82 в агрегате с зерновой сеялкой СЗ-3,6

Определим потребную мощность двигателя трактора для работы с зерновой сеялки СЗ-3,6:

- эксплуатационный вес сеялки – 13,8 кН;
- рабочая скорость – 2 м/с;
- почва подготовлена под посев:

- тяговое сопротивление сеялки, $P_{y\partial} = 4,7$ кН;
- коэффициент сцепления с почвой, $\varphi = 0,56$;
- коэффициент сопротивления качению, $f = 0,17$;
- сила сопротивления качению сеялки, $P_f = 0,4$ кН.

Составим уравнение мощностного баланса для работы посевного агрегата с трактором МТЗ-82:

$$N_{кр} = N_{y\partial} + N_f.$$

Потребная крюковая мощность от тракторного двигателя:

$$N_{кр} = (4,7 + 0,4) \cdot 2 = 14,2 \text{ кВт.}$$

Составим уравнение мощностного баланса машинотракторного агрегата с зерновой сеялкой:

$$N_e = \frac{N_f + N_{кр}}{\eta_T}; \quad (9)$$

где: N_f – мощность, затрачиваемая на самопередвижение трактора, с эксплуатационным весом 33,5 кН (МТЗ-82).

η_T – тяговый КПД.

$$P_f = 33,5 \cdot 0,17 = 5,7 \text{ кН;}$$

$$N_f = 5,7 \cdot 2 = 11,4 \text{ кВт.}$$

Тогда потребная мощность для работы посевного агрегата при $\eta_T = 0,5$

$$N_{ea} = \frac{N_{fT} + N_{кр}}{\eta_T} = \frac{11,4 + 14,2}{0,5} = 51,2 \text{ кВт.}$$

Подсчитаем энергетический баланс для полноприводного агрегата, состоящего из тягово-приводного энергосредства весом 2 кН вместо трактора МТЗ-82.

Составим уравнение мощностного баланса тягово-приводного посевного баланса:

$$N_e = \frac{N_{fc} + N_{кр}}{\eta_T} \quad (10)$$

где: N_{fc} – мощность, затрачиваемая на передвижение сеялки;

$N_{кр}$ – тяговая мощность для самопередвижения малогабаритного модуля, кВт.

$$N_{fc} = P_{fc} \cdot V = 2,0 \cdot 2 = 4 \text{ кВт.}$$

Потребная суммарная мощность для работы посевного агрегата:

$$N_e = \frac{4 + 14,2}{0,5} = 36,4 \text{ кВт.}$$

Как видно из расчетов, затраты энергии для работы полноприводного посевного агрегата в 1,53 раза меньше чем при работе традиционного МТА.

Вывод. Концепция создания полноприводных ЭСХА является эффективным способом повышения производительности энергетических средств механизации в с-х производстве. Для внедрения такой концепции необходимо создать агрегатно-унифицированную систему мобильных энергетических средств. Такой подход к данному вопросу создаст предпосылки к сокращению номенклатуры энергосредств.

При проектировании новых энергосредств следует использовать ходовые системы (движители) [9], уменьшающие давление на опорную поверхность, чтобы ходовые системы были энерго- и почвозберегающие и приспособленными к эксплуатации в заданных почвенных условиях.

Список использованных источников

1. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения [Текст] / Русанов В.А // М.: ВИМ. 1998.
2. Шалягин В.Н. К вопросу повышения эффективности работы самоходных машин и агрегатов в тяжелых полевых и дорожных условиях. [Текст] / Шалягин В.Н., Ткаченко Д.И. // в кн.: Повышение технико-экономических показателей агрегатов и систем энергонасыщенных тракторов. Сб. науч. тр. МИИСП. М.: 1980, С. 39-44.
3. Юшин А.А. Влияние ходовых систем тракторов на почву и урожайность [Текст] / А.А. Юшин, И.М. Семенюк, Ю.Н. Благодатный. // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1982, №2, с. 32-34.
4. В.А. Скотников Проходимость машин [Текст] / В.А. Скотников, А.В. Пономарев, А.В. Климанов. // М.: Наука и техника, 1982. – 328с.
5. Чудаков Д.А. Основы теории и расчёта тракторов и автомобилей [Текст] / Чудаков Д.А. // М.: Колос. 1972
6. Шалягин В.Н. Транспортные и транспортно-технологические средства повышенной проходимости: теория рабочих процессов и системное проектирование [Текст] / Шалягин В.Н. // М.: Агропромиздат, 1986. – 254 с.
7. Шалягин В.Н. К вопросу определения радиусов, сопротивления качению и КПД эластичного колеса [Текст] / Шалягин В.Н., Ткаченко Д.И // Сб. науч. тр. МИИСП. Совершенствование сельскохозяйственных тракторов и автомобилей. М., 1979, с. 9-16.
8. Ткаченко Д.И. Комплексные системы отбора мощности тракторов [Текст] / Ткаченко Д.И., Шалягин В.Н. // В кн.: Совершенствование агрегатов и узлов трактора Т-150К. Сб. науч. тр. МИИСП. М., 1981, с. 25-30.
9. Ткаченко Д.И. Кандидатская диссертация. Исследование тягово-сцепных качеств самоходного шасси класса 6 кН [Текст] / Ткаченко Д.И. // Х.:1974.

Анотація

КОНЦЕПЦІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ (МТА)

Ткаченко Д., Колесник І., Гайдаш С.

Проведено аналітичне дослідження підвищення ефективності енергетичних засобів механізації в землеробстві. Запропоновано концепцію підвищення ефективності використання повнопривідного машино-тракторного агрегату (МТА).

Abstract

THE CONCEPT OF EFFICIENCY OF USE OF VEHICLES AND UNIT (MTA)

D. Tkachenko, I. Kolesnik, S. Gaidash

An analytical study of the energy efficiency of mechanization in agriculture. The concept of efficient use of vehicles and all-wheel drive unit (MTA).