

### Технические науки

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ЗАСНЕЖЕННОМУ СКЛОНУ

<sup>1</sup>Вахидов У.Ш., <sup>2</sup>Гребенюк И.И.

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева;

<sup>2</sup>НОУ ВПО «Нижегородский институт менеджмента и бизнеса», Нижний Новгород, e-mail: ngtu2008@ya.ru

В статье рассчитывается сопротивление движения колесных машин при выполнении поворота на заснеженном склоне. Показано влия-

$$P_f = P_{fc} + P_{f\delta\delta} + P_{f\delta\delta} + P_{f\phi\Gamma} + P_{f\alpha} + P_{f\text{дн}} + P_{f\text{w}} + P_{f\text{кр}}, \quad (1)$$

где  $P_{fc}$  – сила сопротивления, обусловленная деформацией снежного полотна пути колесами машины;  $P_{f\delta\delta}$  – приведенная сила сопротивления от экскавационно-бульдозерных эффектов с внешней стороны колес;  $P_{f\delta\delta}$  – сила сопротивления от экскавационно-бульдозерных эффектов;  $P_{f\phi\Gamma}$  – сила сопротивления движению от фрезерования настовой корки и внутримассивных ледяных прослоек;  $P_{f\alpha}$  – сила сопротивления движению от преодолеваемого подъема;  $P_{f\text{дн}}$  – сила сопротивления движению от посадки машины на днище;  $P_{f\text{w}}$  – сила сопротивления воздуха;  $P_{f\text{кр}}$  – сила сопротивления движению от крюковой нагрузки. Более подробно зависимо-

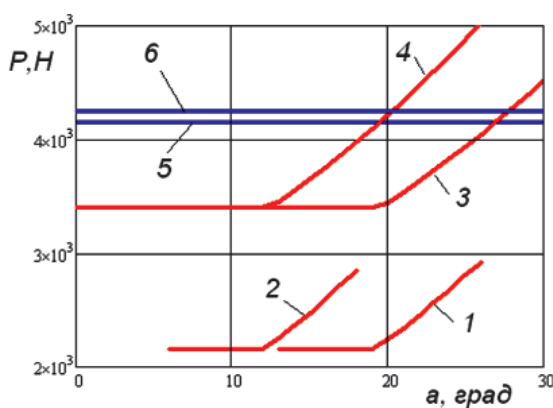
ние параметров конструкции машин при движении по заснеженному склону.

На сегодняшний день адекватных моделей, по которым можно оценить проходимость колесных машин по заснеженному склону, нет. Рассмотрим модель движения транспортного средства по снегу при повороте. Наиболее адекватные модели по расчету сопротивления колесных машин были получены в работах [1-3]. Рассмотрим их применительно к горным условиям эксплуатации.

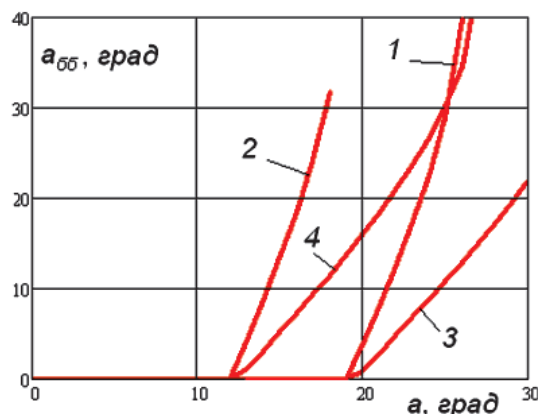
Сопротивление движения включает в себя несколько составляющих:

сти для вычисления сопротивлений рассмотрены в [1-5].

На примере модели движения различных машин типа УАЗ-469, ГАЗ-66, ВАЗ-2121, КамАЗ-4310, а также ГПИ-3901 (силовой способ поворота) рассмотрим, как влияет угол наклона косогора на сопротивление движение машины и дополнительный угол увода колес. В качестве критерия принят предельный угол преодолеваемого косогора. Также оценим влияние изменения массы машины на проходимость. На рисунке приведены примеры графиков зависимостей для машины УАЗ-469.



а



б

Зависимости:

$a$  – сопротивлений и силы тяги и  $b$  – угла увода колес машины от угла склона при движении машины УАЗ-469 с минимальным радиусом: 1, 2 – сила сопротивления при глубине снега равным 1/3 диаметра колеса и скорости движения 3 и 10 км/ч соответственно; 3, 4 – сила сопротивления при глубине снега равным 1/2 диаметра колеса и скорости движения 3 и 10 км/ч соответственно; 5, 6 – сила тяги при глубине снега 1/3 и 1/2 диаметра колеса соответственно

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы о подвижности машин на косогоре: для машин массой 1–2,5 т. предельными углами будут углы порядка 27° при глубине снега равной половине диаметра колеса, причем будет происходить потеря проходимости

вследствие того, что сопротивление превысит силу тяги; предельные углы наклона порядка 25° при глубине снега равной трети диаметра колеса, причем будет происходить потеря устойчивости вследствие того, что будет наблюдаться сползание машины вниз (при небольшом

приращении угла уклона наблюдается большой прирост угла увода колес); для машин массой 5,5–15 т. предельными углами будут углы порядка 18–23° при глубине снега равной половине диаметра колеса, причем будет происходить потеря проходимости вследствие того, что сопротивление превысит силу тяги; предельные углы наклона порядка 20–27° при глубине снега равной трети диаметра колеса, причем будет происходить потеря устойчивости вследствие того, что будет наблюдаться сползание машины вниз (при небольшом приращении угла уклона наблюдается большой прирост угла увода колес), меньшие значения характерны для более тяжелых машин; увеличение (снижение) веса машины на 10% приводит к уменьшению (увеличению) возможного преодолеваемого угла косогора по проходимости и устойчивости движения на 5–8%; для машин с управляемой осью при изменении скорости машины от 3 до 10 км/ч при выполнении маневра «восьмерка на косогоре» предельный угол преодолеваемого косогора снизится на 20–30%; для машин с бортовым способом поворота с колесной формулой 8×8 в силу хорошего сцепления будет достигаться аналогичные показатели проходимости порядка 27–30° и радиусов поворота, равных радиусам поворота машин с управляемыми

осями, несмотря на наличие постоянного экскавационно-бульдозерного сопротивления, данные значения справедливы для снега глубиной 1/3 диаметра колеса, однако, при увеличении глубины до 1/2 диаметра колеса машина теряет проходимость даже на горизонтальном участке, это также связано с постоянным действием экскавационно-бульдозерного сопротивления с боковой стороны колес.

#### Список литературы

1. Макаров В.С. Методика расчета и оценка проходимости колесных машин при криволинейном движении по снегу: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03. – Н. Новгород, 2009. – 161 с.
2. Гончаров К.О, Макаров В.С., Беляков В.В. Экспериментальные исследования многоосной колесной машины // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2010. – Вып. 12 – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/164456.html>, свободный.
3. Гончаров К.О, Макаров В.С., Беляков В.В. Влияние экскавационно-бульдозерных эффектов возникающих при криволинейном движении колеса на сопротивление качению // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2010. – Вып. 6. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/145884.html>, свободный.
4. Транспортно-технологические проблемы Северного Кавказа / В.В. Беляков, У.Ш. Вахидов, Ю.И. Молев. – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2009. – 387 с.
5. Беляков В.В. Взаимодействие со снежным покровом эластичных движителей специальных транспортных средств: дис. ... д-ра тех. наук: 05.05.03. – Нижний Новгород, 1999. – 485 с.