

УДК 629.3

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АГРЕГАТОВ С ПРИВОДОМ ОТ ВАЛА ОТБОРА МОЩНОСТИ**

С. И. Кирилюк, К. В. Ридкина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Мобильные энергосредства стали одной из наиболее распространенных машин во всех отраслях хозяйственной деятельности. Разнообразие условий его эксплуатации предъявляют специфические требования к его конструкции, технологии производства, приспособленности к ремонту и уходу.

Мобильное энергосредство является органическим элементом энерготехнологического комплекса в сельскохозяйственном производстве, на основе которого комплектуются агрегаты различного технологического назначения. По соотношению между требованиями технологического процесса и эксплуатационными показателями МЭС делается вывод о степени его технологичности и совершенстве.

Требования к мобильным энергосредствам постоянно возрастают, его функциональные свойства расширяются. Производители непрерывно занимаются модернизацией и разработкой их конструкции по требованию потребителей с целью повышения их технического уровня. Для создания конкурентной на мировом уровне продукции необходимо постоянно вести работы по улучшению технологических свойств мобильных энергосредств, в первую очередь по снижению расхода топлива на единицу выполненной работы.

Двигатель является источником энергии и движущей силы машины. От динамических и экономических свойств двигателя в значительной степени зависят эксплуатационные качества МЭС и машинно-тракторного агрегата в целом. Основными эксплуатационными показателями работы двигателя являются: эффективная мощность, эффективный крутящий момент, часовой и удельный расход топлива, частота вращения коленчатого вала.

При работе двигателя на оптимальном скоростном режиме развиваемая мощность на некоторых сельскохозяйственных операциях используется не полностью. Это часто наблюдается при работе машины, когда максимальная рабочая скорость и ширина захвата ограничены агротребованиями.

По мере уменьшения загрузки двигателя показатели его топливной экономичности ухудшаются таким образом увеличивается удельный и погектарный расходы топлива.

Эффективно добиться снижения удельного расхода топлива двигателя можно при сохранении его оптимальной загрузки. Это, возможно, осуществить одним из следующих способов: совмещение технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур и работой на пониженном скоростном режиме двигателя при одновременном включении более высокой передачи – частичный режим с уменьшенной подачей топлива и изменением эксплуатационных показателей. Из скоростной характеристики двигателя следует, что переход на частичный режим не только улучшает тяговые возможности трактора за счет приращения момента  $\Delta M$ , но и позволяет улучшить экономичность двигателя по расходу топлива из-за его снижения  $\Delta G$  [1].

Рассмотрим основные соотношения между эксплуатационными показателями работы двигателя: - эффективная мощность двигателя в кВт:  $N_e = 6,28M_c \cdot n$ , где  $M_c$  - эффективный крутящий момент кНм;

$n$  - частота вращения коленчатого вала двигателя  $c^{-1}$ .

Удельный расход топлива в г/кВтч:  $g_e = \frac{1000G_T}{N_e}$ ,

Где  $G_T$  - часовой расход топлива, кг.

Рассмотрим характер изменения топливной экономичности агрегата с приводом от ВОМ МЭС на примере агрегата БЕЛАРУС-3522+ПМФ-18.

Агротехнически допустимая скорость движения  $V_{\min, \max}^{acr} = 1,7 \dots 3,3$  м/с

Скорость, максимально возможную по загрузке двигателя.

Определяем по формуле [1],  $V_{P_{\max}}^{Ne} = \frac{(N_e \cdot \eta_{Ne} - N_{ВОМ} / \eta_{ВОМ}) \cdot \eta_{мз} \cdot \eta_{\delta}}{R_M + G(f_T + i/100)}$ ,

Где  $N_e = 264$  кВт - номинальная мощность двигателя кВт.

$\eta_{Ne}$  - коэффициент оптимальной загрузки двигателя,  $\eta_{Ne} = 0,8 \dots 0,95$

$N_{ВОМ}$  - мощность, необходимая для привода рабочих органов от ВОМ МЭС,  $N_{ВОМ} = 40$  кВт;  $\eta_{ВОМ}$  - КПД ВОМ,  $\eta_{ВОМ} = 0,94 \dots 0,96$ ,  $\eta_{мз}$  - КПД трансмиссии,  $\eta_{мз} = 0,78 \dots 0,82$ ,  $\eta_{\delta}$  - КПД буксования;  $f_T$  - коэффициент сопротивления качению,  $f_T = 0,12$ ;  $R_M$  - тяговое сопротивление машины, Н;  $i$  - уклон местности, %;  $G$  - вес трактора, Н,  $G = 127,8$  кН.

КПД буксования определяем по формуле

$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}$ , где  $\delta$  - буксование, %,  $\delta = 8\%$ ,  $\eta_{\delta} = 1 - \frac{8}{100} = 0,92$ .

Тяговое сопротивление рабочей машины рассчитываем по формуле

$R_M = (G_{np} - G_{cp}) \left( f_{np} + \frac{i}{100} \right)$ ,

где  $G_{np}$  - конструктивный вес разбрасывателя кН,  $G_{np} = 70,56$  кН;

$G_{ep}$  - вес груза в кузове разбрасывателя,  $G_{ep} = 176,4$  кН;

$f_{np}$  - коэффициент сопротивления качению разбрасывателя.

$$R_{M1} = (70,6 + 176,4)(0,12 + 2/100) = 34,6 \text{ кН.}$$

$$R_{M2} = (70,6 + 9,8)(0,12 + 2/100) = 11,3 \text{ кН.}$$

Тогда скорость, максимально возможная по номинальной нагрузке двигателя, равна

$$V_{P_{max}}^{Ne} = \frac{(264 \cdot 0,95 - 40/0,95) \cdot 0,82 \cdot 0,92}{34,6 + 127,8(0,12 + 2/100)} = 2,99 \text{ м/с.}$$

Принимаем скорость движения 2,9 м/с.

Уточняем  $N_{BOM}$  по формуле

$$N_{BOM} = \frac{p \cdot h \cdot b_p \cdot V_p}{10^4 \cdot \gamma},$$

где  $p$  - удельное сопротивление навоза измельчению кН/м<sup>2</sup>, для хорошо разложившегося навоза  $p = 250 - 500$  кН/м<sup>2</sup>,

$h$  - норма внесения удобрений, ц/га. Принимаем 400ц/га;

$b_p$  - рабочая ширина захвата агрегата, м;

$\gamma$  - плотность навоза, т/м<sup>3</sup>,  $\gamma = 0,9$  т/м<sup>3</sup>.

$$N_{BOM} = \frac{365 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 2,9}{10^2 \cdot 0,9} = 47 \text{ кВт.}$$

Коэффициент загрузки двигателя при рабочем ходе агрегата определяем по формуле  $\eta_{N_{ez}} = \frac{N_{ep}}{N_{en}}$ ,

Где  $N_{ep}$  - эффективная мощность двигателя на рабочем режиме, кВт.

Эффективную мощность двигателя определяем по формуле

$$N_{ep} = \frac{(R_M + P_f + P_\alpha) \cdot V_p}{\eta_{mz} \cdot \eta_\delta} + \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}},$$

где  $P_f, P_\alpha$  - силы передвижения и подъема трактора кН.

$$P_f + P_\alpha = G(f_T + i/100),$$

$$N_{ep1} = \frac{(34,6 + 127,8(0,12 + 2/100)) \cdot 2,9}{0,82 \cdot 0,92} + \frac{47}{0,95} = 251,2 \text{ кВт.}$$

$$N_{ep2} = \frac{(11,3 + 127,8(0,12 + 2/100)) \cdot 2,9}{0,82 \cdot 0,92} + \frac{47}{0,95} = 161,6 \text{ кВт.}$$

Тогда

$$\eta_{Nep1} = \frac{251,2}{264} = 0,95, \quad \eta_{Nep2} = \frac{161,6}{264} = 0,61,$$

Как видно из расчетов, при опустошении разбрасывателя нагрузка двигателя снизится до 61,6%. Для работы двигателя с максимальной нагрузкой необходим переход на частичный режим или трансмиссии на повышенную передачу при постоянной скорости агрегата, что повлечет на

снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя и соответственно ВОМ трактора [1].

В конструкции ВОМ трактора БЕЛАРУС-3522 предусмотрена возможность перехода на экономичный режим работы двигателя, обеспечивая частоту вращения ВОМ 1000об/мин при частоте вращения коленчатого вала двигателя 1435 об/мин. Однако такой переход осуществляется ступенчато, путем переключения редуктора ВОМ при остановленном тракторе.

Расход топлива на частичном режиме работы определяем по следующей зависимости

$$G_T = G_T \frac{n'}{n},$$

где  $n'$  и  $n$  -соответственно частота вращения коленчатого вала двигателя на частичном и рабочем режиме.

Например, переход на экономичный режим работы трактора БЕЛАРУС-3522 позволит получить часовой расход топлива:

$$G_T = 42,3 \frac{1435}{2100} = 28,9 \text{ кг/ч}$$

экономия топлива в этом случае

$$\Delta G = \frac{42,3 - 28,9}{42,3} 100\% = 31,6\%$$

Расчеты показывают, что при работе агрегатов переменной массы имеется возможность экономии топлива. Целесообразно, например, рассмотреть применение универсального энергосредства УЭС-280А или УЭС-290/450 «ПАЛЕССЕ 450» при работе с машинами, изменяющими свои тяговые и нагрузочные характеристики, такими как ПМФ-18. Благодаря наличию бесступенчатой гидростатической трансмиссии. Позволяет, не изменяя частоту вращения ВОМ изменять скорость движения агрегата, тем самым иметь постоянную оптимальную загрузку двигателя и более низкий удельный погектарный расход топлива в отличие от МЭС оборудованных ступенчатой трансмиссией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шупилов А. А. Повышение топливной экономичности агрегатов с приводом от вала отбора мощности трактора «БЕЛАРУС»/ А.И. Бобровник, Д.А. Жданко, М.Ф. АЛЬ-Кинани, // Агропанарама. – 2013. – № 2 (96). – С. 5-7.