

## **ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В АЭРОДРОМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Вторушин В.Н., к.т.н., заместитель генерального директора по инновационной деятельности и научно-исследовательской работе ОАО «ПИиНИИ ВТ «Ленаэропроект»*

*Федоренко Е.В., гл. инженер «МИАКОМ Инжиниринг»*

Основным документом, устанавливающим нормы проектирования вновь строящихся, расширяемых и реконструируемых сооружений аэродромов (вертодромов), является свод правил СП 121.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 32-03-96). Несмотря на то, что документ переиздан совсем недавно, он не включает информацию о применении современных геосинтетических материалов в конструкциях аэродромных покрытий. Однако если знать свойства и возможности геосинтетических материалов, то можно оценить, какие требования СП могут быть выполнены в результате использования геоматериалов.

### **Армирование асфальтобетонных покрытий**

Вопросам армирования асфальтобетонов в литературе уделено достаточное внимание [1,2,3,4], и это применение не является чем-то новым, однако в последнее время появились новые материалы, имеющие отличия от уже широко применяемых, например, геосетка из высокомодульного полиэфира.

Сравнение с геосетками из поливинилалкоголя (PVA) показывает, что по прочностным характеристикам высокомодульный полиэфир превосходит, а по деформационным уступает, однако, как будет показано ниже, это не имеет существенного значения.

На рисунке 1 показано сравнение поведения при нагружении поливинилалкогольного геоматериала, полиэфирного и геоматериала из высокомодульного полиэфира.

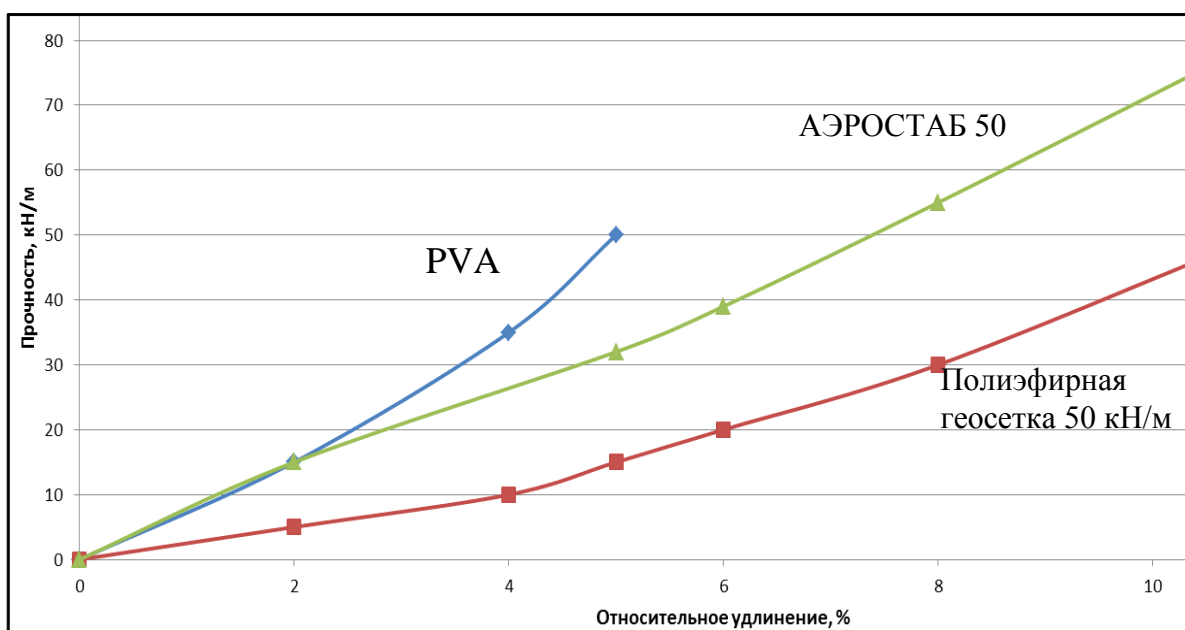


Рис. 1 Характер деформирования геосинтетических материалов

Как видно из рис. 1, в пределах допустимой для асфальтобетонных относительной деформации дорожного полотна не более 2% геосетки из PVA и из высокомодульного полиэфира при воздействии растягивающих усилий не имеют значительной разницы. В действительности, удлинение геосинтетического материала на 2% (при ширине рулона 4 м) соответствует 8 см, таким образом, сравнение по этому показателю некорректно [7].

Подтверждением высказанного предположения служат исследования, проведенные в дорожной лаборатории на базе Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина» (рис. 2), которые показывают, что материалы более жесткие, как, например, стекловолокно или поливинилалкоголь, имеющие относительное удлинение при разрыве 3% или 5%, не имеют существенных преимуществ по сравнению с геосетками из полиэфирных нитей. Большая жесткость геосинтетического материала не обеспечивает совместной работы пластичного асфальтобетона и жесткой геосетки. При одинаковых условиях стеклосетка с прочностью аналогичной полиэфирной увеличивает прочность асфальтобетонной балки на изгиб в 1,26 раза, в то время как армирование полиэфирной геосеткой увеличивает в 1,5 раза. Не выделяя преимущества того или иного материала, влияющего на прочность

при изгибе, можно констатировать тот факт, что более жесткое стекловолокно не обеспечило явного увеличения прочности.

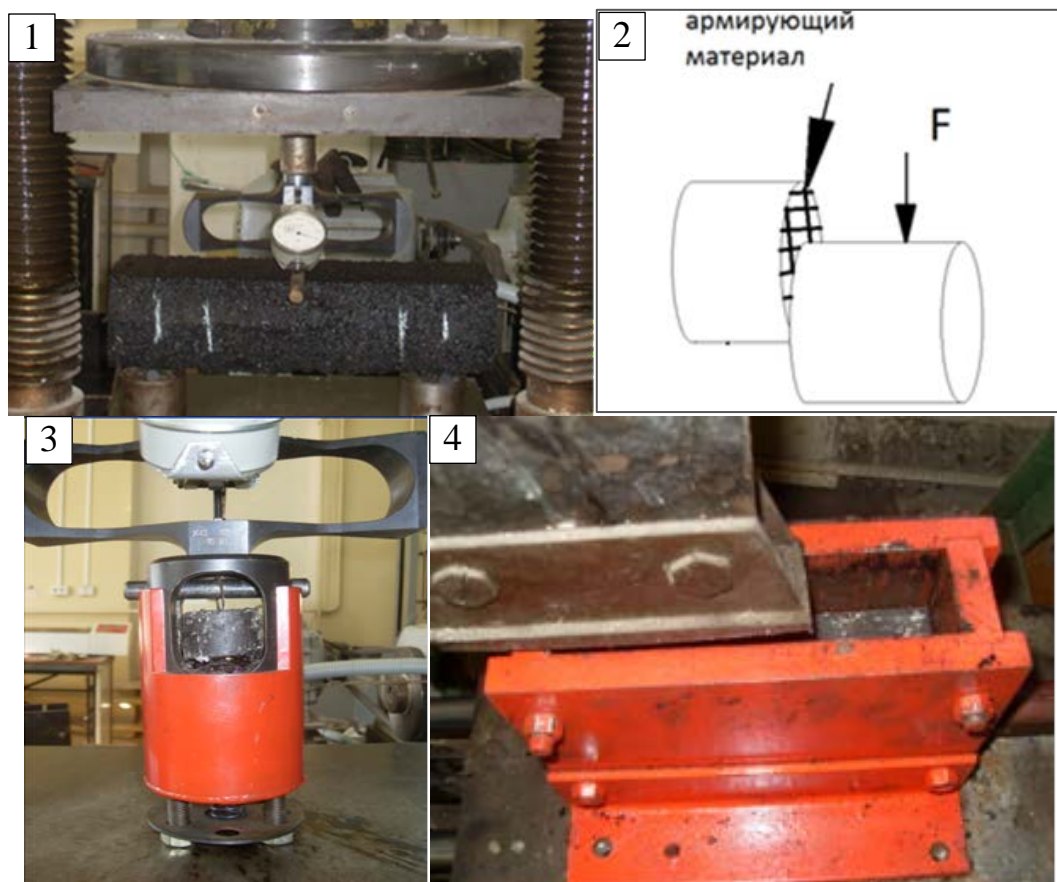


Рис. 2. Схемы испытания образцов асфальтобетонного покрытия на:  
1 – изгиб; 2 – сдвиг; 3 – отрыв; 4 – повреждение при укладке

Таким образом, менее деформативный материал не является лучшим для армирования асфальтобетонных покрытий.

Еще одним преимуществом применения композитного материала является наличие ультратонкой перфорированной подложки, которая существенно облегчает технологию укладки и обеспечивает дополнительную адгезию слоев асфальтобетона после плавления в момент укладки. На рисунке 3 показан керн нижнего слоя асфальтобетона, в который после температурного воздействия и размягчения в процессе укладки была вдавлена геосетка из высокомодульного полиэфира.



Рис. 3 Керн с геосеткой после извлечения из покрытия

Оторвать эту небольшую полоску геосетки руками можно с большим трудом, что свидетельствует о хорошем контакте армирующего материала с вмещающим материалом. Очевидно, что сдвигоустойчивость армированных слоев асфальтобетона будет больше чем неармированных, что также подтверждено исследованиями.

### **Защита мест примыканий**

Согласно требованиям СП 121.13330.2012 часть летного поля, примыкающая к взлетно-посадочной полосе, должна быть укреплена для предотвращения эрозии от газоздушных струй авиадвигателей и выдерживать нагрузки от воздушных судов при случайном выкатывании.

Из современных геосинтетических материалов одновременно функцию защиты и обеспечения прочности может выполнять газонная георешетка. Это прочная конструкция трехмерного водопроницаемого модульного полотна, которое образуется посредством соединения краев модулей материала с помощью специальных замковых креплений, образующих единое полотно материала на месте его установки. В качестве дорожно-строительного материала газонные пластиковые решетки используются для защиты травяного покрытия от эксплуатационных повреждений под эрозийным воздействием и механическими нагрузками на растительный покров эксплуатируемых зеленых



покрытий и насаждений, предназначенных для экологичной замены асфальта или тротуарной плитки.

При условии обеспечения достаточной прочности основания под газонную георешетку, он может выдерживать нагрузки от воздушного транспорта третьего и четвертого класса.



Рис. 4 Газонная георешетка

### **Противоэрозионная защита**

Для повышения сопротивляемости грунта нагрузкам от воздушных судов и снижения эрозии от действия аэродинамических нагрузок, создаваемых газоздушными струями авиадвигателей, СП рекомендует устраивать дерновый покров. При этом удовлетворение требований по обеспечению прочности дернового покрова эквивалентно плотному посеву трав: 100-300 побегов на 400 см<sup>2</sup>.

Современные геосинтетические материалы предлагают использование для этих целей противоэрозионных геоматов, представляющих собой полимерное полотно объемной формы (рис. 5).



Рис. 5. Противоэрозионный геомат

Принцип работы геоматов заключается в удержании корневой системы трав. Дерновый покров является естественной защитой от эрозионных процессов, развитие эрозии начинается после нарушения травяного покрытия, наличие геомата предотвращает нарушение сплошности дерна [7].

### **Капилляропрерывающие и разделительные прослойки**

При устройстве искусственных оснований из крупнозернистых материалов, укладываемых непосредственно на глинистые грунты, должна быть предусмотрена противозаиливающая (разделяющая) прослойка, которая исключала бы возможность проникания грунта основания при его увлажнении в слой крупнопористого материала. В качестве такой прослойки уже долгое время используется нетканый иглопробивной или термоскрепленный геотекстиль. Прослойка препятствует проникновению тонких частиц в поры крупнозернистого слоя или погружению крупных частиц грунта в подстилающий слой под воздействием повторных нагрузок и вибрации.

Нетканые геотекстили могут выполнять роль капилляропрерывающих прослоек прерывая вертикальный капиллярный подток воды от уровня грунтовых вод или подтягивание воды в активную зону под действием температурного градиента при промерзании, исключая переувлажнение, льдонакопление и снижение несущей способности грунта в основании аэродромных одежд [5].

Еще одним слабым местом в аэродромных конструкциях является контакт крупнозернистого слоя (щебня) и песка или грунта основания. Условие сдвигоустойчивости этого контакта определяется соотношением возникших касательных напряжений и сопротивлением грунта сдвигу с течением времени в зонах, соответствующих максимальным значениям сдвиговых напряжений, формируются области микросдвигов. Более интенсивно этот процесс происходит на контакте балластной призмы и основной площадки в конструкциях верхнего строения пути (ВСП) железных дорог. Значительно более высокие нагрузки и грузонапряженность движения способствуют интенсивному накоплению остаточных деформаций, а в совокупности с увлажнением грунта земляного

полотна атмосферными осадками со временем приводят к образованию балластных лож, корыт и мешков [9].

В качестве разделительной прослойки в этом случае лучше всего использовать решетчатые геоматериалы: геосетки или георешетки. Эти материалы на границе щебень-песок обеспечат сдвигоустойчивость в течение длительного времени. А при контакте щебень-основание рекомендуется использовать геокомпозиаты представляющие собой соединение силового геоматериала – георешетки (геосетки) и сплошного нетканого геотекстиля, выполняющего функцию разделения и противозаиливания.



Рис. 6 Геокомпозит георешетки и нетканого геотекстиля

### **Сбор и отвод грунтовых вод**

Еще одним требованием СП 121.13330.2012, связанным с регулированием влажностного режима, является следующее: для местности с гидрогеологическими условиями второго типа, когда грунтовое основание состоит из недренирующих грунтов (глин, суглинков и супесей пылеватых), в конструкциях искусственных оснований следует устраивать дренирующие слои из материалов с коэффициентом фильтрации не менее 7 м/сут. Такой показатель может иметь чистый песок или щебеночная смесь, однако со временем будет происходить заиливание, и коэффициент фильтрации будет снижаться.

Альтернативным вариантом является использование специальных геосинтетических материалов. Дренажный геокомпозит представляет собой соединение дренажного ядра, выполняющего функцию каркаса, обеспечивающего фильтрационную способность под давлением и нетканого

геотекстиля, который служит в качестве фильтра, а также разделительной прослойки, защищающей дренажное ядро от повреждений [6].

Существует два вида дренажных геоконпозитов, отличающихся дренажной сердцевиной (ядром). Первый состоит из нетканого геотекстиля и экструдированной полимерной георешетки, которая обеспечивает композиту жесткость, сохраняя водопроницаемость при высоком давлении на композит (рис. 7 а). Второй из нетканого геотекстиля и полипропиленового геомата, отличительным свойством которого является высокая водопроницаемость при небольшом уклоне и малом давлении на композит.

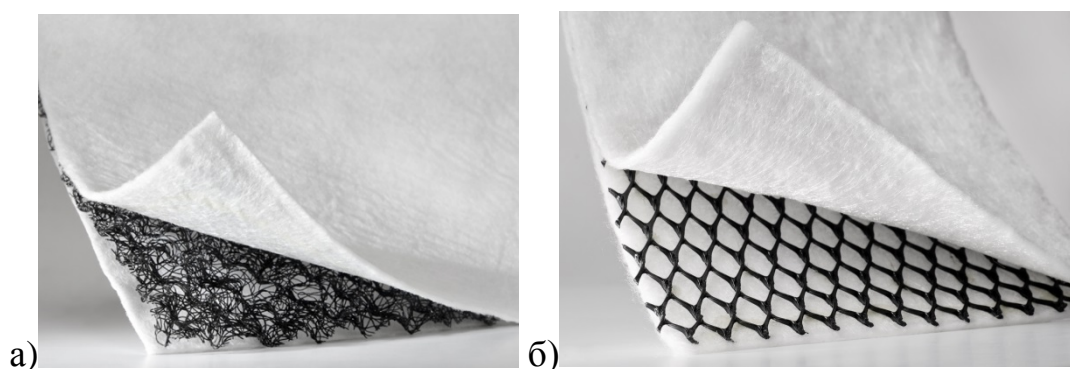


Рис. 7. Дренажные геоконпозиты с сердцевиной из: а) геомата; б) георешетки

Применение этих геоматериалов позволяет снижать вероятность морозного пучения в случаях, когда вода попадает в зону промерзания сверху через аэродромную одежду. Дренажный композит обеспечит быстрый отвод воды, что предотвратит ее застаивание и переход в твердую фазу.

### **Заключение**

Геосинтетические материалы находят широкое применение в практике дорожного строительства. В аэродромном строительстве геоматериалам уделено значительно меньшее внимание, однако родство дорожных и аэродромных конструкций определяет возможность преемственности опыта использования современных геосинтетических материалов.

Актуализация нормативных документов не означает их обновление и, следовательно, не предполагает изменение в части регламентирования применения современных материалов и технологий. Однако даже в старой



редакции есть пункты, требования которых могут быть удовлетворены с помощью геосинтетических материалов.

**Список использованных источников:**

1. Koerner R. M. Designing with Geosynthetics, 2005 – 424 с.
2. Бондарева Э.Д. Армирование асфальтобетонных покрытий геосетками / Экспозиция. Строительство – 2008. Вып. 5
3. Вторушин В.Н., Ладнер И.С. Чем армировать асфальтобетон. Международный опыт. Практические рекомендации. Спб.:2011.
4. Ибадуллаева Л.Г. Дороги без трещин / Строительство и городское хозяйство в Санкт-Петербурге и Ленинградской области 1999, №31.
5. Казарновский В.Д. Синтетические нетканые материалы в транспортном строительстве. М.:Транспорт, 1984. – 159 с.
6. Медведев Н.В. Рекомендации по применению дренажного геокомпозита / СПб.: МИАКОМ, 2013
7. Обоснование выбора геосинтетических материалов / СПб.: МИАКОМ, 2013
8. СП 121.13330.2012 Аэродромы. Актуализированная редакция СНиП 32-03-96
9. Федоренко Е.В. Влияние плоских георешеток на сдвигоустойчивость дорожных одежд. Красная линия №58 февраль 2012 с. 78-81.