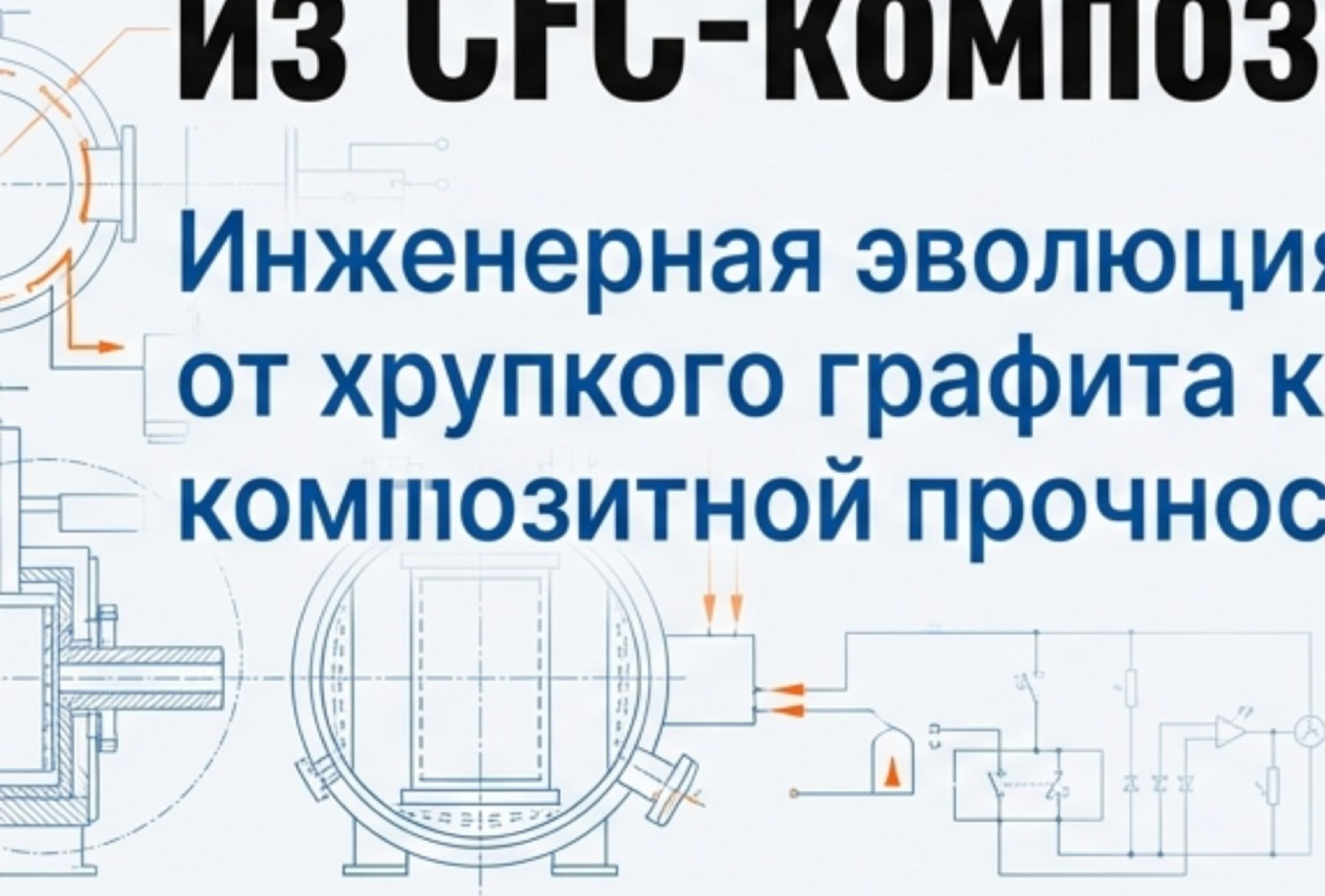


Футеровка вакуумных печей из СФС-композиита

Инженерная эволюция:
от хрупкого графита к
композитной прочности



Техническое руководство
и экономическое обоснование

Ключевые показатели эффективности перехода на CFC

Dashboard Cards



5x Дешевле

Стоимость комплекта 1.3 млн руб.
против 5.6 млн руб. у OEM

Dashboard Cards



3.5x Прочнее

Предел прочности 250 МПа
против 70 МПа

Dashboard Cards



60 Дней

Срок поставки
вместо 6-12 месяцев

Dashboard Cards

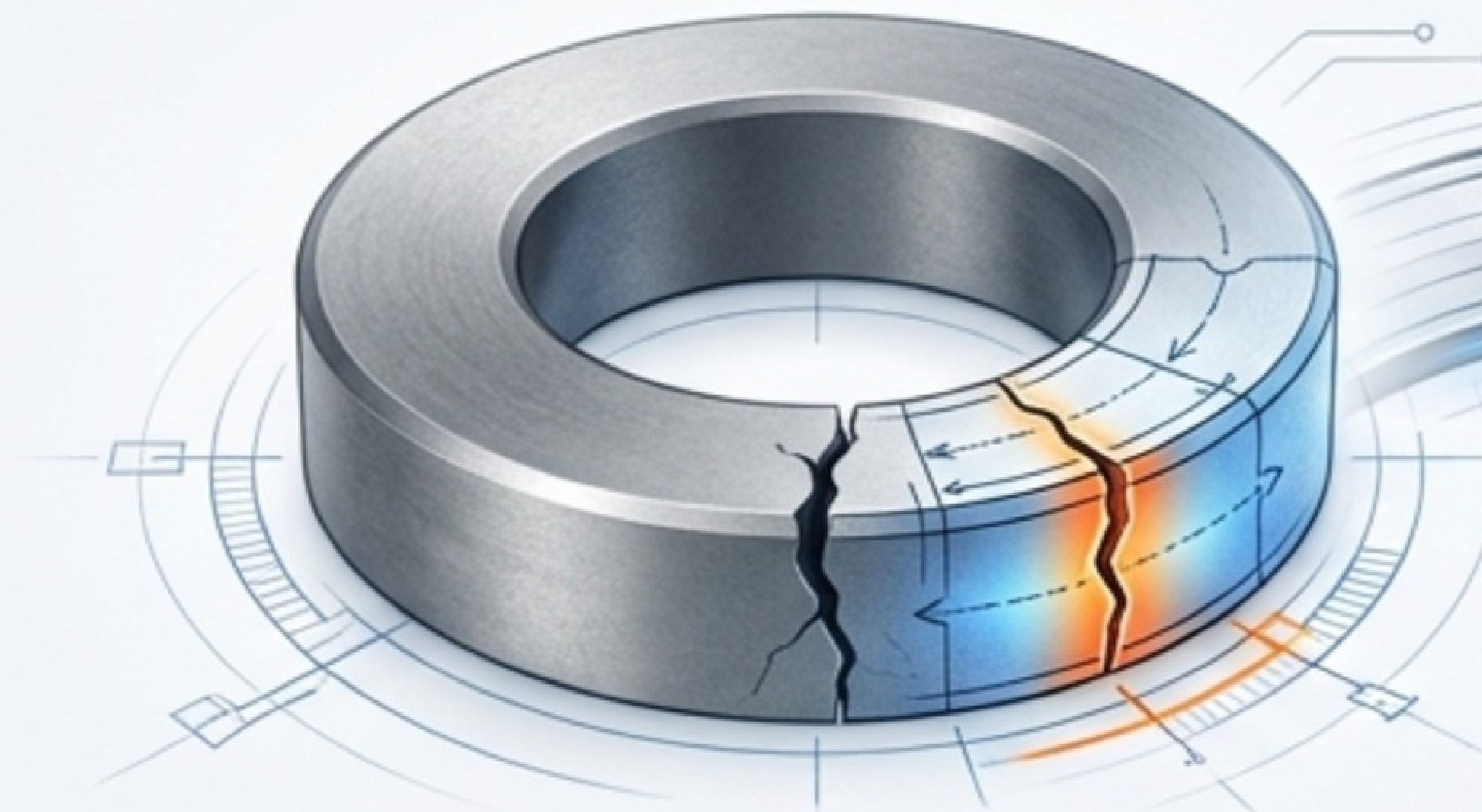


100% РФ

Полная локализация
и защита от санкций

Краткое резюме: Замена изостатического графита МПГ-7 на углерод-углеродный композит (CFC) устраняет риск разрушения при газовой закалке и сокращает TCO на ~250 млн руб. за 10 лет.

Критическая уязвимость традиционного графита МПГ-7



Хрупкость при термоударах

При газовой закалке (падение с 1300°C до 500°C) возникают напряжения 60-80 МПа. Предел прочности графита всего 50-60 МПа.

Замена — это не ремонт

При отказе 10% материала (30 кг) утилизируется 90% (270 кг) исправного графита.



Регулярные затраты

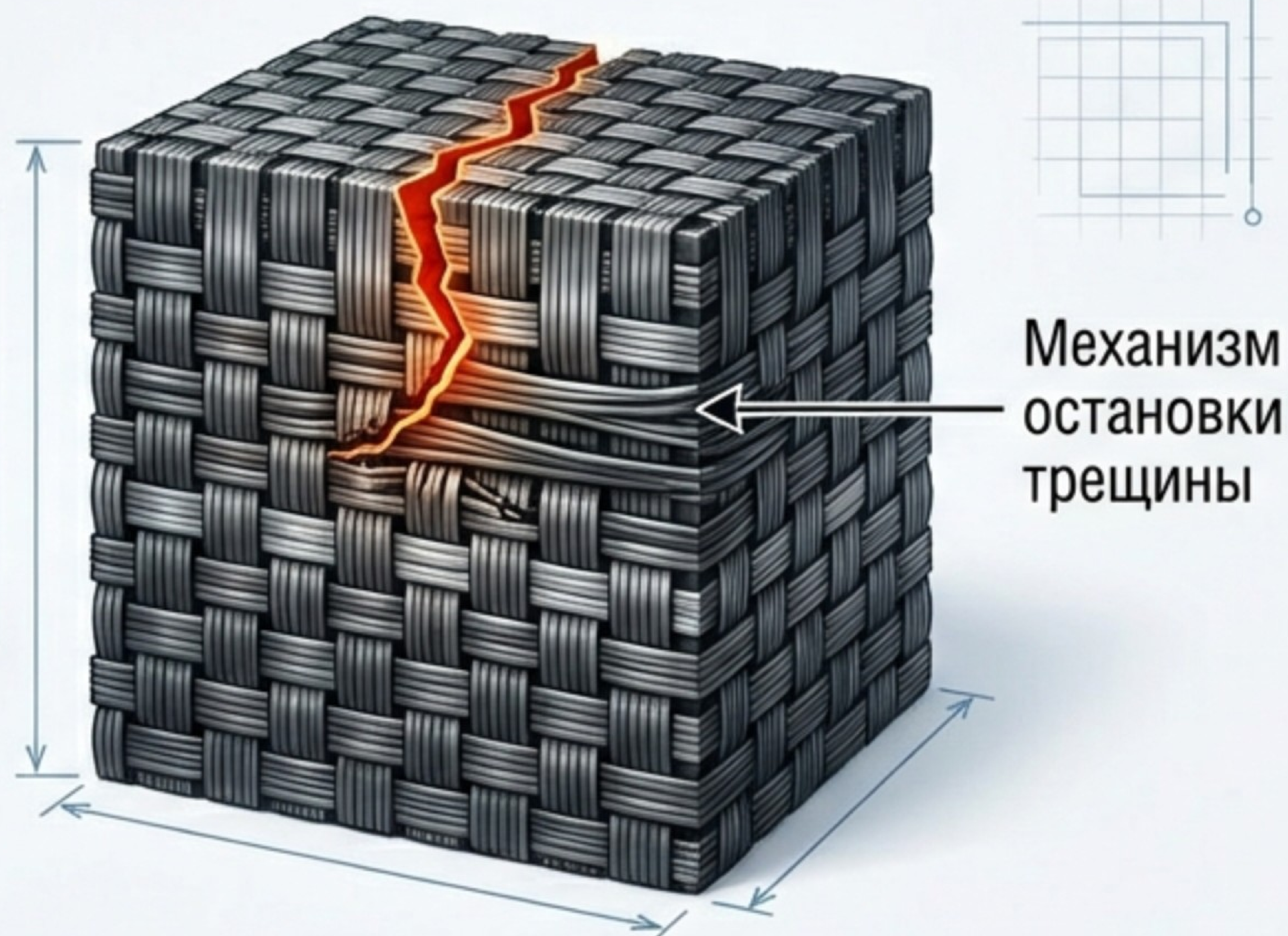
“Замена футеровки — это не ремонт, а регулярная производственная необходимость.”

Физика материала: Волокно против Монолита

Графит (Монолит)



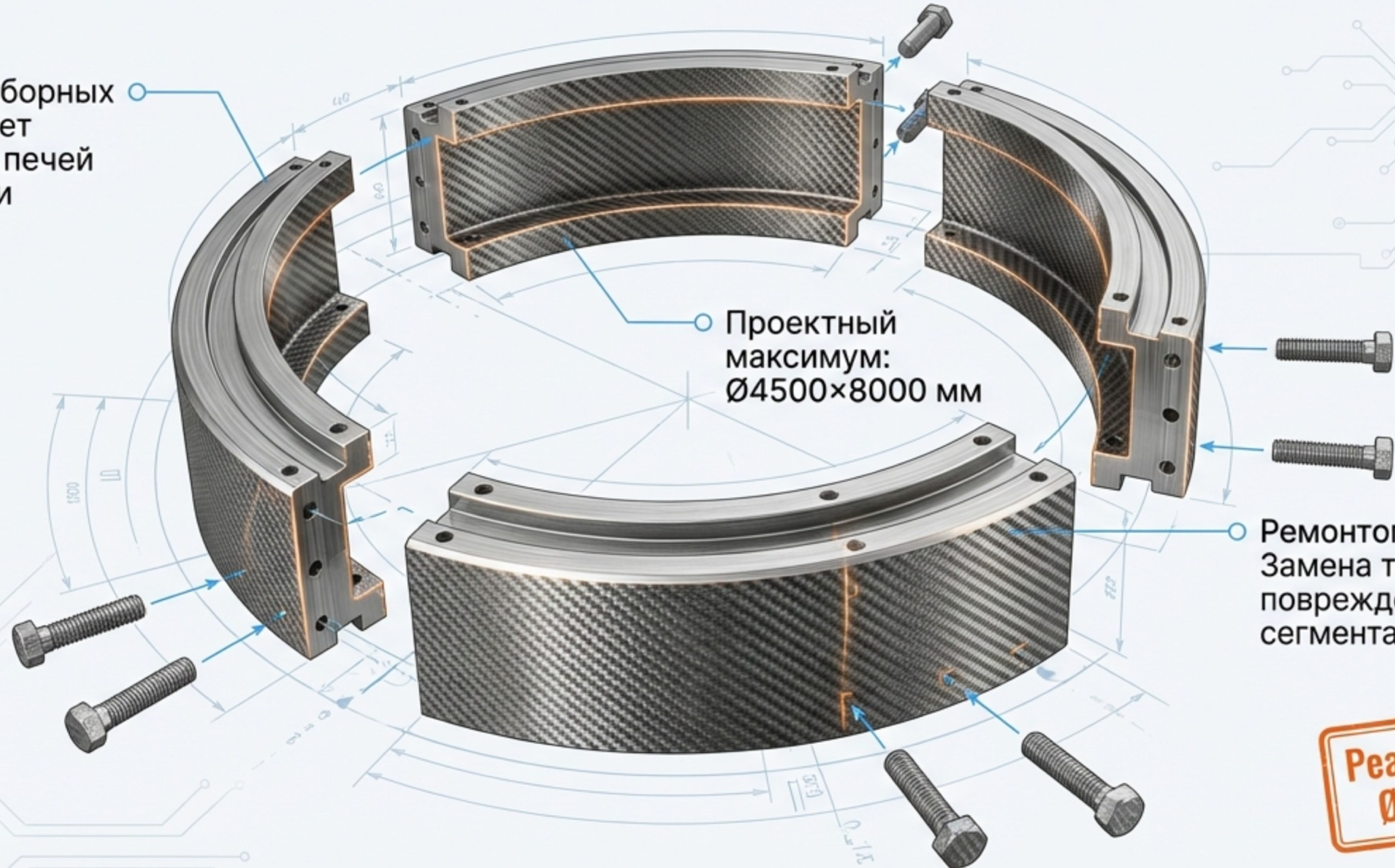
CFC (Композит)



CFC (Carbon Fiber Reinforced Carbon) — это композит с 3D-матрицей. Углеродные волокна в 10 раз прочнее матрицы (3000 МПа vs 70 МПа). Энергия разрушения поглощается на отслоении волокна.

Сегментная сборка: Решение проблемы габаритов

Технология сборных сегментов: Нет ограничений печей графитизации



Сравнительная физика: Данные испытаний



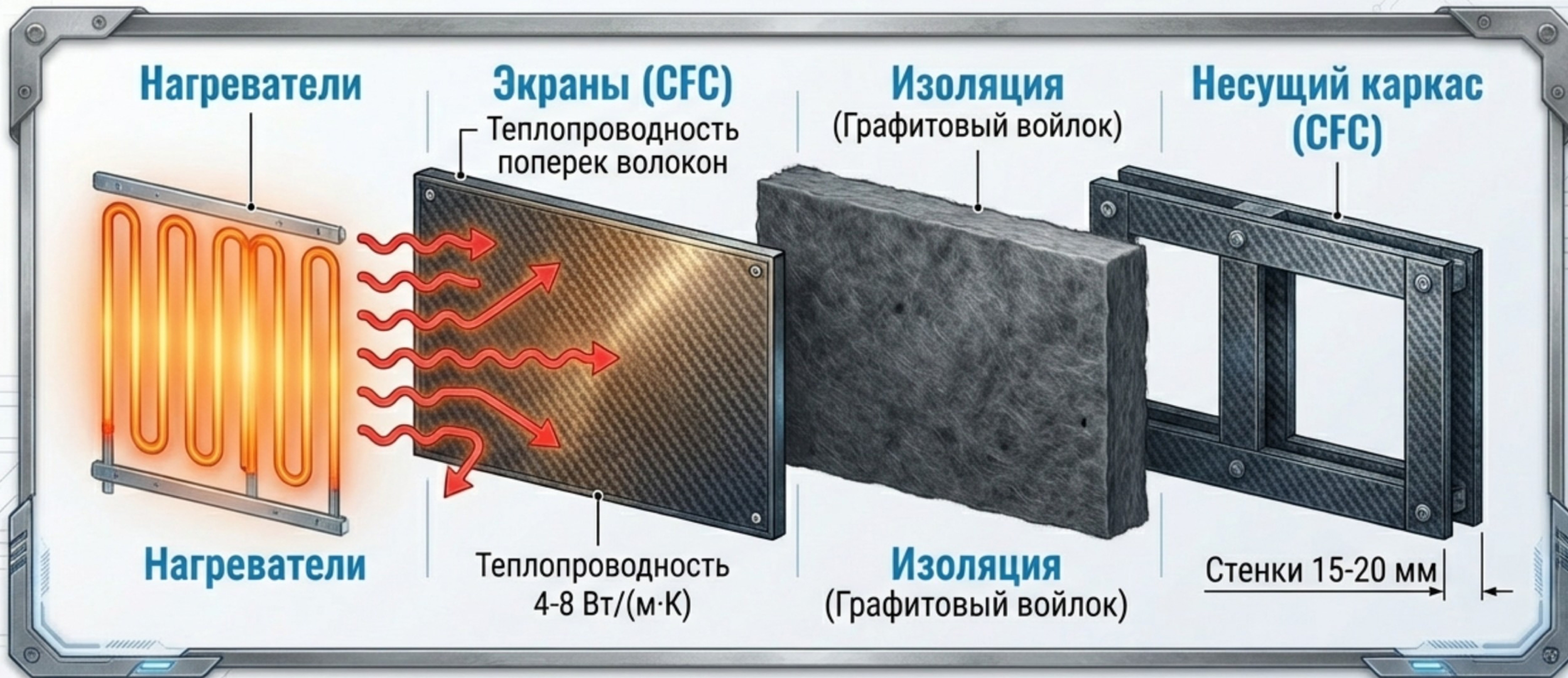
В **3-5 раз** меньшее расширение требует меньших компенсационных зазоров (**3-5 мм** против **10 мм**), снижая тепловые потери.

Термоциклическая стойкость и ресурс



Режим газовой закалки (охлаждение $\sim 230^{\circ}\text{C}/\text{мин}$) создает критические напряжения. Анизотропия CFC гасит эти напряжения, предотвращая накопление усталостных трещин.

Тепловая эффективность и структура пакета



Расчетные теплототери для печи $\text{Ø}600 \times 900 \text{ мм} \approx 13\text{-}18 \text{ кВт}$.

САРЕХ: Реальная структура стоимости

Наценка
за бренд /
Импорт

**Экономия
в 4.4 раза**

ОЕМ Цена:
5.66 млн руб.

Решение CFC:
1.28 млн руб.



- Материал: CFC дешевле графита (800-1200 руб/кг vs 2000 руб/кг)






- Отсутствие наценки за бренд



- Прямое производство в РФ

ТСО: Экономика на горизонте 10 лет



- Сокращение простоев: 220 млн руб. (исключение ожидания поставки 6 мес.)

- Стоимость замен: 25 млн руб.

- Модульный ремонт: 10 млн руб.


СУВЕРЕНИТЕТ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ



- Нет валютных рисков (Цены в рублях)



- Нет санкционных рисков (Независимость от IPSEN, ALD)



- Русскоязычная поддержка инженеров

Логистика: Скорость как конкурентное преимущество

ОЕМ / Импорт: 6-12 месяцев



Локальный СРС: 60 дней



Склад запчастей

Отгрузка 1-3 дня. Нагреватели и крепеж в наличии.

Техподдержка 24/7

Бесплатные консультации (в отличие от платных у OEM).

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЦИКЛ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

ПРОПИТКА



4 цикла уплотнения

ГРАФИТИЗАЦИЯ



2200-2400°C

МЕХАНООБРАБОТКА



ЧПУ точность ± 0.5 мм

МОНТАЖ



Сборка за 7-10 дней



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА:

Плотность 1.75-1.90 г/см³

ИТОГОВОЕ СРАВНЕНИЕ: OEM ГРАФИТ VS CFC

ПАРАМЕТР	OEM ГРАФИТ	CFC (РФ)
Стоимость	5.5-6.5 млн	1.1-1.3 млн
Срок	6-12 мес	60 дней
Прочность	50 МПа	250 МПа
Ресурс	7000 циклов	12000+ циклов
Размер	Ограничен	Без ограничений
Риски	Санкции	Независимость

ВАШИ СЛЕДУЮЩИЕ ШАГИ



Для получения ТЭО предоставьте:



1 Модель печи и габариты рабочей зоны



2 Температурные режимы и характер отказов



КП и расчет окупаемости за **3-5 дней.**



Свяжитесь с нами: [Телефон] [Email] [Сайт]