

Научная статья  
УДК 626.17

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Сергей Иванович Булдаков<sup>1</sup>, Ольга Александровна Михаль<sup>2</sup>,  
Денис Николаевич Чегаев<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> professorbuldakov@gmail.com

<sup>2</sup> om03022001@mail.ru

<sup>3</sup> d.chegaev@mail.ru

**Аннотация.** Откосы автомобильных дорог подвержены влиянию различных природных факторов. В результате чего откосы могут быть разрушены. Для сохранности и устойчивости существуют различные способы их укрепления.

**Ключевые слова:** укрепление откосов, вторичные материалы, экологичность, гидропосев

**Для цитирования:** Булдаков С. И., Михаль О. А., Чегаев Д. Н. Современные технологии укрепления откосов автомобильных дорог // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 236–241.

Original article

## MODERN TECHNOLOGIES FOR HIGHWAYS SLOPES STRENGTHENING

Sergey I. Buldakov<sup>1</sup>, Olga A. Mikhal<sup>2</sup>, Denis N. Chegaev<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> professorbuldakov@gmail.com

<sup>2</sup> om03022001@mail.ru

<sup>3</sup> d.chegaev@mail.ru

**Abstract.** The slopes of highways are influenced by various natural factors. As a result, the slopes can be destroyed. For safety and stability, there are various ways to strengthen them.

**Keywords:** strengthening of slopes, secondary materials, environmental friendliness, hydraulic sowing

**For citation:** Buldakov S. I., Mikhal O. A., Chegaev D. N. (2025) *Sovremennye tekhnologii ukrepleniya otkosov avtomobilnykh dorog* [Modern technologies for highways slopes strengthening]. *Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeystviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii* [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 236–241. (In Russ).

Укрепление откосов земляного полотна, а также дна и боковых стенок кюветов и канав осуществляется с целью защиты от размыва под воздействием поверхностных вод, а также для предотвращения повреждений, вызванных дождем и выдуванием почвы ветром, особенно в условиях мелкозернистых песков. Выбор конструкции зависит от типа грунта и сил воздействия природно-климатических факторов на земляное полотно, принимая во внимание технико-экономические показатели тех или иных укрепительных конструкций. Предпочтение отдается обычно таким конструкциям, которые можно устроить индустриальными способами.

Существует разнообразие методов укрепления, в том числе и с помощью бетонных плит, а также варианты разборных конструкций и использования пластиковых или деревянных решеток и георешеток. Эти способы зачастую предпочтительны для откосов у мостов и путепроводов. В отношении автомобильных дорог популярностью пользуются дерновые покрытия, которые выделяются как эффективностью, так и экономичностью, благодаря своей способности к самовосстановлению и минимальному негативному воздействию на экологию.

Дерновое покрытие земляного полотна и полосы отвода создают тремя способами (рис. 1):

- посевом семян многолетних трав;
- гидропосевом;
- одерновкой с использованием рулонных газонов [1].

При первом методе на откос укладывают растительный грунт слоем 10...15 см, после чего осуществляют посев трав. Смесь семян многолетних трав, таких, тимopheевка луговая, костер безосный, люцерна, высевают с использованием агрегата АДТС-2, который перемещается по откосам с помощью драглайна или тракторного крана. Для обеспечения необходимого контакта семян с увлажненными слоями почвы и защиты от птиц, их следует заделывать в землю. Заделка осуществляется вручную с помощью

граблей с частыми зубцами. В некоторых случаях, когда в почве наблюдается недостаток влаги, допустимо проводить полив. Полив следует производить незначительными порциями, чтобы избежать накопления луж или ручейков на склонах.



Рис. 1. Схема способов укрепления откосов дерновым покрытием

Посев многолетних трав используется для укрепления откосов неподтопляемого земляного полотна, сложенного из нескальных грунтов. Крутизна откосов не более 1:1,5.

При посеве трав на захватках выполняются следующие операции (рис. 2):

1-я захватка:

- выгрузка растительного грунта на откос автосамосвалом;
- передвижка растительного грунта на откос автогрейдером;
- разравнивание грунта на откосе экскаватором-драглайном.

2-я захватка:

- посев семян с одновременным внесением удобрений агрегатом АДТС-2 на экскаваторе;
- орошение засеянных участков водой из поливочно-моечной машины.

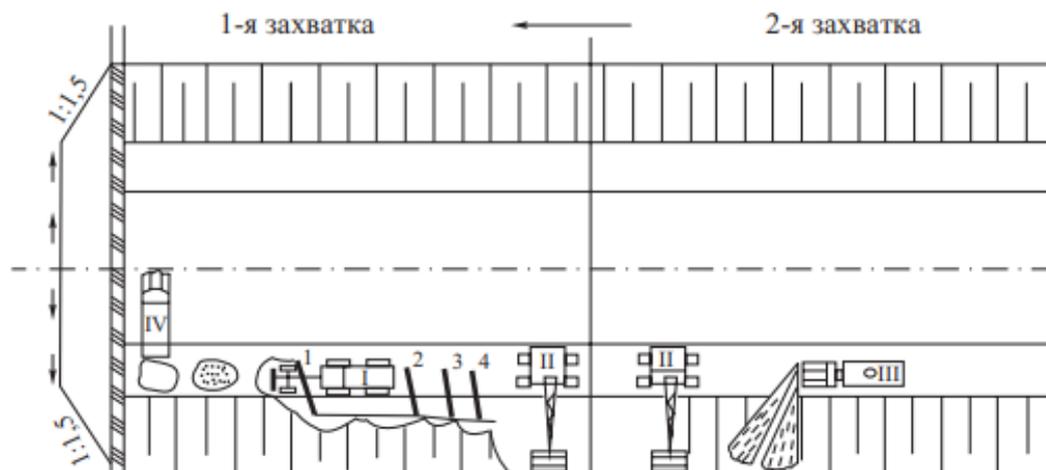


Рис. 2. Схема организации и производства работ по укреплению откоса посевом многолетних трав:

I – автогрейдер; II – экскаватор-драглайн; III – поливомоечная машина;  
IV – автомобиль-самосвал; 1–4 – последовательность проходов экскаватора при разравнивании грунта

Второй способ, известный как гидропосев, считается более предпочтительным, так как он освобождает от трудоемкой задачи формирования растительного покрова на склонах. Гидропосев многолетних трав с использованием мульчи применяют для укрепления откосов неподтопляемого земляного полотна крутизной не более 1:2. В процессе гидропосева применяется смесь, включающая семена трав, минеральные удобрения, мульчирующий состав, пленкообразующий агент и воду. Мульча обычно состоит из древесных волокон или целлюлозы, а иногда используются опилки, солома с натуральным красителем, гидрогель, закрепитель, синтетические волокна, а также улучшители почвы и удобрения. Закрепитель необходим для связывания компонентов состава между собой. Гидрогель служит для удержания влаги и последующего поступления в почву. Мульчирующий материал окрашен для визуального контроля равномерности покрытия. Этой смесью покрывают земельный участок. Нанесенная смесь выглядит как жидкая глина, а через три часа создается структура, которая защищает семена от смыва дождем, выдувания ветром и съедения птицами, а также предотвращает эрозию почвы [2].

Использование технологии гидропосева пульпы с питательными грунтами с добавлением древесной мульчи на обедненных суглинистых почвах позволило добиться быстрого прорастания и качественного и устойчивого травяного покрова даже в условиях засухи.

Работы по укреплению откосов гидропосевом ведет механизированная бригада на одной захватке (рис. 3).



Рис. 3. Нанесение смеси с помощью гидросеялки ДЭ-16

Третий метод. Укладка готовых дернин осуществляется по шахматному принципу, с использованием деревянных или металлических шпилек для закрепления. На склонах количество шпилек следует увеличить. Рулонные газоны кладут на немного взрыхленный и влажный грунт, чтобы обеспечить надежное прилегание между рулонами и почвой. Полив после укладки является обязательным. Повторные поливы проводят через 1–2 дня (рис. 4).

Для укрепления откосов насыпей, которые время от времени подвергаются кратковременному подтоплению, используется одерновка сплошным покровом. Это актуально при высоте волн не более 0,2 м и скорости течения воды до 1 м/с, при условии, что дерн располагается в непосредственной близости от области работ.

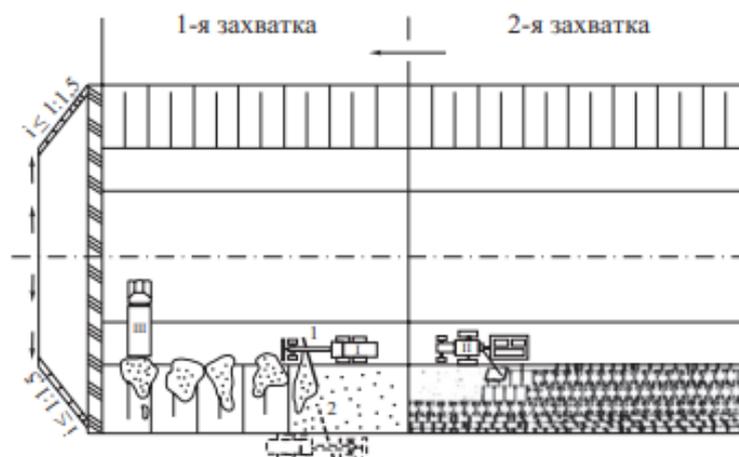


Рис. 4. Схема организации и производства работ по одерновке откосов сплошным покровом:

I – автогрейдер; II – дернорез-дерноукладчик; III – автомобиль-самосвал;  
1, 2 – последовательность проходов автогрейдера

Исследуя различные методы, можно сделать вывод, что оптимальным вариантом является гидропосев. Этот метод требует менее значительных человеческих ресурсов и специализированной техники. Кроме того, смесь, применяемая при гидропосеве, может включать переработанные материалы, что способствует поддержанию здоровой экологической ситуации.

## *Список источников*

1. Основные технологические операции при строительстве автомобильных дорог : учебное наглядное пособие / С. И. Булдаков, А. Ю. Мануковский, Н. В. Ладейщиков [и др.]. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 128 с.
2. Типовая технологическая карта (ТТК). Укрепление откосов посевов многолетних трав. URL: <http://amac.md/Biblioteca/data/29/02/02/05/32/247.2.pdf> (дата обращения 01.10.2024).

## *References*

1. Basic technological operations in the construction of highways: an educational visual aid / S. I. Buldakov, A. Y. Manukovskij, N. V. Ladejshchikov [et al.]. Ekaterinburg : USFEU, 2022. 128 p.
2. Standard technological map (STM). Strengthening of slopes by sowing perennial grasses. URL: <http://amac.md/Biblioteca/data/29/02/02/05/32/247.2.pdf> (accessed: 01.10.2024).