

**И.Н. Кручинин**

Уральский государственный лесотехнический университет

Кручинин Игорь Николаевич родился в 1962 г., окончил в 1984 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта и дорожного строительства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 60 печатных работ по проблемам транспорта леса, строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

E-mail: kinaa@e1.ru



## **ФОРМИРОВАНИЕ СНЕЖНОГО НАКАТА С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

Обосновано формирование снежного наката с заданными свойствами, позволяющего обеспечить оптимальный коэффициент сцепления на зимних лесовозных автомобильных дорогах. Выявлены основные закономерности изменения плотности наката. Предложено устройство, способное формировать снежный накат требуемой плотности.

*Ключевые слова:* лесовозные автомобильные дороги, зимняя эксплуатация автодорог, уплотнение снега, снежный накат, коэффициент сцепления.

Транспортно-производственная система лесного комплекса Уральского федерального округа объединяет в себе лесовозные автомобильные дороги различной ведомственной подчиненности, что приводит к существенному различию в уровне их содержания зимой. В зависимости от уровня содержания назначаются допустимые значения толщины рыхлого снега на проезжей части и времени снегоочистки и ликвидации зимней скользкости. При этом значительное количество лесовозных автомобильных дорог низших технических категорий, кроме внешних, практически эксплуатируются с сохранением уплотненного слоя снега – наката на проезжей части.

Одним из процессов, трудно поддающихся описанию, является формирование уплотненного снежного и снежно-ледяного наката на проезжей части лесовозных автомобильных дорог.

Цель нашей работы – обоснование формирования на лесовозных автомобильных дорогах снежного наката с заданными физико-механическими свойствами.

Способность покрытия лесовозных автомобильных дорог выдерживать нагрузку от действия подвижного состава будет зависеть от физико-механических свойств снега и льда. В качестве основных характеристик рассматривают твердость, жесткость и плотность снега.

Именно плотность снега на проезжей части и будет определять основные эксплуатационные характеристики зимних лесовозных автомобильных дорог. Плотность снега изменяется в очень широких пределах: от 0,01 (свежевыпавший снег) до 0,76 г/см<sup>3</sup> (предельно уплотненный). При предельной плотности происходит его структурное изменение и начинает формироваться снежно-ледяная масса, когда кристаллы снега пройдут все фазовые превращения и образуется лед плотностью 0,90...0,92 г/см<sup>3</sup>. В свою очередь изменение плотности в наибольшей мере оказывает влияние на сцепные свойства покрытия.

Коэффициент сцепления колес автомобиля с покрытием является определяющим показателем безопасности движения и регламентируется нормативами по зимнему содержанию автомобильных дорог [2]. При этом коэффициент сцепления в зависимости от состояния снегового покрова изменяется от 0,08 до 0,35. Из анализа физико-механических свойств уплотненного снега установлено, что наибольшее значение коэффициента сцепления достигается при плотности снега в интервале от 0,50 до 0,55 г/см<sup>3</sup> и температуре ниже –4 °С.

Таким образом, для реализации наибольшей тяговой возможности подвижного лесовозного состава и повышения безопасности движения необходимо обеспечить плотность снежного наката именно в этом интервале.

Формирование уплотненного наката на лесовозных автомобильных дорогах с дорожными одеждами переходного и низших типов имеет свои особенности: во-первых, значительная толщина  $L$  рыхлого снега на проезжей части (на лесовозных магистралях – от 60 до 100 мм, на ветках и усах –

от 100 до 150 мм); во-вторых, уплотнение происходит не специальными снегоуплотняющими машинами, а сравнительно узкими пневмоколесами автомобилей; в-третьих, отсутствует значительная разность температур по высоте снежного наката, что ведет к увеличению теплопроводности снега и уменьшению процесса возгонки-сублимации.

В работе [4] приводится зависимость изменения плотности снега после прохода автомобиля на пневмошинах, построенная по обобщающим данным для различных типов снега, которая имеет следующий вид:

$$\rho_f = \rho_0 \left( \frac{L}{L - Z} \right),$$

где  $\rho_f$  – плотность снега на дне колеи в центральной части;

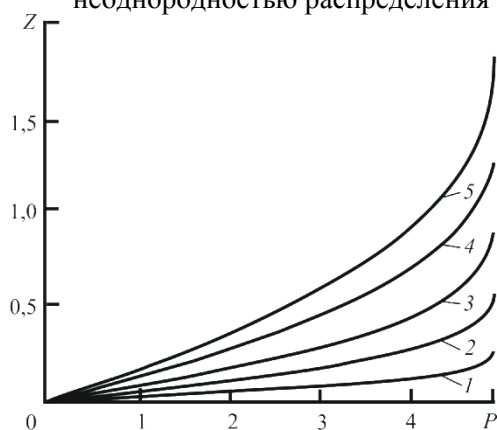
$\rho_0$  – начальная плотность снега;

$L$  – толщина снега на проезжей части;

$Z$  – деформация снега пневмоколесом.

При этом деформацию снега оценивали только на основании экспериментальных данных.

Для аналитической оценки деформации снега пневмоколесом автором была разработана математическая модель, основанная на теории пластичности сплошных сред [1]. В результате исследований установлено, что деформация снежного покрова на начальной стадии практически линейно зависит от приложенного давления. Однако в процессе дальнейшей деформации возникает нелинейная зависимость, вызванная изменением предела текучести снега и неоднородностью распределения его плотности в накате.



Зависимость деформации снега  $Z$  пневмоколесом от приложенного давления  $P$  при различной толщине снега  $L$  на проезжей части ( $Z$ ,  $P$  и  $L$  – в относительных единицах;  $P_1 = 100$  кПа): 1 –  $L = 0,2$ ;

На рисунке представлены результаты решения модели в виде функциональной зависимости  $Z = f(P, L)$ , где  $P$  – приложенное давление. Как видно из графиков, деформация снега, а значит, и плотность наката будут определяться не только давлением на него автотранспорта, но и толщиной рыхлого снега на дорожном покрытии.

Следует отметить, что полученное решение применимо только для условия движения с незначительной скоростью по ненарушенному снежному покрову, что характерно для перемещения лесовозных автомобилей по дорогам низших технических категорий или автозимникам.

С учетом полученных зависимостей было разработано и запатентовано устройство, способное формировать на автомобильной дороге снежный накат требуемой плотности [3]. Отличительной особенностью устройства являются поворотные открылки, установленные в передней части пневмоколесного катка. Боковые открылки направляют и регулируют толщину снега, подающегося в пятно контакта пневмоколеса катка в процессе движения. Так как плотность снежного наката подчиняется зависимостям, рассмотренным выше, то с помощью устройства можно получить слой наката необходимой плотности.

Зимнее содержание лесовозных автомобильных дорог в снежном накате с заданными свойствами позволяет не только сократить эксплуатационные затраты, но и повысить безопасность дорожного движения за счет обеспечения наибольшего коэффициента сцепления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кручинин И.Н. Особенности формирования уплотненного снежного наката на автомобильной дороге // Вестник ВолГАСУ. Строительство и архитектура. Вып. 16 (35). Волгоград, 2009. С. 77–81.

2. ОДМ. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования. Введ. 2004.03.17. М.: Росавтодор, 2004. 229 с.

3. Пат. 83073 РФ, МПК<sup>7</sup> Е 01 Н 4/00. Устройство для формирования снежного наката на автомобильной дороге / И.Н. Кручинин, С.И. Кручинин, С.И. Булдаков; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО УГЛТУ. № 2008141121/22; заявл. 16.10.2008; опубл. 20.05.2009, Бюл. № 14. 1 с.

4. Snow mechanics review of the state of knowledge and applications / L.H. Shapiro, J.B. Johnson, M. Sturm, G.L. Blaisdell // Cold Regions Research and Engineering Laboratory, CRREL, 1997. Report 97-3.

Поступила 15.04.10

***I.N. Kruchinin***

Ural State Forestry University

### **Formation of Predesigned Packed Snow Surface of Logging Roads**

Possibility of winter operation of logging roads surfaced with packed snow has been investigated. The paper contains description of the packed snow road surface with predesigned features. Basic mechanisms of the packed snow density variation have been disclosed. A device for predesigned density packed snow surface is suggested. The work justifies forming of predesigned packed snow surface, that permits to provide optimal friction coefficient at winter logging roads.

*Keywords:* logging roads, winter transporting operations, snow packing, packed snow surface, coefficient of friction.