

# Геосинтетика на основе бентонита

**С.В. Завьялов**  
генеральный директор<sup>1</sup>  
zavyalov@bentizol.ru

<sup>1</sup>ООО «СтройГидроИзоляция», Курган, Россия

**В статье рассматриваются в сравнении различные антифильтрационные гидроизоляционные материалы. Дается описание преимуществ применения минерально-полимерной геосинтетической гидроизоляции.**

**Материалы и методы**  
Аналитический обзор.

**Ключевые слова**

геосинтетика, гидроизоляция, бентонит, бентомат, антифильтрационные материалы

Строительство любого инженерного сооружения не обходится без работ по гидроизоляционной защите. По своему назначению гидроизоляционная защита подразделяется на:

- герметизирующую;
- антикоррозийную;
- антифильтрационную.

Особые экологические требования промышленной безопасности предъявляются к антифильтрационной гидроизоляции.

**Антифильтрационная гидроизоляция** применяется для защиты от проникновения воды в подземные и подводные сооружения, через подпорные гидротехнические сооружения, а также для защиты от утечки эксплуатационно-технических или сбросных вод [2].

К сооружениям, использующим антифильтрационную гидроизоляцию, относятся:

- полигоны по захоронению отходов (бытовых, промышленных, токсичных и радиоактивных);
- объекты нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности (нефте- и газопроводы, насосные станции, нефтерезервуарные парки и терминалы, нефтеналивные эстакады, автозаправочные станции, нефтешламовые амбары и т.п.);
- автомобильные и железнодорожные магистрали (строительство дорог на слабых грунтах и подтопляемых территориях, в условиях вечной мерзлоты);
- гидротехнические сооружения (ирригационные и судоходные каналы, противозрозийные системы);
- объекты горно-металлургической промышленности (гидроизоляция площадок кучного выщелачивания, прудов-испарителей, хвостохранилищ);
- водохранилища, оросительные и пожарные водоемы;
- автостоянки, торговые центры, подземные переходы;
- бассейны, резервуары для воды, декоративные водоемы, пруды, фонтаны, искусственные ручьи и т.д.

Любой гидроизоляционный материал, применяемый в промышленности, должен удовлетворять следующим требованиям:

- надежность — материал должен обеспечивать максимальную защиту от проникновения жидкости, как в тело промышленного объекта, так и из него в окружающую среду. В идеальном варианте эта защита должна быть сто процентной, т.е. коэффициент фильтрации материала должен стремиться к нулю;
- долговечность — материал должен иметь длительный срок эксплуатации, сопоставимый со сроком службы промышленного объекта;

- безопасность — материал должен быть безопасным, как для объекта, так и для окружающей среды;
- технологичность — технология применения материала должна быть простой, удобной и эффективной;
- экономичность — конечная стоимость материала, с учётом технологии укладки, должна быть экономически целесообразной.

Иными словами, антифильтрационный гидроизоляционный материал призван обеспечить максимальный уровень экологической и промышленной безопасности за минимальные деньги.

Существует классификация современных антифильтрационных гидроизоляционных материалов:

- асфальтобетонные;
- металлические;
- минеральные;
- полимерные;
- минерально-полимерные.

Каждый из этих видов имеет свои преимущества и недостатки.

**Асфальтобетонные.** К безусловным достоинствам асфальтобетонных материалов следует отнести их прочность и долговечность. Срок службы асфальтобетонного монолита в грунте составляет 20–25 лет. Основным недостатком является трудоёмкость проведения работ, что в итоге приводит к значительному росту стоимости.

**Металлические.** Металлическая гидроизоляция обладает высокой прочностью, водонепроницаемостью при больших давлениях воды и долговечностью при определенных условиях эксплуатации. Однако она дорогостояща и трудоемка. Поэтому применение металлоизоляции ограничено и допускается в следующих случаях:

- при устройстве гидроизоляции только для помещений I категории сухости;
- при действии на ограждающие конструкции сооружения напорных грунтовых вод;
- при действии на гидроизоляцию повышенных (до 100°C) температур, (при температурах свыше 100°C необходимо предусматривать специальные мероприятия по защите бетона изолируемых конструкций от температурных воздействий);
- при возведении сооружений методом опускных колодцев;
- при экономической целесообразности использования металлоизоляции как опалубки для железобетонных конструкций [1].

**Минеральные.** Применение «традиционных» минеральных глиняных экранов, на фоне повсеместной доступности, чревато отсутствием гарантии стабильности гидроизоляции. Связано это с тем, что экраны толщиной 0,5–0,8 м

Показатель	Коэффициент фильтрации, м/с	Срок эксплуатации, лет	Сложность монтажа	Конечная стоимость, руб./ м <sup>2</sup>
<b>Вид материала</b>				
Асфальтобетонные	7 x 10–10	25	Высокая	800
Металлические	0	6–10	Высокая	1 200
Минеральные	2 x 10–5	Не ограничен	Средняя	450
Полимерные	0	25	Средняя	600
Минерально-полимерные	0	Не ограничен	Низкая	300

Таб. 1 — Сравнительная характеристика видов гидроизоляционных материалов

сложно уложить и уплотнить так, чтобы добиться равномерно низкого коэффициента фильтрации по всей площади. На откосах толщина такого экрана достигает 3–4 м [3]. Кроме того, использование экрана данного типа требует устройства нескольких противофильтрационных слоёв с промежуточным дренированием. В итоге, гидроизоляция данного типа становится дорогой и наименее эффективной.

**Полимерные.** Для антифильтрационной гидроизоляции в последние годы широкое распространение получили геомембраны и полимерные плёнки — геосинтетика, сочетающие в себе практически нулевой коэффициент фильтрации, компактные размеры и устойчивость к агрессивным средам. Однако, главным недостатком полимерных материалов является сложность монтажа и чрезвычайная зависимость от температуры окружающей среды. Мембраны требуют сварки в местах соединения пластин. Сварочное оборудование характеризуется высокой ценой и повышенными требованиями к квалификации персонала. К тому же работы по укладке материала возможно проводить только при плюсовых температурах. При отрицательных температурах мембрана становится хрупкой и легко разрушается. Соответственно, даже если монтаж мембраны в грунте произведён при высокой температуре, но выше точки промерзания, то при деформациях грунта неизбежно разрушение противофильтрационного экрана и утрата его свойств. То же самое относится и к случаям механического повреждения. Всё это делает практически невозможным использование материала в районах крайнего севера и на территориях приравненных к ним.

**Минерально-полимерные.** Минерально-полимерные геосинтетические гидроизоляционные материалы-бентоматы сочетают в себе долговечность минеральных материалов и технологичность полимерных. В силу того, что бентонит является природным сорбентом и выполняет функции детоксикации, материал полностью безопасен, как для окружающей среды, так и для объекта строительства. Монтаж материала не требует специальной квалификации персонала и дорогостоящего оборудования. Отсутствует зависимость от температурных режимов. Низкая стоимость материала позволяет существенно сократить капиталовложения в строительство, содержание и ремонт сооружений. К недостаткам материала можно отнести обязательное соблюдение режима хранения и транспортировки в условиях пониженной влажности.

В таб. 1 приведены сравнительные показатели видов гидроизоляционных материалов.

Как следует из данных сравнения, минерально-полимерные материалы — геосинтетики на основе бентонита являются на сегодняшний день наиболее оптимальным выбором при решении вопросов антифильтрационной гидроизоляции.

Геотекстильные бентонитовые материалы (бентоматы) широко применяются во всем мире для гидроизоляции в гражданском строительстве и в качестве противофильтрационных экранов для защиты от проникновения в почву и грунтовые воды загрязняющих веществ при строительстве полигонов бытовых и промышленных отходов, шламовых амбаров, резервуаров — хранилищ нефти, гидротехнических сооружений и многих других. Принцип действия материала основан

на свойстве бентонита при полной гидратации разбухать и увеличиваться в объеме в 14–16 раз. При ограничении свободного пространства для разбухания в присутствии воды создается напряженное состояние в структуре бентонита, характеризуемое низким показателем водопроницаемости. Выпускаются бентоматы на основе природного натриевого бентонита, или активированного кальций-магниевого.

Бентомат представляют собой иглопробивной каркас из полипропиленовых волокон, внутри которого помещены гранулы активированного или природного натриевого бентонита. Полипропиленовый каркас имеет с одной стороны тканую, а с другой стороны нетканую структуру. Слои соединены между собой иглопробивным способом, благодаря чему достигается равномерное распределение и фиксация гранул бентонита внутри каркаса. Конструкция дополнительно снабжена мембраной из полиэтилена, соединенной способом термического дублирования с тканым полипропиленовым полотном. Подобная конструкция обеспечивает полную гидроизоляцию, материал не имеет ограничений по сроку службы (рис. 1).

Основные достоинства материалов:

- материалы гибкие при температуре  $-60^{\circ}\text{C}$  и выдерживают испытания на бруске радиусом закругления 5 мм без разрушения.
  - высокие противофильтрационные свойства (коэффициент фильтрации 10–11, 10–12 м/с и до 0, в зависимости от типа материала);
  - способность «самозалечиваться», благодаря свойству бентонита увеличиваться в объеме при гидратации;
  - долговечность, обусловленная неизменностью свойств материалов со временем.
- Бентоматы — единственный материал, способный обеспечить все важнейшие при строительстве и эксплуатации параметры, а именно:
- простые требования к технологии укладки;
  - экологический. Использование геосинтетических материалов экологично для окружающей среды;
  - экономический. Применение геосинтетических материалов позволяет существенно снизить капиталовложения при строительстве, ремонте и содержании сооружений (в.т.ч. и автомобильных дорог);

- низкие требования к квалификации рабочих;
- долговечность, сопоставимая со сроком службы сооружения;
- невысокие требования к основанию и отсутствие зависимости от погоды.

Противофильтрационные бентонитовые материалы, ввиду особенностей геотекстильного каркаса, используются в сложных гидрогеологических условиях, выдерживают гидростатическое давление до 7 атм. Материалы устойчивы при  $\text{pH}=4\text{--}11$ , стойки к неполярным жидкостям, выдерживают неограниченное число циклов «замораживание — оттаивание» и «гидратация — дегидратация».

При укладке материала должны соблюдаться несложные правила:

- грунт, на который укладывается материал, должен быть утрамбован с коэффициентом уплотнения не менее 0,9;
- на основании не должно быть корней растений, камней и других предметов, которые могут механически повредить материал;
- все неровности на основании размеров более 12 мм должны быть выровнены;
- материал может быть уложен на замерзшее основание, с условием, что это основание будет соответствовать вышеперечисленным требованиям;
- материал необходимо укладывать аккуратно, сводя к минимуму трение материала с основанием, чтобы избежать порчи нижнего слоя;
- все полотна материала должны лежать гладко, без складок или морщин;
- полотна материала укладываются между собой внахлест. Необходимо следить за тем, чтобы места нахлестов не были загрязнены. Минимальный нахлест полотен материала по длине рулона должен составлять 150 мм, если нет каких-либо специальных условий. Нахлест материала в местах стыковки рулонов по ширине полотна — 300 мм;

Для герметизации и обеспечения дополнительной надежности места нахлестов просыпают непрерывным слоем гранул бентонита. Край верхнего мата отгибают и по нижнему мату просыпают зону нахлеста бентонитовыми гранулами. Расход гранул бентонита составляет 0,4 кг/м.п.

Проходящие через основание или стены

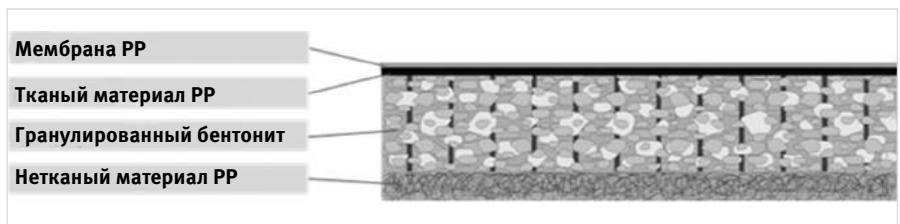


Рис. 1 — Конструкция бентомата

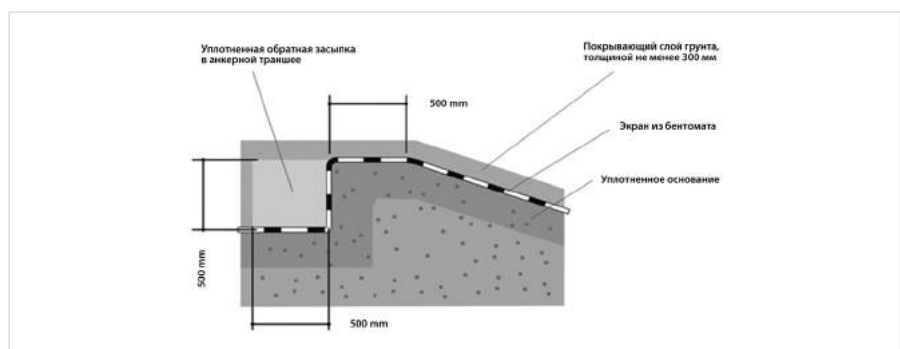


Рис. 2 — Схема укладки бентоматов

инженерные коммуникации и строительные элементы должны быть изолированы с помощью бентонитовых гранул.

Сравнительный анализ технологичности укладки показывает, что использование бентоматов характеризуется значительно более низкими трудозатратами, которые составляют 30–35% от стоимости монтажа экрана с применением различных пленочных материалов. Отпадает необходимость в сваривании швов в сравнении с пленочным экраном, а, следовательно, необходимость в специальном оборудовании для сварки и контроля качества шва в строительных условиях.

Неизбежные повреждения пленки при монтаже и эксплуатации приводят к возрастанию общего коэффициента фильтрации, тогда как бентомат, благодаря способности «самозалечиваться», сохраняет свои противofiltrационные характеристики. В результате, в реальных условиях, противofiltrационные экраны на основе бентоматов являются наиболее эффективными и надежными в настоящее время.

Производство бентонитовых матов не требует владения сложными технологиями. Единственным неперенным условием является

наличие высококачественного сырья — бентонита. Именно поэтому в России достаточно широко представлены как отечественные марки, так и зарубежные.

По данным ГТК РФ, структура импорта бентоматов в 2013 г. выглядит следующим образом (рис. 4).

Так как абсолютно все производители бентоматов во всем мире используют одну и ту же технологию производства, то и показатели качества готовой продукции во многом идентичны и различаются лишь количеством контролируемых параметров (таб. 2).

Как видим из приведенных данных, различные производители заявляют разный набор характеристик. Общим для всех является коэффициент фильтрации. Это логично. Данный показатель должен характеризовать способность материала обеспечивать необходимый уровень гидроизоляции. И вот здесь возникают самые серьезные разночтения.

Зарубежные производители для определения объема жидкости, проходящей через единицу площади гидроизоляционного бентонитового материала в единицу времени используют индекс текучести (IndexFlux) по стандарту ASTM D5887–09. Этим же стандартом

описывается методика определения коэффициента фильтрации (Hydraulic conductivity), который является производным от индекса текучести и определяет гидропроводность фильтрующего элемента в конкретном образце. Это очень понятно и логично.

Российские производители руководствуются ГОСТ 25584–90. Данный стандарт описывает методику определения скорости фильтрации воды через образец грунта заданной массы. То есть определяются фильтрационные способности не готового изделия, а одного из компонентов, причем совершенно отстраненно от реальных условий. И это совершенно не понятно и не логично. Коэффициент фильтрации бентонита заданной массы будет всегда постоянным. А вот коэффициент фильтрации изделия из бентонита, где возможно неоднородное распределение по поверхности, всегда будет зависеть от качества готовой продукции.

Более того, на сегодняшний день в России только подана заявка на включение в государственный реестр средств измерений прибора, способного определять показатели в соответствии с ASTM D5887–09.

Характеристики	Ед.изм.	БентИзол SAB5	Бентолок SL10	Тексбент	Водоупор	Бентотех AC100	Bentomat SS100	NaBento© Typ RL-N	Bentofix NSP 4900
Геотекстиль									
Поверхностная плотность нетканого материала	г/м <sup>2</sup>	200					200		220
Поверхностная плотность тканого материала	г/м <sup>2</sup>	160					100		110
Бентонит									
Поверхностная масса	г/м <sup>2</sup>	5 000	4 900	4 800	5 400	4 800	4 800	4 500	4 670
Содержание монтмориллонита	%	>70							
Индекс набухания	мл/2г	>24		>24					24
Водоотдача (FluidLoss)	мл/2г	<18		<18					≤18
Геосинтетический бентомат									
Поверхностная масса	г/м <sup>2</sup>	5 360					5 100		5 000
Коэффициент фильтрации, max	м/сек	<1,5×10 <sup>-11</sup>	5×10 <sup>-11</sup>	1×10 <sup>-8</sup>	1,16×10 <sup>-11</sup>	5×10 <sup>-11</sup>	1×10 <sup>-8</sup>	5×10 <sup>-9</sup>	2×10 <sup>-11</sup>
Индекс текучести (IndexFlux)	м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> /с	<5×10 <sup>-9</sup>							5×10 <sup>-9</sup>
Предел прочности на разрыв, вдоль/поперёк	кН/м	20/10		6/4	≥ 8	12	12		12/12
Сопrotивление продавливанию (метод CBR)	кН	≥2,0							≥ 2,0
Относительное удлинение при максимальной нагрузке (разрыве) вдоль/поперек	%	10/5		8		10	15		10/6
Прочность раздиранию (скреплению)	Н/м	>360							≥360
Стойкость к динамическим пробоям (метод падающего конуса)	мм	<10							
Стойкость к гидростатическому давлению	атм.	7			5				
Длина рулона	м	40	40	50	20	40	40	40	40
Ширина рулона	м	5	5	2	3	5	5	5,1	4,85
Толщина при давлении 2кПа, не менее	мм	6,4	6,4	4,5	8	6,4	6,4		6

Таб. 2 — Качественные показатели бентоматов

Таким образом, на данный момент у нас в стране просто не существует ни одной испытательной лаборатории и ни одного органа по сертификации, способного выдать легитимный сертификат соответствия на бентоматы с логичными качественными характеристиками.

Производители материала выходят из положения таким образом, что прописывают в локальных нормативных документах — технических условиях или стандартах организации те положения, которые устраивают конкретному, зачастую не очень сведущему потребителю. Пока не будет разработан и принят стандарт, чётко регламентирующий перечень качественных показателей и методов их контроля, всегда найдётся лукавый, желающий заработать на низком качестве продукта и «мутной» ситуации. В итоге мы имеем положение дел, при котором:

1. Имеется огромная потребность в недорогих и эффективных гидроизоляционных материалах, отвечающих высоким современным экологическим нормам и требованиям промышленной безопасности.
2. Имеется материал, удовлетворяющий всем этим нормам.
3. Имеются сырьё, технологии и производственные мощности для выпуска этого материала.

4. Нет элементарного порядка в виде внятного изложенного стандарта на материал.

Негативные последствия четвёртого пункта могут дискредитировать саму идею применения геосинтетики на основе бентонита. Это та ситуация, когда интересы производителей, потребителей и государства полностью совпадают в одном вопросе.

Выход из положения заключается в реализации несложного перечня мероприятий:

1. Разработка и утверждение национального, либо межгосударственного стандарта ГОСТ на геосинтетические гидроизоляционные материалы на основе бентонита.
2. Включение данных материалов в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации, на основании того, что качество продукции оказывает непосредственное влияние на окружающую среду. Связано это с тем, что применение некачественных гидроизоляционных материалов в промышленно опасных объектах влечёт за собой высокий риск техногенных катастроф.
3. Определение схемы сертификации продукции, предполагающей всесторонний и жёсткий инспекционный контроль, как самой продукции, так и состояния производства.

Реализация указанного комплекса мероприятий является типичным эволюционным путём развития процесса вывода на рынок любого коммерческого продукта. Тем более такого, к которому предъявляются повышенные требования экологической и промышленной безопасности.

#### Итоги

Дано обоснование эффективности применения гидроизоляционных материалов на основе бентонита.

#### Выводы

Применение новых гидроизоляционных материалов должно быть подкреплено отраслевыми стандартами качества.

#### Список используемой литературы

1. Беляев Л.Н., Дмитриева Г.К., Иванов Ю.А., Ткаченко Д.Б., Яковлев О.И. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений. Ленинград: Стройиздат, 1975.
2. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. (б.д.). Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%E8%E4%F0%E5%E8%E7%EE%EB%FF%F6%E8%FF>
3. Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. Ленинград: Стройиздат, 1981.

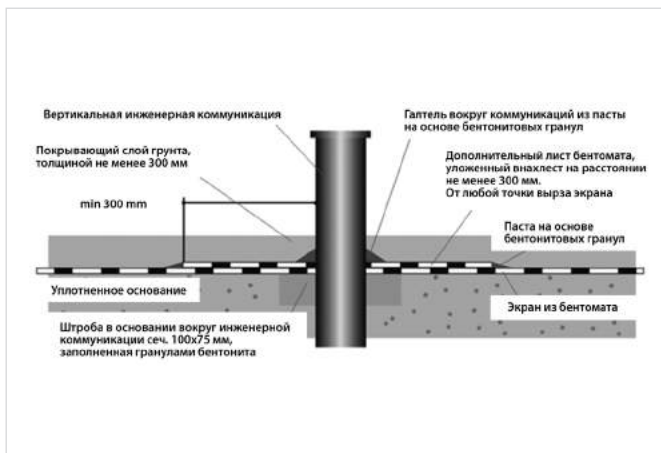


Рис. 3 — Схема гидроизоляции инженерных коммуникаций

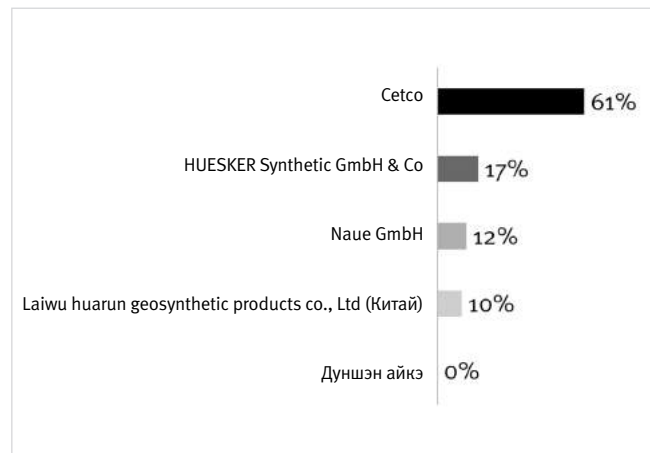


Рис. 4 — Структура импорта бентоматов в январе и июле 2013 г.

ENGLISH

BUILDING

## Geosynthetic Clay Lines

#### Authors:

Sergey V. Zavyalov — general manager<sup>1</sup>; [zavyalov@bentizol.ru](mailto:zavyalov@bentizol.ru)

<sup>1</sup>StroyGidrolzolyatsiya LLC, Kurgan, Russian Federation

#### Abstract

The article compares different watertight waterproofing materials. There is a description of the advantages of applying mineral geosynthetic polymer waterproofing materials.

#### Materials and methods

Analytical review.

#### Results

Evaluation of the effectiveness of waterproofing materials based on bentonite application was made.

#### Conclusions

The application of new waterproofing

materials must be supported by the industry-specific standard.

#### Keywords

geosynthetic, waterproofing, bentonite, geosynthetic clay lines, waterproofing materials

#### References

1. Belyaev L.N., Dmitrieva G.K., Ivanov Y.A., Tkachenko D.B., Yakovlev O.I. *Gidroizolyatsiya ogradhdayushchikh konstruktsiy promyshlennykh i grazhdanskikh sooruzheniy*

- [Waterproofing walling industrial and civil buildings]. Leningrad: *Stroyizdat*, 1975.
2. Wikipedia, the free encyclopedia. (nd). Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%E8%E4%F0%EE%E8%E7%EE%EB%FF%F6%E8%FF>

3. Popchenko S.N. *Gidroizolyatsiya sooruzheniy i zdaniy* [Waterproofing of structures and buildings]. Leningrad: *Stroyizdat*, 1981.