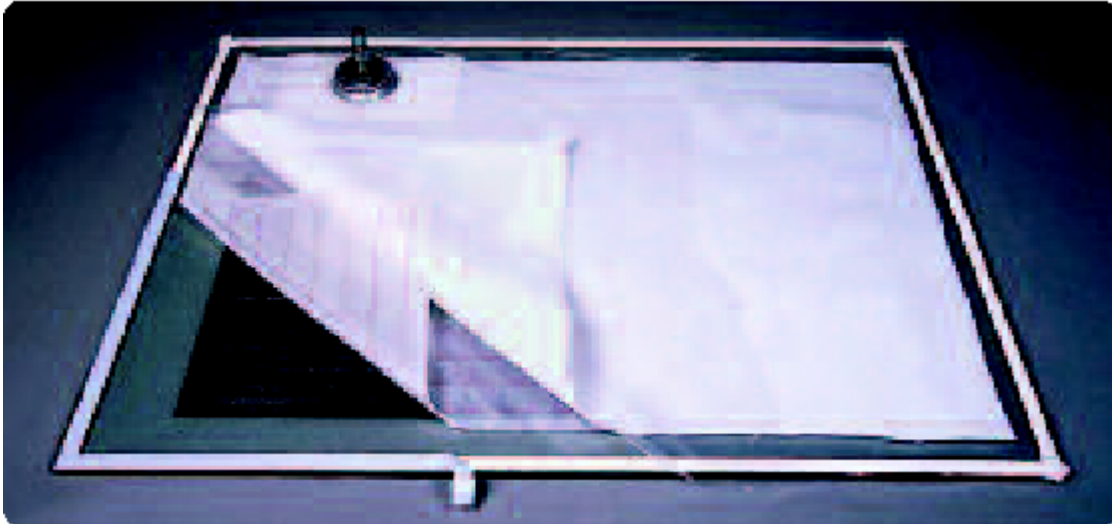


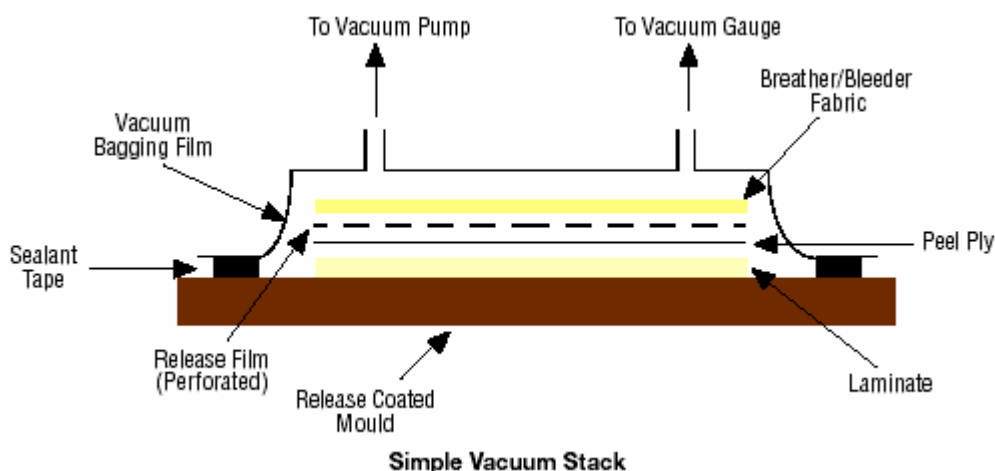
## Вакуумный мешок Характеристики применяемых материалов



SP представляет широкий спектр расходных материалов Airtech для различных вакуумных процессов, таких как вакуумное отверждение препрегов, отверждение «мокрой формовки» с наложением вакуума, запекание препрегов при низких температурах, процесс инфузии.

SP выбрало ряд специфических материалов Airtech, специально подходящих для работы их с эпоксидными препрегами и системами смол, которые регулярно используются для отверждения больших композитных структур при температурах до 150°C.

На рисунке внизу представлен простейший вакуумный мешок, использующий наиболее типичные продукты, применяемые в процессах низкотемпературного вакуумного отверждения и высокотемпературного отверждения в автоклавах.



Vakuu Pump- вакуумный насос

Vakuu Gauge- вакуумный манометр

Breather/Bleeder Fabric- дышащая/впитывающая ткань

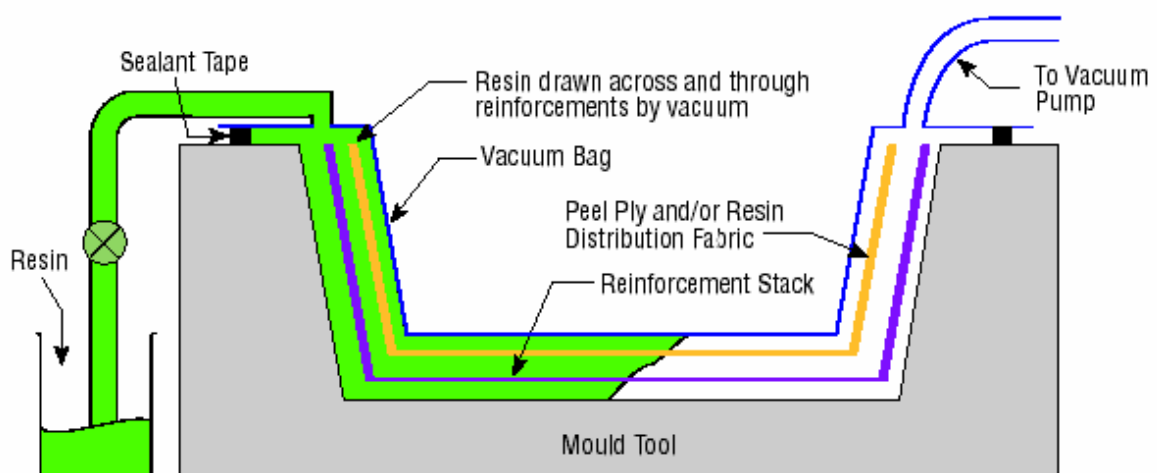
Peel Ply- снимаемая защитная ткань

Laminate- ламинат, изделие

Release Coated Mould- матрица, покрытая веществом, облегчающим съем  
 Release Film (Perforated)- перфорированная отводящая пленка  
 Sealant Tape- пломбирующий скотч  
 Vakuu Bagging Film- пленка, образующая вакуумный мешок.

Инфузионные процессы, такие как **SCRIMP™**, **RIFT**, **VARTM**, используют меньше расходных материалов по сравнению с вакуумной технологией отверждения мокрой формовки, что видно из приведенного внизу рисунка. Такие материалы обычно предназначены для использования в низкотемпературном режиме до 50°C. Специально для этих процессов Airtech разработал гамму расходных материалов высокого качества по весьма доступным ценам, что отвечает основным требованиям для материалов, используемых в инфузионных технологиях.

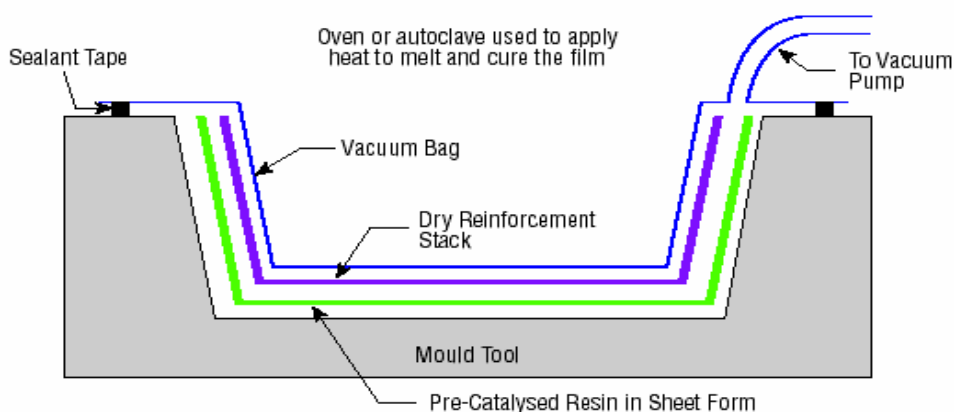
### Resin Infusion Processes - SCRIMP, RIFT, VARTM etc.



Смола (Resin) продавливаются под давлением вакуума сквозь и вдоль волокон тканей (Reinforcements), из которых набирается будущий ламинат (Reinforcement Stack). В этом случае ламинат не покрывается перфорированной пленкой, верхним слоем пакета, считая от матрицы (Mould Tool) обычно укладывается Peel Ply и/или специальная ткань, распределяющая смолу по поверхности ламината (Resin Distribution Fabric).

Инфузионный процесс **SPRINT®**, разработанный SP, так же использует относительно простой вакуумный пакет, однако используемые материалы отличаются от применяемых в других инфузионных технологиях благодаря повышенной температуре отверждения.

### Resin Film Infusion (RFI) - SPRINT®



Эта технология представляет из себя простейшую укладку послойно специально подготовленных листов материала, состоящего из непропитанной ткани и пре-катализованной смолы. После укладки ламината вакуумный мешок пломбируется скотчем и запекается в печи или автоклаве.

Ниже приводятся описания и технические характеристики основных материалов Airtech, поставляемых SP.

### Peel Ply



Peel Ply представляет из себя тканый материал, который обычно укладывается завершающим слоем в ламинатном пакете. Обычно после завершения процесса отверждения он снимается, оставляя поверхность ламината текстурированной, т.е. свободной от загрязнений и «заматованной». Такая поверхность не требует дальнейшей механической подготовки перед дальнейшим приклеиванием деталей, шпатлеванием и окраской. Текстура волокон ламината пропечатывается сквозь Peel Ply и образует «шершавую» поверхность без необходимости повреждения ламинатных волокон. Это особенно важно при присутствии кевларовых волокон в ламинате, которые достаточно хрупки и легко повреждаются механической обработкой.

Peel Ply обычно изготавливается из полиамида (нейлона) или полиэстера. Полиамидные ткани используются чаще, поскольку полиэстровые могут использоваться только со смолами на базе фенола.

Большинство тканей обычно имеют оплавленные кромки. Для отличия этих тканей от усиливающих волокон, обычно в них вплетают красную нить (0°), или наносят полосы краской.

При использовании Peel Ply необходимо помнить, что он впитывает смолу, находясь в непосредственном контакте с ламинатом. Про это нужно помнить, если укладываемый ламинат имеет малую толщину, а так же при низком насыщении ламината смолой, например в препрегах. Препреги могут поставляться со специальным Peel Ply, предназначенным специально для этих целей.

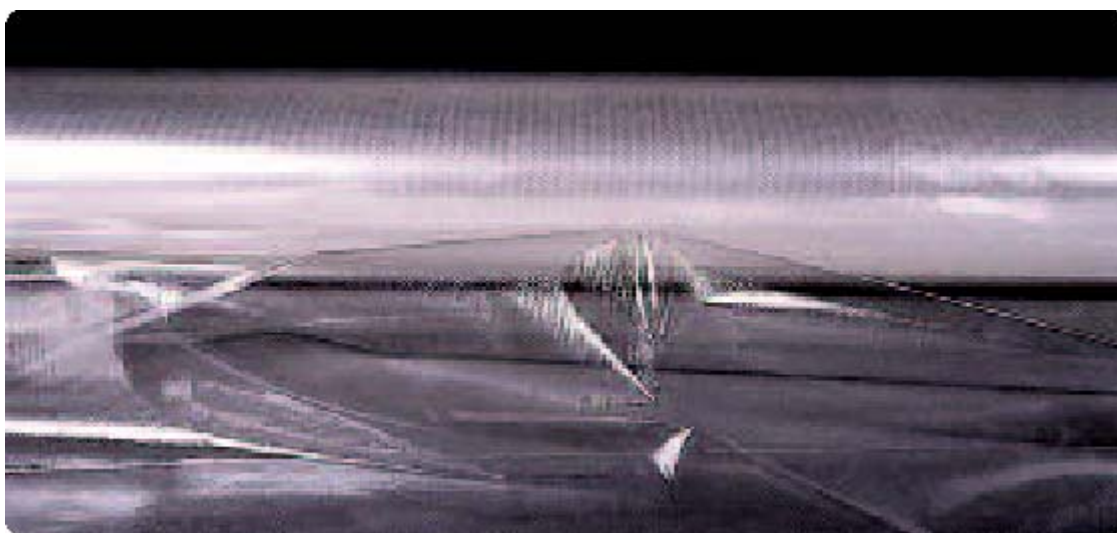
Все ткани изготавливаются при контроле процесса. Хранить Peel Ply необходимо в прохладном сухом месте, обращая внимание на отсутствие загрязнений.

### Спецификация

Характеристика	Значение
Описание	Плотность плетения А
Волокно	Нейлон 6-6
Цвет	Белый, красная прясть через каждые 25мм
Плетение	Простое

Основа (конц./см)	19
Основа (волокно/dtex)	235
Уток (конц./см)	15
Уток (волокно/dtex)	235
Максимальная температура использования	185
Плотность (г/м <sup>2</sup> )	82

### Перфорированная отводящая пленка



Пленка предназначена для отделения ламината от излишков смолы, удаляемой из ламината в процессе вакуумного отверждения.

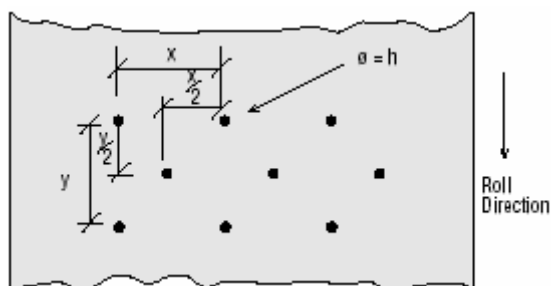
Пленки изготавливаются при помощи горячих игл, для получения качественной перфорации, позволяющей отверстиям не схлопываться в процессе вакуумного отверждения и обеспечивающей качественный процесс удаления смолы и летучих соединений из ламината. Так же они бывают с дополнительной перфорацией и без нее. При фиксированном цикле отверждения количество смолы, удаляемой из ламината, строго определяется текучестью смолы, давлением вакуума и температурой, а так же шагом перфорации и размером отверстий перфорированной пленки. При прочих равных условиях, чем меньше диаметр перфорации, и чем больше расстояния между отверстиями, тем меньше смолы удалится из ламината. Кроме этого тип используемой пленки может быть выбран исходя из формы поверхности отверждения. Для более сложных поверхностей выбирается пленка с большим поверхностным удлинением. Раскраивая пленку, необходимо обращать внимание на то, чтобы не было больших участков, где различные куски пленки перекрываются между собой, поскольку в этих местах перфорация может перекрываться. SP рекомендует всегда проводить предварительные тестовые испытания материалов, чтобы быть уверенным, что данный тип пленки подходит для выбранного технологического процесса. Хранить пленку необходимо в чистых сухих условиях для предотвращения загрязнения поверхности ламината. Пленка легко удаляется по окончании отверждения, после того, как ламинат полностью остыл.

### Спецификация

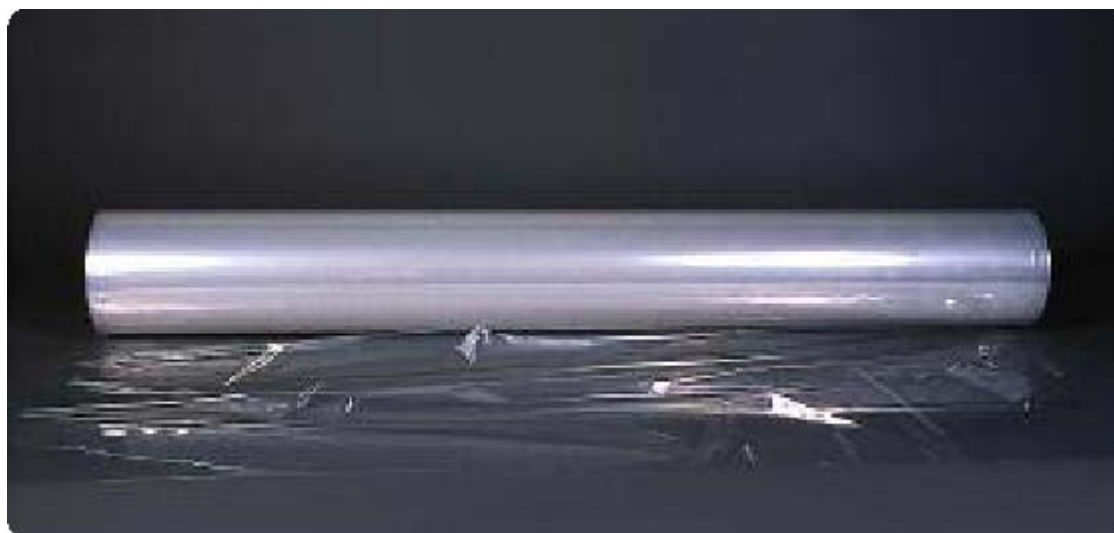
Характеристика	Значение
Описание	WL3600
Тип пленки	PP
Толщина	0,025
Максимальная температура использования	120°C
Цвет	Прозрачный
Типы перфорации	Non-P, P, P3, P90

### Шаг дополнительной перфорации:

Перфорация	Номинальный размер отверстия (h)	Шаг x, мм	Шаг y, мм	Характеристика проницаемости
P	0,4	3	3	Высокая
P3	0,4	12,7	12,7	Средняя
P90	0,4	15	30	Низкая



### Вакуумная пленка



Вакуумная пленка предназначена для создания воздухонепроницаемого мешка над поверхностью ламината, запечатывающего ламинат и все остальные расходные материалы для отвода излишек смолы. Полученный мешок позволяет поддерживать давление вакуума в 1 атмосферу для стандартного процесса отверждения при выбранной температуре или повышенное давление при отверждении в автоклаве.

Нейлоновая пленка Airtech прекрасно подходит для данных целей ввиду хорошей термостойкости, простоты использования и хорошей воздухонепроницаемости, благодаря чему обеспечивается надлежащее качество ламината. Нейлоновые пленки чувствительны к колебанию влажности, поэтому влажность используется, как естественный пластификатор. Не рекомендуется хранить пленку в очень сухих условиях.

Ламинаты сложных поверхностных форм должны укрываться вакуумным мешком со множеством складок, для придания мешку необходимой «глубины». При включении вакуума пленка плотно притягивается к поверхности ламината. Если у нее не достаточно степени растяжения, или она слишком плотно натянута, в местах сложных изгибов или острых углов возникают т.н. «воздушные мосты», т.е. места, где между пленкой и ламинатом остается воздух. В таких местах скапливаются излишки смолы, и не обеспечивается ее постепенный равномерный отвод. Иногда слишком сильное натяжение пленки в таких местах приводит к ее разрыву.

При хранении вакуумную пленку необходимо беречь от повреждений. Даже небольшая царапина на рулоне может привести к порче нескольких метров пленки, которые потом

придется отрезать и выбрасывать. Airtech упаковывает свои пленки в плотную картонную упаковку для защиты при транспортировке и хранении.

### Спецификация

Характеристика	Значение
Описание	WL7400
Тип пленки	РА6
Толщина, мм	0,05
Максимальная температура использования	205°C
Продольное удлинение, %	375
Поперечное удлинение, %	400
Цвет	Оттенки зеленого
Метод производства	Выдувная труба

### Пломбирующий скотч



Пломбирующий скотч используется для создания герметичной пломбы между вакуумной пленкой и поверхностью матрицы. Пломбирующие скотчи Airtech производятся из смеси синтетической резины и инертных наполнителей, пластификаторов и веществ для повышения клейкости. Это обеспечивает их универсальность в применении на различных матрицах, в т.ч. композитных, металлических, стеклянных и т.д.

Характеристики «липкости» подбирались с таким расчетом, чтобы скотч легко укладывался на поверхность оснастки, обеспечивая возможность быстрого удаления при необходимости переукладки. Так же эти свойства обеспечивают возможность быстрого, «резкого» снятия вакуумной пленки с поверхности матрицы вместе со скотчем, благодаря чему минимизируются остатки скотча на поверхности оснастки после снятия вакуумного мешка. Скотч, используемый при повышенных температурах отверждения, обладает повышенной клейкостью, пониженной текучестью и характеризуется более чистым «съемом», благодаря химической реакции, происходящей в клейком веществе во время отверждения ламината. У таких скотчей имеется срок годности, указываемый производителем на упаковке.

## Спецификация

Характеристика	Значение	
Описание	AT90	AT140
Размеры, мм	12x3	12x3
Длина рулона, м	15	15
Максимальная температура использования	90°C	140°C
Цвет	Черный	Белый
Липкость	средняя	высокая

## Скрепляющие/съемные/усадочные ленты



Тонкослойные ленты используются для фиксации вакуумных расходных материалов в вакуумном пакете при его укладке и во время отверждения. Это очень удобно при создании вакуумного мешка на вертикальных, наклонных и кривых плоскостях. Эти ленты могут также использоваться традиционно, для закрытия поверхностей последующей обработки для предотвращения их загрязнения или повреждения, т.е. вместо peel ply.

Все пленки Airtech с одной стороны покрыты чувствительным к давлению адгезивным составом.

Некоторые пленки могут обладать способностью легкого съема. Они предназначены для обеспечения легкого съема вакуумного пакета с эпоксидного ламината. Так же они могут применяться для быстрого местного ремонта поверхности матриц без повторного нанесения вещества для съема.

Усадочные пленки предназначены для обеспечения уплотнения изделия при повышенной температуре отверждения. Они используются преимущественно при изготовлении изделий круглого сечения, поскольку их легко обматывать и контролировать равномерное давление ленты на изделие. Нагретая полиэфирная пленка сжимается в продольном направлении, создавая давление на внутренние слои. Для максимального сжатия существует оптимальная температура, для получения более сильного сжатия необходимо увеличивать количество слоев. Все усадочные пленки Airtech поставляются с нанесенным веществом, облегчающим съем, во избежание их приклеивания к изделию.

### Спецификация

Характеристика	Значение	
Описание	Flashbreaker 1	A575RC
Использование	12x3	12x3
Тип пленки	полиэстр	полиэстр
Максимальная температура использования	180°C	204°C
Тип адгезива	Силикон	---
Минимальная температура усадки	---	93°C
Оптимальная температура усадки	---	150°C
Максимальное давление при усадке (МПа)	---	17,2
Цвет	голубой	прозрачный
Вещество, облегчающее съем	---	TFE

### Самоклеящийся материал для съема матрицы



Самоклеящиеся съемные материалы достаточно популярны, как эффективная альтернатива веществам для съема матриц, традиционных восков и жидкостей. Наиболее часто такие материалы используются на одноразовой деревянной оснастке (болване). Обычно это стеклотканевые материалы, покрытые Тefлоном. Материал накладывается на сухую чистую поверхность болвана свободную от загрязнений, жира и растворителей, без предварительной обработки обычным веществом для съема. Особое внимание необходимо обратить на то, чтобы под материалом не оставалось воздуха, поскольку он может приподнять ламинат в процессе отверждения.

### Спецификация

Характеристика	Значение
Описание	TooltecA007
Базовое вещество	стекловолокно
Материал покрытия	PTFE
Максимальная температура использования	200°C
Адгезив	Силикон
Толщина без адгезива	0,125

## Воздухопроводящие/впитывающие ткани и сетки для инфузионных процессов



В процессе отверждения воздухопроводящие ткани выполняют двойную функцию. Во-первых, как видно из названия, они позволяют вакуумному пакету «дышать», т.е. свободно проводить и удалять воздух, запечатанный внутри вакуумного мешка. Так же, благодаря наличию этих тканей, в процессе вакуумного отверждения обеспечивается вывод воздуха и летучих соединений, присутствующих во внутренних слоях ламината. Во-вторых, в комбинации с перфорированной пленкой, эти ткани обеспечивают впитывание излишек смолы, вытекающих из ламината в процессе вакуумирования. В простейшем вакуумном мешке, как правило, один слой ткани выполняет функции вывода воздуха и впитывания одновременно.

Все воздухопроводящие ткани Airtech изготавливаются из полиэстровых волокон, пробиваемых иглами, для получения нетканого материала, похожего на войлок. Ткани не содержат никаких химических пропиток. Для получения оптимальных характеристик тщательно подбираются текст, длина волокон и метод пробивки.

Все ткани обладают хорошим удлинением для оптимальной укладки на сложные поверхности. Это так же помогает избежать получения «воздушных мостов» в процессе вакуумирования.

Подбор воздухопроводящих тканей осуществляется исходя из необходимого давления вакуума, количества вытекающей смолы, размера изделия и положения отводящих вакуумных насадок. В процессе укладки вакуумного пакета ткани могут комбинироваться, либо укладываться в несколько слоев там, где это необходимо, например, у тех же вакуумных насадок, для уменьшения отпечатков на ламинате, под фланцами матрицы, или при наличии в конструкции острых углов. В труднодоступных местах используются узкие полоски ткани для обеспечения достаточной воздухопроводимости.

Инфузионные сетки позволяют перемещать смолу по поверхности пакета ламинатных тканей. Так же они могут выполнять функции провода воздуха и впитывания излишек смолы.

### Спецификация

Характеристика	Значение			
	Econoweave 44W	Econoweave 1010W	Breatherflow 20	Knitflow 40
Описание	нетканая	нетканая	двухслойная сетка	вязаная сетка
Тип	полиэстр	полиэстр	пенопропилен	полиэтилен
Волокно	3,1	4,7	1,0	1,2
Номинальная				

толщина, мм				
Вес, г/м <sup>2</sup>	150	330	178	172
Цвет	белый	белый	прозрачный	зеленый/желтый
Максимальная температура использования, °С	200	200	100	100