

УДК 629.114

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТОРМОЖЕНИЯ ПОЛНОПРИВОДНОГО ТРАКТОРА**

**INVESTIGATION OF DYNAMIC BRAKING CHARACTERISTICS
OF A FOUR-WHEEL DRIVE TRACTOR**

Сергиеня В. Н., студ., **Поварехо А. С.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
V. Sergienya, student, A. Pavarekha, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Согласно требованиям Правил ЕЭК ООН № 13 оценка эффективности рабочих тормозных систем транспортных средств включает не только определение интегральных характеристик, таких, как тормозной путь и установившееся замедление, но также и анализ изменения удельных тормозных сил на колесах мостов при торможении. В данном исследовании разработана математическая модель и определены динамические характеристики (удельные тормозные силы) полноприводного трактора в процессе торможения.

According to the requirements of the UNECE Regulation No. 13, the assessment of the performance of the service braking systems of vehicles includes not only the determination of integral characteristics, such as braking distance and steady deceleration, but also the analysis of changes in the specific braking forces on the wheels of axles during braking. In this study, a mathematical model was developed and the dynamic characteristics (specific braking forces) of an all-wheel drive tractor during braking were determined.

Ключевые слова: *эффективность торможения, полноприводный трактор, динамические характеристики.*

Keywords: *braking efficiency, four-wheel drive tractor, dynamic characteristics.*

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных динамических характеристик процесса торможения полноприводных машин являются характеристики изменения в процессе торможения удельных тормозных сил на их мостах. Удельные тормозные силы представляют собой отношение тормозной силы F_i , реализуемой мостом к нагрузке N_i , приходящейся на мост, т. е. $\gamma_i = F_i/N_i$.

Динамические характеристики процесса торможения дают возможность оценить степень использования сцепного веса колесами мостов, а также синхронность нарастания удельных тормозных сил, которая оказывает существенное влияние на устойчивость движения трактора при торможении.

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРМОЖЕНИЯ ПОЛНОПРИВОДНОГО ТРАКТОРА

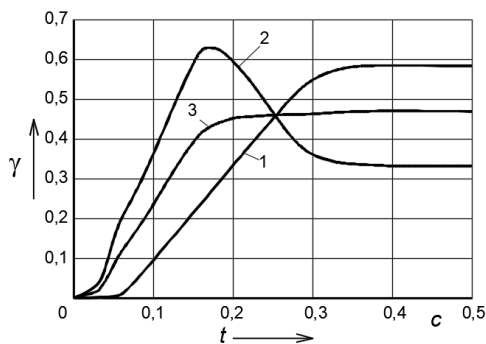
Как следует из проведенного анализа, одним из путей решения задачи увеличения эффективности торможения тракторов с колесной схемой 4К4 кл. 0,9–2 является реализация в тормозном режиме блокировки межосевого привода, что позволит частично использовать сцепные качества колес переднего моста [2].

Для определения выходных характеристик процесса торможения была составлена расчетная схема и математическая модель процесса торможения полноприводного универсально-пропашного трактора, аналогичные приведенным в [3]. На основе матмодели была разработана программа на языке MATLAB и проведены соответствующие расчеты.

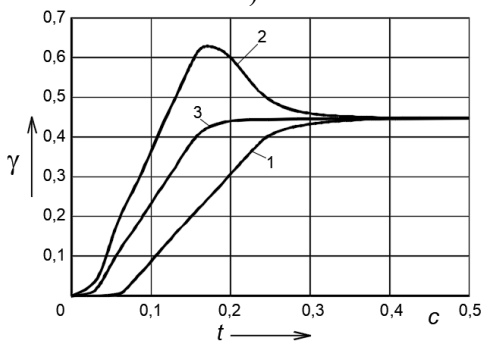
Полученные по результатам расчетов динамические тормозные характеристики приведены на рисунке 1. Данные зависимости построены в предположении времени срабатывания тормозных механизмов трактора 0,15 с и времени нарастания давления в бустере фрикционной муфты – 0,3 с для различных значений кинематического несоответствия m_n . Эффективность тормозных механизмов принималась для $M_r = 1500$ Н·м.

Полученные зависимости позволяют сделать вывод, что вследствие асинхронности срабатывания тормозных механизмов и замыкания муфты переднего ведущего моста (далее – ПВМ) имеет место

различный темп изменения удельных тормозных сил на колесах мостов. При этом в установившейся фазе торможения наличие кинематического несоответствия приводит к разности удельных тормозных сил: на переднем мосту она достигает 0,59, а на задней только 0,33 (рис. 1 а). При отсутствии кинематического рассогласования (рис. 1 б) в установившейся фазе торможения имеет место равенство удельных тормозных сил $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_{тр}$. Видимый на графиках заброс γ_2 связан с запаздыванием подключения ПВМ и перераспределении момента с заднего на передний мост. Чтобы уменьшить величину заброса следует обеспечить синхронизацию срабатывания тормозных механизмов и гидропривода муфты подключения ПВМ.



а)



б)

Рисунок 1 – Изменение удельных тормозных сил трактора МТЗ-1221 при торможении с $m_n=0,069$ – а) и $m_n=0$ – б):
1 – передний мост; 2 – задний мост; 3 – трактор

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что блокировка межосевого привода обеспечивает повышение эффективности торможения (до двух раз) при определенных условиях по сравнению с торможением трактора по схеме 4К2. Однако, при этом необходима согласованность выходных характеристик тормозных механизмов заднего моста и фрикционной муфты ПВМ, а также синхронизация их включения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила ЕЭК ООН № 13 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adrnk.ru/f/5166004.pdf=правила+езк+оон+13+тормозные+системы&lr=157&clid=9403>. – Дата доступа: 03.04.2022.

2. БЕЛАРУС 1221.2/1221В.2 1221.3. Руководство по эксплуатации. – Мн. : ПО «МТЗ», 2009.

3. Бойков, В. П. Математическое моделирование: Метод. указания по выполнению практических курсовых работ для студентов специальностей 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины», 1-37 01 03 «Тракторостроение», 1-37 01 05 «Городской электрический транспорт» / В. П. Бойков, Г. П. Грибко, А. С. Поварехо. – Мн. : БНТУ, 2008. – 60 с

Представлено 19.05.2023