

УСЛОВИЯ ПЕРЕХОДА К ПРИМЕНЕНИЮ АКТИВНЫХ
ПРИЦЕПОВ ДЛЯ АГРЕГАТИРОВАНИЯ С ТРАКТОРАМИ
CONDITIONS OF TRANSITION TO THE APPLICATION
OF ACTIVE TRAILERS FOR ASSOCIATION WITH TRACTORS

Г.А.Таяновский, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
G.A.Tayanousky, Ph.D.in Engineering, Associate Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. Получены расчетные выражения и проведен числовой анализ для определения целесообразных границ перехода к агрегатированию полноприводного трактора 4К4 с активным транспортным прицепным составом.

Abstract. Calculated expressions were obtained and a numerical analysis was carried out to determine the expedient boundaries of the transition to the aggregation of a 4K4 all-wheel drive tractor with an active transport trailer.

Ключевые слова: агрегатирование, активный прицеп, производительность, движитель.

Key words: aggregation, active trailer, performance, propulsion.

ВВЕДЕНИЕ

Несоответствие высокой энергонасыщенности трактора и его производительности в составе агрегатов традиционного построения устраняется путем реализации тягово-приводной концепции трактора. Применительно к тракторным поездкам используется привод колес прицепа от системы отбора мощности трактора. Рост догрузки колес трактора ограничен грузоподъемностью шин и допустимой нагрузкой на мосты трактора, поэтому актуально применение прицепных машин с приводом колес. Цель работы – определить условия рационального перехода к активизации движителя тракторных прицепов.

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»
СИСТЕМА АНАЛИЗИРУЕМЫХ ВЫРАЖЕНИЙ

Для обоснования границ перехода к созданию тракторных прицепов с приводом колес от двигателя высоко энергонасыщенного трактора получены аналитические выражения зависимостей предельной массы активного тракторного поезда, грузоподъемности прицепа с приводом колес, потребной относительной сцепной нагрузки и достижимой производительности тракторного поезда от энергонасыщенности и массы трактора, загрузки двигателя по мощности, суммарного дорожного сопротивления и других факторов:

$$m_a = \mathcal{E}_T \cdot k_P \cdot \eta_M \cdot (1 - \delta) \cdot m_T / (v \cdot \psi \cdot g), \quad (1)$$

$$m_{ГР} = \left(\frac{\mathcal{E}_T \cdot k_P \cdot \eta_M \cdot U_{ТР}}{\psi \cdot g \cdot r_k^0 \cdot (\omega_{x.max} - \beta \cdot k_P)} - 1 \right) \cdot m_T - m_{П}, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j = \mathcal{E}_T \cdot k_P \cdot \eta_M \cdot (1 - \delta) \cdot \frac{m_T}{(v \cdot k_{\Sigma} \cdot \delta \cdot g)}, \quad (3)$$

$$W = \mathcal{E}_T \cdot k_P \cdot \eta_M \cdot (1 - \delta) \cdot m_T \cdot k_{ГР} / (\psi \cdot g), \quad (4)$$

где m_a – полная масса активного тракторного поезда; \mathcal{E}_T – энергонасыщенность трактора; k_P – коэффициент загрузки двигателя по мощности; η_M – КПД трансмиссии активного тракторного поезда; δ – буксование колес движителя; m_T – масса трактора; v – действительная скорость движения; ψ – суммарный коэффициент дорожного сопротивления; g – ускорение свободного падения; $m_{ГР}$ – масса груза в активном прицепе; $U_{ТР}$ – передаточное отношение трансмиссии от двигателя трактора до колес основного ведущего моста; r_k^0 – радиус качения колес основного ведущего моста трактора в ведомом режиме; $\omega_{x.max}$ – максимальная угловая скорость вращения вала двигателя на холостом ходу; β – коэффициент аппроксимации внешней скоростной характеристики двигателя; m – количество ведущих мостов активного тракторного поезда; λ_j – удельная (приходящаяся на единицу массы трактора) нормальная нагрузка на j -е ведущее колесо движителя; k_{Σ} – коэффициент, характеризующий взаимосвязь реализуемого коэффициента сцепления ведущих колес движителя с их буксованием; $k_{ГР}$ – отношение массы груза к полной массе активного тракторного поезда; $m_{П}$ – масса порожнего прицепа.

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ» РАЦИОНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ АКТИВИЗАЦИИ ПРИЦЕПОВ

Из анализа выражений (1) – (4) следует, что чем больше энергонасыщенность, нагрузка двигателя трактора и чем меньше буксование колес движителя, тем больше производительность активного тракторного поезда, его предельная полная масса, потребная относительная сцепная нагрузка и необходимое количество ведущих мостов агрегата. С возрастанием скорости и сопротивления движению предельная масса активного тракторного поезда уменьшается.

Из выражения (3) можно определить граничные значения показателей энергонасыщенности трактора, при превышении которых необходимо активизировать колеса прицепов. При этом следует учитывать, что: 1) грузоподъемность шин полноприводного трактора (в составе поезда) определяет ограничение $\sum_{j=1}^2 \lambda_j = 1,2 - 1,3$; 2) для современных тракторов $\eta_M = 0,87 - 0,95$; 3) целесообразно поддерживать значения k_P в пределах 0,85-0,9; 4) скорость движения в тяжелых дорожных условиях, принятых в качестве базовых при обосновании параметров штатных прицепов, то есть при $\psi = 0,12-0,24$, не превышает 2,2-2,8 м/с; 5) с точки зрения снижения энергетических потерь и повреждаемости почвы работа ведущих колес сельскохозяйственных тракторов с буксованиями, превышающими 0,2 нецелесообразна; 6) тракторные шины в указанных выше дорожных условиях, как следует из анализа тяговых характеристик тракторов, обеспечивают $k_{\Sigma} = 2,2-2,65$.

Расчеты показывают, что граница перехода от традиционных к активным тракторным поездам определяется их энергонасыщенностью 18,7–21,4 кВт/т. Поэтому эффективное использование современных колесных тракторов в тяжелых дорожных условиях возможно только при работе с активным прицепом или прицепами.

Практически важно знать необходимое число ведущих колес активного прицепа или потребной сцепной нагрузки движителя активного тракторного поезда. Их сцепной вес становится «ограничителем» максимально возможной грузоподъемности прицепа. «Малые» резервы состоят в догрузке трактора либо балластными грузами (экстенсивный путь развития), либо в переносе части веса прицепа на колеса трактора. Однако практический запас грузоподъемности колес трактора обычно кардинально решить проблему не позволяет.

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»
Выход в задействовании «больших» резервов – в использовании сцепного веса колес самого прицепа.

Для новых колесных тракторов $\mathcal{E}_T = 22-28$ кВт/т. Из (3), для них $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1,64-2,08$. Это означает, что для реализации энергетических возможностей готовящихся к выпуску тракторов на прицепе для агрегатирования с ними достаточно иметь один ведущий мост.

Исследование, проведенное на основании формул (1) – (4) показало, что максимальная нагрузка двигателя трактора, например, класса 2, при работе с пассивным прицепом не превышает 63 % при схеме трактора 4К4 и допустимой догрузке его колес частью нагрузки от полунавесного прицепа. При этом полная масса прицепа не должна превышать 13 т при $\psi = 0,18$. В случае активизации колес подкатной тележки полунавесного прицепа и обеспечения загрузки двигателя, равной 80 %, масса груженого активного прицепа в тех же дорожных условиях не должна превышать 19,5 т. В силу наличия резерва мощности двигателя трактор с таким прицепом может преодолевать участки с суммарным дорожным сопротивлением $\psi = 0,20$ (расчетное значение $\psi = 0,18$), при этом имеется существенный резерв по сцеплению ведущих колес агрегата даже при полном использовании мощности двигателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее актуально направление разработки средств оперативной активизации в виде активных подкатных поворотных тележек полунавесных прицепов. Учеными кафедры «Тракторы» разработаны и запатентован ряд средств оперативной активизации колесных прицепов, разработаны теоретические основы агрегатирования активных транспортных поездов. Обоснованы и приняты в производстве параметры объединенного движителя лесохозяйственного форвардера с активным полуприцепом, универсального активного обортного автотракторного прицепа.

Представлено 17.05.2019