

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СООРУЖЕНИЯХ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ

Бойков О. И.

Щукин С. Н.

1. Введение

Как известно, наука не стоит на месте и инженерная наука этому отличный пример. Как бы не казалась нам консервативной и вялотекущей эволюция строительной отрасли, прогресс неумолим. Тем более это заметно в нашем «плоском» мире, где открытия или новые решения приходят на рынок после своего рождения в рекордно короткие сроки, сильно опережая реакцию на то местных регуляторов строительной отрасли, да, зачастую и реакцию строительного сообщества.

В данном докладе хотелось бы осветить тему применения геополимеров и геокомпозитов в строительстве на примерах сооружений инженерной защиты. В связи с бурным ростом этого направления в мире и широчайшему спектру возможного их применения, в российском строительном сегменте эта тема проработана весьма слабо. Поэтому мы попытались обобщить имеющийся опыт и предоставить классификацию полимерных материалов по применению в системах инженерной защиты, делая основной упор на опыт и историю их применения, с точки зрения долговечности и надежности.

Фактически применение полимерных материалов в сооружениях на настоящий момент – существующий мировой тренд. Синтетические материалы позволяют сэкономить все дорожающие природные ресурсы, чаще всего являются более экономичными, технологичными и экологичными, нежели их классические природные аналоги и на данный момент являются передним краем прогресса строительной индустрии.

2. Защита от затопления. Гидротехнические сооружения.



используется грунт.

Задача защиты от затопления – распространенная задача гидротехники. Методы ее решения разработаны давно и известны, это огораживание потенциально затопляемой территории при помощи дамб. Вследствие дешевизны и консервативного подхода, в подавляющем большинстве случаев, в качестве материала для защитных дам

Также давно известны и проблемные места подобных земляных сооружений при их взаимодействии с водой, это:

- противофильтрационная защита сооружения;
- защита от внешних нагрузок от прямого действия воды на напорной грани;
- противоэрозионная защита откосов.

В принципе, земляные защитные сооружения являются наиболее емкими, с точки зрения возможностей применения геосинтетических и геокомпозитных материалов. К тому же наша компания, Союзводпроект, не так давно закончила и успешно прошла Глагосэкспертизу с проектом **«Инженерная защита от подтопления и затопления создаваемым водохранилищем для Багаевского гидроузла на р. Дон»** и имеет живой опыт проектирования подобных сооружений. Поэтому подробно остановимся именно на сооружении земляных защитных дамб.

2.1 Противофильтрационная защита сооружения

Противофильтрационная защита сооружения представляет собой комплексную конструкцию, включающую:

- собственно, противофильтрационное устройство в виде экрана или «ядра», включенное, непосредственно, в конструкцию дамбы и служащее для увеличения пути фильтрации и уменьшения ее градиентов;
- дренажные сооружения, выполняемые в виде дрен в дренажной обсыпке или дренажных пригрузочных призм, служащих для контролируемого перехвата и отвода фильтрационного потока и предотвращения его негативного влияния на конструкцию дамбы.

В качестве материала для основного противофильтрационного устройства, устроенного в теле дамбы предлагается использование **геомембраны HDPE** под защитой геотекстиля. **Геомембрана HDPE** является современной заменой ПЭ, EPDM пленок, глинистых экранов и «ядер», которые традиционно применяются для таких задач, но тоже имеет ряд недостатков, не позволяющих ее использование при серьезных физических нагрузках или воздействии ультрафиолета. При своих недостатках она легче и быстрее в монтаже, доставке, устойчивей к сдвигам и перемещениям внутри тела дамбы.

При устройстве экрана на верховой грани дамбы, все чаще используется **ПВХ геомембрана**. Современные достижения химической промышленности позволяют выпускать геомембрану, лишенную многих исторических недостатков. Подобная мембрана не боится ультрафиолета, физических нагрузок, агрессивности среды и отрицательных температур. Выпуск ПВХ геомембраны налажен на российском предприятии, входящем в корпорацию «Технониколь». Компания успешно переняла европейский

опыт применения подобной мембраны в гидротехнике и уже успела реализовать несколько больших объектов на территории России.

В дренажных сооружениях предполагается применение фильтрующего материала – нетканого термоскрепленного **геотекстильного материала Тайпар**, производства компании Дюпон. Данный материал отличается от своих иглопробивных аналогов отсутствием характеристики «толщина» и высокого показателя относительного удлинения, поэтому он лишен всех недостатков своих аналогов, связанных с эксплуатацией его под нагрузкой длительное время. Материал не имеет характеристики «грязеёмкость», поэтому сроки его гарантированной водопрпускной способности, которые дает его производитель - от 50 лет. Этот факт позволяет использовать данный материал в гидротехническом строительстве, где 50 лет это минимальный срок службы сооружения.

Тайпар используется как разделяющий слой между фильтрующей дренажной обсыпкой и песчаным грунтом обратной засыпки или тела дамбы. Таким образом, материал заменяет собой традиционный фракционный отсев щебня, использовавшийся в трудоемкой и дорогостоящей конструкции обратного фильтра. А использование его в дренажных композитах (еще не реализовано) станет поворотным моментом для всего направления защиты от подтопления.

Также в дренаже предлагается использовать **дренажные трубы Перфокор**, изготавливаемые на отечественном заводе группы компаний «Полипластик». Способы соединения и укладки, конструкция, а также перформация труб, выполненная в заводских условиях дает возможность использовать трубу в весьма широких диапазонах нагрузок и условий работы.

У данных труб, в отличие от традиционных труб ПНД, а тем более от асбестоцементных и остальных, ныне экзотических, увеличен срок службы, увеличены рабочие нагрузки, устойчивость к агрессивной среде и уменьшены трудозатраты на установку и монтаж. Тоже относится и к другим составляющим дренажных систем, выпускаемых этим производителем, таким как колодцы, фитинги, соединительные элементы и пр.

2.2 Защита от внешних нагрузок от прямого действия воды на напорной грани

К данному вопросу обычно подходят с точки зрения разных видов нагрузок. Также поступим и мы.

По виду и степени нагрузок на верховую грань дамбы можно выделить две основные, это ледовая и волновая нагрузки. Также, для назначения конструкции крепления верхового откоса значимой величиной является скорость течения воды. Влиянием остальных нагрузок, в данном случае, можно пренебречь.

В качестве крепления верхового откоса с расчетом на влияние ограниченной ледовой нагрузки можно предложить следующее.



Матрас бетонный, марки «СМ» (геотекстильная опалубка). При его, пока небольшом опыте применения и повышенным требованиям к качеству бетонной смеси, этот материал имеет множество преимуществ, таких как простота транспортировки, скорость монтажа, возможность устройства в труднодоступных местах и на криволинейных поверхностях.



Мат бетонный гибкий «FLX-MAT». Этот аналог материала УЗГБМ отличается от вышеупомянутого возможностью производства готовых модулей непосредственно на приобъектной площадке участка строительства, за счет использования готовых пластиковых форм собираемых по месту в готовый модуль. Материал МБГ «FLX-MAT» поставляется толщиной от 100 до 500 мм, что позволяет использовать его для гораздо более широкого спектра нагрузок, чем УЗГБМ. Размер модуля может быть любой и определяется установками проекта или конкретными местными условиями.

Далее идут материалы, на которых влияние ледовой нагрузки пока слабо изучено, зато волновая нагрузка и суровый скоростной режим являются нормальными штатными условиями работы.



Мат бетонный гибкий «ФЛЕКС-МАТ» относится к гибким бетонным покрытиям, состоящим из отдельных жестких бетонных элементов, соединенных между собой пластичными связями, в виде армирующего сплошного слоя из геотекстиля. Материал применяется для защиты периодически подтопляемых откосов земляных сооружений, насыпей и их основания, оградительных дамб сложенных глинистыми, суглинистыми и песчаными грунтами, с целью предотвращения развития эрозионных процессов в результате воздействия волновой нагрузки и скорости потока воды.

Преимущество материала: одновременное выполнения функций защиты, разделения и фильтрации; высокий показатель сопротивления волновым нагрузкам и скорости потока воды.



Габионный мешок «Фильтр юнит».

Изделие состоящее из прочной синтетической сетки, сшитое особым способом в виде мешка, которое заполняется разнозернистым щебнем или камнем. Подобного рода материалов наш рынок еще не знает, что весьма осложняет его продвижение и практическое применение.

Преимущества материала: нетребовательность к подготовке основания, возможность использования неотсортированного камня в конструкции, высокая устойчивость к нагрузкам, элементарный и быстрый монтаж, способность к самозалечиванию как у каменной наброски, возможность подводного монтажа без водолазных работ, использование при ликвидации аварий.

Как видно из описания, область применения материала крайне широка и совсем не ограничивается креплением верхового откоса дамб. Материал отлично зарекомендовал себя в практическом применении в суровых климатических условиях, и может применяться как в речных так и в морских условиях.

Изделия габионные матрацно-тюфячные и цилиндрические



«Геогрид-МАТ». Представляют собой всем известные «матрацы Рено», габионы и цилиндрические формы, только в качестве оболочки для разнозернистой засыпки используется полимерная сетка, стойкая ко многим внешним факторам и нагрузкам.

Основным преимуществом перед ставшими уже традиционными габионами, является принципиальное отсутствие коррозии оболочки габионов. Учитывая то, что классические габионы были изобретены для сухих откосов, а в воду их загнали уже тяжелые финансовые обстоятельства – предлагаемые материалы «бьют габионы по всем фронтам».

При отсутствии главной проблемы – коррозии, большей прочностью, простотой и скоростью изготовления и монтажа, **«Геогрид-МАТ»** - великолепная альтернатива морально устаревшим и неправильно применяемым в гидротехнике габионам.

Все, описанные в данном разделе материалы реализуются на территории России компанией **ВостокГеоСинтетикс**, являющейся пионером в деле продвижения этих материалов на российский рынок и нашим близким партнером.

2.3 Противозэрозийная защита откосов

Противозэрозийная защита рассматривается в таком составе:

- защита от водной эрозии (размыв);
- защита от ветровой эрозии.

Для применения в конструкциях защиты от размыва предлагается к использованию следующие материалы.



Полиамидный геомат с заполнением органоминеральной смесью «Энкамат А20». Данный геокомпозит представляет собой гибкую подложку из полиамидного геомата, обладающего хорошей способностью по удержанию сыпучего заполнителя и, собственно, заполнителя, в виде отсева щебня, пролитого

связующим битумным раствором в заводских условиях.

Материал имеет высокие характеристики по прочности и долговечности, рассчитан на скорость течения 3 м/сек. Обладает способностью к прорастанию, что еще увеличивает его способность сопротивляться отрыву при скорости потока до 5 м/с в пиковые моменты.

Высокая скорость и простота монтажа, доставки, высокая доступность и широкий диапазон применения материала делает его уникальным, просто не имеющим традиционных аналогов, способом защиты «мокрых» откосов.

Геомат, мраки «Энкамат 7225». Для скоростей до 1,5 м/сек предлагается использование схожего геокомпозита - **«Энкамат 7225»**. Материал представляет из себя ту же подложку из полиамидного геомата, что и **«Энкамат А20»**, но заполняется уже несвязным отсеком щебня. Имея те же преимущества, что и **«Энкамат А 20»**, данный материал стоит ощутимо дешевле.

Также, для скоростей до 1 м/сек и при условиях, когда заполнитель по каким-либо условиям не может быть применен, возможно использование в конструкции защиты полиамидного геомата без заполнения.

При условии использования материала в открытых водотоках геомат со временем будет заполнен наносами естественным образом, прорастет и станет удерживать откосы уже при скоростях до 2 м/сек.

Тот же материал может быть использован для защиты от ветровой эрозии откосов. Имеет смысл его применения совместно с технологией гидропосева.

Современная технология гидропосева это технологичное, качественное и быстрое озеленение откосов заданными растениями. Для нанесения семян используется гель, являющийся одновременно и удерживающим от раздувания ветром и обеспечивающим равномерный посев агентом и питательной средой для семян.

Стоит заметить, что все перечисленные в пунктах 2.2 и 2.3 материалы расположены в докладе в соответствии с понижением степени на них воздействия и целесообразностью применения в зависимости от нагрузок. На самом деле материалы, описанные как защита от ледовых явлений, с успехом можно применять и для защиты от волнового воздействия, а материалы волновой защиты – для защиты противоэрозионной. Для экономии места, для предлагаемых материалов, приводятся максимально возможные нагрузки, соответственно, материалы обладают возможностью выдерживать и менее интенсивные нагрузки, относительно тех, при которых описано их применение.

Располагая таким арсеналом материалов для защиты, проектировщик имеет возможность точно подобрать необходимые материалы и выполнить оптимизацию проектных решений, сократив, таким образом, затраты заказчика.

Все перечисленные материалы и технологии, описанные выше также реализуются на территории Российской Федерации **ВостокГеоСинтетикс**, являющимся и производителем и дистрибьютером одновременно.

3. Защита от подтопления.

Защита от подтопления, иначе, дренажные мероприятия, является гораздо более распространенной инженерной задачей, относительно защиты от затопления. Соответственно и внимания на решение этой задачи в строительной отрасли обращается много больше, как со стороны разработчиков новых материалов, так и со стороны заказчиков, преследующих интересы уменьшения затрат на сооружение системы защиты.

Вследствие этого, рынок материалов для конструкций инженерной защиты от подтопления намного более гибок, новые материалы и технологии разрабатываются и внедряются весьма быстрыми темпами, в том числе, не отстают от этого процесса и отечественные производители.

В данном разделе предлагаются к использованию следующие материалы:

Ранее упомянутые **геотекстиль Тайпар, трубы Перфокор и геомембраны**. Далее идут новые материалы.

Профилированные мембраны серии Planter, производства Технониколь.

Материал может и применяется в качестве активной гидроизоляции подземных частей зданий. Представляет собой плотный лист прочного полимера с «выдавленными» углублениями в форме наперстка.

При установке на стену в подземной части здания и гидравлическом соединении с контуром пристенного дренажа для отвода дренажного стока – прекрасное решение для защиты подземной части здания от напорных грунтовых вод. Особенно эффективно оно при большой глубине подземных стен и сложного профиля подземной части в плане, который не позволяет приблизить трассу пристенного дренажа непосредственно к стене здания.

Традиционных аналогов материала нет, зато есть аналогичные материалы у зарубежных производителей.

Тот же материал может быть использован в качестве пластового дренажа под основанием здания. Достаточно включить его в общий «пирог» конструкции основания, организовав разуклонку под мембраной к тому же «стандартному» пристенному дренажу и проблема недостаточности зоны влияния обычных горизонтальных дрен при широких частях здания решена.

Соответственно, необходимо помнить о роли в дренажных конструкциях геотекстиля как о разделяющем фильтрующем слое.

Также в категории, многочисленные материалы и готовые решения по гидроизоляции подземной части зданий того же производителя. Данный раздел уже хорошо изучен проектным сообществом, широко применяется по всей России и не является новеллой, поэтому освещать его номенклатуру, в рамках доклада, мы не будем.

Стоит упомянуть все шире применяемую **ПВХ мембрану «LOGICBASE»**, упомянутую во 2-ом разделе доклада. Производитель советует применять ее как основной непроницаемый слой в конструкциях гидроизоляции в сложных случаях или в случаях, когда замокание подземной части здания нужно гарантированно не допустить.

4. Противооползневая защита.

Данный раздел условно можно разделить на две части.

Первая часть – применение в противооползневой защите материалов, которые уже описаны выше, поскольку почти все они вполне применимы при решении тех или иных задач в рамках противооползневой защиты.

Вторая – материалы, выпускаемые компанией Хюскер.

Хюскер, в основном, в своей продукции делает упор на силовых геосинтетиках, применяемых для непосредственного укрепления земляного откоса при помощи армирования грунта. Также его специализация армогрунтовые конструкции, в том числе «грунтовые сваи» в геосинтетической оболочке.

В этих направлениях компания давно и успешно развивается. На рынке широко представлены материалы компании, которая не останавливается в расширении своего рынка, ведя просветительскую работу среди проектного сообщества и открыв производство на территории РФ.

5. Волнозащитные сооружения.

Затронем тему геосинтетики в разрезе береговой защиты.

Относительно новые материалы, **технотубы SoilTain**, производства компании Хюскер. **Технотубы SoilTain** представляют собой большеразмерные геосинтетические контейнеры, заполняются на объекте песчаной пульпой. В то время как вода фильтруется через проницаемую оболочку из геотекстиля, песок удерживается внутри.

Производитель позиционирует их как средство для возведения барьерных защитных конструкций вдоль береговой линии, таких как, искусственные буны/дамбы или волноломы. Также технотубы могут быть расположены перпендикулярно относительно береговой линии для образования молов или руслорегулирующих сооружений.

В выгодном отличие от традиционных материалов, технотубы намного удобней и проще в установке, дешевле и не используют в конструкции дорогих материалов.

Например, для условий работы в местах нахождения наших основных нефтегазовых запасов, данные тубы подходят идеально. При отсутствии на площадке строительства каменного материала и стоимости бетона в конструкциях в 5 раз больше среднего, легкие синтетические оболочки, заполняемые местным песком – решение, которое будет выходом из ситуации. Останется решить только проблему с экологами.

В общем случае, производитель предлагает использовать тубы в качестве основного гравитационного «тела» сооружения. И если в подводном варианте исполнения возможна установка геотуб без дополнительной защиты, то наземная установка предусматривает создание защитных слоев обсыпки для предотвращения влияния нагрузок непосредственно на синтетический материал тубы.

Также, особое место в разделе занимает материал – **габионный мешок «Фильтр юнит»** от фирмы **ВостокГеоСинтетикс** с заполнением разнозернистым камнем.

Использование габионных мешков в качестве тела подводного волнолома, в определенных обстоятельствах, может быть гораздо более выгодным по отношению к традиционным видам защитных материалов.

Материал имеет большой опыт применения и в качестве самостоятельной защиты от волнового размыва оснований инженерных

сооружений и берега, и в качестве составляющей композитной конструкции крепления.

В качестве вспомогательного, материал предлагается к использованию в ролях:

- оснований сооружений волнозащиты;
- пригруза сооружений (несущий слой);
- упора откосных сооружений;
- создания покрытия для тела сооружения.

Материал ценен, в данном случае, своей универсальностью и возможностью применения его для ремонта, в том числе аварийного, существующих защитных сооружений. Поскольку мешки абсолютно нетребовательны к качеству основания, при установке принимают форму, диктуемую формой места их установки и имеют максимальную простоту установки – их применение в сооружениях волновой защиты сильно расширяет возможности проектировщика по созданию этих сооружений.

Более того, материал имеет способность к самозалечиванию в известных пределах, то есть подмыв основания самого мешка или сооружения из них, установленного на дно водоема, практически не окажет негативного влияния на устойчивость всего сооружения.

6. Выводы

Геосинтетики и геополимеры в современной строительной отрасли, и в частности, в сооружениях инженерной защиты играют все большую роль. Теоретически, можно уже сейчас представить время, когда геосинтетики начнут играть роль главную, оставляя на традиционные решения лишь экстремальные случаи, когда без бетона и стали уже не обойтись.

Геосинтетики развиваются опережающими темпами и российская строительная отрасль не успевает за их развитием. Ни нормотворчество ни практика применения, а значит, реальный опыт не имеют необходимой скорости, чтобы догнать и обуздать этот процесс, а значит, это должно воспроизводиться, в меру своих сил, самим инженерным сообществом. Другого выхода просто нет, иначе мы останемся за бортом прогресса и будем заложниками чужих решений и открытий, не в состоянии адекватно его использовать и генерировать собственную повестку этого процесса.

На российском рынке имеет место жесткая конкуренция в сегменте геосинтетиков, и это очень хорошо, потому как вынуждает заниматься производителей НИОКР, приспосабливаться к существующим реалиям, и, выпускать все новые и комбинировать старые материалы чтобы быть конкурентоспособным. Ежегодно рынок геосинтетики растет в разы, открываются местные заводы больших корпораций, существующие местные производители расширяют собственное производство.

Это, все ускоряющееся направление все больше и больше перекрывает потребности отрасли, да и уже само, по факту, становится полноценной строительной отраслью, со всей серьезностью к себе отношения.

Наша задача, как инженеров, держать руку на пульсе процесса, не бояться применять новое и быть готовыми к глобальным переменам в подходе к геосинтетикам.

ООО «СОЮЗВОДПРОЕКТ»
ООО «ВОСТОК ГЕОСИНТЕТИКС»
+7 (495) 504-18-50
<http://www.sovopro.ru>
info@sovopro.ru