

ливают даже на обочине, соблюдая меры по безопасности движения (уменьшение скорости, запрещение обгона). Обычно снегопередаваемые заборы изготавливаются из дерева или сборного железобетона.

## Глава 5. ОЧИСТКА ДОРОГ ОТ СНЕГА

Все снегозадерживающие устройства не полностью предохраняют дорогу от снега. Особенно снижается их эффективность при спокойном снегопаде в безветренную погоду. Для обеспечения нормального движения на дороге необходимо периодически проводить работы по снегоочистке проезжей части и обочин. Нормативные сроки снегоочистки зависят от эксплуатационной категории дороги и уровня ее содержания (см. гл. 16 и [5]).

К основным видам снегоочистительных работ относятся патрульная очистка, удаление валов, расчистка снегопадных отложений, снежных заносов и лавинных завалов.

*Патрульная очистка дорог от снега* относится к основным видам работ по борьбе со снегопадами. Это основа зимнего содержания дорог. К патрульной очистке приступают сразу, как только начинается снегопад. Плужные снегоочистители очищают обслуживаемый участок дороги от снега путем систематических проездов в течение всего времени, пока идет снег.

Задача заключается в том, чтобы снег не накопился на дороге и не укатался колесами автомобилей в скользкий слой (накат).

При патрульной снегоочистке снегоочистители должны иметь достаточную скорость (не меньше 35...45 км/ч), что позволяет не сдвигать снег в валы, а отбрасывать его в сторону. В Канаде и США [7] для патрульной снегоочистки применяют быстроходные мощные машины мощностью 185 кВт со скоростью движения 60...80 км/ч. Отвал таких машин отбрасывает снег на расстояние до 15...20 м. При этом снежные валы на обочинах дороги не образуются, а отброшенный снег откладывается за пределами земляного полотна.

Если слой снега на дороге имеет толщину 3...5 см, то в зависимости от скорости снегоочистительной машины снег будет отбрасываться на следующее расстояние [8]:

Скорость снегоочистителя, км/ч.....	30	35	40	45	50	60
Расстояние отбрасывания снега, м...	6,7	9,2	10,2	12,1	12,8	17,0

Автогрейдеры не рекомендуется применять при патрульной очистке дороги от снега, так как они имеют небольшие скорости движения и сдвигают снег в валы, а не отбрасывают его в сторону.

При увеличении толщины слоя снега на дороге от 0,1 до 0,3 м сопротивление движению плужного снегоочистителя резко возрастает и его скорость снижается в 1,5 раза, до 30 км/ч. Более эффективно использовать плужные снегоочистители на патрульной очистке при толщине слоя снега до 5 см.

Высокая скорость движения снегоочистителей позволяет быстро очищать участки дороги с меньшим количеством плужных машин и исключать образование снежных валов вдоль проезжей части. Для более эффективной работы патрульных снегоочистителей их формируют в отряды по две-три группы. Это обеспечивает расчистку сразу всей полосы движения за один проход.

На рис. 18 приведена схема патрульной очистки двухполосной дороги от снега отрядом из плужных снегоочистителей. Уборка снега ведется от оси дороги к обочине по направлению ветра. Ближняя к обочине машина снабжается боковым крылом, которое увеличивает дальность отбрасывания снега и разравнивает небольшие снежные валы, если они образовались у края полосы очистки.

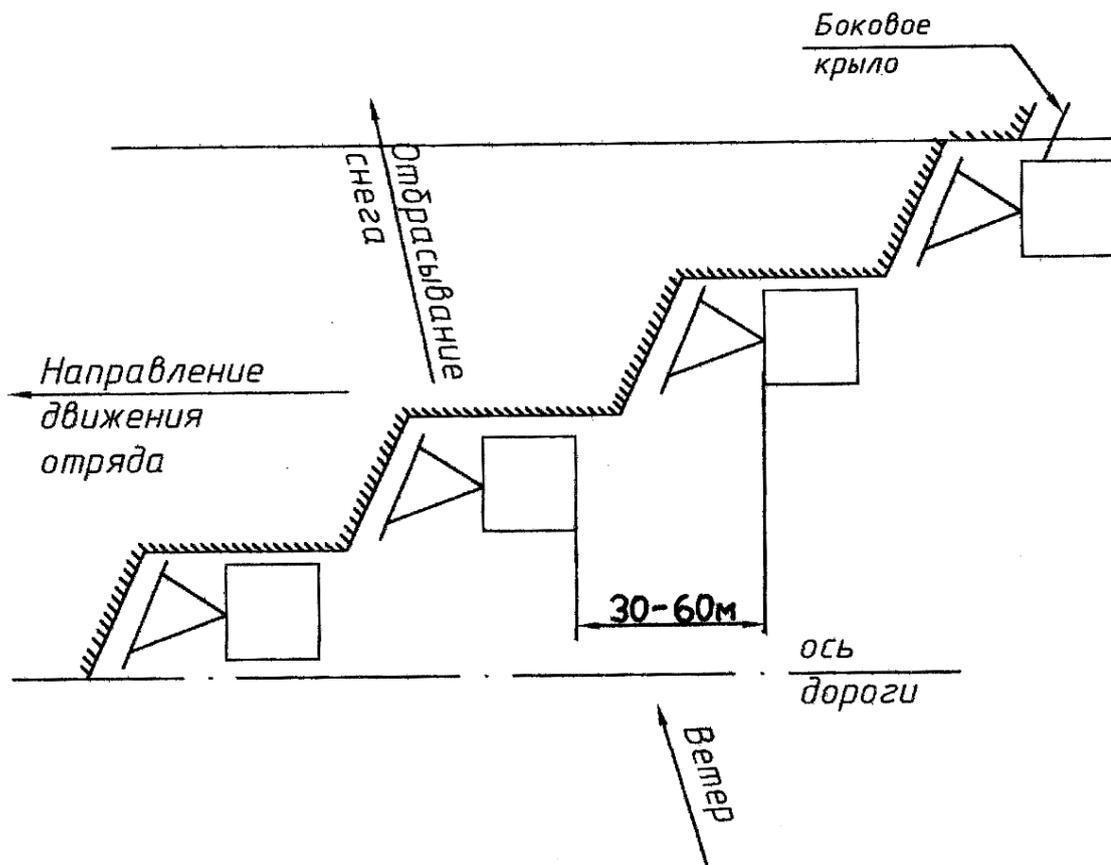


Рис. 18. Схема патрульной очистки дороги от снега отрядом с одноотвальными плужными автомобильными снегоочистителями

Машины движутся в одном направлении на расстоянии 30...60 м друг от друга с перекрытием следа на 0,3...0,5 м. Расстояние между снегоочистителями может достигать до 100 м, что обеспечивает видимость на дороге и пропуск проезжающих автомобилей.

При интенсивных метелях и снегопадах, когда на дороге появляются снежные косы и переметы, в патрульный отряд включают двухотвальный плужный снегоочиститель. Он идет по середине дороги, пробивая косы и переметы, а идущие за ним одноотвальные снегоочистители сдвигают или отбрасывают снег на сторону. Пройдя свой участок по одной стороне от оси дороги, отряд машин затем проходит по другой стороне.

При сильном боковом ветре можно вести патрульную очистку снега от одной обочины к другой по направлению ветра (рис. 19). Сначала снег отбрасывается плужными машинами по направлению ветра с одной полосы движения на встречную, а затем с нее при обратном проходе снегоочистителей отбрасывается также по направлению ветра за обочину.

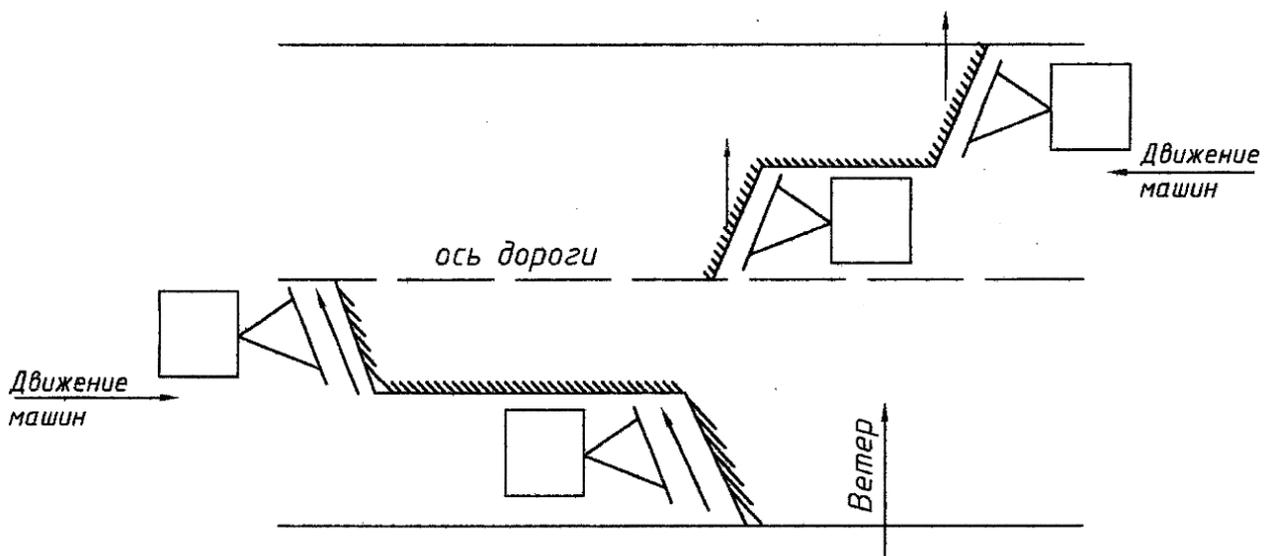


Рис. 19. Схема патрульной очистки снега от одной обочины к другой при сильном боковом ветре

Снегоуборочные машины имеют большие резервы увеличения ширины очистки снега. На рис. 20, а показана схема работы двух машин с дополнительным монтажом двух боковых отвалов, что увеличивает ширину уборки снега до 11 м за один проход. На рис. 20, б изображен автогрейдер с четырьмя отвалами, который убирает снег на ширине 7,5 м. Использование таких машин увеличивает производительность труда и сокращает число снегоуборочной техники.

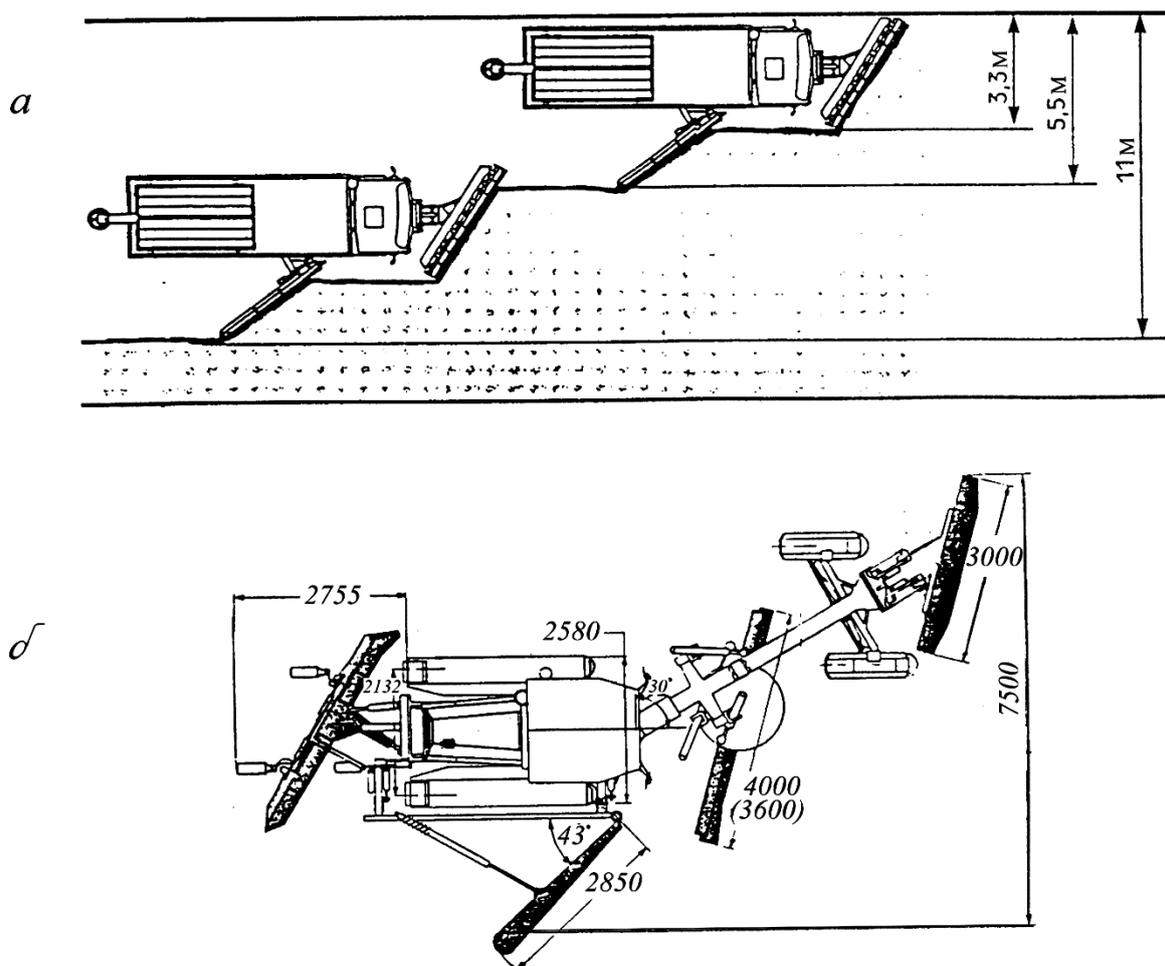


Рис. 20. Уборка снега на большую ширину: а – две машины, оборудованные двумя отвалами; б – автогрейдер с четырьмя отвалами

### 5.1. Расчет необходимого количества патрульных снегоуборочных машин

Количество необходимых патрульных машин  $N_{п}$  находится по следующей формуле:

$$N_{п} = \frac{Zn}{Vkt}, \quad (23)$$

где  $Z$  – длина патрулируемого участка дороги, км;

$V$  – рабочая скорость снегоочистителя или его производительность, км/ч;

$k$  – коэффициент внутрисменного использования снегоочистителей ( $k = 0,7...0,8$ );

$n$  – число проходов по ширине проезжей части:

$$n = \frac{B}{b \cos \alpha - 0,3}, \quad (24)$$

$B$  – ширина очищаемой проезжей части, м ;

$b$  – ширина отвала снегоочистителя, м;

$\alpha$  – угол захвата отвала снегоочистителя, град;

0,3 – перекрытие соседней полосы, м;

$t$  – время патрулирования или время интервала между выходами патрульных машин, ч:

$$t = \frac{h_n}{h_c} \alpha, \quad (25)$$

здесь  $h_n$  – глубина выпавшего снега, см;

$h_c$  – интенсивность накопления снега, см/ч;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий увеличение времени на разворот и остановку отряда машин в конце патрулируемого участка;

$\alpha = 1,1 \dots 1,2$ .

Обычно патрулирование начинается при  $h_n = 3$  см, однако на дорогах I, II категорий целесообразно накапливать снег до  $h_n = 1,0 \dots 1,5$  см, а на дорогах IV категории можно до  $h_n = 6$  см.

Интенсивность накопления снега  $h_c$  обычно составляет 0,5...1,2 см/ч и редко 4 см/ч.

Например, для  $h_n = 3$  см,  $h_c = 1,2$  и  $\alpha = 1$  время интервала между выходами патрульных машин  $t$  составит по формуле (25)  $t = 3/1,2 = 2,5$  ч, т.е. за 2,5 ч на дороге образуется слой снега  $h_n = 3$  см.

## 5.2. Усиленная очистка дороги от снега

Усиленная очистка дороги от снега делается в том случае, если невозможно очистить дорогу, применяя только одно патрулирование.

При интенсивном накоплении снега, нехватке патрульных машин и небольшой скорости их передвижения на сильно заносимых участках дороги образуются толстые снегоотложения. В этом случае следует применять комплекс снегоочистительных машин. Сначала, когда глубина отложений равна 0,2...0,3 м, их расчищают плужными автомобильными снегоочистителями, которые работают в комплексе с роторными снегоочистителями. Плужные машины сдвигают снег в валы, а роторные отбрасывают его в сторону от дороги.

Если глубина снега на дороге достигла 0,6...1,0 м, то используют для очистки тракторные снегоочистители с двухотвальными плугами типа Э-215. В качестве трактора применяется Т-130, ширина захвата составляет

3,5 м, а при установке боковых крыльев – до 7,3 м. Его производительность достигает 60000 м<sup>2</sup>/ч. После работы трактора оставшиеся валы убирают роторными снегоочистителями, а затем проезжая часть зачищается от снега щеточными машинами.

В нулевых местах, выемках и невысоких насыпях следует устраивать более эффективную снегозащиту от метелевых снежных потоков, а при недостаточной защите убирать снежные отложения с помощью роторных снегоочистителей.

При расчистке проезжей части снег сдвигается на обочины, где образуются большие слежавшиеся валы. Валы сужают дорожное полотно, ухудшая видимость на дороге, особенно на ее закруглениях.

В выемках и невысоких насыпях снежные валы на обочинах достигают высоты 1,0–1,5 м. Они убираются с помощью роторных снегоочистителей, а из выемок в случае необходимости снег вывозится на самосвалах.

Роторные снегоочистители снабжены для захвата снега шнековым механизмом, а для его отбрасывания имеется другой механизм. Ширина захвата составляет 2,5–3,2 м, а высота захвата 1–2 м. Снег отбрасывается на расстояние 15–25 м. Производительность машины может достигать 1200 т/ч.

При толстом слое снега на всей ширине дороги роторные снегоочистители сначала прорывают траншею по оси дороги, а затем расширяют ее с обеих сторон, пока весь снег не будет убран.

Дорожные организации до наступления зимы составляют план работы по удалению снега. Для этого дорога разделяется на участки с учетом степени их заносимости, при этом учитываются величины снегоприноса, направления господствующих ветров, толщина снегоотложений, количество метельных дней и снегопадов и наличие постоянных и временных снегозащитных устройств. График уборки снега составляется по километрам дороги.

На слабозаносимых участках все снегоотложения убираются во время патрульной очистки. Для этого нужно иметь достаточное количество патрульных машин, которое рассчитывается по формуле (23). На сильнозаносимых участках дороги планируется усиленная снегоочистка и установка более эффективных снегозадерживающих устройств.

Наиболее выгодные условия для применения различных снегоочистительных машин приводятся в табл. 16.

На сильно заносимых участках дороги, особенно в нулевых местах, на кривых, около труб и мостов, не имеющих боковых ограждений, устанавливают вехи. «Снежные вехи» используют для обозначения бровки дороги. При сильных снегопадах они помогают водителю ориентироваться в пределах границ дороги. Расстановку вех производят заблаговременно до промерзания грунта. Расстояние между вехами зависит от геометрии в

плане и ширины дороги (табл. 17). Высота вехи находится в пределах от 1,5 до 2,0 м.

Таблица 16

Машины	Плотность снега, г/см <sup>3</sup>	Высота слоя, разрабатываемого за один проход, м	Работы, на которых целесообразно применение машины
Одноотвальные плужные автомобильные снегоочистители	0,3	0,3	Патрульная снегоочистка, расчистка снежных заносов небольшой толщины, уширение полосы расчистки
Двухотвальные автомобильные плужные снегоочистители	0,4	На коротком участке до 0,6; на длинном до 0,5	Патрульная очистка, расчистка снежных заносов средней толщины, уширение полосы расчистки
Двухотвальные тракторные (колесные и гусеничные) снегоочистители	0,6	1,0	Расчистка снежных заносов средней толщины, уширение полосы расчистки, разравнивание снежных валов боковым крылом, прокладка снежных траншей
Роторные снегоочистители	0,7	До 1,2...1,5	Расчистка снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины. Удаление снежных валов. Расчистка снежных валов
Автогрейдеры	0,6	0,5	Расчистка снежных отложений средней толщины. Разравнивание снежных валов или их удаление совместно с роторными снегоочистителями. Удаление уплотненного слоя снега
Бульдозеры	0,7	1,0	Расчистка снежных отложений средней толщины (в том числе лавинных завалов): при толщине более 1 м – послойными проходами. Удаление уплотненного слоя снега
Валоразбрасыватели	0,6	1,0	Удаление снежных валов (в том числе расположенных над кюветами)

Таблица 17

Характеристика участков дороги	Расстояние между вехами, м при ширине дороги, м		
	< 7	7 – 9	> 9
Прямые	80	90	90
С умеренными изгибами	60	80	80
Извилистые дороги	40	50	70

В Финляндии расстановка вех осуществляется автоматически с помощью приспособления, смонтированного на автомобиле или легком тракторе. Вехи устанавливаются вертикально в кассете и по одной выталкиваются на обочину дороги. Веха точно попадает в отверстие, которое для нее предварительно прокалывает заостренный стержень.

В табл. 18 приведены укрупненные показатели затрат машинного времени и труда при снегоочистке на 1 км дороги с шириной проезжей части 7 м.

Таблица 18

Вид работы	Операция	Машина		Рабочий	
		Наименование	Маш.-ч	Профессия и классификация	Чел.-ч.
1	2	3	4	5	6
Патрульная снегоочистка	Очистка с отбрасыванием за бровку дорожного полотна	Плужный одноотвальный автомобильный снегоочиститель на КДМ-53213	0,24	Машинист 4-го разряда	0,24
		Плужный одноотвальный автомобильный снегоочиститель с боковым крылом ЭД-207	0,24	Машинист 4-го разряда	0,24
	Очистка с оставлением снежных валов (при толщине снега 10 см и более)	Плужный одноотвальный снегоочиститель на КДМ-53213	0,35	Машинист 4-го разряда	0,35
		Автогрейдер ДЗ-180А	1,8	Машинист 4-го разряда	1,8

1	2	3	4	5	6
Патрульная снегоочистка	Уборка снежных валов	Роторный снегоочиститель ДЭ-226	1,17	Машинист 4-го разряда Дорожный рабочий 3-го разряда	1,17
Расчистка снежных заносов	Пробивка снежных заносов (при толщине снега 0,3...0,5 м)	Двухотвальный плужный снегоочиститель на колесном тракторе К-701	0,12	Машинист 4-го разряда	0,12
	Уширение полосы расчистки	Двухотвальный плужный снегоочиститель на колесном тракторе К-701	1,40	Машинист 4-го разряда	1,40
		Автогрейдер ДЗ-180А	4,40	Машинист 4-го разряда	4,40
	Удаление снежных валов	Роторный снегоочиститель ДЭ-226	2,92	Машинист 4-го разряда	2,92
	Окончательная очистка с удалением снега с покрытия	Плужный одноотвальный снегоочиститель со щеткой на КДМ-53213	0,23	Машинист 4-го разряда	0,23
Удаление уплотненного снега	Скалывание уплотненного снега	Бульдозер ДЗ-82 или автогрейдер ДЗ-180А с зубчатым ножом на отвале	12,50	Машинист 4-го разряда	12,5
	Отбрасывание сколотого снега	Роторный снегоочиститель ДЭ-226	1,91	Машинист 4-го разряда	1,91

### 5.3. Расчет количества снегоуборочных машин

Работы по снегоочистке дорог относятся к объемным, т.е. при расчете количества снегоуборочных машин  $N$  в формуле учитывается объем убираемого снега:

$$N_m = \frac{W}{P_{\text{ч}} t_{\text{д}}}, \quad (26)$$

где  $W$  – объем снега, подлежащего уборке за один цикл снегоочистки (одну метель),  $\text{м}^3$ ;

$P_{\text{ч}}$  – эксплуатационная часовая производительность снегоуборочной машины,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$t_{\text{д}}$  – директивный срок очистки дороги от снежных заносов или уборки снежных валов, ч.

Объем убираемого снега  $W$  находится из следующего выражения:

$$W = BhZ\beta, \quad (27)$$

где  $B$  – ширина дороги, м;

$h$  – глубина отложившегося на дороге снега во время снегопада и метели, м;

$Z$  – длина участка дороги, на котором нужно очистить снег, м;

$\beta$  – коэффициент задержания снега дорогой (в выемках – 0,9; в нулевых местах, малых насыпях, на участках с ограждениями и возвышающейся разделительной полосой – 0,4).

Директивный срок очистки дороги зависит от эксплуатационной категории дороги и уровня ее содержания. Например, для категории Iэ дороги директивный срок очистки в зависимости от уровня содержания (допустимый, средний, высокий) колеблется в пределах от 4 до 3 ч, а для дороги категории IVэ – от 6 до 4,5 ч.

## **Глава 6. ОБРАЗОВАНИЕ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ НА ДОРОЖНОМ ПОКРЫТИИ**

Зимняя скользкость представляет собой все виды ледяных и укатанных снежных образований на проезжей части дороги, которые резко снижают коэффициент сцепления колес машины с дорогой. Различают как естественное обледенение покрытия, так и искусственное обледенение, образующееся в виде снежного наката под действием колес автомобилей.

*Естественное обледенение* образуется от замерзания капель дождя, мороси, тумана. Ледяная корка на поверхности дороги появляется при температуре от + 4 до  $-20$  °С. Лед на дороге при резком понижении температуры может образовываться от замерзания луж, которые остались от дождя, прошедшего при положительной температуре. Аналогичное явление