

О влиянии барьеров безопасности на образование снежных заносов

*¹Жамигазина Ж.А., ²Ерембаев О.М., ³Бахыт Н.Е.

²Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан
²АО «КаздорНИИ», г. Алматы, Республика Казахстан

³Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: zhuldyz_kudabaeva@mail.ru

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема снегозаносимости автомобильных дорог Казахстана, особенно на участках, оборудованных металлическими барьерами безопасности. Эти барьеры, устанавливаемые для повышения безопасности дорожного движения, играют важную роль в предотвращении выездов транспортных средств за пределы проезжей части. Однако в зимний период они становятся серьезным препятствием для естественного перемещения снежных масс, создавая зоны накопления снега и приводя к образованию снежных заносов. Особенно остро проблема проявляется на участках с горным и пересечённым рельефом, где снег дополнительно накапливается за счет лавин и неравномерного рельефа. Исследование включает анализ данных, собранных в 2010 и 2021 годах на участке автомобильной дороги «Алматы–Усть-Каменогорск». Измерения высоты снежного покрова проводились по поперечным профилям земляного полотна с шагом 1 метр. В работе учитывались климатические различия между регионами, включая температуру воздуха и относительную влажность, которые влияют на характеристики снега (плотность, пористость, влажность). Показано, что защитные лесопосадки эффективно уменьшают объём снегозаносов, в отличие от участков без них, где наблюдаются интенсивные накопления снега. Работа подчеркивает необходимость пересмотра конструктивных решений при установке барьеров безопасности, а также обновления карт районирования Казахстана по условиям снегозаносимости с учётом климатических особенностей. Предложены практические рекомендации для повышения безопасности и надежности эксплуатации автомобильных дорог в зимний период.

Ключевые слова: автомобильная дорога, механика снега, снегопринос, снегозанос, метрологические условия, роза ветров, снегоочистка.

Поступила:
12 июля 2024
Рецензирование:
16 августа 2024
Принята в печать:
29 августа 2025

Жамигазина Ж.А.	Информация об авторах: Магистр, старший преподаватель Восточно-Казахстанского технического университета имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-7616-1630 . E-mail: zhuldyz_kudabaeva@mail.ru
Ерембаев О.М.	Директор филиала АО «КаздорНИИ», г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-0135-242X . E-mail: erembaevomirzak@mail.ru
Бахыт Н.Е.	Магистрант образовательной программы 7М07314 – «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-1734-2102 . E-mail: bak.nur.0073@mail.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыш

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.3-2024-06>

ӘОЖ: 625.768.5:65.012.12

FTAMP: 68.75.00: 68.75.35

Қауіпсіздік кедергілерінің қардың пайда болуына әсері туралы

*¹Жамигазина Ж.А., ¹Ерембаев О.М., ¹Бахыт Н.Е.

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан Республикасы

²"ҚазжолғЗИ" АҚ филиалы, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

³Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ., Қазақстан

*Автор-корреспондент email: zhuldyz_kudabaeva@mail.ru

Түйіндеме

Бұл мақалада Қазақстан автомобиль жолдарының, әсіресе, металл қауіпсіздік кедергілерімен жабдықталған участекелердегі қарға төзімділік мәселесі қарастырылады. Жол қауіпсіздігін жақсарту үшін орнатылған бұл кедергілер көлік құралдарының жолдан тыс шығуын болдырмауда маңызды рөл атқарады. Алайда, қыста олар қар массаларының табиги қозғалысына үлкен кедергі болып, қардың жиналу аймақтарын құрып, қардың пайда болуына әкеледі. Мәселе әсіресе таулы және өрекшелік рельефі бар жерлерде өткір көрінеді, онда қар көшкіні мен біркелкі емес рельеф есебінен қосымша жиналады. Зерттеу 2010 және 2021 жылдары "Алматы-Өскемен"автомобиль жолының участекесінде жиналған деректерді талдауды қамтиды. Қар жамылғысының биіктігін өлшеу 1 метр қадаммен жер төсемінің көлденең профильдері бойынша жүргізілді. Жұмыс қардың сипаттамаларына (тығыздық, кеуектілік, ылғалдылық) әсер ететін ауа температурасы мен салыстырмалы ылғалдылықты қоса алғанда, аймақтар арасындағы Климаттық айырмашылықтарды қарастырды. Қорғаныш орман екпелері қардың қарқынды жиналуы байқалатын оларсыз жерлерге қарағанда қардың көлемін тиімді азайтатыны көрсетілген. Жұмыс қауіпсіздік кедергілерін орнату кезінде сындарлы шешімдерді қайта қаруа, сондай-ақ климаттық ерекшеліктерді ескере отырып, Қарға төзімділік жағдайлары бойынша Қазақстанның аудандастыру карталарын жаңарту қажеттігін атап көрсетеді. Қыс мезгілінде автомобиль жолдарын пайдалану қауіпсіздігі мен сенімділігін арттыру үшін практикалық ұсыныстар ұсынылды.

Түйін сөздер: тас жол, қар механикасы, қар үйіндісі, қар үйіндісі, метрологиялық жағдайлар, жел көтерілісі, қар тазалау.

Авторлар туралы ақпарат:

Техника ғылымдарының магистрі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университетінің аға оқытушысы, Өскемен қ., Қазақстан Республикасы, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-7616-1630>. E-mail: zhuldyz_kudabaeva@mail.ru

"ҚазжолғЗИ" АҚ филиалының директоры, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-0135-242X>. E-mail: erembaevomirzak@mail.ru

Л. Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты «Көлік құрылышы және құрылыш материалдарын өндір» кафедрасы 7M07314 – «Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылышы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-1734-2102>. E-mail: bak.nur.0073@mail.ru

Мақала келді:
12 шілде 2024
Саралтамадан өтті:
16 тамыз 2024
Қабылданды:
29 тамыз 2024

On the impact of safety barriers on the formation of snow drifts

*¹Zhamigazina Zh.A., ¹Erembaev O.M., ¹Bahyt N.E.

¹D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan

² The branch of KazdorNII JSC, Almaty, Republic of Kazakhstan

³Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan

*Corresponding author email: zhuldyz_kudabaeva@mail.ru

Abstract

Received:
12 July 2024
Peer-reviewed:
16 August 2024
Accepted:
29 August 2024

This article examines the problem of snow-bearing capacity of highways in Kazakhstan, especially in areas equipped with metal safety barriers. These barriers, installed to improve road safety, play an important role in preventing vehicles from leaving the roadway. However, in winter, they become a serious obstacle to the natural movement of snow masses, creating snow accumulation zones and leading to the formation of snow drifts. The problem is particularly acute in areas with mountainous and rugged terrain, where snow additionally accumulates due to avalanches and uneven terrain. The study includes an analysis of data collected in 2010 and 2021 on the section of the Almaty–Ust-Kamenogorsk highway. Measurements of the height of the snow cover were carried out along the transverse profiles of the roadbed in increments of 1 meter. The work took into account climatic differences between regions, including air temperature and relative humidity, which affect the characteristics of snow (density, porosity, humidity). It has been shown that protective forest plantations effectively reduce the volume of snow deposits, unlike areas without them, where intensive snow accumulations are observed. The work highlights the need to review constructive solutions when installing safety barriers, as well as updating maps of Kazakhstan's zoning according to snow conditions, taking into account climatic features. Practical recommendations for improving the safety and reliability of road operation in winter are proposed.

Keywords: automobile road, snow mechanics, snow removal, snow removal, metrological conditions, wind rose, snow removal.

Zhamigazina Zh.A.	Information about authors: Master of technical sciences, senior lecturer of D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-7616-1630 . E-mail: zhuldyz_kudabaeva@mail.ru
Erembaev O.M.	Director of the branch of KazdorNII JSC, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-0135-242X . E-mail: erembaevomirzak@mail.ru
Bahyt N.E.	Master's student of the educational program 7M07314 – "Construction of highways and airfields", Department of "Transport Construction and production of building materials", KAZADI named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-1734-2102 . E-mail: bak.nur.0073@mail.ru

Введение

Развитие транспортной инфраструктуры Казахстана за последние десятилетия сопровождается активным строительством и модернизацией автомобильных дорог, которые входят в международные транзитные коридоры. Для повышения уровня безопасности движения на этих дорогах стали массово применяться криволинейные металлические барьеры безопасности. Эти конструкции предназначены для предотвращения выезда транспортных средств за пределы проезжей части, а также для смягчения последствий дорожно-транспортных происшествий. Однако с эксплуатационной точки зрения такие барьеры имеют и отрицательные стороны. Проблема снегозадержания, связанная с установкой металлических барьеров, является одной из ключевых эксплуатационных проблем зимнего содержания дорог. В зимний период, особенно в условиях обильных снегопадов, ветрового переноса снега и лавинообразования (в горных районах), снежные массы начинают накапливаться вдоль барьеров. Это связано с тем, что просвет между дорожным полотном и нижней частью барьера практически отсутствует ($h_n \approx 0$), что препятствует свободному переносу снега через полосу отвода дороги. В результате, при сильных снегопадах или метелях, дорожное полотно оказывается частично или полностью занесённым снегом, что значительно затрудняет движение транспортных средств и приводит к увеличению числа дорожно-транспортных происшествий. Особенно остро данная проблема проявляется на участках дорог, проходящих через горные районы и пересечённую местность, где сложный рельеф местности и климатические условия способствуют образованию лавин и снежных карманов. Скопление снежных масс у барьеров создает преграды для движения, затрудняет работу снегоочистительной техники и приводит к необходимости частых и трудоемких очистительных мероприятий.

Кроме того, снег представляет собой сложную многокомпонентную систему, состоящую из ледяных кристаллов и воздуха, с характеристиками, зависящими от температуры, влажности воздуха, ветровой активности и плотности снега. Эти параметры существенно различаются в различных регионах Казахстана. Например, в южных районах (Шымкент) при отрицательных температурах воздуха относительная влажность может достигать 89%, в то время как в северных регионах (Усть-Каменогорск, Петропавловск) влажность может быть значительно ниже. Эти различия оказывают влияние на формирование снежного покрова и степень его плотности и пористости, что в свою очередь отражается на интенсивности и объёме снегозаносов на дорогах.

Целью данного исследования является анализ снегозадержания на международных транзитных коридорах Казахстана, выявление влияния конструктивных особенностей барьеров безопасности на образование снегозаносов, а также оценка влияния климатических условий на характеристики снега.

Также в работе рассматривается возможность использования данных исследований для обновления схем районирования территории страны по условиям снегозаносимости автомобильных дорог. Задачи исследования включают:

- Изучение структуры и физических характеристик снега (плотность, пористость, влажность).
- Анализ влияния климатических факторов (температура воздуха, влажность, направление ветров) на снегозаносимость.
- Оценку степени снегозадержания, создаваемого металлическими барьерами безопасности.
- Сравнение участков дорог с различными условиями окружающей среды (лесопосадки, открытая степь).
- Разработка практических рекомендаций по районированию территории страны и эффективной организации борьбы со снегозаносами.

Таким образом, данное исследование направлено на повышение безопасности и надежности эксплуатации автомобильных дорог Казахстана в зимний период за счёт более

полного понимания механизма формирования снегозаносов и учёта климатических и конструктивных особенностей дорожной инфраструктуры.

Методы

Для проведения исследования снегозадержания и снегозаносимости на автомобильных дорогах Казахстана использовались полевые наблюдения, аналитический анализ данных и оценка климатических условий.

1. Полевые исследования

Полевые работы проводились в зимние периоды 2010 и 2021 годов на участке автомобильной дороги «Алматы–Усть-Каменогорск». Исследовались два типа участков:

- участки с лесопосадками в полосе отвода дороги;

- участки, проходящие по открытой степной местности. Измерения высоты снежного покрова выполнялись по поперечным профилям земляного полотна с шагом 1 метр. Высота снега фиксировалась от поверхности дороги до верхней границы снежного покрова. Это позволило определить распределение снежной массы на каждом профиле и рассчитать объем снежных заносов на единицу длины дороги.

2. Изучение физических свойств снега

Для оценки характеристик снежного покрова использовались данные о плотности и пористости различных видов снега. Плотность определялась по результатам измерений или справочным данным, а пористость — на основе соотношения объема воздуха и общего объема снежной массы. Различались свежевыпавший рыхлый снег, снег, уплотненный ветром, слежавшийся снег, а также мокрый и фирнизованный снег. Эти характеристики позволяют понять, как снег взаимодействует с ветром и препятствиями, например, с барьерами безопасности.

3. Гидродинамический анализ

Для оценки фильтрации воды через снежный покров использовались известные методы анализа водопроницаемости пористых сред. Рассматривались параметры, такие как коэффициент фильтрации, градиент напора и площадь фильтрации. Эти данные помогают понять, как вода просачивается через снег при таянии.

4. Термодинамический анализ

Для расчета теплоемкости льда применялись эмпирические данные о зависимости теплоемкости от температуры. Это необходимо для оценки тепловых процессов, происходящих в снежной массе при изменении температуры воздуха.

5. Статистическая обработка данных

Данные, собранные в полевых условиях, были обработаны с использованием методов статистического анализа. Построены зависимости между высотой снежного покрова и объемом снежной массы на участках с разными условиями (лесопосадки и открытая местность). Также проведено сравнение данных по участкам для выявления закономерностей и различий.

6. Климатический анализ.

Для учета климатических условий использовались метеорологические данные по различным регионам Казахстана. Рассматривались такие параметры, как температура воздуха, относительная влажность, направление и скорость ветра. Особое внимание уделялось различиям влажности воздуха при одинаковой температуре, так как это влияет на свойства снега и образование снегозаносов.

Результаты

С 2000 года на международных транзитных коридорах Казахстана с целью повышения безопасности движения устанавливают криволинейные металлические барьеры. Это, действительно, повышает безопасность движения на скоростных дорогах. С другой точки зрения, в снежные периоды года данный барьер сам является источником снегозадержания (рис. 1), т.к. его просветность от поверхности дороги (h_u) практически равняется нулю, высота выпавшего снега полностью закрывает его просветность от поверхности покрытия до нижней части барьера (h_u+h_b). Такие барьеры особенно опасны на дорогах, расположенные на горных или на пересеченных местностях. За счет этих барьеров технология снегоочистки значительно усложняется.

Отложения снега на проезжей части формируются в результате снегопадов, снегоприноса ветром, а в горных районах дополнительно вследствие лавин [5]. Снегопад характерен относительно спокойным, безветренным выпадением снега. На проезжей части возникают более или менее равномерные рыхлые отложения. Интенсивный снегопад может за короткий срок создать большое количество снегоотложений, затрудняющие или полностью приостанавливающие движение автомобилей.

Наибольший интерес при анализе снегопада представляют такие характеристики, как максимальная за зиму высота отложения снега, интенсивность, продолжительность снегопадов и максимальный прирост высоты снегового покрова.



Рисунок 1. Барьеры безопасности, установленные на международных транзитных коридорах Казахстана а – высота снегозаноса на нижней части барьера безопасности; б – высота снега, задержанного барьером безопасности [материал автора]

Снег представляет собой пористую массу, состоящую из относительно прочных, но слабо связанных между собой кристаллов и зерен, между которыми содержится воздух. Отношение объема воздуха, заключенного в образце снега, к общему объему этого образца называется пористостью снега π .

Для сухого снега

$$\pi = 1 - \frac{p_{ch}}{p_l} \quad (1)$$

где p_{ch} — плотность снега; $p_l = 917 \text{ кг/м}^3$ — плотность кристаллов льда. Во влажном снеге поры между кристаллами льда частично заполнены водой. Отношение объема воздуха, заключенного в снеге, к общему объему, или воздушная пористость влажного снега, составляет [14-16]:

$$N_{\text{созо}} = 1 - \frac{p'}{p_l} \cdot (1 - 0,083 \cdot W) \quad (2)$$

где p' – плотность влажного снега (суммарная масса кристаллов льда и воды в единице объема); W – влажность снега, определяемая как отношение массы воды к общей массе снега, включая массу кристаллов льда и воды.

Средние значения плотности и пористости различных видов снега представлены в таблице 1.

Таблица 1. Плотность и пористость снега

Вид снега	Плотность p , кг/м ³	Пористость n
<i>Свежий снег</i>		
рыхлый, пушистый	10-30	0,99-0,97
порошкообразный	30-60	0,97-0,93
слабо уплотненный ветром	60-100	0,93-0,89
сильно уплотненный ветром	100-300	0,89-0,67
<i>Следжавшийся снег</i>		
снег-плывун	200-300	0,78-0,67
сухой осевший	200-400	0,78-0,56
мокрый осевший	400-550	0,70-0,50
сухой фирмизированный	400-700	0,56-0,24
	600-800	0,50-0,20

Количество воды Q_b , фильтрующейся через снег в единицу времени, определяется уравнением Дарси, применяемым для описания фильтрации воды в грунтовых и пористых средах [4]:

$$Q_b = K_\phi \cdot I \cdot w \quad (3)$$

где K_ϕ – коэффициент фильтрации; $I_w = (h_1 - m \cdot h_2) / L_\phi$ – градиент напора; $(h_1 - h_2)$ – падение напора или разность давлений по длине пути фильтрации L_ϕ , w – площадь поперечного сечения фильтрующего потока.

Удельная теплоемкость льда при понижении температуры уменьшается и выражается эмпирической формулой [6]:

$$C_l = 21174 - 7,8 \cdot Q \text{ Дж/кг} \cdot K$$

где Q – температура льда, °C.

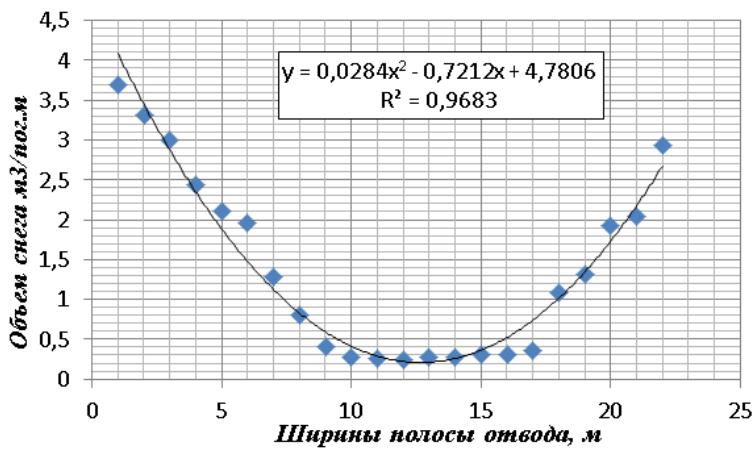
В 2010 и 2021 годах исследователями АО «КаздорНИИ» и КазАДИ им. Л.Б. Гончарова проведены исследования по определению объема снегозаносимости участков автомобильных дорог «Алматы–Усть-Каменогорск» (рис. 2). Процесс определения объема снегозаносимости осуществлялись в полосе отвода земляного полотна. Измерение высоты снега проводились по поперечному профилю земляного полотна. При этом высота снежного вала по поперечному профилю земляного полотна измерялась с шагом 1 м.

По результатам полевых данных установлена корреляционная зависимость между объемом снегозаноса (по погонным метрам) и высотой снега на поверхности земляного полотна по 25 поперечным замерам (рис. 3) первого участка и аналогично по 20 замерам по другом участкам.



Рисунок 2. Поперечный разрез земляного полотна, покрытого снежным заносом (с лесопосадками в границе полосы отвода) [материал автора]

a)



б)

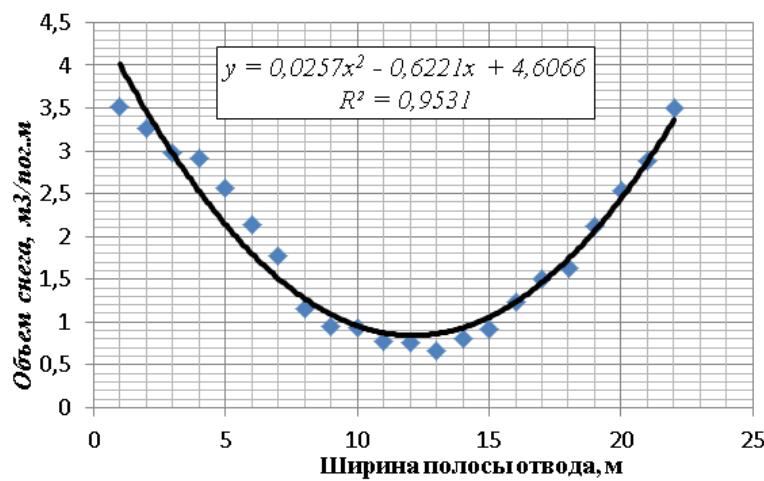


Рисунок 3. Объем снегозаноса по ширине полосы отвода:

а – участок дороги с лесопосадками; б – участки проходят по степи [материал автора]

Обсуждение

Результаты проведенного исследования подтверждают наличие значительного влияния конструктивных особенностей дорожной инфраструктуры, климатических и географических факторов на процессы снегозадержания и образование снежных заносов на автомобильных дорогах Казахстана.

1. Влияние барьеров безопасности на снегозадержание

Анализ показал, что металлические барьеры безопасности, установленные на транзитных коридорах страны, выполняют не только свою основную функцию (обеспечение безопасности движения), но и становятся препятствием для свободного перемещения снежных масс при снегопадах и метелях.

- Из-за отсутствия просвета между нижней частью барьера и дорожным покрытием снег начинает скапливаться у барьеров, образуя заносы, которые могут полностью перекрывать проезжую часть.

- Проблема особенно актуальна для участков с горным или пересечённым рельефом, где снежные массы дополнительно формируются за счет лавин и неравномерного рельефа местности.

2. Роль защитных лесопосадок

Сравнение участков дороги с лесопосадками и открытых степных участков показало, что защитные насаждения существенно снижают объём снегозаносов.

- Лесополосы уменьшают скорость ветра, способствуют оседанию снега на обочинах и в полосе отвода, предотвращая его попадание на проезжую часть.

- На участках с лесопосадками отмечается меньшая интенсивность образования снежных заносов при одинаковой высоте снежного покрова, что делает такие участки менее подверженными блокировке движения.

3. Региональные различия в характеристиках снега

Результаты климатического анализа подтвердили, что характеристики снега в различных регионах Казахстана значительно различаются в зависимости от температуры воздуха и относительной влажности.

- В южных регионах (например, Шымкент) при относительно высокой влажности формируется более плотный и тяжёлый снег, который сложнее удалять с дороги.

- В северных и восточных регионах (Усть-Каменогорск, Петропавловск) снег отличается большей рыхлостью и меньшей плотностью, но при сильных ветрах может образовывать высокие заносы.

- Эти различия подтверждают необходимость учёта региональных климатических особенностей при проектировании и эксплуатации дорожной инфраструктуры.

4. Значение результатов для организации снегоочистки

Полученные данные позволяют заключить, что:

- использование металлических барьеров безопасности без достаточного просвета значительно затрудняет процесс снегоочистки;

- на участках с лесопосадками наблюдается более равномерное распределение снега и меньшие объёмы заносов, что облегчает очистку дорог;

- знание плотности и пористости снега позволяет прогнозировать объёмы снегозаносов и выбирать оптимальную стратегию борьбы с ними.

5. Необходимость климатического районирования

Обсуждение данных подчёркивает важность обновления существующих карт климатического районирования территории Казахстана по условиям снегозаносимости.

- Учёт не только температуры, но и влажности воздуха, направления и силы ветра позволит более точно прогнозировать объёмы снегозаносов в разных регионах.

- Обновлённое районирование поможет более эффективно планировать меры по предотвращению и ликвидации снежных заносов, включая оптимальное размещение защит-

ных лесополос, использование барьеров безопасности с просветом и разработку эффективных схем зимнего содержания дорог.

6. Практические рекомендации

На основе анализа результатов можно рекомендовать:

- учитывать региональные климатические особенности при проектировании и строительстве дорожной инфраструктуры;
- при установке барьеров безопасности предусматривать конструктивные решения, которые обеспечат просвет между нижней частью барьера и поверхностью дороги для минимизации снегозадержания;
- использовать защитные лесополосы в районах с высокой снегозаносимостью для снижения интенсивности снежных заносов;
- разрабатывать обновлённые карты районирования с учётом влажности воздуха и других климатических параметров, что позволит более точно определять зоны с разной степенью снегозаносимости.

Выводы

Зависимость продолжительности зимнего периода от природно-климатических факторов привело к возновлению исследований по установлению ранее существующего (1970-80 гг.) карты по районированию территории страны по условиям снегозаносимости автомобильных дорог под руководством А.А. Кунгурцева. В данной карте влияния природно-климатических условий в районе прохождения трасс по регионам.

Другой вариант районирования территории Казахстана по условиям снегоборьбы был предложен А.А. Кунгурцевым и его учениками О.Г. Витковским, Д.В. Ивановым [4], А.К. Киялбаевым [7,8] и др. районирование производилось в зависимости от объемов снегоотложений со стороны господствующих ветров при нормальном их направлении к оси дороги с краткой характеристикой районов в отношении рельефа и природных зон.

Резюме. В нашем случае целесообразней было бы климатическое районирование осуществить с учетом влажности воздуха, т.к. при одинаковой температуре воздуха в различных климатических зонах относительная влажность может колебаться в значительных пределах. Например, по метеорологическим данным при температуре воздуха -5°C в Шымкенте относительная влажность достигает до 89 %, тогда как в Усть-Каменогорске этот показатель составляет 62-67 %, Петропавловске – 56-60 %, в Алматы – до 86 % и т.п..

Неоднородность распространения и формирования снежно-ледяных образований, как в пространстве, так и во времени, связано не только с вышеперечисленными особенностями, но и с конкретными дорожными условиями: типом дорожного покрытия, уклоном местности, поперечным профилем земляного полотна и расположения лесопосадков по ширине полосы отвода дороги.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Жамигазина Ж.А., Ерембаев О.М., Бахыт Н.Е. О влиянии барьеров безопасности на образование снежных заносов // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy.2024; 3 (7):47-57. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.3-2024-06>

Cite this article as: Zhamigazina Zh.A., Erembaev O.M., Bahyt N.E. O vliyanii bar'erov bezopasnosti na obrazovanie snezhnyh zanosov [On the impact of safety barriers on the formation of snow drifts]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2024;3 (7): 47-57. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-02>

Литература

- [1] Метрологический справочник по климатическим условиям Казахстана. Ежегодник. Алматы: Гидрометеоиздат. 2016, 356.

- [2] Грей Д.М., Мейл Д.Х. Снег. Справочник. Пер. с англ. Иоффе Д.Я., Ушаков А.И. Л.: Гидрометеоиздат. 1986, 751.
- [3] Kiyalbaev A., Riyalbay S., Tolkynbaev T., Tleulenova G. Theoretical model for Anchoring a Particle of Preheated sand into an ice Formation. Japan: International Journal of GEOMATE, 2022, Vol. 23, Issue 96, pp. 112-120.
- [4] New friction measuring device – for driving winter. Nordic road and transport research. 2000, №2. С. 11–12.

References

- [1] Metrologicheskiy spravochnik po klimaticheskim usloviyam Kazakhstana. Ezhegodnik [Metrological handbook on climate conditions of Kazakhstan. Yearbook]. Almaty: Hydrometeoizdat; 2016. 356 p. (in Russ.).
- [2] Grey D.M., Meil D.H. Sneg. Spravochnik [Snow. Handbook]. Transl. from Eng. by Ioffe D.Ya., Ushakov A.I. Leningrad: Hydrometeoizdat; 1986. 751 p. (in Russ.).
- [3] Kiyalbaev A., Riyalbay S., Tolkynbaev T., Tleulenova G. Theoretical model for anchoring a particle of preheated sand into an ice formation. International Journal of GEOMATE 2022; 23(96):112-120.
- [4] New friction measuring device – for driving winter. Nordic road and transport research 2000; 2:11-12.