



Инструкция производителя на смолу LR285 и отвердители LH 285, 286, 287

Эпоксидная смола EPIKOTE™ MGS™ LR285

Отвердители EPIKURE™ MGS™ LH285, LH286, LH287

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Утверждено	Федеральное авиационное управление Германии
Применение	Производство планеров, мотопланеров и моторных самолетов, катеро- и судостроение, изготовление спортивного инвентаря, моделей самолетов, пресс-форм и инструментов
Рабочая температура	–60 °С... +50 °С без термообработки –60 °С... +80 °С после термообработки
Технология обработки	При температурах от 15 до 50 °С все традиционные способы обработки
Возможности	Хорошие механические свойства Жизнеспособность: от прикл. 30 мин до прикл. 3,5 часа при 25 °С
Хранение	Срок хранения: 24 месяца в оригинальной упаковке

ПРИМЕНЕНИЕ

Ламинирующая смоляная система LR285 одобрена ФЕДЕРАЛЬНЫМ АВИАЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ГЕРМАНИИ. Применение с различными характеристиками жизнеспособности для обработки стекла, углеродных сплавов и арамидных волокон, имеющих высокую статическую и динамическую несущую способность.

После термообработки при температуре от 50 до 55 °С система соответствует стандартам для планеров и моторных планеров (рабочие температуры от –60 до +54 °С). Для соответствия стандартам для моторных самолетов (рабочие температуры от –60 до +72 °С) требуется термическая обработка при 80 °С.



Диапазон жизнеспособности при 25 °С находится между прибл. 30 мин и 3,5 ч. Отвердители имеют одинаковое соотношение компонентов смеси и могут смешиваться между собой в любом соотношении. Это позволяет подобрать оптимальную систему для всех способов обработки. После первоначального отверждения при комнатной температуре произведенные компоненты являются пригодными для применения и могут быть извлечены. Даже при неблагоприятных условиях предварительного отверждения, например, при более низких температурах или высокой влажности, будут получены высокоглянцевые и нелипкие поверхности.

Вязкость смеси гарантирует быструю и полную пропитку армирующих волокон, при этом на вертикальных поверхностях смола не будет вытекать из тканей. Для получения специальных свойств к смеси смола/отвердитель также можно добавлять наполнители, например, «Аэросил», микрошарики, хлопковые хлопья, металлический порошок и т. д.

При отсутствии необходимости в высокой термостойкости или сертификации авиационной техники отвердитель LH285 можно также использовать без термообработки. Однако, вышеуказанные свойства будут получены только после термообработки при температурах выше 50 °С.

Исходя из опыта использования, смолу LR285 можно комбинировать с подходящими гелеобразными покрытиями на основе ненасыщенного полиэфира, полиуретана и этиленпропилена.

Эпоксидные смолы представляют собой суперохлаждаемые жидкости, поэтому кристаллизация является имманентно возможной. На ранней стадии кристаллизация наблюдается в виде помутнения и может прогрессировать до стадии, при которой смола превращается в воскообразное твердое вещество. Данное физическое явление является обратимым и после возврата к исходному состоянию вещество не теряет своих качеств; фактически высокая чистота вещества повышает стремление к кристаллизации.

Кристаллизацию можно реверсировать путем медленного нагрева продукта до прибл. 40 — 60 °С. По возможности перемешивайте содержимое или встряхивайте контейнер до тех пор, пока содержимое не станет прозрачным. Используйте только совершенно прозрачные продукты.

Хотя вероятность кристаллизации LR285 при низких температурах очень мала, хранить отвердитель рекомендуется при температуре от 15 до 30 °С и низкой влажности. После распределения вещества во избежание загрязнения или поглощения воды контейнеры необходимо снова закрыть. При взаимодействии с воздухом все аминовые отвердители вступают в химическую реакцию, известную как «помутнение». Данная реакция наблюдается в виде белых кристаллов карбамида, что может привести к непригодности материалов для использования.

С момента сертификации ламинирующей смолы LR285 в 1985 году она использовалась почти всеми производителями самолетов и планеров и, главным образом, вследствие чрезвычайно хорошей физиологической совместимости, сегодня это наиболее часто используемая в авиационной промышленности система. Часто случается, что работники, имевшие в прошлом



проблемы с некоторыми эпоксидными смолами, наблюдающимися в виде аллергии или раздражения кожи, могут работать с ламинирующей смолой LR285.

При работе с эпоксидными смолами и отвердителями необходимо соблюдать соответствующие правила производственной безопасности и наши инструкции по безопасной обработке.

СПЕЦИФИКАЦИИ

Параметр	Единица	Ламинирующая смола LR285
Плотность ¹⁾	г/см ³	1,18 — 1,23
Вязкость ¹⁾	мПа·с	600 — 900
Коэффициент преломления ¹⁾		1525 — 1530

Параметр	Единица	Отвердитель		
		LH285	LH286	LH287
Плотность	г/см ³	0,94 — 0,97	0,94 — 0,97	0,93 — 0,96
Вязкость ¹⁾	мПа·с	50 — 100	60 — 100	80 — 120
Коэффициент преломления ¹⁾		1500 — 1506	1498 — 1502	1495 — 1499
Жизнеспособность ²⁾	мин	15 — 20	прибл. 40	прибл. 140
T _c (T _g) некондиц. сост.	°C	80 — 85 °C	85 — 90 °C	90 — 95 °C
T _c (T _g) кондиц. сост. ³⁾	°C	65 — 70 °C	78 — 82 °C	83 — 88 °C

Условия измерения:

- 1) измерено при 25 °C
- 2) измерено в водяной бане при 30 °C, образец 100 г
- 3) доведено до кондиционного состояния при 40 °C / 90 % отн. влажн.



СООТНОШЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ СМЕСИ

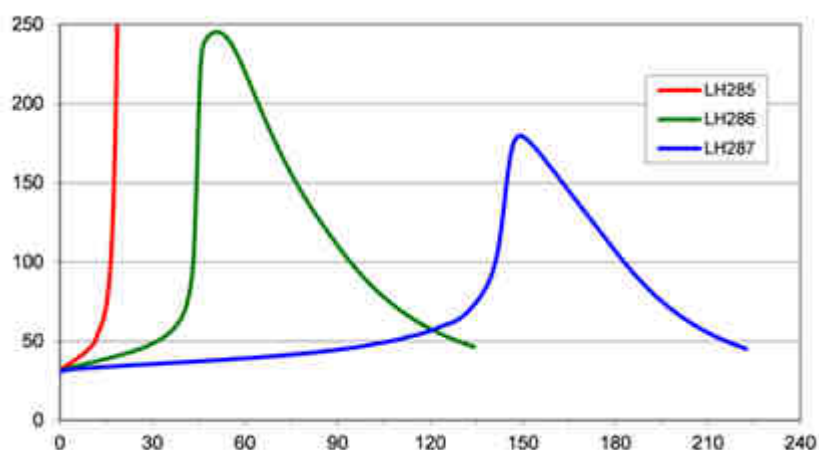
	LR285: Все отвердители
Части по весу	100:40±2
Части по объему	100:51±2

Следует очень тщательно соблюдать указанное соотношение компонентов смеси. Добавление большего или меньшего количества отвердителя приведет не к ускорению или замедлению реакции, а к неполному отверждению, которое невозможно будет исправить. Смолу и отвердитель необходимо тщательно перемешать. Перемешивать следует до тех пор, пока не помутнеет содержимое смесительного контейнера. Следует обращать особое внимание на стены и днище смесительного контейнера.

В целях различения смолы и отвердителей, а также для более легкой идентификации правильности процесса смешивания, все отвердители имеют синий цвет. Возможны, но маловероятны небольшие различия в цвете (например, вследствие УФ-излучения после длительного воздействия солнечного света), которые не влияют на процесс обработки и конечные свойства материала.

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ

Температура, °C 250



Время, мин

Условия измерения: 100 г смеси в водяной бане при 30 °C

Оптимальная температура обработки составляет от 20 до 35 °C. Более высокие температуры возможны, но они приводят к сокращению жизнеспособности. Повышение температуры на 10 °C приведет к сокращению жизнеспособности в два раза. Вода (например, высокая



влажность или содержащаяся в добавляемых наполнителях) вызывает ускорение реакции смола-отвердитель. Случаи, при которых разные значения температуры во время обработки оказывали бы существенное влияние на механические свойства отвержденного продукта, неизвестны.

Не смешивайте большие количества вещества при повышенных температурах обработки, в особенности, в системах с высокой реакционной способностью. Поскольку рассеивание тепла в смесительном контейнере происходит очень медленно, содержимое будет быстро нагреваться за счет теплового эффекта реакции (экзотермической реакции смола-отвердитель). Это может повысить температуру в контейнере для смешивания выше 200 °С, что может привести к возгоранию смоляной массы с интенсивным выделением дыма.

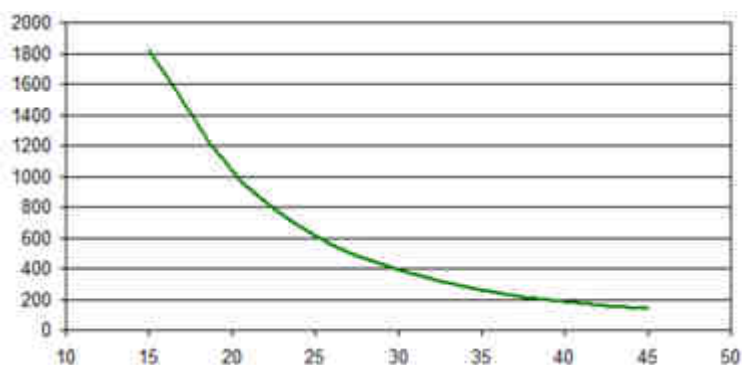
Время гелеобразования

Температура	Отвердитель		
	LH285	LH286	LH287
20 — 25 °С	Прибл. 2 — 3 ч	Прибл. 3 — 4 ч	Прибл. 5 — 6 ч
40 — 45 °С	Прибл. 45 — 60 мин	Прибл. 60 — 90 мин	Прибл. 80 — 120 мин

Условия измерения: толщина пленки 1 мм при различных значениях температуры

ВЯЗКОСТЬ СМЕСИ

Вязкость, мПа·с



Температура, °С

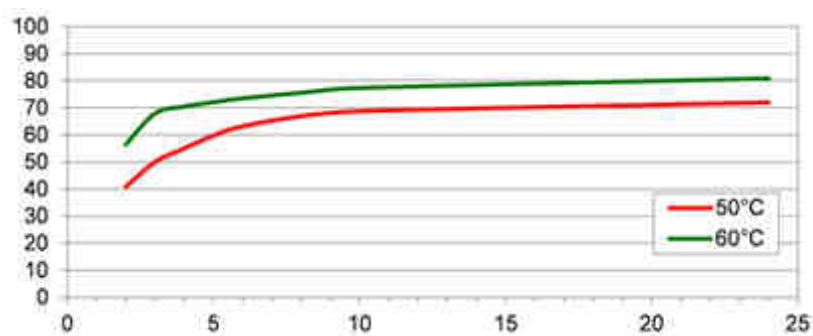
Условия измерения: ротационный вискозиметр, конфигурация пластина-пластина, измерительный зазор 0,2 мм



ПРОЯВЛЕНИЕ T_c (T_g)

Проявление T_c для LH285

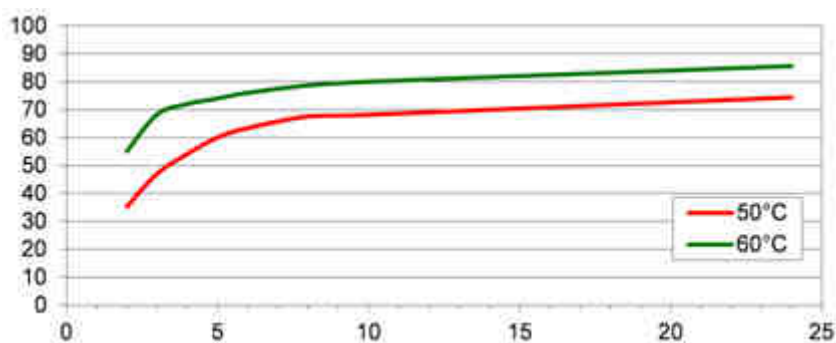
T_c в ср. точке, °C



Время, ч

Проявление T_c для LH286

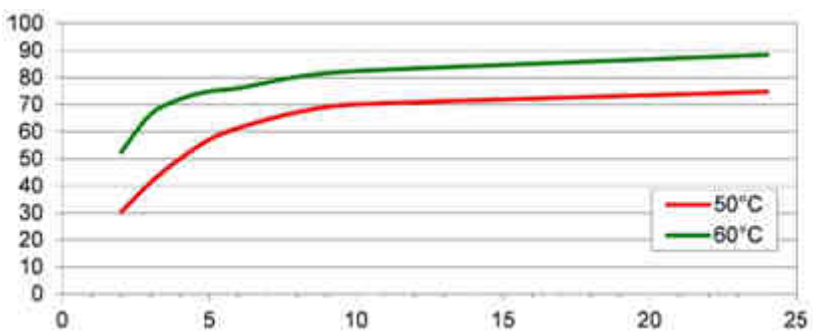
T_c в ср. точке, °C



Время, ч

Проявление T_c для LH287

T_c в ср. точке, °C

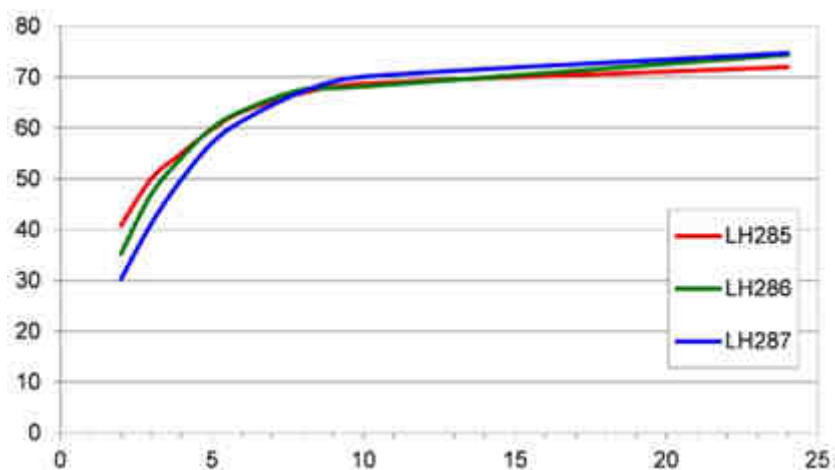


Время, ч



Проявление T_c для 50 °С

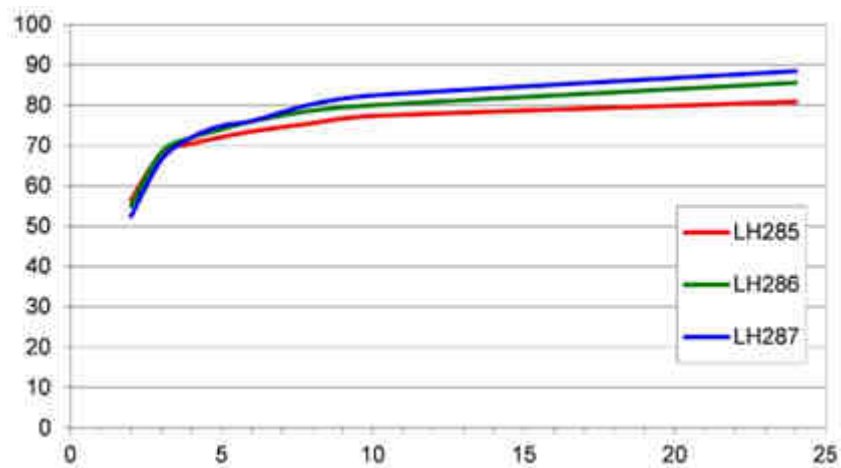
T_c в ср. точке, °С



Время, ч

Проявление T_c для 60 °С

T_c в ср. точке, °С



Время, ч



Условия для всех измерений T_c: DSC, ISO 11357

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСПРИМЕСНОЙ СМОЛЫ

Технические характеристики	Единица	Показатель
Плотность стандарт DIN EN 610001183-1	г/см ³	1,18 — 1,20
Прочность на изгиб стандарт DIN EN ISO 178	МПа	110 — 120
Модуль упругости стандарт DIN EN ISO 178	ГПа	3,0 — 3,3
Предел прочности на разрыв стандарт DIN EN ISO 527-2	МПа	70—80
Предел прочности на сжатие стандарт DIN EN ISO 604	МПа	120 — 140
Удлинение при разрыве стандарт DIN EN ISO 527-2	%	5,0 — 6,5
Ударная вязкость стандарт SO 179-1	кДж/м ²	45 —55
Водопоглощение при 23 °С стандарт DIN EN ISO 175	%, за 24 ч	0,20 — 0,30
	%, за 7 дней	0,60 — 0,80
Отверждение: 24 ч при 23 °С + 15 ч при 60 °С		

Примечание.

Для комбинации ламинирующей смолы LR285 и отвердителя LH287 механические характеристики имеют типовые значения. В других применениях данные могут отличаться.



МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСИЛЕННОЙ СМОЛЫ

Технические характеристики		Стекловолокно	Углеволокно	Арамидное волокно
Прочность на изгиб	МПа	510 — 560	720 — 770	350 — 380
Предел прочности на разрыв	ГПа	460 — 500	510 — 550	400 — 480
Предел прочности на сжатие	МПа	410 — 440	460 — 510	140 — 160
Прочность при межслоевом сдвиге	МПа	42 — 46	47 — 55	29 — 34
Модуль упругости	МПа	20 — 24	40 — 45	16 — 19
Отверждение: 24 ч при 23 °С + 15 ч при 80°С Стеклотекстолит: 16 слоев стеклоткани, 8-ремизный сатин, 296 г/м², толщина 4 мм Ламинат из углеволокна: 8 слоев углеродной ткани, миткалевое переплетение, 200 г/м², толщина 2 мм Ламинат из арамидного волокна: 15 слоев арамидного волокна, 4-ремизный сатин, 170 г/м², толщина 4 мм Содержание волокон в образцах во время обработки/испытания: 40 — 45 % от объема Данные, рассчитанные для содержания волокон, составляющего 43 % от объема Типовые характеристики согласно WL 5.3203, части 1 и 2 руководства по авиационным материалам германии				

Примечание.

Для комбинации ламинирующей смолы LR285 и отвердителя LH287 механические характеристики имеют типовые значения. В других применениях данные могут отличаться.