



Снегозадерживающие лесные насаждения в мировой практике



Дарья МИШИНА

Дарья Юрьевна Мишина

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия.

✉ daria.korneeva@list.ru

АННОТАЦИЯ

В зимний период одной из основных задач содержания автомобильных дорог в странах со снежным покровом является борьба со снежными отложениями на проезжей части. С целью защиты автомобильных дорог от снега в мировой практике прибегают к посадке снегозадерживающих лесных насаждений. Они экологичны, долговечны и обладают большой снегозадерживающей способностью. Однако, есть ряд ограничений в их использовании.

Приведён анализ конструкций и схем посадки отечественных и зарубежных снегозадерживающих лесных насаждений, применяемых на автомобильных дорогах, рассмотрены особенности, преимущества и недостатки лесных насаждений в разных странах. В качестве зарубежного опыта рассмотрены японские и американские конструкции. Определено влияние состояния деревьев на эффективность их работы. Как следствие, подтверждена необходимость мониторинга и надлежащего ухода за существующими лесопосадками на протяжении их жизненного цикла на примере обследований лесных насаждений в Казахстане и в Волгоградской области Российской Федерации.

Ключевые слова: транспорт, снегозадерживающие лесные насаждения, снегозащита, снегопринос, снегоборьба, зимнее содержание автомобильных дорог.

Автором приведены перспективные направления по совершенствованию конструкций и схем посадки снегозадерживающих лесополос, а именно комплексный подход к проектированию данных средств защиты не только от снега, но и от загрязняющих веществ. К таким решениям относится конструкция защитных лесополос с применением только высокорослых кустарников, обеспечивающая наилучшее продувание придорожных территорий и рассеивание контаминантов. Другим решением является включение в состав лесопосадок дополнительно таких растений, как ива и кукуруза. Кроме этого, в связи с глобальными изменениями климата определена важная для современной науки задача обновления действующих норм проектирования лесополос в актуальных на сегодняшний день метеорологических условиях.

Даны рекомендации по применению математического моделирования при помощи компьютерных программ при разработке новых конфигураций лесных посадок и оценке эффективности их работы, а также по внедрению современных технологий, таких как видеокамеры и дроны, при натурных испытаниях.

Для цитирования: Мишина Д. Ю. Снегозадерживающие лесные насаждения в мировой практике // Мир транспорта. 2021. Т. 19. № 2 (93). С. 94–99. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-2-13>.

**Полный текст статьи на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.
 The full text of the article in English is published in the second part of the issue.**

ВВЕДЕНИЕ

В целях обеспечения безопасного и бесперебойного движения на автомобильных дорогах в зимний период во многих странах с холодным климатом борются со снежными заносами на проезжей части. В России снежная стихия преимущественно характерна для районов очень трудной и особенно трудной снегоборьбы согласно районированию территории нашей страны [1; 2]. Среди зарубежных стран с аналогичной проблемой снежных заносов на автомобильных дорогах можно выделить Казахстан, Канаду, Скандинавские страны, США, Японию и другие.

За более чем вековую историю использования снегозадерживающие лесные насаждения зарекомендовали себя как наиболее эффективное средство защиты от снежных заносов. На основании количественной оценки параметров метелевой деятельности и степени снегозаносимости автомобильных дорог выполняют проектирование лесных полос. В каждой стране есть свои особенности выбора схемы установки и ассортимента лесных насаждений.

Важно отметить, что именно на этапе проектирования нового строительства или реконструкции автомобильных дорог необходимо закладывать посадку снегозадерживающих лесных насаждений. На этапе эксплуатации уже построенных и существующих автомобильных дорог возможно лишь проведение мониторинга и незначительной корректировки принятых проектных решений.

Целью исследования являлось выявление перспективных направлений по усовершенствованию конструкций и схем посадки снегозадерживающих лесополос с учётом комплексного подхода к их проектированию в целях защиты не только от снега, но и от загрязняющих веществ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Широкое применение лесных насаждений обусловлено их значительной снегозадерживающей способностью, они экологичны и имеют неограниченный срок службы. Тем не менее, наряду с существенными преимуществами есть ряд ограничений в их применении. К таковым относятся неблагоприятные почвенно-геологические условия, пролегание дороги близ сельскохозяйственных угодий, значительный землеотвод под их посадку (который составляет согласно рекомендациям

ОДМ 218.5.001-2008¹ и ОДМ 218.2.045-2014² от 15 до 100 м плюс ширина самого насаждения от бровки земляного полотна до лесных насаждений в зависимости от объёмов снегоприноса). Нормативные значения приняты на основании научных трудов [1–3], выполненных во второй половине XX века. Кроме того, на период роста молодых саженцев до зрелого растения при новом строительстве или реконструкции автомобильных дорог необходимо предусматривать дополнительные меры защиты от снега.

Отечественный опыт применения лесных насаждений

Нормативные схемы посадки лесных полос, правила усиления существующих лесных насаждений, ассортимент и требования к посадочному материалу представлены в национальных рекомендациях ОДМ 218.2.045-2014. В основе назначения схем лесных насаждений лежит объём снегоприноса к автомобильной дороге.

Немаловажным фактором эффективной работы лесных полос является мониторинг и уход в период их эксплуатации. Молодые саженцы под влиянием негативных факторов могут не достичь требуемых размеров или подвергнуться высушиванию и гниению, у кустарников может отсутствовать опушка. А достигнув зрелого возраста, деревья становятся изреженными и повреждёнными в процессе жизненного цикла. Увеличивают густоту деревьев и кустарников путём вырубок сучьев или наращивания числа рядов деревьев [3]. Согласно ОДМ 218.011-98³, работы по усилению существующих снегозащитных насаждений представляют собой обработку почвы с учётом региональных агротехнических требований, саму посадку (посев) растений, дополнение культур и агротехнический уход за насаждениями.

Например, по данным [4], в Волгоградской области в 2019 году были выполнены полевые исследования состояния придорожных лесных насаждений вдоль автомобильных дорог Р-22

¹ ОДМ 218.5.001-2008. Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега.

² ОДМ 218.2.045-2014. Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог.

³ ОДМ 218.011-98. Автомобильные дороги общего пользования. Методические рекомендации по озеленению автомобильных дорог.



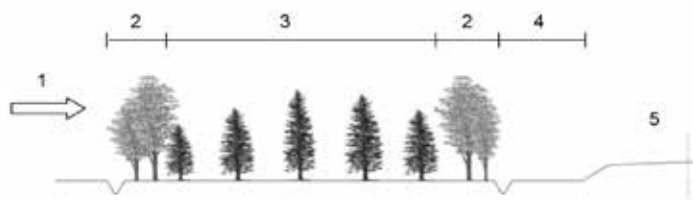


Рис. 1. Типовая схема лесных насаждений в Японии: 1 – направление господствующего ветра зимой, 2 – быстрорастущие широколиственные деревья, 3 – вечнозелёные деревья, 4 – территория для снежных отложений, 5 – автомобильная дорога [5, с. 37].

«Каспий» (Москва–Астрахань) и Р-228 (Волгоград–Сызрань), что позволило установить их неудовлетворительное состояние, приостановку в росте, деградацию и сухие вершины деревьев на обоих участках дорог.

В таких случаях лесные посадки подлежат незамедлительной лесовозобновительной рубке для обеспечения их обновления и порослевой генерации. Поскольку лесные полосы, как правило, расположены в полосе отвода автомобильной дороги, то и ответственность за выполнение данных работ возлагается на эксплуатирующие службы, которые, в свою очередь, не всегда имеют в своем штате компетентных специалистов в данной сфере. Как результат, лесные насаждения не способны в полной мере функционировать в качестве снегозадерживающих устройств.

Зарубежный опыт применения лесных насаждений

Во многих зарубежных странах с холодным и снежным климатом в качестве защиты от снежных заносов на автомобильных дорогах тоже используют снегозадерживающие лесопосадки. Правила их применения в каждой стране продиктованы метеорологическими и гидрогеологическими условиями, а также особенностями рельефа местности и характеристиками прилегающей территории.

В целях снегоборьбы в Японии, например, очень активно применяют снегозадерживаю-

щие лесные полосы. По состоянию на 2009 год только на автомобильных дорогах острова Хоккайдо их протяжённость составила около 80 км [5]. Стандартная ширина лесонасаждений составляет 10, 20 или 30 м [5; 6] (рис. 1). Основываясь на трудах отечественных специалистов [1; 2], можно полагать, что такие небольшие расстояния возможны при небольших объёмах снегоприноса, поскольку в таких случаях снегоборная способность лесных полос невелика, возможен выход снежного шлейфа на проезжую часть автомобильной дороги.

В настоящее время японские ученые продолжают исследования эффективности снегозадерживающих лесных насаждений в зависимости от состава и состояния растений в ходе эксплуатации, схем установки. Так в работе [5] были выполнены обследование увядания деревьев, оценка влияния направления ветров, недостатка солнечного света на рост растений и, как следствие, оценка снегозадерживающей способности лесополосы в таких условиях,

В северных штатах США также широко распространены снегозадерживающие лесопосадки. Согласно отчёту американского учёного Р. Д. Таблера [7], в зависимости от объёма снегоприноса минимальная высота растений варьируется от 1,2 до 2,8 м, а расстояние между бровкой земляного полотна и лесными насаждениями – от 30 до 90 м. На



Рис. 2. Временная схема усиления посадки молодых деревьев кустарниками [7, с. 234].

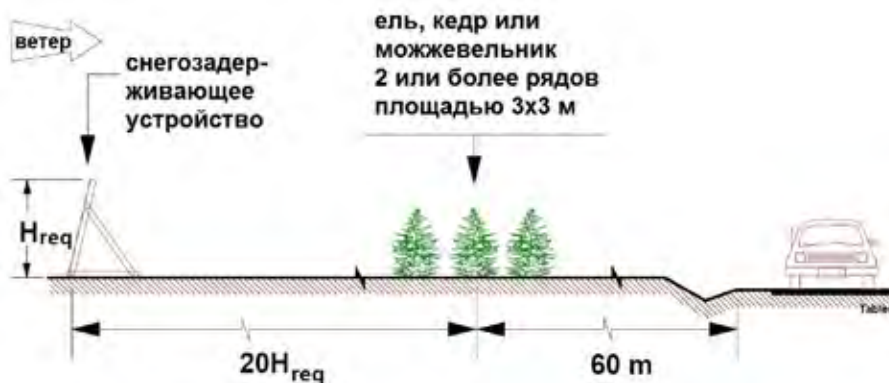


Рис. 3. Временная схема усиления посадки молодых деревьев снегозадерживающими устройствами [7, с. 233].

период роста молодых саженцев автор рекомендует посадку дополнительных рядов кустарника (рис. 2) или установку снегозадерживающих устройств (рис. 3).

Р. Д. Таблером [7] также предложена посадка кустарников в шахматном порядке на протяжённых откосах в границах полосы отвода с целью смягчения метелевой деятельности в зоне насыпей (рис. 4). Его последователями [8; 9] данное решение было распространено для участков с крутыми откосами (1:1,5) таких, как подходы к мостовым сооружениям. Предложенная для уменьшения количества снежных заносов конфигурация деревьев и кустарников состоит из ряда растительности у основания земляного полотна, за которым следуют один или несколько рядов на откосе насыпи (рис. 5). Количество рядов зависит от геометрии насыпи. Очевидно, что применять данную схему необходимо с осторожностью и учитывать при этом обеспечение условия видимости.

В Республике Казахстан вопрос борьбы со снежными заносами стоит крайне остро. Климатические условия и особенности территории страны обуславливают большие объёмы приносимого к дорогам снега в зим-

ний период (в степной зоне Северного Казахстана к дорогам приносит от 300 до 600 м³/м снега, а на некоторых участках даже до 800–1200 м³/м). Придорожные лесные полосы защищают от снежных заносов автомобильные (59,7 тыс. га) и железные (66,8 тыс. га) дороги. Нормы и правила посадки снегозадерживающих лесных насаждений аналогичны российским. Существующие лесополосы защищают 30 % всех дорог. Однако, по данным исследования [10], в последние годы работы по созданию защитных лесополос практически не ведутся, а существующие насаждения из-за недостаточного ухода, самовольных вырубок населением требуют реконструкции и восстановления. Это обстоятельство в свою очередь подтверждает необходимость надлежащего содержания растений для обеспечения их эффективной работы.

Перспективные направления совершенствования лесных насаждений

Лесопосадки помимо задержания снега в период метелевой деятельности могут влиять на степень концентрации вредных веществ. При комплексном подходе при проек-

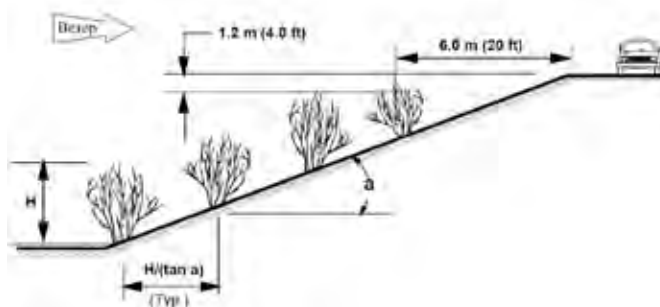


Рис. 4. Схема посадки кустарников на протяжённых откосах насыпей [7, с. 235].



Рис. 5. Схема лесопосадки на подходе к мостовым сооружениям [8].

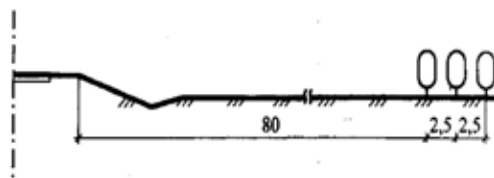


Рис. 6. Конструкция снегозащитной лесной полосы с учётом рассеивания загрязняющих веществ [12].

тировании лесные насаждения способны обеспечивать одновременно снегонезаносимость автомобильной трассы, уменьшение концентрации отработанных газов и, как следствие, улучшение экологических характеристик непосредственно над проезжей частью [11].

С целью выполнения условий снегозащиты и снижения концентрации вредных выбросов А. С. Сушковым [12] предложена конструкция защитных лесополос с применением только высокорослых кустарников (3–6 м) (рис. 6). По его мнению, такая конструкция обеспечит наилучшее продувание придорожных территорий и приведёт к рассеиванию контаминантов.

Важно отметить неоспоримый факт изменения климата в целом и необходимость обновления ныне действующей схемы районирования территории Российской Федерации по трудности снегоборьбы на автомобильных дорогах. Поэтому другой немаловажной задачей современной науки является уточнение норм проектирования лесополос на федеральном и региональном уровнях с учётом актуальных в настоящее время климатических условий и рельефа.

Среди последних зарубежных научных направлений можно выделить следующие. Американскими учёными разработана концепция посадки придорожных лесных

насаждений из быстрорастущей ивы [13–15]. Темп роста ивы в разы выше, чем ольхи, ели или сосны. Помимо снегозадержания ива может выполнять охранную функцию водных и земельных ресурсов, рекультивировать загрязнённый почвогрунт. Опыт США рассматривается для реализации в Республике Беларусь [16].

Еще одним интересным направлением исследования американских специалистов является включение в состав снегозадерживающих полос рядов кукурузы, так, например, делают в штатах Айова и Висконсин [17; 18], руководствуясь простотой и дешевизной данного метода снегоборьбы. Однако в таком случае велик риск вандализма со стороны местного населения.

Рекомендации по развитию научных исследований

При проведении научных исследований новых образцов или конфигураций лесных насаждений на первом этапе следует прибегать к математическому моделированию с помощью компьютерных программ, которое позволяет в кратчайшие сроки произвести испытания без ограничения количества образцов и времени испытания, не требует выезда «в поле». В основе таких программ лежит система уравнений Навье–Стокса, описывающая движение вязкой несжимаемой жидкости [19, с. 139–142]. Компьютерной программой, которая с достаточной степенью точности позволяет моделировать метелевый поток и снежные отложения в зоне снегозадерживающих преград, является мировой лидер Ansys Fluent. Среди отечественных разработок можно выделить FlowVision [20].

Альтернативным способом исследования является физическое моделирование в лабораторных условиях, например, в аэродинамических трубах. Натурные испытания крайне трудоёмки и затратны, тем не менее, необходимы для оценки работы новых образцов в реальных условиях эксплуатации. В век современных технологий на помощь в натурных испытаниях приходят видеокамеры, дроны и компьютерное обеспечение для осуществления воздушной и наземной фотограмметрии с последующим созданием трёхмерной модели рельефа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снегозадерживающие лесные насаждения на протяжении долгих лет демонстрируют свою эффективную работу в борьбе со снегом на автомобильных дорогах в разных странах и, как следствие, существенно сокращают финансовые затраты на зимнее содержание. При этом качество их работы зависит от грамотного проекта, реализации посадки и дальнейшего надлежащего ухода.

Вместе с тем, в условиях недостатка выделения земель под размещение снегозадерживающих полос, поиска компромисса для их использования близ сельскохозяйственных угодий и возрастания актуальности экологической проблемы сложившаяся ситуация побуждает научное сообщество к развитию и оптимизации состава, ассортимента и схем установки снегозадерживающих лесных насаждений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бялобжеский Г. В., Дюнин А. К., Денисов Б. Н. Зимнее содержание автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1966. – 224 с.
2. Бялобжеский Г. В., Дюнин А. К., Плакса Л. Н., Рудаков Л. М., Уткин Б. В. Зимнее содержание автомобильных дорог / Под ред. А. К. Дюнина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 197 с.
3. Справочная энциклопедия дорожника. II том. Ремонт и содержание автомобильных дорог / Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, док. техн. наук, проф. А. П. Васильева. – М., 2004. [Электронный ресурс]: <https://files.stroyinf.ru/Data1/51/51537/>. Доступ 24.03.2021.
4. Рулев А. С., Анопин В. Н., Рулев Г. А., Матвеева А. А. Ландшафтное планирование как инструмент управления придорожными комплексами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и профессиональное образование. – 2019. – № 2 (54). – С. 55–63. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-5
5. The Highway Snowstorm Countermeasure Manual (Abridged Edition). Snow and Ice Research Team. Civil Engineering Research Institute for Cold Region 2011. [Электронный ресурс]: https://www2.ceri.go.jp/fubuki_manual/index_e.html. Доступ 24.03.2021.
6. Yasuhiko, I. The growth of highway snowbreak woods in Hokkaido and their snow control effectiveness. 15th International Winter Road Congress 2018. Poland, Gdansk 20.02.2018–23.02.2018. [Электронный ресурс]: <https://proceedings-gdansk2018.piarc.org/en/documents/session-documents/2273.html>. Доступ 24.03.2021.
7. Tabler, R. D. Controlling blowing and drifting snow fences and road design. Final Report, 2003. [Электронный ресурс]: [Blowing-Snow-Fence_Tablet_2003.pdf. Доступ 24.03.2021.](https://sicop.transportation.org/wp-content/uploads/sites/36/2017/07/NCHRP-20-07147_Controlling-</div><div data-bbox=)

8. Petrie, J., Qi Y., Cornwell, M. [et al]. Design of Living Barriers to Reduce the Impacts of Snowdrifts on Illinois Freeways. Technical Report. November 2020. DOI: 10.36501/0197-9191/20-019.
9. Blanken, P. D. Designing a Living Snow Fence for Snow Drift Control. Arctic, Antarctic and Alpine Research, 2009, Vol. 41, No. 4, pp. 418–425. DOI: <https://doi.org/10.1657/1938-4246-41.4.418>.
10. Здорнов И. А., Капралов А. В. Очерк состояния лесных насаждений Республики Казахстан // Национальная ассоциация учёных. – 2015. – № 4-5 (9). – С. 153–157. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28878987>. Доступ 24.03.2021.
11. Канишев А. Н. Снижение негативного воздействия автомобильного транспорта за счёт оптимального расположения лесных полос // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 2 (34). – С. 71–76. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21578715>. Доступ 24.03.2021.
12. Сушков А. С. Влияние защитной лесополосы на экологическое состояние придорожной территории // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-4 (8-4). – С. 160–164. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21578715>. Доступ 24.03.2021.
13. Smith, D. J., Zamora, D., Lazarus, W. The economics of planting and producing biomass from willow (*Salix* spp.) living snow fences. Agroforestry Systems, 2016, Vol. 90(5). DOI: 10.1007/s10457-016-9935-x.
14. Ogdahl, E. Establishment and potential snow storage capacity of willow (*Salix* spp.) living snow fences in south-central Minnesota, USA, Agroforest Syst, 2016, Vol. 90, pp. 797–809. DOI 10.1007/s10457-016-9894-2.
15. Ogdahl, E., Zamora, D., Johnson, G., Wyatt, G. Comparison of woody species for use in living snow fences in the midwestern United States. Journal of Soil and Water Conservation, 2018, Vol. 73(3), pp. 321–328. DOI: 10.2489/jswc.73.3.321
16. Родькин О. И., Волк Т. Биоэнергетические плантации ивы: опыт США для Беларуси // Наука и инновации. – 2017. – № 11 (177). – С. 64–68. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32555985>. Доступ 24.03.2021.
17. Constantinescu, G., Muste, M., Basnet, K. TR-626: Optimization of Snow Drifting Mitigation and Control Methods for Iowa Conditions. Final Report, 2015. DOI: 10.13140/RG.2.2.29517.28642.
18. Highway Maintenance Manual, 2017. [Электронный ресурс]: <https://wisconsindot.gov/Documents/doing-business/local-gov/hwy-mnt/mntc-manual/chapter06/06-15-41.pdf>. Доступ 24.03.2021.
19. Самойлович Г. С. Гидроаэромеханика: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1980. – 280 с.
20. Самодурова Т. В., Гладышева О. В., Алимова Н. Ю., Бончева Е. А. Моделирование процесса отложения снега на автомагистралях в программе FlowVision // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2020. – № 2 (58). – С. 72–83. DOI 10.36622/VSTU.2020.58.2.006. ●

Информация об авторе:

Мишина Дарья Юрьевна – кандидат технических наук, доцент Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва, Россия, daria.korneeva@list.ru.

Статья поступила в редакцию 24.02.2021, актуализирована 24.03.2021, одобрена после рецензирования 26.04.2021, принята к публикации 05.05.2021.

