

повышение значений напряжений по абсолютной величине. Таким образом, вблизи забоя существует область повышенных напряжений.

Полученные данные помогут получить более детальное представление о напряженном состоянии в окрестности выработки, которое возникает вследствие нарушения целостности природного массива. Это необходимо при исследовании устойчивости стенок скважины, которая связана с безопасностью труда и сохранностью оборудования и ресурсов, а также при разработке методов поддержания контуров выработок и скважин, что становится особенно актуально при возрастающих темпах добычи полезных ископаемых.

УДК 625.12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ НАСЫПЕЙ

В. В. ЛЕВТРИНСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Композиты – объемное монолитное искусственное сочетание разнородных по форме и свойствам двух и более материалов (компонентов), с четкой границей раздела, использующее преимущества каждого из компонентов и проявляющее новые свойства, обусловленные граничными процессами.

Путем подбора состава и свойств наполнителя и матрицы (связующего), их соотношения, ориентации наполнителя можно получить материалы с требуемым сочетанием эксплуатационных и технологических свойств. Использование в одном материале несколько матриц (полиматричные композиционные материалы) или наполнителей различной природы (гибридные композиционные материалы) значительно расширяет возможности регулирования свойств композиционных материалов.

Для укрепления откосов насыпей земляного полотна до настоящего времени широко использовались бетонные и железобетонные плиты. Однако напряжения, возникающие при эксплуатации (пластическая усадка, воздействие природных факторов и др.), существенно снижают долговечность укрепления.

Решить эту проблему возможно с использованием композитных материалов. Геосинтетики для укрепления откосов насыпей железнодорожного земляного полотна можно использовать в виде геосеток, георешеток, геотекстиля. Георешетка – это армирующий материал для использования на рыхлых и неоднородных грунтах автомобильных и железных дорог. Принцип работы георешетки – сцепление щебня с ячейками решетки, что оказывает сопротивление горизонтальному сдвигу насыпи, тем самым можно мобилизовать несущую способность мягкого грунта. Укрепление грунта больше не проблема, когда есть возможность использовать именно этот материал. Георешетки выпускают из высокопрочного полиэтилена и полипропилена (полиэфир), эти материалы очень популярны в строительстве, наряду с таким оборудованием, как лотки для водоотвода или геосетка.

Геотекстильный каркасный модуль, произведенный из полос холстопрощивного, нетканого, водонепроницаемого материала, создан на основе высококачественных полиэфирных волокон. Полосы соединены между собой путем сшивания с образованием высокопрочного шва. Таким образом, георешетка представляет собой легкую и компактную конструкцию даже в собранном состоянии, как следствие – легко транспортируемую и разворачиваемую по типу “пчелиных сот”.

Георешетка хорошо сохраняет целостность откосов насыпей. Они легче и удобнее металлических и пластиковых аналогов. Уровень влажности внутри ячеек решетки обеспечивает стабильный рост травы. Сами укрепительные работы производятся без использования специального строительного оборудования. Такой материал легко транспортируется на большие расстояния. Ячейки соединены высокопрочным швом, легко повторяют контуры рельефа.

При работе с георешеткой необходимо использование разделительной и дренирующей прослойки, служащей для предотвращения проникновения наполнителя георешетки в грунт основания конструкции укрепления и дальнейшую его потерю, а также, во избежание вымывания наполнителя вниз по откосу, из ячеек георешетки. В качестве прослойки применяются нетканые геотекстильные материалы. В качестве наполнителя применяются гравий, щебень, почва с посевом трав.

- Основными преимуществами использования такого крепления откосов земляного полотна являются:
- долговечность;
 - уменьшение нагрузки от собственного веса;
 - ускоренное производство работ;
 - коррозионная стойкость;
 - прочность на растяжение;
 - минимальные эксплуатационные расходы;
 - защита окружающей среды.

УДК 539.374

РАСЧЕТ ТРЁХСЛОЙНЫХ СТЕРЖНЕЙ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Д. В. ЛЕОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В работе [1] исследовано динамическое поведение стержней на основании Винклера. Здесь рассматриваются поперечные колебания упругого трехслойного стержня со сжимаемым заполнителем на упругом основании Пастернака.

Для изотропных несущих слоёв приняты гипотезы Бернулли, в жёстком заполнителе справедливы точные соотношения теории упругости с линейной аппроксимацией перемещений его точек от поперечной координаты z . На границах контакта используются условия непрерывности перемещений. К внешней поверхности первого несущего слоя приложена динамическая поверхностная нагрузка $q(x, t)$. На нижнюю поверхность второго несущего слоя действует реакция основания $q_1(x, t)$. Через $w_k(x, t)$ и $u_k(x, t)$ обозначены прогибы и продольные перемещения срединных линий несущих слоёв.

В качестве основания примем модель Пастернака [2]. Учитывая, что стержень прикреплен к основанию, величина давления со стороны основания будет иметь вид

$$q_1 = -\kappa_0 w_2 + t_f w_{2,xx}.$$

Система дифференциальных уравнений движения в частных производных, описывающая колебания трехслойного стержня на упругом основании Пастернака:

$$\begin{aligned} a_1 u_1 - a_1 u_2 - a_4 u_{1,xx} - a_5 u_{2,xx} + a_2 w_{1,x} + a_3 w_{2,x} - 2a_6 w_{1,xxx} + a_7 w_{2,xxx} + m_1 \ddot{u}_1 &= 0, \\ -a_1 u_1 + a_1 u_2 - a_5 u_{1,xx} - a_9 u_{2,xx} - a_{10} w_{1,x} - a_{17} w_{2,x} - a_6 w_{1,xxx} + 2a_7 w_{2,xxx} + m_2 \ddot{u}_2 &= 0, \\ -a_2 u_{1,x} + a_{10} u_{2,x} + 2a_6 u_{1,xxx} + a_6 u_{2,xxx} + a_{11} w_{1,xx} - a_{12} w_{2,xx} + \\ + a_{15} w_{1,xxx} - a_{16} w_{2,xxx} + a_8 w_1 - a_8 w_2 + m_1 \ddot{w}_1 - m_3 \ddot{w}_{1,xx} &= q, \\ -a_3 u_{1,x} + a_{17} u_{2,x} - a_7 u_{1,xxx} - 2a_7 u_{2,xxx} - a_{12} w_{1,xx} + (a_{14} - t_f) w_{2,xx} - \\ - a_{16} w_{1,xxx} + a_{13} w_{2,xxx} - a_8 w_1 + (a_8 + \kappa_0) w_2 + m_2 \ddot{w}_2 - m_4 \ddot{w}_{2,xx} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Решение начально-краевой задачи (1) проводится методом Бубнова – Галеркина. Для этого искоемые перемещения $u_1(x, t)$, $u_2(x, t)$, $w_1(x, t)$, $w_2(x, t)$ и нагрузка $q(x, t)$ представляются в виде разложения в ряды по системам базисных функций:

$$u_1(x, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \cos \frac{\pi m x}{l} T_{m1}(t); \quad u_2(x, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \cos \frac{\pi m x}{l} T_{m2}(t);$$