

Навроцкая Надежда Вадимовна

аспирант

Шесточенко Алексей Валерьевич

аспирант

ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)»

г. Москва

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО МАТА НА ПРОЧНОСТЬ

Аннотация: в данной статье рассматриваются вопросы применения современного рулонного геосинтетического мата – геомата. Существующие регламенты по выбору типа и характеристик геомата, не учитывающие внешнюю нагрузку при различных грунтовых условиях, а также не регламентирующие противоэрозионные характеристики под климатические условия районов нового строительства и реконструкции. На примере наработок фирмы «Colbond» будет рассмотрен вопрос дальнейшего развития науки касаemo данной темы, а также пример определения прочностных характеристик материала

Ключевые слова: геосинтетические маты, геомат, защита от эрозии, водная эрозия, прочность геомата.

Геоматы – это трехмерные водопроницаемые структуры из полимерных материалов, других синтетических или природных элементов, соединенных между собой термическим, механическим или другим способом, которые используются для закрепления грунтовых, частей, корней трав или небольших растений, а также применяются в геотехнике или других областях строительства [1, с. 15].

Геосинтетические маты представляют собой рулонные материалы для укрепления откосов и защиты берегов водоемов от разрушительных и эрозионных процессов таких как, ветровая и водная эрозия, которая заключается в отрыве частиц грунта от массива при ударе о поверхность откоса дождевых капель с последующим их выносом дождевыми потоками, образующие промоины, в которых с увеличением глубины повышается скорость течения, возникают вихревые потоки, которые все

больше размывают грунт (рис. 1) [2, с. 75]. Технология укладки геомата состоит в том, что геомат укладывают только на выравненную поверхность откоса, крепят анкерами, после чего засыпают равномерным слоем растительного грунта (рис. 2).

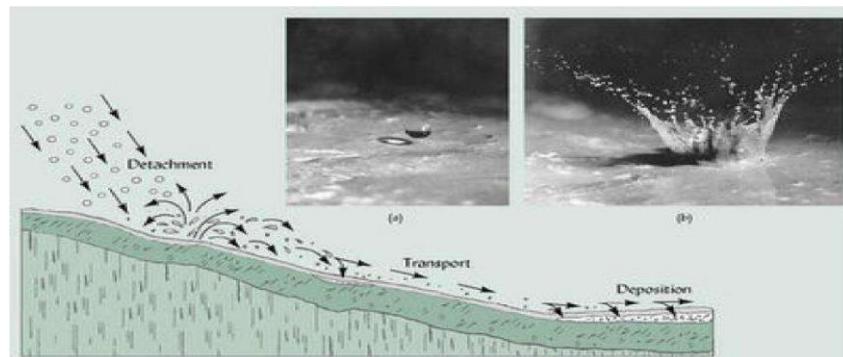


Рис. 1. Эрозия откоса при выпадении дождевых осадков

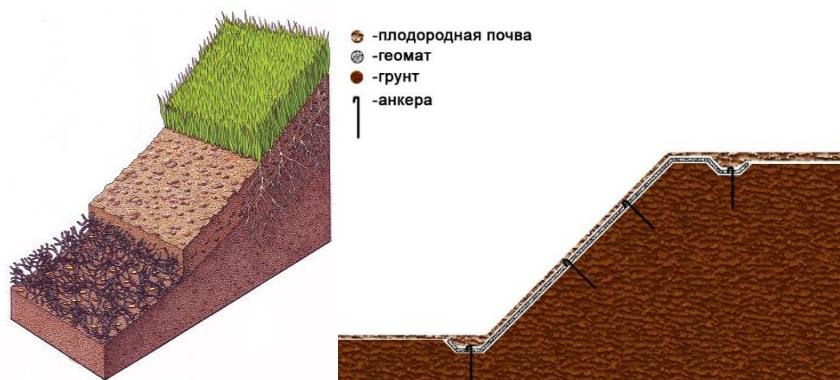


Рис. 2. Закрепленный на откосе геосинтетический мат

Сложность применения геосинтетических матов заключается в том, что существует большое количество их видов, но нет четкого понимания как подобрать нужный вид мата, под определённые гидрологические, геологические и геометрологические условия.

Фирма по производству геосинтетических материалов «Colbond» разработала для своего типа продукции «Enkomat» две методики по определению необходимости использования геомата: сухой «неподтопляемый» и мокрый «подтопляемый» откос [3]. По методике сухого откоса определяют необходимость использования геомата в зависимости от интенсивности дождя и гранулометрического состава грунта откоса (рис. 3), а по методике мокрого откоса в зависимости от скорости течения потока и гранулометрического состава грунта (рис. 4).

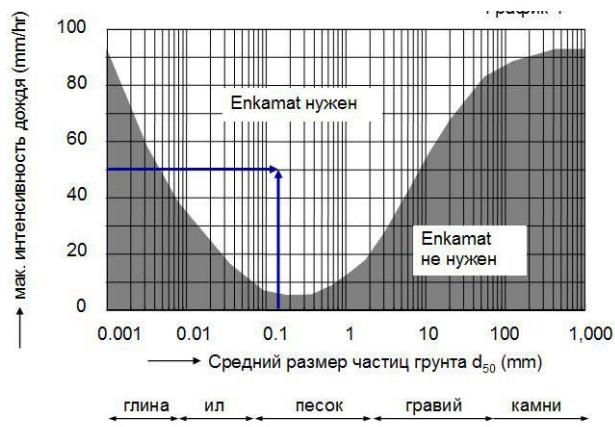


Рис. 3. Методика расчета «сухой откос»

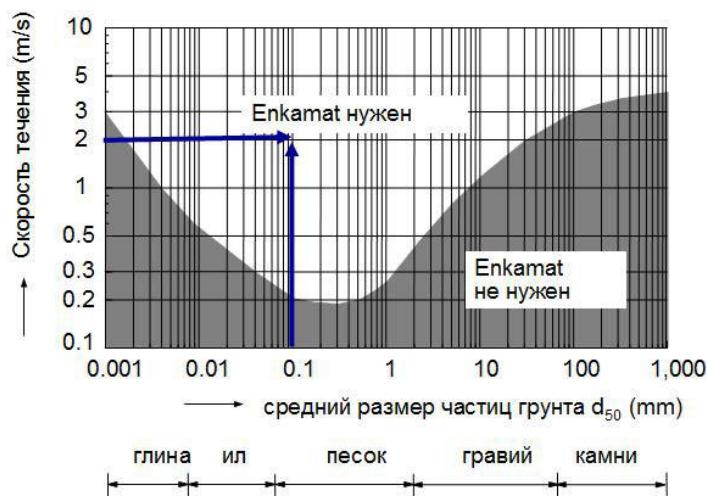


Рис. 4. Методика расчета «мокрый откос»

Скорость потока рассчитывается по формуле [3]:

$$\vartheta = k_m \cdot r_{hy}^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

где ϑ – скорость потока, м/с;

k_m – коэффициент шероховатости;

r_{hy} – гидравлический радиус, м;

i - гидравлический градиент.

Геосинтетические маты являются эффективным решением по защите грунтовых откосов от водной эрозии. Необходимо разработать методику расчета, включающую в себя не только зависимость от гранулометрический состава, но также от характеристик структуры геомата и от химического состава, где рассматриваемые грунты имеют способность растворяться в воде.

Геоматы противоэрозионные в монтированном состоянии на откосе не подвергаются значительным нагрузкам, но при самом монтаже необходимо рабочему персоналу перемещаться по уложенному материалу. Ввиду этого на геомат воздействуют «монтажные нагрузки», то есть вес рабочего с инструментами, также возможен проезд техники. Для того чтобы геомат выдержал подобные нагрузки, необходимо подобрать нужную марку материала. Необходимо разработать для решения этого вопроса методы расчетов геомата на прочность для защиты откосов от эрозии.

Главные физико-механические характеристики геомата – прочность на разрыв в продольном/поперечном направлении, а также удлинение продольное/поперечное при разрыве. Испытывался геомат противоэрозионный МИАМАТ СМТ 500 производства ООО «МИАКОМ СПб» в лаборатории кафедры «Строительная механика» РУТ (МИИТ). Испытания проводились согласно [4, с. 11], [5, с. 2], [6, с. 12]. Результаты испытаний геомата противоэрозионного МИАМАТ СМТ 500 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сводная таблица результатов испытаний геоматов марки
МИАМАТ СМТ 500 производства ООО «МИАКОМ СПб»

| № п/п | Показатель | Единица измерения | Расчётное значение | | |
|----------|---|-------------------|--------------------|------------|------------|
| | | | Образец №1 | Образец №2 | Образец №3 |
| 1. | Поверхностная плотность | г/м ² | 539 | 521 | 527 |
| 2. | Разрывная нагрузка в продольном направлении | кН/м | 1,40 | 1,03 | 1,48 |
| 3. | Разрывная нагрузка в поперечном направлении | кН/м | 1,07 | 0,99 | 1,06 |
| 4. | Удлинение при максимальной нагрузке, продольное направление | % | 5,2 | 4,6 | 7,0 |
| 5. | Удлинение при максимальной нагрузке, поперечное направление | % | 5,9 | 7,1 | 6,1 |
| 6. | Удлинение при разрыве, продольное направление | % | 38,7 | 34,8 | 39,6 |
| 7. | Удлинение при разрыве, поперечное направление | % | 31,5 | 37,1 | 35,3 |

Для расчета использовали программное обеспечение [7, с. 135]. Расчетной схеме (рис. 5) была задана пластина с физико-механическими характеристиками соответствующими геомату МИАМАТ 500 с приложенной к центру нагрузкой 120 кг на 4 кв.см на упругом основании. Используемые характеристики представлены в таблице 2.

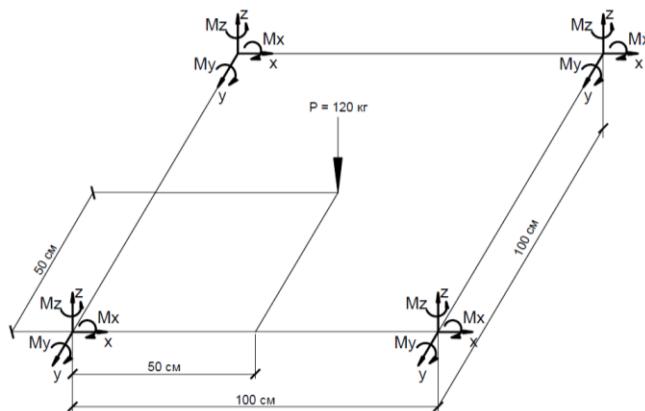


Рис. 5. Расчетная схема

Таблица 2

Характеристики пластины и упругого основания расчетной схемы

| № п/п | Наименование | Ед. изм. | Расчетн. значение |
|-----------------------------------|---|--------------------|-------------------|
| Характеристики пластины | | | |
| 1 | Толщина пластины | см | 0,055 |
| 2 | Плотность | г/см ³ | 0,94 |
| 3 | Модуль упругости в продольном направлении | кг/см ² | 4805 |
| 4 | Модуль упругости в поперечном направлении | кг/см ² | 3681,1 |
| 5 | Модуль сдвига в продольном направлении | кг/см ² | 1668,4 |
| 6 | Коэффициент Пуассона в продольном направлении | | 0,44 |
| 7 | Коэффициент Пуассона в поперечно направлении | | 0,42 |
| 8 | Напряжения на разрыв в продольном направлении | кг/см ² | 249,7 |
| 9 | Напряжения на разрыв в поперечном направлении | кг/см ² | 217,1 |
| Характеристики упругого основания | | | |
| 1 | Модуль деформации | кг/см ² | 305 |
| 2 | Коэффициент Пуассона | | 0,4 |
| 3 | Плотность грунта | г/см ³ | 1,8 |

В результате расчета был получена деформационная картина, изображенная на рис. 5. Значение прогибов (осадки) пластины на упругом основании показаны на рис. 6, где максимальная осадка по перпендикулярной пластине оси z равна 20,26мм. Для примера приведена эпюра прогибов балки на упругом основании

от сосредоточенной силы на рис. 7. Сравнивая полученные результаты прогибов (осадки) с эпюрой прогибов балки на упругом основании можно увидеть, что прогибы пластины очень схожи с эпюрой, показанной на рис. 7. В программе SCAD возможен расчет по третьей и четвертой теории прочности, и были получены значения максимальных напряжений по третьей теории прочности $\sigma^{III}=4631 \text{ т}/\text{м}^2$, по четвертой теории прочности $\sigma^{IV}=6296 \text{ т}/\text{м}^2$.

Выводом расчета может являться то, что применение геомата противоэрзационного МИАМАТ СМТ – 500 на заданном упругом основании, т.е. переувлажненной глине не целесообразно, так как геомат данной марки не выдержит по прочности возможных монтажных нагрузок (вес рабочего с инструментами). Необходимо применять противоэрзационные геоматы более высокой марки.

Список литературы

1. СТО 00205009–002–2006 Маты трехмерные (геоматы) марки МТ. Технические условия. – Уфа: Стеклонит, 2006. – 18 с.
2. Московкин В.М. Физические аспекты капельно-дождевой эрозии / В.М. Московкин, В.Ф. Гахов // Почвоведение – М., 1979. – С. 76–80.
3. Enkamat Permanent Erosion Prevention Mat.: http://www.astroliks.ru/-files/Brochure_Enkamat_EM-10-GB-A-05–2003.pdf (дата обращения 15.05.2019)
4. ГОСТ Р 5326–2008 Издания. Полотна нетканые. Методы определения прочности. – М.: Стандартинформ, 2009. – 19 с.
5. ГОСТ Р 50277. Материалы геотекстильные. Методы определения поверхностной плотности. – М.: Госстандарт России, 1992. – 4 с.
6. ISO 10319–15. GEOSYNTHETICS – Wide-width Tensile Test / Brussels S. – European Committee for Standardization, London press, 2015. – 16 p.
7. Карпиловский В.С. SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс SCAD / В.С. Карпиловский, Э.С. Криксунов, А.А. Маляренко. – М.: Скад Софт, 2007. – 609 с.