



УДК 625.74

## ОБРАЗОВАНИЕ НАЛЕДЕЙ И БОРЬБА С НИМИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Г.С. Меренцова, Н.В. Медведев

## THE FORMATION OF ICINGS AND CONTROL ON ROADS AND ARTIFICIAL STRUCTURES

G.S. Merentsova, N.V. Medvedev

**Аннотация.** Для повышения безопасности движения, на автомобильных дорогах и мостах, был проведен анализ основных условий, при которых образуются наледи. Рассматривались наиболее опасные места образования наледей Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и северных районов Центральной России. Для решения этой проблемы были предложены наиболее эффективные методы борьбы с ними. В качестве примера рассмотрены участки автомобильных дорог, на которых предложенные методы дали положительный результат, что позволило улучшить условия движения автомобильного транспорта.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги; искусственные сооружения; водопропускные трубы; наледи; наледи на автомобильных дорогах; методы борьбы с наледями.

**Abstract:** To enhance traffic safety on highways and bridges, was the analysis of the main conditions under which the formation of ice. Considered the most dangerous places of formation of ice dams in Western and Eastern Siberia, the Far East and the Northern regions of Central Russia. To solve this problem have been proposed the most effective methods of dealing with them. As an example, considered sites of highways on which the proposed methods were found to be positive, which allowed to improve conditions of road transport.

**Key words:** highways; artificial constructions; culverts; frazil; ice on the roads; methods of combating ice.

### Введение

Свое наибольшее распространение наледи получили в предгорных и горных районах, в связи с особенностями рельефа и большого числа водотоков, начиная от ручьев и заканчивая небольшими реками, которые перемерзают при низких температурах, после чего происходит образование наледей. В некоторые зимы, при определенных условиях (суровые зимы, большое количество снеговых осадков, раннее наступление весны), образование наледей возможно и в равнинной местности. Для борьбы с этими природными явлениями местные дорожные организации должны применять различные эффективные методы, которые позволяют обеспечить безопасность движения.

### Анализ условий образования наледей

Существует несколько условий, при которых происходит образование наледей. Рассмотрим более подробно каждое из них, а так же выделим районы, в которых это явление происходит наиболее часто.

Наледи, образующиеся от подземных вод (подземные межмерзлотные и подмерзлотные наледи). Их образование происходит вследствие выхода на поверхность (через тектонические трещины и разломы) воды из подземных источников, замерзающий при отрицательных температурах и образующих наледь. Наибольшее распространение данные наледи получили в регионах Якутии, где они образуются в долинах рек и могут достигать в длину до 100 км, шириной от 3 до 5 км и толщиной льда выше 10 м [1].

Наледи, образующиеся от выхода на поверхность земли грунтовых вод (грунтовые наледи). Чаще всего они возникают на северных склонах холмов, где водоносные слои на-

ходятся на небольшой глубине к поверхности земли. В результате того, что грунт промерзает на глубину залегания грунтовых вод, происходит перемерзание водоносного слоя, вследствие чего, вода под давлением начинает просачиваться на поверхность земли (образуется ключ) и происходит образование наледи [1]. Площадь таких наледей составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных метров, редко превышающих в высоту 4 м.

Наледи, возникающие в результате перемерзания поверхностных вод и талых вод в весенний период (поверхностные наледи). Чаще всего они возникают на небольших водотоках в результате того, что сокращается их живое сечение. Вода, в данном случае, не может пройти через оставшееся живое сечение русла реки и под давлением взламывает лед, в результате чего вытекает на его поверхность, образуя наледь, которая будет постепенно расти [1]. Такие наледи, чаще всего, угрожают искусственным сооружениям на автомобильных дорогах, таких как мосты и водопропускные трубы (рис. 1). Основными факторами, влияющими на развитие данных наледей, являются погодно-климатические условия района. Поверхностные наледи получили свое наибольшее распространение в районах, где максимальная отрицательная температура, в зимний период достигает отметки в минус 35-40°C.



Рисунок 1 – Образование наледи в водопропускной трубе и на подходе к ней

Также к поверхностным наледям относятся такие, которые образуются от талых вод в весенний период. Основное распространение они получили в горной местности, но встречаются случаи, когда данное природное явление возможно и на равнине.

В равнинной местности, основная угроза от таких наледей приходится на невысокие насыпи и водопропускные трубы. В таких местах необходимо проектировать дороги, с учетом возможного образования наледей около них, выше верхней точки возможного образования наледи. Для большей эффективности эти мероприятия следует увязать с монтажом, в пониженных местах рельефа, двух и трех очковых водопропускных труб, способных пропустить большое количество талой воды и воспрепятствовать образованию наледей.

В горах, вода стекает с солнечной стороны в тень, где температура воздуха отрицательная и начинает замерзать. Чаще всего такое явление происходит, когда талая вода попадает в водоотводные канавы на автомобильных дорогах и через некоторое время она может затопить всю дорогу. Как правило, наледи от талых вод распространены на Дальнем Востоке и в горных районах Западной Сибири.

В северных районах Центральной России, таких как Мурманская и Архангельская Область, и Республика Коми, образование наледей возможно в связи с максимальными отрицательными температурами в зимний период, которые составляют от минус 39°C до минус 52°C. В этих регионах температурные показатели схожи с показателями регионов, в которых происходит активное развитие наледей в зимний период. Причинами образования могут служить поверхностные воды, промерзание которых ведет к образованию поверхностных наледей.

Помимо перечисленных условий, также существуют техногенные и смешанные наледы. Техногенные образуются в результате деятельности человека, когда, во время строительных работ, происходит вскрытие грунтовой воды, которую отводят в пониженные места рельефа, но в зимний период такие ключи замерзают и наледь выходит на автомобильную дорогу. В некоторых случаях, в зимний период, когда жители деревень, расположенных в горных и предгорных районах, заготавливают и перевозят древесину через небольшие ручьи и передавливают их, после чего на них происходит интенсивное образование наледей, которая может достигнуть в толщину нескольких метров.

Из основных причин образования наледей от поверхностных вод, можно выделить следующие, которые наиболее часто встречаются:

- отсутствие русла ручья;
- неглубокое русло реки;
- засорение русла реки или ручья;
- образование наледей в результате промерзания реки или ручья;
- отсутствие снегового покрова;
- замерзание водотока в водопропускной трубе;
- жилые постройки, препятствующие протеканию воды;
- вывоз леса по руслу ручья [2].

Начало развитие наледей приходится на период после окончания осенней распутицы и начала зимнего периода. Рост продолжается на протяжении всей зимы и достигает пика в весенний период, когда температура воздуха в дневные часы положительная и происходит обильное таяние снега, а в ночные часы наблюдаются отрицательные температуры, в связи с чем происходит интенсивный рост наледей [3]. Их таяние, в некоторых регионах, может длиться до середины июня (в зависимости от своего размера).

### **Предложения по методам борьбы с наледями на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях**

Существуют специальные методы, которые позволяют существенно уменьшить образование наледей на автомобильных дорогах, а так же предупреждают их образование в будущие периоды. К этим методам относятся:

- использование ограждающих противоналедных конструкций (позволяющих задерживать наледь на безопасном расстоянии от автомобильной дороги или искусственного сооружения);
- использование дренажных устройств (предотвращающих образование наледей путем понижения уровня грунтовых вод);
- обеспечение свободного пропуска наледей и безналедного пропуска водотоков (свободный пропуск наледей обеспечивается посредством увеличения отверстия моста) [4].

Эти методы помогают эффективно бороться с наледями на автомобильных дорогах. Рассмотрим более подробно наиболее эффективные и простые в устройстве методы.

Использование ограждающих противоналедных сооружений следует предусматривать в случаях, когда другие противоналедные средства не могут быть применены. Они являются эффективными, если их устройство позволяет задерживать наледи продолжительное время. Одним из примеров таких сооружений являются грунтовые валы, которые устраиваются в осенний период, на обочинах автомобильных дорог, в местах возможно образования наледей[5]. Грунтовые валы устраивают из слабо фильтрующих грунтов, чтобы наледная вода не проходила через них (рис. 2). Их высота зависит от толщины образующейся наледи, также возможно увеличение высоты вала в зимний период, в случае обильного развития наледей.



Рисунок 2 – Устройство грунтового вала из шлака вдоль участка наледообразования

Грунтовые валы используют как в гористой местности, так и на равнине, в связи с простотой их устройства. Они не требуют особого ухода, не мешают эксплуатации автомобильной дороги и повышают безопасность движения, в связи с тем, что не дают машинам выехать за пределы проезжей части и застрять в наледи, которая в разные периоды года может иметь полости и проталины внутри. Грунтовые валы зарекомендовали себя как эффективный метод борьбы с поверхностными наледями в регионах Западной и Восточной Сибири, и Дальнего Востока.

Так же возможен случай комбинированного использования противоналедного забора с грунтовым валом. Конструкция данного забора представлена на рисунке 3. Данная конструкция была опробована на одной из дорог Якутии и успешно справилась с наледью, которая в предыдущие годы доходила до автомобильной дороги и создавала аварийные ситуации.

В данном случае над руслом ручья устанавливается деревянный забор шириной 3,0 м. Закрепляется забор в отсыпанные грунтовые валы, которые так же способствуют задержанию наледи после того как она выйдет из русла ручья. Монтаж забора в русло ручья запрещен, так как в этом случае может образоваться запруда из-за задержки забором веток и другого мусора. Благодаря данной конструкции, уже в первую зиму, наледь не дошла до автомобильной дороги.

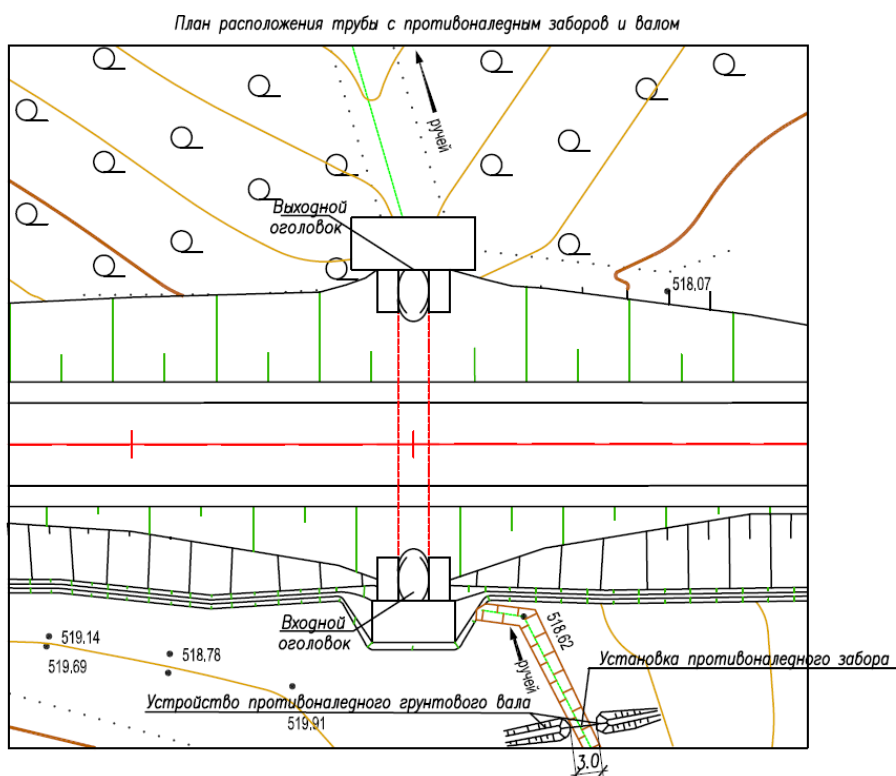


Рисунок 3 – Устройство противоналедного забора с грунтовыми валами

Следующим эффективным методом является углубление русла водотока, в результате которого происходит снижение удельных потерь тепла водным потоком за счет уменьшения площади его теплообмена с охлаждающей средой. Углубление, спрямление и расчистку русел водотоков делают для того, чтобы уменьшить растекание воды, воспрепятствовать замедлению её течения, придать живому сечению потока форму, менее подверженную промерзанию [6].

Данные работы рекомендуется производить преимущественно в конце теплого периода года, когда горизонт вод имеет минимальное значение и строительная техника может спокойно работать в руслах небольших водотоков.

Для отвода из выемок грунтовых вод с ограниченным периодом действия (которые в зимний период года могут образовывать наледи) следует применять лотки открытого и закрытого типа, взамен кюветов. Дно лотков следует размещать ниже глубины сезонного промерзания.

Для осушения местности, перехвата и отвода грунтовых и надмерзлотных вод на значительное расстояние рекомендуется применять полукрытые водоотводные лотки. Конструкция лотков данного типа обеспечивает минимальную потерю тепла водотоком и улучшает водно-тепловой режим грунтов. Весной лотки требуется очищать от снега и открывать. Осенью лотки необходимо закрывать на всю ширину досками [6].

### Заключение

Для успешной борьбы с наледями разного типа, в первую очередь, необходимо выяснить причину их образования. Для этого, на местности, в зимний и летний периоды проводят анализы источников воды, изучают протекающие ручьи и небольшие реки, которые в зимний период могут промерзнуть.

Свое наибольшее распространение наледи получили в предгорных и горных регионах Западной и Восточной Сибири, Якутии и Дальнем Востоке. Так же возможно образование наледей в северных районах Центральной России, в связи с тем, что там преобладают достаточно холодные зимы, которые способствуют образованию наледей.

После определения типа наледи необходимо приступать к выбору наиболее эффективного метода борьбы с ней. Деревянные заборы рекомендуется применять двух типов – переносные и постоянные. Постоянные целесообразно устраивать в местах, где наледи появляются ежегодно. Переносные заборы устраиваются в местах периодического возникновения наледей. Грунтовые валы устраиваются на обочинах автомобильных дорог из слабо фильтрующих грунтов, что помогает успешно сдерживать наледь на протяжении всего периода наледообразования.

Для предотвращения образования наледей на искусственных сооружениях необходимо производить работы по расчистке и углублению русел водотоков. Их необходимо проводить каждый год, так как в горных условиях, в период весенний паводков русла сильно засоряются и требуют очистки. В равнинных регионах, где возможны паводки, такие работы тоже рекомендуется производить, в зависимости от того, насколько загрязнены проблемные места, где образуются наледи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Анализ условий образования наледей на автомобильных дорогах / Горизонты образования. Научно-образовательный журнал АлтГТУ, 2015. Вып. 17. XII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2015». Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://edu.secna.ru/publication/5/release/94/attachment/30>.

2. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Анализ условий образования наледей на автомобильных дорогах в горных условиях Алтайского края / Горизонты образования. Научно-образовательный журнал АлтГТУ. Вып. 18. XIII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2016». Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://edu.secna.ru/media/f/pi2016.pdf>.

3. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Условия образования наледей на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях Западной Сибири и их устранение / Четвертый Всероссийский Дорожный Конгресс «Перспективные технологии в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог»: сб. науч. тр. М.: МАДИ, 2015. С. 232-237.

4. ВСН 210-91 Проектирование, строительство и эксплуатация противоналедных сооружений и устройств. Утвержден приказом Министерства транспортного строительства СССР 15.04.1991 г., № МО49.

5. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации искусственных сооружений автомобильных дорог на водотоках с наледями. М.: Транспорт, 1989. 60 с.

6. Методические указания по проектированию противоналедных мероприятий и устройств / Томгипротранс. М.: ЦНИИС, 1970. 44 с.

## REFERENCES

1. Merentsova G.S., Medvedev N.V. *Analiz usloviy obrazovaniya naledey na avtomobil'nykh dorogakh* [Analysis of the conditions for the formation of ice on roads] *Gorizonty obrazovaniya. Nauchno-obrazovatel'nyy zhurnal AltGTU god 2015. Vypusk 17. XII Vserossiyskaya nauchno - tekhnicheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchennykh «Nauka i molodezh' –2015»*. Barnaul: AltSTU, 2015. Available at: <http://edu.secna.ru/publication/5/release/94/attachment/30>.

2. Merentsova G.S., Medvedev N.V. *Analiz usloviy obrazovaniya naledey na avtomobil'nykh dorogakh v gornyykh usloviyakh altayskogo kraya* [Analysis of the conditions of ice formation on highways in the Altai Territory] *Gorizonty obrazovaniya. Nauchno-obrazovatel'nyy zhurnal AltGTU god 2016. Vypusk 18. XIII Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studen-*



тов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь» – 2016». Barnaul: AltSTU, 2015. Available at: <http://edu.secna.ru/media/f/pi2016.pdf>.

3. Merentsova G.S., Medvedev N.V. *Usloviya obrazovaniya naledey na avtomobil'nykh dorogakh i iskusstvennykh sooruzheniyakh Zapadnoy Sibiri i ikh ustranenie* [Conditions for the formation of ice sheets on the roads and artificial structures of Western Siberia and their elimination] *Chetvertyy Vserossiyskiy Dorozhnyy Kongress «Perspektivnye tekhnologii v stroitel'stve i ekspluatatsii avtomobil'nykh dorog»*. Moscow: MARU, 2015. pp. 232-237.

4. VSN 210-91 *Proektirovanie, stroitel'stvo i ekspluatatsiya protivonalednykh sooruzheniy i ustroystv: utverzhden prikazom Ministerstva transportnogo stroitel'stva SSSR 15.04.1991 g. No MO49* [Design, construction and operation of anti-ice structures and devices: approved by the order of the Ministry of Transport Construction of the USSR on April 15, 1991 No MO49].

5. *Rukovodstvo po proektirovaniyu, stroitel'stvu i ekspluatatsii iskusstvennykh sooruzheniy avtomobil'nykh dorog na vodotokakh s naledyami* [Manual on the design, construction and operation of artificial structures of motor roads on streams with ice]. Moscow: Transport, 1989. 60 p.

6. *Metodicheskie ukazaniya po proektirovaniyu protivonalednykh meropriyatiy i ustroystv / Tomgiprotrans* [Methodical instructions for the design of anti-ice measures and devices / Tomgiprotrans]. Moscow: TsNIIS, 1970. 44 p.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Меренцова Галина Степановна*

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства автомобильных дорог и аэродромов,

E-mail: [adio-06@mail.ru](mailto:adio-06@mail.ru)

*Merentzova Galina Stepanovna*

Altai State Technical University. I.I. Polzunova, Barnaul, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Construction of Highways and aerodromes,

E-mail: [adio-06@mail.ru](mailto:adio-06@mail.ru)

*Медведев Никита Владимирович*

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия, магистр, преподаватель кафедры строительства автомобильных дорог и аэродромов,

E-mail: [megohat@mail.ru](mailto:megohat@mail.ru)

*Medvedev Nikita Vladimirovich*

Altai State Technical University. I.I. Polzunova, Barnaul, Russia, Master, the teacher of the department of construction of highways and aerodromes,

E-mail: [megohat@mail.ru](mailto:megohat@mail.ru)

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:  
656038, Барнаул, ул. Димитрова, 73, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, САДиА, каб. 309а.  
Меренцова Г.С. 8(3852)29-08-16