

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕПРАВ ПО ЛЬДУ

Е.А. Гращенко;

А.Н. Иванов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены задачи устройства и содержания ледовых переправ, показаны опасные для жизни людей факторы состояния льда, приведены эмпирические значения безопасной толщины льда для различных условий. Предложен порядок обеспечения безопасности людей на льду в условиях сельских поселений, расположенных на берегах рек и озер.

Ключевые слова: ледовая переправа, толщина льда, ледостав, структура льда, несущая способность ледового покрытия

THE ISSUE OF SECURITY CROSSINGS ON THE ICE

E.A. Grashchenko; A.N. Ivanov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

We consider the problem of the device and the content of ice crossings, shows the threat to human lives factors for ice, given the empirical importance of the safe ice thickness for various conditions. We propose a procedure for ensuring the safety of people on the ice and in rural settlements located on the banks of rivers and lakes.

Keywords: ice passage, ice thickness, freezing, structure of ice, bearing capacity of ice cover

Ледовые переправы – это переправы, проложенные по ледяному покрову рек, озер и других водоемов. Эти переправы могут быть частью временных зимних автодорог (автозимников), временно заменять недействующий мост или в зимний период паромную переправу постоянной автодороги.

Основными задачами устройства и содержания ледовых переправ являются:

- организация переправы и безопасного пропуска транспортных средств по ним;
- регулирование движения автотранспорта и пешеходов;
- наблюдение за состоянием ледяного покрова, деревянных конструкций усиления и съездов на лед;
- восстановление переправ.

Если речь идет о переправах по льду на дорогах промышленного значения регионального уровня (на федеральных трассах, как правило, таких участков не бывает), то соответствующие службы обеспечивают содержание таких переправ. Организуется их техническое освидетельствование, контроль оборудования, содержания и эксплуатации, выявление и пресечение нарушений требований «Правил охраны жизни людей на воде» в части их касающейся. На таких переправах осуществляется комендантская служба, разработан порядок взаимодействия всех заинтересованных ведомств и организаций в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. И, что самое важное, на этих переправах всегда четко обозначено как разрешение выезда (выхода) на лед, так и запрет таковых действий.

Как правило, на таких переправах не бывает случаев гибели людей в результате провала под лед.

Совсем иная картина наблюдается в случае существования таких переправ в небольших населенных пунктах (преимущественно сельских), расположенных на берегах рек и больших озер. Сезон движения по льду здесь начинается с проверки его «крепости»

сначала пешеходами (чаще всего из-за любопытства детьми среднего школьного возраста), а затем – и транспортными средствами.

В основу принятия решения ложатся субъективные оценки несущей способности льда (трещит – не трещит, прогибается – не прогибается, провалился – не провалился).

И, как правило, после первого перехода на другой берег по льду пешехода начинается движение людей, а потом и различных транспортных средств. При этом не учитываются такие понятия, необходимые для безопасности человека и техники на льду, как несущая способность ледового покрытия и резкое ее снижение в случае даже кратковременных колебаний температуры в сторону повышения. Подобные ситуации иногда заканчиваются трагически.

Это подтверждается статистическими данными Северо-Западного регионального центра (СЗРЦ) МЧС России о количестве чрезвычайных ситуаций природного характера за период 2009–2014 гг. За этот период в результате провалов под лед погибло 14 человек, и все эти случаи имели место в ситуациях, аналогичных описанным выше.

Безусловно, подразделения МЧС России через средства массовой информации, а в последнее время и с помощью СМС-информирования, доводят до населения информацию о запрете выхода на лед в связи с погодными условиями.

Но, к сожалению, практика показывает, что население чаще всего руководствуется собственным опытом непосредственной проверки несущей способности льда, не понимая физики образования ледового покрова, и того, что в зависимости от русла водоема ледовый покров неоднороден, и если лед «держит» вес человека или транспортного средства в месте выхода на него, то это не означает, что он будет также «держать» и через несколько десятков метров.

Абсолютно игнорируется такое понятие, как структура льда. На одном и том же водоеме встречаются участки ледового покрова, которые при одинаковой толщине обладают различной прочностью и грузоподъемностью.

Некоторые виды ледяного покрова имеют свойство разрушаться под воздействием нагрузки без характерного предварительного треска.

Не учитываются и такие факторы, как длительность воздействия на лед, характер воздействия, скоростной режим.

Показательным в этом отношении является трагический случай, имевший место 4 января 2009 г. в деревне Типиницы Медвежьегогорского района Республики Карелия, где группа лыжников в количестве шести человек провалилась под лед Онежского озера, в результате чего пятеро из них утонули. Трагедия произошла на расстоянии 30–50 м от берега. И, хотя в группе были далеко не новички, тем не менее, перед выходом на лед информацию о его состоянии предпочли получить не из сводок СЗРЦ МЧС России, а от местных жителей.

Вот свидетельство единственного спасшегося члена этой группы: «В деревне Тамбицы обнаружили жилой дом, где поинтересовались состоянием льда на Онежском озере у местных жителей. По их словам, если мороз продержится еще одну ночь, то вдоль берега пройти будет возможно, и они сами собираются пойти на рыбалку по льду на следующий день». Комиссия, проводившая расследование, впоследствии установила, что «непосредственной причиной несчастного случая стало отсутствие надежного ледяного покрова из-за специфического рельефа дна в районе мыса Варнаволок и характера течения (водовороты), препятствующего образованию прочного ледяного покрова» [1].

Лед является материалом, для которого присущи свойства упругости, вязкости и другие физические свойства, которые даже при наличии необходимой несущей способности льда в некоторых условиях могут вызвать его разрушение, например, вызвав явление резонанса при нарушении скоростного режима движения транспортными средствами.

Анализ литературных источников [2–4] показывает, что при расчете несущей способности ледового покрытия рассматривают следующие режимы нагрузки на него (табл. 1).

Таблица 1. Проявление физических свойств льда в зависимости от режима действия нагрузки

№	Вид режима	Описание поведения льда
1	Динамический	Упругие свойства льда проявляются полностью, а неупругие приводят к диссипации энергии
2	Статический	Для большинства статических задач со сравнительно малым временем приложения нагрузки можно рассматривать лед как упругую однородную пластину, лежащую на упругом основании гидравлического типа
3	Режим длительного нагружения	Полностью проявляются вязкие свойства льда

Как видно из данных табл. 1, появление упругой или пластической деформации в ледяном покрове зависит от длительности действия нагрузки в данной точке.

Вместе с тем следует отметить, что быстрое движение транспортных средств вызывает появление колебаний воды под ледяным покровом, что приводит к деформации ледяного покрова за счет движения «волны вспучивания» [4] впереди прогиба.

Максимальные прогибы в ледяном покрове, которые могут привести к полной потери несущей способности льда, будут наблюдаться при скорости движения транспортного средства равной скорости распространения свободных длинных волн, определяемой для мелких водоемов формулой Лагранжа:

$$V = \sqrt{gH} \quad (1)$$

где H – глубина водоема [4].

Поэтому расчетная скорость движения транспортного средства должна быть меньше, чем определяемая по формуле (1).

Для ориентировочного определения толщины льда в зависимости от нагрузки может быть использована формула М. Корунова:

$$H = \alpha \cdot V \cdot q,$$

где H – толщина льда (см), необходимая для пропуска нагрузки, т; α – опытный коэффициент, равный для колесного транспорта 11, а для гусеничного – 9; q – полный вес транспортного средства с грузом, т.

При высокой интенсивности движения автотранспорта на переправах и неоднородности структуры льда в полученный результат вводится дополнительный коэффициент запаса, равный 1,2–1,25 [4].

В табл. 2 приведены минимальные значения толщины пресноводного ледяного покрова, необходимые для безопасного выхода на него людей и транспортных средств, полученные опытным путем [3].

Таблица 2. Зависимость нагрузки от толщины пресноводного льда

Допустимая нагрузка, кН	Необходимая толщина льда, м, при средней температуре воздуха за трое суток, °С			Дистанция между машинами, м
	-10 и ниже	-5	0 (кратковременная оттепель)	

Человек с ношей				
1	0,1	—	—	—
Гужевой транспорт				
12	0,2	—	—	—
Гусеничные машины				
40	0,18	0,20	0,23	10
60	0,22	0,26	0,31	15
100	0,28	0,31	0,39	20
160	0,36	0,40	0,50	25
200	0,40	0,44	0,56	25
300	0,49	0,54	0,63	35
400	0,57	0,63	0,80	40
500	0,63	0,70	0,88	55
600	0,70	0,77	0,98	70
Колесные машины				
35	0,22	0,24	0,31	18
60	0,29	0,32	0,40	20
80	0,34	0,37	0,48	22
100	0,38	0,42	0,53	25
150	0,46	0,50	0,64	30

При определении толщины льда иной структуры данные таблицы умножают на поправочный коэффициент учета структуры льда (табл. 3).

Таблица 3. **Поправочный коэффициент учета структуры льда**

Характер ледового покрытия	Значение коэффициента
Зернистый, состоящий из отдельных льдин	2,19
Очень слабый, кристалльно-прозрачный, с полыми вертикальными трубочками значительного диаметра	1,41
Слабый, кристалльно-прозрачный с вертикальными трубочками небольших размеров (по длине и диаметру)	1,18
Очень прочный, кристалльно-прозрачный, без включений	0,77

Как указывается в работе [2], к настоящему времени предложено большое количество формул и расчетных приемов для определения толщины ледяного покрова пресноводных водоемов и водотоков, опирающихся на три основных метода:

1. Метод аналогии, когда толщина ледяного покрова назначается по метеорологическим данным исследуемого пресноводного объекта с использованием картограммы максимальных (средних, минимальных) толщин льда для условий средней (самой теплой или самой холодной) зимы, полученной по данным натурных наблюдений на водоеме (водотоке) – аналоге. При этом учитывается большое количество естественных факторов и их характеристик.

2. Эмпирический метод, основанный на отыскании эмпирических связей толщины льда и отдельных факторов, определяющих изменение толщины ледяного покрова. В этом случае расчетные эмпирические соотношения получены по известной, относительно тесной корреляции между некоторыми температурными характеристиками и толщиной льда и носят, как правило, региональный характер.

3. Теоретический метод, основанный на интегрировании исходных дифференциальных уравнений, описывающих физическую сущность нарастания толщины льда с последующим получением аналитических или же полуэмпирических соотношений.

Метод аналогии и теоретический метод требуют большого количества исходных данных, и, естественно, могут быть корректно использованы только специалистами при наличии оборудования.

Понятно, что на местном уровне, то есть на уровне отдельных населенных пунктов, расположенных на берегах рек и озер, где актуальным является вопрос обеспечения безопасного выхода местных жителей на лед, их применить невозможно.

В то же время эмпирический метод, адаптированный к данному региону, вполне может быть применим на этом уровне. Полученные с его помощью данные о состоянии льда на конкретном водоеме и конкретном населенном пункте, своевременно доводимые до населения в виде рекомендаций, помогут исключить случаи провала под лед и сохранить жизнь и здоровье людей.

Для этого в местах выхода (выезда) населения на лед должны устанавливаться специальные щиты со сменной информацией о температуре воздуха (желательно в динамике за 5–7 дней), толщине льда, его максимальной грузоподъемности и другой необходимой информацией. В случае изменения параметров ледяного покрытия водоема в сторону потери необходимой несущей способности должна быть информация о запрещении выхода (выезда) на лед.

Ежедневно утром и вечером, а в оттепель и днем, необходимо производить замер толщины льда и определять его структуру. Замер льда производится по всему маршруту движения.

После установления стационарного ледового покрова на водоемах, особенно таких, как небольшие реки, озера, можно определять толщину льда аналитически, по эмпирическим формулам, полученным для данного региона или конкретного водоема.

Прочность льда можно определить также и визуально: самым прочным считается лед прозрачный с голубым или зеленым отливом.

Наиболее ненадежным является лед с оттенками серого, матово-белого или желтого цвета – такой лед обрушивается без предупреждающего потрескивания.

Лед должен поддерживаться снизу водой. Если уровень воды упал и лед «висит», то он может не выдержать нагрузку, поэтому является опасным. Не может считаться безопасным лед, даже если он имеет достаточную толщину, если в течение суток температура была выше нуля.

Прочность льда снижается на 25 % в случае, если температура воздуха выше нуля градусов держится более трех дней.

Как известно, выпавший снег повышает температуру льда и уменьшает его грузоподъемность. Поэтому в случае выхода на лед транспортных средств рекомендуется расчищать проезжую часть переправ от снега.

При появлении на льду наледей, воды и промоин передвижение по нему запрещается.

Логично возникает вопрос: «Кто в условиях сельского поселения будет выполнять эту работу, хотя и необходимую, но требующую определенного времени и скорее всего собственного энтузиазма?».

По мнению авторов, с этой работой вполне могли бы справиться школьники старших классов под руководством учителя основ безопасности жизнедеятельности, географии или физики во время внеклассной работы. Это решило бы задачу их приобщения к общественно-полезному труду, помогло бы на практике освоить азы спасательного дела, глубже изучить отдельные разделы таких школьных дисциплин, как «Основы безопасности жизнедеятельности», «Физическая география» и «Физика».

Литература

1. Хроника несчастного случая со студентами МГТУ им. Баумана (Онежское озеро, январь 2009 г). URL: http://www.manturs.narod.ru/dok/ot_tssr/ice_water/ice_water_1.htm (дата обращения: 20.01.2016).
2. Козлов Д.В. Лед пресноводных водоемов и водотоков. М.: Изд-во МГУП, 2000. 263 с.
3. Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: учеб. М.: Колос, 2003. 432 с.
4. Назимов А.Д. Ледяные переправы на строительстве Куйбышевской ГЭС. Куйбышев: Оргэнергострой, 1956.