

МЕМБРАНЫ, МЕМБРАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (практические советы)

В настоящее время изделия из мембранных материалов прочно вошли в экипировку в самых разных видах деятельности и активности.

На современном рынке представлено огромное количество изделий, изготовленных с использованием различных мембран, и обычному пользователю крайне непросто разобраться в том, какая мембрана будет оптимальна для его целей.

Мембрана. Мембрана в узком смысле слова – это пленка, способная тем или иным способом (в виде водяного пара через сам материал мембраны) транспортировать влагу через себя по градиенту влажности воздуха (то есть в сторону, где водяного пара в воздухе меньше). При этом сама по себе пленка практически не пропускает воду в жидком виде против градиента концентрации водяного пара. Так как прочность мембраны крайне низка, то для использования ее прикрепляют к тканевой основе.

На Западе достаточно четко разграничивают *membrane laminated* – ламинированную мембрану (в этом случае готовый мембранный лист приклеивают к тканевой основе) и *membrane coating* – покрытие с мембранными свойствами (в данном случае мембрану наносят на тканевую основу непосредственно в жидком виде и, соответственно, мембранные свойства покрытие приобретает уже после высыхания).

В русском языке зачастую и мембранный ламинат, и мембранное покрытие называют просто мембраной. По возможности мы будем употреблять синонимичный такому широкому значению слова «мембрана» термин «мембранный материал».

Дышащие свойства и паропроницаемость (*MVTR*, *Moisture vapor transfer rate*). Эффективность транспортировки водяного пара – в узком смысле слова это свойство применимо только к поровым мембранам. Беспоровые мембраны (как, впрочем, и комбинированные) не способны транспортировать водяной пар напрямую и транспортируют влагу лишь после ее конденсации на поверхности мембраны, однако, говоря про них, также используют термины «дышащие свойства» и *MVTR*, причем как у нас, так и за рубежом.

Водонепроницаемость. Любая мембрана (поровая и беспоровая) теоретически может промокнуть в предельно жестких условиях. Водонепроницаемость мембраны определяется давлением воды, измеряемым в миллиметрах водного столба, которое мембрана может выдержать без протечки.

Водонепроницаемость беспоровой мембраны зависит от материала, ее толщины и гомогенности, а водонепроницаемость поровой – от степени гидрофобности материала мембраны, размера пор и, вероятно, от толщины. В настоящий момент серьезными производителями в штормовой одежде не используются мембраны с водонепроницаемостью менее 10 000 мм. Стоит отметить, что водонепроницаемость может изменяться немного по-разному, чем зачастую пользуются производители дешевых мембранных материалов. Впрочем, почти все мембранные материалы высокого класса не промокают практически в любую погоду (гораздо чаще большинство пользователей сталкиваются с проблемой конденсата).

Паропроницаемость. Существует не менее пяти способов измерения дышащих свойств мембраны. В тестах участвуют не голые мембраны, а уже готовые ламинаты или ткани с мембранным покрытием. Стоит отметить, что у современных мембран высокого класса результаты теста находятся в прямой зависимости от качества ламинации, воздухопроницаемости используемых тканей и т.д. Сами тесты неоднократно и подробно описывались в русскоязычной литературе.

В тестах A1, A2, B1, B2 измеряется количество воды, которое данная мембрана способна транспортировать через себя в определенных условиях. Размерность этой величины – количество воды в граммах, способное преодолеть квадратный метр площади мембраны за 24 часа.

ISO 11092:1993 – довольно интересный тест, на выходе которого получается величина, характеризующая сопротивление мембранного сэндвича прохождению влаги – так называемый RET, т.е. чем меньше RET, тем лучше работает мембрана.

В настоящее время считается, что наиболее точно характеризуют функциональные свойства мембраны результаты тестов B2 и RET.

К сожалению, большинство производителей указывают результаты того теста, в котором их мембрана показывает наилучшие результаты.

Впрочем, стоит признать то, что в наиболее распространенном тесте учитывается RET, между лучшими представителями разных классов мембран достигнут некоторый паритет.

И у лучших беспоровых (mp+), и у лучших поровых (eVent), и у лучших комбинированных (Gore Pro Shell) мембран этот показатель опустился ниже 4 для 3-слойных конструкций.

На этом уровне RET решающее значение для результатов теста уже приобретает воздухопроницаемость и толщина ткани, применяемой для защиты мембраны, а также качество ламинации.

К сожалению, ни один из упомянутых тестов не способен однозначно описать поведение мембраны при эксплуатации. Дело в том, что, во-первых, разные тесты модулируют совершенно разные режимы эксплуатации мембраны, а во-вторых, способность мембраны транспортировать влагу зависит от ряда факторов, которые практически не учитываются во всех пяти тестах.

Прежде всего это отношение внешней и внутренней влажности. Дело в том, что беспоровые (и в меньшей степени комбинированные) мембраны для эффективной работы требуют довольно большой разницы парциальных давлений водяного пара снаружи и внутри мембраны. Эффективность работы мембран с открытыми порами от соотношения давлений зависит заметно меньше, соответственно, поровые мембраны лучше работают при высокой внешней влажности.

Второй аспект, который не учитывается в тестах, – это температура на мембране. Дело в том, что при падении температуры на самой мембране ниже нуля градусов эффективность работы беспоровой или комбинированной мембраны значительно снизится: вода при конденсации замерзнет и диффузия сильно замедлится.

Далее стоит помнить, что тесты призваны моделировать работу мембраны в одежде, надетой на человека, и та же самая мембрана, примененная в производстве однослойной палатки, будет вести себя совершенно по-другому – беспоровая мембрана будет неэффективна.

Типы закрепления мембраны в ткани. 2-слойная конструкция (2L) – мембрана прикреплена или нанесена на ткань, соответственно, вторая сторона мембраны остается незащищенной (такой тип мембраны при применении в штормовых куртках требует дополнительной защиты с помощью сетчатой или тканевой подкладки). Наиболее целесообразно ее применение в утепленной одежде для минусовых температур, где дополнительная защита мембраны изнутри не требуется.

2,5-слойная конструкция (2,5L) также состоит из мембраны внешней ткани, но на внутреннюю поверхность мембраны может быть нанесено защитное покрытие из полиуретана или карбоновых частиц. Оно может иметь вид капель, полосок, квадратилов или быть сплошным. Этот тип мембран позволяет изготавливать наиболее легкую и компактную водонепроницаемую одежду.

3-слойная конструкция (3L) – мембрана защищена тканью с обеих сторон. Внутренний слой стараются делать максимально легким и воздухопроницаемым.

Достоинства – максимальная прочность и долговечность, облегченные современные 3-слойные мембраны стремятся к весовым характеристикам 2,5-слойных.

Как правило, 3-слойные ламинаты используются при изготовлении штормовых курток высокого класса, предназначенных для эксплуатации в экстремальных условиях.

Беспоровые и комбинированные мембраны выпускаются во всех трех вариантах. При этом самые легкие – 2,5-слойные материалы получают на основе полиуретановых мембран или покрытий (Gelanots, Precip Pro, Membrane Strata и т.д.).

Поровые мембраны выпускаются только в чисто 2-слойных и 3-слойных версиях.

Классификация мембран.

1. Беспоровые мембранные материалы. Представляют собой сплошной лист или покрытие. Транспортировка влаги происходит путем диффузии через материал мембраны. Второе название данного типа мембран – гидрофильные.

Для эффективной работы подобной мембране требуется наличие существенной разницы давления водяного пара снаружи и изнутри от мембраны, кроме того, сам транспорт воды через мембрану начинается только после конденсации на внутренней поверхности мембраны и насыщения толщи самой мембраны молекулами воды.

Соответственно, в куртке почти всегда немного влажно, при пользовании, например, вентиляцией штормовой куртки мембрана практически перестает работать. Мембрана плохо работает при высокой внешней влажности, а при остывании мембраны до минусовых температур эффективность транспорта воды снижается почти до нуля.

Однако данный тип мембран имеет и определенные преимущества. Прежде всего они, как правило, несколько более доступны и достаточно долговечны. Качественные мембраны такого типа могут иметь очень высокую водонепроницаемость или обладать стрейчевыми свойствами.

По химическому составу данные мембраны могут быть полиэстерово-полиэфирными и полиуретановыми.

Единственным представителем первого семейства является мембрана SympaTex. Данный тип мембраны характеризуется чрезвычайно высокой водонепроницаемостью (по некоторым данным, до 200 000 мм), но, находясь в составе ламината, не слишком эффективно транспортирует влагу (к сожалению, цифры сильно противоречат друг другу, подавляющая часть пользователей не в восторге).

Полиуретановые беспоровые мембранные материалы. В данном достаточно многочисленном семействе встречаются и покрытия, и ламинаты.

Большинство современных дешевых мембранных материалов класса по-наме относятся к полиуретановым беспоровым, причем, похоже, что покрытия в данном классе преобладают.

Однако у брендовых производителей в том же семействе есть и весьма достойные представители. Примером достаточно качественного беспорового полиуретанового покрытия может служить Entrant DT от Toray. Из качественных беспоровых ламинатов стоит отметить Dermizax, Dermizax EV, Gelanots, Marmot Membrane, MP+, Conduit от Mountain Hardware и т.д. (рисунок 1).



1. Marmot Mica

Рисунок 1

Надо отметить, что большинство современных качественных беспоровых ламинатных материалов находятся по своим функциональным свойствам примерно на одном уровне – водонепроницаемость в районе 20 000 мм, дышащие свойства – в районе 20 000 мм по тесту B1, наиболее выгодному для тестирования беспоровых мембран.

Стоит отметить, что существуют области применения, где толстые беспоровые полиуретановые мембраны практически идеальны, – это яхтенная экипировка, сухие гидрокостюмы и т.д.

2. Поровые мембранные материалы. Данные мембраны имеют в своей структуре открытые поры микроскопического размера, что может быть продемонстрировано с помощью так называемого пузырькового теста – bubble test.

Преимуществом подобных мембран является эффективная работа даже при небольшой разнице парциальных давлений водяного пара, то есть данный тип мембранных материалов будет хорошо работать в условиях высокой внешней влажности или, к примеру, при открытой вентиляции штормовой куртки.

По химическому составу материала мембраны этого типа подразделяются на тефлоновые и полиуретановые. Представителем первых является eVent, представителем вторых – Dermizax MP.

Стоит отметить, что поровые мембраны на основе полиуретана выпускаются относительно давно (взять, к примеру, Niroga), но продукты с достаточно высокими потребительскими свойствами появились в этом классе недавно.

Полиуретановые поровые мембранные материалы. На современном рынке встречаются как поровые покрытия, так и поровые ламинаты.

Хорошим примером качественного порового покрытия высокого класса являются Entrant V и Entrant W от Toray. Стоит отметить, что не все покрытия, заявленные производителем как поровые, оказываются таковыми в реальности.

Несколько особняком от большинства поровых покрытий стоит Untica prooface и Triple Ceramic от Lowe Alpine (производитель и того и другого – Untica) – в данных покрытиях поры образованы вокруг интегрированных в полиуретановый слой керамических частиц. Соответствующие покрытия неплохо транспортировали влагу, имели весьма высокую водонепроницаемость и были весьма долговечными. Стоит отметить еще один класс поровых мембранных PU-покрытий – это сверхлегкие полиуретановые покрытия с низкой водонепроницаемостью (1000–3000 мм). Характерным примером такого мембранного материала является современная облегченная версия PerTex Endurance от PerTex. Изделия из таких материалов применяются в производстве одежды, ориентированной на минусовые температуры, и бивачного снаряжения.

Поровые полиуретановые ламинаты. Наиболее характерным представителем является Dermizax MP от компании Toray. Это достаточно качественная мембрана с неплохими перспективами применения в outdoor экипировке, к сожалению, относительно мало востребованная на мировом рынке. По паропроницаемости в широком диапазоне условий применения Dermizax MP несколько уступает тефлоновым мембранам с открытыми порами, но при высокой внешней влажности или минусовых температурах зачастую превосходит Gore-Tex. В идеальных условиях работы ситуация изменится и лучшие артикулы Gore покажут более высокий результат.

Существуют стрейчевые варианты данного материала. Однако есть данные, что тонкие стрейчевые артикулы данного материала имеют склонность к деламинации.

Тефлоновые поровые мембраны – ePTFE. Все чисто тефлоновые мембраны относятся к поровым и используются только в виде ламинатов.

Старый Gore-Tex – классическая мембрана 30-летней давности очень эффективно транспортирует влагу, превосходно работает при любой влажности, но, по крайней мере в одежде, довольно быстро теряет водонепроницаемость. По всей видимости, это связано с загрязнением или повреждением тефлона, образующего структуру мембраны. В настоящее время штормовая одежда из старого Gore не производится, зато появились:

- ♦ Windstopper от Gore – судя по ряду признаков, Gore использует свою первую мембрану в производстве непродуваемых тканей softshell и 2-слойных ламинатов для зимней одежды, то есть тех видов экипировки, где предельно важны дышащие свойства;

- ♦ ToddTex от Bibler – видимо, один из клонов старого Gore без PU слоя. Используется эксклюзивно брендом только для производства однослойных штормовых палаток. 3-слойный ламинат имеет на своей внутренней поверхности ворс, препятствующий стеканию конденсата. Тот же ворс, по мнению ряда экспертов, довольно существенно уменьшает дышащие свойства;

- ♦ eVent – при создании данной мембраны фирма BHA (в настоящее время бренд eVent принадлежит GE) взяла за основу ту же PTFE-пленку, что используется и при производстве Gore-Tex, но далее BHA пошла совершенно другим путем, защитив слой PTFE не сплошным бесшовным полиуретановым слоем (как делается у современного Gore-Tex), а индивидуальным покрытием каждого волокна в составе мембраны. Как результат была получена достаточно эффективно работающая поровая система, пожалуй, лучшая на сегодняшний день из влагозащитных мембран по способности транспортировать влагу в широком диапазоне условий применения (рисунок 2).

Одной из особенностей eVent является невозможность получения на его основе 2,5-слойных конструкций.

Достоинства данной мембраны хорошо известны – прежде всего это лучшая на рынке паропроницаемость из всех влагозащитных мембран, применяемых в штормовой одежде в широком диапазоне условий применения, эффективная работа уже при небольшой разнице давлений



Рисунок 2

водяного пара, хорошая работа при минусовых температурах. Недостатки также довольно существенные: на основе eVent невозможно создать стрейчевый материал, проклейка швов на eVent довольно сложна, далеко не каждый производитель может обеспечить надежную и долговечную герметизацию изделий из eVent, мембрана достаточно дорогая (рисунок 3).



3. Сивера Азь Торок

Рисунок 3

Торок – порыв ветра, шквал.

Ткань: eVent 3L (микропористая мембрана), WP 20 000 mm/H₂O, MVTR 20 000g/ sm/24hrs.

Влаговетрозащитная куртка из 3-ламинарной мембранной ткани eVent с герметизированными и высокими функциональными свойствами. Предназначена для альпинизма и горного туризма для маршрутов высших категорий трудности. Надежно защищает от дождя, ветра, снега, обеспечивая высокие дышащие свойства. Конструкция соответствует профессиональным требованиям альпинистов.

Комбинированные PU/ePTFE мембраны. Достаточную известность на сегодняшний день получил только один представитель данного семейства – Gore-Tex.

В данном случае поровая мембрана из PTFE защищена от повреждений с помощью сплошного слоя полиуретана, то есть, несмотря на периодически декларируемую пористость Gore-Tex, сквозные поры в нем отсутствуют, однако сам полиуретановый слой имеет значительно меньшую толщину, чем беспоровые полиуретановые мембраны. Соответственно, все недостатки беспоровых мембран имеются и у Gore-Tex, но в существенно меньшей степени. Gore в настоящее время является лидером в производстве дорогих мембранных материалов для одежды, рассчитанной на экстремальные условия. После очередного ребрендинга в продукции Gore выделяют:

- ♦ Gore Performance – семейство ламинированных материалов, по своим функциональным свойствам близкое к старому XCR. Позиционируется как относительно бюджетная серия, по своим функциональным характеристикам, вероятно, близка к лучшим полиуретановым беспоровым мембранам;
- ♦ Gore Pack light – 2,5-слойная конструкция для легкой штормовой одежды;
- ♦ Gore Pro ShelL – наиболее совершенный представитель материалов семейства Gore, разработан на основе XCR, но за счет совершенствования технологии ламинирования и тщательного подбора материалов удалось заметно (большинство источников сходятся на 20–30%) увеличить паропроницаемость по сравнению с XCR и при этом уменьшить вес готового ламината (рисунок 4).



4. Arcteryx Alpha LT

Рисунок 4

Достоинства Gore широко известны – прежде всего это высокая долговечность, высокая водонепроницаемость, возможность изготовления мембранной ткани со стрейчевыми свойствами. У Gore ProShel на сегодня самая совершенная технология ламинирования.

Недостатками являются высокая цена, значительно меньшая эффективность работы при высокой внешней влажности по сравнению с качественными поровыми мембранами и крайне низкая эффективность работы при низких температурах.

Маркетинговые названия и производство мембран. В настоящее время в мире существует не так уж много производителей качественных мембранных материалов, однако при этом на современном рынке представлено достаточно много «собственных мембран» производителей одежды.

Как это может быть? Все очень просто. Фирма-производитель одежды договаривается с фирмой-производителем о «собственном» названии для уже существующего мембранного продукта. К примеру, фирма Marmot сотрудничает с фирмой Toray, соответственно, большая часть Marmot Membrain в реальности представляет собой Dermizax (EV, скорее всего). Аналогично сотрудничество Gelanots и компании Mountain Hardware привело к появлению серии мембранных материалов Conduit.

Какая мембрана самая лучшая? Ответ на этот вопрос зависит целиком от области применения и условий эксплуатации самой мембраны.

Полноценная 3L – штормовка для экстремальных условий: в данном случае нам важны высокие дышащие свойства, полная водонепроницаемость и высокая долговечность. Конструктивно этим требованиям однозначно отвечает 3-слойный ламинат, а вот выбор конкретной мембраны не так очевиден.

Основная борьба на данном поле идет между ProShell от Gore и eVent от GE (примеры курток – на рисунке 4 и рисунке 3 соответственно). eVent за счет наличия сквозных пор заметно лучше дышит в широком диапазоне условий применения. ProShell за счет более совершенных технологий ламинирования и лучшего подбора внутреннего материала сэндвича немного легче при той же прочности, и в идеальных условиях по дышащим свойствам не уступает eVent.

На Западе в среде знатоков материалов и технологий для экстремальной одежды господствует следующее мнение – если бы взять мембрану от eVent и ухитриться ламинировать ее по технологии Gore, то полученный продукт превзойдет и ProShell, и eVent по всем параметрам. А так рекомендация может быть только следующей: если вас не устраивают дышащие свойства, то лучше купить eVent, если хотите выиграть в весе – ProShell.

Легкая куртка-дождевик 2,5 L. Тут основная борьба идет между Gore Pack light и моделями на основе полиуретановых мембран и покрытий. Стоит признать, что лучшие представители современных полиуретановых покрытий и мембран, к примеру, 2,5-слойный Gelanots по дышащим свойствам очень близки к Pack light. Что характерно, 2,5-слойные мембранные материалы на основе PU заметно легче при той же прочности от Marmot, выполненные на основе полиуретанового мембранного материала Marmot Strata, весят менее 200 граммов (рисунок 1).

Зимняя утепленная куртка. При серьезных минусовых температурах бесшовные мембраны почти теряют способность транспортировать влагу, в связи с этим последней тенденцией рынка в этом классе изделий стало активное применение поровых 2-слойных мембранных материалов.

По функциональным свойствам в зимней одежде лидируют Gore Windstopper и GE eVent (рисунки 2 и 5).

Причем выбор между ними крайне непросто – дышащие свойства обоих материалов очень близки. Gore Windstopper чуть легче и немного дешевле, но очень сильно уступает по водонепроницаемости, что может оказаться важным при использовании изделия в условиях с большим перепадом температур. На облегченных моделях зимней одежды зачастую используются тонкие поровые мембранные покрытия (к примеру, Pertex Enolufance), по своим функциональным свойствам заметно уступают eVent и Gore Windstopper, но зато они заметно легче и дешевле (рисунок 5).



5. Сивера Азь Аркуда 8000

Рисунок 5

Аркуда – медведь (старославянск.).

Ткань: eVent 2L wp (микропористая мембрана) 22 000 mm/H₂O, MVTR 22 000g/sm/24hrs/белый гусиный пух – 93/7, F.P. 800+.

Самая теплая и технологичная в коллекции. Классическая «гималайская» пуховка из лучших на сегодняшний день материалов: мембранной ткани eVent и самого качественного белого гусиного пуха. Способна обеспечить комфорт при сверхнизких температурах. Бесшовная конструкция пуховых пакетов с теплыми швами решает основные проблемы пуховых изделий – миграцию и намокание пуха. В опорных местах (плечи и локти) вставки из синтетического утеплителя Primaloft. Конструкция изделия отвечает профессиональным требованиям альпинистов.

Однослойная штормовая палатка. Мембрана на тенте однослойной палатки работает в совершенно других условиях, чем мембрана в одежде, – в условиях небольшой разницы температур, парциальных давлений водяного пара и зачастую в условиях минусовых температур на мембране.

В этих условиях достаточно надежно будет работать только поровая мембрана или покрытие. Фаворитами в этом классе, соответственно, являются 3-слойные поровые PTFE-

ламинаты – eVent и доработанный клон Gore-Tex первого поколения Todd-Tex Bibler’a. Todd-Tex тяжелее, чем тип eVent, используемый в палатках, и немного хуже дышит (за счет ворса на внутренней поверхности), однако ворс не позволяет сконденсированной влаге стекать по стенке, что зачастую является преимуществом.

Большинством производителей, впрочем, применяются более дешевые материалы – порошковые полиуретановые мембранные покрытия. Они легче, чем Todd-Tex и eVent, но значительно уступают и по дышащим свойствам, и по водонепроницаемости (рисунок 6).

Одрина – строение, изба (старославянск.).



Рисунок 6

Ткань: eVent (микропористая мембрана), WP 17 000mm/H₂O MVTR 17 000 g/sm/24hrs.

Мембранная однослойная штормовая двухместная палатка.

Ткань тента: мембранная трехслойная ткань eVent.

Ткань пола: нейлон 70 D PU 7000 mm.

Каркасные дуги: Easton Nanolite (алюминий) или Carbon FX (углепластик).

Размеры: 217*119*107h.

Конструкция с внутренним несущим каркасом – схема «две дуги, одно пересечение».

12 штормовых оттяжек: 6 – по низу и 6 – по тенту.

Один вход с торца классической конструкции с боковой скаткой основного полотнища на молнии под планкой. Вход продублирован съемной сеткой на молнии.

Два внутренних боковых кармана из сетки со стороны входа.

Большой съемный шестисекционный карман из сетки на торцевой стенке напротив входа.

Съемная (на застежках-клеванте) полка из сетки.

Петля для подвешивания фонаря в верхней части.

Вентиляция в верхней части купола с торцевым расположением отверстий, арки вентиляции – регулируемые на Velcro, вентиляционные отверстия – регулируемые в ткани тента на молниях, продублированы сеткой.

Транспортировочный мешок с боковой загрузкой.

Дополнительно. Пристегивающийся тамбур из нейлона с двусторонним силиконовым покрытием трапециевидной формы в плане, с боковым расположением входа, с дополнительной дугой.

Resume

In this article the author describes the modern materials and equipments for the active kinds of tourism.