

УДК 626.88

О. А. Баев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

А. О. Гезин

Общество с ограниченной ответственностью «Геопродукт», Москва,
Российская Федерация

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ

В статье представлен краткий обзор современных строительных геосинтетических и геокомпозитных материалов, применяемых в последние годы для противофильтрационных целей на прудах-накопителях, водоемах и каналах гидромелиоративных систем. Дана классификация геокомпозитных материалов, приведено описание полимерных геомембран, бентонитовых матов, жидких полимеров и бетонного полотна. Выполнено сравнение физико-механических и технических характеристик геосинтетиков и геокомпозитов, рассмотрены дальнейшие перспективы исследований по разработке новых противофильтрационных материалов и высокоэффективных конструкций на их основе.

Ключевые слова: геосинтетический материал, геокомпозит, противофильтрационное покрытие, фильтрация, геомембрана, бентонитовый мат, бетонное полотно.

О. А. Baev

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

A. O. Gezin

Limited Liability Company "Geoproduct", Moscow, Russian Federation

COMPARATIVE ASSESSMENT OF NEW MATERIALS APPLICATION FOR ANTI-FILTRATION OBJECTIVES

A brief review of modern construction geosynthetic and geocomposite materials used recently for anti-filtration purposes on storage ponds, reservoirs and canals of irrigation and drainage systems is presented. The classification of geocomposite materials is given, the description of polymer geomembranes, bentonite mats, liquid polymers and concrete cloth is done. The physicommechanical and technical characteristics of geosynthetic materials have been compared, and further research prospects for the development of new anti-filtration materials and highly effective structures based on them have been considered.

Key words: geosynthetic material, geocomposite, anti-filtration coating, filtration, geomembrane, bentonite mat, concrete canvas.

Согласно международному стандарту ISO 10318-1:2015 «Геосинтетика. Термины и определения» [1], разработанному международным техническим комитетом по геосинтетике «CEN/TC 189 Geosynthetics», и на основании представленных в стандарте [2] терминов с их определениями под геосинтетическим материалом понимается изделие из синтетических и природных полимеров и (или) неорганических веществ, контактирующее с грунтом и (или) другими материалами, применяемое в строительстве для различных геотехнических функций. Принятое международное обозначение – «Geosynthetics», или «GSY».

К геосинтетическим материалам относятся геотекстили (GT), геокомпозиты (GCO), георешетки (GG), геосетки (GN), геоматы (GMA), геомембраны (GM) и мно-

гие другие материалы [2, 3], полная классификация которых для противофильтрационных и дренажных целей представлена в работе Ю. М. Косиченко и др. (2013) [4]. Такие материалы широко используются для целей гидроизоляции, противофильтрационной и дренажной защиты в природоохранном (полигоны твердых бытовых, промышленных и жидких отходов), гидротехническом (каналы, водоемы, плотины, дамбы), гражданском (гидроизоляция фундаментов и подпорных стен), промышленном (создание противофильтрационных завес, армирование грунта), дорожном (укрепление дорог, склонов и насыпей) и ландшафтном (искусственные бассейны и водоемы) строительстве и для многих других целей.

В последние 3–5 лет за рубежом уделяется большое внимание разработке и внедрению новых противофильтрационных материалов – геокомпозитных, которые в различном сочетании с геосинтетическими позволяют создавать высокоэффективные конструкции, выполняющие одновременно ряд задач (противофильтрационную защиту и дренирование, отвод и очистку загрязненного фильтрата, исключение просадок основания и др.).

Под геокомпозитным материалом (GCO) понимается многослойный упрочненный материал, который состоит из скрепленных между собой различных слоев (не менее двух), отличающихся по своей структуре и (или) назначению друг от друга [2, 3]. Классификация геокомпозитных материалов (с учетом требований стандарта ISO 10318-1:2015 [1] по сокращенным обозначениям), применяемых в противофильтрационных целях на каналах, водоемах и накопителях, может быть представлена в следующем виде (рисунок 1).

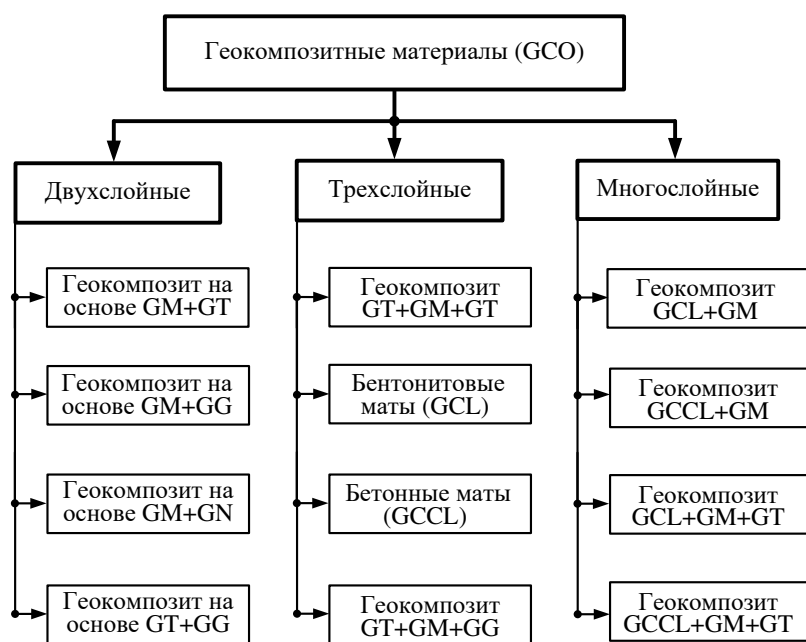


Рисунок 1 – Классификация геокомпозитных материалов для противофильтрационных целей

В приведенной выше классификации все геокомпозитные материалы, применяемые для противофильтрационных покрытий, подразделены на три нижеследующие группы:

- двухслойные – состоящие из двух геосинтетических материалов, к которым отнесены геокомпозиты на основе геомембран (GM), совмещенных в заводских условиях с геотекстилем (GT), георешеткой (GG), геосеткой (GN) и другими геосинтетиками;
- трехслойные – бентонитовые (GCL) и бетонные (GCCL) маты и другие композиции геосинтетических материалов на основе геомембран и (или) геотекстилей;

- многослойные (комбинированные) – к таким материалам относятся геокомпози́ты повышенной надежности с заранее заданными свойствами, сочетающие четыре и более геосинтетика и другие компоненты (наполнители из бентонита или бетона), благодаря которым такие материалы выполняют несколько функций одновременно и являются надежными противофильтрационными покрытиями, стойкими к многократным повреждениям и агрессивной среде на накопителях. К многослойным материалам отнесены совмещенные материалы на основе бентонитовых и бетонных матов, геомембран и геотекстилей.

Для противофильтрационных покрытий прудов-накопителей, каналов гидромелиоративных систем и водоемов в настоящее время целесообразно использовать следующие геосинтетические (геокомпозитные) водонепроницаемые материалы: полимерные геомембраны, геокомпозитные бентонитовые маты, жидкие полимеры, бетонное полотно. Традиционные противофильтрационные покрытия из грунта или глины, пленки, асфальтобетона не рекомендуются к применению, так как они недолговечны, подвержены быстрому разрушению и не соответствуют ряду нормативных документов [5].

Далее подробнее рассмотрим некоторые из вышеперечисленных строительных геосинтетических материалов, используемых для противофильтрационных целей.

Рулонные полимерные геомембраны – плоский непроницаемый геосинтетический материал, используемый для защиты конструкций и (или) элементов конструкций от проникновения жидкостей и (или) газов [1–3]. На такие полимерные геосинтетические материалы разработана соответствующая зарубежная [6, 7] и отечественная [8] нормативная документация, позволяющая производить их серийный выпуск и испытания.

Существует и многие другие геомембранные композиции. Например, в работе В. Н. Щедрина и др. (2012) [9] дано обоснование применения вторичного сырья при производстве полимерных рулонных, листовых и крупнотоннажных материалов. Опытные образцы таких композиций уже разработаны в ФГБНУ «РосНИИПМ», на некоторые из которых получены патенты на изобретения. При этом применение рулонных геомембран (толщиной 0,3–0,7 мм) без защитных покрытий из геотекстильных или геотекстилеподобных материалов ограничивает области их применения (особенно на накопителях) в связи с возможностью (и большой вероятностью) повреждения полимерного противофильтрационного элемента от воздействия защитных и (или) подстилающих слоев грунта (защитного покрытия). В связи с этим для обеспечения водонепроницаемости появляется необходимость использования защитных прокладок, что в целом приводит не только к удорожанию всей конструкции противофильтрационного экрана, но и к увеличению срока и объема строительно-монтажных работ.

Полимерные жидкие композиции представляют собой жидкий композиционный материал, состоящий из двух и более компонентов, один из которых полимерный [10].

Как правило, такие материалы используются для обработки металлических конструкций и бетонных поверхностей для защиты от коррозии и с целью продления срока их службы. Известны способы и конструктивно-технические решения создания противофильтрационных покрытий с применением жидких полимеров путем обработки (стабилизации) поверхности грунта (или его послойного перемешивания) [11]. Такие конструкции ограничены в применении (например, на водохозяйственных объектах) и обладают низким противофильтрационным эффектом и небольшим сроком службы (до 25–30 лет).

Геокомпозитные бентонитовые маты – рулонный материал, состоящий из двух слоев тканого и нетканого геотекстиля, между которыми расположены гранулы натриевого и (или) кальциевого бентонита, соединенные между собой иглопробивным (или иным) способом [1, 2]. Для большей надежности и водонепроницаемости бентонитовые маты могут быть выполнены с полимерной гладкой геомембраной. В таком слу-

чае нижний слой нетканого геотекстиля соединяется с непроницаемой мембраной термоскреплением.

Бентонитовые маты нашли широкое применение за рубежом и в последние 5–7 лет используются в качестве противофильтрационных покрытий накопителей, водоемов и каналов гидромелиоративных систем и в нашей стране. Данный материал от других геосинтетиков отличает регенерация (самозалечивание) образующихся в процессе эксплуатации или строительства повреждений. За последние годы разработано значительное количество конструктивно-технических решений (конструкций, способов создания, соединения, контроля сплошности и ремонта) противофильтрационных экранов применительно к каналам, водоемам и прудам – накопителям отходов [4].

Геокомпозитное бетонное полотно – противофильтрационный материал, представляющий собой два геотекстильных слоя, соединенные текстильными волокнами, между которыми расположена сухая смесь на основе цемента. С внутренней стороны полотно покрыто слоем поливинилхлорида для обеспечения большей водонепроницаемости [12].

Бетонное полотно (или бетонные маты) недавно (2–3 года назад) появилось на отечественном рынке строительных материалов, применяется пока в основном за рубежом для укрепления откосов, дамб, насыпей, обвалования и создания открытых (без защитных слоев) облицовок на оросительных каналах, водоемах и водохранилищах.

В таблице 1 представлены осредненные (по данным различных источников [4, 12–14]) физико-механические и технические характеристики геосинтетических и геокомпозитных материалов.

Таблица 1 – Физико-механические и технические характеристики геосинтетических и геокомпозитных материалов

Наименование показателя	Противофильтрационный геосинтетический (геокомпозитный) материал			
	Геомембрана	Полимерная композиция	Бентонитовый мат	Бетонное полотно
Коэффициент фильтрации, см/с	10^{-8}	10^{-7}	10^{-11}	10^{-10}
Срок службы, лет	50–75	25–30	> 75	> 50
Толщина противофильтрационного элемента, мм	0,4	0,15	5,6	8,0
Прочность при растяжении, кН/м	27	2,6	12	28,9
Прочность на статический прокол, кН	0,5	0,4	1,8	2,2
Поверхностная плотность, г/м ²	938	90	180	–
Стоимость, руб./м ²	215	–	290	2850

Приведенные в таблице 1 сравнительные физико-механические и технические характеристики геомембран, жидких полимерных композиций, геокомпозитных бентонитовых и бетонных матов являются предварительными и осредненными. Для более детального сравнения необходимо проведение лабораторных испытаний и исследований.

Многие зарубежные (Naue, GSE, Carpi, Tetram, Mizubichi и др.) и российские («Техполимер», «Геопродукт», «БентИзол», «Геотех» и др.) компании-производители работают над совершенствованием геосинтетических (геокомпозитных) материалов с целью обеспечения их полной водонепроницаемости, стойкости к повреждениям и различным нагрузкам при эксплуатации. Так, отечественной компанией «Геопродукт» ведутся исследования и разрабатываются современные геосинтетические и геокомпозитные материалы повышенной надежности и долговечности, на многие из которых уже имеется техническая документация на серийный выпуск и испытания [13, 14].

Накоплен положительный опыт по применению полимерных геомембран, геотекстилей, георешеток и других материалов в дорожном, водохозяйственном и природоохранном строительстве [15].

Выполненный обзор и накопленный опыт позволяют сделать выводы о том, что многослойные геокомпозиты с заранее заданными свойствами в настоящее время являются самыми надежными элементами гидротехнических и природоохранных сооружений, обеспечивающими их эксплуатационную надежность, безопасность и долговечность.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в создании новых высоконадежных геокомпозитных материалов и разработке высокоэффективных конструкций противофильтрационных покрытий (облицовок, экранов) на их основе для применения в сложных инженерных условиях и на особо опасных (токсичных) объектах.

Список использованных источников

1 ISO 10318-1:2015. International standard. Geosynthetics. Pt. 1: Terms and definitions. – 8 p.

2 ГОСТ 33068-2014 (EN 13252:2005). Международный стандарт. Материалы геосинтетические для дренажных систем. Общие технические требования. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 48 с.

3 ОДМ 218.5.005-2010. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству. – М.: Росавтодор, 2010. – 18 с.

4 Косиченко, Ю. М. Классификация геосинтетических материалов и их применение для противофильтрационных устройств / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев // Актуальные вопросы гидротехники и мелиорации на юге России: сб. науч. тр. / Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – Новочеркасск: Лик, 2013. – С. 108–116.

5 Мелиоративные системы и сооружения: СП 81.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 3.07.03-85: введ. в действие с 01.07.86. – М., 1986. – 23 с.

6 GRI – GM13. Test methods. Test properties and testing frequency for high density polyethylene smooth and textured geomembranes. – 2016. – 11 p.

7 GRI – GM17. Test methods. Test properties and testing frequency for linear low density polyethylene smooth and textured geomembranes. – 2016. – 11 p.

8 ГОСТ Р 56586-2015. Геомембраны гидроизоляционные полиэтиленовые рулонные. Технические условия. – Введ. 2016-01-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 9 с.

9 Поколения оросительных систем: прошлое, настоящее, будущее: монография / В. Н. Щедрин [и др.]. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 163 с.

10 ГОСТ 32794-2014. Композиты полимерные. Термины и определения. – Введ. 2015-09-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 98 с.

11 Метелкин, В. В. Инновационные методы обработки грунтовых покрытий при подготовке к эксплуатации мелиоративных объектов и мелиоративных защитных сооружений: информ. сб. / В. В. Метелкин. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2008. – 120 с.

12 Concrete canvas [Electronic resource]. – Mode of access: <http://concretcanvas.com>, 2018.

13 СТО 65396612-016-2017. Bentonитовые маты гидроизоляционные марки «Bento-GP». Технические условия. – М.: Геопродукт, 2017. – 23 с.

14 СТО 65396612-017-2017. Материал рулонный профилированный гидроизоляционный – геомембрана марки «GP» типов: «Эко», «Стандарт», «Гео». Технические условия. – М.: Геопродукт, 2017. – 21 с.

15 Геопродукт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geoproduct.ru/projects>, 2018.