

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УГЛА РЕЗАНИЯ УПЛОТНЕННОГО СНЕГА РАБОЧИМ ОРГАНОМ ОТВАЛЬНОГО ТИПА

© 2012 А.В. Лысянников, Р.Б. Желукевич, Ю.Ф. Кайзер, Ю.Н. Безбородов,  
Н.Н. Малышева, И.В. Надейкин

Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа, г. Красноярск

Поступила в редакцию 05.03.2012

Приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований процесса резания уплотненного снега моделью рабочего органа отвального типа, позволяющие определить оптимальные геометрические параметры угла резания. Использование результатов исследований дорожно-эксплуатационными организациями при выполнении работ по снегоочистке, позволит повысить эффективность разрушения уплотненного снега, удаляемого с дорожного покрытия.

Ключевые слова: *уплотненный снег, плотность снега, угол установки, угол резания*

Согласно утвержденной программы Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года», протяженность автомобильных дорог общего пользования в России к 2030 г. практически удвоится и достигнет более 1,35 миллиона километров, количество аэродромов гражданской авиации вырастет с 315 до 500 шт. Рост протяженности дорожных покрытий предполагает увеличение работ по борьбе со снежным накатом образующимся на их поверхности. Наличие снежных образований на дорогах уменьшает коэффициент сцепления шин автомобилей с покрытием, что приводит к увеличению дорожно-транспортных происшествий. Улучшение сцепления колес автомобилей с покрытием может быть достигнуто путем посыпки их фрикционными материалами, применением антигололедных средств и удалением снежных образований с дорожных покрытий. В связи с этим разработаны фрикционный, химический, тепловой и механический способы борьбы с зимней скользкостью.

*Лысянников Алексей Васильевич, аспирант. E-mail: lisyannikov.alek@mail.ru*

*Желукевич Рышард Борисович, кандидат технических наук, профессор*

*Кайзер Юрий Филиппович, кандидат технических наук, доцент. E-mail: kaiser170174@mail.ru*

*Безбородов Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор*

*Малышева Наталья Николаевна, кандидат технических наук, доцент. E-mail: nataly.nm@mail.ru*

*Надейкин Иван Викторович, кандидат технических наук, старший преподаватель. E-mail: ivan\_777\_kray@mail.ru*

Из перечисленных способов наиболее экономичным, экологически чистым и технологически простым в применении является механический способ очистки дорожных покрытий.

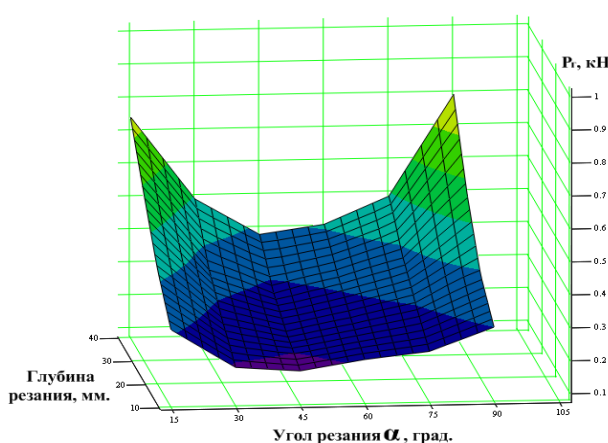
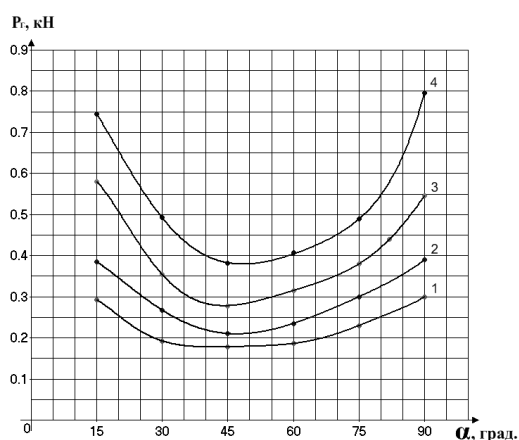
Для очистки покрытий дорог и аэродромов от уплотненного снега широко используются снегоуборочные машины, оснащенные рабочими органами отвального типа. Применение таких рабочих органов обусловлено их универсальностью, простотой конструкции и технического обслуживания, мобильностью и относительно низкой стоимостью. Рост объемов работ по очистке дорожных покрытий от снега за счет увеличения протяженности дорог, определяет необходимость повышения эффективности разрушения уплотненного снега рабочими органами отвального типа снегоуборочных машин. Проведенный анализ исследований по резанию уплотненного снега рабочими органами снегоуборочных машин показал, что эти исследования не отражают особенности процесса резания таких сред и фактические затраты энергии при их разрушении. Сложный характер зависимостей физико-механических свойств уплотненного снега, находящегося на дорожном покрытии от их структуры, интенсивности выпадения снега, температуры и влажности окружающего воздуха, интенсивности и скорости движения транспорта, диктует необходимость нового подхода к выбору основного параметра – угла резания рабочих органов отвального типа. Экспериментальные исследования процесса взаимодействия рабочего органа отвального типа с уплотненными снежными образованиями, и рассмотрение вопроса влияния углов резания и физико-механических свойств уплотненного снега на составляющие усилия резания и энергоемкость процесса резания,

являются актуальными и позволяют определить оптимальные геометрические параметры углов резания рабочего органа отвального типа.

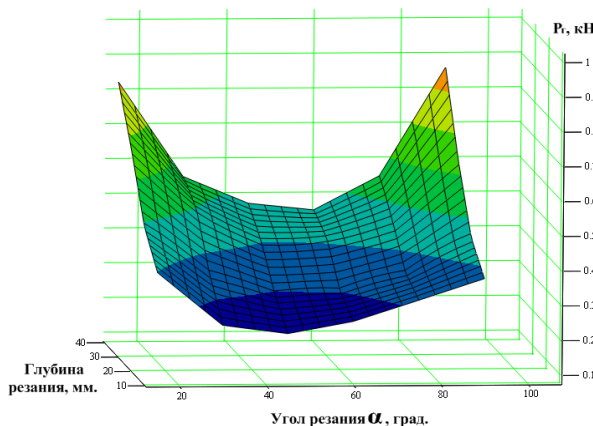
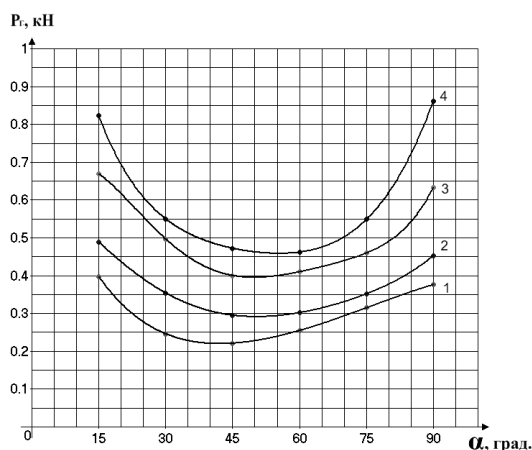
Основная задача изучения закономерности процесса резания уплотненного снега рабочим органом отвального типа состоит в нахождении пригодных для практического применения функциональных связей между силовыми характеристиками и геометрическими параметрами углов резания рабочего органа, взаимодействующего с разрабатываемым массивом. Экспериментальные исследования проводились при температуре воздуха от  $-5$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ , плотности снега  $\rho_c=400-500 \text{ кг/м}^3$  на специальном стенде, на ползунах которого монтировалось тензометрическая головка с закрепленной моделью отвала автогрейдера, выполненной в масштабе 1:10,

шириной 25 см. Опыты проводились при угле установки модели отвального рабочего органа  $\delta=90^{\circ}$ , 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, вырезанный из снежного наката, образовавшегося на дорожном покрытии. Поверхность образца предварительно выравнивалась. Необходимая глубина резания обеспечивалась поднятием образца снега с помощью тарированных пластин. На рис. 1 и 2 приведены полученные зависимости горизонтальной и вертикальной составляющих усилия резания от угла и глубины резания уплотненного снега, моделью рабочего органа отвального типа при угле установки  $\delta=90^{\circ}$ .



*a*

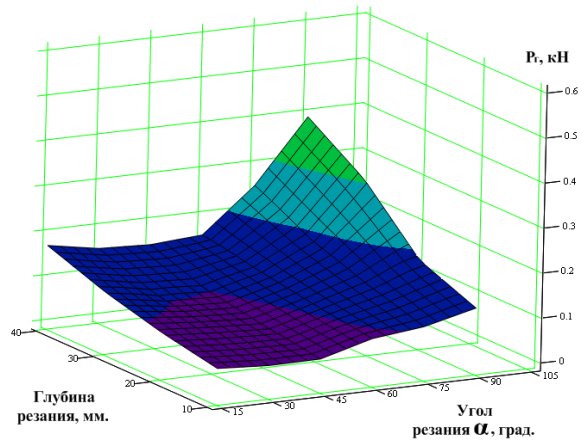


*б*

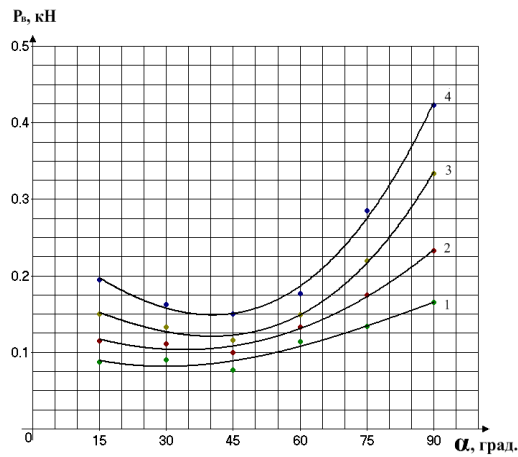
**Рис. 1.** Зависимость горизонтальной составляющей усилия резания от угла и глубины резания уплотненного снега моделью рабочего органа отвального типа: *a* – снег плотностью 400-450 кг/м<sup>3</sup>; *б* – снег плотностью 450-500 кг/м<sup>3</sup>; 1, 2, 3, 4 – глубина резания, соответственно 10, 20, 30, 40 мм.

Анализируя данные графиков, можно отметить, что величина  $P_T$  с увеличением угла  $\alpha$  изменяется полиномиально. Для всех исследуемых плотностей снега характерно равномерное, плавное уменьшение значений горизонтальной составляющей с увеличением угла

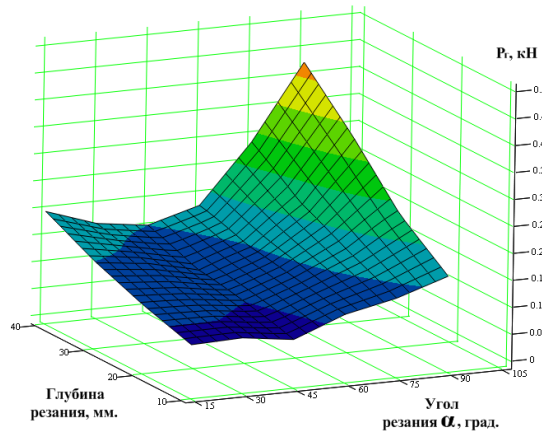
резания от 15 до 45°. При увеличении угла резания с 45-50 до 90° наблюдается увеличение усилий резания. Минимальные значения горизонтальной составляющей усилия резания получены при угле резания  $\alpha = 45-50^{\circ}$ .



а



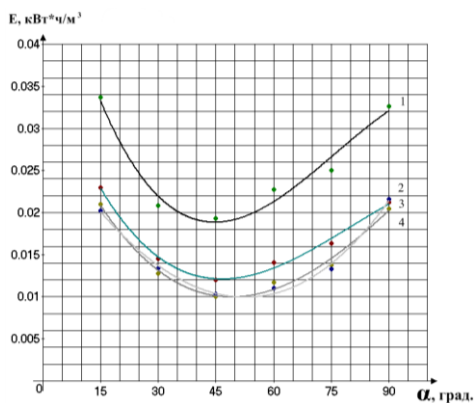
б



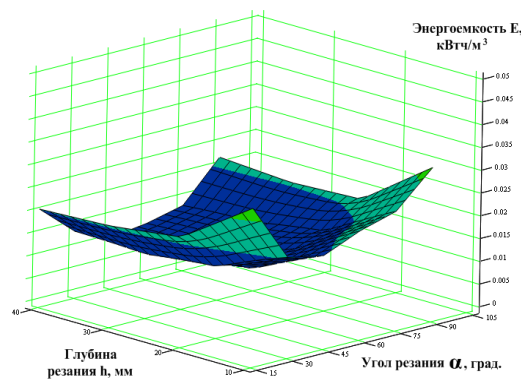
**Рис. 2.** Зависимость вертикальной составляющей усилия резания от угла и глубины резания уплотненного снега моделью рабочего органа отвального типа: а – снег плотностью 400-450 кг/м<sup>3</sup>; б – снег плотностью 450-500 кг/м<sup>3</sup>; 1, 2, 3, 4 – глубина резания, соответственно 10, 20, 30, 40 мм

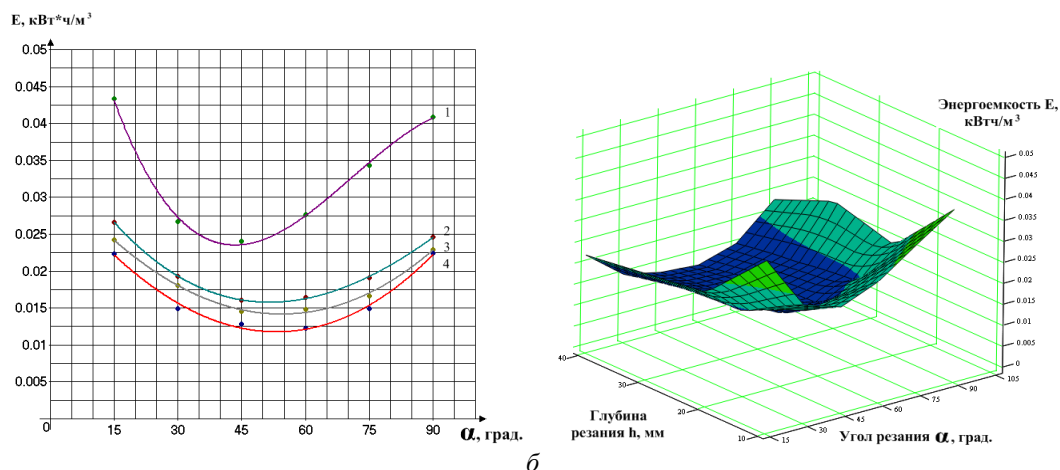
Оптимальные значения вертикальной составляющей усилия резания получены при угле резания  $\alpha=45^\circ$ . На рис. 3 приведены зависимости энергоёмкости  $E$  процесса резания уплотненного снега от угла и глубины резания при угле установки модели рабочего органа отвального типа  $\delta=90^\circ$ . Анализ полученных зависимостей рис. 3 показал, что минимальная

удельная энергоёмкость процесса будет обеспечена при резании уплотненного снега рабочим органом отвального типа при угле резания  $\alpha=45-55^\circ$  во всем изменяющемся диапазоне значений глубины резания  $h$  (10, 20, 30 и 40 мм), т. е. при тех же условиях, при которых были получены минимальные значения горизонтальной составляющей усилия резания.



а





**Рис. 3.** Зависимость энергоёмкости процесса резания от угла и глубины резания уплотненного снега моделью рабочего органа отвального типа: *a* – снег плотностью 400-450 кг/м<sup>3</sup>; *б* – снег плотностью 450-500 кг/м<sup>3</sup>; 1, 2, 3, 4 – глубина резания, соответственно 10, 20, 30, 40 мм

**Выводы:** полученные оптимальные значения усилий резания уплотненного снега в зависимости от углов резания могут быть использованы при проектировании отвальных рабочих органов и расчете энергоёмкости снегоочистительных машин. Оптимальные параметры угла резания, обеспечивающие минимальную энергоёмкость процесса резания, мо-

гут быть рекомендованы для применения дорожно-эксплуатационными организациями при содержании дорожных покрытий в зимний период. Применение результатов проведенных исследований позволит повысить производительность и снизить энергоёмкость процесса разрушения уплотненного снега рабочим органом отвального типа.

## DEFINITION THE OPTIMUM PARAMETERS OF CUTTING EDGE OF DUMPING TYPE WORKING BODY AT COMPACTED SNOW

© 2012 A.V. Lysyannikov, R.B. Zhelukevich, Yu.F. Kaizer, Ju.N. Bezborodov,  
N.N. Malysheva, I.V. Nadeykin

Siberian Federal University, Oil and Gas Institute, Krasnoyarsk

Results of experimental and theoretical probes of cutting process of compacted snow by model of dumping type working body, allowing to define optimum geometrical parameters of cutting edge are reduced. Use of results of researches by road-operational organizations at execution of snow removal operations, will allow to raise the efficiency of compacted snow destruction located on the road surface.

Key words: *compacted snow, snow density, operation angle, cutting edge*

*Aleksey Lysyannikov, Post-graduate Student. E-mail:  
lysyanikov.alek@mail.ru*

*Ryshard Zhelukevich, Candidate of Technical Sciences, Professor  
Yuriy Kaizer, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.  
E-mail: kaiser170174@mail.ru*

*Yuriy Bezborodov, Doctor of Technical Sciences, Professor  
Natalia Malysheva, Candidate of Technical Sciences, Associate  
Professor. E-mail: nataly.nm@mail.ru*

*Ivan Nadeykin, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer.  
E-mail: ivan\_777\_kray@mail.ru*