ГЕОТЕКСТИЛЬ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.В. Труевцев, А.Ю. Баранов, А.Н. Девятилов, О.Н.Столяров

«В России дорог нет, есть только направления»
Уинстон Черчилль

Этому крылатому выражению, как минимум, полвека. Однако и сегодня, выезжая на некоторые отечественные дороги, невольно вспоминаешь слова великого англичанина. Ведь несмотря на ярко выраженную полемичность фразы и хорошо известное всем субъективное отношение её автора к нашей стране, необходимо признать, что эпиграф, увы, даже теперь отчасти актуален. В самом деле, средняя скорость автомобильных грузоперевозок в России в два раза ниже, чем в передовых странах, а расход топлива – в полтора раза выше [1]. При этом средняя грузоподъемность единицы автотранспорта у нас одна из самых низких в мире. Именно высокие транспортные расходы остаются одной из причин низкой конкурентоспособности российских товаров.

Причина описанной ситуации кроется в том, что 75% наших дорог могут пропускать грузовики с нагрузкой не более 6 тонн на ось, в то время как у современных трейлеров этот параметр составляет 8-10 тонн. К сожалению, Россия весьма неудобна для дорожного строительства из-за крайне неблагоприятного сочетания холодных зим и структуры почв. В нашей стране 86 % всех грунтов относятся к «связным», то есть содержат глину, и лишь 14% - к песчаным [1]. Насыпь из песка считается вполне удовлетворительной для строительства дороги, но насыпь из связного грунта буквально «убивает» асфальтовую дорогу, поскольку глина хорошо впитывает и плохо отдает влагу. При замерзании такой насыпи асфальт растрескивается, а весной при таянии льда грунт на какое-то время может вообще терять несущую способность. Отчасти поэтому ремонтные расходы составляют две трети бюджета дорожного ведомства.

Таким образом, качество дороги определяется, прежде всего, тем материалом, который находится **под** асфальтом. Есть все основания полагать, что ключ к повышению качества кроется в применении геотекстильных материалов. С 1973 года в нашей стране началось их применение для дорожного строительства, в первую очередь, в районах Крайнего Севера и Сибири при создании инфраструктуры нефтяных и газовых месторождений. Первым геотекстильным материалом был «Дорнит» - нетканый материал шириной до 180 см, производившийся из волокнистых отходов иглопробивным способом. За последующие 35 лет ассортимент геотекстиля значительно расширился: по данным РосдорНИИ, сейчас в мире выпускается свыше 400 видов геотекстильных материалов, причем две трети из них применяются в дорожном строительстве.

Необходимо отметить, что почти весь геотекстиль, применяемый в России, закупается за рубежом, где он производится преимущественно на ткацких станках. При анализе данной ситуации невольно обращает на себя внимание тот факт, что мировое увеличение выпуска трикотажа составляет около 6% в год, т.е. в 2 раза превышает прирост выпуска тканей. Это привело в 2007 году к тому, что объемы производства тканей и трикотажа сравнялись. Если объем продаж ткацких станков в 2005-2006 годах снизился на 16%, то для трикотажных машин этот показатель вырос почти на треть. Таким образом, общая тенденция развития текстильной промышленности такова, что наиболее перспективным направлением в отрасли следует считать технологию трикотажа. Наглядным подтверждением этого вывода служит неуклонный рост продаж основовязального оборудования фирм «Карл Майер» и «Либа» (ФРГ) для производства геотекстильных материалов.

Согласно действующим «Рекомендациям по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог» [2], разработанным ГП «РосдорНИИ» и ФГУП «СоюздорНИИ» и введенным в действие Министерством транспорта РФ в 2003 году, предлагается следующее определение: « ***Геосинтетические***

материалы (ГМ) – класс строительных материалов, как правило, синтетических, а также из другого сырья (минерального), предназначенных для создания дополнительных слоев (прослоек) различного назначения в транспортном, гражданском и гидротехническом строительстве»[2, с.1]. Разновидности ГМ приведены в классификации (рис. 1), содержащейся в упомянутом документе. На ГМ возлагаются следующие функции:

1) Армирование (усиление насыпей и откосов);
2) Защита (предотвращение или замедление процесса эрозии грунтов, предотвращение взаимного проникновения материалов контактирующих слоев). Различают технологические прослойки, создаваемые на период строительства объекта, и разделительные, создаваемые для его эксплуатации;
3) Фильтрование (предотвращение или замедление процесса проникновения грунтовых частиц в дренаж или, наоборот, выноса грунтовых частиц из строительной конструкции);
4) Дренирование (ускорение отвода воды);
5) Гидроизоляция (уменьшение или предотвращение поступления воды в грунт рабочего слоя земляного полотна).

Из 7 групп ГМ, представленных в этой классификации, лишь две не имеют прямого отношения к текстилю – ***геоплиты*** и ***геоэлементы.*** Под геоплитами понимаются «сплошные теплоизоляционные материалы в виде плиты, например, пенопласт» [2, с. 2], а под геоэлементами – «отдельные элементы в виде … тросов, узких лент, выполняющие, как правило, функции дискретного армирования» [2, с. 2]. Все остальные группы так или иначе имеют текстильное происхождение и их следовало бы отнести к ***геотекстильным материалам (ГТМ)***. Этот вывод напрашивается сам собой уже из простого анализа определений, приводимых в работе [2]:

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».

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 [2], ***геосетка, или плоская георешетка*** – это «плоский рулонный материал с ячейками размером от 1 см, выполняющий преимущественно армирующие функции» (рис. 2). Известно, что 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*** (рис. 3), 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.» (рис. 4). 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». То есть к собственно ГТМ отнесены только материалы, называемые в строительной практике ***геополотнами*** (рис. 5).

Следует признать, что геотекстильные материалы являются наиболее распространенными среди геосинтетических материалов.

Нетканые геополотна представляют собой хаотичное образование из массы отдельных волокон, соединенных между собой механическим, термических 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 из применения в целях армирования и защиты), но не обладают достаточной водопроницаемостью для дренирования.

Согласно упомянутым «Рекомендациям…», различают обычные и усиленные ткани. Последние часто называют ***высокопрочными геополотнами***. Они, как правило, применяются для армирования (рис. 6). 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.

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. 7). В этом отношении более перспективными представляются ***трикотажные материалы***, содержащие продольные и поперечные нити утка. Они могут быть изготовлены как на кругловязальных машинах, так и на основовязальных машинах. В первом случае получаются трубки, применяемые для производства прорезиненных и пластмассовых шлангов. Во втором случае вырабатываются основовязаные полотна, получаемые с прокладыванием продольного утка и поперечного утка по всей ширине игольницы машины (рис. 8).

В уточном 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» (рис. 9) или «трико» (рис. 11). Основовязаный трикотаж считается наименее растяжимым из всех вязаных полотен (что является следствием аномально высокой перетяжки нити на основовязальной машине) [3, 4], 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. При прокладывании уточной нити в двух направлениях получают биаксиальный трикотажный материал с равными техническими 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 игольницы («фонтуры») получают ***полные*** переплетения, пригодные для изготовления геополотен. При вязании на отдельных группах игл получают ***неполные*** 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 [2], 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 играют в дорожном строительстве и смежных с ним областях инженерной деятельности. Опираясь на классификацию (рис. 1) и учитывая существующие технологии и сферы применения трикотажа, развернем интересующий нас фрагмент действующей классификации следующим образом (рис. 11). Из предлагаемой классификации видно, что геополотна, геосетки и георешетки различаются только раппортом переплетения, и относятся к одной группе материалов. Так, с точки зрения и технологии, и материаловедения, между тканым геополотном и трикотажным геополотном разница в структуре и свойствах гораздо больше, чем между трикотажным геополотном и трикотажной георешеткой или геосеткой.

Из предложенного подхода напрашивается вывод о том, что *геосинтетические материалы целесообразно делить на геотекстильные материалы (включая геополотна, геосетки, георешетки и изделия из них), геоплиты и геоэлементы.* Учитывая климатические особенности России и структуре ее почв, хочется лишний раз подчеркнуть перспективность применения ГТМ в нашей стране, особенно биаксиальных трикотажных материалов ввиду их уникальных свойств. При промышленном производстве и эксплуатации таких материалов могут быть весьма удобны следующие обозначения:

- ГЕОБИТРИМ®-ПВ (полотно высокопрочное);
- ГЕОБИТРИМ®-РС (решетка плоская – сетка);
- ГЕОБИТИМ®-РП (решетка пространственная).

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сидоров В. Изменилось ли что-нибудь в России за двести лет? //www.netler.ru/articles/dorogi.htm
2. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог: Отраслевой дорожный методический документ / ГП «РосдорНИИ»; ФГУП «СоюздорНИИ». – М., 2003. – 122 с.
3. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.: Легкая индустрия, 1970. – 432 с.
4. Копяс К. Технология основовязаного трикотажа: Пер. с польск. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 192 с.

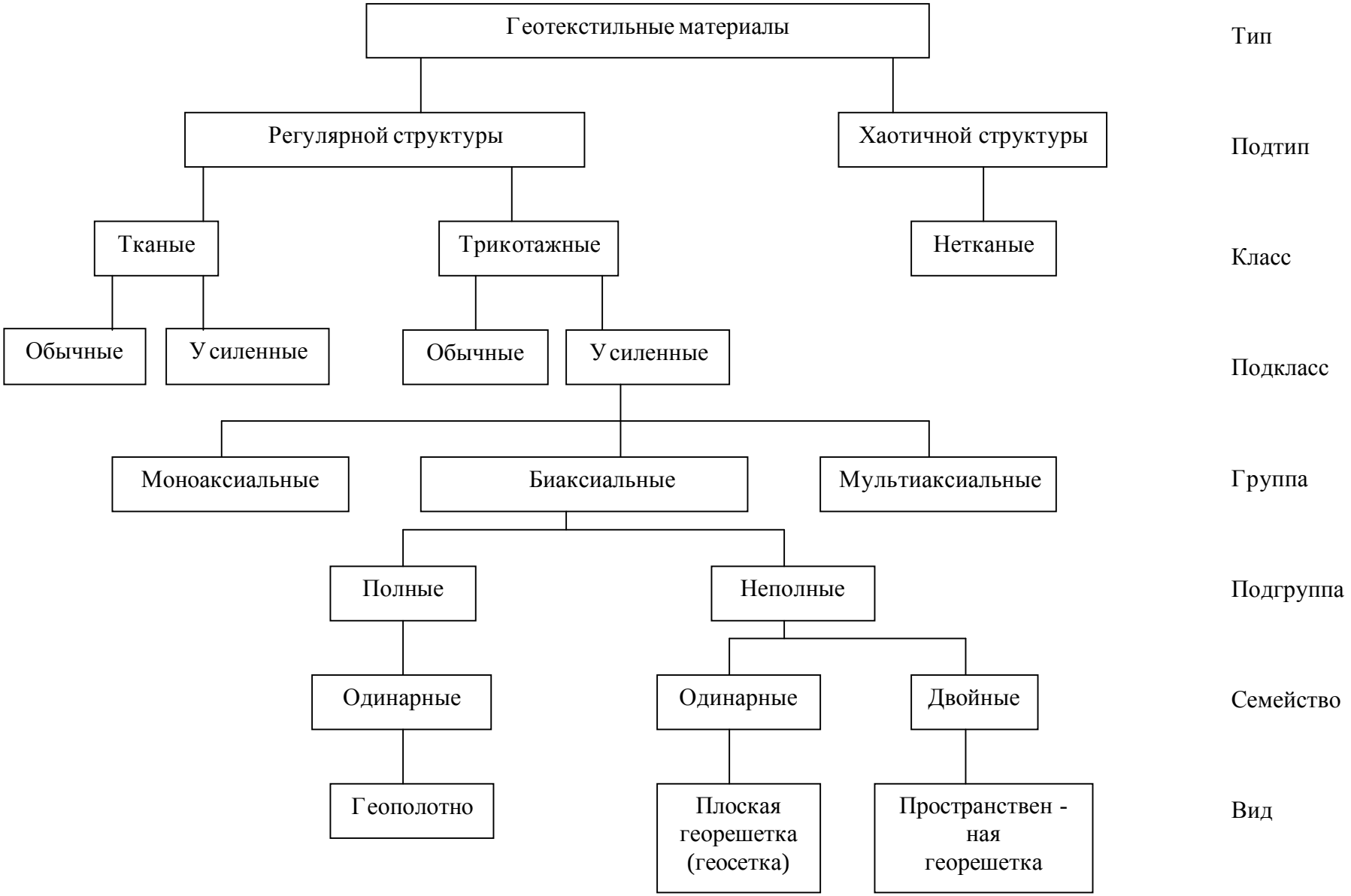

Рис. 11. Предлагаемая классификация геотекстильных материалов по технологии производства

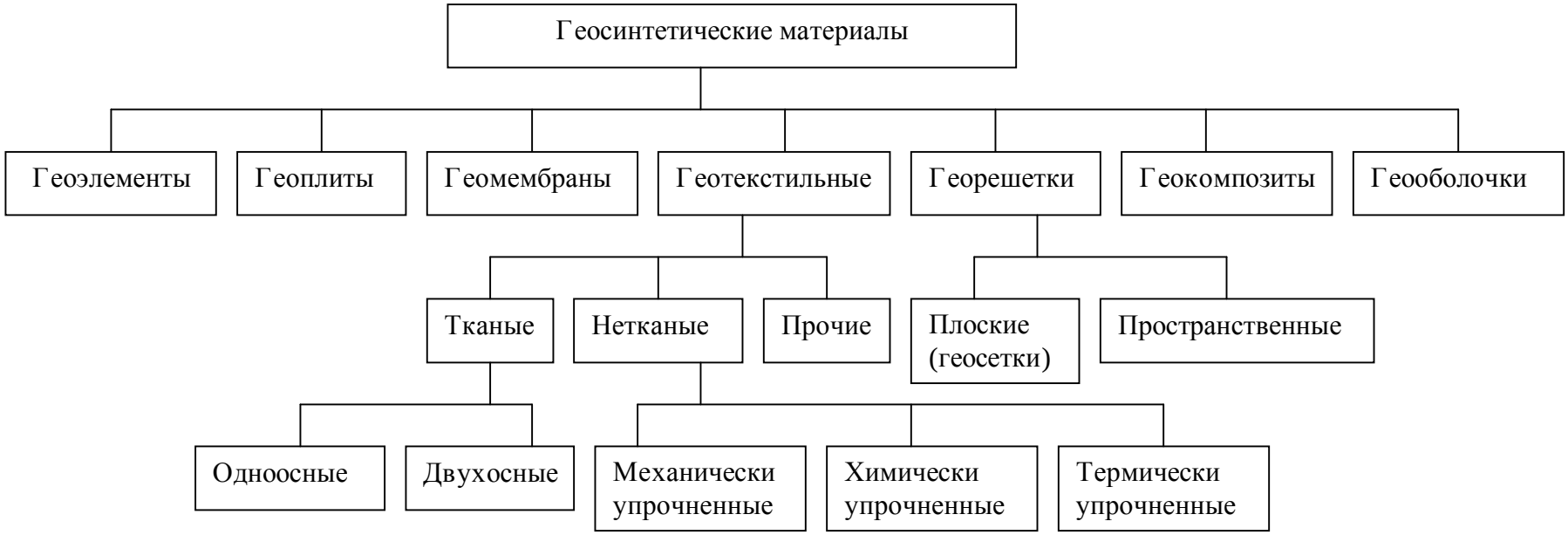

Рис. 1. Действующая классификация геосинтетических материалов