

**Коннов Василий Иванович**, кандидат технических наук, доцент,  
Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО  
«Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Чита.

**Домашина Екатерина Эдуардовна**, студентка,  
Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО  
«Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Чита.

## ОБРАЗОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ НАЛЕДЕЙ FORMATION OF KEY ICE

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию процессов образования ключевых наледей. Они влияют на устойчивость гидротехнических сооружений. В статье установлены основные природные факторы, рост объема и формирование профиля наледи.

**Abstract.** The article is devoted to the study of the processes of formation of key ice. They affect the stability of hydraulic structures. The article identifies the main natural factors, the growth of the volume and the formation of the ice profile.

**Ключевые слова:** образование ключевых наледей, объем, факторы.

**Keywords:** formation of key ice, volume, factors.

Целью исследования явилось изучение образования бугра ключевой наледи и разработки мероприятий по устранению подъемки и просадки железнодорожного пути в результате гидродинамического давления, возникающего в теле насыпи. Часто наледи приводят к разрушению зданий, сооружений и загрязнению водных объектов [1].

Ключевые наледи формируются, как правило, в днищах сравнительно небольших рек и ручьев вблизи зоны разгрузки подземных вод относительно глубоких горизонтов земной коры. Участки ежегодного образования ключевых



наледей представляют собой аномалии в общей картине ландшафтной обстановки. По морфологическим особенностям они довольно резко отличаются от мест развития грунтовых и речных наледей. Обычно наледные «поляны» представляют собой расширенные днища долин, характеризующиеся плоским или западинно–бугристым рельефом и отсутствием поймы и речных террас.

Постоянно действующие наледообразующие источники часто фиксируются массивами елового леса или зарослями тополя, ивы с примесью хвойных пород. Вблизи таких мест иногда отмечаются незамерзающие участки русел рек (полыньи) крупные бугры пучения с ледяными ядрами (гидролакколиты). Все эти особенности позволяют довольно легко определять местоположение ключевых наледей по аэрофотоснимкам и непосредственно на местности даже в том случае, если отсутствуют массивы наледного льда.

Объем, размеры и конфигурация ключевых наледей находятся в прямой зависимости от дебита источников, формы речной долины, продолжительности периода с отрицательными температурами воздуха.

Для расчета объема ключевой наледи может быть рекомендована формула [2]:

$$V_k = k(\beta Qr + A), \quad (1)$$

где  $V_k$  – объем ключевой наледи,  $m^3$ ;  $Q$  – дебит источника,  $m^3/ч$ ;  $r$  – время, необходимое для формирования наледи, ч;  $k$  – коэффициент, учитывающий плотность наледного льда и изменение объема льда по ходам, принимаемый равным 1,25;  $\beta$  – коэффициент увеличения объема воды при переходе в лед,  $\beta = 1,1$ ;  $A$  – эмпирический коэффициент, зависящий от испарения, осадков, условий стока и конденсации на теле наледи и определяющий прибыль или уменьшение наледи в процессе ее образования.

По данным Н.А. Бакаева (1969) и других исследователей, на конденсацию приходится 2–3%, а на испарение 2–4%, поэтому эти величины, как взаимно



уничтожающиеся, можно не учитывать. Питание наледи в основном на 90–95% осуществляется за счет вод глубинного источника и лишь на 5–10% – за счет зимних осадков. Учитывая изложенное, формулу (1) для практических целей запишем:

$$V_k = 1,25(1,1Qr + \rho h_c F_H). \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность снежного покрова, принимаемая по данным метеорологических станций с учетом результатов наблюдений, т/м<sup>3</sup>;  $h_c$  – высота снежного покрова, средняя из наибольших декадных, принимаемая по данным метеорологических станций, м;  $F_H$  – площадь наледи, м<sup>2</sup>.

По формуле (2) определялся объем бугра наледи, приведенный на рис. 1.



Рис. 1 – Бугор наледи вдоль насыпи железной дороги  
(высота 2,5 м, март 2014 г.)

На базе Забайкальского института железнодорожного транспорта – филиала ФГБОУ «Иркутский государственный университет путей сообщения» в г. Чите и дистанции пути (ПЧ-4) совместно со студентами специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» выполнена научно-исследовательская работа в рамках договора №. 823 (17.021)



от 12.08.2013 г. «Разработка технической и рабочей документации по укреплению грунтов и оснований объектов инфраструктуры с использованием полимерного материала (Криогелит)», заключенного с Управлением Забайкальской железной дороги (руководитель темы д.т.н., профессор Н.П. Сигачев, 2013 г.). Целью работы было разработать мероприятия, позволяющие исключить влияние гидродинамического давления бугра наледи на железнодорожную насыпь [3].

Для получения формулы по определению мощности ключевой наледи установлено тело наледи в поперечном и продольном сечениях. Поперечный профиль наледи соответствует поперечному профилю наледной долины. Морфологические особенности строения наледной поляны сформировало продольное и поперечное сечение наледного тела в виде параболы (рис. 1).

*Список литературы:*

1. Коннов В.И. Экологическая оценка и мероприятия по защите от загрязнения малых рек Восточного Забайкалья [Текст]: / В.И. Коннов // научное издание. – Чита: ЧитГУ, 2006. – 126 с.

2. Алексеев В.Р. Основные итоги изучения наледей на территории Сибири и Дальнего Востока [Текст]: / В. Р. Алексеев, Н. Ф. Савко, А. И. Сизиков // Зап. Забайкальского филиала Геогр. Об-ва СССР. - Чита, вып. 92, 1973. – С. 8-65.

3. Ельчанинов Е.А. Мероприятия по снижению пучения и осадки грунтов оснований горных и природоохранных сооружений в Забайкалье [Текст]: / Е.А. Ельчанинов [и др.] // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2014. – № 4. – С. 86-91.

