

- 38.
3. Соркин А.П., Рудовский П.Н., Красильщик Э.Г., Гаврилова А.Б., Филиппук А.Н., Гоголинский А.Г. Способ формирования ровницы и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2208070 09.01.2001.
  4. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б. Способ формирования и подготовки некрученной льняной ровницы к прядению и устройство для его осуществления. патент на изобретение RUS 2467103 21.12.2009.
  5. Рудовский П.Н. Использование католита при подготовке льняной ровницы к прядению/ П.Н. Рудовский, А.П. Соркин, С.Г., Ю.А. Собашко // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2014. - № 5 (353). - С. 40-43.
  6. Палочкин С.В., Козлов В.А., Соркин А.П., Рудовский П.Н. Способ получения ровницы и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2128252.
  7. Рудовский П.Н., Смирнова С.Г. Математическая модель прочности мокрой бескруточной ровницы из льна / П.Н. Рудовский, С.Г. Смирнова // Депонированная рукопись № 82-В2010 17.02.2010.
  8. Рудовский П.Н. Использование ЭХА-растворов для снижения экологической опасности технологического процесса беления и подготовки льняной ровницы к прядению/ П.Н. Рудовский, Г.К. Букалов // Вестник Костромского государственного технологического университета. - 2014. - № 2 (33). - С. 74-76.

УДК 677.07:625.877

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГЕОТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИХ СТРУКТУРЫ

**Соколова С.В., асп., Башкова Г.В., д.т.н., проф.**

*Ивановский государственный политехнический университет,  
г. Иваново, Российская Федерация*

Реферат. В статье рассмотрены основные требования по свойствам геотекстильных материалов сетчатой структуры. При проектировании вязаных геотекстильных структур, используемых для армирования слабых грунтов и управления эрозией почв на склонах и откосах, необходимо опираться на такие факторы как гранулометрический состав почвы, угол наклона откоса, скорость потока воды.

Ключевые слова: геотекстиль, основовязанные полотна, эрозия почв, проектирование свойств.

Несмотря на то, что преобладающая доля геотекстиля производится из синтетических волокон, имеется перспективная для развития ассортиментная ниша – контроль эрозии мягких грунтов, где природные (растительные) волокна используются наравне с синтетическими. В последнее десятилетие активизировались разработки и производство геоматериалов из натуральных волокон – возобновляемого ресурса, которые безопасны для окружающей среды и со временем подвергаются полному биоразложению. Функциональным назначением таких материалов, в первую очередь, является управление эрозией почв на склонах и откосах и армирование слабых грунтов.

Также их биоостатки способствуют росту растений, что необходимо для полного закрепления грунта. Леносодержащая пряжа, применяемая для таких полотен, обладает достаточно хорошими механическими свойствами, которые практически не ухудшаются в мокром состоянии и надежным сцеплением с частицами грунта. Кроме этого, хорошая гигроскопичность обеспечивает своеобразный дренаж переувлажненной почвы [1].

Вязаные текстильные структуры, в первую очередь, основовязанные сетки могут рассматриваться как наиболее перспективные против поверхностной эрозии почвы, из-за высокого поглощения энергии капель (дождя или орошения), то есть ударной вязкости, высокой пористости – сорбционной способности, низкой материалоемкости – свойственные трикотажу, к тому же местные повреждения не приводят к разрушению таких полотен и обладают неограниченным возможностям структурообразования. Трикотажный способ позволяет производить ячеистые полотна разнообразных структур с высокой

производительностью.

В качестве основных требований к полотнам выдвигаются:

1. гидравлические (транспортные) свойства;
2. сопротивление потоку (воды);
3. деструкция (био-, механическое, химическое разрушение);
4. упругость (гибкость);
5. высокая прочность, особенно, во влажном состоянии;
6. низкая удельная плотность (масса, материалоемкость);
7. сопротивление сдвигу (коэффициент трения) между грунтом и полотном (выше, чем между частицами почвы);
8. стоимость.

Рассматривая функциональные требования в совокупности, необходимо отметить, что преобладающему большинству из них отвечают основываемые флорные сетки из лубоволокнистого материала, существенно увеличивающие сцепление грунта, поскольку частицы крупноблочного грунта заклиниваются в ячейках геосеток. При этом образуется устойчивая система, в которой усилия, передающиеся на грунт и геосетку, равномерно распределяются по всему объему.

Преимуществами применения таких геосеток по сравнению с традиционными технологиями являются их экологичность, простота в укладке и более низкая стоимость. При этом способность трикотажных геосеток к полной биодegradации, повышающей плодородие местного грунта, делает его использование предпочтительным в сравнении с синтетическим геотекстилем. Предлагаемые в зарубежных исследованиях открытые ниточные структуры аналогичного назначения: ткани, нитепрошивные нетканые полотна, кулирный трикотаж в сравнении с экспериментальными, не обладают перечисленными преимуществами.

Также необходимо учитывать дополнительную ситуацию, при которой заклинивание в ячейках сетки крупных частиц создает дополнительный эффект фиксации для мелких частиц, при этом создаются подпорные микростенки и микроплотины, распределяющие равномерно нагрузки на грунт и сетку и разделяющие потоки воды на микроструи. Результатом такого моделирования должно стать обоснование структуры полотна, в частности, размеров и периодичности ячеек, необходимых фрикционных свойств полотна и нитей, механических и гигроскопических свойства полотна. Размер ячейки должен быть достаточным для прорастания травянистых стеблей при образовании дерна, для размещения в ней такого количества частиц грунта, при котором происходит фиксация нити и уменьшение ее зажимной длины при растяжении под нагрузкой, фиксация самих частиц при взаимном трении и трении о нить. В то же время, слишком большая ячейка не создаст условий для многочисленных контактов между нитями и частицами грунта, не защитит эти частицы от напора ветра и водяных потоков, от ударов дождевых капель, а разреженная (открытая) текстильная структура, хоть и дешевле, но меньше по прочности. Большое влияние на фиксацию грунта оказывает также линейная плотность и структура нити. Толстая, рыхлая и ворсистая нить создаст условия для проникновения в тело пряжи острых кромок частиц грунта и их заклинивания между геосеткой и грунтом, а также для лучшего дренажа и фильтрации влаги. Фильтрационные процессы, как известно, способствуют уплотнению грунта. Льняная пряжа с вложением отходов как раз соответствует этим требованиям.

В процессе исследования выявлена зависимость параметров геосеток от следующих показателей:

1. гранулометрического состава почвы;
2. скорости водного потока;
3. количества осадков;
4. угла наклона откоса;
5. силы сдвига;
6. наличия и типа растительного покрова.

В свою очередь, эти показатели влияют на механические характеристики, которые выдвигаются в качестве основных требований к геотекстильным материалам:

- гидравлические (транспортные) свойства;
- деструкция (био-, механическая, химическая);
- упругость (гибкость);
- высокая прочность, особенно, во влажном состоянии;
- низкая удельная плотность (масса, материалоемкость);
- сопротивление сдвигу (коэффициент трения) между грунтом и полотном.

Трикотажное полотно из натурального волокнистого сырья эластично, при укладке точно повторяет форму микрорельефа местности, надежно захватывая и фиксируя мельчайшие частицы грунта, не требует заглубления в грунт.

Осуществляется поверхностное армирование склона при размещении сетки на небольшой глубине параллельно наклонной поверхности. Под действием нагрузок и микропотоков влаги происходит уплотнение (прессование) как частиц грунта в ячейках сети, так и самой пористой волокнистой структуры трикотажа. Уплотнение порошковых и волокнистых структур можно рассматривать с точки зрения теории контактных явлений, рассматривая его в связи с процессом консолидации отдельных частиц грунта и структурных элементов (волокон) трикотажа. В результате образуется геокомпозит с регулярной неоднородностью. Усилие уплотнения сыпучей и волокнистой среды  $P_n$  определяется силами сжатия от давления верхней части грунта  $P_G$  и силами реакции нити  $P_T$ , составляющей элемент петли и работающей аналогично подпорной стенке, которая создает боковое давление. Однако, со стороны соседних ячеек действует такая же боковая сила, но в обратном направлении. Поскольку эти силы компенсируют друг друга, то происходит только сжатие волокнистого материала, при этом за счет увеличения сил трения в контактных точках текстильный материал становится прочнее. Единственной силой, создающей сколько-нибудь ощутимую деформацию геосетки, является скатывающая сила. Скатывающая сила  $P_{ск}$  оказывает равномерное давление на каждую нить одновременно уплотняя сыпучую среду и скатывая весь геокомпозит вниз по склону. При этом в противоположную ей сторону действует сила поверхностного трения  $T$ . Очевидно, что [2]

$$\begin{aligned} P_n &= P_G \cos \alpha; \\ P_{ск} &= P_G \sin \alpha. \end{aligned} \quad (1)$$

В системе волокнистая структура-грунт решающее значение на уплотнение массива оказывает боковое сопротивление нитей, обусловленное их механическими свойствами, которое обуславливает возникновение сил внутреннего трения  $P_T$  в каждой ячейке сети.

Учитывая, что у несвязанного грунта (песок, влажная глина) значение удельного сцепления близко к 0, а связность грунта определяется силами трения частиц грунта о нити геосетки, можно считать, что

$$\sigma_0 = \frac{P_T}{F}, \quad (2)$$

где  $F$  – внешняя поверхность нитей геосетки, контактирующей с поверхностью грунта.

Определить значение  $F$  можно, рассчитав длину нити  $L$  в элементе трикотажа

$$F = L\pi \frac{d^2}{4} k, \quad (3)$$

где  $d$  – диаметр нити с учетом сжатия,  $k$  – коэффициент, учитывающий долю общей площади нити, контактирующей с грунтом.  $L$  и  $k$  определяются по образцам согласно геометрической модели трикотажа [3]. Сопротивление сдвига связанного геосеткой грунта, увеличивается пропорционально фрикционным свойствам трикотажного полотна, которые определяются структурой и сырьевым составом и могут быть количественно определены.

Таким образом, трикотажные сетчатые геополотна справляются с защитой почвы от поверхностной эрозии, т.е. предотвращают механическое перемещение частиц грунта при сползании по склону, при воздействии ветра, дождевых капель, потоков воды.

#### Список использованных источников

1. Башкова, Г.В. Проектирование основных свойств трикотажных геополотен/ Г.В. Башкова, А.П. Башков, Д.А. Алешина, С.В. Соколова// Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2013. – № 3. – С. 159-164.
2. Цытович, Н.А. Механика грунтов./Н.А. Цытович – М: Госстройиздат, 1963. – С. 636.
3. Землякова, И.В. Неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажного полотна /И.В. Землякова, Л.А Каминская// Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2012. – № 4. – С. 113-116.