

ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ БАЗОВОГО КОЛЕСНОГО ШАССИ ПО ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЯМ

Ушнурцев С. В.¹,

к. т. н.,

Келлер А. В.²,

д. т. н. профессор,

Усиков В. Ю.¹,

к. т. н.

¹Омский автобронетанковый инженерный институт

²Государственный научный центр Российской Федерации «НАМИ», г. Москва

В статье рассмотрен вариант оценки сопротивления движению базового колесного шасси по деформируемым грунтовым основаниям.

Ключевые слова: базовое колесное шасси, проходимость, грунтовое основание, мощность.

ASSESSMENT OF RESISTANCE TO MOVEMENT BASIC WHEELED CHASSIS ON UNPAVED BASES

The article considers a variant of estimating the resistance to movement of the basic wheeled chassis on deformable soil bases.

Keywords: basic wheel chassis, cross-country ability, ground base, power.

Проведенный анализ условий эксплуатации базовых колесных шасси (БКШ) [1, 2] показал, что более половины всего времени они передвигаются по различным деформируемым грунтовым основаниям (рис. 1).

Для оценки сопротивления движению БКШ по грунтовым основаниям прежде всего необходимо проанализировать взаимодействие с грунтом одиночного колеса. К таким грунтам относятся

деформируемые грунты с низкой несущей способностью (глины, суглинки, супеси, пески галечники и др.). Таким образом, деформируемые грунты являются наиболее представительной опорной поверхностью, по которой осуществляется движение БКШ [3].

При движении по рыхлым или сильно увлажненным грунтовым основаниям значительная часть мощности двигателя затрачивается на пре-



1



2

Рис. 1. Примеры деформируемых грунтовых оснований:
1 — суглинок; 2 — влажный песок

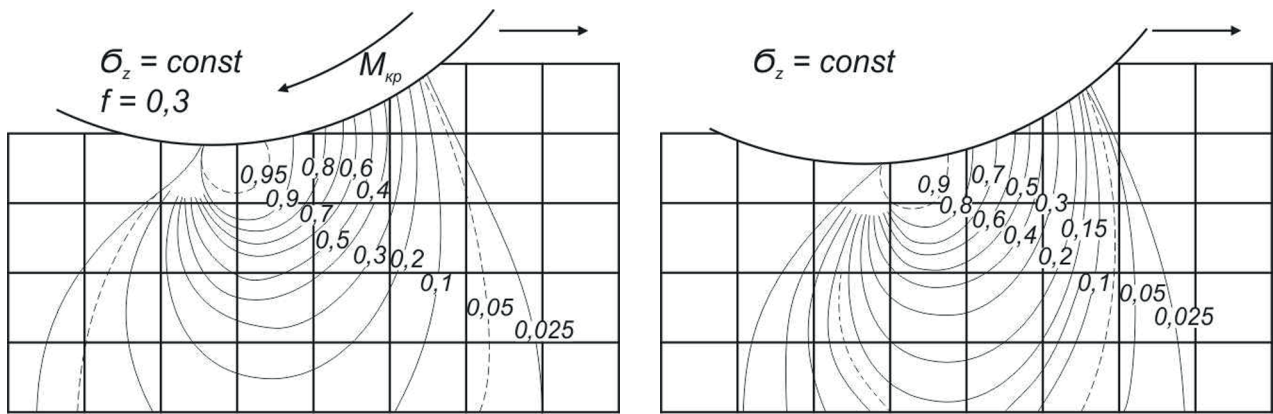


Рис. 2. Распределение вертикальных и горизонтальных сжимающих напряжений под колесами:
1 — под ведущими колесами; 2 — под ведомыми колесами

одоление сопротивления грунта при образовании колеи. Приложенные к колесу вертикальная нагрузка и горизонтальное тяговое усилие на оси ведомого колеса, а также силы трения и сцепления шины с грунтом на поверхности контакта ведущих колес с грунтом создают в грунте поле напряжений, вызывающее его деформацию. Рассчитанные теоретические эпюры горизонтальных напряжений, возникающих при качении ведущего и ведомого колес (рис. 2), объясняют различие в характере воздействия этих колес на грунт. При движении колеса с образованием колеи происходят горизонтальные смещения грунта в направлении движения и уплотнения грунта под колесом по вертикали. Наличие на ведущих колесах тягового усилия уменьшает смещение грунта в направлении движения.

Отдельные участки на поверхности контакта колеса с грунтом погружаются в грунт на разную глубину. Поэтому реактивное давление грунта в разных местах колеса различно. При теоретическом анализе качения колеса по грунту принимают, что изменение сопротивления грунта по мере погружения, участки на ободе описываются зависимостью:

$$q = C_{z^\mu}, \quad (1)$$

где q — сопротивление грунта на глубине z от поверхности; C — сопротивление грунта на глубине $z = 1$; μ — параметр, характеризующий закон возрастания сопротивления грунта смятию.

Значения C и μ зависят от влажности грунта и степени его уплотнения. Параметр μ изменяется в сравнительно узких пределах. При рыхлом состоянии грунта и малых влажностях $\mu = 1$, при пластичном состоянии грунта $\mu = 0,5$, а в текучем полностью насыщенном водой состоянии $\mu = 0$.

Эффект снижения давления в шинах как эксплуатационного мероприятия по улучшению проходимости БКШ по деформирующимся мягким грунтам может быть оценен по коэффициенту:

$$\alpha = (1 - \delta/H), \quad (2)$$

где H — глубина колеи.

При движении по образовавшейся колее второго колеса колея увеличивается до глубины:

$$H = H_1 + H_2, \quad (3)$$

где H_2 — дополнительное углубление колеи после прохода второго колеса.

Выражения для сопротивления движению и глубины колеи для второго колеса могут быть получены аналогично выводам для переднего колеса путем замены пределов интегрирования [4]:

$$H_2 - H_1 \text{ и } D - \sqrt{H_2 - H_1}, \quad (4)$$

где D — диаметр колеса.

Тогда:

$$F = \frac{BC}{\mu + 1} (H_2^{\mu+1} - H_1^{\mu+1}),$$

$$Q = \left(1 - \frac{\mu}{3}\right) BC \sqrt{D(H_2 - H_1)^{\mu+1/2}}, \quad (5)$$

где B — ширина площадки соприкосновения колеса с грунтовым основанием.

Таким образом, соотношение между сопротивлением движению передних и задних колес имеет большое практическое значение для проходимости БКШ. Критерием оптимального распределения нагрузки между осями является минимальное значение среднего коэффициента сопротивления движению всего БКШ:

$$f_{\text{ср}} = \frac{f_{\text{п}} G_{\text{п}} + f_{\text{з}} G_{\text{з}}}{G_{\text{п}} + G_{\text{з}}}, \quad (6)$$

где $f_{\text{п}}$ и $f_{\text{з}}$ — коэффициенты сопротивления движению передних и задних колес; $G_{\text{п}}$ и $G_{\text{з}}$ — нагрузка от передних и задних колес.

Список литературы

1. Дёмик В. В., Сибиляев М. К., Трусов В. Б. Обоснование состава семейств и технического облика перспективных автомобилей многоцелевого назначения грузоподъемностью от 4,0 до 15,0 т // Научно-технический сборник. 2014. № 5. С. 4–41.
2. Сидоров Б. Н., Нечаев В. В. Факторы, влияющие на подвижность военной автомобильной техники // Материально-техническое обеспечение силовых структур государства : сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пермь : ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», 2018. С. 334–339.
3. Аксенов П. В. Многоосные автомобили. М. : Машиностроение, 1980. 208 с.
4. Бабков В. Ф. Автомобильные дороги. М. : Транспорт, 1983. 280 с.