

## ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НАЛЕДЯМИ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Г. С. Меренцова, Н. В. Медведев, Н. В. Мисуль

Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

*С целью уменьшения негативного воздействия наледей на автомобильные дороги и, для повышения безопасности дорожного движения в южных районах Западной Сибири, к которым относится Алтайский край, Кемеровская область и Республика Хакасия, были разработаны современные методы борьбы с наледями, которые ранее не применялись в этих регионах. Рассмотренные методы являются достаточно эффективными и требуют малых капитальных вложений, что говорит о их доступности для дорожных организаций, которые обслуживают автомобильные дороги подверженные образованию наледей.*

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

Образование наледей на автомобильных дорогах представляет опасность для движения транспортных средств, что в свою очередь повышает аварийность на участках образования наледей. В связи с этим дорожные службы должны своевременно начинать борьбу с наледями, чтобы не допустить их выход на проезжую часть.

Зимний и весенний периоды года являются одними из самых сложных для эксплуатации автомобильных дорог в предгорных и горных районах Западной Сибири. Именно в эти периоды происходит максимальный рост наледей, которые в дальнейшем могут выйти на автомобильную дорогу или заполнить отверстия водопропускных труб. На некоторых дорогах движение вообще становится невозможным, в связи, с чем приходится строить объездные дороги. Еще одной проблемой является использование малоэффективных мероприятий и методов борьбы с наледями, которые используют дорожные службы, отвечающие за содержание дорог в зимний период в данных районах.

Существует значительное число методов борьбы с наледями, многие из которых были проверены экспериментально в дорожной практике и зарекомендовали себя, как эффективные. Именно такие методы необходимо использовать при защите автомобильных дорог от наледообразования. На основе проведенных многолетних исследований можно сделать вывод, что для каждого конкретного типа наледей (поверхностные, подземные или смешанные) необходимо разрабатывать индивидуальные способы борьбы или комплекс противоналедных сооружений.

При этом надо отдавать предпочтение тем мероприятиям, при которых возможна максимальная механизация работ. Все способы борьбы с наледями разделяются на предупредительные (активные), которые направлены на ликвидацию или ослабление причин формирования наледей и защитные (пассивные), которые устраивают для защиты сооружений от влияния наледей, но не ликвидируют их [1].

Не стоит забывать, что формирования наледей это сложный природный процесс, поэтому перед выбором оптимального противоналедного метода необходимо провести обследование участка образования наледей.

Существует необходимость применять активные противоналедные способы борьбы для южных районов Западной Сибири. Это связано с тем, что чаще всего данные методы редко используются при эксплуатации дорог, хоть и являются весьма эффективными. Рассмотрим некоторые из них.

*Устройство нагорных выемок и канав для перехвата стока наледной воды с косогора.*

В случае, когда образуются небольшие склоновые наледи, питание которых осуществляется подземными водами, выше на склоне можно оборудовать резервные выемки для стока воды в пониженные места. Также для этого можно использовать и существующие кюветы, предварительно уширив их. Глубина кюветов должна быть не более 2,0 м, так как при превышении этой отметки снижается безопасность движения транспорта. При устройстве резервных выемок необходимо следить за тем, чтобы не вскрыть водо-

носный горизонт, который может усилить процесс наледообразования.

Для того чтобы перехватить и отвести родниковые и грунтовые воды рекомендуется устраивать нагорные канавы (рисунок 1). Они должны быть расположены выше по склону от дороги на расстояние не ближе 50 м. Ширина канавы по верху принимается равной 1,0 м, глубина от 1,0 до 2,0 м. Продольный уклон не менее 10°, иначе наледная вода будет застывать в канаве. В случае если наледь образовалась в канаве и на некоторых участках разрушила ее, то необходимо провести ремонтные работы.

*Устройство защитного грунтового слоя в местах выхода ключей и родников.*

С целью защиты от промерзания воды, стекающей по пологим горным склонам к автомобильной дороге можно производить работы по устройству грунтового покрытия на данном склоне из хорошо фильтрующих грунтов (гравий, песок) толщиной от 20 до 40 см (рисунок 2).

Применение данного способа позволяет предотвратить замерзания родниковой воды выходящей на поверхность и, в случае, когда происходит промерзание водоносного горизонта, расположенного близко к поверхности земли его промерзание. Это приведет к тому, что родниковая вода не будет образовывать наледь, и в зимний период не будут образовываться новые родники, которые могут развить наледь значительных размеров.

Данный способ эффективен в районах с небольшой глубиной промерзания почвы и его рекомендуется устраивать совместно с нагорными канавами, для большей эффективности.

*Сохранение от промерзания речного потока в местах перехода через искусственные сооружения.*

Для того чтобы сохранить от промерзания часть водного потока в долине реки перед отверстием искусственного сооружения необходимо провести замену слабопроницаемых грунтов в руслах водотоков на хорошо проницаемые. При этом толщина отсыпаемых слоев должна превышать глубину сезонного промерзания в 1,2 раза в данном районе. Водопроницающие грунты необходимо отсыпать на расстояние до 50 м выше по течению водотока и до 20 м ниже по течению за искусственным сооружением [2].

Существуют случаи, когда увеличение мощности водопроницающих грунтов не дает желаемого результата и наледь вновь начинает образовываться в месте устройства

мостового перехода. В этом случае рекомендуется производить увеличение и мощность водного потока. Для этого, ниже по течению реки, за искусственным сооружением, рекомендуется устраивать временные плотины, которые способствуют уменьшению развития наледей. Это связано с тем, что более мощный речной поток в большей степени защищен от полного промерзания – главной причины образования речных наледей. Плотины рекомендуется устраивать в осенний период и разбирать весной, перед паводком, для того, чтобы избежать затоплений близлежащих населенных пунктов и земляного полотна автомобильной дороги.

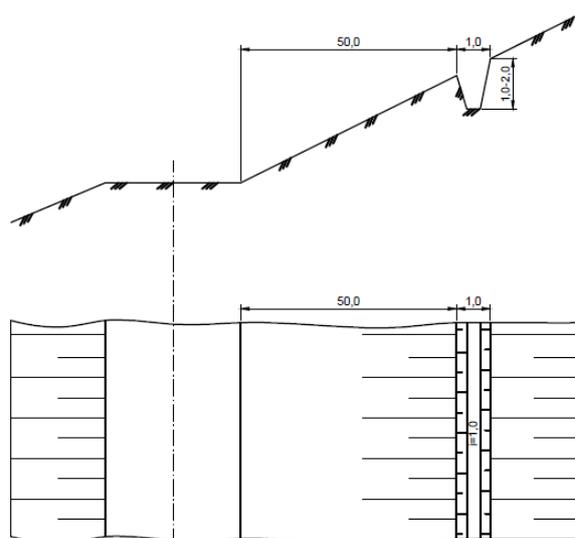
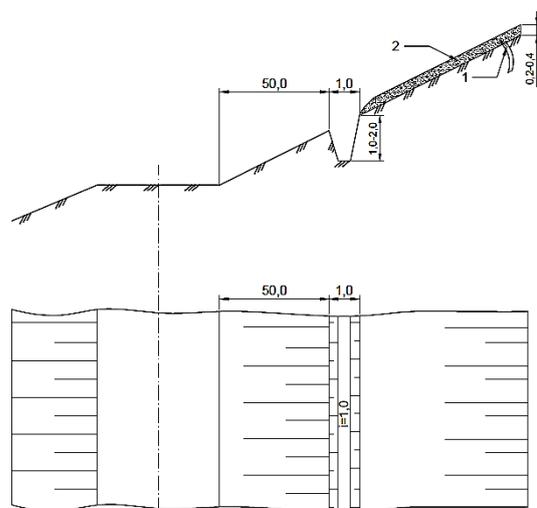
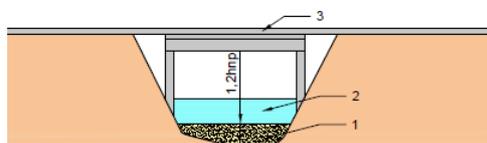
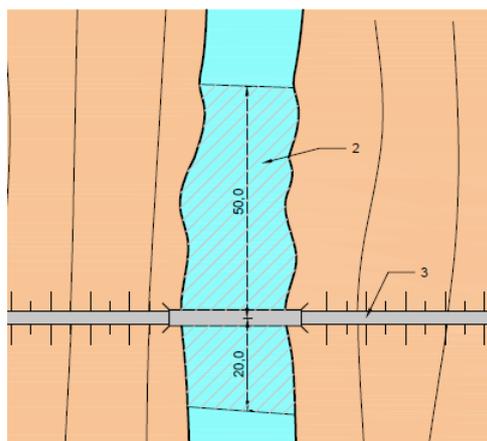


Рисунок 1 – Схема устройства нагорной канавы для перехвата наледных вод

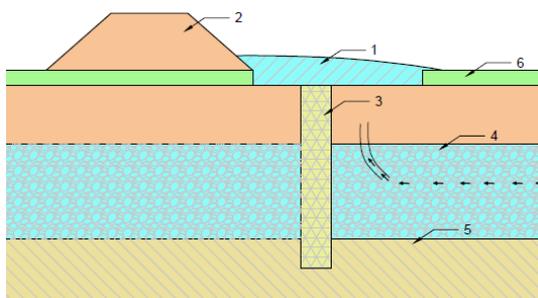


1 – место выхода родника; 2 – защитный грунтовый вал  
Рисунок 2 – Устройство защитного грунтового слоя с нагорной канавой



1 – замененный хорошо проницаемый грунт; 2 – река (водоток); 3 – автомобильная дорога с мостовым переходом

Рисунок 3 – Схема замены плохо проницаемого грунта на хорошо проницаемый грунт, в местах перехода через мосты



1 – наледь; 2 – грунтовый вал; 3 – водонепроницаемая перемычка; 4 – водоносный горизонт; 5 – водоупорные горные породы; 6 – почвенно-растительный слой

Рисунок 4 – Схема устройства водонепроницаемой перемычки из глинистого грунта

Схема замены плохопроницаемого грунта на хорошо проницаемый грунт представлена на рисунке 3.

*Уменьшение водопроницаемости грунтов для создания искусственной наледь.*

Бывают случаи, когда требуется уменьшить водопроницаемость грунтов и вывести грунтовые воды на поверхность земли перед грунтовыми валами, заборами и мерзлотными поясами. Для этого необходимо устраивать водонепроницаемые перемычки (противофильтрационный завес). Они оборудуются путем отрывки узкой траншеи с последующей засыпкой ее глинистым грунтом (рисунок 4).

Еще одним способом устройства водонепроницаемой перемычки является ее устройство путем нагнетания цементирующего раствора в специально пробуренные скважины, который будет заполнять все пустоты и трещины, и при затвердении в грунте цемент будет снижать водонепроницаемые свойства, в связи с чем грунтовая вода под давлением начнет выходить на поверхность и образовывать ключ [3].

Выбор цементного раствора и режима цементации в каждом конкретном случае необходимо обосновывать опытным путем. Обычно бывает достаточно нагнетать раствор в скважины, пробуренные через 2-4 м.

В сильнотрещиноватых скальных грунтах более целесообразно нагнетать цементно-глинистые растворы, для того, чтобы заполнить все трещины.

В случаях, когда грунтовые воды просачиваются на поверхность земли с большой скоростью, их следует останавливать с помощью горячей битумизации (при этом температура будет составлять 150-180°C) или битумной эмульсии. При этом расстояние между скважинами не должно превышать 1,5 м.

В крупнопесчаных грунтах рекомендуется применять метод силикатизации, при котором в скважины поочередно нагнетается жидкое стекло и хлористый кальций. В результате этой реакции образуется гидрогель кремнекислоты, которые быстро твердеет и цементирует песчаные частицы [4].

*Покрытие наледей снегом и прозрачным полимерным материалом.*

Производство работ по покрытию наледей искусственным снегом необходимо начинать с наступлением первых морозов в том случае, если мощность естественного снежного покрова недостаточная или отсутствует вообще. Формирование искусственного снега производится из водно-воздушной пены с помощью пенообразующих машин. Так как в районах края наличие таких машин маловероятно, а их покупка недоступна для местных ДРСУ из-за высокой стоимости, то можно использовать обычные пожарные машины, создающие давление воздуха и воды до 5 атм. Существует множество смесей для образования снежной и снежно-ледяной массы. Наиболее экономичной является смесь 99,9% воды с 0,01% эмульгатором «Волгонат». На основе этой смеси получается рыхлый снежный покров с низким коэффициентом теплопроводности, что позволяет существенно за-

медлить рост наледи в зимний период при сильных морозах.

При покрытии наледей прозрачными полимерными материалами можно добиться «парникового эффекта» на их поверхности, за счет чего может происходить их частичное оттаивание. Рекомендуется использовать щиты и пленки. Из щитов целесообразно изготавливать сооружения по типу теплиц, внутри которых, если есть возможность, оборудовать дополнительный обогрев, используя теплогенераторы типа ТГ-100. В безветренных районах рекомендуется применять двухслойную полимерную пленку, которая является экономически выгодной, чем устройство теплиц из щитов, при этом не менее эффективная. Ее рекомендуется натягивать на дуговые металлические опоры высотой 0,3-0,5 м. Для того чтобы усилить таяние льда под пленкой и щитами можно поверхность наледи покрыть шлаком или угольной пылью. После окончания наледного сезона полимерные материалы необходимо убирать с участков, где они были установлены, в связи с тем, что они слабо разлагаются бактериями и могут нанести вред окружающей среде.

*Искусственное промораживание грунтов, для защиты искусственных сооружений от наледообразования.*

Искусственное промораживание грунтов позволяет полностью прекратить поверхностный и грунтовый сток к отверстиям искусственных сооружений.

Замораживание производится через специально пробуренные скважины по типу сетки 1,5×1,5 м. Глубина скважин должна достигать водоупорного горизонта [5]. В качестве охлаждающей жидкости рекомендуется использовать рассолы хлористого кальция, магния и натрия. В дополнении к охлаждающим рассолам можно применять йодистое серебро, которое имеет схожую кристаллическую решетку с водой и твердеет при положительных температурах. Таким образом, когда йодистое серебро соприкасается с водой молекулы воды «обманываются» и так же начинают процесс кристаллизации при положительной температуре.

Использовать йодистое серебро необходимо с осторожностью, так как оно токсично и возможно отравление им.

Таким образом, мы рассмотрели наиболее эффективные активные способы защиты от наледей, которые раньше не применялись. Рассмотренные методы требуют апробации для каждого конкретного условия, для того чтобы выявить наиболее эффективные и не требующие больших капитальных вложений. Для этого необходимо проводить регулярное обследование наледных участков.

Рекомендуемые методы борьбы с наледями могут существенно облегчить работу дорожным организациям в предгорных и горных районах юга Западной Сибири, что позволит повысить уровень содержания автомобильных дорог до высокого. В то же время сократятся затраты на борьбу с наледями в весенний и зимний период. Это связано с тем, что применение описанных методов позволяет существенно сократить затраты на борьбу с наледями, так как они предназначены на весь период наледообразования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по борьбе с наледями при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений. – Владивосток : ДальпромстройНИИПроект, 1971.
2. Таргулян, Ю. О. Искусственные сооружения на водотоках с наледями / Ю. О. Таргулян. – М. : Автотрансиздат, 1961.
3. ВСН 210-91. Проектирование, строительство и эксплуатация противоналедных сооружений и устройств.
4. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации искусственных сооружений автомобильных дорог на водотоках с наледями. – М. : Транспорт, 1989. – 60 с.
5. Методические указания по проектированию противоналедных мероприятий и устройств / Томгипротранс. – М. : ЦНИИС, 1970 – 44 с.

**Меренцова Г.С.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: adio-06@mail.ru.

**Медведев Н.В.** – преподаватель кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: megohat@mail.ru.

**Мисуль Н.В.** – студент группы 8САД-61 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.