АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ · ВАК РБ 05.02.07

Аэродинамическое звуковое упрочнение инструмента

Теоретические и технологические основы повышения ресурса твердосплавного инструмента для процессов прерывистого резания

Актуальность и экономика

Экономический масштаб

Мировой рынок инструмента превышает **$22 млрд**. В РБ импорт составляет более **$20 млн/год**. Затраты на инструмент достигают **30–70%** себестоимости деталей.

Прерывистое резание

Около **60% мехобработки** — прерывистые процессы (фрезерование, долбление). Характеризуются циклическими ударами и жесткими термосиловыми полями.

Дефекты структуры

Плотность дислокаций в сплавах составляет $0{,}3 \cdot 1{,}1 \times 10^{6} \times 2$. Высокая хрупкость снижает стойкость инструмента в разы по сравнению с непрерывным резанием.

Сущность и механизм АДУ

Синергия энерговоздействий

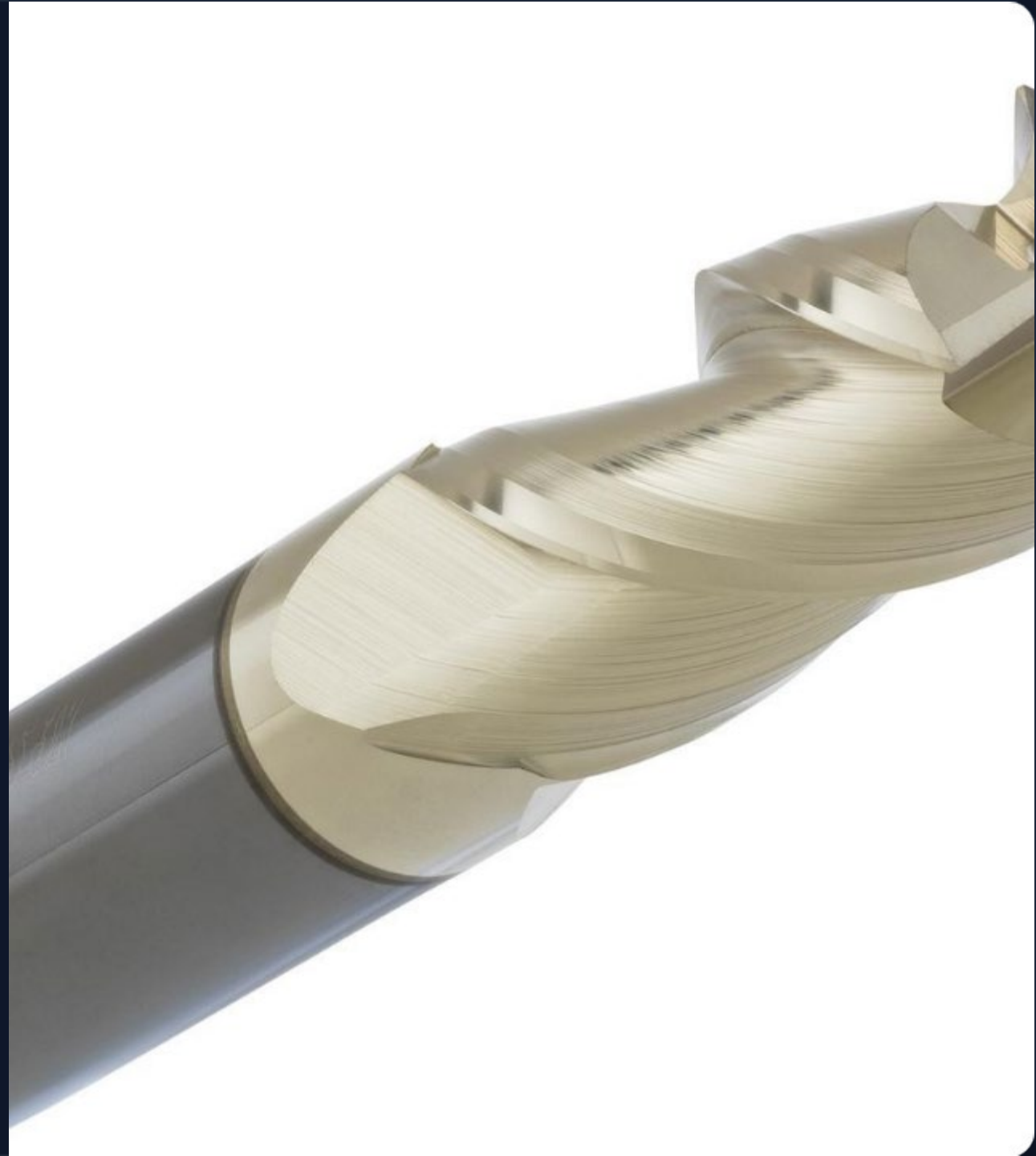
Сочетанное воздействие температурного нагрева до температуры хладноломкости и волнового поля резонансных звуковых частот.

Релаксация дефектов

Активация смещения атомов (W, Ti, Co) приводит к "залечиванию" микропор, снижению внутренних напряжений и плотности дислокаций.

Комплексное упрочнение

Формирует мелкозернистую структуру с высокой стойкостью к микросколам и термомеханическому растрескиванию.



Теоретические модели АДУ

Энергетическая модель

Математическая модель генерирования энергии акустических волн и нагрева, описывающая поглощение энергии кристаллической решеткой сплава.

Реологическая модель

Модель деформирования лезвия инструмента, учитывающая перераспределение контактных давлений, снижение сил трения и температур в зоне резания.

Параметрический износ

Степенные модели ресурса инструмента от режимов обработки (скорости, подачи, глубины) при фрезеровании и долблении различных сталей.

Механические свойства

2230 МПа

Предел прочности при изгибе (рост с 980–2000 МПа)

42 кДж/м²

Ударная вязкость (рост с 25–35 кДж/м²)

92 HRA

Твердость сплава (сохранение максимальных значений)

Уникальный баланс прочности и твердости

Традиционные методы упрочнения (PVD/CVD покрытия, лазер, криогения) не позволяют одновременно повысить вязкопрочностные свойства твердых сплавов без потери твердости. Технология АДУ решает эту научную проблему, существенно повышая трещиностойкость пластин ВК8, Т15К6, Т5К10.

Эффективность и внедрение

до 4.2×

Увеличение ресурса инструмента при прерывистом резании

≤ 5%

Доля затрат на операцию АДУ от стоимости инструмента

$803 670

Годовой экономический эффект от внедрения на 11 предприятиях

