

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА АНКЕРНЫХ СКОБ ДЛЯ ФИКСАЦИИ СТЫКОВ ГЕОМАТОВ НА ОТКОСЕ**

*Жукова Татьяна Юрьевна, соискатель, кафедры гидротехнических сооружений, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, E-mail: t.zhukova@rgau-msha.ru*

*Еремеев Андрей Викторович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры гидротехнических сооружений, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, E-mail: a.eremeev@rgau-msha.ru*

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»*

***Аннотация:** При укладке геоматов на откос, самыми уязвимыми местами являются стыки между коврами геоматов. В данной публикации представлена методика расчета количества анкерных скоб, размещенных на стыках между геоматами.*

***Ключевые слова:** геомат, анкерные скобы, геосинтетические материалы, водная эрозия, откос.*

**Введение.** В настоящее время для защиты откосов гидротехнических сооружений от водной эрозии применяются современные геосинтетические материалы. Эти материалы применяются для стабилизации эрозионных процессов грунтов и почв, с их помощью становится возможным строительство на слабых и техногенных грунтах. Повышая надежность, долговечность и экологическую безопасность возводимых объектов. Одним из таких материалов является геомат. Этот материал обладает необходимым набором свойств, позволяющим использовать его в различных климатических и инженерно-геологических условиях, при этом сокращая эксплуатационные расходы на содержание сооружения в целом. Благодаря простоте применения геоматы пользуются большой популярностью[1].

**Цель.** Целью исследования является определение методики для расчета фиксации геоматов при помощи анкеров. Так как при эксплуатации гидротехнических сооружений на них воздействует водная эрозия, это воздействие может привести к негативным последствиям, вследствие чего происходят размывы и разрушения сооружений. Для устранения таких последствий нужно правильно подобрать защитный противоэрозионный материал, а также выполнить его надежную фиксацию на откосе.

**Материалы и методы.** Предотвратить негативный результат воздействия воды на откосы гидротехнических сооружений можно с помощью инженерных решений и высокотехнологичных геосинтетических материалов. Одними из распространенных геосинтетических материалов являются геоматы. Они,

представляют собой трехмерные водопроницаемые хаотичные структуры, состоящие из полимерных материалов, соединенных между собой термическим или вязаным способом. При укреплении откосов геоматы служат постоянным элементом, выполняющими в первую очередь функцию защиты. Этот материал следует применять в соответствии с проектными решениями в качестве армирующих составляющих и с целью предотвращения эрозионных процессов.

**Результаты и их обсуждение.** При укладке геоматов на откос ковры геомата раскатываются параллельно друг другу, на стыках полотен зачастую делается в нахлест, как правило размер нахлеста составляет 15 – 20 см. Для более надежной фиксации стыка между геоматами выполняется анкеровка скобами–анкерами[2]. Скобы изготавливаются из металла и имеют заострение в нижней части, диаметр металлической скобы составляет 6 мм, длина 300 мм.

Для надежной фиксации стыков и полотен геоматов на откосе необходимо определить достаточное количество анкеров. Их количество будет зависеть от условий, в которых будет использоваться данное полотно, то есть в подводной или надводной части откоса. Дальнейший пример расчета сделан для части откоса, которая располагается выше уровня воды[3].

На рисунке 1 представлена расчетная схема, на которой показано полотно геомата лежащее на откосе, а также силы, действующие на него.

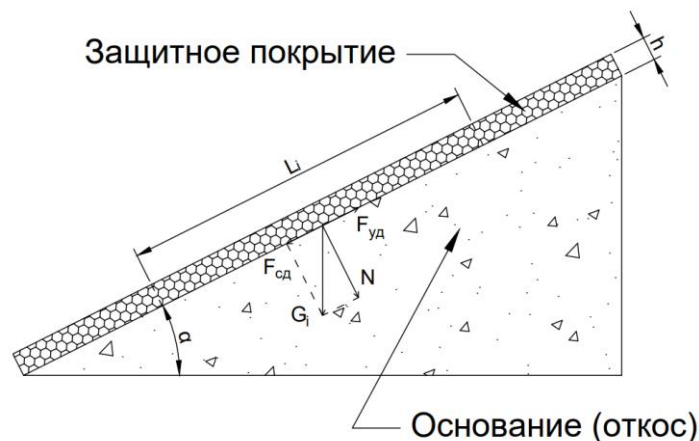


Рисунок 1- Расчетная схема

Для расчета силы удержания геомата на откосе воспользуемся следующей формулой:

$$F_{уд} = F_{сд} + F_{ад} + R / K_3; \quad (1)$$

где:  $F_{сд}$  – сдвигающее усилие (кН/м);

$F_{ад}$  – силы адгезии (при наличии) (кН/м);

$R$  – прочность геомата на растяжение (кН/м);

$K_3$  – коэффициент запаса прочности геомата;

Из формулы (1) необходимо получить прочность геомата на растяжение для этого и нее выводим следующую формулу, без учета силы адгезии:

$$R = (F_{уд} - F_{сд}) \cdot K_3; \quad (2)$$

Также возможно преобразование формулы (1) в следующий вид:

$$R = (\tan \delta \cdot G \cdot \cos \beta - G \sin \beta) \cdot K_3; \quad (3)$$

где:  $\delta$  – угол трения между геоматом и грунтом откоса (как правило принимается на 10 % меньше внутреннего угла трения грунта основания);  
 $\beta$  – угол заложения откоса.

Для определения  $G$  необходимо воспользоваться формулой (4):

$$G = L(Hy_s + \cos\beta \cdot S); \quad (4)$$

где:  $L$  – длина участка (м);

$H$  – толщина слоя грунта (м);

$y_s$  – удельный вес грунта (кН/м<sup>3</sup>);

$S$  – нагрузка от снега, используется при наличии (кН/м<sup>2</sup>).

Далее определяется расстояние между соседними анкерами или шаг расстановки анкеров. Для удобства расстояние между анкерами принимается одинаковым. Для определения данного расстояния используется следующая формула:

$$L_3 = \frac{L}{n}; \quad (5)$$

где:  $n$  – количество анкеров;

$L$  – длина рассматриваемого участка.

После определения расстояния между анкерами необходимо вычислить их суммарное количество на одном участке. Для определения необходимого количества анкеров нужно воспользоваться следующей формулой:

$$n = R/R_i; \quad (6)$$

где:  $R_i$  – расчетная прочность геомата.

Для используемого полотна геомата необходимо определить расчетную прочность. Расчет прочности геомата выполняется по следующей формуле:

$$R_i = \frac{R_{ult} \cdot f_c}{f_{m1} \cdot f_{m2} \cdot f_{m3}}; \quad (7)$$

где:  $R_{ult}$  – заданная прочность геомата (кН/м);

$f_c$  – коэффициент ползучести;

$f_{m1}$  – расчетный коэффициент ( $f_{m1} = 1,1$ );

$f_{m2}$  – коэффициент, учитывающий механическое повреждение во время укладки ( $f_{m2} = 1,2$ );

$f_n$  – общий коэффициент запаса ( $f_n = 1,0$ ).

Особое внимание уделим узлам и соединениям материала, они выполняют свою соединительную функцию на протяжении всего периода эксплуатации мата. Плохо скрепленные узлы и свободные концы — это слабое место в конструкции, они особенно подвержены опасности во время наката волн [4]. Если геомат располагается на участке, который подвержен воздействию на него односторонних течений, его следует укладывать внахлест по распределению потока.

**Заключение.** При укладке ковров геоматов на откос ковры, они раскатываются параллельно друг другу, при этом стыки полотен зачастую делаются внахлест. Данные стыки являются слабым местом этой конструкции. Для надежной фиксации стыков и полотен геоматов на откосе необходимо определить достаточное количество анкеров. Рассчитав все вышеперечисленные

параметры, мы получим необходимое количество анкерных скоб и расстояние между ними (шаг расстановки анкеров) для надежной фиксации геомата на откосе.

### Библиографический список

1. Баранов Е.В. Рекомендации по гидравлическим расчётам противоэрозионного крепления с применением пространственной георешетки с крупнообломочным грунтом/Е.В. Баранов, А.П. Гурьев, Н.В.Ханов// Гидротехническое строительство. –2019. –№8. – С. 22–26.
2. Хомченко Ю.В. Устойчивость откосов и склонов, укрепленных геотекстильными материалами/Ю.В. Хомченко // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2014. – №16.– С.54–59.
3. Colbond Geosynthetics, P.O. Box 9600, 6800 TC Arnhem, the Netherlands [Электронный ресурс]/ Руководство по проектированию противоэрозионной защиты с использованием энкамата. Режим доступа: <https://www.colbond.com>.
4. Мельникова Е.П. Повышение устойчивости грунтовых сооружений путем армирования геосинтетическими материалами/Е.П. Мельникова// Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. – 2016. – № 1. – С. 29–34.
5. Агробиотехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.
6. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0 : Монография в 2 томах / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.]. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 379 с. – ISBN 9785449710451(т.2),9785449710437. – EDN LPHBYX.
7. Растениеводство и луговодство : сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. – Москва: ЭЙПиСиПублишинг, 2020. – 838 с. – ISBN 978-5-6042131-8-6. – DOI 10.26897/978-5-6042131-8-6. – EDN RSQCUH.
8. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 31 октября 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 134 с. – ISBN 978-5-9675-1702-0. – EDN YTLELB.
9. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 30 октября 2019 года. – Москва: Редакция журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства", 2019. – 170 с. – EDN WFMJGQ.