

# **Общая характеристика зимнего периода с позиции эксплуатации автомобильных дорог**

Изовитко Е.С.

Белорусский национальный технический университет

## **Введение**

Доклад «Общая характеристика зимнего периода с позиции эксплуатации автомобильных дорог» посвящен решению узкого, но очень важного вопроса эксплуатации автомобильных дорог – зимнему содержанию.

### **Общая характеристика зимнего периода с позиции эксплуатации автомобильных дорог**

Зимнее содержание представляет собой комплекс мероприятий, включающий защиту дорог от снежных заносов и лавин, очистку от снега, борьбу с наледями. Эти мероприятия должны способствовать бесперебойному и безопасному движению автомобилей в соответствии с требованиями.

Дорожная служба должна обеспечивать высокий уровень зимнего содержания, основными показателями которого служат: ширина чистой от снега и льда поверхности дороги; толщина слоя рыхлого снега на дороге, накапливающегося с начала снегопада или метелей до начала снегоочистки и в перерывах между проходами снегоочистительных машин; толщина уплотненного слоя (снежного наката) на проезжей части и обочинах; сроки очистки дороги, ликвидации гололеда и зимней скользкости.

Вся система мероприятий должна быть построена так, чтобы создать наилучшие условия для движения автомобилей и максимально облегчить, ускорить и удешевить зимнее содержание. Чтобы выполнить эти задачи, при зимнем содержании принимают:

Профилактические меры, цель которых не допустить или максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге;

Защитные меры для преграждения доступа к дороге снега и льда, поступающего прилегающей местности. Главным критерием качества снегозащиты следует считать полное исключение отложений метелевого снега на дорогах с тем, чтобы для патрульной снегоочистки оставалось только удаление снега, выпадающего во время снегопадов;

Меры по удалению уже возникающих снежных и ледяных отложений, уменьшению их воздействия на автомобильное движение.

В процессе выполнения курсовой работы необходимо решить следующие задачи:

Проанализировать природно-климатические условия работы автомобильной дороги в зимний период;

Определить объем снегопереноса, определить способы снижения снегозаносимости;

Разработать и обосновать выбор мер защиты дороги от снежных заносов;

Назначить технологию расчистки снежных отложений;

Определить средства борьбы с зимней скользкостью;

Рассчитать потребное количество машин для снегоочистки.

### **Виды снежно-ледяных образований**

В зимний период года ухудшается движение автомобилей из-за низких температур, образования на проезжей части отложения снега и гололеда. Техничко-экономические показатели снижаются в результате уменьшения скорости движения и падения коэффициента сцепления с дорожным покрытием. Отложение снега на проезжей части формируется в результате снегопада, снегопереноса ветра, а в горной местности в следствии лавин. Снегоперенос вызывает наиболее интенсивные и опасные формирования снегоотложений на проезжей части, в следствии действий снежных метелей. Различают следующие виды метелей:

Общая метель – это перенос ветром ранее выпавшего снега;

Верховая метель – перенос выпадаемого снега слабым ветром;

Низовая метель – это перенос ветром ранее выпавшего снега с поднятием над землей в слое от 0,5 до 4 м.

Бураны (пурга) – это перенос снега сильным ветром при скорости более 20 м/с.

Существуют следующие основные типы снежных и ледяных образований на автомобильных дорогах, аэродромах, городских улиц:

Изморозь;

Гололед;

Снежный покров;

Снежный накат;

Снежно-ледяной накат;

Снежно-ледяная каша;

Наледи.

**Таблица 1.1** Типы снежно-ледяных образований и их классификация

Типы	Условия формирования	Причины формирования
Изморозь.	Осаждение капель воды без их растекания (туман).	При морозах и заморозках.
Гололед.	Выпадение жидких атмосферных осадков	При оттепелях.

	понижение температуры воздуха после дождей и туманов.	
Снежный покров.	Естественное осаджение атмосферных осадков.	Во время снегопада при ветровом переносе и метелях.
Снежный накат.	Уплотнение снежного покрова	Уплотнение колесным трактором, гусеничными колесами, санями, пешеходом.
Снежно-ледяной накат.	Естественное таяние снежного наката.	В результате трения и искусственного выделения тепла.
Снежно-ледяная каша.	Механическое перемешивание после снежно-ледяного наката.	В результате введения солей.
Наледи.	В условиях резкого повышения и понижения температуры.	В результате изливания воды на покрытие автомобильной дороги.

Изморозь – это рыхлые отложения снега, осаждающиеся на поверхности покрытия из переохлажденной влаги и мелких капель воды. Изморозь образуется при температуре от  $+7^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$ , и относительной влажности до 100%.

Гололед – это ледяная корка образуется в зимний период при температуре от  $4^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ , и при относительной влажности воздуха от 70% до 100%.

Снежный покров – это, на полотне автомобильной дороги образуются во время спокойных снегопадов, при ветровом переносе снега и в результате обрушения снежных лавин. Снежный покров уплотняется под действием проходящих транспортных средств и образуется снежный накат.

Проникновение талой воды в снежный накат приводит к тому, что снег становится менее прочным и образуется снежно-ледяная каша. Так же снежно-ледяная каша образуется от осыпания солей.

Наледи – это слоистый ледяной накат образуется поздней осенью и зимой при промерзании грунтовых вод. По происхождению наледи делятся на:

Природные (возникающие в естественных природных условиях);

Техногенные (возникают от нарушения водно-теплового режима при дорожном строительстве).

По месту отложения наледи классифицируются:

Русловые;

Логовые;

Косо-горные;

Откосные;

Равнинные;  
Предгорные.

Снежно-ледяные отложения образующиеся на автомобильной дороге по физическому состоянию подразделяются на следующие виды:

Рыхлый снег;  
Уплотненный;  
Стекловидный лед.

Отложение рыхлого снега образуется при снегопадах, безветренную погоду. Плотность снега составляет 0,06 ч 0,2 м<sup>3</sup>. Накат представляет собой спрессованный снег различной толщины, его плотность 0,3 ч 0,6 г/см<sup>3</sup>.

Стекловидный лед представляет собой гладкую стекловидную пленку толщиной 13 мм.

Коэффициент сцепления 0,08 – 0,15 образуется при температуре 3 °С ч 6 °С.

Таблица 1.2 Плотность и твердость снега

Виды снежного покрова	Плотность	Твердость
Рыхлый свежавыпавший снег	0,01 – 0,2	0,02
Рыхлый слабо уплотненный снег	0,22 – 0,3	0,02 – 0,1
Уплотненный снег	0,3 – 0,4	0,2 – 0,4
Старый, слежавшейся снег	0,48 – 0,52	0,4 – 0,5
Уплотненный накат	0,55 – 0,7	0,5 – 0,7
Стекловидный лед	0,7 – 0,95	Более 0,7

Таблица 1.3 Значение коэффициента сцепления в зимний период

Вид снежного покрова	Коэффициент сцепления
Снежный покров	0,1 – 0,2
мокрый снег	0,2 – 0,25
сухой снег	
Снежный накат	
мокрый снег	0,1 – 0,2
сухой снег	0,15 – 0,25
Снежноледяная каша	0,2 – 0,3
Гололед	0,03 – 0,15

Изморозь	0,1 – 0,25
Наледи	0,02 – 0,15

### Методы борьбы с зимней скользкостью

На автомобильных дорогах борьба с зимней скользкостью ведется в основном химическим и фрикционным способами. В первом случае распределяют химические противогололедные вещества, которые вызывают полное таяние снежно-ледяных отложений либо нарушают их прочность, после чего отложения разрушаются колесами автомобилей и легко удаляются снегоуборочными машинами. Во втором случае используют уменьшающие скользкость материалы, которые закрепляются на поверхности снежно-ледяных отложений, временно повышая коэффициент сцепления с ними колес автомобилей.

Для борьбы с зимней скользкостью можно использовать кристаллические и жидкие химические вещества:

хлористый натрий (NaCl) кристаллический в виде технической поваренной соли, представляющей собой часть продукции, не используемую для пищевых целей. При борьбе с зимней скользкостью применяют молотую соль крупностью от 1,2 до 4,5 мм;

хлористый кальций (CaCl) кристаллический чешуированный с содержанием 67% хлористого кальция и фосфатированный (изготавливают введением в чешуированный хлористый кальций ингибирующей добавки – суперфосфата 5 – 7% по массе), а также жидкий с концентрацией от 32 до 37%;

смесь кристаллического хлористого натрия и хлористого кальция в пропорции 88:12. Эта смесь обладает эффективным противогололедным действием и не слеживается при хранении;

соль сильвинитовых отвалов – кристаллический продукт, являющийся отходом при переработке минерала сильвинита на калийные удобрения. Этот продукт, накопленный в огромных количествах в отвалах калийных комбинатов, по химическому составу представляет в основном хлористый натрий (от 90 до 95%), содержит также 2 – 3% хлористого калия, 0,5 – 2% сернокислого кальция, 0,5 – 1% хлористого магния и 5 – 10% минеральных примесей. Частицы соли сильвинитовых отвалов имеют крупность до 4 мм при наличии отдельных включений до 10 мм;

концентрированные рассолы естественные или искусственные (отходы химических заводов). Химический состав рассолов разнообразен. В зависимости от преобладающих солей они относятся чаще всего к хлоридно-натриевому, хлоридно-кальциевому или хлоридно-магниевому типу. Содержание солей в рассолах от 150 до 300 г/л.

Ввиду того что химические вещества, применяемые для борьбы с зимней скользкостью, вызывают коррозию металлических деталей

автомобилей, к ним добавляют ингибиторы, предотвращающие или резко ослабляющие коррозию. В качестве ингибиторов можно применять: одна замещенный фосфат натрия  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; двузамещенный фосфат натрия  $\text{NaHPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ; простой суперфосфат  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ; двойной суперфосфат  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{P}_2\text{O}_5$ ; гексаметафосфат натрия  $(\text{NaPO}_3)_6$ .

Эффективность действия рассолов можно повысить их обогащением, добавляя кристаллический хлористый кальций в количестве 10 – 12% к объему рассола. Для обогащения можно использовать порошкообразный и чешуированный хлористый кальций, а также реагент ХКФ (хлористый кальций фосфатированный).

Для борьбы с зимней скользкостью можно применять также природные материалы – бишофит, сильвинит, карналит, каинит, а также твердые или жидкие продукты, являющиеся отходами промышленности и содержащие хлориды натрия, кальция и магния в количестве не менее 25%. К ним предъявляют обязательное требование, чтобы вещества были безвредны для людей и животных и не обладали красящими свойствами. Для применения новых местных материалов нужно получить разрешение санитарно-эпидемиологической станции.

В СССР для борьбы с зимней скользкостью применяли зубер (породу, сопутствующую залеганию калийных солей). Минералогический состав зубера, %: галит – 58,5; каинит – 1,49; карналит – 0,09; кизерит – 1,18; сильвинит – 0,28; ангидрит – 0,68; гипс – 1,72; нерастворимый остаток – 34,89. При гололеде зубер распределяют в следующем количестве: 40 – 60 г/м<sup>3</sup> при температуре от – 4...6<sup>0</sup>С и 90 – 100 г/м<sup>2</sup> при 7...+12<sup>0</sup>С.

При борьбе с зимней скользкостью используют следующие фрикционные материалы, повышающие коэффициент сцепления шин с покрытием: песок, мелкий гравий, дробленый каменный материал, топливный шлак. Непригодны материалы, загрязняющие дорогу или легко крошащиеся. Крупность частиц не должна превышать 5 мм, так как более крупные частицы могут повредить проезжающие автомобили, нанести травмы людям, вывести из строя механизмы распределительных машин. Песок следует применять прогрохоченный крупно и среднезернистый с содержанием не более 2 – 3% глинистых частиц. Шлак не должен включать обломков металла. Чтобы предохранить фрикционные материалы от смерзания в период хранения, а также для лучшего закрепления на поверхности снежно-ледяных отложений к фрикционным материалам добавляют твердые кристаллические химические вещества в количестве: 40 кг/м<sup>3</sup> в районах со средним минимумом температуры зимой выше – 12<sup>0</sup>С; 60 кг/м<sup>3</sup> – ниже – 12<sup>0</sup>С.

Если возникает необходимость хранения противогололедных фрикционных материалов без добавки соли, их предохраняют от смерзания, укрывая сначала водонепроницаемым материалом (например, полиэтиленовой пленкой), а затем – утеплителем (шлаком, опилками и т.п.), штабеля располагают так, чтобы они не подтоплялись стекающей водой.

Назначая норму россыпи на тех или иных участках дороги, нужно учитывать условия движения, трассу в плане и продольном профиле, вид зимней скользкости. На прямых участках с продольным уклоном менее 20‰ при гололедице фрикционные материалы следует рассыпать в количестве 0,10 – 0,20 м<sup>3</sup> на 1000 м<sup>2</sup> (большая норма россыпи при интенсивном движении), а в период снегопада (для предотвращения снежного наката) – 0,07 – 0,14 м<sup>3</sup> на 1000 м<sup>2</sup>. На кривых, на участках с продольным уклоном больше 20‰, на подходах к пересечениям дорог и в других местах, где по условиям движения может возникнуть необходимость экстренного торможения, нормы россыпи на 1000 м<sup>2</sup>: при гололеде 0,30 – 0,40 м<sup>3</sup>, при снегопаде 0,21 – 0,28 м<sup>3</sup>.

Таблица 2.1 Физико-механические свойства фрикционных материалов.

Металл	Влажность, %	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Коэффициент пригодности
Песок а) крупный б) мелкий	13,9 15,6	1,78 1,6	K <sub>пр</sub> =0,6 – 0,65 K <sub>пр</sub> =0,75 – 0,85
Кирпичная крошка	—	1,8	K <sub>пр</sub> =0,5 – 0,65 во влажном сост. не пригоден
Мраморная крошка	—	2,7 – 2,8	K <sub>пр</sub> =0,75 – 0,85
Песок кварцевый	10,0	1,8	K <sub>пр</sub> =0,65 – 0,80
Топливный шлак	0,7	0,6 – 0,8	K <sub>пр</sub> =0,4 – 0,5 во влажном сост. не пригоден
Гравий	—	1,84	K <sub>пр</sub> =0,65 – 0,75
Отсев каменных материалов	—	1,85 2,2	K <sub>пр</sub> =0,8 – 0,85

Работы начинают с возникновением зимней скользкости и проводят с учетом вида снежно-ледяных отложений и температурных условий. Тонкие (1 – 2 мм) ледяные пленки удаляют, распределяя химические вещества по нормам, указанным в графе «Лед» (см. табл. 2.6). После размягчения ледяной слой удаляют механической щеткой.

Если во время снегопада образовался снежный накат, его обрабатывают химическими веществами в соответствии с нормами, указанными в графе «Уплотненный снег» (см. табл. 2.6). Размягченный под воздействием химических веществ накат удаляют автогрейдерами или плужными

снегоочистительными со щетками. Эту работу нельзя затягивать во избежание последующего замерзания и увеличения скользкости.

Чтобы предотвращать образование наката, следует при снегопаде распределять химические вещества по нормам, указанным в графе «Рыхлый снег» (см. табл. 2.6). Это позволяет сохранить выпадающий снег в рыхлом состоянии. Жидкие химические вещества следует разливать с началом снегопада. Твердые химические вещества при интенсивности снегопада 1 – 3 мм/ч распределяют через 15 – 20 мин после начала снегопада; если снегопад слабый (0,5 – 1 мм/ч), их распределяют через 30 – 45 мин, чтобы образовался небольшой снежный слой, в котором начнется действие хлоридов.

### **Снегоочистительные работы**

Очистка от снега должна обеспечивать такое состояние дороги, при котором в максимальной степени удовлетворяются требования непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной скоростью и снижается до минимума объем снежных отложений на проезжей части и обочинах.

Для решения перечисленных задач выполняют основные виды снегоочистительных работ: патрульную очистку; удаление валов; расчистку снегопадных отложений и снежных заносов не большой толщины; расчистку снежных заносов значительной толщины, лавинных завалов.

При патрульной очистке дорогу очищают путем систематических проездов (патрулирования) машин по обслуживаемому участку в течение всего времени, пока продолжается метель или снегопад. К патрульной очистке нужно приступать, как только начинается метель или снегопад. Очистку следует вести на возможно большей скорости, что способствует увеличению дальности отбрасывания снега. Учитывая это, используют плужные автомобильные снегоочистители, так как другие машины (например, автогрейдеры) не могут развивать необходимую скорость, а стоимость их работы высока. При небольшой толщине снежного слоя автомобильные снегоочистители не сдвигают, а отбрасывают снег, распределяя его на полосе шириной 4 – 5 м. Для удаления снега без образования валов необходимо вести очистку со скоростью не менее 30 – 35 км/ч.

В зависимости от метелевых условий и ширины дорожного полотна можно применять различные схемы очистки. Можно вести ее как одиночными машинами, так и отрядом снегоочистителей. Применение одиночных машин допустимо в случаях, когда интенсивность метелей и снегопадов невелика (толщина снега, накапливающегося на покрытии за час, не превышает 3 – 5 см).

При интенсивных метелях и снегопадах, а также на дорогах с интенсивным движением, где опоздание с уборкой может привести к закатыванию снега, работу ведут отрядом снегоочистителей. Преимущество

работы отрядом заключается в том, что снег сразу удаляется за пределы дорожного полотна, благодаря чему устраняется препятствия для снеговетрового потока и дорога и дорога хорошо продувается.

Схемы очистки выбирают исходя из минимума перемещения снега и направления ветра при метелях. При работе отрядом одноотвальных снегоочистителей часто снег перемещают от оси дороги к обочинам (рис 3.1). Ближнюю к обочине машину снабжают боковым крылом, что увеличивает дальность отбрасывания снега и позволяет разравнивать небольшие валы, если они образуются у края полосы расчистки. В местности с интенсивными метелями, где на дорогах регулярно появляется снежные косы и переметы, в отряд добавляют двухотвальный плужный снегоочиститель, который идет по середине дороги. Он пробивает встречающиеся на пути отряда косы и переметы, а идущие за ним одноотвальные снегоочистители сдвигают снег к обочинам, расчищая дорогу на полную ширину.

### **Снегозадерживающие устройства**

Для защиты дорог от снежных заносов применяют снегозадерживающие устройства, которые работают по принципу задержания и недопущения снега к дороге, устройства снегопередувающего действия, которые увеличивают скорость снеговетрового потока и способствуют переносу снега через дорогу.

К снегозадерживающим устройствам относятся переносные щиты, снегозадерживающие заборы, снегозащитные устройства из снега (снежные траншеи, стены и валы), снегозащитные устройства из местных материалов (каменные стены, хворостяные изгороди и т. д.).

Таблица 4.1 Условия применения снегозадерживающих устройств

Тип снегозадерживающего устройства	Целесообразные условия применения	Краткая характеристика преимуществ и недостатков
Снежные траншеи	Применяют (кроме сильнозаносимых участков), когда снежный покров и рельеф местности позволяют проложить траншею	Работы по прокладке и эксплуатации траншей и валов полностью механизированы. Не нужны материалы. Стоимость ниже, чем стоимость применения щитов и заборов

Снежные валы	Применяют в замен траншей при малой толщине снежного покрова (до 0,30 м)	Пронос снега на дорогу при метелях значительно больше, чем у щитов и заборов
Переносные щиты	Применяют на сильнозаносимых участках и везде, где рельеф местности не позволяет проложить снежные траншеи	Маневренное средство снегозадержания, которое можно применять в разных условиях. Требуется ручная работа при изготовлении и эксплуатации. Требуется материалы: щитопланка, гвозди, колья и т.д
Снегозадерживающие заборы	Применяют для защиты сильнозаносимых участков и на участках, где нельзя проложить траншеи, в районах с особенно интенсивными метелями, затрудняющими своевременную перестановку щитов	Дорогое средство, требующее значительного количества материалов и отвода земли для размещения заборов. После постройки работа по эксплуатации сводиться к минимуму; обеспечивают надежную защиту дороги
Каменные стены	Применяют в горных условиях при достаточном количестве камня и дефиците лесоматериалов	Требуется ручной труд при постройке. Объем работы значителен. Долговечны.
Ограждения из местных материалов (изгороди и щиты из хвороста, тростника)	Применяют при отсутствии других средств защиты	Недолговечны срок службы 12 сезона

Надежным средством защиты дороги от снежных заносов служат высокие снегозадерживающие заборы. Предельный объем снега, который может задержать забор снегозадерживающего действия, зависит от его высоты. Заборы выше 5 м по технико-экономическим соображениям делать не рекомендуется. Если по расчету требуется большая высота, устанавливают два, три и более рядов заборов.

Снегозадерживающие заборы бывают двухпанельные с просветностью решетки 50% и однопанельные с просветностью решетки до 70%. Однопанельные заборы в основном применяют для вторых и третьих рядов многорядных линий заборов, двухпанельные – при устройстве заборов в один ряд или в ближайшем к дороге ряду многорядных линий заборов. Заборы строят из дерева или делают сборными из железобетона. В зависимости от господствующих метелевых ветров и рельефа местности принимают следующие расстояния установки заборов от дорог (выраженные в высотах заборов):

1520 высот, если местность горизонтальная или имеет подъем от забора к дороге;

2025 высот, если местность спускается от забора к дороге.

Если по каким-либо причинам забор нельзя удалить от дороги на нужное расстояние, допускается сократить расстояние до 10 высот при условии уменьшения просветности его решетки до значения  $P=0,3$ . Расстояние между рядами многорядных заборов следует делать равным 30 высотам. В особенно многоснежные и метелевые зимы можно усиливать забор установкой дополнительных линий переносных щитов.

## **Заключение**

Вся система мероприятий строится так, чтобы создать наилучшие условия для движения автомобилей и максимально облегчить, ускорить и удешевить зимнее содержание.

План зимнего содержания дорог должен быть составлен с учетом опыта работы в предыдущие годы и содержать график работ, схему защиты дороги от снежных заносов, очередность и сроки очистки участков дорог от снега и ликвидации зимней скользкости, состав отрядов и порядок работы машин, схему размещения противогололедных материалов, порядок организации дежурства и системы оповещения о погодных условиях и условиях движения и другие данные.

Для обеспечения эффективности работ по зимнему содержанию дорожные организации должны иметь систематическую информацию об опережающих краткосрочных прогнозах погоды, получаемую по договорам с ближайшими организациями гидрометеослужбы.

Если дороги удалены от метеостанций, для оперативной оценки погодных условий и принятия обоснованных решений о сроках начала

ликвидации гололеда или уборки снега, допускается в дорожных организациях создание собственных метеорологических постов.

## **Литература**

1. Зимнее содержание автомобильных дорог/ Г.В. Бялобжеский, А.К. Дюнин и др.; Под ред. А.К. Дюнина. - М.: Транспорт, 1983.- 197 с.
2. Инструкция по защите и очистке автомобильных дорог от снега: ВСН 4-69. – М.: Транспорт, 1970. - 44 с.
3. Васильев, А.П. Состояние дорог и безопасность движения в сложных погодных условиях. – М.: Транспорт, 1976. – 224 с.

## **Температурный режим воздуха в различных регионах Беларуси**

Ковязо С.В.

Белорусский национальный технический университет

### **Введение**

Климат, являясь одной из физико-географических характеристик среды, окружающей человека, оказывает решающее влияние на хозяйственную деятельность людей: на специализацию сельского хозяйства, размещение промышленных предприятий, воздушный, водный и наземный транспорт и т.п. Климат за период существования Земли претерпевал различные изменения. Но нам важно знать, как в свою очередь изменялся один из главных климатических показателей - температурный режим воздуха.

Температура воздуха - это один из самых главных элементов погоды, которая характеризует тепловой режим всей атмосферы. Температурный режим нашей страны определяется географическим расположением в умеренных широтах, влиянием приходящих воздушных масс воздуха с Атлантического океана, расположением территории Беларуси на юго-западе Восточно-Европейской равнины, что определяет равнинность ее рельефа.

Цель моего доклада - изучение температурного режима воздуха территории Беларуси за последние 30 лет.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

на основе литературных источников, ресурсов Интернет выявить главные особенности температурного режима Беларуси и основные его черты;

по данным метеорологических станций Беларуси рассчитать средние месячные, средние годовые температуры;