

Юнга, i – радиус инерции сечения). Согласно нашему решению это значение меньше:
 $\sigma_{cr} = 25,61E(i/L)^2$.

Таким образом, в работе уточнено классическое решение в «задаче Ясинского» о критической силе для стойки закрепленной в нижнем торце и сжатой распределенной нагрузкой постоянной интенсивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ясинский, Ф. С. Избранные работы по устойчивости сжатых стержней / Ф. С. Ясинский // Госиздат. – М.-Л., 1952. – 427 с.
- 2 Косых, Э. Г. Продольно-поперечный изгиб трехслойных стержней / Э. Г. Косых // Вестник СамГУ. Естественная серия. – 2008. – № 1 (67). – С. 390–399.

УДК 624.191.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ОКРЕСТНОСТИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

А. Е. ЛАМОТКИН, В. П. ПРОКОПЬЕВ, Т. А. РОЩЕВА

*Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
Российская Федерация*

Задача о распределении напряжений вблизи скважины долгие годы сводилась к задаче Ламе для бесконечной трубы, что как показала практика далеко от истины. Более точная картина напряжений может быть получена, с учетом конечной глубины скважины, а также наличие у нее дна (забоя). Цель данной работы при помощи численных методов получить картину напряжений с учетом вышеназванных факторов. Объектом исследования служит цилиндрическая выработка конечной глубины в горном массиве, который для упрощения расчетов моделируется, как однородное упругое изотропное тяжелое полупространство. Предметом исследования является напряженное состояние вблизи указанной выработки.

Для проведения дальнейших исследований из полупространства был выделен толстостенный цилиндр, который полностью содержит выработку, по высоте на четверть превосходящий глубину скважины и внешним радиусом $7R$, где R – радиус выработки. Данная замена возможна благодаря экспериментальным данным, которые свидетельствует о том, что влияние выработки на напряженное состояние исчезает на расстоянии $5R-7R$ от центра выработки. Для нахождения компонент тензора перемещения, закон Гука для изотропной среды, с учетом осесимметричности задачи составлены выражения компонент тензора напряжений через компоненты вектора перемещения и уравнения равновесия в перемещениях, также были записаны простейшие краевые условия. Далее были составлены разностные аналоги полученных выражений, для чего исследуемая плоская область была покрыта равномерной сеткой. Полученная система алгебраических уравнений была решена при помощи пакета для математических вычислений Matlab R2012b, при следующих значениях: количество точек разбиения по радиальному и вертикальному направлению одинаково равно 80, радиус цилиндрической выработки $R = 0,1$ м, глубина выработки $H = 800$ м, модуль Юнга $E = 3 \cdot 10^8$ Па, коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$, плотность $\rho = 2400$ кг/м³. В соответствии с теорией механического подобия, для обеспечения подобия при моделировании равновесия упругих систем достаточно выполнить условие: $\rho g H = \text{const}$, в связи с этим для расчетов брались следующие значения параметров: $R = 0,1$ м, $H = 0,8$ м, $E = 3 \cdot 10^8$ Па, $\nu = 0,25$, $\rho = 2,4 \cdot 10^6$ кг/м³.

При анализе нас прежде всего интересовало значение вертикальной компоненты тензора напряжений, относительно нее можно сделать следующий вывод: на слоях вдали от забоя наблюдается разгрузка, т.е. напряжения по абсолютной величине убывают при приближении к поверхности выработки, физически это можно объяснить снижением плотности материала, а на слоях вблизи торца наблюдается нагрузка, т.е. напряжения по абсолютной величине возрастают при приближении к границе выработки. Также отметим, что для радиальной и касательной компонент вблизи забоя наблюдалось резкое

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.