



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродом для композитной оснастки

► ОПИСАНИЕ

SK2TM180-2 представляет собой усовершенствованную систему на основе эпоксидной матрицы, предназначенную для изготовления композитной оснастки.

SK2TM180-2 поставляется в виде углеродно-эпоксидного* препрега и обладает следующими преимуществами:

- низкая температура отверждения: 14 часов при температуре 45°C
- отличное качество получаемой поверхности
- срок годности 2-3 дня при комнатной температуре (23°C) и 6 месяцев хранения при температуре -18°C
- низкая усадка в процессах отверждения и пост-отверждения
- рабочая температура более 180°C после пост-отверждения
- не содержащий растворителей

* SK2TM180-2 также может поставляться в виде стекло-эпоксидного препрега по спецзаказу

3 варианта препрега SK2TM180-2:

Референс	Удельный вес	Содержание связующего
SK2TM180-2PRE50	204 г/м ²	50%
SK2TM180-2PRE35	630 г/м ²	35%
SK2TM180-2PRE34	995 г/м ²	34%

► ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

SK2TM180-2PRE50		
Сухое волокно	Общие значения	Единица измерения
Плетение	TWILL 2/2 BATAVIA 2/2	-
Тип волокна	T300 3K или эквивалент	-
Плотность	1.76	г/см ³
Деформация	5.1	нитей/см
Уточная нить	5.1	нитей/см
Вес	204 (± 4%)	г/м ²



ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ

SK2TM180-2

Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродом для композитной оснастки

Неотвержденный препрег	Общие значения	Единица измерения
Клейкость	Умеренно-высокая	-
Текучесть	21 (\pm 5%)	%
Срок хранения при t 23°C	3	день
Срок хранения при t -18°C	6	месяц
Номинальный удельный вес	408	г/м ²
Номинальное содержание связующего	50 (\pm 3)	% масс.
Содержание летучих веществ	< 1	% масс.
Номинальная ширина	1000	мм
Толщина отвержденного слоя*	0.282	мм

* Испытания проводились при t 23°C и относительной влажности 60% на образцах, отвержденных в стандартных условиях (выдержка при t 45°C в течение 14 часов в автоклаве. Применимое внешнее давление: 6 бар).

SK2TM180-2PRE35		
Сухое волокно	Общие значения	Единица измерения
Плетение	TWILL 2/2 BATAVIA 2/2	-
Тип волокна	T700 12K или эквивалент	-
Плотность	1.8	г/см ³
Деформация	3.9	нитей/см
Уточная нить	3.9	нитей/см
Вес	630 (\pm 4%)	г/м ²
Неотвержденный препрег	Общие значения	Единица измерения
Клейкость	Высокая	-
Текучесть	13 (\pm 5%)	%



ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ

SK2TM180-2

Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродом для композитной оснастки

Срок хранения при t 23°C	3	день
Срок хранения при t -18°C	6	месяц
Номинальный удельный вес	969	г/м ²
Номинальное содержание связующего	35 (± 3)	% масс.
Содержание летучих веществ	< 1	% масс.
Номинальная ширина	1270	мм
Толщина отвержденного слоя*	0.626	мм

* Испытания проводились при t 23 ° С и относительной влажности 60% на образцах, отвержденных в стандартных условиях (выдержка при t 45 ° С в течение 14 часов в автоклаве. Применимое внешнее давление: 6 бар).

SK2TM180-2PRE34		
Сухое волокно	Общие значения	Единица измерения
Плетение	TWILL 2/2 BATAVIA 2/2	-
Тип волокна	AKSA 24K	-
Плотность	1.78	г/см ³
Деформация	3.0	нитей/см
Уточная нить	3.0	нитей/см
Вес	995 (± 4%)	г/м ²
Неотвержденный препрег	Общие значения	Единица измерения
Клейкость	Высокая	-
Срок хранения при t 23°C	3	день
Срок хранения при t -18°C	6	месяц
Номинальный удельный вес	1508	г/м ²
Номинальное содержание связующего	34 (± 3)	% масс.



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеволокном для композитной оснастки

Содержание летучих веществ	< 1	% масс.
Номинальная ширина	1270	мм
Толщина отвержденного слоя*	0.976	мм

* Испытания проводились при t 23 ° С и относительной влажности 60% на образцах, отвержденных в стандартных условиях (выдержка при t 45 ° С в течение 14 часов в автоклаве. Применимое внешнее давление: 6 бар).

► ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ВЫБОР МАСТЕР-МОДЕЛИ

Материал мастер-модели следует выбирать с учетом температуры и давления, которые будут применяться в процессе отверждения в автоклаве. Во всех случаях мастер-модель должна пройти испытания при температуре и давлении выше, чем требуемый цикл отверждения. Это позволит выявить любые потенциальные проблемы, такие как потеря герметичности или плохую стабильность под давлением, прежде чем приступить к производству оснастки. Мастер-модель должна быть изготовлена из материалов, которые должны быть химостойки к системе связующего препрега для оснастки. А так же ее не следует покрывать герметиком, который может вызвать миграцию химических веществ и привести к проблемам.

ПРОЦЕДУРА ПОДГОТОВКИ МАСТЕР-МОДЕЛИ

- Тщательно обезжирьте поверхность мастер-модели органическим растворителем.
- Герметизируйте поверхность мастер-модели подходящей к эпоксидной смолой, используя технику располировки.
- Тщательно дегазируйте поверхность мастер-модели и убедитесь, что удален весь растворитель.
- Нанесите полуперманентный, на неводной основе раздильный состав из нашей линейки продукции SK2TR, например SK2TR450-12, на поверхность следуя инструкциям.
- Дайте последнему слою высохнуть в течение 15-20 минут при t 22°C.

РАЗМОРОЗКА ПРЕПРЕГА ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

Препреги SK2TM180-2 необходимо хранить при t -18°C, в оригинальной упаковке. Срок хранения при t 23°C применим только к рулонам упакованным в оригинальной упаковке.



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродом для композитной оснастки

Перед использованием препрега выньте рулон из морозильной камеры и дайте ему нагреться до комнатной температуры в течение 6 часов не доставая из оригинальной упаковки. Рулоны с препрегом считаются оптимальной температуры в том случае, если снаружи упаковки больше не образуется конденсат. Перед распечатыванием рулона и началом работы убедитесь, что имеете в наличии достаточно материала для изготовления планируемой оснастки.

ИНСТРУКЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

- При работе с препрегом всегда надевайте нитриловые перчатки;
- Нарежьте препрег на квадраты или прямоугольники подходящего размера для ламинирования;
- Нарежьте под углом 45° планки для внешних углов и малых радиусов;
- Во время процедуры выкладки очень важно соблюдать чистоту. Избегайте попадания каких-либо загрязнений между слоями, например, бумаги, полиэтилена или разделительной пленки, так как они отрицательно повлияют на изделие и могут привести к преждевременному выходу его из строя;
- В таблице 1 приведена копия схема выкладки с удобной ссылкой для определения типа слоя и направления волокон.
- Выложите первый слой, аккуратно подрезая и руководствуясь следующими пунктами:
 1. Все части должны укладываться внахлест на 3,0 мм (1/8 дюйма).
 2. Уложите ряд планок под углом 45° по всем внешним углам и малым радиусам, таким образом, чтобы рисунок был в одном направлении;
 3. Обрежьте материал так, чтобы он соответствовал всем внешним радиусам и углам, стараясь не повредить планки.
 4. Во избежание образования навесания при многократном изменении кривизны, каждый слой препрега следует укладывать не более чем на один угол.
 5. Убедитесь, что препрег стыкуется по углам и на всех внутренних радиусах, во избежании образования складок.
- Выкладывайте слои следуя инструкциям:
 1. Соединение встык при выкладке последующих слоев предпочтительнее, но необходимо следить за тем, чтобы стыки на каждом слое располагались в шахматном порядке с зазором не менее 18 мм (3/4 дюйма) с соседними слоями;
 2. Если укладки внахлест избежать на последующих слоях, убедитесь, что ширина нахлеста не превышает 3,0 мм (1/8 дюйма) и что перекрытия слоев не совпадают;
 3. Ни при каких обстоятельствах нельзя оставлять зазоры, так как это может привести к образованию пустот в готовом изделии.



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеволокном для композитной оснастки

ПОДПРЕССОВКА

Необходимо подпрессовывать слои препрега, по крайней мере, на этапах, указанных в таблице 1. Это обеспечит равномерное уплотнение и удалит воздух из ламината перед окончательным отверждением. Более сложные формы иногда легче ламинировать, если использовать более частые подпрессовки, но в этих случаях необходимо учитывать жизнеспособность препрега.

Подпрессовка осуществляется согласно инструкции:

1. Накройте изделие подходящей перфорированной (типа PC) разделительной пленкой (например, перфорированной SK2RF230-1 или SK2RF230-2), убедившись, что нет нависания и плёнка выходит за пределы выкладки примерно на 25 мм (1 дюйм);
2. Поверх разделительной пленки выложите жертвенную ткань из ассортимента SK2PP.
3. Выложите полиэфирный дренаж SK2BB205-4 поверх жертвенной ткани. Он должен плотно прилегать, во избежание нависаний. Не используйте нетканый полиэфирный дренаж без жертвенной ткани, поверх разделительной пленки. Остающиеся в ламинате волокна полиэфирного дренажа могут вызвать преждевременный выход оснастки из строя.
4. Установите вакуумный мешок и создайте полный вакуум 948 мбар (28 дюймов рт. ст.) на минимум 30 минут.
5. Соблюдайте меры осторожности, удаляя материалы с поверхности, будьте аккуратны, чтобы не приподнять ранее выложенные слои.

ТИПИЧНАЯ СХЕМА ВЫКЛАДКИ СЛОЕВ И ОПЕРАЦИЙ С ЛАМИНАТОМ АРМИРОВАННЫМ УГЛЕВОЛОКНОМ ТОЛЩИНОЙ 5.60 мм

№ операции	Направление волокон в слое	Материал/операция
1	0°	SK2TM180-2PRE50
2		ПОДПРЕССОВКА
3	0°	SK2TM180-2PRE35
4	+45°	SK2TM180-2PRE35
5		ПОДПРЕССОВКА
6	-45°	SK2TM180-2PRE35



ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ

SK2TM180-2

Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродом для композитной оснастки

7	90°	SK2TM180-2PRE35
8	90°	SK2TM180-2PRE35
9		ПОДПРЕССОВКА
10	-45°	SK2TM180-2PRE35
11	+45°	SK2TM180-2PRE35
12	0°	SK2TM180-2PRE35
13		ПОДПРЕССОВКА
14	0°	SK2TM180-2PRE50

Первоначальный выбор 0° направления является произвольным, но в дальнейшем, после первоначального выбора, последующие направления волокон в слоях должны быть расположены относительно этого направления.

SK2TM180-2PRE50 - это углеродная ткань 3K плотностью 204 г / м², с саржевым переплетением 2x2, с содержанием смол 50%

SK2TM180-2PRE35 - это углеродная ткань 12K плотностью 630 г / м², с саржевым переплетением 2x2, с содержанием смол 35%

КРАТКАЯ СХЕМА ВЫКЛАДКИ СЛОЕВ И ОПЕРАЦИЙ С ЛАМИНАТОМ АРМИРОВАННЫМ УГЛЕВОЛОКНОМ ТОЛЩИНОЙ 6.40 мм

№ операции	Направление волокон в слое	Материал/операция
1	0°	SK2TM180-2PRE50
2		ПОДПРЕССОВКА
3	0°	SK2TM180-2PRE34
4	45°	SK2TM180-2PRE34
5		ПОДПРЕССОВКА
6	90°	SK2TM180-2PRE34
7	90°	SK2TM180-2PRE34



8		ПОДПРЕССОВКА
9	45°	SK2TM180-2PRE34
10	0°	SK2TM180-2PRE34
11		ПОДПРЕССОВКА
12	0°	SK2TM180-2PRE50

Первоначальный выбор 0° направления является произвольным, но в дальнейшем, после первоначального выбора, последующие направления волокон в слоях должны быть расположены относительно этого направления.

SK2TM180-2PRE50 - это углеродная ткань 3K плотностью 204 г / м², с саржевым переплетением 2x2, с содержанием смол 50%

SK2TM180-2PRE34 - это углеродная ткань 24K плотностью 995 г / м², с саржевым переплетением 2x2, с содержанием смол 34%

► ИНСТРУКЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Данная система с эпоксидной матрицей может проходить обработку при низких температурах, начиная с 23°C.

Температура °C	Время	T _g °C DSC
45 °C	14 ч	69 °C
55 °C	7 ч	75 °C

► РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТВЕРЖДЕНИЮ

Рекомендуемые циклы отверждения:

1. 14ч при t 45°C, скорость 0,5°C/мин:

- Выдержите 60 минут при комнатной температуре в полном вакууме.
- Примените давление 6 бар.
- Нагрейте ламинат со скоростью 0,5°C / мин до 45°C.
- Выдержите ламинат при t 45°C в течение 14 часов.
- Охладите ламинат до комнатной температуры под давлением со скоростью 2°C / мин.



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродом для композитной оснастки

Ламинат, полученный в результате данного процесса отверждения относится к группе 63°C (по DMA).

2. 7ч при $t\ 55^{\circ}\text{C}$, скорость $0,5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$:

- Выдержите 60 минут при комнатной температуре в полном вакууме.
- Примените давление 6 бар
- Нагрейте ламинат со скоростью $0,5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до 55°C .
- Выдержите ламинат при $t\ 45^{\circ}\text{C}$ в течение 7 часов
- Охладите ламинат до комнатной температуры под давлением со скоростью $2^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

Ламинат, полученный в результате данного процесса отверждения относится к группе 72°C (по DMA).

► ПОСТ-ОТВЕРЖДЕНИЕ

Последующее пост-отверждение может применяться для достижения необходимой рабочей температуры оснастки. Все указанные ниже циклы выполняются с линейной скоростью нагрева $0,2^{\circ}\text{C}/\text{мин}$:

Отверждение	Пост-отверждение	Tg $^{\circ}\text{C}$ E' DMA	Tg $^{\circ}\text{C}$ tan & DMA	% отверждения по DSC
14ч при 45°C	5ч при 180°C	189 $^{\circ}\text{C}$	222 $^{\circ}\text{C}$	100%
7ч при 55°C	5ч при 180°C	191 $^{\circ}\text{C}$	228 $^{\circ}\text{C}$	100%

РЕКОММЕНДАЦИИ ПО ВЫКЛАДКЕ И ВАКУУМНОМУ МЕШКУ

1. Мастер-модель должна быть герметизирована и с нанесённым разделительным составом.
2. Когда препрег выкладывается на оснастку, стыки следует располагать в шахматном порядке.
3. Небольшие полоски препрега можно поместить в небольшие углы и радиусы, чтобы гарантировать отсутствие перекрытия.
4. Термопару следует разместить под вторым слоем, в том месте, где отпечаток термопары не будет оказывать эстетического влияния на готовое изделие.
5. Поверх последнего слоя препрега выкладывается перфорированная разделительная пленка.
6. Необходимо выполнить проколы разделительной пленки через каждые 100–150 мм по всей поверхности оснастки. Это необходимо для создания вакуумной коммуникации с дренажем.



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеволокном для композитной оснастки

7. Вся поверхность оснастки должна быть плотностью покрыта дренажем, удельным весом как минимум 300 г/м² и двойным слоем в местах, где устанавливаются вакуумные штурцеры.
8. Вакуумный мешок устанавливается с соответствующим запасом, во избежание натяжения плёнки на углах.
9. Необходимо выполнить тест на герметичность, чтобы убедиться в отсутствии утечек и достижении вакуума > 914 мбар (27 дюймов рт. ст.).

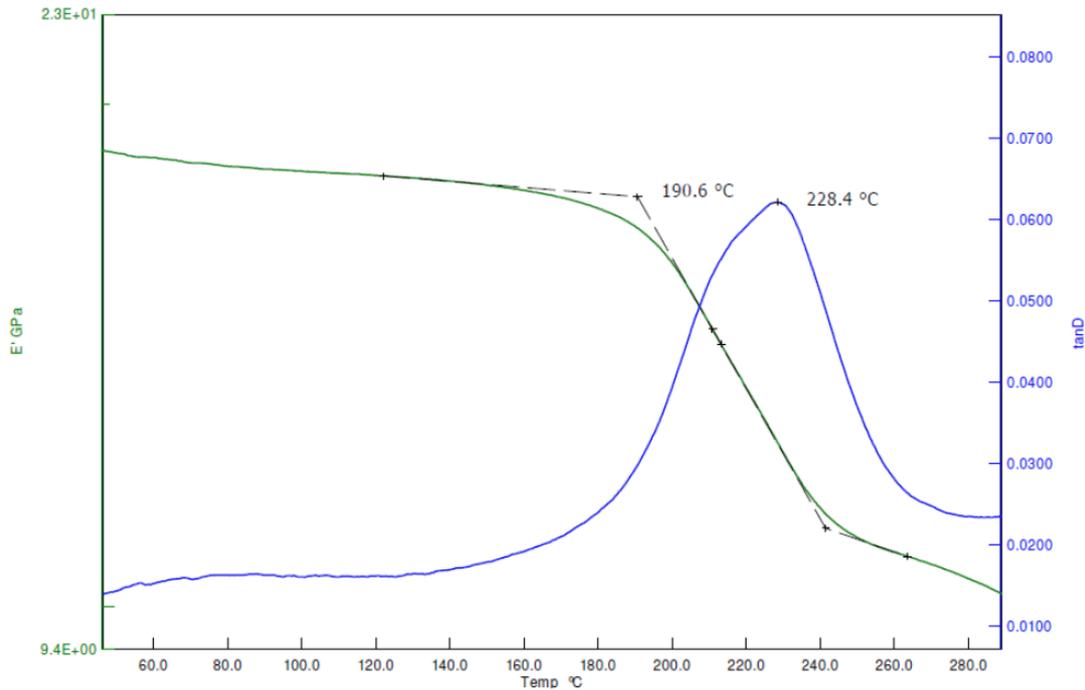
► ОБЩИЕ СВОЙСТВА МАТРИЦЫ СВЯЗУЮЩЕГО

Свойства	Значение	Ед.измерения	Стандарт
Срок хранения при t - 18°C	6	месяц	
Срок годности при t 23°C	2-3	день	
Плотность отверждённого связующего	1.23	г/см ³	ASTM D792-00
T _g E' (DMA)*	191	°C	ASTM E1640-09
T _g пик Tan δ (DMA)*	228	°C	ASTM E1640-09
СТЕ*	4-6 x 10 ⁻⁶	°C-1	ISO 11359-2
Клейкость	Высокая		

* Полностью отверждённый ламинат в течении 7 часов при t 55 °C плюс дополнительное пост-отверждение 5 часов при t 180 °C

► ТЕРМО-МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ DMA

Анализ отображает препрег SK2TM180-2 отверждённый в течении 7ч при t 55°C + пост-отвержденный в течении 5ч при t 180°C.



Термо анализ: **модуль E'** к температуре

Модуль E рассчитывается исходя из скорости нагрева 2 ° C / мин, при частоте колебаний 1 Гц.

► ГРАФИК ВЯЗКОСТИ

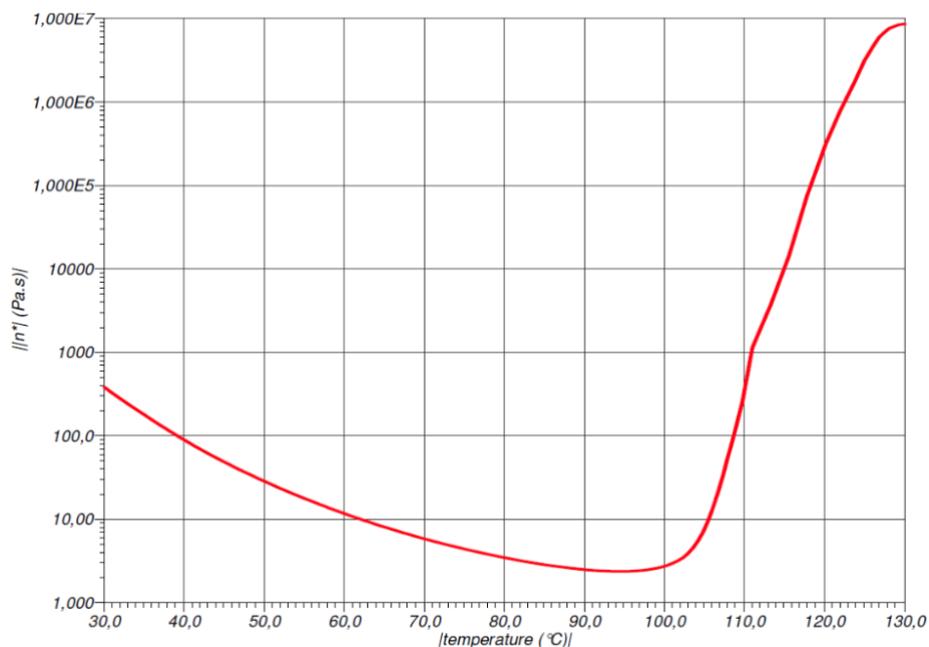


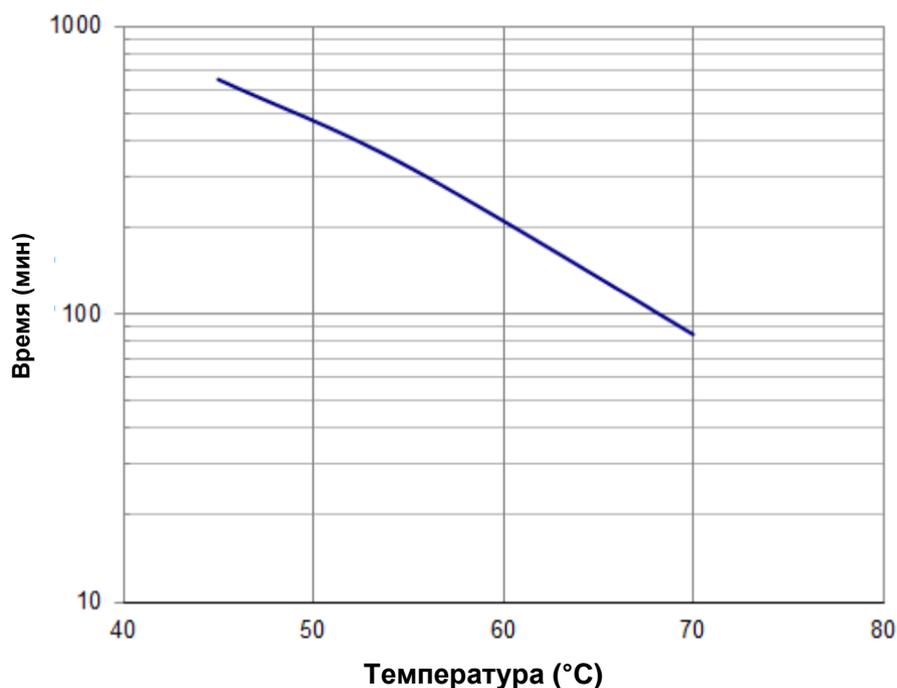
График вязкости: температура к комплексной вязкости



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродным волокном для композитной оснастки

Комплексная вязкость связующего рассчитывается из скорости нагрева 3°C / мин, при частоте колебаний 1 Гц.

► ВРЕМЯ ОТВЕРЖДЕНИЯ



Температура °C	Время отверждения (мин)
45°C	653 мин
55°C	325 мин
70°C	85 мин

► ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

- Пожалуйста, ознакомьтесь с Паспортом безопасности материала.
- Данный продукт содержит эпоксидную смолу и может вызвать аллергическую реакцию.
- При работе рекомендуется использовать латексные перчатки.
- Отходы производства следует утилизировать в соответствии с законодательством.



Препрег с эпоксидной матрицей и армированный углеродом для композитной оснастки

► ДОСТАВКА И УПАКОВКА

Другие ширины, размеры рулона и упаковка доступны по спец-запросу.

Препрег: Поставляется на картонных втулках диаметром 75 мм (3 дюйма) с адгезивной бумагой с одной стороны и разделителем полиэтиленовой пленкой с другой стороны.

Рулоны запечатаны в полиэтиленовые пакеты и упакованы в картонные коробки.

Стандартная ширина: 100 см (39.4") or 127 см (50").

Стандартная длина: 50 м (54.7 дюймов).

Однонаправленный препрег: Поставляется на картонных втулках диаметром 300 мм (12 дюймов) с адгезивной бумагой с одной стороны и разделителем полиэтиленовой пленкой с другой стороны.

Рулоны запечатаны в полиэтиленовые пакеты и упакованы в картонные коробки.

Стандартная ширина: 60 см (23.6"), диапазон от 30 см (11,8 дюймов) до 105 см (41,3 дюйма)

Стандартная длина: 100 м (109 дюймов).

Отгрузка: Продукт доставляется при температуре $< -18^{\circ}\text{C}$.

► УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

- Храните рулоны при $t -18^{\circ}\text{C}$ в запечатанных оригинальных упаковках.
- Срок хранения при $t 23^{\circ}\text{C}$ относится к рулонам, запечатанным в оригинальную упаковку.
- Перед использованием препрега выньте рулон из морозильной камеры и дайте ему нагреться до комнатной температуры в течение 6 часов в оригинальной упаковке.

► ГАРАНТИИ

Информация, содержащаяся в нашей технической спецификации, основывается на наших знаниях и является результатом опытов, проведенных в определенных условиях. Обязанностью пользователя является проверка соответствия данного продукта условиям процесса перед использованием. Мы не гарантируем совместимость данного продукта со всеми возможными типами применения. Мы отказываемся от любых обязательств по убыткам, полученным в результате применения данного продукта. Условия гарантии регулируются нашими общими условиями продажи.