

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ  
ПО МЕТОДАМ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Д-р техн. наук, проф. А.В.Труевцев, канд. техн. наук, доц. А.Ю.Баранов  
проф. А.Н.Девятилов*

Да, этот предмет уже давно удивительным  
образом тревожил умы, однако, я думаю,  
труда было больше, чем результата.  
*Эразм Роттердамский*

Как отмечают многие практики, потребление геосинтетики в России могло бы быть в несколько раз большим, если бы строители точно знали, с каким материалом они имеют дело, чем один отличается от другого, в каких условиях тот или иной материал может быть применен наиболее эффективно. Если в терминологию была внесена некоторая ясность «Рекомендациями по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог» [1], то вопрос о классификации геосинтетики, на наш взгляд, по-прежнему остается открытым.

Методология науки [2, 3] отмечает, что не может быть создана универсальная классификация для каких бы то ни было объектов, ибо в основу любой классификации должен быть положен какой-либо признак. Выбирая признак, мы задаем алгоритм классифицирования. Поскольку свойства геосинтетических материалов формируются на стадии производства объекта и определяются применяемой технологией, представляется естественным положить в основу классификации именно этот признак. Необходимо отметить, что выбор технологии производства является ключевым моментом при оценке возможности применения получаемого продукта [4].

Согласно весьма удачному определению, предложенному в работе [5], *геосинтетическим* называется «материал, по крайней мере, один компонент которого изготовлен из синтетического полимера в виде полотна, полосы или трехмерной структуры, используемый при контакте с грунтом и/или другими материалами для создания дополнительных слоев (прослоек) различного назначения (армирующих, защитных, фильтрующих, дренажных, гидроизолирующих, теплоизолирующих) в транспортном, трубопроводном строительстве и гидротехнических сооружениях».

Действующая классификация геосинтетических материалов (ГМ) приведена в работе [1] (рис. 1). Из семи групп ГМ, представленных в этой классификации, лишь одна не имеет прямого отношения к текстилю – *геоплиты*. Под геоплитами понимаются «сплошные теплоизоляционные материалы в виде плиты, например, пенопласт» [1, с. 2]. Все остальные группы так или иначе имеют текстильное происхождение и их следовало бы отнести к *геотекстилю*. Этот вывод напрашивается сам собой уже из простого анализа определений, приводимых в работе [1]:

*геоэлементы* – «отдельные элементы ... в виде волокон, тросов, узких лент, выполняющие, как правило, функции армирования, в том числе дискретного»;

*геомембрана* – «сплошное водонепроницаемое рулонное полотно из геотекстильного, обработанного вяжущим, материала или рулонный пленочный материал»;

*геооболочка* – «геотекстильный материал или геосетка, образующие объемные оболочки для заполнения их другими строительными материалами..., например, мешки-контейнеры, заполненные песком»;

*геокомпозит* – «поставляемый в рулонах или блоках материал из двух и более слоев геотекстильных материалов и геосеток».

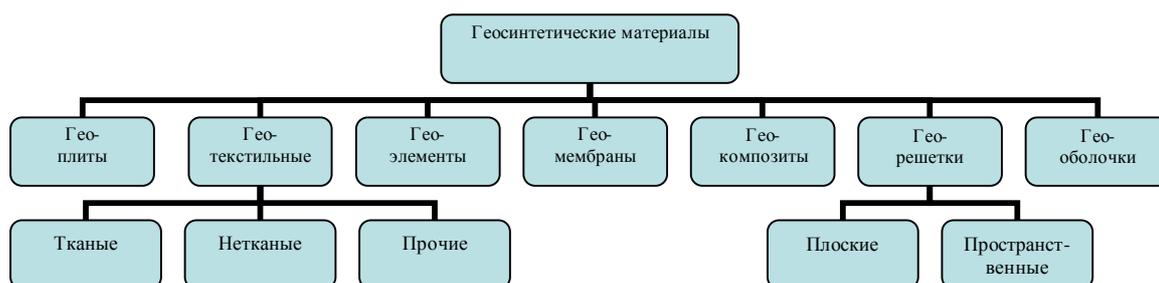


Рис. 1. Действующая классификация геосинтетических материалов.

Легко видеть, что все рассмотренные группы ГМ представляют собой изделия из геотекстильных материалов или просто комбинацию последних. Возникает лишь вопрос о природе упоминающихся «геосеток». Как следует из работы [1], **геосетка, или плоская георешетка** – это «плоский рулонный материал с ячейками размером от 1 см, выполняющий преимущественно армирующие функции». Известно, что за исключением литых пластмассовых геосеток, практически все геосетки производятся сейчас по ткацкой или трикотажной технологии с последующей пропиткой, то есть являются по сути геотекстильными материалами. По этим же технологиям может быть получена и **пространственная георешетка**, которая представляет собой «объемный материал с ячейками высотой от 3 см, поставляемый в виде блоков слоев со сложенными ячейками, выполняющий преимущественно защитные функции по отношению в заполнителю ячеек – грунту, щебню, гравию и др.». Понятно, что пространственная георешетка, как правило, образуется наслаиванием и скреплением геосеток.

Возникает естественный вопрос - что же понимается под «геотекстильными материалами» в действующей классификации? Оказывается, ГТМ – это «поставляемое в рулонах *сплошное* (курсив наш – Авт.) водопроницаемое тонкое гибкое нетканое, тканое или трикотажное полотно, получаемое путем скрепления волокон или нитей механическим, химическим, термическим способами или их комбинацией» [1]. То есть к собственно ГТМ отнесены только материалы, называемые в строительной практике **геополотнами**.

Следует признать, что геополотна является наиболее распространенной разновидностью геосинтетических материалов [5].

**Нетканые геополотна** представляют собой хаотичное образование из массы отдельных волокон, соединенных между собой механическим, термическим или химическим способом. Нетканые ГТМ, полученные по механической технологии (иглопробивной), применяются для дренирования и защиты, по термической технологии – для защиты и иногда армирования, по химической технологии (т.е. полученные путем склеивания) применяются в дорожном строительстве гораздо реже из-за быстрого старения.

**Тканые геополотна** имеют регулярную структуру из повторяющихся элементов (раппортов переплетения), высокую прочность (что делает целесообразным их применение в целях армирования и защиты), но не обладают достаточной водопроницаемостью для дренирования.

Согласно упомянутым «Рекомендациям...» [1], различают обычные и усиленные ткани. Последние часто называют **высокопрочными геополотнами**. Они, как правило,

применяются для армирования. Ткани, усиленные в одном направлении, относят к одноосным тканым ГТМ, а усиленные в двух направлениях – к двухосным. Последние имеют близкие значения механических характеристик в продольном и поперечном направлениях.

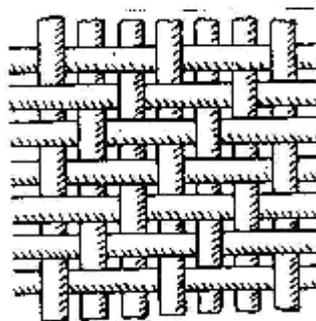


Рис. 2. Ткань.

При бесспорных достоинствах тканей, необходимо отметить их уязвимое место – подвижность структуры при нагрузке, не совпадающей с геометрическими осями материала, образуемыми продольными и поперечными нитями (рис. 2). В этом отношении более перспективными представляются *трикотажные материалы*, в которые введены продольные и поперечные нити утка. Они могут быть изготовлены как на кругловязальных машинах, так и на основовязальных машинах. В первом случае получают трубки, применяемые для производства прорезиненных и пластмассовых шлангов. Во втором случае вырабатываются основовязанные полотна, получаемые с прокладыванием продольного утка и поперечного утка по всей ширине игольницы машины (рис. 3).

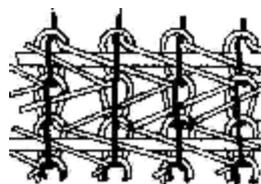


Рис. 3. Основовязанный трикотажный материал.

В таком трикотаже продольные уточные нити соединяются с поперечными уточными не только за счет трения (как это имеет место в ткани), но и за счет их взаимодействия с петлями грунта, который создается переплетением «цепочка» или «трико». Основовязанный трикотаж считается наименее растяжимым из всех вязанных полотен [6, 7], поэтому его применение в качестве ГТМ представляется наиболее целесообразным.

К положительным качествам любого трикотажа можно отнести следующие:

- высокая производительность оборудования, на порядок превышающая производительность ткацких станков;
- меньший уровень остаточной деформации по сравнению с тканями;
- большие возможности управления деформационными свойствами полотна на стадии его проектирования.

Дополнение обычной трикотажной структуры усиливающими уточными нитями, проложенными только в одном направлении (*моноаксиальный* трикотажный материал), резко снижает ее растяжимость в указанном направлении до уровня растяжимости уточной нити [8]. При прокладывании уточной нити в двух направлениях получают *биаксиальный* трикотажный материал (рис. 3) с равными механическими характеристиками в обоих направлениях. При изменении линейной плотности уточной нити можно сохранить величину растяжимости материала, но изменить его прочность в избранном направлении. Это ценное свойство биаксиальных структур позволяет получать на их базе **ГЕОтекстильные**

**Биаксиальные ТРикотажные Материалы (ГЕОБИТРИМ®)** для использования в качестве геополотен, геосеток и георешеток. Широкий диапазон варьирования линейной плотности уточной нити, которая может в десятки раз превышать линейную плотность нити грунта, дает возможность управления механическими свойствами материала на стадии его разработки.

Предлагаемый термин ГЕОБИТРИМ в англоязычной версии GEOBITRIM имеет аналогичный смысл (GEOtextile Biaxial TRICot Material – букв. геотекстильный биаксиальный основовязаный материал).

При выработке трикотажного материала на всех иглах иглоплетельной машины («фонтуры») получают переплетения, пригодные для изготовления геополотен. При вязании на отдельных группах игл получают переплетения, пригодные для изготовления георешеток.

*Плоские георешетки (геосетки)* – материалы с ячейками до 200 мм – могут вырабатываться на *однофонтурных* основовязальных машинах, а *пространственные* (толщиной свыше 30 мм) – на *двухфонтурных*. Важно отметить, что двухфонтурная основовязальная машина позволяет получить очень прочную цельновязаную пространственную георешетку заданной толщины без формирования ее из нескольких слоев геосеток.

*Мультиаксиальные* полотна образуются специальными механизмами, прокладывающими группы уточных нитей под различными углами к основным геометрическим осям материала. Они пока что применяются только в качестве наполнителя композитов, используемых как материал для балок, корпусов самолетов, кораблей и т.д.

Из действующей классификации (рис. 1), приведенной в работе [1], видно, что до сих пор трикотажные ГТМ относят к подгруппе «Прочие». Очевидно, что столь скромное место уже не соответствует многообразию геотекстильных трикотажных материалов и той роли, которую они сейчас играют в дорожном строительстве и смежных с ним областях инженерной деятельности. Кроме того, с точки зрения технологии текстильных материалов очевидно, что геополотна, геосетки и георешетки различаются только раппортом переплетения, и относятся к одной группе материалов. Например, между тканым геополотном и трикотажным геополотном разница в структуре и свойствах гораздо больше, чем между трикотажным геополотном и трикотажной георешеткой или геосеткой.

Вместе с тем, определенную ассортиментную нишу занимают геосинтетические материалы, получаемые из пластмасс путем литья: литые геоэлементы, литые геосетки, литые георешетки и литые геомембраны.

Из предложенного подхода напрашивается вывод о том, что геосинтетические материалы целесообразно делить на три типа (рис. 4). Геотекстиль, в свою очередь, может быть разделен на три класса (рис. 5).

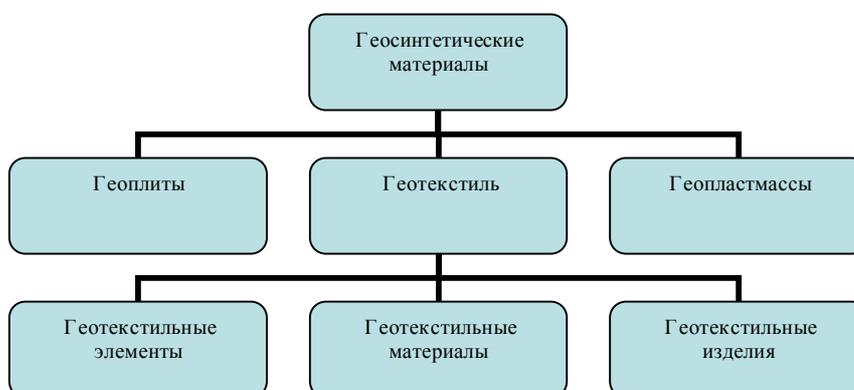


Рис. 4. Предлагаемая классификация геосинтетических материалов.

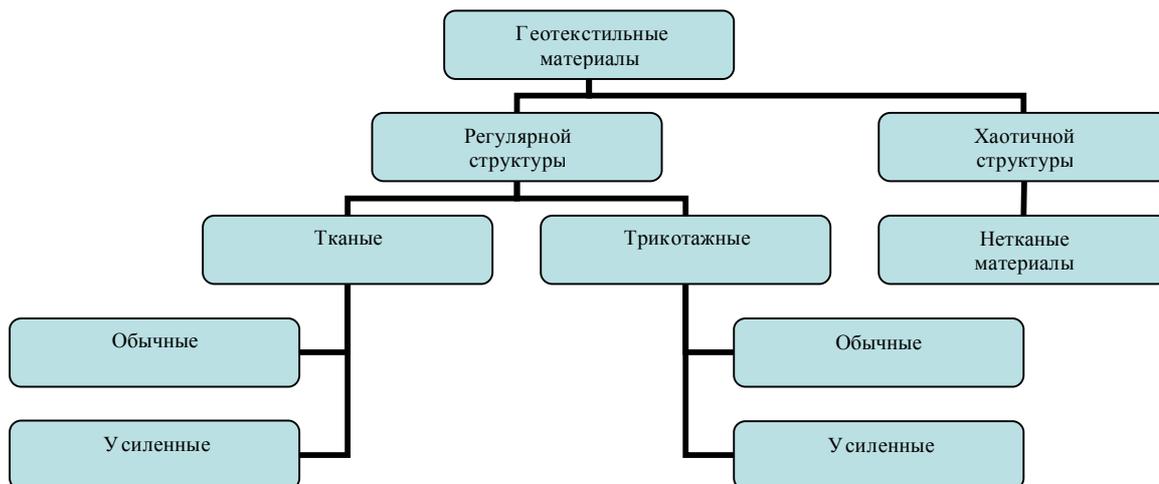


Рис. 5. Предлагаемая классификация геотекстильных материалов.

Наибольший интерес с позиций возможного применения для армирования и защиты при строительстве и ремонте автодорог представляют, разумеется, усиленные тканые (рис. 6) и трикотажные (рис. 7) материалы.



Рис. 6. Предлагаемая классификация тканых усиленных материалов.



Рис. 7. Предлагаемая классификация трикотажных усиленных материалов.

Учитывая климатические особенности России и структуру ее почв, хочется лишний раз подчеркнуть перспективность применения ГТМ в нашей стране, особенно биаксиальных трикотажных материалов ввиду их уникальных свойств.

Такой взгляд на проблему и предлагаемый вариант классификации позволит специалистам более четко представлять структуру используемых материалов, прогнозировать свойства ГТМ и правильнее оценивать эффективность их применения в различных областях строительства.

Во многих случаях в строительстве применяются на метражные рулонные геотекстильные материалы, а изделия из них. Они могут быть классифицированы следующим образом (рис. 8).

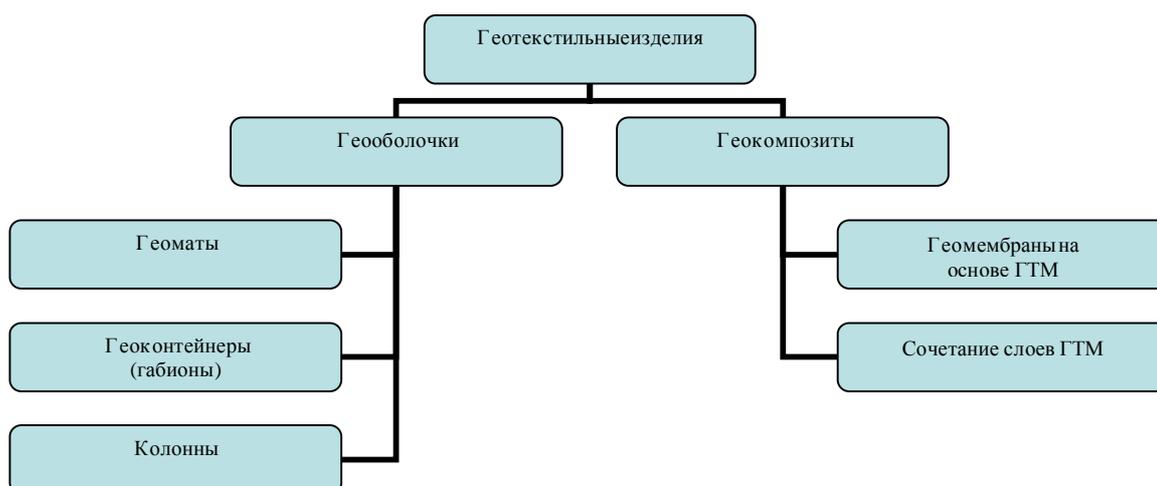


Рис. 8. Предлагаемая классификация геотекстильных изделий.

Предлагаемая классификация не противоречит международному стандарту [9] и позволяет строителю четко ориентироваться в ассортименте поставляемой геосинтетики, а

производителю – управлять свойствами материала на стадии производства, приводя их в соответствие с конкретными требованиями заказчика.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог: Отраслевой дорожный методический документ / ГП «РосдорНИИ»; ФГУП «СоюздорНИИ». – М., 2003. – 122 с.
2. Регирер Е.И. Развитие способностей исследователя. – М.: Наука, 2003. - 223 с.
3. Митчем К. Что такое философия техники? – М.: Аспект Пресс, 1995. – 149 с.
4. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. Т.3. – М.: Легкая индустрия, 1967. – 302 с.
5. Мухамеджанов Г.К., Фомин А.П. О классификации и терминологии геотекстильных материалов // Дорожная держава. – 2007. - № 9. – С. 61-64.
6. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.: Легкая индустрия, 1970. – 432 с.
7. Копяс К. Технология основовязаного трикотажа: Пер. с польск. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 192 с.
8. Максимова Ю.А. Методы получения и строение малорастягивающегося основовязаного трикотажа. – М.: Гизлегпром, 1957. – 72 с.
9. Стандарт ISO 10318:2005. Геосинтетические материалы. Термины и определения.