

- поддержание поверхности дороги в чистом состоянии путем своевременного удаления с нее пыли, грязи, песка;
- недопущение обнажения кромок покрытия, обеспечение отвода воды с обочин, предотвращение образования на обочинах размывов, ям, колеи и других неровностей;
- обеспечение видимости на всем протяжении дороги, в том числе на перекрестках.

При экспертизе дорожных условий необходимо учитывать как геометрические параметры автомобильных дорог, так и их транспортно-эксплуатационное состояние. При таком подходе можно объективно оценивать дорожный фактор в свершившемся дорожно-транспортном происшествии.

УДК 625.72

ОЦЕНКА ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ НА МЕСТЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОИСШЕСТВИЯ

***Леонovich И.И., Селюков Д.Д., Цыбульский А.В.**

**Белорусский национальный технический университет,
Научно-исследовательский институт проблем криминологии,
криминалистики и судебной экспертизы
Минск, Беларусь*

Дорожный гололед – слой льда, образующийся на поверхности дорожного покрытия в результате выпадения или осаждения переохлажденной воды атмосферных осадков в виде дождя, мороси и тумана. Он может отличаться от гололеда на проводах линий связи и электропередач частотой, скоростью и толщиной льдообразования, а также длительностью сохранения. Дорожный гололед представляет наиболее опасный для движения вид состояния покрытия, при котором коэффициент сцепления колеса транспортного средства с покрытием снижается до 0,08–0,15, что вызывает увеличение количества и тяжести дорожно-транспортных происшествий.

По данным гидрометеослужбы Белоруссии на территории республики ежегодно наблюдается в среднем от 10 до 25 дней с гололедом.

Для повышения безопасности дорожного движения и предотвращения образования обледенения покрытия проводят профилактическую россыпь хлоридов.

Согласно норм профилактическую обработку покрытий противогололедными материалами для предотвращения образования гололеда или гололедицы проводят: при прогнозируемом резком понижении температуры (от положительной до минус 2–5 °С в течение ближайших 2–6 часов) и мокром покрытии или вначале дождя; осадении и замерзании на покрытии водяных паров при влажном воздухе свыше 60%, мороси и тумане; при получении сообщения государственной метеослужбы об образовании гололеда. Однако, СТБ 1291–2001, ВСН 24–88 и РД 0219.1.18–2000 не регламентируют расход технической соли для проведения профилактической обработки поверхности дорожного покрытия по предотвращению льдообразования, как и нет формул по определению расхода соли для профилактической обработки.

Нами предлагается методика определения расхода технической соли для профилактической обработки дорожного покрытия по предотвращению образования гололеда с учетом прогнозируемой толщины и скорости ее нарастания, необходимости контроля за изменением метеорологических факторов и при их отклонении от прогноза внесение корректива в профилактическую обработку.

Законы физики намораживания атмосферных осадков в виде переохлажденной воды остаются едиными, независящими от страны, а норма расхода соли при проведении профилактической обработки поверхности дорожного покрытия по предотвращению образования гололеда может изменяться в широком диапазоне. Она зависят от комплекса метеорологических условий: температуры воздуха; вида переохлажденной воды в виде дождя, мороси или тумана; продолжительности и скорости нарастания отложений льда при гололеде в районе проложения автомобильной дороги и др.

Процент P содержания соли в растворе, который не замерзнет при температуре T , определяют по формуле:

$$P = \frac{T^2}{2 * (0.41 * |T| - 0.34)}, \quad (1)$$

где T — температура замерзания раствора соли, °С. Ее принимаем равной прогнозируемой температуре воздуха.

Расход соли (Q , г/м²) для проведения профилактической обработки поверхности дорожного покрытия по предотвращению образования гололеда определяем по формуле:

$$Q = \frac{\rho * h * F * p}{100}, \quad (2)$$

где r — плотность воды, снега, льда или снежно-ледяного наката, г/см³; h — прогнозируемая толщина осадков в виде дождя, мороси или от капель тумана

на, гололеда, зернистого налета, зернистой изморози, мм. Значение h определяют по формуле:

$$h = v * t, \quad (3)$$

где v — скорость нарастания обледенения, мм/ч; t — время, используемое для прогноза метеословий при определении h , и возможности дорожной службы по внесению корректировки расхода соли при профилактической обработке по предупреждению гололеда при отклонении фактических метеословий от прогнозируемых. F — площадь дорожного покрытия, l м²; P — процент содержания соли в растворе, который не замерзнет при прогнозируемой температуре воздуха T °С.

Для предотвращения дорожного гололеда необходимо установить: вид зимней скользкости дорожного покрытия на участке дороги в месте ДТП; значение коэффициента продольного сцепления колеса автомобиля с обледенелым покрытием; вид противогололедного материала, содержащегося на поверхности дорожного покрытия, и его количество; возможно ли образование обледенения дорожного покрытия при фактической его профилактической обработке противогололедными материалами и при динамике изменения погодно-климатических условий во времени, предшествовавшем ДТП.

При наличии обледенения на поверхности дорожного покрытия и проведении борьбы с гололедом ледяная корка может содержать техническую соль $NaCl$, хлористый кальций $CaCl_2$, инертные материалы и др. Для установления вида и количества распределения хлористого натрия, хлористого кальция или других реагентов необходимо отобрать образцы льда с обледенелого покрытия в месте ДТП. Его объем должен быть не менее 200 мл и браться он должен из пяти точек в месте следов заноса автомобиля. При этом толщину льда на покрытии измеряют штангенциркулем в миллиметрах или другими инструментами и приборами.

Плотность жидких хлоридов экспериментально определяют по весу либо с помощью ареометра, а затем на основании РД — 0219.1.18—2000 устанавливают концентрацию и температуру замерзания.

На поверхности обледенелого покрытия при проведении химико-фрикционного способа борьбы с гололедом должны находиться частицы фрикционного материала. Лучшими свойствами обладают песок и высевки с размером зерен 2-3 мм (но не более 8 мм). Содержание глинистых и пылеватых частиц в песке не должно превышать 5%.

Для установления фактического количества распределенной песчано-соляной смеси на участке дороги в месте ДТП необходимо с места заноса автомобиля взять образцы льда с вкраплением песчинок с площади не менее 100 см².

От расхода инертного материала, зависит коэффициент сцепления. Размер частиц должен по возможности однороден и они равномерно должны быть распределены по поверхности обледенелого дорожного покрытия.

Коэффициент продольного сцепления колеса автомобиля с обледенелым дорожным покрытием необходимо измерять в месте ДТП приборами в соответствии с требованиями нормативных документов и сопоставлять с предельно допустимым нормативным значением. Предельное значение коэффициента продольного сцепления для всех уровней содержания дорог должен быть не менее 0,3.

При химико-фрикционном способе борьбы с гололедом согласно РД норму распределения песчано-соляной смеси рассчитывают по формуле:

$$N_{см} = 100 * \frac{N}{N_{\phi}}, \quad (4)$$

где N — норма распределения технической соли при химическом способе борьбы с зимней скользкостью. Ее определяют по формуле:

$$N = 5 + 8 * T * h * g, \quad (5)$$

где T — отрицательная температура воздуха, °C. Она изменяется от минус 3 °C и ниже; h — толщина льда, мм. Ее измеряют штангенциркулем на обледенелом покрытии; g — плотность льда, г/см³. Для гололеда она изменяется от 0,7 до 0,9 г/см³. N_{ϕ} — процент фактического содержания соли в смеси, %. Его определяют по формуле:

$$N_{\phi} = \frac{100 * K_n * (P_{см} - P_n)}{(P_{см} - P_e)}, \quad (6)$$

где K_n — поправочный коэффициент, зависящий от содержания в смеси нерастворимых включений в соли и крупных частиц соли. Его устанавливают опытным путем, и он изменяется от 1,05 до 1,15; $P_{см}$ — масса песчано-соляной смеси, увлажненной до полного водонасыщения, с емкостью, г. Масса смеси пробы 1000 г; P_n — масса увлажненного песка с емкостью после перемешивания и слива воды, г; P_e — масса емкости, г.

Возможно ли образование обледенения дорожного покрытия при профилактической обработке технической солью с расходом от 5 до 20 г/м² при температуре воздуха минус 3,5 °C и влажность воздуха 91 – 97%.

Процент содержания соли в растворе, который не замерзнет при температуре – 3,5 °C, определяем по формуле (1) и он равен 5,6%.

Обычно за 1-2 часа до начала образования гололеда по поверхности покрытия распределяют техническую соль. Вторую посыпку технической со-

лю проводят при отклонении метеоусловий от прогноза температуры и осадков. Так, при выпадении осадков в виде мороси и при 4 – х часовом интервале между первой и второй посыпками скорость нарастания обледенения 15%-ной обеспеченности равна 0,3 мм/ч. Это означает, что в 85% случаев скорость нарастания обледенения может быть более 0,3 мм/ч, но при этом максимальная толщина ледяной корки при гололеде будет меньше 8 мм через 4 часа после начала обледенения. При выпадении осадков в виде дождя скорость нарастания обледенения 15%-ой обеспеченности равна 0,4 мм/ч, а максимальная толщина ледяной корки при гололеде будет меньше 10 мм через 4 часа после начала обледенения. При образовании гололеда в результате выпадения конденсата из тумана скорость нарастания обледенения 15%-ной обеспеченности, равна 0,2 мм/ч и максимальная толщина ледяной корки при гололеде будет меньше 6 мм через 4 часа после начала обледенения.

Расход технической соли для проведения профилактической обработки поверхности дорожного покрытия по предотвращению гололеда определяем по формуле (2) для определенных прогнозируемых скоростей нарастания обледенения при выпадении переохлажденных осадков в виде тумана (Q_t), мороси (Q_m) и дождя (Q_d):

$$Q_t = 0,2 \text{ мм/ч} * 1 \text{ ч} * 1 \text{ м}^2 * 5,6\% / 100\% = 11 \text{ г/м}^2,$$

$$Q_m = 0,3 \text{ мм/ч} * 1 \text{ ч} * 1 \text{ м}^2 * 5,6\% / 100\% = 16,7 \text{ г/м}^2,$$

$$Q_d = 0,4 \text{ мм/ч} * 1 \text{ ч} * 1 \text{ м}^2 * 5,6\% / 100\% = 22,3 \text{ г/м}^2.$$

При расходе соли 20 г/м² и равномерном распределении ее по поверхности дорожного покрытия будет предотвращено образование гололеда, если он будет образован в результате выпадения осадков в виде мороси или тумана и не произойдет увеличения скорости нарастания обледенения покрытия по сравнению с прогнозируемой. Однако, если начнут выпадать осадки в виде дождя, то при расходе 20 г/м² концентрация соляного раствора будет меньше требуемой для предотвращения замерзания при температуре минус 3,5 °С и он замерзнет. При расходе соли 5-8 г/м² возможно образование гололеда при выпадении переохлажденной воды в виде дождя, мороси и тумана.

Толщина водной пленки 0,1 мм и меньше возможна на дорожном покрытии за промежуток времени менее 1 часа и потребует повторных обработок поверхности дорожного покрытия, но уже песчано-соляной смесью, так как при увеличении толщины осадков переохлажденной воды концентрация соли снижается и образуется ледяная корка.

Талая вода может образовываться на покрытии в результате наличия снега на покрытии и на разделительной полосе и его таяния при положительной температуре воздуха днем, предшествовавшем ДТП.

Образование льда при замерзании талой воды происходит со значительно большей скоростью, чем обледенение при выпадении переохлажденной воды в виде дождя, мороси или тумана. Для предупреждения образования льда рекомендуют обрабатывать солью поверхность дорожного покрытия в течение до 30 мин. Это время зависит от толщины водной пленки. Толщина ледяных корок (h_s , см) и время (T , ч), в течение которого замерзнет слой воды, можно определить по предложенной профессором В.М.Сиденко и С.И.Михович формулам:

$$h_s = 0.23 * K_e * \sqrt{T * t}, \quad (7)$$

$$T = \frac{19 * h^2}{t * K_e}, \quad (8)$$

где t – средняя температура воздуха в период промерзания, °С; K_e – коэффициент, учитывающий скорость ветра, при отсутствии ветра $K_e = 1$, а при скорости ветра от 5 до 10 м/с он равен от 1 до 1,5.

Время, в течение которого замерзнет слой воды толщиной 0,1 мм при изменении температуры воздуха с 0 °С до минус 3,5 °С за 4 часа:

Время суток, ч	20	20 ³⁰	21	21 ³⁰	22	22 ³⁰	23	23 ³⁰	24
Температура воздуха, °С	0	0,43	0,86	1,29	1,72	2,15	2,58	3,01	3,44
Средняя температура, °С		0,21	0,64	1,07	1,50	1,93	2,36	2,79	3,22
Время замерзания воды, мин.		5,4	1,78	1,06	0,76	0,59	0,49	0,41	0,36

При других погодно-климатических условиях время образования гололеда может быть иным. Однако во всех случаях предварительное проведение обработки покрытия противогололедными материалами является оправданным.