

УДК 629.114

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВОРАЧИВАЕМОСТИ КОЛЕСНОГО ШАССИ
С ПОДРУЛИВАЮЩИМ ЗАДНИМ МОСТОМ
STUDY OF THE TURNABILITY OF THE WHEELED CHASSIS WITH
THE DRIVE REAR BRIDGE**

Ч.И. Жданович¹, канд. техн. наук, доцент,

А.А. Дзёма¹, магистр техн. наук, старший преподаватель,

В.С. Булатовский², магистр техн. наук, начальник конструкторско-
технологического отдела,

¹Белорусский национальный технический университет,

²ОАО «Приборостроительный завод Оптрон»,

г. Минск, Беларусь

Zhdanovich Ch.I.¹, Associate Professor, PhD in Engineering,

Dzioma A.A.¹, Senior Lecturer, Master of Technical Sciences,

Bulatovsky V.S.², Head of Design and Technology Department,

Master of Technical Sciences,

¹Belorussian National Technical University, Minsk, Belarus

²Instrument Factory Optron, Minsk, Belarus

Разработана расчетная схема, математическое описание и проведен анализ поворачиваемости колесного шасси с подруливающим ведущим задним мостом.

A design scheme, a mathematical description have been developed and an understeer analysis of a wheeled chassis with thruster driving rear axle has been performed.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке транспортных средств необходимо соблюдать технические требования, одним из которых является маневренность. Так, согласно действующим Правилам ЕЭК ООН [1], транспортное средство при движении на поворотах должно полностью вписываться по наиболее выступающей точке в круг радиусом 12,5 м и полосу движения шириной 7,2 м.

Для обеспечения данного требования у длиннобазных машин используют задние подруливающие колеса. При этом часто передача усилия от рулевого колеса осуществляется не посредством механики – рычажной системой, а через команды электронного блока управления (ЭБУ) и втягивающее реле (актуаторы), которые двигают задние рулевые тяги, похожие на те, что используются в основной системе рулевого управления. При повороте передних управляемых колёс задние колеса подруливают, но с меньшим углом. Угол поворота задних колёс

обеспечивается ЭБУ на основе алгоритма прохождения поворота и показаний датчиков углового ускорения, скорости, положения кузова и др. В первых системах подруливания задних колёс угол их поворота составлял около 20 градусов, в современных - достигает максимум 5-15 градусов.

ПОВОРАЧИВАЕМОСТЬ КОЛЕСНОГО ШАССИ С ПОДРУЛИВАЮЩИМ ЗАДНИМ МОСТОМ

Цель работы – математическое моделирование и анализ параметров поворота шасси с подруливающим задним мостом.

При разработке математической модели поворота были приняты следующие допущения:

1. Все силы, действующие в контакте колес с дорогой, приведены к серединам колес.
2. Поворот осуществляется с постоянной линейной и угловой скоростью.
3. Поворот осуществляется при зафиксированном рулевом управлении (при зафиксированных углах поворота управляемых колес).
4. Углы увода колес изменяются в линейной зависимости от боковой силы. Коэффициенты боковой эластичности шин постоянны и одинаковы для всех колес.

Анализ параметров поворота исследовался для шасси со следующими исходными данными: колёсная база - 9078 мм, колея передних и задних колёс – 2101 мм, габаритная ширина шасси - 2550 мм, габаритная длина шасси – 12090 мм, полная масса шасси – 18000 кг. Расчетная схема приведена на рисунке 1.

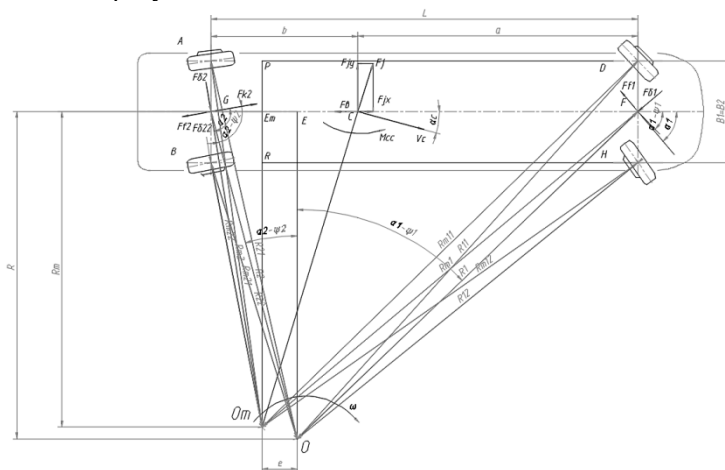


Рисунок 1 – Расчётная схема поворота с подруливаемым мостом

Принимаем на всех схемах следующие обозначения:

L – колёсная база, м; a – расстояние от переднего моста до центра масс, м; b – расстояние от заднего моста до центра масс, м; B_i – колея, м; F_{ki} – силы тяги, Н; F_{bi} – боковые силы, Н; F_{fi} – силы инерции, Н; F_B – сила сопротивления воздуху, Н; F_{ji} – силы инерции, Н; $M_{с.с.}$ – суммарный момент сопротивления повороту колеса, Н·м; R_{mi} – расстояние от колеса до мгновенного центра поворота (без учёта увода колёс, м); R_i – расстояние от колеса/моста до мгновенного центра поворота, м; α_i – угол поворота колеса, град; v_c – скорость транспортного средства, км/ч; O_m – мгновенный центр поворота без учёта увода колёс; O – мгновенный центр поворота с учётом увода колёс.

Общие уравнения, описывающие поворот шасси, имеющего подруливаемый ведущий задний мост:

$$\Sigma F_x=0: F_{k2}\cos\alpha_2 - F_{f1}\cos\alpha_1 - F_{f2}\cos\alpha_2 - F_{\delta 1}\sin\alpha_1 + F_{\delta 2}\sin\alpha_2 + F_{jx} - F_B=0;$$

$$\Sigma F_y=0: F_{k2}\sin\alpha_2 + F_{f1}\sin\alpha_1 - F_{f2}\sin\alpha_2 - F_{\delta 1}\cos\alpha_1 - F_{\delta 2}\cos\alpha_2 + F_{jy}=0;$$

$$\Sigma M=0: aF_{f1}\sin\alpha_1 + bF_{f2}\sin\alpha_2 - aF_{\delta 1}\cos\alpha_1 + bF_{\delta 2}\cos\alpha_2 - bF_{k2}\sin\alpha_2 + M_{с.с.} + J_z\beta = 0.$$

По результатам исследования были получены зависимости радиуса поворота R (рисунок 2), силы тяги ведущего моста F_{k2} (рисунок 3), боковые силы, действующие на передний $F_{\delta 1}$ (рисунок 4) и задний $F_{\delta 2}$ (рисунок 5) мосты, от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс.

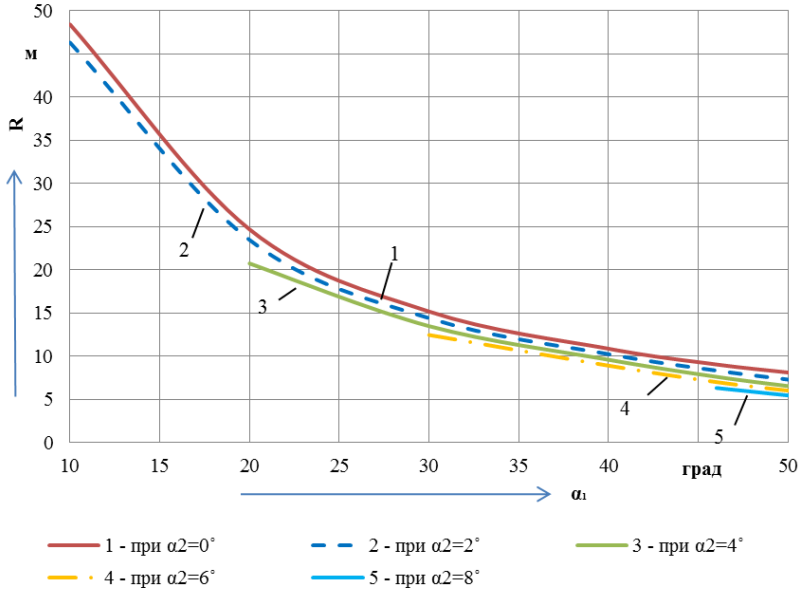


Рисунок 2 – Зависимость действительного радиуса поворота от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

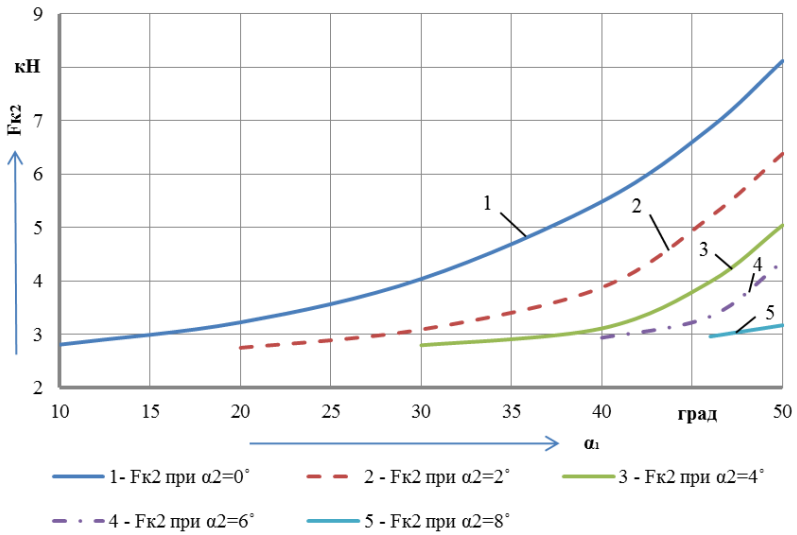


Рисунок 3 – Зависимость силы тяги ведущего моста от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

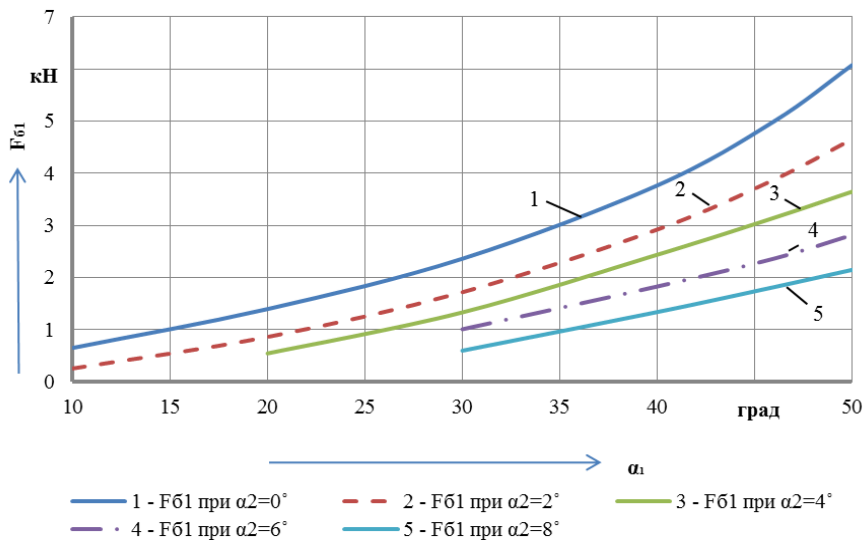


Рисунок 4 – Зависимость боковой силы, действующей на передний мост, от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

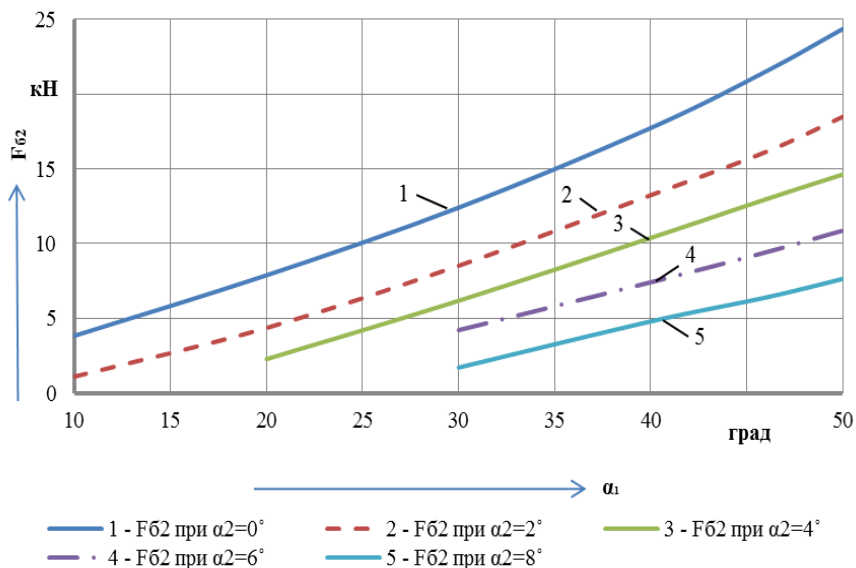


Рисунок 5 – Зависимость боковой силы, действующей на задний мост, от угла поворота передних α_1 и задних α_2 колёс

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из графиков следует, что при среднем угле поворота передних колёс $\alpha_1=46^\circ$ применение подруливаемого моста позволяет уменьшить: радиус поворота шасси до 44%; боковые силы, действующие на передний мост до 64%, задний - до 70%; сопротивление движению шасси на повороте до 57%.

Таким образом, применение подруливающего заднего моста значительно повышает маневренность, топливную экономичность, устойчивость и безопасность движения шасси, однако усложняет конструкцию рулевого привода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила ЕЭК ООН 36 (03)/Пересмотр 3. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения пассажирских транспортных средств большой вместимости в отношении их общей конструкции : взамен Правил ЕЭК ООН № 36 (03)/Пересмотр 2 : введ. в качестве гос. стандарта РБ 01.07.11. — Минск : БелГИСС, 2010. — 94 с.

15.01.2019