



Техническая информация

Двухкомпонентное эпоксидное связующее ТО-29-2 разработано для изготовления термостойкой композитной оснастки методом вакуумной инфузии при комнатной температуре. Связующее отличается низкой вязкостью при температурах пропитки, что обеспечивает возможность получения ПКМ с низкой пористостью.

Ключевые свойства

- ✓ Полный контроль смешения благодаря наличию красителя в отвердителе;
- ✓ Широкое технологическое окно – более 8 часов при 25 °С;
- ✓ Низкая экзотерма;
- ✓ Отверждение при комнатной температуре для снятия с мастер-модели;
- ✓ Температура стеклования 220 °С при температуре отверждения 200 °С;
- ✓ Температура эксплуатации оснастки до 190 °С;
- ✓ Низкая пористость и влагонасыщение.

Область применения

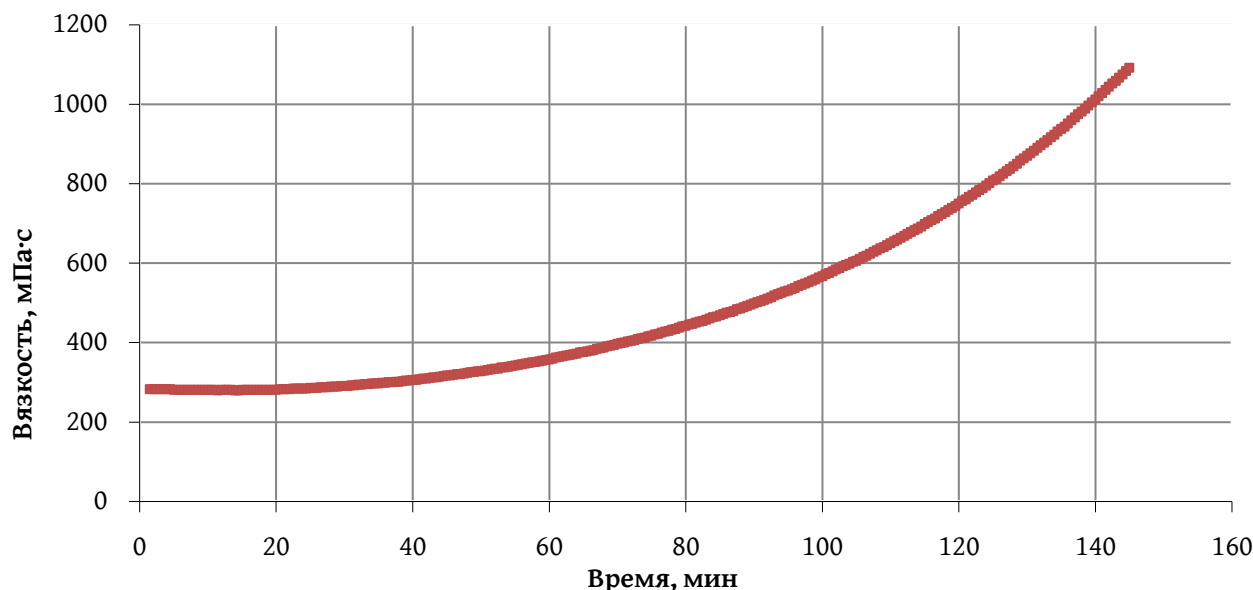
Изготовление крупногабаритной оснастки из ПКМ, изделий конструкционного назначения.

Свойства полимерной матрицы

Характеристика	Стандарт	Значение
Предел прочности при растяжении σ^* , МПа при 25 °С	ASTM D638	56
Модуль упругости при растяжении E^* , ГПа при 25 °С		3,6
Прочность при растяжении σ^* , МПа при 180 °С		19,5
Модуль упругости при растяжении E^* , ГПа при 180 °С		1,0
Температура стеклования T_g , °С	ASTM D3418	220
КЛТР, K^{-1}	ASTM E831	79·10 ⁻⁶
Плотность неотвержденного связующего $\rho_{неотв}$, г/см ³	ASTM D792	1,096
Плотность отвержденного связующего $\rho_{отв}$, г/см ³		1,158
Влагонасыщение, % (54ч в кипящей воде)	-	3,22
Время саморазогрева 500г связующего от 20 °С до 60 °С	-	более 8 часов

Вязкость связующего

Изменение вязкости связующего от времени при изотермической выдержке при температуре 25 °С



Свойства ПКМ

Вакуумная инфузия.

Армирующий наполнитель: углеродная ткань 22502 (2х2 – саржа, 200 г/м², углеродное волокно УМТ42S-3К-EP, 4,2 ГПа прочность при растяжении), укладка [0]₁₀, толщина монослоя 0,2 мм.

Характеристика	Стандарт	Значение
Предел прочности при сжатии σ_{11} , МПа при 25 °С*	ASTM D6641	705
Модуль упругости при сжатии E_{11} , ГПа при 25 °С*	ASTM D6641	64,2
Предел прочности при сжатии σ_{11} , МПа при 25 °С*	ASTM D6641	487
Модуль упругости при сжатии E_{11} , ГПа при 25 °С*	ASTM D6641	56,7
Предел прочности при сжатии σ_{11} , МПа при 25 °С*	ASTM D6641	371
Предел прочности при сдвиге τ_{13} , МПа при 25 °С	ASTM D2344	47,3
Предел прочности при сдвиге τ_{13} , МПа при 25 °С	ASTM D2344	41,6
Предел прочности при сдвиге τ_{13} , МПа при 25 °С	ASTM D2344	30,8

*Объемное содержание волокна V_f составляет 66%.

Рекомендуемые условия переработки

Процесс инфузии

- Собрать вакуумный мешок. Провести тест на герметичность: скорость падения вакуума — не более 100 Па/мин (0,75 мм рт. ст./мин), остаточное давление — не более 10 мм рт. ст (1300 Па). Собрать второй вакуумный мешок, проложив между слоями вакуумной плёнки жертвенную ткань или дренажный материал. Провести тест на герметичность второго мешка; остаточное давление — не более 10 мм рт. ст (1300 Па). Рекомендуется высушить армирующий наполнитель под вакуумом в течение не менее 3 ч.
- Тщательно смешать компоненты А и В в весовом соотношении 100:58,3 при температуре 20–25 °С.

Отклонение при дозировании компонентов — не более 2 %. Рекомендуется применять оборудование с автоматическим перемешиванием и проводить смешение под вакуумом. Не рекомендуется смешивать более 20 кг ТО-29-2 в одной емкости за один цикл пропитки.

- Дегазировать в течение 10–30 мин при остаточном давлении не более 10 мм рт. ст (1300 Па). интенсивно перемешивая связующее; рекомендуется применять оборудование с автоматическим перемешиванием.
- Поддерживая температуру оснастки 23-27 °С, начать процесс инфузии при температуре связующего 25-27 °С. После полной пропитки мешка перекрыть линии подачи связующего. Выдержать 30-120 минут и перекрыть линии отвода внутреннего мешка.
- Оставшееся связующее во избежание саморазогрева разлить в емкости объемом не более 500 мл.

Отверждение

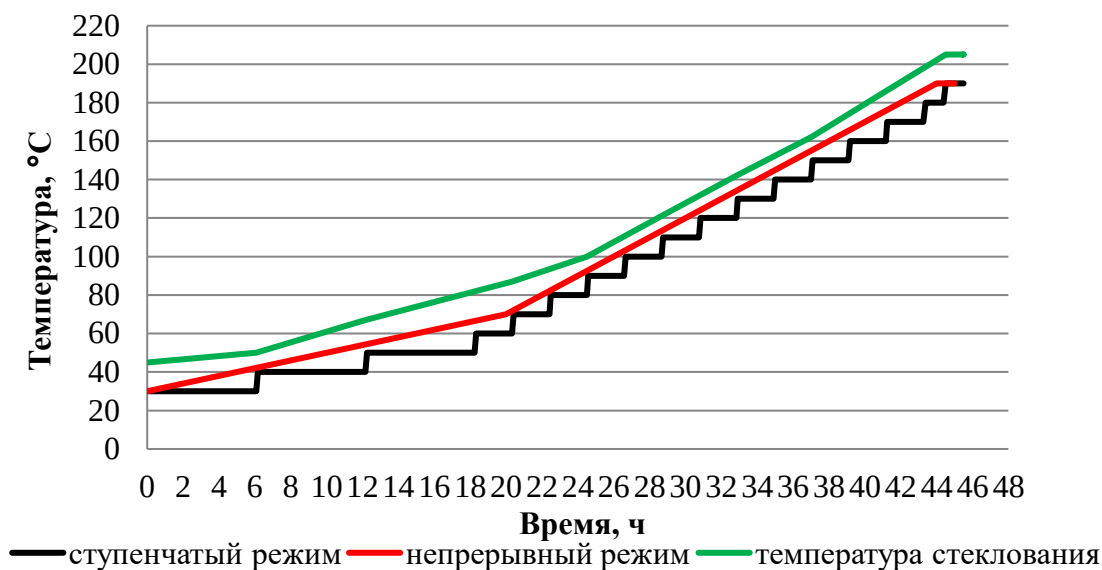
- Через 48-72 часов выдержки при 23-27 °С разобрать вакуумный мешок, снять оснастку с мастер-модели и провести постотверждение вне оснастки. При необходимости для повышения механических характеристик нагреть оснастку до 40-60 °С перед съемом с мастер-модели.

Постотверждение

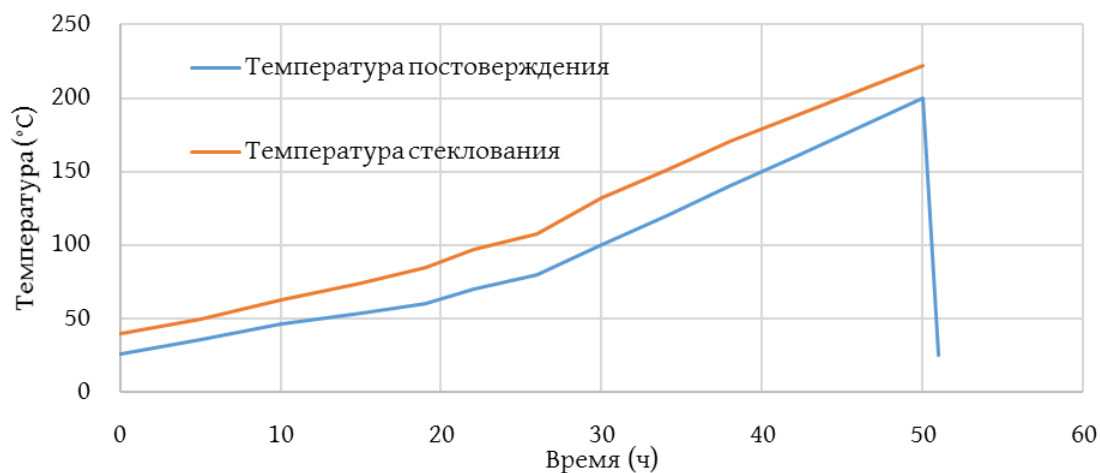
- Нагреть до температуры 70±5 °С со скоростью не более 2 °С/ч, далее нагреть до 190±5 °С со скоростью не более 5 °С/ч.
- Выдержать при температуре 190±5 °С в течение не менее 1ч.
- Перед извлечением изделия охладить оснастку до температуры не более 50 °С со скоростью не более 5 °С/мин.

Допускается также производить постотверждение по ступенчатому режиму (скорость нагрева не более 2 °С/мин между ступенями выдержки):

- 30±5 °С — выдержка не менее 6 ч;
- 40±5 °С — выдержка не менее 6 ч;
- 50±5 °С — выдержка не менее 6 ч;
- Ступенчатый нагрев от 60±5 °С до 170±5 °С с шагом 10 °С с выдержкой не менее 2 ч на каждой ступени;
- 180±5 °С — выдержка не менее 1 ч;
- 190±5 °С — выдержка не менее 1 ч;
- Перед извлечением изделия охладить оснастку до температуры не более 50 °С со скоростью не более 5 °С/мин.



Зависимость температур постотверждения и стеклования



Транспортирование и хранение

Компоненты хранят и транспортируют в заводской упаковке в вертикальном положении крышкой вверх, предохраняя от влаги и прямых солнечных лучей. Температура хранения и транспортирования компонентов связующего:

- Компонент А – не выше плюс 8 °С;
- Компонент В – не выше плюс 40 °С;

Гарантийный срок хранения компонентов в упаковке производителя составляет 1 год с даты изготовления.

Меры предосторожности

При работе с этим продуктом важно соблюдать меры предосторожности в отношении здоровья и техники безопасности: обеспечьте хорошую вентиляцию, надевайте противогаз или промышленную полумаску, одноразовые перчатки, защитные очки класса защиты F и защитный комбинезон, препятствующий попаданию на кожу твердых частиц, пыли и жидкости.

Обозначение при заказе

ТО-29-2 ТУ 2257-070-73047899-2026

Сопутствующие материалы

- ✓ **Ткань углеродная 22502 – 2х2 саржа, 200 г/м²**
22502/1В/1Р/1000 ТУ1916-058-59846689-2017
- ✓ **Ткань углеродная 24252– 2х2 саржа, 400 г/м²**
24252/400/1В/1Р/1000 ТУ1916-058-59846689-2017
- ✓ **Ткань углеродная 24382– 2х2 саржа, 600 г/м²**
24382/1В/1Р/1000 ТУ 23.99.14-027-73047899-2021
- ✓ **Порозаполнитель Сардоникс 399**
Сардоникс 399 ТУ 20.59.59-166-59846689-2025
- ✓ **Паста ремонтная ПР30М**
ПР30М ТУ 20.16.40-043-59846689-2022
- ✓ **Герметизатор поверхности СР27**
СР27 ТУ 20.16.40-024-73047899-2021
- ✓ **Гелькоут СР150С**
СР150С ТУ 20.16.40-195-59846689-2026
- ✓ **Клей эпоксидный аэрозольный КС22**
КС22 ТУ 20.52.10-001-59846689-2022



Контактная информация

- Телефон: [+7-495-133-26-78](tel:+74951332678)
- Приобретение материалов: sales@itecma.ru
- Техническая поддержка по материалам: support@itecma.ru
- Изготовление изделий и оснастки из ПКМ: info@cspekt.ru
- Производство и склад: МО, г. Подольск, ул. Заводская, д. 2
- Центральный офис: Москва, Раменский бульвар, д. 1

Примечание: все результаты, приведенные в данном документе, получены при тщательном соблюдении всех условий переработки и их результаты являются представительными. При изменении условий переработки или изменений условий испытаний значения могут быть отличными от значений, указанных в настоящем документе, так как свойства конечного материала могут сильно изменяться при изменении условий переработки.