

## ДОРОЖНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

**УДК 624.132**

**А.В. Лысянников, Р.Б. Желукевич, Ю.Ф. Кайзер**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ УПЛОТНЕННОГО СНЕГА**

В последнее десятилетие в России наблюдается стремительный рост городов и населения, который сопровождается увеличением и совершенствованием сети транспортных потоков, а также увеличением автомобильных перевозок. Постоянно увеличиваются скорость движения, грузоподъемность автомобилей, интенсивность дорожного движения. Наряду с этим увеличивается число дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Количество ДТП зависит от следующих факторов - состояния дорожного покрытия, интенсивности движения, освещенности, технического состояния автомобилей, психологического состояния водителя, уровня его профессиональной подготовки и т.д. Важнейшее место среди них занимает состояние дорожного покрытия в зимний период. От качества зимнего содержания дорог существенно зависит скорость автомобилей, безопасность движения и пропускная способность. Скорость и безопасность движения - главные показатели эффективности большинства применяемых мер на дорогах в зимний период.

Рост интенсивности движения на современных автомобильных дорогах приводит к необходимости повышения требований к основным транспортно-эксплуатационным показателям (ТЭП): обеспеченной скорости, непрерывности и безопасности движения. Обеспечение этих требований особенно актуально в зимний период, когда под воздействием погодных факторов ухудшаются сцепные качества дорожного покрытия.

При наличии на дорожном покрытии снежно-ледяных образований резко уменьшается коэффициент сцепления колес, увеличивается тормозной путь и как следствие увеличивается риск попасть в дорожно-транспортное происшествие. Количество ДТП на полностью или частично покрытом снегом или льдом дорожном покрытии в 1,5 - 4,5 раза больше, чем на чистом сухом покрытии.

По данным ГИБДД РФ около 21% ДТП происходит из-за неудовлетворительного состояния дорог из них около 70% (15% от общего числа ДТП) приходятся на заснеженные дорожные покрытия, 5-7% аварий на частично заснеженные и покрытые льдом, в тоже время на скользких покрытиях отмечены наиболее тяжелые последствия ДТП. Эти данные подтверждают актуальность и необходимость решения проблемы повышения

ТЭП автомобильных дорог в сложных погодных условиях.

Увеличение протяженности дорожных покрытий предполагает увеличение работ по очистки их от снега. В настоящее время актуальной задачей является снижения затрат на зимнее содержание покрытий дорог.

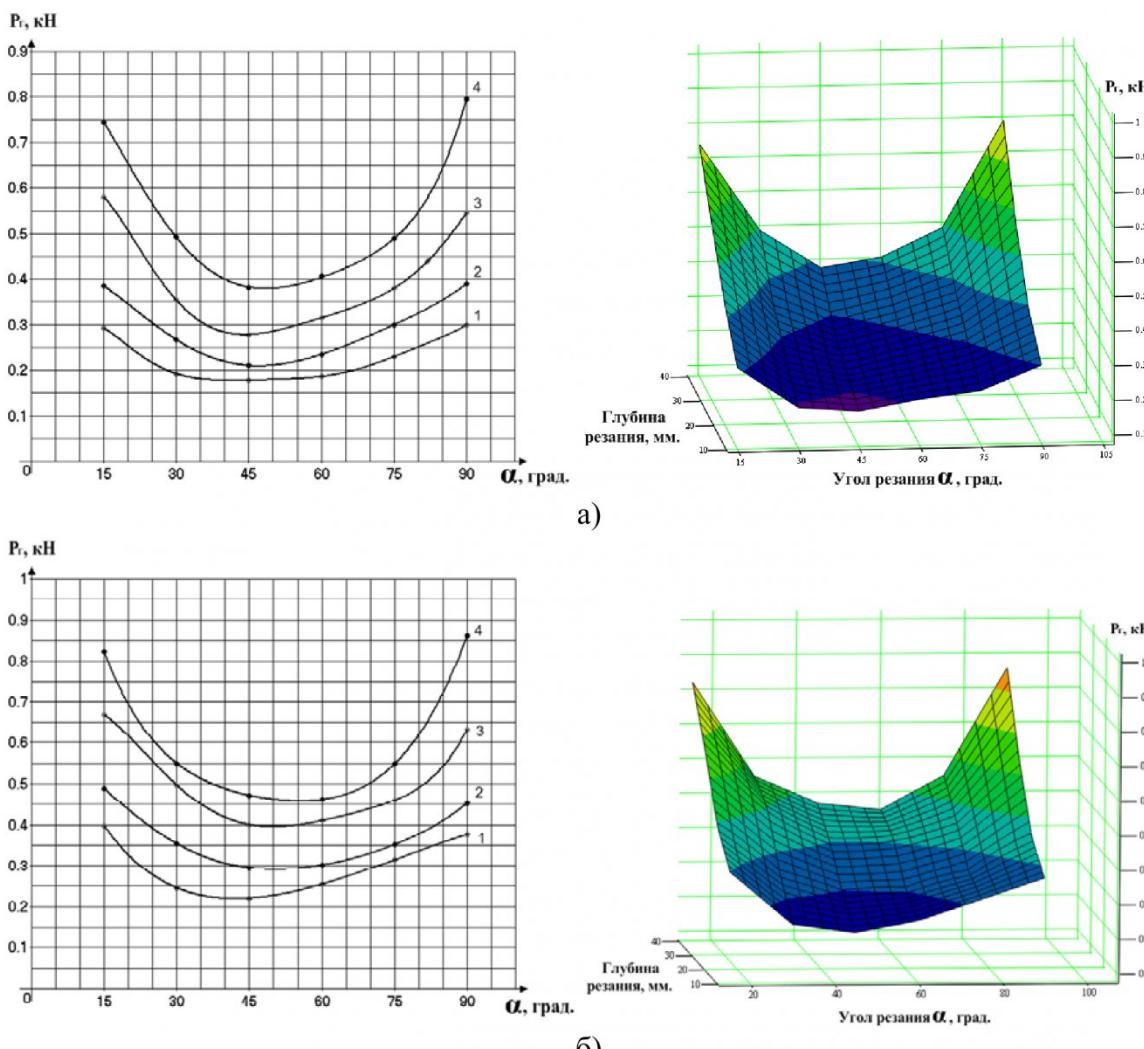
Борьбу с зимней скользкостью можно вести по трем направлениям: улучшать сцепление колес автомобилей с обледенелым покрытием; удалять снежно-ледяные образования с дорожного покрытия; предотвращать образование скользкости. В соответствии с этими направлениями разработаны способы борьбы с зимней скользкостью: фрикционный; химический; тепловой; механический.

Обработка дорожных покрытий пескосолянными смесями улучшает сцепление шин автомобилей с поверхностью, тем самым снижает вероятность ДТП, но обработанные ими дороги имеют неопрятный внешний вид. Кроме того минеральные материалы долго не задерживаются на покрытии, практически сразу после обработки смешаются колесами автомобилей на обочину, использование минеральных материалов приводит к их отложению в системах ливневой канализации. Применение солей или их смесей в борьбе с уплотненным снегом на дорожном покрытии является более эффективным, но при этом происходит загрязнение окружающей среды, повреждение покрытия и коррозия металлических частей автомобилей. Тепловой способ борьбы со снежно-ледяными образованиями является дорогостоящим и малоразвитым в нашей стране.

Наиболее экономичным, технологически простым в применении и экологически чистым является механический способ удаления уплотненного снега.

Для очистки покрытий дорог и аэродромов от снега довольно широко используются снегоуборочные машины, оснащенные отвальными рабочими органами, как наиболее универсальные. Это обусловлено простотой конструкции и технического обслуживания, мобильностью и относительно низкой стоимостью.

В последние годы значительное внимание уделяется повышению производительности снегоуборочных машин, оснащенных отвальными рабочими органами, без существенного изменения



Зависимость горизонтальной составляющей усилия резания от угла и глубины резания уплотненного снега моделью отвала шириной 25 мм., с углом установки  $0^\circ$ : а) снег плотностью  $0,4-0,45 \text{ г}/\text{см}^3$ ; б) снег плотностью  $0,45-0,5 \text{ г}/\text{см}^3$ ; 1,2,3,4 - глубина резания соответственно 10, 20, 30, 40 мм.

конструкции и небольших материальных затрат. Это обусловлено требованиями к качеству выполняемых работ, надежностью, универсальностью и расширением технологических возможностей снегоуборочной техники.

Основой создания эффективных и экономичных снегоуборочных машин является решение вопроса снижения удельной энергоемкости процесса копания снега, то есть затрат энергии на разработку единицы объема разрабатываемого материала. Особый интерес представляют вопросы совершенствования рабочего оборудования, выбора рациональных параметров установки отвальных рабочих органов, то есть таких параметров при которых достигается меньшая удельная энергоемкость процесса разрушения разрабатываемого материала.

Реализация этого вопроса сдерживается недостаточной информацией о силах резания уплотненного снега. Исследованием резания снега занимались такие ученые как А.Л. Горбунов, И.С.

Вайсберг, Г. Г. Воскресенский, А. П. Куляшов, Ю. И. Молев и А. М. Соколов.

Основная задача изучения закономерности процесса резания уплотненного снега отвальным рабочим органом на дорожных покрытиях состоит в нахождении пригодных для практического применения функциональных связей между силовыми характеристиками и геометрическими параметрами установки рабочего органа взаимодействующего с разрабатываемым массивом. Экспериментальные исследования проводились при температуре туре воздуха от  $-4$  до  $-13^\circ\text{C}$ , плотности снега  $\rho_c = 400 - 500 \text{ кг}/\text{м}^3$  на специальном стенде, на полна ползунах которого монтировалось специально изготовленное тензозвено с закрепленным режущим инструментом (модель отвала специальной снегоуборочной машины КО-713, выполненная в масштабе 1:10). Опыты проводились при угле установки отвала  $\delta = 0^\circ$ , углах резания  $\alpha = 15, 30, 45, 60, 75, 90^\circ$  и толщине срезаемой стружки снега  $h = 10, 20, 30, 40 \text{ мм}$ .

Перед началом реза на стенд устанавливался образец снега, вырезанного из снежного наката находящегося на дорожном покрытии. Поверхность образца предварительно выравнивалась. Требуемая глубина резания обеспечивалась поднятием образца снега с помощью тарированных пластин.

На рисунке приведены полученные зависимости горизонтальной составляющей усилия резания от угла и глубины резания, при угле установки отвала  $\delta = 0^\circ$ . Анализируя данные графиков, прежде всего можно отметить, что величина  $P_T$  с увеличением угла  $\alpha$  изменяется нелинейно. Для всех исследуемых плотностей снега характерно равномерное, плавное уменьшение значений горизонтальной составляющей с увеличением угла реза-

ния от  $15$  до  $45^\circ$ . Причем до угла  $30^\circ$  наблюдается более стремительное изменение (уменьшение) усилий резания, чем в диапазоне от  $30$  до  $45^\circ$ . При увеличении угла резания с  $45$  до  $90^\circ$  наблюдается увеличение усилий резания.

Полученные значения удельных сопротивлений и их зависимость от геометрических параметров резания могут быть использованы при проектировании отвальных рабочих органов, при выборе рабочего оборудования, расчете энергоемкости снегоочистительных машин, а геометрические параметры установки угла резания показывающие наименьшие усилия резания уплотненного снега могут быть рекомендованы для применения в дорожно-строительных организациях при содержании дорог в зимний период.

□ Авторы статьи:

Лысянников

Алексей Васильевич,  
аспирант каф. «Авиационные горюче-смазочные материалы» Института  
нефти и газа (Сибирский федеральный  
университет», г. Красноярск).

E-mail: [lysyannikov.alek@mail.ru](mailto:lysyannikov.alek@mail.ru)

Желукевич

Рышард Борисович,  
канд. техн. наук, профессор каф.  
«Авиационные горюче-смазочные  
материалы» Института нефти и газа  
(Сибирский федеральный университет»,  
г. Красноярск).  
Тел.раб. 8(3912)497591

Кайзер

Юрий Филиппович,  
канд. техн. наук, зав. каф. «Авиационные  
горюче-смазочные материалы» Института нефти и газа  
(Сибирский федеральный университет», г. Красноярск).  
E-mail: [kaiser170174@mail.ru](mailto:kaiser170174@mail.ru)