

УДК 629.359

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ПЕРЕВОЗКАХ ГРУЗОВ ТРАКТОРНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Лабодаев В.Д., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение

На транспортные работы в сельскохозяйственном производстве расходуется до 30 % общих затрат труда и 50 % энергии в сельском хозяйстве. Поэтому снижение энергозатрат на транспортные работы приведет к уменьшению стоимости перевозок и затрат на производство и реализацию продукции. Наряду с автомобилями широкое применение находят в сельском хозяйстве на транспортных работах колесные тракторы. Они обычно используются в более тяжелых дорожных условиях на внутривозвездных перевозках, требующих больших затрат энергии на перемещение грузов. Наименьшие затраты энергии при выполнении транспортных работ достигаются рациональным комплектованием транспортных средств, которое обеспечивается сочетанием их оптимальной грузоподъемности и скорости движения. Оценку работы машин и их конструктивное совершенство с точки зрения затрачиваемой энергии целесообразно осуществлять по удельной энергоёмкости.

Основная часть

Затраты механической энергии при выполнении механизированных работ оцениваются по удельной энергоёмкости процесса. На транспортных работах удельная энергоёмкость учитывает затраты энергии на перевозку одной тонны груза или на один тонно-километр. Эффективная удельная энергоёмкость A_e (кВтч/т) транспортного процесса [1]

$$A_e = \frac{N_{e_p} T_p + N_{e_x} t_x + N_{e_o} t_o}{W_{cm}}, \quad (1)$$

где N_{e_p}, N_{e_x} – эффективная мощность двигателя на рабочем режиме и холостом ходу, кВт; N_{e_o} – эффективная мощность двигателя при остановках, но с работающим ВОМ или гидронасосом, кВт; T_p, t_x, t_o – соответственно время движения с грузом, на холостом ходу и остановок (при работающем ВОМ или гидронасосе), ч; W_{cm} – сменная производительность транспортного средства, т/смену.

Если в уравнении (1) удельной эффективной энергоёмкости не учитывать затраты энергии на остановках (подъём кузова для выгрузки груза), доля которых в общих затратах невелика, то

$$A_e = \frac{1}{W_{\text{см}}} (N_e T_p + N_{e_x} t_x). \quad (2)$$

При перевозке грузов тракторным транспортом эффективную мощность можно представить в виде

$$N_e = \frac{N_T}{\eta_{\text{тяги}}},$$

где N_T – тяговая мощность на крюке; $\eta_{\text{тяги}}$ – тяговый КПД трактора.

С учетом этого

$$A_e = \frac{1}{W_{\text{см}}} \left(\frac{N_T^p T_p}{\eta_{\text{тяги}}^p} + \frac{N_T^x t_x}{\eta_{\text{тяги}}^x} \right), \quad (3)$$

где N_T^p , N_T^x – соответственно тяговая мощность на крюке при движении с грузом и на холостом ходу; $\eta_{\text{тяги}}^p$, $\eta_{\text{тяги}}^x$ – тяговые коэффициенты полезного действия трактора на рабочем режиме и холостых переездах.

Сменная производительность $W_{\text{см}}$ (т/смену) тракторного транспортно-агрегата определяется по выражению

$$W_{\text{см}} = \frac{G_{\text{гр}} \nu_p}{S_p} T_{\text{см}} \tau,$$

где $G_{\text{гр}}$ – вес груза перевозимого в прицепе, т; ν_p – рабочая скорость движения, км/ч; $T_{\text{см}}$ – время смены, ч; τ – коэффициент использования времени смены; S_p – расстояние перевозки груза, км.

Подставив значение сменной производительности в формулу (3), получим:

$$A_e = \frac{S_p}{G_{\text{гр}} \nu_p T_{\text{см}} \tau} \left(\frac{N_T^p T_p}{\eta_{\text{тяги}}^p} + \frac{N_T^x t_x}{\eta_{\text{тяги}}^x} \right).$$

После преобразований получим

$$A_e = \frac{S_p}{G_{\text{гр}} \nu_p} \left(\frac{N_T^p}{\eta_{\text{тяги}}^p} + \frac{N_T^x}{\eta_{\text{тяги}}^x} \frac{1-\alpha}{\alpha K_v} \right), \quad (4)$$

где α – коэффициент использования пробега; $K_v = \frac{\nu_x}{\nu_p}$ – коэффициент, характеризующий увеличение скорости при движении без груза.

При перевозке грузов тракторным транспортом тяговую мощность на рабочем режиме и холостом ходу можно определить по следующим уравнениям:

$$N_T^p = \frac{10\psi(G_{тр} + G_{пр})v_p}{3,6}, \quad N_T^k = \frac{10\psi G_{пр}v_x}{3,6},$$

где $\psi = (f \pm i)$ – приведенный коэффициент качению прицепа; $G_{пр}$ – собственный вес прицепа, т.

Подставив значение тяговых мощностей в уравнение (4), получим:

$$A_e = \frac{S_p}{G_{тр}v_p} \left[\frac{10\psi(G_{тр} + G_{пр})v_p}{3,6\eta_{тяг}^p} + \frac{10\psi G_{тр}v_x(1-\alpha)}{3,6\eta_{тяг}^x \alpha K_v} \right] = \frac{10\psi S_p}{3,6} \left[\frac{(G_{тр} + G_{пр})v_p}{G_{тр}v_p \eta_{тяг}^p} + \frac{G_{пр}v_x(1-\alpha)}{G_{тр}v_p \eta_{тяг}^x \alpha K_v} \right] \quad (5)$$

После преобразований уравнения (5) формула эффективности удельной энергоемкости на перевозках грузов тракторными транспортными агрегатами принимает окончательный вид

$$A_e = \frac{10\psi S_p}{3,6} \left[\frac{1}{\eta_{пр} \eta_{тяг}^p} + \frac{(1-\eta_{пр})(1-\alpha)}{\eta_{пр} \eta_{тяг}^x \alpha} \right] \quad (6)$$

где $\eta_{пр} = \frac{G_{тр}}{G_{тр} + G_{пр}}$ – КПД прицепа.

Заключение

Получено уравнение удельной эффективной энергоемкости транспортного процесса на перевозках грузов тракторным транспортом. Согласно уравнению (6) удельная эффективная энергоемкость на перевозках грузов зависит от приведенного коэффициента сопротивления качению прицепов, тягового КПД трактора и КПД прицепа.

При лучшем использовании тяговых возможностей тракторов (снижении потерь мощности в трансмиссии, затрат на перекачивание и подъем трактора, рациональном комплектовании агрегата и выборе оптимального скоростного режима) тяговый КПД трактора возрастает и удельная энергоемкость снижается. Снижение удельной энергоемкости достигается также за счет увеличения КПД прицепа ($\eta_{пр}$). КПД прицепа возрастает при уменьшении собственного веса прицепа, приходящегося на тонну грузоподъемности, а также, когда вес перевозимого груза равен номинальной грузоподъемности прицепа (т.е. статический коэффициент использования грузоподъемности равен единице).

Литература

1. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства : практикум / А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск: БГАТУ, 2011.