

УДК 630*383:625.7/.8

С. В. Красковский, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана (БГТУ)
**МЕТОДИКА РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕСНЫХ ДОРОГ,
УПРОЧНЕННЫХ ОБЪЕМНЫМИ ГЕОРЕШЕТКАМИ**

Рассмотрены предпосылки упрочнения объемными георешетками конструкций лесных дорог, устроенных из грунтов и песчано-гравийных смесей. Обоснована необходимость разработки методик расчета на прочность упрочненных конструкций. Предложена методика учета упрочняющего элемента в виде георешетки при расчете на прочность дорожной конструкции, находящейся в объемном напряженном состоянии; приведена упрощенная расчетная схема упрочненной конструкции. Даны последовательность расчета и перечень решаемых задач, отмечены достоинства и область применения методики.

Preconditions of reinforcing are considered by solid geolattices of constructions of the timber roads arranged from soil and sand-gravel mixes. Need of development of calculation procedures on durability of the reinforced constructions is proved. The technique of the accounting of a reinforcement element in the form of a geolattice is offered at calculation on durability of the road construction being in a volume tension; the simplified settlement scheme of the strengthened construction is provided. The sequence of calculation and the list of solved tasks are given, advantages and a technique scope are noted.

Введение. При строительстве лесных дорог в качестве дорожно-строительных материалов для устройства конструктивных слоев широко используются песчаные и супесчаные грунты, грунты с добавками (скелетными или улучшающими), песчано-гравийные смеси. Под воздействием транспортной нагрузки такие дорожные конструкции находятся в объемном напряженном состоянии, которое зачастую приводит к возникновению остаточных деформаций сдвига [1]. Вследствие этого на покрытии могут появиться разрушения (неровности, волны, колеи), что ухудшает эффективность работы лесовозного автотранспорта.

Применение объемных георешеток (далее – георешеток) в конструкциях лесных дорог позволяет создать упрочненный слой «георешетка – заполнитель», имеющий повышенные сдвиговую прочность и жесткость по отношению к слою из неупрочненного заполнителя. Однако даже наличие упрочненного слоя не всегда препятствует образованию остаточных деформаций как в неупрочненных слоях конструкции, так и непосредственно в упрочненном слое, что свидетельствует о неправильно выбранном конструктивном решении. Поэтому расчет на прочность упрочненных конструкций лесных дорог должен позволять определять толщину слоев дорожной одежды, проверять на сдвигоустойчивость грунт, подстилающий упрочненный слой, и подбирать георешетку с требуемыми деформативными и прочностными характеристиками.

Основная часть. Применение георешетки как упрочняющего элемента в конструкции лесной дороги целесообразно в случае, если при расчете на прочность критерий сдвигоустойчивости в ее слоях является определяю-

щим. С учетом этого и на основе результатов проведенных ранее исследований [2–4] предложенная ниже методика учета упрочняющего элемента в виде георешетки при расчете на прочность дорожной конструкции, находящейся в объемном напряженном состоянии, включает следующие этапы.

Этап 1. Установление группы расчетной нагрузки и ее расчетных параметров – величины нагрузки и размеров площадки, по которой она равномерно распределена; определение числа приложений расчетной нагрузки за срок службы дорожной конструкции.

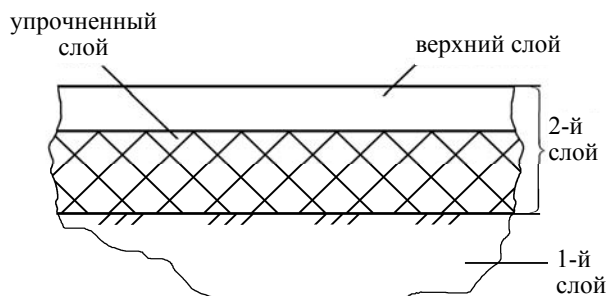
Этап 2. Назначение прочностных и деформационных характеристик грунтов (песчано-гравийных смесей) слоев предварительно разработанной конструкции лесной дороги: сцепления; угла внутреннего трения; модуля упругости.

Этап 3. Оценка прочности конструкции лесной дороги по теории Мора – Кулона, наиболее применимой к грунтам. Определение в результате этого глубин наступления и прекращения предельного состояния в конструкции, которое приводит к накоплению остаточных деформаций в ее слоях и способствует образованию колеи и других разрушений.

Этап 4. Выбор типа георешетки и ее геометрических параметров, определение с учетом этого следующих характеристик упрочненного слоя: коэффициента армирования; сцепления; угла внутреннего трения; модуля упругости.

Этап 5. Проектирование расчетной схемы упрочненной конструкции лесной дороги, которая в общем случае упрощенно показана на рисунке. Приведение данной конструкции к двухслойной для упрощения расчетов при определении напряжений в ее слоях. Для этого

нижним (первым) слоем нужно считать подстилающий грунт; верхним (вторым) слоем – слой, состоящий из упрочненного слоя грунта и верхнего слоя грунта, толщина которого назначается с учетом глубины наступления в нем предельного состояния.



Расчетная схема упрочненной конструкции лесной дороги

Этап 6. Расчет напряжений в слоях упрочненной конструкции с помощью теории Мора – Кулона. При этом расчет напряжений необходимо выполнять послойно.

Этап 7. Проверка наличия в упрочненной конструкции зон предельного состояния. Для этого необходимо проанализировать напряженное состояние по глубине конструкции. Отсутствие зон предельного состояния в ее слоях будет означать, что георешетка с выбранными характеристиками позволяет полностью предотвратить появление остаточных деформаций и, тем самым, образование колеи. При наличии зон предельного состояния в слоях конструкции необходимо перейти к этапу 8.

Этап 8. Перерасчет напряжений в слоях конструкции с помощью теории Мора – Кулона и следующей гипотезы. Достижение предельного состояния в каком-либо слое не будет являться предельным в целом для всей конструкции, так как появление остаточных деформаций в каком-либо слое будет компенсироваться увеличением напряжений в слоях, работающих в упругой стадии. Наиболее вероятно появление остаточных деформаций в нижнем слое. В этом случае напряжения в зоне остаточных деформаций должны компенсироваться увеличением напряжений в верхнем и упрочненном слоях, а также в упругой зоне нижнего слоя.

Этап 9. Анализ напряженного состояния по глубине конструкции после перераспределения напряжений в ее слоях и проверка наличия в конструкции зон предельного состояния.

Отсутствие зон предельного состояния в слоях конструкции после перераспределения напряжений будет означать, что георешетка с выбранными характеристиками позволяет прак-

тически полностью предотвратить появление остаточных деформаций. В обратном случае необходимо увеличивать толщину упрочненного слоя, т. е. высоту ячеек георешетки, уменьшать длину граней ячеек или изменять угол между гранями.

Этап 10. Классификация геометрических параметров выбранной георешетки:

- 1) параметры оптимальны при отсутствии остаточных деформаций во всех слоях;
- 2) параметры оптимальны не в полной мере при появлении остаточных деформаций в упрочненном слое;
- 3) параметры неоптимальны при появлении остаточных деформаций во всех слоях.

Необходимо отметить, что с увеличением длины граней ячеек и числа приложений расчетной нагрузки вариативность в выборе георешетки с оптимальными параметрами снижается, а при увеличении высоты ячеек – повышается.

Заключение. Приведенная методика расчета позволяет комплексно учитывать характеристики упрочняемых грунтов и применяемых георешеток; оценивать и прогнозировать напряженное состояние упрочненных конструкций лесных дорог; подбирать оптимальные параметры различных георешеток для конкретных типов грунтов (песчано-гравийных смесей) и на основании этого разрабатывать новые или оптимизировать существующие конструкции лесных дорог с георешетками.

Литература

1. Лыщик, П. А. Исследование напряженно-го состояния в грунтовой дороге под воздействием колес лесовозного автопоезда / П. А. Лыщик, С. С. Макаревич, С. В. Красковский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2006. – Вып. XIV. – С. 56–58.
2. Лыщик, П. А. Сопротивление сдвигу грунта, армированного объемной георешеткой / П. А. Лыщик, С. С. Макаревич, С. В. Красковский // Вестник БНТУ. – 2007. – № 4. – С. 5–8.
3. Красковский, С. В. Расчет и оптимизация конструкций лесных дорог, армированных объемными георешетками / С. В. Красковский, П. А. Лыщик, С. С. Макаревич // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 65–69.
4. Красковский, С. В. Сдвиговая прочность грунта, армированного объемной георешеткой / С. В. Красковский // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апреля 2007 г.: в 3 ч. / Белорусско-Российский университет; ред. кол. И. С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2007. – Ч. 2. – С. 107–108.

Поступила 21.02.2013