

# Высокотемпературное связующее ФНИ350



## Техническая информация

ФНИ350 – однокомпонентное фталонитрильное связующее с уникально высокой температурой стеклования и термической стабильностью, специально разработанное для технологий вакуумной инфузии и RTM. Предварительное отверждение при 180°C позволяет снять деталь с оснастки после охлаждения. Постотверждение позволяет достичь температуры стеклования выше 440°C. Более того, фталонитрильное связующее PNT не поддерживает горение.

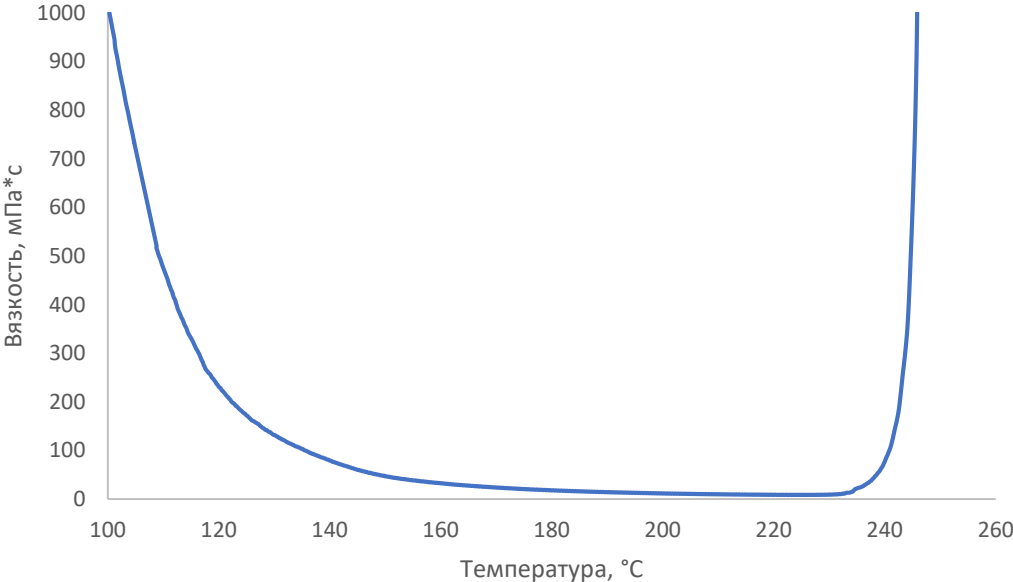
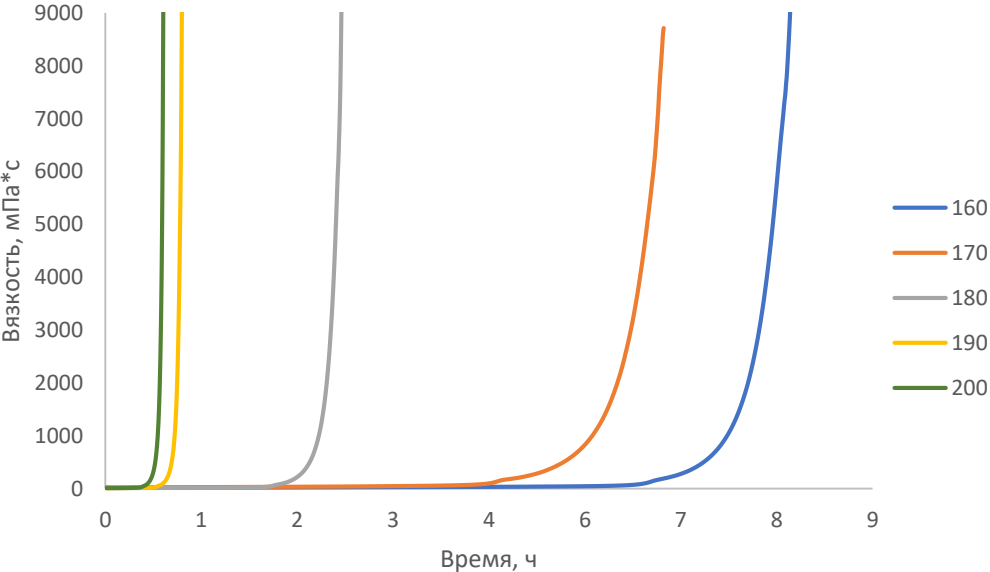
## Основные преимущества

- Однокомпонентное связующее
- Технологичность эпоксидной смолы
- Температурный режим эксплуатации до 450°C
- Температура начала разложения 513°C
- Низкая адсорбция влаги
- Низкая температура размягчения 30°C

## Свойства полимерной матрицы

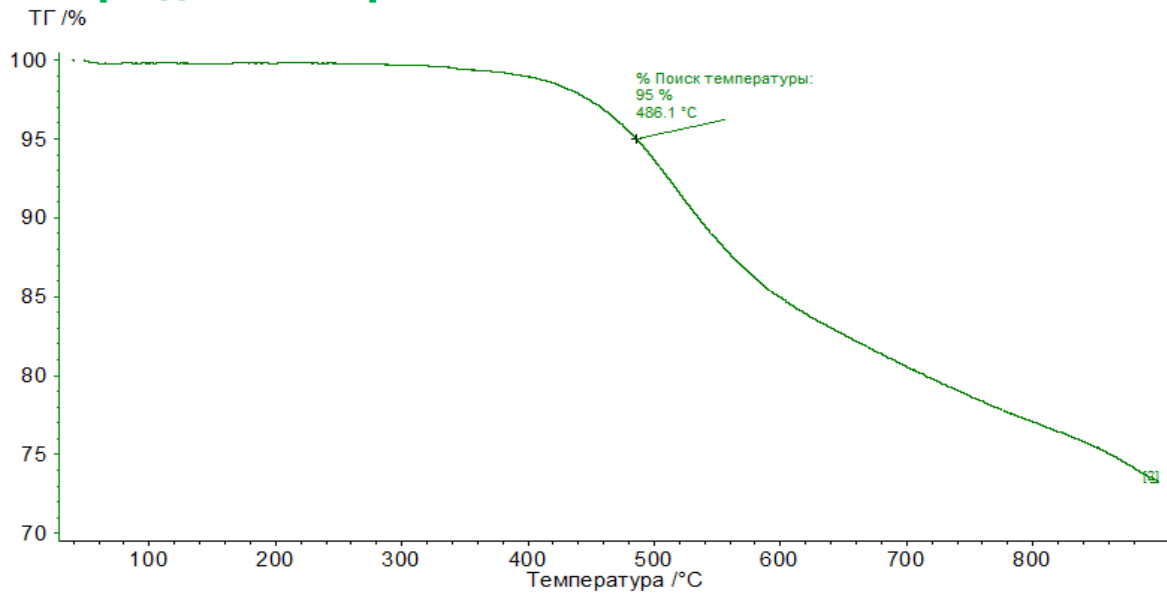
Характеристика	Стандарт	Температура полного отверждения		
		375°C	330°C	180°C
Предел прочности при растяжении, МПа	ASTM D638	34.2	43.3	58.4
Модуль упругости при растяжении, ГПа	ASTM D638	5.1	4.8	4.2
Удлинение образца при разрушении во время испытания на прочность при растяжении, %	ASTM D638	0.66	0.94	1.45
Предел прочности при изгибе, МПа	ASTM D790	54.9	95.0	104.0
Модуль упругости при изгибе, ГПа	ASTM D790	4.9	5.1	4.6
Температура стеклования, T <sub>g</sub> , °C	ASTM E1640	>450	343	182
КЛТР, К <sup>-1</sup> ·10 <sup>-6</sup>	ASTM E831	44	50	63
Ударная вязкость по Шарпи, кДж/м <sup>2</sup>	ГОСТ 4647-2015		0.94	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	ASTM D792	1.3270	1.3244	1.3161
Влагонасыщение, % (54ч кипящая вода)			4.57	

# Вязкость

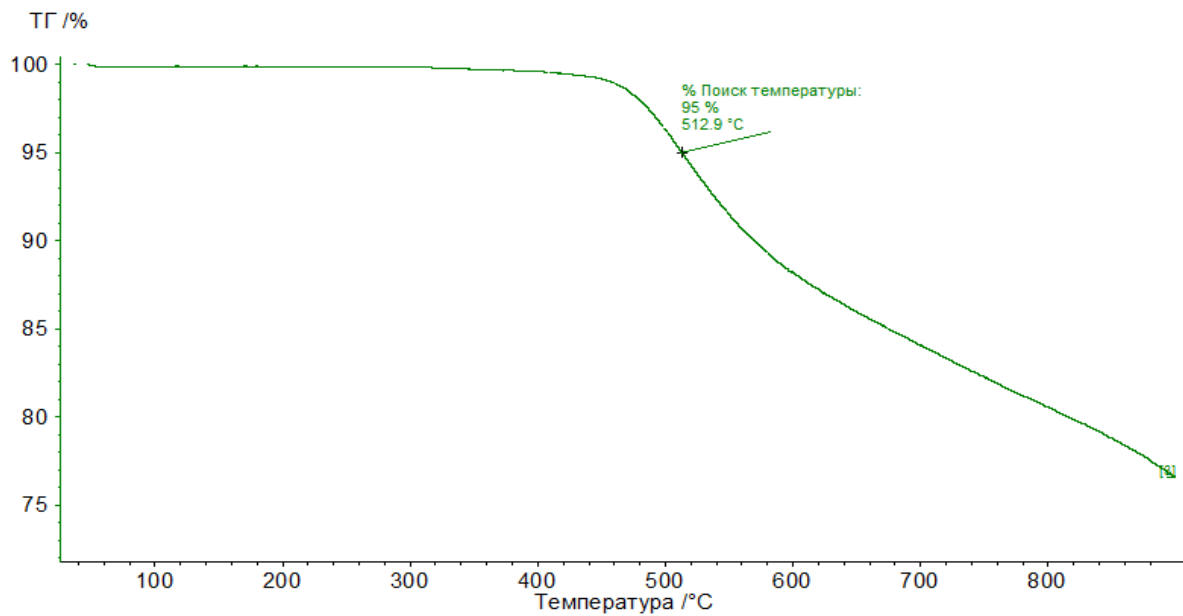


## ТГА

### Отвержденный при 330 °С



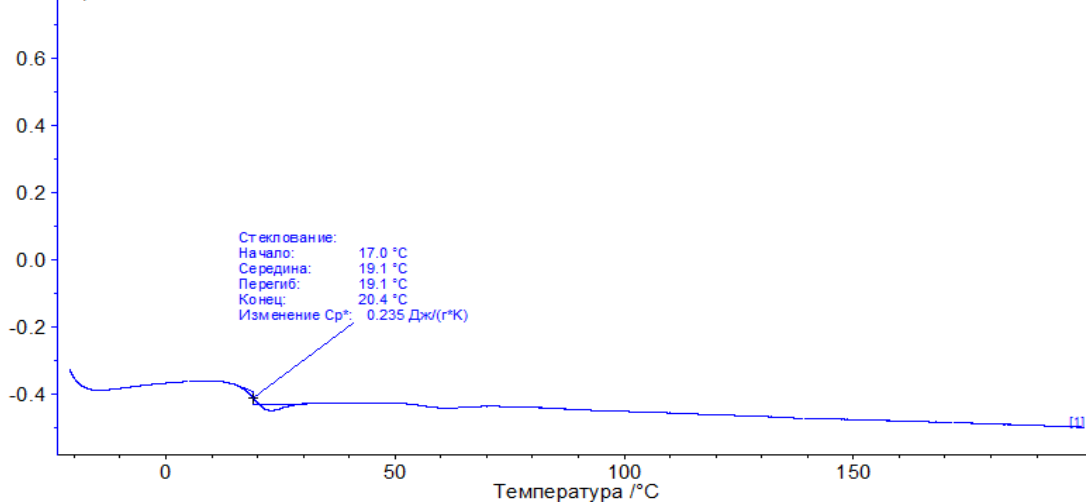
### Отвержденный при 375 °С



## ДСК

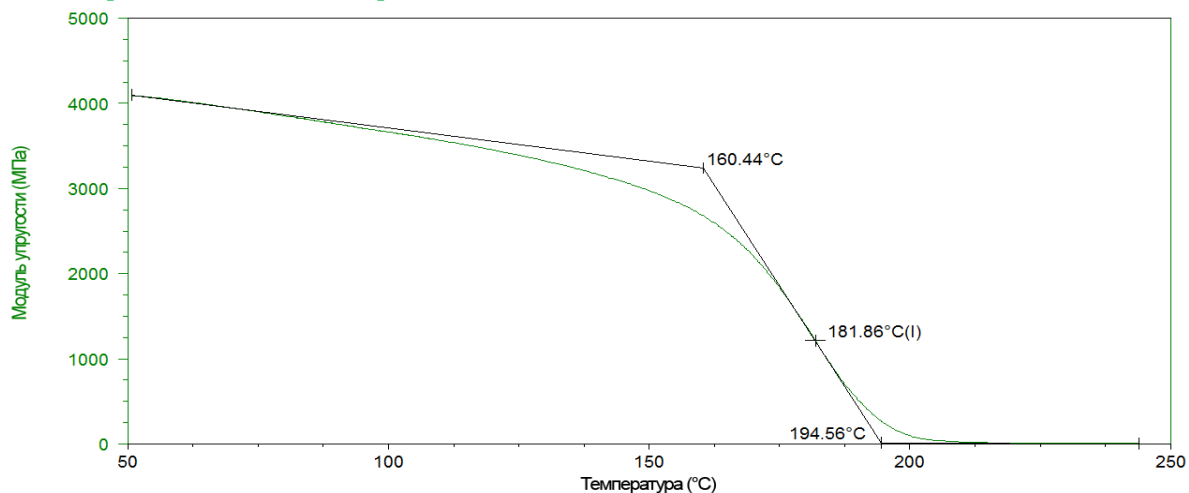
ДСК / (мВт/мг)

↑ экзо

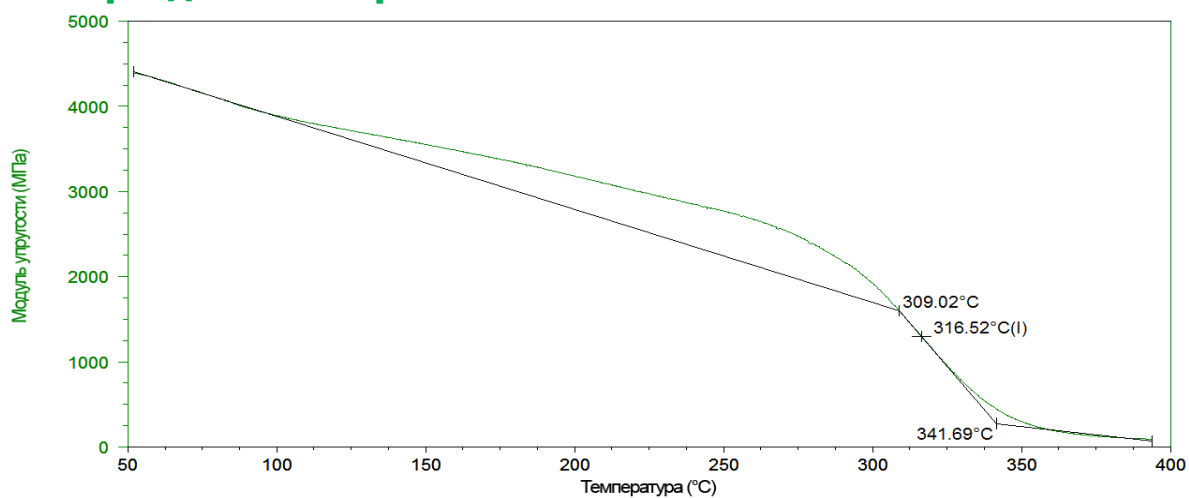


## ДСК

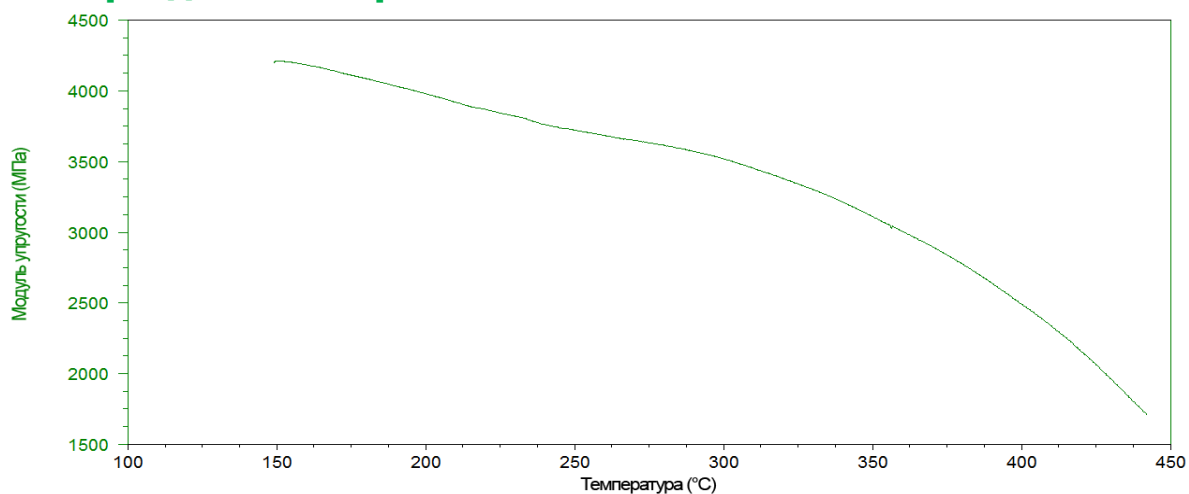
### Отвержденный при 180 °C



### Отвержденный при 330 °C



### Отвержденный при 375 °C



## Условия хранения

Связующее может храниться в герметично закрытой таре при комнатной температуре не менее 1 года. Не допускается хранить в открытой таре. Неотвержденное связующее чувствительно к влаге.

## Свойства ПКМ

Образцы были изготовлены методом вакуумной инфузии на связующем ФНИ350 и углеродной ткани 22502 (саржа 2x2, 200 г/м2, НТА40-3К, 3.95 ГПа)

Характеристика	Стандарт	Значение	
		375°C	330°C
Предел прочности при растяжении 25°C $\sigma_{11}^+$ , МПа	ASTM D3039	621	853
Предел прочности при сжатии 25°C $\sigma_{11}^-$ , МПа	ASTM D6641	534	823
Модуль упругости при растяжении 25°C $E_{11}^+$ , ГПа	ASTM D3039	68	71
Модуль упругости при сжатии 25°C $E_{11}^-$ , ГПа	ASTM D3039	68	67
Предел прочности при межслоевом сдвиге $\tau_{13}$ , МПа 25°C	ASTM D2344	36	53
Предел прочности при межслоевом сдвиге $\tau_{13}$ , МПа 300°C	ASTM D2344	39	46
Предел прочности при межслоевом сдвиге $\tau_{13}$ , после 100 термоциклов 300°C $\rightleftharpoons$ -55°C, МПа 25°C	ASTM D2344		52
Предел прочности при сдвиге в плоскости листа $\tau_{12}$ , МПа, 25 °C	ASTM D3518	80	105
Модуль упругости при сдвиге в плоскости листа $G_{12}$ , ГПа	ASTM D3518	5.2	6.2
Предел прочности при сдвиге в плоскости листа $\tau_{12}$ , МПа, 300 °C	ASTM D3518	72	63

## Условия переработки

- Собрать вакуумный пакет (РТМ оснастку) с армирующим наполнителем. Провести тест на герметичность, скорость падения вакуума должна быть не более 1 мбар в минуту. Остаточное давление в пакете должно быть не более 10 мбар. Собрать второй вакуумный пакет (для процесса инфузии), между слоями вакуумной пленки прокладывается жертвенная ткань или дренажный материал. Провести тест на герметичность второго вакуумного пакета. Остаточное давление в пакете должно быть не более 10 мбар.
- Разогрейте оснастку до температуры 120-130 °С, обеспечить высыхание армирующего наполнителя до установления остаточного давления не более 10 мбар.
- Связующее кусками загрузить в контейнер для дегазации в количестве необходимом для процесса инъекции, с учетом расхода на вспомогательные материалы, подающие и распределительные трубки.
- Создать вакуум в контейнере для дегазации. Предпочтительный уровень остаточного давления не более 10 мбар
- Нагреть контейнер с связующим до 120 °С, при температуре 90°С рекомендуется начать перемешивание в контейнере.
- Дегазируйте связующее 30-40 минут при температуре 115-125 °С при давлении не более 10 мбар. Во время дегазации следует интенсивно перемешивать связующее, для этого могут быть использованы специальные устройства с автоматическим перемешиванием. Поддерживайте температуру емкости для связующего 115-125°С и температуру оснастки 120-130 °С, начинайте инъекцию;
- После полной пропитки пакета (оснастки) и заполнения трубок вакуумных выходов перекрыть подачу и связующего затем перекрыть вакуумные выводы из внутреннего пакета (оснастки РТМ).
- Поддерживать вакуум в внешнем вакуумном пакете, остаточное давление не более 60 мбар.
- Увеличивать температуру оснастки со скоростью не более 2°С/мин до 180 °С. Выдерживайте при 180 °С в течение не менее 8 часов
- Охлаждать до температуры не менее 60°С не быстрее 5°С в мин.
- Для измерения вакуума рекомендуется использование датчиков абсолютного давления, датчики относительного давления в рекомендуемых диапазонах переработки связующего работают некорректно.
- Постотверждение: постотверждение изделия можно проводить без оснастки; нагревать не быстрее 2°С/мин до 180°С; нагрев не быстрее 5-10°С/час до 375°С; выдержка при 375°С в течение 480 мин; охлаждение не быстрее 5°С/мин до 60°С.
- При постотверждении деталей большой толщины рекомендуется дополнительная выдержка при 220°С для избегания локального перегрева в толще ламината.

---

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.