

# КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Строительные требования сегодняшнего дня еще раз подтверждают актуальность применения геосинтетических материалов. В данной статье читателям предлагается ознакомиться с их классификацией по версии Международного геосинтетического общества (IGS). В материале использована информация ОАО «494 УНР», официального разработчика и собственника технологии изготовления и укладки объемных геоячеек «Прудон-494» и геомембраны «Лурон-494», корпоративного члена IGS с 2002 года. В этой компании регулярно проводятся мероприятия по освещению отечественного и зарубежного опыта использования геосинтетических материалов при строительстве, ремонте и реконструкции транспортных объектов.



К геосинтетикам относят: текстиль, резину, пластик, битумо-полимерные мембраны и бентониты. Все они обладают следующими общими характеристиками:

- готовы к сборке;
- поступают в рулонах (шириной 1–6 м) или в панелях;
- применяются при геотехнических работах.

Символы, которыми обозначаются типы геосинтетиков (по версии IGS):

- GT** — геотекстиль;
- GG** — георешетка;
- BT** — биотекстиль и биомат;
- GA** — геомат;
- GL** — геоячейка;
- GN** — геосетка;
- GCD** — геосинтетик для дренажа;
- GCL** — геосинтетическая глинообкладка;
- GM** — геомембрана;
- GMS** — синтетическая геомембрана;
- GMB** — битумная геомембрана.

## Геотекстили (GT)

Делятся на два вида: тканые и нетканые.

Нетканые геотекстили представляют собой плоские конструкции, состоящие из синтетических волокон, беспорядочно скрепленных между собой в результате механической (рис. 1), термической (рис. 2) или адгезивной обработки.

В зависимости от длины волокон нетканые геотекстили могут быть длинно- или коротковолокнистыми. Впервые стали применяться при геотехнических работах в Италии, где их до сих пор широко используют.

Тканые геотекстили представляют собой плоские правильные конструкции, изготовленные путем переплетения двух или более групп

синтетических нитей: основа пряжи (параллельно направлению материала) и уток пряжи (перпендикулярно основе), что позволяет получить небольшие отверстия правильной формы. В зависимости от перпендикулярной нити и типа плетения, делятся на моноволоконистые (рис. 3), ленточные (приплюснутая резина) (рис. 4) и DOS (направленно ориентированные структуры: нитяная основа с вкраплениями уточин (рис. 5).

## Георешетки (GG)

Могут быть штампованными, ткаными или связанными. Кроме всего прочего, применяются для армирования (их особая структура обеспечивает плотное размещение частиц почвы в своих отверстиях).

Штампованные георешетки представляют собой конструкции из полимера (полиэтилена или полипропилена высокой плотности), которые штампуются, а затем растягиваются: это можно сделать в одном направлении (рис. 6). Однонаправленные георешетки обладают длительной устойчивостью к растяжению, одинаковой в обоих направлениях (20–30 кН/м).

Тканые георешетки представляют собой плоские конструкции из сетки высокомодульных синтетических тканей (обычно полиэстер), покрытых защитным слоем (рис. 7).

Скрученные георешетки представляют собой плоские конструкции, в которых два или более вида ткани или других синтетических материалов соединяются на одинаковом расстоянии между собой при помощи скручивания. Обычно состоят из стержней, материалом для которых служит полиэстеровое волокно высокой прочности, и покрытия из полиэтилена. Характерным свойством является различное сопротивление

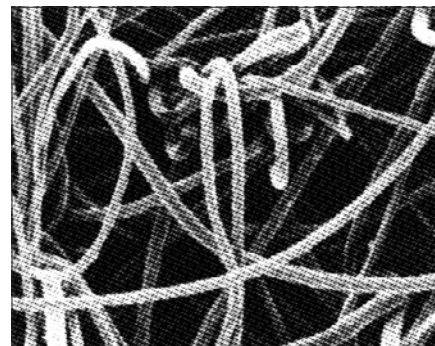


Рис. 1



Рис. 2

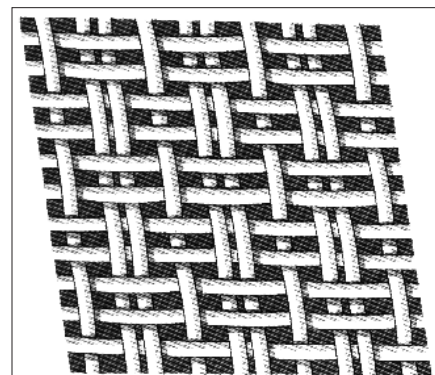


Рис. 3

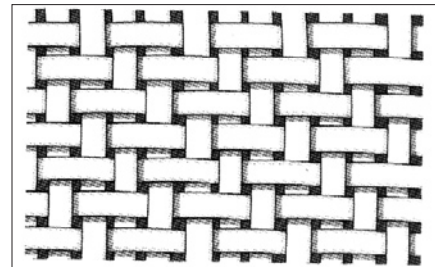


Рис. 4

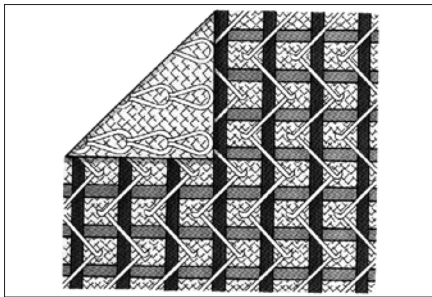


Рис. 5

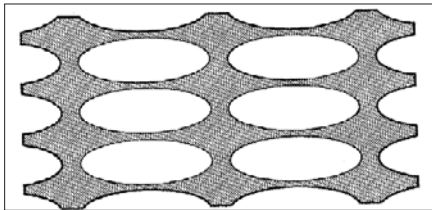


Рис. 6

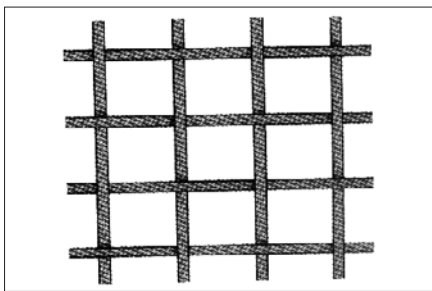


Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9

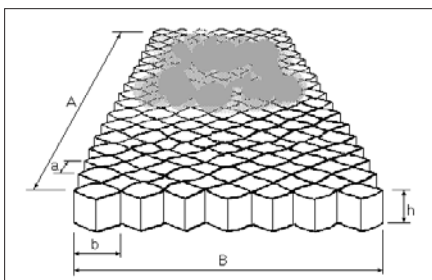


Рис. 10

в обоих направлениях — от 15 до 1350 кН/м.

В соответствии с технологией изготовления и применением, делятся на две группы: одно- и двунаправленные.

### Биотекстили и биоматы (BT)

Биотекстили производятся из натуральных волокон (джут, кокосовое волокно и т.д.), переплетенных для образования плоских конструкций, которые неразомкнуты, но в то же время способны принять различную форму в зависимости от ландшафта (рис. 8).

Биоматы выполнены из натуральных материалов (солома, кокосовое волокно, сизаль и т.д.) и обычно прокладываются между синтетическими сетками (из полипропилена или полиамида) или натуральными материалами (например, джут).

Биоматы, как и биотекстили, можно применять только для решения временных проблем, таких как защита склонов от эрозии (до появления на них растительности).

Толщина биоматов обычно составляет 10 мм. Они поступают в рулонах (так же как и биотекстили).

### Геоматы (GA)

Производятся из синтетических волокон (полиэтилен высокой прочности, полиамид, полипропилен и др.), спутанных между собой для образования слоя в 10–20 мм, принимающего любую форму (рис. 9). Обладают высокой пористостью (в среднем более 90%).

Применяются на склонах для увеличения устойчивости к эрозии, вызванной дождевыми потоками, и действуют как поверхностное укрепление до появления растительности. В определенных случаях могут быть использованы на берегах каналов и небольших рек в той их части, которая обычно бывает сухой и подвергается лишь воздействию атмосферных осадков.

Как и геосетки, геоматы при определенных обстоятельствах могут быть использованы для отвода жидкости (дренажа) вместе с геотекстилями и/или геомембранами. Их применение в данных целях ограничено проектами, в которых геосинтетика подвергается небольшому постоянному сжатию.

### Геоячейки (GL)

Состоят из помещенных бок о бок ячеек из лент штампованного синтетического материала

высотой 100–200 мм (рис. 10). Основная функция конструкции, напоминающей пчелиные соты, — удерживать почву или другой сыпучий материал от ветровой и водной эрозии.

### Геосетки (GN)

Представляют собой петельчатую конструкцию, состоящую из перекрывающихся друг друга нитей (от 3 до 15 мм) под постоянным углом (60–90°). При этом образуются одинаковые отверстия шириной от 10 до 200 мм (рис. 11). Они получают путем штамповки термопластикового полимера (обычно это полиэтилен высокой прочности) и сварки нитей (частичное проникновение в места срачивания происходит в тот момент, когда материал еще находится в полужидком состоянии).

Геосетки, используемые в комбинации с геотекстилями, могут служить в качестве фильтров и/или геомембран, образующих барьер; могут выполнять и дренажные функции.

### Геосинтетика для дренажа (GCD)

Изготавливаются из однородных или композитных элементов.

В первом случае (однородные элементы) это обычно формованные синтетические со специальным профилем, обеспечивающие максимум дренажа при укладке на плоскую поверхность (подпорные стенки, фундаменты и т.д.).

Во втором случае (композитные элементы) они изготавливаются путем соединения в процессе производства слоя геосетки (геомата или формованных элементов), помещенных между двумя слоями геотекстиля. Средний слой выполняет роль дренажа, а верхний и нижний слои работают в качестве фильтров. Для специальных целей добавляется слой геомембраны в качестве барьера. Иногда состоят из одного слоя геотекстиля и геосетки (геомата или формованного элемента).

Толщина геоконструкций для дренажа может составлять от 5 до 30 мм. Перед эксплуатацией важно знать, как проявляются их свойства при нагрузках и с течением времени.

### Геосинтетические глинообкладки (GCL)

Изготавливаются из глины (бентонита) и геосинтетиков: тонкий слой набухшей глины помещается между

двумя слоями геотекстиля (рис. 13) или прикрепляется к синтетической геомембране.

В настоящее время на рынке существует три типа геосинтетических глинообкладок.

Первый тип — слой бентонита, находящийся между двумя слоями геотекстиля, которые соединяются между собой швом или с помощью спиц. Такое крепление повышает сопротивление сдвигу. Если необходимо соединить две секции материала, они укладываются внахлест. Если крепление производится с помощью спиц, то бентонит укладывают по всей поверхности между уложенными внахлест секциями геотекстиля. Фиксация происходит автоматически — после увлажнения бентонита, при этом нет необходимости в дополнительном механическом креплении.

Второй тип представляет собой натриевый бентонит, смешанный с растворимым в воде клеем, который помещается между двумя слоями геотекстиля. Клей удерживает материал при транспортировке и укладке. Тонкий нижний слой изготовлен из неплотного материала — для того, чтобы бентонит после увлажнения легко проходил через отверстия геотекстиля, автоматически скрепляя верхний слой.

Третий тип состоит из бентонита, смешанного с клеем, который обеспечивает прочность склейки с геомембраной, выполненной из полиэтилена высокой плотности (HDPE). Крепление между секциями происходит так же, как и во втором типе.

### Синтетические геомембраны (GMS)

Могут быть однородными или армированными, в зависимости от того, находятся или не находятся в их структуре армирующие (синтетические или металлические) элементы (рис. 14). Разделяются, кроме того, на пластичные и эластичные.

**Пластичные мембраны** представляют собой листы толщиной 0,5–2,5 мм, которые производятся с помощью различных методов (календрования, экструзии, нанесения). Характеризуются низкой проницаемостью.

Календрование: смесь, состоящая из термопластикового полимера (LDPE, HDPE, PVC, PP) и ряда добавок со специальными функциями, плавится и доводится до необходи-

мой толщины с помощью нагретых роликов. Ширина — 1–2 м.

Экструзия: смесь, состоящая из термопластикового полимера (LDPE, HDPE, PVC, PP) и ряда добавок со специальными функциями, плавится и выдавливается под давлением через круглое отверстие. Трубовидное образование поддерживается во вздутом состоянии при помощи вакуума, затем охлаждается, отрезается и разворачивается для получения плоских листов шириной от 2 до 6 м.

Нанесение (обычно применяется для PVC): смесь, состоящая из PVC (в состоянии пластизола) и ряда добавок (обычно это пластификаторы), наносится холодной, а затем расплавленной для получения плоских листов шириной 1–2 м.

**Эластичные геомембраны** представляют собой листы толщиной от 0,5 до 2 мм, которые характеризуются низкой проницаемостью. Производятся следующим образом:

■ первая фаза — производство однородной смеси из невулканизированного полимера (необработанной резины) плюс серии добавок со специальными функциями;

■ вторая фаза (календрование): однородная смесь проходит через нагретые ролики для приобретения необходимой толщины и вулканизации. При этом получают плоские листы шириной от 1 до 2 м.

### Битумные геомембраны (GMB)

Представляют собой листы толщиной от 3 до 6 мм и шириной от 1 до 1,5 м (рис. 15). Производятся путем обработки расплавленной смеси, состоящей из битума, пластичных и/или эластичных полимеров и минеральных наполнителей. Характеризуются крайне низкой проницаемостью.

Производство обычно начинается с основы (нетканой или тканой, из полиэстера или стекловолокна), которая в процессе обогащается расплавленной смесью. Основа охлаждается, помещается между несклеивающимися листами и скатывается в рулоны.

В Италии они используются только при возведении водонепроницаемых крыш в гражданском и промышленном строительстве. В других европейских странах (особенно во Франции и Нидерландах) специальные многослойные битумные геомембраны имеют шири-

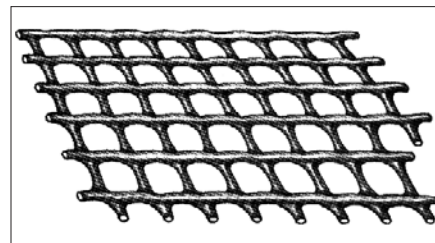


Рис. 11

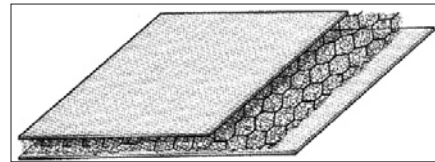


Рис. 12

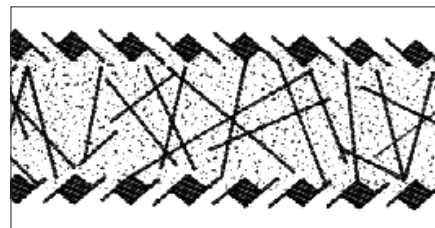


Рис. 13

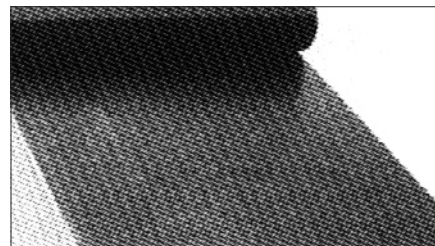


Рис. 14

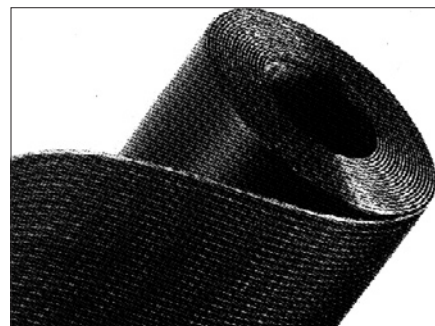


Рис. 15

ну 4–5 м и применяются для обеспечения водонепроницаемости при строительстве каналов, дамб и водоемов.

**Российская инженерная академия,  
секция «Строительство»  
В.В. Бубновский,  
главный специалист,  
руководитель проекта,  
член Международного  
геосинтетического общества  
(IGS)**