

- взвешивание водонасыщенных образцов ($G_{\text{вн}}$, г); испытание на рычажном настольном прессе с определением упругого прогиба ($l_{\text{упр}}$, см) под расчетной удельной нагрузкой ($p_{\text{уд}}$, МПа) модуля упругости. Испытания образцов выполнены в соответствии с требованиями СН 25-74, ГОСТ 25100-11 и других стандартов в дорожно-испытательной лаборатории кафедры сухопутного транспорта леса СПб ГЛТУ им. С.М. Кирова.

Выводы:

Обработка суглинистого грунта (содержание глинистых частиц 10-30%) нефелиновым шламом более 30% обеспечивает получение прочности в водонасыщенном состоянии в 4-10 раз с показателями $R_{\text{сж}}=1,25-6,1$ МПа.

Суглинистый грунт приобретает водоустойчивость со снижением водопоглощения смеси в 3,5 раза.

Модуль упругости смеси местного суглинка по абсолютному значению при содержании нефелинового шлама 50% составляет 123 МПа, что выше нормативного значения в 4-5 раз. Для расчета принятой конструкции дорожной одежды лесных дорог для верхнего слоя земляного полотна необходимо принимать модуль упругости грунта $E_{\text{упр}}=123$ МПа толщиной укрепленного слоя 30 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. СН 25-74. Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. – Москва: Стройиздат, 1975. – 125 с.
2. Гончарова, Л.В. Основы укрепления грунтов. – Москва: Транспорт, 1982. – 140 с.
3. Тюрин, Н.А. Дорожно-строительные материалы и машины: учебник для студ. высш. учебных заведений / Н.А.Тюрин, Г.А. Бессараб, В.Н.Язов. – Москва: Издательский центр «Академия», 2009. – 304 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА УКРЕПЛЕНИЯ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ НАСЫПИ ЛЕСНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ БИОНИКИ

М.Т. Насковец, С.С. Заец, В.А. Хамицкий

Беларусь, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Введение. Разработка конструкций с учётом закономерностей природы в качестве аналога для проектирования является перспективной и целесообразной на данном этапе развития науки и техники. Природа является безотходным и рациональным «механизмом», о чем технические системы чаще всего «могут только мечтать». Воплощением этих идей занимается бионика – наука о применении в технике принципов устройства природы.

В практике дорожного строительства, в том числе и лесных дорог, присутствует актуальная задача поиска эффективных конструкций.

Сведения о фильтрующих насыпях. Вывозка древесины транспортом по лесным автомобильным дорогам в Республике Беларусь является основным способом транспортировки от мест заготовки до потребителя. Также лесные автомобильные дороги служат для нужд охраны леса, побочного лесопользования, тушения лесных пожаров и т. д.

Для эффективной эксплуатации лесной дороги необходимо обеспечить отвод поверхностных вод. Для этих целей часто строят фильтрующие насыпи. **Фильтрующая насыпь** – дренирующие устройства, применяемые для замены мостов или труб по соображениям технического и экономического характера. **Фильтрующая насыпь** устраивается на логах или пониженных местах для пропуска ливневых и других вод. Основание насыпи сооружают из дренирующих материалов (скальная щебенка, камень) на высоту не менее 30 см, обеспечивающую дренаж наибольшего количества воды, и с расчетом, чтобы самый высокий уровень воды был ниже бровки насыпи на 1 м [1].

При слабом стоке сложно осуществить поперечный пропуск воды из-за малого уклона местности. Водопропускная труба в этих условиях будет работать только на ливневый сток и

аккумулировать воду на дне, что приведёт к увлажнению основания и самодеструкции в результате морозного пучения и осадки. В этих условиях наиболее целесообразно устройство фильтрующей насыпи [2].

Для обеспечения устойчивости фильтрующей насыпи, возводимой из дренирующего материала, необходимо предусматривать её укрепление. Поиск способа укрепления можно вести с использованием принципов бионики.

Сведения о бионике. Бионика – прикладная о применении в технических системах и устройствах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, т.е. форм живого в природе и их промышленных аналогов [3].

В зависимости от решаемых задач выделяют различные типы бионики, которые представлены в таблице.

Таблица 1

Классификация бионики

Тип бионики	Описание
Биологическая бионика	Изучает процессы, происходящие в биологических системах
Теоретическая бионика	Строит математические модели
Техническая бионика	Решает инженерные задачи

Следует отметить, что третий подход, развиваемый бионикой, – это непосредственное использование живых систем и биологических механизмов в технических системах. Этот подход называют методом обратного моделирования, так как в этом случае проектировщик ищет возможности и условия приспособления живых систем для решения инженерных задач, то есть пытается моделировать техническое устройство или процесс по типу биологического объекта [3].

Разработка способа укрепления фильтрующей насыпи. Используя метод наблюдения, было обнаружено, что картофель, отсыпанный на хранение в кучу на зиму, в весенний период после прорастания боковых побегов соединяется в единую трудно разрушаемую кучу (рисунок 1). Куча картофеля скрепляется за счёт прорастания боковых побегов в пустотах и заполнения этих пустот увеличивающимися в объёме в ходе роста боковыми побегами.



Рис. 1. Соединённая куча картофеля

Эффект укрепления достигается за счёт заклинивания корнеплодов картофеля в пустотах хаотично растущими в различных направлениях боковыми побегами.

Спроектируем способ укрепления фильтрующей насыпи, устраиваемый с использованием дренирующего материала (скальная щебенка, камень, искусственный камень и т. д.) на основе метода обратного моделирования.

Предлагаемый способ укрепления фильтрующей насыпи осуществляется следующим образом: на поверхности подошвы насыпи 5 закрепляется гибкая арматура 4 (гибкий материал, принимающий прочность при натяжении (пеньковый тук, эластичный шланг (с возможностью расширения стенок))), которая пропитывается расширяющимся раствором (напрягающий цемент, или портландцемент, смешанный в определённой пропорции с гипсом), после чего гибкая арматура укладывается в переплет дренирующего материала 3 до необходимой высоты (рисунок 2). Далее возводится дорожная одежда 2 поверх дренирующей насыпи. Технический результат заключается

в том, что при твердении раствора гибкая арматура расширяется, тем самым жёстко зафиксирована дренарующий материал.

Также для предотвращения зажатия гибкой арматуры возможен вариант способа укрепления, при котором послойно в форме дуги укладывается массив, а на него гибкая арматура. Кроме того, укрепление возможно производить с применением геосинтетической сетки, укладываемой на дренарующий материал.

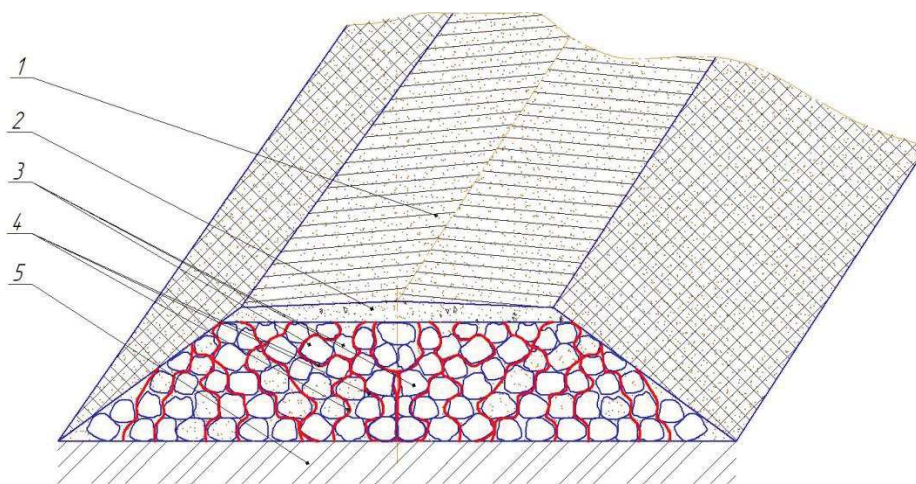


Рис. 2. Укрепление фильтрующей насыпи:

1 – проезжая часть лесной дороги; 2 – дорожная одежда; 3 – дренарующий материал;
4 – гибкая арматура; 5 – подошва насыпи

Заключение. В ходе наблюдения было установлено, что при прорастании побегов картофеля, отсыпанного на хранение, образуется единый массив, который отличается тем, что имеет целостность и сложно разрушаемую структуру. На основе принципов бионики был разработан способ укрепления фильтрующей насыпи. Данный способ укрепления позволит повысить устойчивость и прочность фильтрующих насыпей при относительно малом расходе вяжущих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, Н.Н. Технический железнодорожный словарь / Н.Н. Васильев, О.Н. Исаакян, Н.О. Рогинский, Я.Б. Смолянский, В.А. Сокович, Т.С. Хачатуров. – Москва: Государственное транспортное железнодорожное издательство, 1941.
2. Патент RU 2186170, МПК E01F5/00: Фильтрующая насыпь на слабых грунтах / А.А. Пиотрович, С.М. Жданова. Заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2002.
3. Свободная энциклопедия [электронный ресурс] - Режим доступа <http://ru.wikipedia.org/wiki/Бионика>. – Дата доступа: 15.10.2014.