

МОДУЛЬНАЯ СХЕМА ПАХОТНОГО АГРЕГАТА – РАЦИОНАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

М.Д. Подскребко, д-р техн. наук, профессор; А.И. Оскирко,
инженер; О.И. Мисуно, канд. техн. наук, доцент;
С.А. Легенький, инженер

УО «БГАТУ»

(г. Минск, Республика Беларусь)

The questions of increasing the efficiency of using the energy-intensive tractors during the main cultivation of the soil are considered. The theoretical analysis of possible increasing the traction efficiency of the mobile energy means is carried out.

Современное тракторостроение перешагнуло тот рубеж, когда конструирование трактора происходило в соответствии с тяговой концепцией и вся мощность двигателя могла быть реализована через тяговое усилие трактора, т.е. трактор являлся мобильным тяговым средством (МТС). Современные тракторы относятся к новой, тягово-энергетической, концепции и представляют собой мобильное энергетическое средство (МЭС). Мощность двигателя таких тракторов никогда, даже при полной балластировке, не может быть полностью реализована через тяговое усилие. Они всегда будут иметь "излишнюю" мощность и существенность решения задачи рациональной эксплуатации энергонасыщенного трактора в изыскании способа эффективного использования его мощности в технологическом процессе. Критическая ситуация сложилась в хозяйствах республики с использованием на вспашке новых энергонасыщенных тракторов «Беларус», за счет которых происходит переоснащение тракторного парка, так как парк плугов существенно не изменился и устарел. Повышенное буксование ($> 20\%$) колес скоростных энергонасыщенных тракторов при работе с лемешно-отвальными плугами снижает их эффективность и потенциальные возможности.

Одним из возможных путей повышения показателей пахотного агрегата является построение его по принципу МЭС, когда плуг с активными рабочими органами расположен между энергонасыщенным трактором (энергетическим модулем) и одноосной опорной тележкой с активным приводом колес (технологическим модулем).

Кривые зависимости буксования от тягового усилия на крюке тракторов «Беларус» аппроксимируются уравнением вида

$$\delta = a_0 \left(\frac{P_{кр} + f}{G} \right)^3 + b_0 \left(\frac{P_{кр} + f}{G} \right)^2 + c_0 \left(\frac{P_{кр} + f}{G} \right), \quad (1)$$

где δ – буксование; a_0, b_0, c_0 – постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования; $P_{кр}$ – тяговое усилие на крюке трактора, Н; G – сцепной вес трактора, Н; f – коэффициент сопротивления качению; φ – коэффициент использования сцепного веса.

Предлагаемая схема агрегатирования позволяет полностью использовать вес агрегата как сцепной, а коэффициент использования сцепного веса – приблизить к своему максимальному значению, что снизит буксование ведущих колес или увеличит тяговое усилие МЭС. Кроме того, такой агрегат может работать в режимах "тяги" и "толкания", что позволит производить вспашку без свально-развальных борозд, сократить поворотные полосы и переезды по полю. Такая схема движения агрегата за счет сокращения времени на маневрирование в конце гона может обеспечить при равных условиях повышение сменной производительности на 10 – 12 %.

Одним из важных аспектов при создании опытного образца упомянутого агрегата является его тяговая характеристика при движении в обоих режимах, а также с учетом сочетания механической ступенчатой трансмиссии трактора и гидрообъемного бесступенчатого регулирования частоты вращения колес технологического модуля. Выбор параметров агрегата и алгоритма его регулирования следует вести, исходя из возможности получения максимальной производительности. Принято считать, что производительность агрегата определяется тяговой мощностью МЭС, в создании которой участвует и технологический модуль. В таком случае за критерий оптимизации следует принимать тяговый к.п.д. МЭС. Чем он больше, тем лучше используются тяговые возможности агрегата и больше его производительность.

С учетом того, что в пахотном агрегате на основе МЭС с активным приводом колес технологического модуля и комбинированными рабочими органами мощность двигателя реализуется тремя потоками, тяговый к.п.д. агрегата равен

$$\eta_{та} = \frac{N_{кр \text{ эМ}} + N_{кр \text{ м}}}{N_e - N_{р0}}, \quad (2)$$

где $N_{кр\ э\ м}$, $N_{кр\ м}$ – мощность на крюке соответственно энергетического и технологического модулей, кВт; N_e – эффективная мощность двигателя, кВт; $N_{р\ о}$ – мощность, отводимая на привод рабочих органов, кВт.

Анализ выражения (2) показывает, что значение тягового к.п.д. агрегата при постоянной мощности двигателя и доли мощности, реализуемой активными рабочими органами, в значительной мере зависит от мощности, реализуемой колесами технологического модуля.

Силовые показатели энергетического и технологического модулей зависят от величины буксования и сцепного веса. Если учесть, что коэффициент распределения тяговых усилий равен

$$K_p = \frac{P_{кр\ м}}{P_{кр}},$$

а коэффициент кинематического несоответствия выразим как

$$K_V = \frac{1 - \delta_m}{1 - \delta_{эм}},$$

то сможем записать

$$K_p = \frac{G_m(K_V a P_{кр} + G_{эм}(1 - K_V))}{a P_{кр}(G_{эм} - K_\delta G_m)}, \quad (3)$$

где G_m , $G_{эм}$ – сцепной вес, соответственно технологического и энергетического модулей, Н; a – коэффициент пропорциональности; $P_{кр}$ – тяговое усилие, развиваемое агрегатом, Н; $P_{кр\ м}$ – тяговое усилие, развиваемое технологическим модулем, Н; δ_m , $\delta_{эм}$ – буксование колес технологического и энергетического модулей соответственно.

Проанализировав выражение (3), видим, что тяговое усилие, создаваемое колесами технологического модуля, и соответственно мощность, зависят в значительной степени от массы технологического модуля, коэффициента кинематического несоответствия движения ведущих колес МЭС, а также силы сопротивления движению плуга. Из теоретического анализа следует, что за счет реализации мощности через колеса технологического модуля, тяговый к.п.д. МЭС при скорости 2 – 2,5 м/с увеличивается на 25 %.

Опыты, проведенные на экспериментальном образце плуга с обратными комбинированными рабочими органами и опорными ведущими колесами, агрегатируемым трактором «Беларус» тягового класса 20 кН подтверждают теоретические предположения. Они пока-

зывают, что при скорости движения 2 м/с, сцепной массе технологического модуля, равной 18000 Н, общая тяговая мощность составляет 45,5 кВт, в том числе тяговая мощность энергетического модуля – 35,5 кВт, технологического модуля - 10 кВт. Мощность, затрачиваемая на привод активных рабочих органов, равна 21,5 кВт. Буксование энергетического модуля в режиме "тяги", при отключенном приводе переднего ведущего моста трактора, не превышает 12,6 %. Таким образом, общая мощность на выполнение технологического процесса составляет 67 кВт, что указывает на достаточно высокую эффективность использования мощности трактора. Тяговый к.п.д. пахотного агрегата на основе МЭС увеличился на 22 % по сравнению с тракторным агрегатом.

Таким образом, результаты теоретических и экспериментальных исследований указывают на необходимость создания пахотного агрегата с комбинированными рабочими органами и активным приводом опорных колес на основе энергонасыщенных тракторов «Беларус». Это позволит не только повысить качество обработки почвы и общую культуру земледелия, но и поднимет на новую ступень конструкцию тракторов, качество отечественного гидравлического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кацыгин В.В. и др. Перспективные мобильные энергетические средства (МЭС) для сельскохозяйственного производства. - Мн.: Наука и техника, 1982.
2. Амельченко П.А. и др. Агрегатирование тракторов "Беларусь". - Мн.: Ураджай, 1993.
3. Оскирко А.И. К обоснованию параметров технологического модуля пахотного агрегата на основе МЭС / Совершенствование почвообрабатывающих машин и агрегатов: Сб. науч. тр. - Горки, 1990.