

Основные способы устройства ледовых переправ. Методы усиления покрытий

Я.М. Рудакова

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Аннотация: Статья посвящена исследованию основных методов устройства ледовых переправ и их армирования. Рассматриваются ключевые понятия, связанные с данным видом транспорта, включая определение ледовой переправы, её роль в транспортной инфраструктуре, а также условия, необходимые для её устройства. Особое внимание уделяется подготовительным работам, проводимым летом, и основным работам, осуществляемым зимой. Подробно описываются методы армирования ледовых переправ, включая тепловое армирование, использование бревен, укрепление с помощью снега и применение геосинтетических материалов. Рассмотрены преимущества и недостатки каждого метода, а также факторы, влияющие на выбор конкретного метода армирования.

Ключевые слова: ледовая переправа, армирование.

Введение

Территории, имеющие статус и приравненные к району Крайнего Севера занимают примерно 70% площади Российской Федерации. Развитие сети автомобильных дорог в этих районах затруднено из-за сложных природно-климатических условий – сверхнизкие температуры и распространение многолетнемерзлых грунтов. В зимний период времени для транспортировки пассажиров, грузов, техники и других товаров на этих территориях используются ледовые переправы [1, 2].

Ледовые переправы занимают важную роль в транспортной инфраструктуре, особенно в холодное время года, так как являются основными дорогами для перевозки товаров жизнеобеспечения в отдаленные районы России. Населенные пункты, отрезанные от материка, не имеют круглогодичную транспортную доступность и соответственно обеспечение жителей товарами и продуктами затруднено, поэтому автозимники и ледовые переправы являются единственными способами в дорожной сети для транспортировки [2, 3].

Основные понятия

Ледовая переправа – инженерное сооружение, которое оборудовано по ледяному покрову водных пространств для безопасного движения транспортных средств. Такие дороги могут быть частью автозимников (временных зимних дорог), заменять недействующие мосты или паромные переправы в зимний период. Для того, чтобы устроить ледовую переправу необходимо, чтобы в зимнее время были устойчивые отрицательные температуры, лед должен иметь достаточную толщину для того, чтобы выдерживать нагрузки.

Прежде, чем устраивать ледовую переправу необходимо определить некоторые характеристики – назначение перехода и его интенсивность; ширина, глубина и скорость течения водоема; толщина и структура льда [4-6]. Подготовительные работы устройства ледовых переправ проходят летом – подготовка оборудования, техники, материалов и дорожные работы на походе к переправе. Основные работы проходят в зимний период времени, при условиях устойчивых морозов и становлении льда. Устройство ледовых переправ имеет ряд особенностей [7, 8]:

1. Промер по намеченной трассе толщины льда и глубины воды под ним. Перед началом всех работ необходимо проверить состояние ледового покрытия, чтобы установить его устойчивость и надежность или же выявить дефекты.

2. Очистка ледяного покрова от снега. Ручным способом очистка допускается при толщине льда не менее 15 см. Очистка с помощью техники возможна при толщине льда, которая допустима для прохождения снегоочистительных машин.

3. Нарращивание ледяного покрова (или усиление). Для увеличения несущей способности ледяной переправы необходимо проводить мероприятия по ее армированию.

Ледовая переправа является сезонной дорогой и обустраивается в сложных условиях, таким образом интенсивность движения по таким дорогам мала и скорость движения транспортных средств низкая. Организация движения по ледовым переправам значительно отличается от движения по автомобильным дорогам. Основные принципы организации движения:

1. Разрешение и контроль. Для проезда по ледовым переправам требуется специальное разрешение от властей ответственных за безопасность.

2. Разметка и ограждение. Граница и направление движения ледовой переправы должна быть четко размечена, также должны быть установлены знаки безопасности и указатели.

3. Движение по льду должно быть медленное, без толчков и торможений, без резких рывков и разворотов.

4. Регулярный контроль. В сезон работы переправы необходимо постоянно контролировать состояние льда (его толщину), условия движения (наблюдение за погодой и температурой).

5. Оборудование для спасения. На ледовых переправах должно быть оборудование для спасения – спасательные жилеты, веревки, лестница, средства связи.

6. Закрытие при опасности. Переправа должна быть закрыта, если условия становятся опасными. Открыть ее можно только при улучшении погодных условий или укреплении льда.

7. Ограничение по весу транспортных средств. На переправе устанавливают ограничения по максимально допустимому весу машин. Связано это с тем, что ледовое покрытие может не выдержать нагрузок.

Соблюдение условий движения по ледовым переправам поможет предотвратить несчастные случаи и обеспечить безопасность всех участников движения.

Чаще всего временные дороги используются большегрузными транспортными средствами для грузоперевозок. Масса машин достигает 30-40 тонн, а для этого требуется толстый и прочный ледовый покров с минимальным количеством трещин. Обеспечить требуемую толщину и прочность льда естественным намораживанием затруднительно.

Методы

Усиление ледовых переправ необходимо для обеспечения безопасного движения большегрузных машин. Армирование ледового покрытия обеспечит увеличение сроков эксплуатации сооружения и прочности. В результате исследований как отечественных, так и зарубежных можно выделить четыре метода укрепления ледовых переправ – тепловое армирование, использование бревен, укрепление с помощью снега и использование геосинтетических материалов [9, 10].

Каждый метод уникален в использовании для того, чтобы определить какой способ из четырех будет эффективен, необходимо провести анализ некоторых факторов – толщина и состояние ледового покрова, режим рек, климатические условия, наличие необходимых материалов и оборудования, интенсивность и вид нагрузки.

Тепловое армирование применяют в весенний период времени, с помощью теплоизоляционного материала защищают поверхность льда от таяния. Армирующий материал для армирования льда – бамбуковые волокна или древесные опилки, они имеют низкую стоимость и высокую удельную прочность [11, 12]. Повышение прочности ледового композита достигается внесением в лед бамбуковых волокон или другого материала в качестве армирующего в количестве 1-15%. Перед вмораживанием в лед армирующий

материал перемешивается и вымачивается с водой с целью образования суспензии и улучшения его смачиваемости. Техническим результатом изобретения является повышение прочности ледового покрова и увеличение допустимых сроков эксплуатации экологически чистой ледовой переправы.

Применение бревен эффективно использовать на ледовых переправах для широких сквозных трещин во льду. Бревна выстраивают параллельно или перпендикулярно к направлению движения, образуя тем самым платформу. Ледовая переправа, где интенсивность менее 200 авт./сут. усиливают деревянными настилами. При интенсивности движения свыше 200 авт./сут и незначительной протяженности переправы следует предусматривать две полосы движения. Если переправы усиливают настилом, то полосы движения проектируют отдельно, на расстоянии не менее 50 м друг от друга. Наложение бревен на непрочный лед увеличивает его прочность и способствует предотвращению пробоин. Усиление ледовых переправ с использованием древесины требует значительных расходов природных ресурсов, таких как лес и металл. Связано это с большой трудоемкостью, при строительстве и извлечении древесины из тела переправы и характеризуется относительно малым повышением несущей способности естественного льда. Следует вывод, что усиление ледовых переправ с использованием древесины следует ограничивать, так как это экономически не всегда эффективно, экологически небезопасно и не исключает возможность резкого пролома льда под транспортом.

Снег может быть использован для укрепления ледяной поверхности поразному [10-12]. Уплотнение снега над льдом, создавать слой снега на верхней поверхности льда или смешивание снега с водой для формирования более прочной ледяной поверхности. Толщина дополнительного намораживания не должна превышать 30% от толщины естественного слоя льда, поэтому данный метод можно использовать не всегда. Существует риск

образования больших трещин в ледяном покрове, если производится искусственная намарозка.

В современном мире для укрепления ледовых переправ используются искусственные материалы, такие как сетки из стекловолокна или пластика, геокомпозит, геотекстильные сетки, стальные листы и другие материалы [13]. Листы специальных материалов укладываются на ледяную поверхность и тем самым укрепляют ее. Использование искусственных материалов повышает несущую способность ледяного покрова и предотвращает растрескивание льда. Армирование ледовых переправ геосинтетическим материалом также повышает сопротивление растягивающим напряжениям от силовых и температурных воздействий [14].

Очевидно, что в настоящее время существует много способов армирования ледовых переправ, с помощью них можно увеличить срок эксплуатации и повысить безопасность движения по ним. Но не смотря на масштабность исследований остается еще много вопросов и проблем с применением каждого способа. Таким образом, целесообразно провести исследования для создания материалов, специально предназначенных для армирования льда, а также обновить нормативную базу и создать современные государственные стандарты и рекомендации.

Заключение

Таким образом, армирование ледовых переправ является важной задачей для функционирования безопасного движения в северных районах, где движение производится через реки. Основные сложности при эксплуатации ледовых переправ – это уменьшение сроков эксплуатации и уменьшение прочностных характеристик. В связи с этим актуальной становится разработка таких способов создания ледовых переправ, которые могли бы существенно повысить их несущую способность и уменьшить их толщину. В качестве армирующего материала должен быть выбран

экологически чистый и экономически эффективный, больше всего подходит для армирования ледовых переправ геосинтетический материал.

Литература

1. Долгушев Т.В. Влияние климатических изменений на реализацию строительных проектов транспортной инфраструктуры в Арктике // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7729
2. Сулейманов А.А. Автомобильные зимники в транспортной системе Якутии в начале 1930-1991 годов. Научный диалог, 2022. 11(7), С. 467-482. DOI: 10.24224/2227-1295-2022-11-7-467-482
3. Копылов С.В. Оценка работы ледовых автозимников и переправ в районах Крайнего Севера // Транспортные сооружения. – 2022. – Т. 9, № 1. – С. 1-23 DOI: 10.15862/09SATS122.
4. Doudkin M., Kim A., Guryanov G., Eleukenov M., Bugaev A., Rogovsky V., Mlynczak M. Process modeling and experimental verification of the conditions of ice coverage destruction of automobile roads. Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, 2019, 42(4), pp. 1-8.
5. Lou, X. Wu Y. Splitting tensile mechanical properties of plain ice and fiber reinforcement ice. Cold Regions Science and Technology, 2021, 192, Article 103381. DOI: 10.1016/j.coldregions.2021.103381
6. Веприяк И.А., Чижиумов С.Д. Зависимость характеристик изгиба ледяного покрова от скорости движения по ледовым переправам // Специальная техника и технологии транспорта. – 2023. – № 19. – С. 60-70.
7. Асанкожоев Е.Ж., Караев Э.С., Третьяков П.Ю., Ничипорук Л.С. Оптимизация технологий строительства зимних дорог // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7632
8. Филатова А.В., Дормидонтова Т.В., Суркова М.С. Совершенствование строительства автомобильного участка зимника Билибино - Анюйск, район

Чукотского автономного округа // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4.
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3937

9. Трапезников А.А., Бартоломей И.Л. Применение геосинтетических материалов в качестве армирующей прослойки ездового полотна ледовых переправ // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2019. – № 2. – С. 64-72. – DOI: 10.15593/24111678/2019.02.08.

10. Гончарова Г.Ю., Борзов С. С., Борщев Г. В. Новые ледовые технологии для поддержания непрерывной холодильной цепи в северных регионах России // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 245-254. – DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-2-245-254.

11. Якименко О.В., Сиротюк В.В. Армирование ледовых переправ // Криосфера Земли. - 2014. - Т. XVIII, № 1. - С. 88-91.

12. Егоров А.Л., Федотов В.В., Федотова Е.А. Методы усиления ледовых переправ // Транспортные и транспортно-технологические системы. - 2013. - С. 39-40.

13. Архаров И.А., Гончарова Г.Ю. Экспериментальное исследование ледовых структур, модифицированных полимерами // Холодильная техника. – 2010. – № 11. – С. 46-50.

14. Якименко О.В., Матвеев С.А., Сиротюк В.В. Исследование напряженного состояния и расчёт несущей способности армированной ледяной плиты // Вестник СибАДИ. - 2014. - № 3 (37). - С. 63-67.

References

1. Dolgushev T.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7729

2. Sulejmanov A.A. Nauchnyj dialog, 2022 11(7), pp. 467-482. DOI: 10.24224/2227-1295-2022-11-7-467-482

3. Kopylov S.V. Transportnye sooruzhenija. 2022. Vol. 9, № 1. DOI: 10.15862/09SATS122.



4. Doudkin M., Kim A., Guryanov G., Eleukenov M., Bugaev A., Rogovsky V. et al. Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, 2019. 42(4), pp.1-8.
5. Lou, X. Wu Y. Cold Regions Science and Technology, 2021. 192, Article 103381. DOI: 10.1016/j.coldregions. 2021. 103381
6. Veprinjak I.A., Chizhiumov S.D. Special'naja tehnika i tehnologii transporta. 2023. No. 19. pp. 60-70.
7. Asankozhоеv E.Zh., Karaev Je.S., Tret'jakov P.Ju., Nichiporuk L.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7632
8. Filatova A.V., Dormidontova T.V., Surkova M.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2016. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3937
9. Trapeznikov A.A., Bartolomej I.L. Transport. Transportnye sooruzhenija. Jekologija. 2019. No. 2. pp. 64-72. DOI: 10.15593/24111678/2019.02.08.
10. Goncharova G.Ju., Borzov S. S., Borshhev G. V. Pishhevye sistemy. 2023. Vol. 6, № 2. pp. 245-254. DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-2-245-254.
11. Jakimenko O.V., Sirotjuk V.V. Kriosfera Zemli. 2014. Vol. XVIII, No.1. pp. 88-91.
12. Egorov A.L., Fedotov V.V., Fedotova E.A. Transportnye i transportno-tehnologicheskie sistemy. 2013. pp. 39-40.
13. Arharov I.A., Goncharova G.Ju. Holodil'naja tehnika, 2010, 11, pp. 46-50.
14. Jakimenko O.V., Matveev S.A., Sirotjuk V.V. Vestnik SibADI. 2014. No. 3 (37). pp. 63-67.

Дата поступления: 11.05.2024

Дата публикации: 3.07.2024