

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов, С.К., Алексеев, И.С. Забор воды из подземного источника. – М.: Колос, 1980. – 340 с.
2. Полубаринова-Кочина, П.Я. Теория движения грунтовых вод. – Изд. 2-е, главная редакция физико-математической литературы. – М.: Наука, 1977. – 664 с.
3. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2.04.02-84) / ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1989. – 272 с.
4. Шестаков, В.М. Динамика подземных вод. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 367 с.
5. Ground water pollution and conservation “Environmental. Sc. and Technology.” 1972, 6, № 2, 213 – 225.

*УДК 627.8.065*

М.Е. Минчукова, Г.Г. Круглов (БНТУ)

### **ПОЛИМЕРНЫЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Обеспечение экологической безопасности гидротехнических сооружений различных систем является основным условием при их эксплуатации.

В комплекс гидротехнических, водоохраных и очистных объектов, как правило, входят защитные дамбы, отстойники и накопители, промышленные бассейны, которые должны быть оборудованы противодиффузионными экранами, препятствующими проникновению воды и вредных веществ в нижележащие горизонты.

Устройство экранов из геосинтетических материалов нового поколения является наиболее современным техническим решением гидроизоляции сооружений. Практическая водонепроницаемость и высокая стойкость пленок полимерных материалов к воздействию агрессивных жидкостей позволяют обеспечить высокую надежность сооружений [1].

Существуют следующие типы геосинтетических элементов, выполняющих в противодиффузионной конструкции определенное функциональное назначение:

1. Мембраны – пленочные и листовые изолирующие покрытия, обеспечивающие водонепроницаемость конструкции;

2. Геотекстильные полотна – тканые и нетканые водопроницаемые материалы, защищающие гидроизоляционный ковер от механических повреждений, а также обеспечивающие его контакт с конструктивными элементами сооружения;

3. Геокомпозиты – пространственные полимерные покрытия, представляющие собой композит на основе двух предыдущих групп геосинтетиков, обладающий улучшенными физико-механическими характеристиками и новыми функциональными возможностями по сравнению с составляющими его материалами.

Мембраны представляют собой изгибаемые пленочные материалы, изготавливаемые из синтетических полимеров или продуктов на основе битумов [2]. Для изготовления мембран наиболее часто в качестве базовых химических продуктов используют: кристаллические термопластики (полиэтилен низкой и высокой плотности ПНП и ПВХ, полипропилен); термопластики (поливинилхлорид ПВХ); эластомеры (каучук, изопрен-изобутилен БК) и др.

Для улучшения свойств указанных полимеров, повышения химической стойкости, тепло- и атмосферостойкости, деформационной способности, долговечности при изготовлении в их состав вводят: наполнители (кварцевая мука, мел, асбестовое волокно, армирующий геотекстиль, сетки и др.), пластификаторы (сложные эфиры, цинковая кислота и др.), свето- и термостабилизаторы (газовая сажа, стеарат свинца, трехосновной сульфат свинца и др.), красители (нигрозин, пигмент желтый, охра, сурик и др.) (рисунки 1).

Геотекстили также представляют собой широкий ассортимент материалов, предназначенных для разнообразного использования в строительстве. Они имеют вид полотна из синтетических и полимерных волокон (полиамида, полиэтилена, полипропилена, полиэфира, нитрона и др.) [3]. Важнейшие свойства геотекстильных материалов: сплошность – объединение волокон в единое полотно, обладающее прочностью при растяжении, тонкость, гибкость – малое сопротивление изгибу полотна.

По типу материала геотекстили подразделяются на тканые и нетканые (рисунок 2 – по классификации T.Chrgan). Тканые материалы имеют упорядоченную структуру в виде двух взаимно перпендикулярных систем нитей, переплетенных между собой. Нетканые материалы имеют беспорядочную спутанно-волоконистую структуру и менее прочны по сравнению с тканями.

Производство нетканых материалов состоит из двух основных операций: формирование холста из волокон и его упрочнение.

В дальнейшем холст нетканых или тканых материалов упрочняется механическим, химическим, термическим или комбинированным способами. Наиболее распространенным из них является механический-иглопробивной, заключающийся в переплетении волокон иглами с зубринами, расположенными на движущейся пластине. Иглы пробивают прочес с определенной частотой, что придает ему заданную прочность.

Способ горячего склеивания прочеса заключается в пропуске его между двумя нагретыми цилиндрами при большом давлении с предварительным введением в смесь некоторого количества легкоплавких волокон. Способ химического склеивания полотна основывается на концентрации различных связующих в пересечениях волокон, что позволяет фиксировать холст так же, как и при термическом упрочнении. Для химически упрочненных полотен существует опасность изменения свойств во времени вследствие разложения вяжущего. Кроме того, обработка дорогостоящим связующим существенно повышает стоимость нетканого материала.

Существующие в настоящее время виды производимых в СНГ и за рубежом полимеров достаточно разнообразны (таблица 1) [4-9]. Поэтому при выборе того или иного материала с целью применения в конкретных противофильтрационных конструкциях следует исходить из ряда условий:

- 1) прочность, долговечность, морозостойкость и водонепроницаемость;
- 2) возможность легкого и быстрого соединения в большие полотна;
- 3) доступность и относительно низкая стоимость;
- 4) перспективность производства и применения.

В наибольшей степени этим условиям удовлетворяют материалы из полиэтилена и поливинилхлорида. Об этом свидетельствует оте-

чественный и зарубежный опыт возведения полимерных экранов гидросооружений.

Сравнительный анализ важных для применения в водохозяйственном строительстве свойств различных полимерных материалов представлен в таблице 2.

Все рассмотренные материалы абсолютно водонепроницаемы и являются надежным средством противofильтрационной защиты гидротехнических сооружений и других строительных объектов.

При строительстве сооружений, где, наряду с противofильтрационными требованиями, необходимо решать проблемы укрепления оснований и откосов, повышения несущей способности грунтов, целесообразно применение геосинтетиков VLDPE, HDPE, FATRAFOL-790, Friction-мембрана, Тefonд-композит.

В условиях воздействия химически агрессивной среды (накопители сточных вод, бытовых и промышленных отходов, хранилища опасных химических продуктов) предпочтительно использование материалов HDPE, Техполимер и FATRAFOL-803, обладающих превосходной химической стойкостью.

Все материалы на основе ПВХ и ПЭ отвечают техническим требованиям способности к свариванию или склеиванию. Кроме того, пленки ПВХ допускают оба способа соединения. Материалы системы Тefonд отличаются способом крепления полос с помощью механического замка: наложением одного полотна на другое с внутренним герметиком, что позволяет обеспечить простоту и легкость укладки материала.

Стоимость материала – весьма важный показатель при выборе его в качестве гидроизоляционного элемента. Тем не менее, определяющими должны быть качественные характеристики материала, обеспечивающие гарантию экологической безопасности сооружения.

Полимерные пленочные конструкции, благодаря присущим им качественно новым характеристикам, обеспечивают создание надежных и долговечных конструкций, отвечающих современным требованиям защиты окружающей среды.

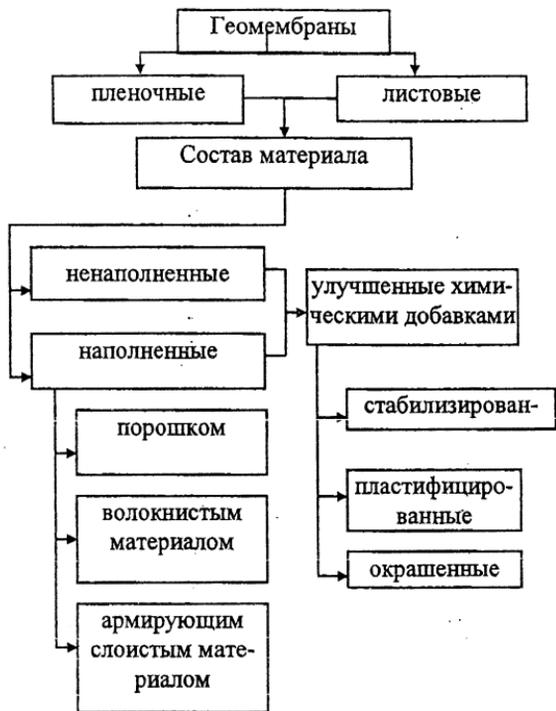


Рисунок 1 – Классификация геомембран

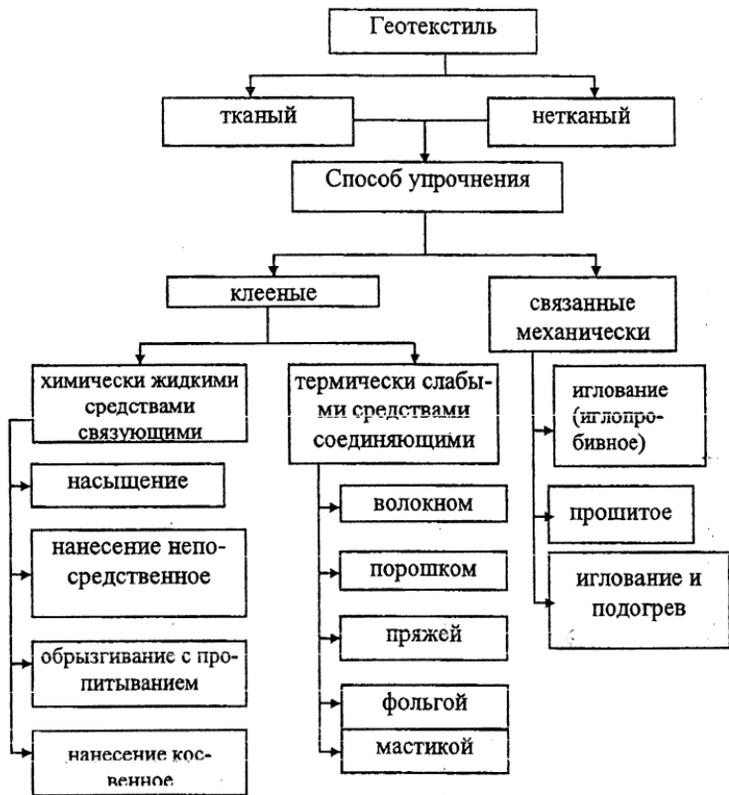


Рисунок 2 – Классификация геотекстиля

Таблица 1 – Краткая характеристика полимерных материалов

Вид материала	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Диапазон эксплуатационных температур, °С	Параметры		Состав	Стоимость 1 м <sup>2</sup> (с учетом материала и укладки)
				толщина, мм	ширина, м		
1	2	3	4	5	6	7	8
Полиэтиленовая пленка марки "В"	13,9	262	-70...+110	0,2	12,0	ПНП	500 бел.руб. (стоимость материала)
VLDPE-мембрана	до 26,2	до 850	-120..+126	1,0..2,0		ПНП	13-18 \$
HDPE-мембрана						ПВП	
Friction-мембрана						Текстурированный материал на основе ПНП или ПВП	

1	2	3	4	5	6	7	8
Техполи- мер- мембрана	18,6	465	-70...+60	до 1,0 мм	1,6	ПВП+стабил изирующие добавки	80 рос. руб.
Гидропласт рельефный			-40...+70	7,0...26,0	1,2...1,5	листы ПВХ	
Телефонд рельефный	Макс. уси- лие разры- ва Н/5см >300	25,0	-30...+60		1,5	ПВП	
Фатрафол- 803	15,0..19,1	до 366,0	-20...+70	0,6...2,0	1,2...1,3	пластифици- рованный ПВХ	8-15 \$
ЕКОPLAST	20,7	386,0	-20...+70	1,0...1,5	1,3		
AQUA- PLAST		оличн. рас- тяж.	-20...+70	0,6...1,0	1,3		
Полипропил еновая пленка	25,0-40,0	200- 800	-15...+160			полипропи- лен	

1	2	3	4	5	6	7	8
Бутилкаучуковая пленка, армиров.	до 14,0	350-1500	-60...+105	0,8...2,0	6,0	полиизобутиленовый каучук	
FATRAFOL-790-композит	высокая прочность		-20...+70	1,5...1,7	1,3	пластифицированный ПВХ + армирующая полиэфирная решетка	12-15 \$
SWELL-TITE- двух-слойная мембрана	Потенциал разбухания натриевого бентонита		-15...+40	1,5...2,3	1,02	ПНП+слой натриевого бентонита с каучуком	
ТЕФОНД - композит марки: Дрейн Дрейн Плюс Эйч-Пи	Н/5 см: >300 >350 >650	25,0	-30...+60		2,07	ПВП+ нетканый полиэстер (полипропилен). Рельеф - в виде сферических выпуклостей	

Таблица 2 – Сопоставление свойств полимерных материалов

	ПЭ- пленка 0,2 мм	VLDPE	HDPE	Техпо- лимер	Тефонд	Гидро- пласт	Fatra- fol 803	Fatra- fol 790	ЕКО- PLAST	AQUA- PLAST	SWEL LTITE	Те- фонд- компо- зит
Прочность	+	++	++	+	+	отс	+	++	+	+	+	+++
Деформац. способ- ность	+	++	+	+	+—	+—	+	+	+	++	отс	+—
Твердость	+—	+—	+—	+—	+—	+—	+—	+—	+—	+—	+—	+—
Водоне- проницае- мость	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Химич. стойкость	+	+	++	++	+	+	++	+	+	+	+	+
Морозо- стойкость	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Долговеч- ность	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Способ- ность к свар. склеив	+—	++	++	++	мех. замок +гер- метик	отс	+++	+++	+++	+++	бетон ная стяж- ка	мех. замок +герме- тик

+ - хорошие свойства

++ - улучшенные свойства по сравнению с другими материалами

+— - не в полной мере отвечающие требованиям

отс - сведения отсутствуют

## ЛИТЕРАТУРА

1. Радченко, В.Г., Семенков, В.М. Применение геосинтетических материалов при строительстве плотин // Гидротехническое строительство. – 1994. – № 5.
2. Пленочные противоточные устройства гидротехнических сооружений. Под ред. И.Е.Кричевского. – М.: Энергия, 1976. – 208 с.
3. Бондарева, Э.Д., Валерьянов, В.И., Диндаров, В.Э. Технико-экономические аспекты применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве // Строительные материалы. – 1997. – № 9. – С. 16-19.
4. Мембранные технологии // Проспект АОЗТ "Растро". – 2002. – 5 с.
5. Геомембрана // Проспект фирмы "Техполимер". – 2002. – 3 с.
6. Строительные материалы, оборудование // Проспект ОАО Нелидовский завод пластмасс. – 2002. – 2 с.
7. Строительные материалы, оборудование // Проспект ООО Тегола-Самара. – 2002. – 3 с.
8. Гидроизоляция и противорадоновая защита пленками PVC и PE-HD // Инструкция ЗАО "Стройтехпласт". – 2001. – 38 с.
9. Строительные материалы, оборудование // Проспект ООО ПСМ-Альфа. – 2002. – 2 с.

*УДК 556.12(476.1/9)*

В.Е. Валуев, А.А. Волчек, О.П. Мешик, В.Ю. Цилиндь

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СИНХРОННОСТИ КОЛЕБАНИЙ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ИХ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Распределение атмосферных осадков по территории Беларуси представляет собой сложную картину "пятнистости", обусловленную определенным сочетанием физико-географических факторов исследуемого региона. Глобальные и местные факторы находятся в достаточно сложном взаимодействии и влияют на атмосферные осадки всей своей совокупностью. Выполненный нами поиск опти-