

Рис. 4. Схема 16 румбов для определения углов дующих ветров к дороге

Методика расчета углов дующих ветров по направлению к дороге по 16 румбам аналогична методике расчета углов по 8 румбам. Только вычислений делается в два раза больше, и за счет этого точность получается выше.

Глава 3. СНЕГОЗАНОСИМОСТЬ ДОРОГ

3.1. Обтекание насыпей и выемок снежным потоком

Участки автомобильных дорог расположены под разными углами к господствующему ветру и находятся на различном уровне по отношению к окружающей местности, поэтому они будут характеризоваться разной степенью снегозаносимости. Защита участка дороги от снежных заносов зависит от степени его подверженности заносам, от его снегозаносимости и величины снегоотложений.

Объем снегоотложений – это количество снега, задержанного у препятствия в результате снижения скорости метелевой снежной массы. На открытой местности меньше всего заносится снегом проезжая часть у высоких насыпей. На них отлагается снег в основном при снегопадах и гораздо меньше при метелях.

Обтекание насыпи снежным воздушным потоком показано на рис. 5. При встрече с телом насыпи снежный поток обтекает ее. На наветренном откосе насыпи струи воздуха поднимаются вверх и сталкиваются со снежным потоком, дующим над насыпью. Происходит сжатие воздушных струй, и скорость воздушного потока V_3 становится больше скорости ветра

в поле V_1 . В результате этого транспортирующая способность метелей растет и снег не отлагается на насыпи.

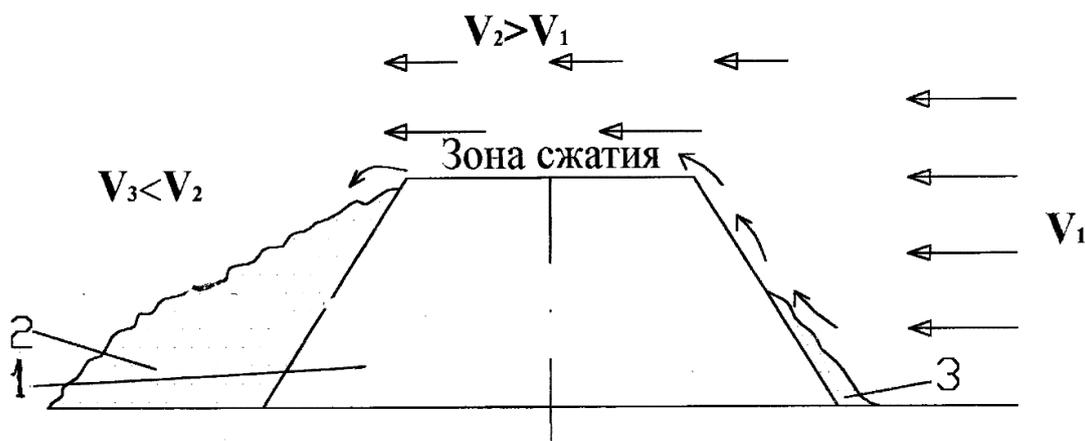


Рис. 5. Обтекание насыпи снежным потоком: V_1 – скорость ветра в поле по направлению к насыпи; V_2 – скорость ветра над насыпью в зоне сжатия снежного потока; V_3 – скорость ветра после зоны сжатия; 1 – насыпь; 2 – отложение снега на подветренном откосе насыпи; 3 – отложение снега на наветренном откосе

После прохода насыпи сжатие воздушных струй прекращается и на подветренном откосе наблюдается существенное гашение скорости ($V_3 < V_2$), что приводит к большому объему снегоотложений на этом откосе (2 – см. рис. 5). На наветренном откосе откладывается значительно меньше снега (3 – см. рис. 5).

После смены направления ветра наветренный откос становится подветренным и на нем откладывается больше снега. Таким образом, в течение зимы оба откоса насыпи заносятся снегом.

Чем больше высота насыпи, тем будет больше снегоемкость ее откосов и степень снегозаносимости дороги уменьшается. Под снегоемкостью откоса понимается количество снега, которое может на нем разместиться.

Снегоотложение на откосах будет продолжаться до тех пор, пока снежный шлейф на них не приобретет крутизну 1:5–1:6. При такой крутизне воздушный поток будет плавно обдуть насыпь и почти не заносить ее снегом. Для обеспечения незаносимости насыпей нужно поднять земляное полотно до незаносимой отметки. Согласно СНиП II-Д.5-72 высота снегонезаносимой насыпи H_n находится по формуле

$$H_n = H_p + \Delta h, \quad (9)$$

где H_p – расчетная высота снежного покрова (средняя высота за много лет) с вероятностью 5 %, т.е. при повторяемости 1 раз за 20 лет, м;

Δh – возвышение над расчетным уровнем снежного покрова, обеспечивающее незаносимость насыпи, м.

Величину Δh определяют из двух условий: обеспечение скорости снеговетрового потока, необходимой для переноса снега через земляное полотно без снегоотложений на дороге, и размещение объема снега, сбрасываемого с дороги при снегоочистке, вдоль земляного полотна. При этом бровка дороги должна оставаться выше снегового покрова. Для выполнения первого условия следует учитывать ширину земляного полотна:

Ширина земляного полотна, м.....	28	15	12	10	8
Величина Δh , м.....	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

Для выполнения второго условия Δh следует находить по графику (рис. 6) с учетом высоты снежного покрова на местности.

После определения величины возвышения насыпи над снежным покровом Δh для обоих случаев следует принять в расчет большее из полученных значений.

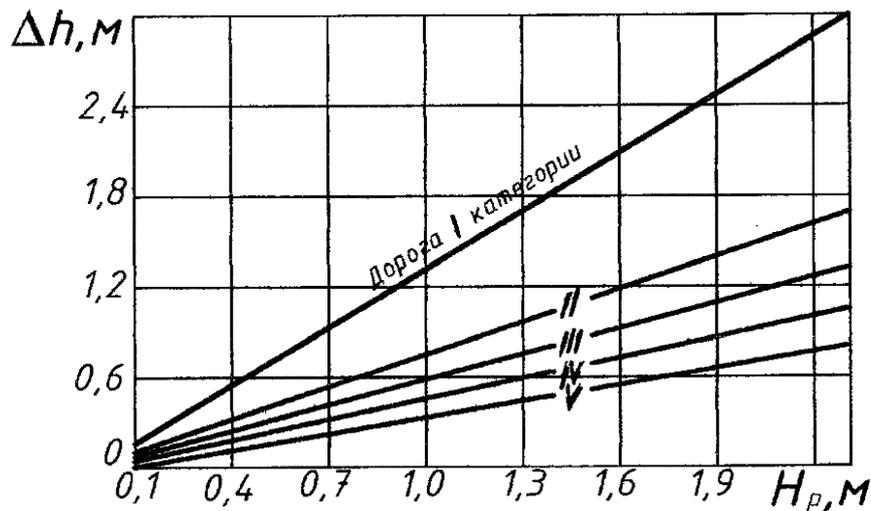


Рис. 6. График для нахождения величины Δh для обеспечения незаносимости снегом насыпи для дорог различных категорий в зависимости от глубины снежного покрова H_p

Взаимодействие снегового потока с выемкой показано на рис. 5. Снеговой поток перед выемкой имеет скорость V_1 (рис. 7), а при прохождении над выемкой она гасится до скорости V_2 ($V_2 < V_1$) и происходит отложение снега на ближнем по отношению к ветру откосе. В выемках глубиной 2–4 м возникает вихревое движение потока снежинок (см. рис. 7). Над проезжей частью вихревой поток имеет большую транспортирующую способность. В результате этого существенно снижается отложение снега на дороге.

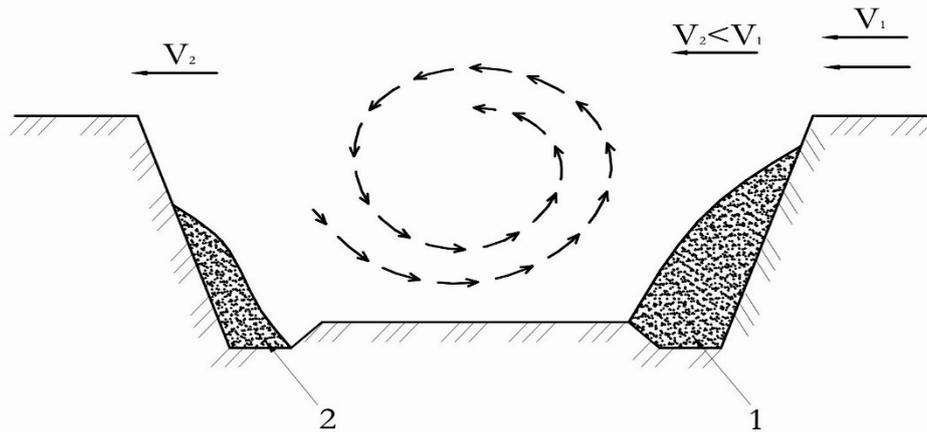


Рис. 7. Схема снегоотложения в выемке: V_1 – скорость ветра в поле по направлению к выемке; V_2 – скорость ветра в зоне начала выемки; 1 – отложение снега на ближнем по отношению к ветру откосе; 2 – отложение снега на дальнем откосе

На пологих откосах (1:4–1:6) снежный поток плавно обтекает контур выемки. Она лучше продувается и меньше заносится снегом. Чем глубже выемка, тем дорога меньше заносится снегом и тем интенсивнее в ней вихревое движение снежопотока. У глубоких выемок (6...8 м) длина откосов больше и снегоемкость их выше. На них может разместиться большой объем снегоотложений, поэтому дорога будет меньше заноситься снегом.

Когда ветер меняется и дует в противоположном направлении, снег начинает откладываться на другом откосе, который теперь стал ближним по отношению к направлению ветра.

Для уменьшения снегозаносимости выемок и облегчения их очистки от снега рекомендуются следующие мероприятия: мелкие выемки глубиной до 1 м делаются раскрытыми с уклонами откосов 1:5–1:10; в выемках глубиной от 1 м до 5 м с крутыми откосами (1:1,5–1:2) устраивают дополнительные полки шириной 4 м для проезда роторных снегоочистителей, которые удаляют отложившийся в выемках снег (рис. 8). В выемках глубже 5 м дополнительные полки не делаются, так как снегоемкость их откосов достаточно большая.

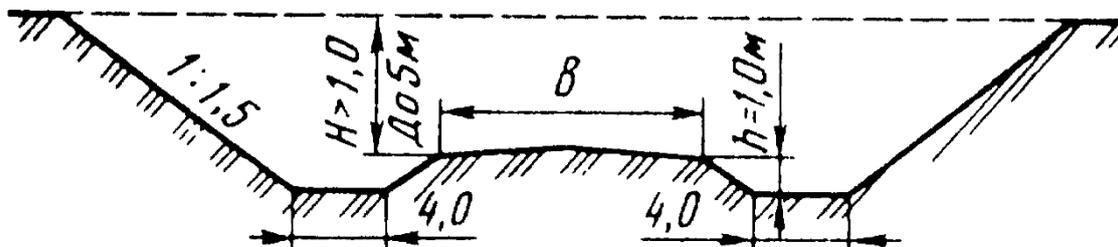


Рис. 8. Выемка глубиной от 1 до 5 м с дополнительными откосами шириной 4 м для проезда роторных снегоочистителей

Отложение снега на откосах выемки уменьшает видимость на кривых участках дороги, поэтому при радиусе кривой до 300 м делается срезка грунта внутрь откоса. Это позволяет увеличить ширину выемки и обеспечить видимость дороги на кривых с малым радиусом.

3.2. Расчет незаносимости выемки снегом

Дорога в выемке будет незначительно заноситься снегом, если снегоемкость ее откоса будет больше, чем объемы от снегопадов и от приносимого метелями снега. Условие незаносимости выемки снегом

$$W_o \geq W_c + W_m, \quad (10)$$

где W_o – снегоемкость откоса и подкюветной части выемки, т.е. объем снега, который может задержаться на склоне перед проезжей частью, $\text{м}^3/\text{м}$;

W_m – метельный снегопринос, поступающий за зиму к выемке с поля, $\text{м}^3/\text{м}$;

W_c – объем снега, попадающего на откос и кювет за зиму при снегопадах, $\text{м}^3/\text{м}$.

$$W_c = \frac{(b + mh_b)h_{\text{сн}}\rho_{\text{сн}}}{\rho_{\text{от}}}, \quad (11)$$

где h_b – глубина выемки, м;

m – крутизна откоса выемки в долях единицы;

$h_{\text{сн}}$ – слой снега, выпавшего за зиму, м;

$\rho_{\text{сн}}$ – плотность свежего снега, выпавшего при снегопаде, $\text{т}/\text{м}^3$;

$\rho_{\text{от}}$ – плотность снега у существующих снежных отложений, $\text{т}/\text{м}^3$;

b – ширина кювета поверху, занятая снегом, м.

Пример. Определить объем снега, выпадающего на откос и кювет, за один снегопад, если $b = 3$ м; $m = 0,5$; $h_b = 6$ м; $h_{\text{сн}} = 0,05$ м; $\rho_{\text{сн}} = 0,25$ $\text{т}/\text{м}^3$; $\rho_{\text{от}} = 0,35$ $\text{т}/\text{м}^3$.

Расчет выполняем на 1 м длины по формуле (11):

$$W_c = \frac{(3 + 0,5 \cdot 6) \cdot 0,05 \cdot 0,25}{0,35} = 0,21 \text{ м}^3/\text{м}.$$

Если принять, что за зиму будет 20 снегопадов примерно одинаковой интенсивности, то объем выпавшего снега на откос и кювет составит $20 W_c$, или $20 \cdot 0,21 = 4,2$ $\text{м}^3/\text{м}$.

Объем метелевого снегоприноса к выемке W_m можно вычислить по формуле (6) и затем, зная W_m и W_c , проверить незаносимость выемки по

неравенству (10). Снегоемкость ближнего к направлению ветра откоса выемки W_0 находится по следующей формуле [6]:

$$W_0 = 0,5 (d + 2b)(1 - dtg\alpha_c) + h_c(h_b d + b), \quad (12)$$

где d – заложение откоса выемки, м;

b – ширина надкюветного пространства, занятого валом снега, м;

α_c – угол откоса вала снега, град ($\alpha_c = 20...22^\circ$);

h_c – глубина снега над бровкой откоса выемки, м;

h_b – глубина выемки, м.

Заложение откоса выемки $d = mh_b$, где m – крутизна откоса в долях единицы.

3.3. Степень заносимости снегом участков дороги

Снегозаносимость – это подверженность дорог снежным заносам. Степень заносимости (количественная характеристика) представляет собой отношение объема отложившегося снега на дорожном полотне к общему объему снега, который приносится метелями к дороге.

Степень заносимости снегом участков дороги зависит от снижения (гашения) скорости ветра во время метелей, так как снегоотложения появляются при уменьшении скорости снежного потока. Причем образовавшиеся на дороге препятствия в виде снежных заносов сами вызывают изменение скорости метелевого потока, увеличивая отложения снега. Причиной такого местного изменения скорости ветра могут быть и любые снегозадерживающие препятствия, за которыми снег откладывается на дороге.

Задерживать снег и способствовать снежным заносам могут неровности на проезжей части и обочинах. Снежинки, которые находятся в нижнем слое снеговетрового потока, будут тормозиться на неровностях дороги и откладываться на ее поверхности.

Для улучшения обтекания дороги снеговетровым потоком следует по возможности уменьшить число ограждений, столбиков и других препятствий, которые задерживают снег, переносимый метелью. Временным препятствием могут служить и автомобили, проезжающие по дороге. Если вовремя не убирать выпавший снег, то проезжающие автомобили нарежут в нем колеи и гребни, которые будут тормозить ветровой поток и вызывать выпадение снежных частичек на дорогу. Так сами автомобили способствуют росту снежных заносов на проезжей части и затрудняют проезд по дороге.

В настоящее время применяемые конструкции ограждений способствуют сильному заносу дорог снегом. Пока не будут разработаны новые конструкции дорожных ограждений, свободно обтекаемых ветром, следует огражденные участки усиленно очищать от снега.

На разделительной полосе не рекомендуется сажать деревья, устраивать ограждения, так как они задерживают снег и способствуют снегоотложению на дороге.

Следует отметить, что заносимость дорог характеризуется объемом отложившегося снега, а не всем объемом снега, приносимого метелями. При одинаковом объеме приносимого снега на участках с разными поперечными профилями за одно и то же время откладывается разный объем снега (табл. 10).

Таблица 10

Категория снегозаносимости	Характеристика участка	Вид снежных отложений
1	2	3
I. Среднезаносимые участки	Насыпи высотой H_n , рассчитанной по формуле (9). Пересечение дорог в одном уровне	Снегопадные отложения, снежные заносы небольшого объема, небольшие снежные валы
II. Среднезаносимые участки	Раскрытые выемки. Полувыемки – полунасыпи. Нулевые места и низкие насыпи меньше H_n . Пересечения в разных уровнях. Дороги, проходящие через населенные пункты, в районах с интенсивными метелями	Снегопадные отложения. Снежные заносы толщиной до 1 – 1,5 м. Снежные валы
III. Сильнозаносимые участки	Нераскрытые выемки, ближний откос которых по направлению ветра, дующего к выемке, не может вместить снег от метелей и снегопадов. Все выемки на кривых	Снегопадные отложения. Снежные заносы, толщина которых может достигать глубины выемки

Примечание. Участки дороги, проложенные через сплошные лесные массивы, не заносятся при любом поперечном профиле дороги.

Глава 4. ЗАЩИТА ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ

4.1. Способы снегозащиты дорог

Участки дороги можно защитить от снежных заносов тремя способами: задержать переносимый метелью снег на подступах к дороге специальными устройствами и благодаря этому вызвать образование снежных