

Что такое фреза из карбида вольфрама ?

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

Мировой лидер в области интеллектуального производства для вольфрамовой,
молибденовой и редкоземельной промышленности

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

ВВЕДЕНИЕ В CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, дочерняя компания с полной собственностью и независимым юридическим лицом, созданная CHINATUNGSTEN ONLINE, занимается продвижением интеллектуального, интегрированного и гибкого проектирования и производства вольфрамовых и молибденовых материалов в эпоху промышленного Интернета. CHINATUNGSTEN ONLINE, основанная в 1997 году с www.chinatungsten.com в качестве отправной точки — первого в Китае веб-сайта с продукцией из вольфрама высшего уровня — является пионерской компанией электронной коммерции в стране, сосредоточенной на вольфрамовой, молибденовой и редкоземельной промышленности. Используя почти три десятилетия обширного опыта в области вольфрама и молибдена, CTIA GROUP унаследовала исключительные проектные и производственные возможности своей материнской компании, превосходное обслуживание и международную деловую репутацию, став поставщиком комплексных прикладных решений в области вольфрамовых химикатов, вольфрамовых металлов, твердых сплавов, высокоплотных сплавов, молибдена и молибденовых сплавов.

За последние 30 лет CHINATUNGSTEN ONLINE создала более 200 многоязычных профессиональных веб-сайтов по вольфраму и молибдену, охватывающих более 20 языков, с более чем миллионом страниц новостей, цен и анализа рынка, связанных с вольфрамом, молибденом и редкоземельными металлами. С 2013 года ее официальный аккаунт WeChat "CHINATUNGSTEN ONLINE" опубликовал более 40 000 единиц информации, обслуживая почти 100 000 подписчиков и ежедневно предоставляя бесплатную информацию сотням тысяч специалистов отрасли по всему миру. Благодаря совокупным посещениям кластера ее веб-сайта и официального аккаунта, достигающим миллиардов раз, он стал признанным мировым и авторитетным информационным центром для отраслей вольфрама, молибдена и редкоземельных металлов, предоставляя круглосуточные многоязычные новости, характеристики продукции, рыночные цены и услуги по тенденциям рынка.

Основываясь на технологиях и опыте CHINATUNGSTEN ONLINE, CTIA GROUP фокусируется на удовлетворении индивидуальных потребностей клиентов. Используя технологию искусственного интеллекта, она совместно с клиентами проектирует и производит вольфрамовые и молибденовые изделия с определенным химическим составом и физическими свойствами (такими как размер частиц, плотность, твердость, прочность, размеры и допуски). Она предлагает комплексные услуги по полному процессу, начиная от открытия пресс-формы, опытного производства до отделки, упаковки и логистики. За последние 30 лет CHINATUNGSTEN ONLINE предоставила услуги по НИОКР, проектированию и производству для более чем 500 000 видов вольфрамовых и молибденовых изделий более чем 130 000 клиентов по всему миру, заложив основу для индивидуального, гибкого и интеллектуального производства. Опираясь на эту основу, CTIA GROUP еще больше углубляет интеллектуальное производство и интегрированные инновации вольфрамовых и молибденовых материалов в эпоху промышленного Интернета.

Доктор Ханис и его команда в CTIA GROUP, основываясь на своем более чем 30-летнем опыте работы в отрасли, также написали и опубликовали знания, технологии, анализ цен на вольфрам и рыночных тенденций, связанных с вольфрамом, молибденом и редкоземельными металлами, свободно делясь ими с вольфрамовой промышленностью. Доктор Хан, имеющий более чем 30-летний опыт с 1990-х годов в электронной коммерции и международной торговле вольфрамовой и молибденовой продукцией, а также в проектировании и производстве цементированных карбидов и сплавов высокой плотности, является известным экспертом в области вольфрамовой и молибденовой продукции как на внутреннем, так и на международном уровне. Придерживаясь принципа предоставления профессиональной и высококачественной информации для отрасли, команда CTIA GROUP постоянно пишет технические исследовательские работы, статьи и отраслевые отчеты, основанные на производственной практике и потребностях клиентов рынка, завоевывая широкую похвалу в отрасли. Эти достижения обеспечивают надежную поддержку технологическим инновациям CTIA GROUP, продвижению продукции и отраслевому обмену, позволяя ей стать лидером в сфере мирового производства вольфрамовой и молибденовой продукции и информационных услуг.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI , ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

1. Введение

1.1 Предыстория

В современном производстве режущие инструменты являются основным компонентом для эффективной и точной обработки. С непрерывным развитием промышленных технологий требования к эффективности обработки, качеству заготовки и сроку службы инструмента растут. Инструменты из традиционных материалов больше не могут соответствовать требованиям сложных условий работы. В этом контексте твердый сплав, как высокопроизводительный материал, постепенно стал основным выбором для изготовления высококачественных режущих инструментов благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и термостойкости. Особенно в областях резки металла, изготовления пресс-форм, аэрокосмической промышленности и т. д. твердосплавные инструменты стали незаменимым инструментом обработки благодаря своим превосходным характеристикам. В 2025 году, с углубленным развитием интеллектуальных технологий производства и автоматизации, спрос на твердосплавные фрезы продолжает расти, и сценарии их применения в прецизионной обработке также расширяются.

1.2 Обзор темы

Фреза из твердого сплава — это вращающийся режущий инструмент из твердосплавного материала, который широко используется при фрезеровании различных материалов. Его основная особенность заключается в том, что он изготовлен из карбида вольфрама (WC) в качестве основы и легированного материала из кобальта (Co) и других связующих веществ, который обладает преимуществами высокой твердости и долговечности. В этой статье будет всесторонне рассмотрено определение фрезы из твердого сплава, подробно представлены ее физические свойства, геометрические характеристики и технология обработки поверхности; проанализирован метод ее классификации, включая структуру, применение и тип покрытия; объяснен процесс производства, область применения, преимущества и ограничения в использовании; и приведены меры предосторожности при использовании для обеспечения ее безопасного и эффективного применения. С помощью этой главы и последующего содержания читатели получают глубокое понимание характеристик и областей применения фрез из твердого сплава, чтобы лучше интегрировать их в реальное производство.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



2. Определение твердосплавной фрезы

2.1 Основное определение твердосплавной фрезы

Фреза из твердого сплава — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент. Корпус и режущая часть фрезы изготовлены из твердосплавного материала. Он широко используется при точной обработке металлов, сплавов и некоторых неметаллических материалов. Твердый сплав — это композитный материал, в основном карбид вольфрама (WC) в качестве твердой фазы, дополненный металлами, такими как кобальт (Co), никель (Ni) или хром (Cr) в качестве связующей фазы, и спеченный под высоким давлением (150-200 МПа) и высокой температурой (1350-1450 °C) с помощью передового процесса порошковой металлургии. Этот материал придает фрезе сверхвысокую твердость (обычно достигающую HV 1300-1800), что значительно лучше, чем у традиционной быстрорежущей стали (HSS), и обладает превосходной износостойкостью, стойкостью к высокотемпературному окислению (может стабильно работать при 800-1000 °C или даже выше) и превосходной устойчивостью к механическим нагрузкам, что позволяет ей справляться с потребностями обработки высокоскоростной резки, сухой резки и сложных геометрических форм. Типичная структура твердосплавной фрезы включает режущую кромку, хвостовик, переходную секцию и опциональную конструкцию отверстия для охлаждения. Режущая кромка может быть спроектирована как прямой зуб, спиральный зуб (диапазон углов 15°-45°), зубчатой или гофрированной формы в соответствии с требованиями обработки для адаптации к различным

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

материалам заготовки и точности обработки. Принцип его работы заключается в удалении материала со скоростью подачи (f_n) 0,05-0,3 мм/зуб на зуб посредством высокоскоростного вращения (скорость может достигать 10 000-50 000 об/мин в зависимости от диаметра и скорости резания). Он широко используется в таких высокоточных областях, как автомобилестроение, аэрокосмическая промышленность, обработка пресс-форм и электронная промышленность. В 2025 году, с ростом спроса на миниатюрную обработку, обусловленным технологией 5G, применение моделей твердосплавных фрез малого диаметра (диаметр 0,5-2 мм) в области микрообработки значительно возрастет.

2.2 Различия между твердосплавными фрезами и другими фрезами

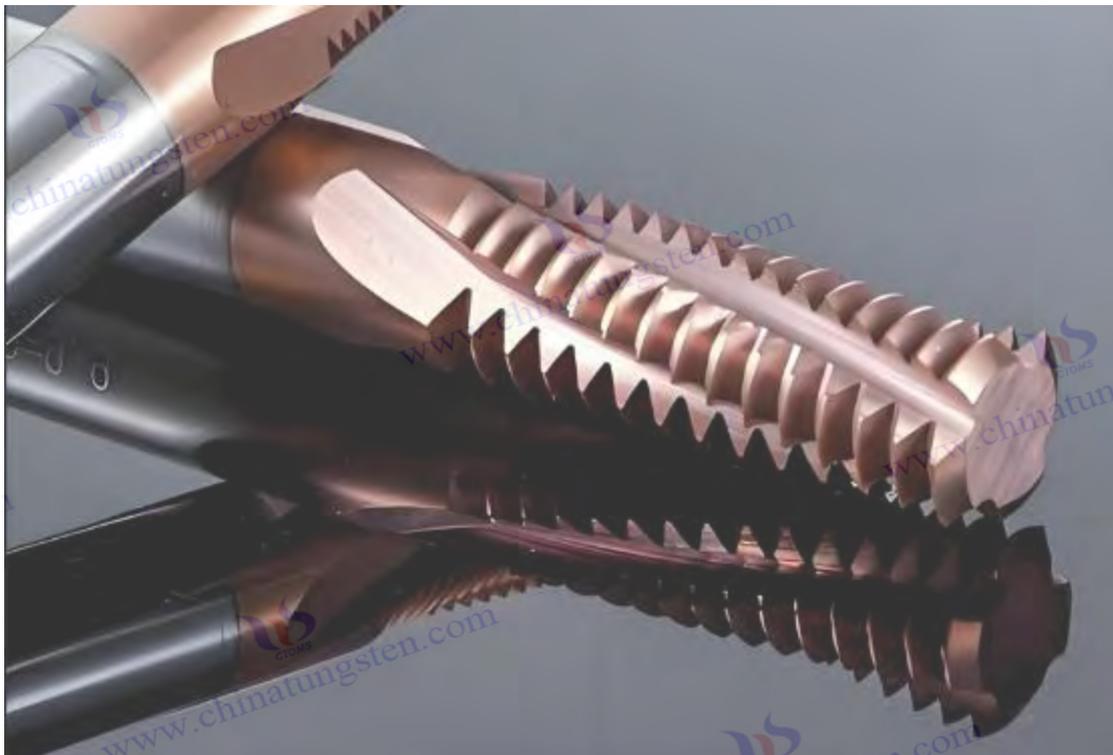
Фрезы из твердого сплава существенно отличаются от других типов фрез по составу материала, производительности обработки и сценариям применения, что закладывает основу для их уникального позиционирования в современном производстве. Прежде всего, по сравнению с традиционными фрезами из быстрорежущей стали (HSS), фрезы из твердого сплава имеют подавляющие преимущества в твердости, термостойкости и сроке службы. Твердость фрез из HSS обычно составляет HRC 62-66 (около HV 700-800), а термостойкость ограничена примерно 600 °C. Длительное использование при высоких температурах вызовет размягчение при отжиге, в то время как термостойкость фрез из твердого сплава может достигать более 1000 °C, особенно после оснащения покрытием TiAlN, термостойкость дополнительно повышается до 1100 °C, что позволяет им хорошо работать при высокоскоростной резке (V_c 50-200 м/мин) или в условиях сухой резки. Кроме того, срок службы твердосплавных фрез обычно в 5-10 раз больше, чем у фрез HSS, что значительно снижает частоту замены и время простоя производства. Однако фрезы HSS по-прежнему занимают определенную долю рынка в низкоскоростной обработке ($V_c < 30$ м/мин), прерывистой резке или мелкосерийном производстве из-за их более низкой себестоимости производства (около 1/3-1/5 себестоимости твердого сплава) и лучшей прочности, и широко используются на малых и средних предприятиях в развивающихся странах.

С другой стороны, по сравнению с инструментами с керамическим или алмазным покрытием, твердосплавные фрезы имеют свои преимущества и недостатки в производительности и применимости. Керамические фрезы (например, на основе оксида алюминия или нитрида кремния) имеют более высокую твердость (HV 1800-2200) и износостойкость, подходят для сверхскоростной резки ($V_c > 300$ м/мин) и обработки материалов высокой твердости (например, закаленной стали HRC 60+), но они относительно хрупкие (вязкость разрушения K_{Ic} составляет около 3-5 МПа·м^{1/2}), склонны к выкрашиванию при прерывистой резании или ударных нагрузках и дороги в производстве (примерно в 2-3 раза больше, чем у твердого сплава), что ограничивает их популярность. Инструменты с алмазным покрытием (например, CVD-алмаз) хорошо работают при обработке цветных металлов (например, алюминиевых сплавов и композитов из углеродного волокна), с износостойкостью в 10-20 раз выше, чем у карбида, но их химическое родство к материалам на основе железа приводит к быстрому износу, и риск отслоения покрытия высок, а стоимость намного выше, чем у карбида.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(примерно в 5-10 раз). Напротив, твердосплавные фрезы имеют вязкость разрушения (K_{Ic} 10-15 МПа·м^{1/2}), которая больше подходит для ударпрочности, имеют относительно низкие производственные затраты (примерно 50-100 долларов США за фрезу, в зависимости от размера и покрытия) и имеют значительно улучшенную долговечность благодаря технологии покрытия PVD или CVD (например, TiN, AlCrN), что делает их идеальным выбором для задач обработки со средними и высокими требованиями.

С исторической точки зрения разработка фрез из твердого сплава началась в начале 20 века. Немецкий ученый Шретер впервые синтезировал твердый сплав в 1923 году. После почти ста лет технологической итерации инструменты из твердого сплава постепенно стали отраслевым эталоном с формулировкой таких стандартов, как GB/T 14301 в 2008 году. В 2025 году с использованием искусственного интеллекта для оптимизации параметров резания и технологии 3D-печати для производства сложных инструментов индивидуализация фрез из твердого сплава будет еще больше улучшена. Например, многофункциональные композитные инструменты, разработанные для конкретных заготовок (интегрирующие фрезерование и сверление), демонстрируют свою адаптивность в интеллектуальном производстве. Международные стандарты, такие как ISO 6987 (твердосплавные пластины) и DIN 844 (общие технические условия для фрез), также содержат технические ориентиры для глобального применения фрез из твердого сплава, особенно на рынках ЕС и Северной Америки, где рыночный спрос увеличится примерно на 8% в период с 2024 по 2025 год, что приведет к соответствующим инвестициям в НИОКР.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Характеристики твердосплавных фрез

3.1 Физические свойства твердосплавных фрез

Твердосплавные фрезы занимают важное место в режущих инструментах благодаря своим превосходным физическим свойствам, которые позволяют им адаптироваться к требованиям обработки высокой прочности, высокой скорости и сложным рабочим условиям. Прежде всего, их высокая твердость является основным преимуществом, обычно достигая HV 1200-1800 (твердость по Виккерсу), что значительно превышает HV 700-800 традиционной быстрорежущей стали (HSS). Этот уровень твердости проверяется твердомером по Виккерсу (нагрузка 30 кг), что обеспечивает устойчивость фрезы при резке высокотвердых материалов (таких как закаленная сталь HRC 50+). Кроме того, твердосплавные фрезы обладают превосходной износостойкостью. Эта особенность обусловлена высокой износостойкостью частиц карбида вольфрама (WC) в сочетании с повышенной прочностью связующей фазы кобальта (Co), что значительно продлевает срок службы инструмента. Испытания на долговечность (например, стандарт ISO 8688-1) показывают, что при резке стали (HB 200) ширина полосы износа (VB) может контролироваться в пределах 0,3 мм, а время непрерывной работы может достигать 30-50 часов в зависимости от параметров резки и материала заготовки. В-третьих, термостойкость является еще одной изюминкой твердосплавных фрез, которые могут стабильно работать при температуре 800-1000 °C и даже выдерживать высокие температуры до 1100 °C после оснащения покрытием TiAlN. Благодаря своим характеристикам он подходит для сухой резки или высокоскоростной обработки (V_c 100–200 м/мин), что снижает потребность в использовании охлаждающей жидкости, что соответствует тенденции экологичного производства в 2025 году. Кроме того, твердый сплав имеет низкий коэффициент теплового расширения (около $4,5-6,0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) и может сохранять геометрическую точность при высоких температурах, что особенно актуально для высокоточных деталей в аэрокосмической отрасли.

Характеристики твердости твердосплавных фрез

Диапазон: HV 1200-1800

Метод испытания: твердомер по Виккерсу (нагрузка 30 кг)

Преимущества применения: Подходит для резки закаленной стали (HRC 50+)

Износостойкость твердосплавных фрез

Основной материал: карбид вольфрама (WC) + кобальт (Co)

Индекс долговечности: ширина полосы износа (ШИ) $\leq 0,3$ мм

Срок службы: 30-50 часов (в зависимости от условий эксплуатации)

Теплостойкость твердосплавных фрез

Рабочая температура: 800-1000°C, покрытие TiAlN до 1100°C

Сценарии применения: сухая резка, высокоскоростная обработка (V_c 100-200 м/мин)

Экологическая выгода: снижение потребности в охлаждающей жидкости

Термическая стабильность твердосплавных фрез

Коэффициент теплового расширения: $4,5-6,0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Применение в промышленности: высокоточные детали для аэрокосмической отрасли

3.2 Геометрические характеристики твердосплавных фрез

Геометрические характеристики твердосплавных фрез обеспечивают основу их универсальности и высокоточной обработки. Конструкции режущих кромок разнообразны, включая прямые зубья, спиральные зубья или зубчатые зубья, каждая из которых оптимизирована для определенных задач обработки. Конструкция прямых зубьев (угол наклона винтовой линии 0°) подходит для черновой обработки на низкой скорости, с высокой стабильностью резания, но большой вибрацией; конструкция спиральных зубьев (угол наклона винтовой линии 15° - 45°) снижает силу удара за счет постепенного резания, подходит для высокоскоростной чистовой обработки и обработки сложных поверхностей, особенно широко используется в производстве пресс-форм; зубчатые или гофрированные режущие кромки используются для обработки канавок и резки тонкостенных заготовок для улучшения возможностей контроля стружки. В 2025 году, с популяризацией 5-осевых станков с ЧПУ, настраиваемые конструкции угла наклона винтовой линии (например, 30° - 40°) еще больше оптимизируют отвод стружки и чистоту поверхности. Кроме того, требования к точности являются еще одной изюминкой твердосплавных фрез. Уровень допуска обычно составляет h6 (диаметр 3-10 мм) или h7 (диаметр 12-25 мм). Благодаря контролю с помощью трехмерной координатно-измерительной машины (КИМ) обеспечивается, что погрешность соосности составляет $\leq 0,01$ мм, а погрешность круглости составляет $\leq 0,005$ мм. Эта высокоточная характеристика делает его превосходным в микрообработке (например, отверстия для штифтов электронных компонентов), отвечая строгим требованиям контроля допусков в производстве смарт-устройств.

Конструкция кромки твердосплавной фрезы

Зубы ровные

Угол наклона спирали 0° , подходит для черновой обработки на низких скоростях

Винтовые зубья

Угол наклона спирали 15° - 45° , подходит для высокоскоростной чистовой обработки

Зубчатый/рифленый

Оптимизированная проточка канавок и резка тонких стенок

Тенденция кастомизации твердосплавных фрез

Диапазон угла наклона винтовой линии: 30° - 40° (оптимизирован для 5-осевых станков)

Сферы применения: сложные поверхности, изготовление пресс-форм.

Стандарты точности для твердосплавных фрез

Класс допуска: h6 (3-10 мм), h7 (12-25 мм)

Инструмент контроля: Координатно-измерительная машина (КИМ)

Показатель точности: соосность $\leq 0,01$ мм, круглость $\leq 0,005$ мм

Применение твердосплавных фрез для микрообработки

Диапазон диаметров: 0,5-2 мм

Спрос в отрасли: отверстия для электронных компонентов 5G

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 обработка поверхности твердосплавных фрез

Технология обработки поверхности значительно улучшила производительность и применимость твердосплавных фрез. Технология покрытия является ключевой. Обычные покрытия включают нитрид титана (TiN), нитрид титана-алюминия (TiAlN) или нитрид алюминия-хрома (AlCrN), которые наносятся при температуре 450-500 °C методом физического осаждения из паровой фазы (PVD), а толщина покрытия обычно составляет 1-3 мкм. Покрытие TiN обеспечивает базовую износостойкость и смазывающую способность, подходит для общей обработки стали; покрытие TiAlN является первым выбором для высокоскоростной резки и сухой резки благодаря своей высокой термостойкости и стойкости к окислению (до 900 °C); покрытие AlCrN хорошо работает при обработке нержавеющей стали или титановых сплавов, обладая лучшей коррозионной стойкостью и вязкостью, а прочность сцепления обычно составляет более 70 МПа (подтверждено испытанием на царапину). Кроме того, шероховатость поверхности является важным показателем контроля качества. Ra режущей части обычно контролируется на уровне $\leq 1,6$ мкм, что достигается шлифованием и полировкой с ЧПУ, в то время как Ra хвостовика может достигать $\leq 0,8$ мкм, чтобы обеспечить идеальное соответствие шпинделю станка. В 2025 году с разработкой нанопокровтий (таких как нано-многослойный TiAlN) и самосмазывающихся покрытий (таких как композитные покрытия MoS₂) коэффициент трения твердосплавных фрез может быть снижен до уровня ниже 0,2, что еще больше повысит эффективность резания и срок службы инструмента. В частности, резко возрос спрос на высокопроизводительные покрытия в аэрокосмической отрасли.

4. Классификация твердосплавных фрез

4.1 Классификация твердосплавных фрез — классификация по структуре

По своей конструктивной конструкции твердосплавные фрезы можно разделить на интегральные, индексируемые и вставные зубчатые. Каждый тип имеет свои преимущества в производственном процессе, жесткости, применимых сценариях и производительности. Интегральная фреза спекается целиком с помощью процесса порошковой металлургии, с самой высокой жесткостью и точностью, подходит для высокоточной обработки, такой как детали для аэрокосмической промышленности и микроэлектронные компоненты, особенно при высокоскоростной резке (V_c 100-200 м/мин). Индексируемая фреза имеет конструкцию сменной вставки, которая проста в обслуживании и адаптируется к сложной контурной обработке, такой как изготовление автомобильных форм. Вставная зубчатая фреза сочетает в себе твердосплавные зубья и стальной корпус фрезы с учетом твердости и прочности и подходит для грубой обработки с большими нагрузками, такой как обработка толстых пластин в судостроительной промышленности. В 2025 году технология 3D-печати способствует персонализированному дизайну формы зуба вставных зубчатых фрез.

Классификация	Конструктивные особенности	Сценарий применения	Преимущества производительности
Монолитный	Цельноспеченный карбид	Высокоточная обработка (аэрокосмическая промышленность, микроэлектроника)	Высокая жесткость, высокая устойчивость к разрушению
Индексируемый	Корпус из стали/твердого сплава + сменные вставки	Крупносерийное производство, сложные контуры (автомобильные формы)	Легко заменяется и легко адаптируется
Зубчатый	Корпус фрезы из стали/чугуна с твердосплавными зубьями	Тяжелая черновая обработка (толстые листы для транспортировки)	Баланс твердости и прочности

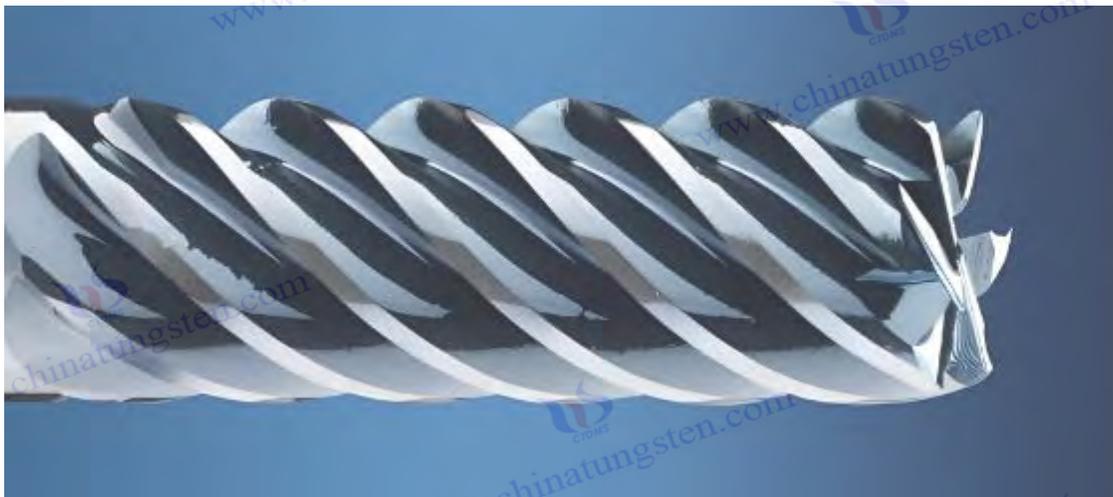
4.2 Классификация твердосплавных фрез — классификация по области применения

В зависимости от цели обработки твердосплавные фрезы делятся на фрезы для галтелей, фрезы для шпоночных пазов, фрезы для пильных дисков и фрезы для форм, и каждый тип оптимизирован для определенных заготовок и процессов. Фрезы для галтелей используются для галтелей или снятия фасок с кромок, чтобы обеспечить чистоту поверхности при обрезке пресс-форм и декоративной обработке. Фрезы для шпоночных пазов специально разработаны для полукруглых или прямоугольных шпоночных пазов валов механической трансмиссии и соответствуют соответствующим стандартам. Фрезы для пильных дисков подходят для обработки канавок и прорезей с многозубой конструкцией и широко используются в пластинах из алюминиевого сплава и композитных материалах. Фрезы для форм

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

поддерживают точную обработку пресс-форм со сложной геометрией. В 2025 году их индивидуальные модели (например, сверхтонкие пильные диски) привлекли внимание из-за спроса на корпуса аккумуляторных батарей электромобилей.

Классификация	использовать	Технические параметры	Сценарий применения	Стандарты/Характеристики
Угловая фреза	Скругление/снятие фаски с кромок	Допуск h6	Обрезка форм и декоративная обработка	Качество поверхности Ra ≤ 1,2 мкм
Фреза для обработки шпоночных пазов	Обработка полукруглых/прямоугольных шпоночных пазов	Ширина 1-8 мм	Вал механической трансмиссии	ГБ/Т 1127-2023
Фреза с лезвием	Прорезание канавок, резка, прорезка	Количество зубцов: 4-20, толщина: 0,5-3 мм.	Пластина из алюминиевого сплава, композитный материал	ГБ/Т 14301-2008
Фреза для формовки	Прецизионная обработка пресс-форм/штампов	Сложная геометрия (например, ступенчатые формы)	Автомобильная штамповочная форма, литейная форма	ГБ/Т 20773-2006



4.3 Классификация твердосплавных фрез — классификация по покрытию

Технология покрытия существенно влияет на производительность твердосплавных фрез, которые делятся на непокрытые, покрытые TiN, покрытые TiAlN и покрытые AlCrN в зависимости от типа покрытия. Непокрытые фрезы подходят для низкоскоростной резки или обработки цветных металлов, но имеют ограниченную износостойкость. Покрытие TiN обеспечивает базовую износостойкость и смазывающую способность, подходит для общей обработки стали. Покрытие TiAlN является первым выбором для высокоскоростной резки из-за его высокой термостойкости, в то время как покрытие AlCrN отличается превосходной коррозионной стойкостью. В 2025 году исследования и разработки нанопокровтий и экологически чистых покрытий (таких как CrN) улучшили срок службы и эффективность, особенно в производстве аэрокосмических и медицинских приборов. Спрос увеличился, и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

стандарт ISO 13399 поддерживает глобальное цифровое управление.

Классификация	Технические параметры	Эксплуатационные характеристики	Сценарий применения	Технологии
Без покрытия	-	Ограниченная износостойкость	Низкоскоростная резка ($V_c < 50$ м/мин), цветные металлы	-
Покрытие TiN	Толщина 1-2 мкм	Базовая износостойкость, смазывающая способность	Сталь общего назначения, чугун	ПВД
Покрытие TiAlN	Толщина 2-3 мкм	Высокая термостойкость (900°C), антиокислительная	Высокоскоростная резка, сухая резка	PVD/CVD
покрытие AlCrN	Толщина 2-4 мкм	Коррозионная стойкость, прочность	Нержавеющая сталь, титановый сплав	ПВД



5. Процесс изготовления твердосплавной фрезы

5.1 Подготовка материала твердосплавной фрезы

Процесс производства твердосплавных фрез начинается с высокоточной подготовки материала и использует передовые технологии порошковой металлургии для обеспечения однородности и стабильности производительности материала. Основным сырьем является порошок карбида вольфрама (WC), диапазон размеров частиц которого точно контролируется в пределах 0,5-2 мкм, а чистота достигает 99,8%. Он обнаруживается лазерным анализатором размера частиц для обеспечения равномерного распределения частиц (D50 составляет около 1,2 мкм) для достижения высокой твердости и превосходной износостойкости. Фаза связывания в основном использует порошок кобальта (Co), содержание обычно составляет 6%-12% (весовой процент), а размер частиц контролируется в пределах 1-1,5 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Количество добавляемого кобальта точно регулируется с помощью анализа рентгеновской флуоресцентной спектроскопии (XRF) для баланса твердости и прочности. Кроме того, в соответствии с требованиями конкретного применения могут быть добавлены следовые упрочняющие фазы, такие как карбид титана (TiC, 0,5%-2%) и карбид тантала (TaC, 0,3%-1%). Эти добавки наблюдаются с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на предмет их дисперсии в матрице для оптимизации высокотемпературных характеристик и антиадгезии. В процессе смешивания используется высокоэнергетическая планетарная шаровая мельница с соотношением шаров к материалу 10:1, с использованием карбидных шаровых измельчающих сред, работающих со скоростью 200-300 об/мин и длящихся 24-48 часов. В течение этого периода регулярно отбираются образцы для проверки однородности порошка (стандартное отклонение < 5%), чтобы гарантировать соответствие стандарту GB/T 5244-2018. Прессование осуществляется с помощью одноосного гидравлического пресса или холодного изостатического пресса (CIP), при этом давление составляет 150-200 МПа, а время прессования составляет 10-20 секунд. Плотность заготовки достигает 60%-70% от теоретической плотности (около 12-14 г/см³), а отклонение плотности контролируется в пределах ±0,2 г/см³ методом Архимеда. В 2025 году наноразмерный порошок WC (размер частиц <0,2 мкм) и оптимизация соотношения с помощью ИИ (например, прогнозирование оптимального содержания Co на основе машинного обучения) значительно улучшили свойства материала, особенно при изготовлении микрофрез (диаметром 0,5-2 мм), где эффект измельчения зерна увеличил твердость до более чем HV 1800.

сырье

Основной компонент: карбид вольфрама (WC), размер частиц 0,5-2 мкм, чистота 99,8%, D50 1,2 мкм

Связующая фаза: кобальт (Co), размер частиц 1-1,5 мкм, содержание 6%-12%

Добавки: TiC (0,5%-2%), TaC (0,3%-1%), дисперсия с помощью СЭМ

Процесс смешивания

Оборудование: Высокоэнергетическая планетарная шаровая мельница, соотношение шаров к материалу 10:1, скорость 200-300 об/мин.

Время: 24-48 часов, стандартное отклонение однородности < 5%

Стандарт: GB/T 5244-2018

Нажатие

Давление: 150-200 МПа, время 10-20 секунд

Плотность: 60%-70% теоретической плотности (12-14 г/см³), отклонение ±0,2 г/см³

Тенденции в технологиях: наноразмерный порошок WC, оптимизированное соотношение с помощью ИИ

5.2 Поток обработки твердосплавной фрезой

Процесс обработки преобразует заготовку в готовую фрезу в два этапа: черновую и чистовую

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обработку, гарантируя геометрическую точность и качество поверхности. Черновая обработка удаляет излишки материала путем токарной обработки или фрезерования с использованием твердосплавных инструментов или поликристаллических алмазных (PCD) инструментов со скоростью резания (V_c), контролируемой на уровне 50-100 м/мин, скоростью подачи (f_n) 0,1-0,2 мм/об, глубиной резания (a_p), установленной на уровне 1-3 мм, и припуском на обработку 0,5-1 мм. Оборудование использует токарный станок с ЧПУ или четырехкоординатный обрабатывающий центр со скоростью вращения шпинделя 1000-3000 об/мин. Система контроля силы резания гарантирует, что она не превысит 500 Н, чтобы избежать растрескивания заготовки. Финишная обработка производится с использованием высокоточной технологии шлифования с ЧПУ, с использованием алмазных шлифовальных кругов на смоляной связке (зернистость #400-#600), скорость шлифования 20-30 м/с, скорость подачи 0,02-0,05 мм/проход, шероховатость поверхности R_a после обработки контролируется на уровне $\leq 0,8$ мкм, а класс допуска достигает h6-h7 (диаметр 3-25 мм). Ошибка соосности определяется лазерным интерферометром и контролируется в пределах 0,01 мм, а ошибка круглости составляет $\leq 0,005$ мм. Режущая кромка обрабатывается электроискровой обработкой (ЭИ, энергия импульса 0,1-0,5 Дж) или лазерной обработкой (мощность 50-100 Вт, длина волны 1064 нм) для формирования прямых зубцов (угол наклона спирали 0°), спиральных зубцов (угол наклона спирали 15° - 45°) или зубчатых режущих кромок, а угол фаски режущей кромки составляет $0,1^\circ$ - $0,3^\circ$ для снижения напряжения резания. В 2025 году технологии аддитивного производства (такие как селективная лазерная плавка, SLM) представят сложные конструкции корпуса инструмента с мощностью лазера 200-400 Вт и толщиной слоя 20-50 мкм, что сократит цикл обработки до 4-6 часов и улучшит геометрическую гибкость, что сделает их особенно подходящими для многофункциональных композитных инструментов.

черновая обработка

Метод: Токарная обработка или фрезерование

Инструменты: Твердосплавные/PCD инструменты

Параметры: V_c 50-100 м/мин, f_n 0,1-0,2 мм/об, a_p 1-3 мм, сила резания < 500 Н

Оборудование: токарный станок с ЧПУ/четырёхкоординатный обрабатывающий центр, 1000-3000 об/мин

отделка

Метод: шлифование с ЧПУ

Инструмент: Алмазный шлифовальный круг на смоляной связке (#400-#600)

Точность: h6-h7, $R_a \leq 0,8$ мкм, соосность $\leq 0,01$ мм, круглость $\leq 0,005$ мм

Параметры: скорость 20-30 м/с, f_n 0,02-0,05 мм/проход

Обработка кромок

Технология: EDM (0,1-0,5 Дж) / Лазерная обработка (50-100 Вт, 1064 нм)

Тип лезвия: прямые зубья (0°), спиральные зубья (15° - 45°), зубчатые

Фаска: $0,1^\circ$ - $0,3^\circ$

Тренд: SLM (200-400 Вт, толщина слоя 20-50 мкм, 4-6 ч)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.3 Термическая обработка твердосплавных фрез

Процесс спекания

Процесс спекания является основным звеном в производстве фрез из твердого сплава, который преобразует прессованную заготовку в высокоплотный, высокопроизводительный материал из твердого сплава. На основе характеристик сырья карбида вольфрама (WC), кобальта (Co) и добавок (TiC, TaC) спекание принимает технический маршрут, который объединяет вакуумное спекание и горячее изостатическое прессование (HIP). Процесс спекания осуществляется в вакуумной печи, степень вакуума контролируется на уровне 10^{-3} Па, температура точно устанавливается на уровне 1350-1450 °C, а скорость нагрева поддерживается на уровне 5-10 °C/мин для обеспечения равномерного роста зерна. Время выдержки составляет 1-2 часа, в течение которых при горячем изостатическом прессовании прикладывается давление 5-10 МПа для содействия уплотнению заготовки, и плотность достигает 98% -99% от теоретической плотности (около 14,5-15 г/см³), а отклонение плотности контролируется в пределах $\pm 0,1$ г/см³ методом Архимеда. Добавки TiC и TaC повышают высокотемпературную твердость и антиадгезию в процессе спекания, а размер зерна контролируется на уровне 0,5-1,5 мкм с помощью анализа дифракции обратного рассеяния электронов (EBSD). В 2025 году технология спекания с использованием поля (SPS) позволила использовать импульсный ток (1000–2000 А, напряжение 5–10 В), сократить время спекания до 30–60 минут, а размер зерна уменьшить до 0,2–0,5 мкм, что особенно подходит для высоких требований к производительности микрофрез.

Среда спекания

Условия: вакуумная печь, степень вакуума 10^{-3} Па

Цель: Предотвратить окисление

Температура и время

Диапазон: 1350-1450°C, скорость нагрева 5-10°C/мин

Сохранение тепла: 1-2 часа

давление

Метод: горячее изостатическое прессование (ГИП), 5-10 МПа

Плотность: 98%-99% теоретической плотности (14,5-15 г/см³), отклонение $\pm 0,1$ г/см³

Контроль зерна

Инструмент: EBSD, размер 0,5-1,5 мкм

Добавки: TiC (0,5%-2%), TaC (0,3%-1%)

Тенденции развития технологий

Метод: Спекание с использованием поля (SPS, 1000-2000 А, 5-10 В)

Продолжительность: 30-60 минут.

Зерно: 0,2-0,5 мкм

Применение: Микрофреза

5.4 Нанесение покрытия на фрезы из твердого сплава

Нанесение покрытия является последним шагом для улучшения производительности фрез из

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

цементированного карбида, а износостойкость и термостойкость значительно повышаются за счет передовой технологии обработки поверхности. Физическое осаждение из паровой фазы (PVD) является основным процессом, использующим катодно-дуговое ионное покрытие или магнетронное распыление при температуре 450-500 °С. Предварительная обработка подложки включает ультразвуковую очистку (частота 40 кГц, 10 мин) и плазменное травление (мощность 200-300 Вт, 10-15 мин) для удаления поверхностного оксидного слоя и улучшения адгезии. Типы покрытий включают нитрид титана (TiN), нитрид титана-алюминия (TiAlN) и нитрид алюминия-хрома (AlCrN). Толщина точно контролируется на уровне 1-4 мкм. Однородность толщины (отклонение $\pm 0,1$ мкм) обеспечивается с помощью оптической микроскопии и рентгеновского дифракционного (XRD) анализа. Прочность сцепления проверяется с помощью царапающего теста и должна превышать 70 МПа (критическая нагрузка Lc2). Скорость осаждения покрытия TiN составляет 0,5-1 мкм/ч, термостойкость покрытия TiAlN достигает 900 °С, коррозионная стойкость покрытия AlCrN проверяется испытанием в солевом тумане (ASTM B117), а долговечность увеличивается на 30%. В 2025 году многослойные нанопокртия (такие как TiAlN / AlCrN) будут реализованы методом многоцелевого магнетронного распыления со скоростью осаждения 1-2 мкм/ч, однородностью толщины $\pm 0,05$ мкм, коэффициентом трения, сниженным до уровня ниже 0,2, прочностью сцепления 80 МПа, что значительно продлит срок службы инструмента, особенно в аэрокосмической (обработка титановых сплавов) и медицинской областях (имплантаты из нержавеющей стали).

Тип покрытия

Материалы: TiN, TiAlN, AlCrN

Толщина: 1-4 мкм, отклонение $\pm 0,1$ мкм с помощью микроскопа/рентгенодифракционного анализа

Прочность связи: > 70 МПа (Lc2)

Процесс PVD

Температура: 450-500°C

Метод: катодно-дуговое ионное напыление/магнетронное распыление, скорость 0,5-2 мкм/ч

Предварительная обработка: ультразвуковая очистка (40 кГц, 10 мин), плазменное травление (200-300 Вт, 10-15 мин)

Развитие технологий

Инновация: Нано многослойное покрытие (TiAlN/AlCrN), скорость 1-2 мкм/ч

Точность: однородность толщины $\pm 0,05$ мкм, прочность сцепления 80 МПа

Применение: аэрокосмическая промышленность (титановый сплав), медицина (нержавеющая сталь)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6. Области применения твердосплавных фрез

6.1 Применение твердосплавных фрез — производство

Производство является наиболее широко используемой областью для твердосплавных фрез, и их высокие эксплуатационные характеристики отвечают потребностям различных сложных условий работы. Автомобильная промышленность использует твердосплавные фрезы для обработки цилиндров двигателей, коленчатых валов, зубчатых передач и тормозных дисков со скоростью резания (V_c) 150-200 м/мин, скоростью подачи (f_n) 0,1-0,2 мм/зуб, глубиной резания (a_p) 0,5-2 мм и шероховатостью поверхности $R_a \leq 0,4$ мкм, что обеспечивает точность и долговечность компактных электромобилей и высокопроизводительных компонентов двигателей внутреннего сгорания. В аэрокосмической отрасли изготавливаются сложные лопасти, корпуса и обшивки путем обработки титановых сплавов, жаропрочных сплавов на основе никеля (например, Inconel 718) и алюминий-литиевых сплавов со скоростью резания (V_c) 100-150 м/мин, жаропрочные покрытия (например, TiAlN) поддерживают сухую резку, а точность обработки достигает уровня IT6-IT7 с глубиной резания (a_p) 0,5-1 мм. В тяжелом машиностроении твердосплавные фрезы используются для обработки стальных отливок и поковок, таких как крупные шестерни и гнезда подшипников, со скоростью резания (V_c) 60-100 м/мин и скоростью подачи (f_n) 0,15-0,25 мм/зуб, что подходит для обработки с высокой нагрузкой. В 2025 году в связи с ростом спроса на новые энергетические транспортные средства, беспилотные летательные аппараты и оборудование для водородной энергетики твердосплавные фрезы малого диаметра (диаметром 1-3 мм) будут все чаще использоваться для послойной резки легких деталей и композитов, армированных углеродным волокном (CFRP), при этом скорость резки увеличится до 250 м/мин, что позволит снизить уровень дефектов слоев более чем на 90%.

автомобильная промышленность

Применение: блоки двигателей, коленчатые валы, трансмиссионные шестерни, тормозные диски.

Параметры: V_c 150-200 м/мин, f_n 0,1-0,2 мм/зуб, a_p 0,5-2 мм, $R_a \leq 0,4$ мкм

Тенденции: электромобили, легкие компоненты

Аэрокосмическая промышленность

Применение: титановый сплав, лопасти из сплава Inconel 718, корпус, обшивка из алюминий-литиевого сплава

Параметры: V_c 100-150 м/мин, a_p 0,5-1 мм, точность IT6-IT7

Тенденции: Сухая резка, обработка углепластика

Тяжелая техника

Применение: Стальное литье, поковки, крупные шестерни, гнезда подшипников.

Параметры: V_c 60-100 м/мин, f_n 0,15-0,25 мм/зуб

Тенденция: Высокая устойчивость к нагрузкам

6.2 Применение твердосплавной фрезы — изготовление пресс-форм

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Индустрия производства пресс-форм опирается на высокую точность и износостойкость твердосплавных фрез для удовлетворения требований обработки сложных геометрий. Сложные контуры штамповочных и литевых форм обрабатываются с помощью винтовых зубчатых фрез (угол наклона винтовой линии 30° - 40°) со скоростью резания (V_c) 80-120 м/мин, скоростью подачи (f_n) 0,05-0,15 мм/зуб, глубиной резания (a_p) 0,3-0,8 мм и контролируемой шероховатостью поверхности R_a в пределах 0,6 мкм, что гарантирует срок службы пресс-формы более 1 миллиона штамповок. Обработка электродов литевых форм из пластика осуществляется с помощью твердосплавной фрезы с тонкой кромкой (диаметр 0,5–2 мм) с точностью обработки $\pm 0,005$ мм и скоростью резания (V_c) 50–80 м/мин, что подходит для высокоглянцевых поверхностей ($R_a \leq 0,2$ мкм) и сложных полостей. При обработке стеклянных форм твердосплавные фрезы используются для обработки термостойких стеклянных форм со скоростью резания (V_c) 40–70 м/мин и прочностью, которая обеспечивает непрерывную обработку более 300 часов. В 2025 году с развитием интеллектуального производства фрезы для форм будут интегрированы с технологией Industry 4.0 для мониторинга параметров резки в реальном времени (таких как сила резания < 300 Н, температура < 600 °C) для оптимизации эффективности обработки автомобильных корпусов, корпусов бытовой электроники и форм для медицинских приборов.

Штамповочные/литевые формы

Применение: Обработка сложных контуров

Параметры: V_c 80-120 м/мин, f_n 0,05-0,15 мм/зуб, a_p 0,3-0,8 мм, $R_a \leq 0,6$ мкм

Характеристики: Срок службы > 1 миллиона штамповок

Пластиковая литевая форма

Применение: обработка электродов, сложная полость

Параметры: диаметр 0,5-2 мм, V_c 50-80 м/мин, точность $\pm 0,005$ мм, $R_a \leq 0,2$ мкм

Тенденции: высокий глянец, интеграция с Индустрией 4.0

Стеклянная форма

Применение: Термостойкая стеклянная форма

Параметры: V_c 40-70 м/мин, долговечность > 300 ч.

Тенденция: Оптимизация термостойкости

6.3 Применение твердосплавных фрез — Энергетическая промышленность

Энергетическая промышленность является новой областью применения твердосплавных фрез, особенно в производстве оборудования для возобновляемой и традиционной энергетики. Ветроэнергетическая промышленность использует твердосплавные фрезы для обработки главного вала и соединений башни лопастей ветряных турбин со скоростью резания (V_c) 60-90 м/мин и глубиной резания (a_p) 0,5-1,5 мм. Износостойкость обеспечивает непрерывную обработку в течение более 400 часов. В солнечной промышленности твердосплавные фрезы используются для обработки рам и кронштейнов кремниевых пластин со скоростью резания (V_c) 80-120 м/мин и точностью $\pm 0,01$ мм для обеспечения структурной

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

стабильности компонентов. Нефтегазовая промышленность использует их для обработки компонентов буровых долот и корпусов клапанов со скоростью резания (V_c) 50-80 м/мин. Коррозионностойкие покрытия (например, AlCrN) увеличивают срок службы в кислых средах. В 2025 году с развитием офшорной ветроэнергетики и водородного энергетического оборудования возрастет спрос на коррозионно-стойкую обработку твердосплавных фрез в морских условиях, а скорость резания увеличится до 150 м/мин.

Энергия ветра

Применение: лопасти ветряных турбин, главные валы, соединения башен

Параметры: V_c 60-90 м/мин, ap 0,5-1,5 мм, долговечность > 400 ч.

Тенденция: офшорная ветроэнергетика

Солнечная

Применение: рамка из кремниевой пластины, кронштейн

Параметры: V_c 80-120 м/мин, точность $\pm 0,01$ мм

Тенденция: Стабильность компонентов

Нефть и газ

Применение: Сборка сверла, корпус клапана

Параметры: V_c 50-80 м/мин

Тенденция: коррозионная стойкость, водородное энергетическое оборудование

6.4 Применение твердосплавных фрез — медицинские приборы

Производство медицинских приборов требует высокой точности и биосовместимости твердосплавных фрез. Ортопедические имплантаты (например, тазобедренные и коленные суставы) обрабатываются микротвердосплавными фрезами (диаметром 0,1–0,3 мм) со скоростью резания (V_c) 30–50 м/мин, точностью $\pm 0,001$ мм и шероховатостью поверхности $R_a \leq 0,1$ мкм для обеспечения биосовместимости с организмом человека. Обработка форм стоматологических инструментов использует спиральные зубчатые фрезы со скоростью резания (V_c) 40–60 м/мин и глубиной резания (ap) 0,1–0,3 мм для удовлетворения потребностей высокоточного литья. В 2025 году с развитием персонализированной медицины увеличится применение твердосплавных фрез в 3D-печатных медицинских моделях и индивидуальной обработке имплантатов, а скорость резания будет увеличена до 200 м/мин.

Ортопедические имплантаты

Применение: Тазобедренный сустав, коленный сустав

Параметры: диаметр 0,1-0,3 мм, V_c 30-50 м/мин, точность $\pm 0,001$ мм, $R_a \leq 0,1$ мкм

Тенденции: 3D-печать, персонализированная медицина

Стоматологические инструменты

Применение: Обработка пресс-форм

Параметры: V_c 40-60 м/мин, ap 0,1-0,3 мм

Тенденция: **Высокоточное литье**

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.5 Применение твердосплавных фрез в электронной промышленности

Обработка отверстий в смартфонах и устройствах 5G использует микрофрезы диаметром 0,1-0,5 мм, скоростью резания (V_c) 200-300 м/мин и точностью обработки $\pm 0,002$ мм, что подходит для производства плат высокой плотности. Формы для корпусирования полупроводников обрабатываются с помощью высокоточных фрез со скоростью резания (V_c) 100-150 м/мин и шероховатостью поверхности $R_a \leq 0,3$ мкм. В 2025 году с популяризацией носимых устройств и Интернета вещей спрос на обработку гибких плат и микродатчиков резко возрастет, а скорость резки будет увеличена до 350 м/мин.

Смартфон/5G

Применение: Микроотверстие для штифта

Параметры: диаметр 0,1-0,5 мм, V_c 200-300 м/мин, точность $\pm 0,002$ мм

Тенденция: Гибкие печатные платы

Корпусирование полупроводников

Применение: Обработка пресс-форм

Параметры: V_c 100-150 м/мин, $R_a \leq 0,3$ мкм

Тенденция: Микросенсоры

6.6 Применение твердосплавной фрезы — обработка строительных материалов

При обработке строительных материалов твердосплавные фрезы используются для обработки камня, керамики и цементных изделий. Для резьбы по камню используются зубчатые фрезы со скоростью резания (V_c) 30-50 м/мин, глубиной резания (ap) 1-2 мм и прочностью, которая обеспечивает непрерывную обработку более 200 часов. Тонкие фрезы используются для отделки керамической плитки со скоростью резания (V_c) 20-40 м/мин и точностью $\pm 0,01$ мм. В 2025 году спрос на обработку зеленых строительных материалов (таких как переработанный бетон) увеличивается, и скорость резания увеличивается до 80 м/мин.

Резьба по камню

Применение: Камень, Керамика

Параметры: V_c 30-50 м/мин, ap 1-2 мм, долговечность > 200 ч.

Тенденция: переработанный бетон

Керамическая плитка

Применение: Отделка

Параметры: V_c 20-40 м/мин, точность $\pm 0,01$ мм

Тенденция: Экологичные здания

6.7 Применение твердосплавных фрез — судостроение

В судостроении твердосплавные фрезы применяются для обработки корпусных стальных листов и лопастей гребных винтов. Черновая обработка стальных листов осуществляется

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

зубчатой фрезой со скоростью резания (Vc) 50-80 м/мин и глубиной резания (ap) 2-4 мм. Тонкая обработка лопастей гребных винтов осуществляется спиральнозубой фрезой со скоростью резания (Vc) 60-100 м/мин и точностью $\pm 0,02$ мм. В 2025 году возрастет спрос на коррозионно-стойкую обработку морского инженерного оборудования.

Корпус стальной пластины

Применение: Черновая обработка

Параметры: Vc 50-80 м/мин, ap 2-4 мм

Тенденция: Устойчивость к коррозии

Лопастя пропеллера

Применение: Отделка

Параметры: Vc 60-100 м/мин, точность $\pm 0,02$ мм

Тенденция: Оффшорное проектирование

6.8 Применение твердосплавных фрез — железнодорожный транспорт

В сфере железнодорожного транспорта твердосплавные фрезы используются для обработки колес и компонентов пути. Для обработки колес используются фрезы с закругленными углами со скоростью резания (Vc) 40-70 м/мин и глубиной резания (ap) 1-3 мм. Высокоточные фрезы используются для чистовой обработки компонентов пути со скоростью резания (Vc) 50-80 м/мин и точностью $\pm 0,01$ мм. В 2025 году возрастет спрос на обработку компонентов высокоскоростных железных дорог и поездов на магнитной подвеске.

колесо

Применение: Обработка

Параметры: Vc 40-70 м/мин, ap 1-3 мм

Тенденция: Компоненты высокоскоростных железных дорог

Компоненты пути

Применение: Отделка

Параметры: Vc 50-80 м/мин, точность $\pm 0,01$ мм

Тренд: поезд на магнитной подушке

6.9 Применение твердосплавных фрез – сельскохозяйственная техника

В производстве сельскохозяйственной техники твердосплавные фрезы используются для обработки лемехов и деталей комбайнов. Лемеха обрабатываются фрезами с пильными дисками, со скоростью резания (Vc) 40-60 м/мин и глубиной резания (ap) 1-2 мм. Для финишной обработки деталей комбайнов используются спиральные зубчатые фрезы со скоростью резания (Vc) 50-70 м/мин и точностью $\pm 0,01$ мм. В 2025 году возрастет спрос на обработку интеллектуального сельскохозяйственного оборудования.

Лемех

Применение: Обработка

Параметры: Vc 40-60 м/мин, ap 1-2 мм

Тенденция: умное сельское хозяйство

Детали комбайна

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Применение: Отделка

Параметры: Vc 50-70 м/мин, точность $\pm 0,01$ мм

Тенденция: Оборудование для автоматизации

6.10 Применение твердосплавных фрез — другие перспективные области

Другие новые области включают обработку ювелирных изделий, производство компонентов космических аппаратов и спортивного инвентаря. Обработка ювелирных изделий использует микрокарбидные фрезы (диаметром 0,05-0,2 мм) со скоростью резания (Vc) 20-40 м/мин и точностью $\pm 0,001$ мм. Компоненты космических аппаратов обрабатываются высокотемпературными фрезами со скоростью резания (Vc) 100-150 м/мин. Спортивное оборудование (например, головки клюшек для гольфа) обрабатываются с помощью радиусных фрез со скоростью резания (Vc) 50-80 м/мин. В 2025 году спрос на индивидуальную обработку в этих областях продолжит расти.

Ювелирное дело

Применение: Тонкая гравировка

Параметры: диаметр 0,05-0,2 мм, Vc 20-40 м/мин, точность $\pm 0,001$ мм

Тенденция: кастомизация

Компоненты космического корабля

Применение: Обработка с высокой термостойкостью

Параметры: Vc 100-150 м/мин

Тенденция: Исследование дальнего космоса

Спортивное оборудование

Применение: Головки клюшек для гольфа

Параметры: Vc 50-80 м/мин

Тенденция: облегченный дизайн

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



7. Техническое обслуживание и уход за твердосплавными фрезами

7.1 Ежедневная чистка твердосплавных фрез

Ежедневная очистка твердосплавных фрез является ключевым шагом для продления срока их службы и поддержания производительности резки. После использования стружку следует немедленно сдувать сжатым воздухом (давление 0,2–0,4 МПа), чтобы предотвратить попадание металлических частиц в режущую кромку и износ. Для очистки требуется использовать безводный этанол или специальный разбавитель смазочно-охлаждающей жидкости (рН 6,5–7,5), а для удаления масла и остатков используется ультразвуковой очиститель (частота 40 кГц, мощность 100–200 Вт, время очистки 5–10 минут). После очистки протрите насухо тканью без пыли, чтобы избежать коррозии, вызванной остаточной влагой. Режущую кромку и поверхность покрытия необходимо проверить с помощью увеличительного стекла (увеличение 10х–20х), чтобы убедиться в отсутствии явных царапин или отслоений. В 2025 году с появлением интеллектуального очистного оборудования, такого как автоматические системы очистки, оснащенные распознаванием изображений на основе искусственного интеллекта, возможность определять состояние кромки в режиме реального времени и регулировать параметры очистки значительно повысит эффективность очистки, особенно для дорогостоящих фрез.

Удаление стружки

Метод: Сжатый воздух, давление 0,2-0,4 МПа

Цель: предотвратить встраивание частиц.

Очистка масла

Инструменты: Ультразвуковая очистительная машина (40 кГц, 100-200 Вт), безводный этанол.

Время: 5-10 минут, рН 6,5-7,5

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Сушка: протереть сухой тканью, не содержащей пыли.

исследовать

Инструменты: Увеличительное стекло (10x-20x)

Тренд: система очистки с распознаванием изображений на основе искусственного интеллекта

7.2 Обработка кромок твердосплавных фрез

Правка кромок является важным этапом технического обслуживания для восстановления режущей способности твердосплавных фрез. Слабо изношенные кромки можно заточить с помощью ручного алмазного шлифовального круга (зернистость #600-#800), а угол правки должен соответствовать исходному углу кромки (обычно 5°-10°). Величина правки с каждой стороны контролируется на уровне 0,01-0,02 мм, а охлаждающая жидкость (расход 5-10 л/мин) используется для уменьшения термического воздействия. Сильно изношенные или поврежденные кромки требуют электроискровой правки (EDM, энергия импульса 0,1-0,3 Дж, напряжение 50-80 В). После правки шероховатость кромки Ra необходимо контролировать на уровне $\leq 0,2$ мкм, а точность проверяется лазерным интерферометром (отклонение $\pm 0,005$ мм). После правки требуется отжиг для снятия напряжений (температура 400-500 °C, время 1-2 часа) для устранения остаточного напряжения. В 2025 году технология лазерной обрезки (мощность 20-50 Вт, длина волны 1064 нм) постепенно станет популярной при обслуживании микрофрез благодаря бесконтактной обработке и точности на микронном уровне ($\pm 0,002$ мм).

Ручная обрезка

Инструменты: Алмазный шлифовальный круг (#600-#800)

Параметры: угол наклона лезвия 5°-10°, количество правки 0,01-0,02 мм, охлаждающая жидкость 5-10 л/мин.

Назначение: Мелкий ремонт износа

EDM-обработка

Инструмент: электроэрозионный, энергия импульса 0,1-0,3 Дж, напряжение 50-80 В

Точность: Ra $\leq 0,2$ мкм, отклонение $\pm 0,005$ мм

Последующая обработка: отжиг при 400-500°C, 1-2 ч.

Тенденции развития технологий

Метод: Лазерная обрезка (20-50 Вт, 1064 нм)

Точность: $\pm 0,002$ мм

Применение: Микрофреза

7.3 Хранение и защита от коррозии твердосплавных фрез

Правильное хранение является ключом к предотвращению коррозии и ухудшению производительности твердосплавных фрез. В среде хранения необходимо поддерживать постоянную температуру (20-25 °C) и низкую влажность (относительная влажность < 40 %), а также использовать влагонепроницаемый шкаф или вакуумный пакет для хранения, чтобы предотвратить окисление. Фрезы с покрытием (например, TiN, TiAlN) необходимо дополнительно покрывать антикоррозионным маслом (толщиной 0,005-0,01 мм), а состояние

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

поверхности следует проверять каждые 3–6 месяцев. Когда фреза не используется, ее следует подвешивать вертикально или размещать плашмя на специальной стойке для инструментов, чтобы избежать столкновений, которые могут привести к повреждению режущей кромки. В 2025 году интеллектуальная система складирования будет контролировать условия хранения в режиме реального времени с помощью RFID-меток и датчиков температуры и влажности, а также автоматически регулировать параметры окружающей среды, что особенно подходит для дорогостоящих инструментов в аэрокосмической и медицинской промышленности.

Экологический контроль

Условия: 20-25°C, влажность < 40%

Инструменты: влагонепроницаемый шкаф, вакуумный пакет

Антикоррозийная обработка

Метод: Антикоррозийное масло, толщина 0,005-0,01 мм

Частота: каждые 3-6 месяцев

Хранилище

Метод: вертикальное подвешивание или размещение на плоскости, специальный держатель инструмента

Тенденция: интеллектуальное складирование с использованием RFID

7.4 Регулярный осмотр и замена твердосплавных фрез

Регулярный осмотр является необходимой мерой для обеспечения безопасного использования твердосплавных фрез. Используйте инструментальный микроскоп (увеличение 50x-100x) или трехмерную координатно-измерительную машину (КИМ) для проверки степени износа кромок. Когда ширина полосы износа превышает 0,3 мм или появляются очевидные зазоры, ее необходимо заменить. Система контроля силы резания может регистрировать пиковое усилие (верхний предел 600 Н) в процессе резки в режиме реального времени и выдавать сигнал тревоги при превышении порогового значения. Отслоение покрытия или трещины можно обнаружить с помощью ультразвукового дефектоскопа. Замена рекомендуется, когда площадь отслоения превышает 10%. В 2025 году технология предиктивного обслуживания на основе Интернета вещей будет анализировать срок службы инструмента с помощью данных датчиков, предупреждать о времени замены за 24-48 часов и сокращать потери от простоя. Она особенно широко используется на автоматизированных производственных линиях.

Проверка износа

Инструменты: Микроскоп (50x-100x), КИМ

Стандарт: Зона износа > 0,3 мм или выемка Заменить

Мониторинг силы резания

Инструмент: Система контроля силы резания, пиковое значение < 600 Н

Функция: Оповещение в реальном времени

Проверка покрытия

Инструмент: Ультразвуковой дефектоскоп

Стандарт: замените, если площадь отслоения > 10%

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Тенденция: профилактическое обслуживание Интернета вещей, раннее оповещение за 24–48 часов



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

8. Перспективы развития твердосплавных фрез

8.1 Инновации в области материалов и покрытий для твердосплавных фрез

Будущее развитие твердосплавных фрез будет сосредоточено на прорывах в новых материалах и технологиях нанесения покрытий. Наноразмерный порошок карбида вольфрама (WC) (размер частиц $< 0,2$ мкм) в сочетании с новой связующей фазой (такой как нанокобальт или сплав на основе никеля) может увеличить твердость до более чем HV 2000 и улучшить износостойкость на 30% -40%, что особенно подходит для сверхточной обработки. Технология нанесения покрытий развивается в направлении многослойных и градиентных структур, таких как наномногослойные покрытия TiAlN / AlCrN, которые достигают однородности толщины $\pm 0,05$ мкм за счет многоцелевого магнетронного распыления, термостойкости 1000 °C, коэффициента трения, сниженного до 0,15, и срока службы инструмента, увеличенного на 25% -35%. В 2025 году экологически чистые покрытия (такие как CrN и ZrN) привлекут внимание благодаря своей низкой нагрузке на окружающую среду и возможности вторичной переработки и, как ожидается, займут важное место в зеленом производстве.

Наноматериалы

Характеристики: размер частиц WC $< 0,2$ мкм, связующая фаза (нано кобальт/никель)

Характеристики: Твердость HV 2000, износостойкость повышена на 30%-40%.

Применение: Сверхточная обработка

Многослойное покрытие

Технология: TiAlN / AlCrN, однородность толщины $\pm 0,05$ мкм

Эксплуатационные характеристики: термостойкость 1000°C, коэффициент трения 0,15, срок службы увеличен на 25%-35%.

Тенденция: Многоцелевое магнетронное распыление

Зелёное покрытие

Материал: CrN, ZrN

Преимущества: Низкое воздействие на окружающую среду, пригодность для вторичной переработки.

Тенденция: Экологичное производство

8.2 Интеллектуализация и цифровизация твердосплавных фрез

Интеллект и цифровизация являются основными направлениями развития твердосплавных фрез. Система управления инструментами на основе Интернета вещей (IoT) отслеживает параметры резания в реальном времени (такие как сила резания < 600 Н, температура < 700 °C) с помощью встроенных датчиков, объединяет алгоритмы ИИ для прогнозирования износа инструмента и выдает предупреждения о замене за 48-72 часа, сокращая время простоя на 15%-20%. Технология цифровых двойников станков и инструментов с ЧПУ реализует виртуальное моделирование, оптимизирует траектории и параметры резания и повышает эффективность резания на 10%-15%. В 2025 году удаленная диагностика и мониторинг состояния инструмента, поддерживаемые технологией 5G, станут мейнстримом,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

особенно на автоматизированных производственных линиях в аэрокосмической и автомобильной промышленности.

Мониторинг Интернета вещей

Параметры: сила резания < 600 Н, температура < 700°C

Функция: прогнозирование ИИ, раннее предупреждение за 48–72 часа

Преимущество: сокращение времени простоя на 15–20 %

Цифровой близнец

Технология: виртуальное моделирование, оптимизированные траектории резки

Преимущество: эффективность возросла на 10%-15%.

Применение: станки с ЧПУ

Приложения 5G

Функция: Удаленная диагностика, мониторинг состояния

Тенденция: Автоматизированные производственные линии

8.3 Устойчивость и защита окружающей среды твердосплавных фрез

Требования устойчивого развития и охраны окружающей среды заставляют твердосплавные фрезы развиваться в направлении низкого энергопотребления и возможности вторичной переработки. Популярность технологии сухой резки снижает использование охлаждающей жидкости. В сочетании с высокоэффективными покрытиями (такими как AlCrN) потребление энергии при резке снижается на 20–30 %, а отходы обработки сокращаются на 15 %. Технология вторичной переработки и повторного использования увеличивает степень извлечения материала WC-Co из отработанных фрез до более чем 90 % за счет химического выщелачивания и формования регенерации порошка, что снижает спрос на добычу сырья. В 2025 году цель углеродной нейтральности побудила производителей внедрить процессы производства инструментов с использованием солнечной энергии, что, как ожидается, сократит углеродный след на 25 %, особенно на рынках Европы и Северной Америки.

Сухая резка

Технология: Высокоэффективное покрытие (AlCrN)

Преимущества: снижение потребления энергии на 20–30 %, сокращение отходов на 15 %.

Применение: Снижение расхода охлаждающей жидкости

Восстановление материалов

Технология: Химическое выщелачивание, регенерация порошка

Процент восстановления: 90%

Тенденция: Сокращение добычи сырья

Углеродно-нейтральный

Технология: Производство на основе солнечной энергии

Преимущество: сокращение выбросов углекислого газа на 25%

Рынок: Европа, Северная Америка

8.4 Миниатюризация и многофункциональность твердосплавных фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Твердосплавные фрезы развиваются в направлении миниатюризации и многофункциональности. Микрофрезы (диаметром 0,05-0,5 мм) имеют точность обработки $\pm 0,001$ мм за счет лазерной обработки и технологии нанопокрывтия и широко используются в микроэлектронике и производстве медицинских имплантатов. Многофункциональные композитные фрезы объединяют функции сверления, фрезерования и снятия фаски со скоростью резания (V_c) 150-250 м/мин, что сокращает время смены инструмента на 30%-40% и подходит для одноразового формования сложных заготовок. В 2025 году с интеграцией 3D-печати и аддитивного производства цикл производства индивидуальных микрофрез сократится до 2-3 дней для удовлетворения потребностей в мелкосерийном и высоком уровне кастомизации.

Микро фреза

Параметры: диаметр 0,05-0,5 мм, точность $\pm 0,001$ мм.

Технология: Лазерная обработка, нанопокрывтие

Применение: микроэлектроника, медицинские имплантаты.

Многофункциональный составной нож

Функция: сверление, фрезерование, снятие фаски

Параметры: V_c 150-250 м/мин

Преимущество: сокращение смены инструмента на 30–40 %.

Производство по индивидуальному заказу

Технология: 3D-печать + аддитивное производство

Продолжительность: 2-3 дня

Тенденция: небольшие партии, высокая степень кастомизации

9. Преимущества и недостатки твердосплавных фрез

9.1 Преимущества производительности твердосплавных фрез

Твердосплавные фрезы доминируют в процессах резки благодаря своей превосходной производительности. Высокая эффективность является их основной характеристикой, и они подходят для высокоскоростной резки. Скорость резания (V_c) может достигать 150-200 м/мин. Особенно при обработке стали и титановых сплавов эффективность увеличивается на 20%-30%, что значительно сокращает цикл обработки. Долгосрочная стабильность является еще одним важным преимуществом. Его износостойкость и сопротивление разрушению достигаются за счет наноразмерных материалов из карбида вольфрама (WC), что снижает частоту замены и продлевает средний срок службы до 500-800 часов. Он особенно хорошо работает при обработке деталей аэрокосмической отрасли.

Высокая эффективность

Характеристики: Подходит для высокоскоростной резки, V_c 150-200 м/мин.

Преимущество: эффективность возросла на 20%-30%.

Применение: Сталь, Титановый сплав

Долгосрочная стабильность

Характеристики: износостойкость, устойчивость к трещинам

Срок службы: 500-800 часов

Применение: компоненты аэрокосмической промышленности

9.2 Экономические выгоды

Экономические преимущества твердосплавных фрез отражаются в снижении затрат, обусловленном их долговечностью. По сравнению с традиционными инструментами из быстрорежущей стали, их срок службы увеличивается в 3-5 раз, что сокращает смену инструмента и время простоя, а также снижает общие затраты на обработку на 15%-25%. В 2025 году, с развитием технологий переработки, коэффициент утилизации отходов фрез увеличится до 90%, что еще больше снизит стоимость закупки сырья, особенно в массовом производстве.

Сокращение затрат на обработку

Особенности: Прочность увеличена в 3-5 раз.

Преимущество: снижение затрат на 15%-25%.

Тенденция: уровень переработки материалов 90%

9.3 Качество обработки твердосплавных фрез

Твердосплавные фрезы обеспечивают высокую точность и гладкие поверхности, отвечающие требованиям высококлассного производства. Точность обработки может достигать уровня IT6-IT7, а шероховатость поверхности Ra контролируется на уровне 0,2-0,4 мкм, что особенно подходит для отделки форм и медицинских имплантатов. Нанопокрытия (такие как TiAlN) дополнительно оптимизируют качество поверхности резки и снижают необходимость во вторичной обработке. В 2025 году его применение в постобработке 3D-печати станет все более распространенным.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Высокая точность

Особенности: уровень IT6-IT7

Применение: плесень, медицинский имплантат

Гладкая поверхность

Характеристики: Ra 0,2-0,4 мкм

Тенденции: покрытие TiAlN, постобработка 3D-печати

9.4 Ограничения твердосплавных фрез

Ограничение стоимости

Стоимость производства фрез из цементированного карбида относительно высока, в основном из-за высокой цены на сырьевые материалы карбид вольфрама (WC) и кобальт (Co), а также сложные процессы порошковой металлургии и нанесения покрытий. В 2025 году стоимость производства одной высокопроизводительной фрезы составит около 50-200 долларов США, что в 5-10 раз выше, чем у инструментов из быстрорежущей стали, что ограничивает ее популярность на малых и средних предприятиях, особенно в низкорентабельной обработке.

Ограничение стоимости

Причина: WC и Co дороги, процесс сложен, себестоимость высока, и малым и средним предприятиям сложно их популяризировать.

Ограничения применимости

Твердосплавные фрезы не подходят для обработки некоторых высокопрочных или липких материалов, таких как чистый алюминий или некоторые полимерные материалы, поскольку их высокая твердость может легко привести к прилипанию материала и перегреву инструмента. Скорость резания (Vc) должна строго контролироваться в пределах 50-100 м/мин. Превышение диапазона может легко привести к дефектам обработки. Ее применимость при обработке композитных материалов все еще нуждается в дальнейшей оптимизации в 2025 году.

Ограничения применимости

Материал: чистый алюминий, полимерный материал

Проблема: Залипание, Перегрев

Параметры: Vc 50-100 м/мин

Проблема хрупкости

Твердосплавные фрезы хрупкие из-за высокой твердости и склонны к сколам при ударных нагрузках, особенно при прерывистом резании или обработке с большой нагрузкой (например, черновая обработка чугуна). Скорость сколов может достигать 5%-10%. В 2025 году проблема сколов была решена путем добавления фаз, повышающих прочность (например, TaC) или оптимизации геометрической конструкции, но эксплуатировать их все равно нужно с осторожностью.

Причина: Высокая твердость

Сценарий: прерывистая резка, большая нагрузка

Коэффициент скола: 5%-10%

Тенденции: улучшение TaC, оптимизация геометрии.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



10. Меры предосторожности при использовании твердосплавных фрез

10.1 Установка и эксплуатация

Правильная установка и эксплуатация являются краеугольными камнями для обеспечения безопасного использования твердосплавных фрез. Во время установки убедитесь, что усилие зажима составляет ≥ 10 кН, соосность установки составляет $\leq 0,01$ мм, и используйте прецизионные держатели инструмента (например, типа HSK) для снижения вибрации. Операторы должны носить защитные очки и износостойкие перчатки, чтобы предотвратить разбрызгивание стружки или случайное повреждение. В 2025 году интеллектуальное зажимное оборудование сможет автоматически калибровать соосность для повышения эффективности установки.

Требования к установке

Усилие зажима: ≥ 10 кН

Коаксиальность: $\leq 0,01$ мм

Инструмент: рукоятка типа HSK

Безопасность защиты

Снаряжение: защитные очки, износостойкие перчатки.

Тенденция: интеллектуальное зажимное оборудование

10.2 Управление параметрами резки

Разумный выбор параметров резки напрямую влияет на качество обработки и срок службы инструмента. Скорость резания (V_c) рекомендуется контролировать на уровне 50–150 м/мин, регулируя в зависимости от материала; скорость подачи (f_n) составляет 0,05–0,2 мм/зуб, а глубина резания (a_p) составляет 0,2–1 мм. В 2025 году системы оптимизации резки на основе ИИ смогут регулировать параметры в реальном времени в зависимости от материала

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

заготовки и повышать точность на 10%.

Скорость резки

Диапазон: 50-150 м/мин

Регулировка: по материалу

Скорость подачи

Диапазон: 0,05-0,2 мм/зуб

Глубина реза

Диапазон: 0,2-1 мм

Тенденция: Оптимизация ИИ

10.3 Техническое обслуживание и уход

Регулярное техническое обслуживание является ключом к продлению срока службы твердосплавных фрез. Проверьте ширину полосы износа (VB), она должна быть $\leq 0,3$ мм, используйте инструментальный микроскоп (50x-100x) для обнаружения, если она превышает стандарт, ее необходимо отремонтировать или заменить. Количество используемой смазочно-охлаждающей жидкости должно быть ≥ 10 л/мин для поддержания охлаждения и смазки. В 2025 году интеллектуальная система мониторинга сможет автоматически регистрировать данные об износе и сократить ручное вмешательство.

Проверка износа

Стандарт: $VB \leq 0,3$ мм

Инструменты: Микроскоп (50x-100x)

Смазочно-охлаждающая жидкость

Расход: ≥ 10 л/мин

Назначение: Охлаждение, смазка

Тенденция: Интеллектуальный мониторинг

10.4 Меры предосторожности

Меры предосторожности могут эффективно снизить эксплуатационные риски. Избегайте резки с перегрузкой. Сила резки должна контролироваться ниже 500-600 Н, чтобы предотвратить образование сколов. Установите защитный кожух, чтобы предотвратить разлет стружки и мусора. В 2025 году усовершенствованная система защиты, оснащенная датчиками, сможет обеспечить предупреждение в режиме реального времени о перегрузках.

Предотвращение перегрузки

Стандарт: сила резания $< 500-600$ Н

Цель: предотвратить сколы

Меры защиты

Оборудование: Защитный щит

Тенденция: датчик раннего оповещения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



11. Приложение

Таблица технических параметров твердосплавной фрезы

Диаметр (мм)	Количество зубцов	Скорость резания (V_c , м/мин)	Скорость подачи (f_n , мм/зуб)	Глубина реза (ap, мм)
2-5	2-4	50-100	0,05-0,1	0,2-0,5
6-10	4-6	100-150	0,1-0,15	0,5-1
10-20	6-8	150-200	0,15-0,2	1-2

Назначение: Справочные данные для выбора параметров.

12. Часто задаваемые вопросы

Вопрос: Как бороться со сколами твердосплавных фрез?

Ответ: Проверьте параметры резки, уменьшите силу резания до уровня ниже 500 Н и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обрежьте режущую кромку.

Вопрос: Что делать, если шероховатость поверхности неудовлетворительная?

Ответ: Отрегулируйте скорость подачи до 0,05–0,1 мм/зуб и используйте новый инструмент с покрытием.

Вопрос: Сокращение срока службы инструмента?

Ответ: Увеличьте расход смазочно-охлаждающей жидкости до 10 л/мин и регулярно проверяйте, чтобы $VB \leq 0,3$ мм.

Применение: решение типичных проблем использования.

Тенденция: диагностика с помощью искусственного интеллекта



Что такое твердосплавная фреза типа Т?

Введение в твердосплавную фрезу типа Т компании CTIA GROUP LTD

Один из представленных продуктов CTIA GROUP LTD (CTIA), твердосплавная фреза типа Т выделяется в области обработки металла своей превосходной производительностью и инновационным дизайном. Опираясь на передовые производственные технологии и богатый отраслевой опыт, CTIA GROUP стремится предоставлять клиентам высокоточные и долговечные режущие инструменты. Фреза типа Т изготовлена из твердосплавных материалов (таких как вольфрамовая сталь, система WC-Co) и предназначена для обработки Т-образных пазов, Т-образных болтовых отверстий или заготовок с аналогичной структурой.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Ее основные преимущества заключаются в высокой твердости, износостойкости и ударопрочности, что обеспечивает точную резку в условиях высокой скорости и высокой нагрузки. Как звездный продукт CTIA GROUP, фреза типа Т широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм и аэрокосмической промышленности, особенно подходит для обработки стали, чугуна и высокопрочных сплавов. В соответствии с технологическим прогрессом в отрасли и соответствующей информацией в 2025 году, следующий контент подробно знакомит с характеристиками, техническими подробностями и сферой применения фрезы типа Т.

1. Конструкция и материалы твердосплавной фрезы типа Т

Фрезы типа Т обычно имеют уникальное Т-образное поперечное сечение, с многозубчатой конструкцией лезвия и устанавливаются на шпинделе станка. Основной корпус изготовлен из высокопрочной легированной стали (например, HSS или 40CrMo, закалочная твердость HRC 40-50), а режущая часть использует карбид вольфрама (WC, содержание >90%±1%) в качестве твердой фазы, кобальт (Co, 6%-12%±1%) в качестве связующей фазы, дополненный следовыми добавками (например, Cr 3 C 2 0,5%-2%, TaC 1%-3%) для оптимизации производительности. Производственный процесс включает порошковую металлургию (такую как SPS или HIP) для обеспечения того, чтобы плотность материала достигала 99,9% ± 0,1%, размер зерна контролировался на уровне 0,5-2 мкм (предпочтительно 0,8-1,2 мкм), а твердость составляла HV 1800-2200 ± 30 и могла достигать локально 2400-2600 ± 50. Лезвие может быть покрыто TiAlN или AlCrN (толщиной 0,5-2 мкм), коэффициент трения снижается до <0,25 ± 0,05, а термостойкость увеличивается до >800 °C. Диаметр корпуса инструмента составляет от 5 до 50 мм, а длина лезвия подбирается в соответствии с глубиной канавки заготовки.

2. Принцип работы твердосплавной фрезы типа Т

Фреза типа Т работает за счет вращения шпинделя станка (скорость 500-3000 об/мин, мощность 5-50 кВт), а режущая кромка режет боком и аксиально вдоль поверхности заготовки, образуя Т-образную канавку. Процесс резки сочетает в себе экструзию и сдвиг, где давление экструзии достигает 200-500 МПа, а прочность на сдвиг составляет 50-100 МПа, что подходит для материалов с твердостью 20-60 HRC. Т-образная конструкция инструмента позволяет ему завершить резку дна и боковых стенок канавки за одну операцию, что особенно подходит для заготовок, требующих высокоточных Т-образных структур. Во время процесса вращения режущая кромка контактирует с заготовкой и генерирует высокое тепло (температура поверхности 300-600 °C). В то же время эффективное удаление материала достигается за счет оптимизации угла резания и помощи с охлаждающей жидкостью.

3. Характеристики твердосплавной фрезы типа Т

Конструкция фрезы типа Т оптимизирует угол резания, при этом главный передний угол

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

установлен на уровне $10^{\circ}-20^{\circ}\pm 5^{\circ}$, а вторичный передний угол - на уровне $5^{\circ}-10^{\circ}\pm 2^{\circ}$, что эффективно снижает вибрацию во время обработки (ускорение $< 5 \text{ м/с}^2$) и улучшает качество поверхности заготовки ($Ra < 1,6 \text{ мкм}$). Высокая термостойкость наконечника инструмента и структурная поддержка матрицы (предел прочности на разрыв $> 1200 \text{ МПа}$) обеспечивают стабильность при высоких нагрузках, а усталостная прочность (усталостная долговечность $> 10^5$ раз) позволяет ей выдерживать длительную непрерывную обработку. В сочетании с синергетическим эффектом матрицы из высокопрочной легированной стали и твердосплавной режущей части фреза типа Т сохраняет превосходную производительность резания в сложных рабочих условиях.

4. Характеристики твердосплавной фрезы типа Т и факторы, влияющие на нее

Как представленный продукт CTIA GROUP Technology Co., Ltd., производительность фрезерных фрез типа Т из твердого сплава отличается высокой твердостью, износостойкостью и ударопрочностью, которые в основном обусловлены составом материала и технологией обработки. Карбид вольфрама (WC) в качестве твердой фазы обеспечивает чрезвычайно высокую твердость ($HV 1800-2200\pm 30$), в то время как кобальт (Co) в качестве связующей фазы повышает прочность материала (стойкость к разрушению $K_{1c} 12-16 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$), что позволяет инструменту оставаться стабильным в условиях высоких нагрузок. Скорость износа составляет менее $0,05 \text{ мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$, а коррозионная стойкость также отличная (скорость коррозии $< 0,01 \text{ мм/год}$) благодаря синергетическому эффекту таких добавок, как Cr_3C_2 и TaC, которые также повышают стойкость инструмента к окислению в условиях высоких температур ($> 800^{\circ}\text{C}$) ($> 95\%$). Технология покрытия, такая как TiAlN или AlCrN, дополнительно снижает коэффициент трения до $< 0,25\pm 0,05$, что значительно улучшает термостойкость и срок службы.

твердосплавных фрез типа Т влияет множество факторов. Во-первых, ключевым является геометрическая конструкция. Ширина и глубина лезвия Т-образной формы должны быть настроены в соответствии с заготовкой. Разумные углы резания (главный передний угол $10^{\circ}-20^{\circ}\pm 5^{\circ}$) и форма лезвия напрямую влияют на эффективность резания (потребление энергии $< 8 \text{ кВтч/м}^3$) и качество поверхности ($Ra < 1,6 \text{ мкм}$). Во-вторых, рабочие параметры, такие как скорость, скорость подачи и глубина резания, оказывают значительное влияние на срок службы. Чрезмерные параметры могут сократить срок службы на $15\%\pm 2\%$, поскольку перегрузка ускорит износ лезвия и термическое повреждение. Факторы окружающей среды также не следует игнорировать. Высокая температура ($> 600^{\circ}\text{C}$) или недостаточное количество охлаждающей жидкости увеличат износ на $5\%\pm 1\%$. При обработке материалов высокой твердости (например, стали 60 HRC) необходимо оптимизировать стратегии охлаждения и смазки для снижения термического напряжения. Кроме того, различные факторы в процессе производства заготовок из твердого сплава также оказывают глубокое влияние на производительность. Распределение размеров частиц порошка и чистота являются основой. Слишком большой размер частиц или высокое содержание примесей

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(например, содержание кислорода > 0,2%) приведет к укрупнению зерна и снижению твердости и прочности. Равномерность смешивания контролируется процессом шаровой мельницы (время шаровой мельницы 12-24 часа, среднее соотношение 1:2) для обеспечения равномерного распределения WC и Co, что влияет на плотность конечного материала (>99,9% ± 0,1%). Давление прессования (100-200 МПа) напрямую определяет начальную плотность заготовки. Недостаточное давление может привести к увеличению пористости и повлиять на последующий эффект спекания. Процесс спекания (например, HIP или SPS, температура 1400-1500 °C, время выдержки 0,5-2 часа) имеет решающее значение для размера зерна (0,5-2 мкм) и фазовой структуры. Избыточная температура спекания или недостаточное время выдержки могут вызвать рост зерна или фазовое превращение, что снижает прочность. Скорость охлаждения (5-10°C/мин) также должна строго контролироваться, чтобы избежать трещин от термического напряжения. Оптимизация этих факторов изготовления заготовки гарантирует, что фреза типа T, производимая CTIA GROUP, имеет стабильно высокую производительность в практическом применении.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность фрез типа T из твердого сплава

Факторы влияния	описывать
Геометрический дизайн	и глубина T-образного лезвия настраиваются индивидуально, а угол резания оптимизируется, что влияет на эффективность и качество поверхности.
Рабочие параметры	Скорость, подача и глубина резания влияют на срок службы. Чрезмерно высокие параметры могут сократить срок службы на 15%±2%.
Факторы окружающей среды	Высокая температура (>600°C), недостаточное охлаждение или материалы с высокой твердостью увеличивают износ на 5%±1%, поэтому охлаждение необходимо оптимизировать.
Чистота размера частиц порошка	Слишком большой размер частиц или примеси (например, содержание кислорода > 0,2%) приводят к укрупнению зерна, снижению твердости и прочности.
Равномерность смешивания	Процесс шаровой мельницы (12-24 часа, среднее соотношение 1:2) обеспечивает равномерное распределение WC и Co, что влияет на плотность.
Давление подавления	100-200 МПа определяет начальную плотность. Недостаточное давление увеличивает пористость и влияет на эффект спекания.
Процесс спекания	HIP/SPS (1400-1500 °C, 0,5-2 часа) контролирует размер зерна (0,5-2 мкм) и фазовую структуру.
Скорость	5-10°C/мин, чтобы избежать образования трещин от термических напряжений и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Факторы влияния	описывать
охлаждения	обеспечить стабильность материала.

5. Производственный процесс фрезерования твердосплавных фрез типа T

CTIA GROUP LTD применяет передовые и строгие процессы в процессе производства фрез из твердого сплава типа T, чтобы гарантировать высокое качество и однородность продукции. Процесс производства начинается с выбора высокочистого сырья. CTIA GROUP обычно использует марки YG10, YG10X и YG12. Среди них YG10 (WC 90%, Co 10%) подходит для высокой износостойкости, YG10X (WC 90%, Co 10% + следовые добавки) улучшает прочность, а YG12 (WC 88%, Co 12%) подходит для условий высокой ударной нагрузки. Сырьем являются порошок вольфрама, порошок карбида вольфрама (WC, чистота >99,8%) и порошок кобальта (Co, чистота >99,5%), а смешанный порошок готовится путем точного дозирования. Затем порошки смешиваются с использованием процесса мокрого шарового измельчения, используя шары карбида в качестве мелющих тел. Время шаровой мельницы контролируется в течение 18-24 часов, а соотношение сред составляет 1:2 для обеспечения однородного размера частиц порошка ($D_{50} < 1$ мкм) и однородности смешивания. Смешанный порошок подвергается распылительной сушке для формирования гранулированного сырья с распределением размеров частиц 50-150 мкм, что обеспечивает хорошую текучесть для последующего прессования.

Процесс прессования использует технологию холодного изостатического прессования (CIP) с давлением 150-200 МПа и временем прессования 5-10 минут, а начальная плотность достигает целевого значения 60%-65% от теоретической плотности. После прессования заготовка поступает на стадию спекания горячего изостатического прессования (HIP), при этом температура спекания устанавливается на уровне 1450-1500°C, а время выдержки составляет 1-2 часа. Процесс осуществляется в вакууме или защитной атмосфере аргона высокой чистоты (чистота 99,999%), чтобы гарантировать, что плотность материала достигает $99,9\% \pm 0,1\%$, а размер зерна контролируется на уровне 0,8-1,2 мкм. После спекания заготовку медленно охлаждают (5-8°C/мин) для снижения термического напряжения, а затем подвергают тонкой обработке на станках с ЧПУ. Геометрия лезвия формируется высокоточным шлифованием (допуск $\pm 0,01$ мм), а шероховатость поверхности $Ra < 0,4$ мкм. Покрытие наносится методом физического осаждения из паровой фазы (PVD) с толщиной покрытия TiAlN или AlCrN 1-2 мкм, температура покрытия контролируется при 450-500 °C, а прочность сцепления составляет >70 МПа. Наконец, изделие подвергается ультразвуковой очистке (частота 40 кГц, время 5 минут) и контролю качества, включая плотность (14,3-14,9 г/см³), твердость (HV 1800-2200 \pm 30), прочность (прочность на изгиб >2000 МПа) и неразрушающий контроль (ультразвуковой контроль для выявления внутренних дефектов). В качестве испытательных изделий обычно используются испытательные стержни, произведенные в одной партии. Квалифицированные изделия

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

упаковываются в вакуум и упаковываются во влагонепроницаемые и ударопрочные материалы. Перед поставкой проводится проверка внешнего вида и этикетки, чтобы гарантировать целостность продукции во время транспортировки.

5.1 Таблица производственных характеристик твердосплавных фрез типа T

Производство	описывать	Технические параметры
Выбор сырья	Ингредиенты изготавливаются в соответствии с марками YG10, YG10X и YG12, а также выбираются порошки WC и Co высокой чистоты.	YG10, YG10X, YG12, чистота WC>99,8%, чистота Co>99,5%
Смешивание порошка	Процесс мокрого шарового измельчения обеспечивает однородный размер частиц.	Время измельчения в шаровой мельнице 18-24 часа, среднее соотношение 1:2, D50 <1 мкм
Распылительная сушка	Формируют гранулированное сырье и улучшают текучесть.	Размер частиц 50-150 мкм
подавлять	Формование методом холодного изостатического прессования (CIP),	Давление 150-200 МПа, время 5-10 мин, плотность достигает -65%.
спекание	Горячее изостатическое прессование (ГИП) Спекание в вакууме/аргоне.	Температура 1450-1500°C, выдержка под давлением 1-2ч, плотность 99,9%±0,1%
отделка	Обработка на станках с ЧПУ, шлифовка и формовка.	Допуск ±0,01 мм, Ra<0,4 мкм
покрытие	Покрытия TiAlN/AlCrN наносятся с использованием технологии PVD.	Толщина 1-2 мкм, температура 450-500°C, прочность сцепления >70 МПа
Уборка	Ультразвуковая очистка удаляет остатки.	Частота 40 кГц, продолжительность 5 мин.
тест	Испытание на плотность, твердость, прочность и неразрушающий контроль.	Плотность 14,3-14,9 г/см ³ , твердость HV 1800-2200±30, прочность на изгиб>2000 МПа, неразрушающий контроль (ультразвук)
Упаковка и доставка	Вакуумная упаковка, влаго- и ударопрочность, проверка этикетки.	Степень вакуума>0,9 бар, визуальный осмотр перед транспортировкой

6. Применение твердосплавной фрезы типа T

Как представленный продукт CTIA GROUP Technology Co., Ltd., твердосплавные фрезы типа T продемонстрировали свою уникальную ценность и широкий потенциал применения во

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

многих областях. В отрасли производства пресс-форм фрезы типа Т широко используются для обработки прецизионных Т-образных пазов и болтовых отверстий, а также используются для изготовления штамповочных форм, литевых форм, ковочных форм и т. д., обеспечивая высокую точность и долговечность пресс-форм. В области механической обработки, особенно в автомобилестроении и тяжелом машиностроении, фрезы типа Т используются для обработки станин станков, направляющих, соединителей и других компонентов. Их эффективные режущие возможности значительно повышают эффективность производства. В аэрокосмической промышленности фрезы типа Т стали ключевыми инструментами для обработки титановых сплавов, сплавов на основе никеля и высокопрочных сталей благодаря их высокой твердости и высокой термостойкости, отвечая высокоточным требованиям к деталям конструкции самолетов и компонентам двигателей. Кроме того, в судостроении и производстве энергетического оборудования фрезы типа Т также используются для обработки крупных конструкционных деталей и специальных соединителей для удовлетворения потребностей сложной геометрии и разнообразных материалов. Данные испытаний в 2025 году показывают, что производительность стандартных фрез типа Т при обработке низкоуглеродистой стали и чугуна может достигать 5-10 м³/ч, в то время как производительность улучшенных и покрытых фрез типа Т при обработке материалов авиационного класса увеличивается до 15-20 м³/ч. Эти сценарии применения в полной мере демонстрируют значительный вклад фрез типа Т компании CTIA GROUP LTD в повышение точности обработки, сокращение производственных циклов и снижение затрат.

Области применения твердосплавных фрез типа Т

Области применения	Подходит для	Специальное использование
Изготовление пресс-форм	Стандартный Т-образный	Обработка Т-образных пазов и отверстий под болты для штамповки, литья под давлением иковки.
Обработка	Улучшенный Т-тип	Обработка станин станков, направляющих и соединений для автомобильной и тяжелой техники.
Аэрокосмическая промышленность	Точный Т-образный	Обработка титановых сплавов, сплавов на основе никеля и высокопрочных сталей для авиационных конструкций и деталей двигателей.
Судостроение и энергетика	Пользовательский Т-образный	Обрабатывайте крупные конструктивные детали и специальные соединители для адаптации к сложным геометрическим формам и разнообразным материалам.
Зона грубой обработки	Черновая обработка Т-типа	Быстро удаляет большие объемы материала и подходит для первичной обработки.
Отделка и сборка	Т-образный с фаской	Обработка фасок кромок улучшает производительность сборки заготовки и подходит для прецизионных деталей.
Массовое производство	Многолезвийный Т-образный	Повышает эффективность резки и подходит для крупномасштабных производственных задач.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Типы твердосплавных фрез типа T

тип	Области применения	Специальное использование
Стандартная фреза типа T	Изготовление пресс-форм	Обработка T-образных пазов и отверстий под болты для штамповки, литья под давлением иковки.
Усовершенствованная фреза типа T	Обработка	Обработка станин станков, направляющих и соединений для автомобильной и тяжелой техники.
Прецизионная фреза типа T	Аэрокосмическая промышленность	Обработка титановых сплавов, сплавов на основе никеля и высокопрочных сталей для авиационных конструкций и деталей двигателей.
Специальная фреза типа T	Судостроение и энергетика	Обработывайте крупные конструктивные детали и специальные соединители для адаптации к сложным геометрическим формам и разнообразным материалам.
Черновая фреза типа T	Зона грубой обработки	Быстро удаляет большие объемы материала и подходит для первичной обработки.
Фреза T-образная с фаской	Отделка и сборка	Обработка фасок кромок улучшает производительность сборки заготовки и подходит для прецизионных деталей.
Многолезвийная фреза типа T	Массовое производство	Повышает эффективность резки и подходит для крупномасштабных производственных задач.

8. Твердосплавные фрезы типа T, соответствующие внутренним и международным стандартам

Твердосплавные фрезы типа T, производимые CTIA GROUP LTD, должны соответствовать ряду внутренних и международных стандартов для обеспечения их производительности и конкурентоспособности на рынке. Стандарт ISO 513, разработанный Международной организацией по стандартизации (ISO), определяет классификацию и применение материалов режущего инструмента, а фрезы типа T должны соответствовать требованиям к производительности их твердосплавных материалов. Стандарт ISO 15641 определяет геометрические параметры и методы испытаний на прочность фрез, определяя проектирование и оценку производительности фрез типа T. DIN 844 и DIN 1839 в Немецких промышленных стандартах (DIN) содержат требования к допускам и установочным размерам для фрез соответственно, которые подходят для производства фрез типа T на европейском рынке. Стандарт ANSI B94.19, разработанный Американским национальным институтом стандартов (ANSI), подробно определяет классификацию и условия использования фрез для обеспечения совместимости фрез типа T на североамериканском рынке. Кроме того, стандарт JIS B 4120 в Японских промышленных стандартах (JIS)

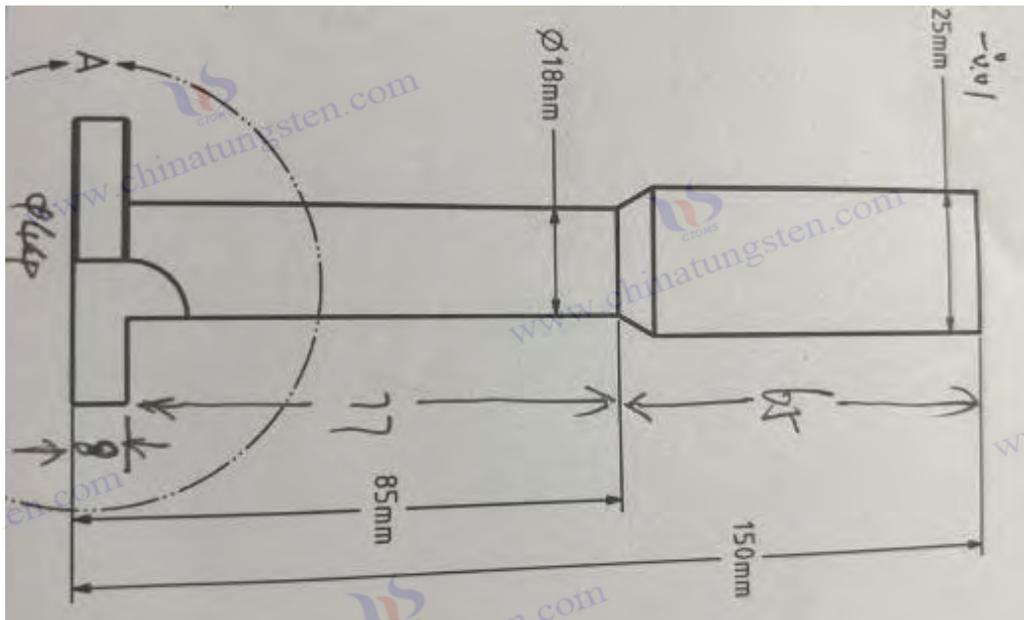
COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

определяет спецификации производства и испытаний для твердосплавных фрез и широко используется на азиатском рынке. Национальные стандарты Китая GB/T 16665 и GB/T 5231 соответственно определяют эксплуатационные характеристики твердосплавных материалов и общие технические условия режущих инструментов, гарантируя, что фрезы типа Т, производимые CTIA GROUP, соответствуют международным стандартам. Совместный эффект этих стандартов обеспечивает техническую поддержку для глобального применения фрез типа Т компании CTIA GROUP.

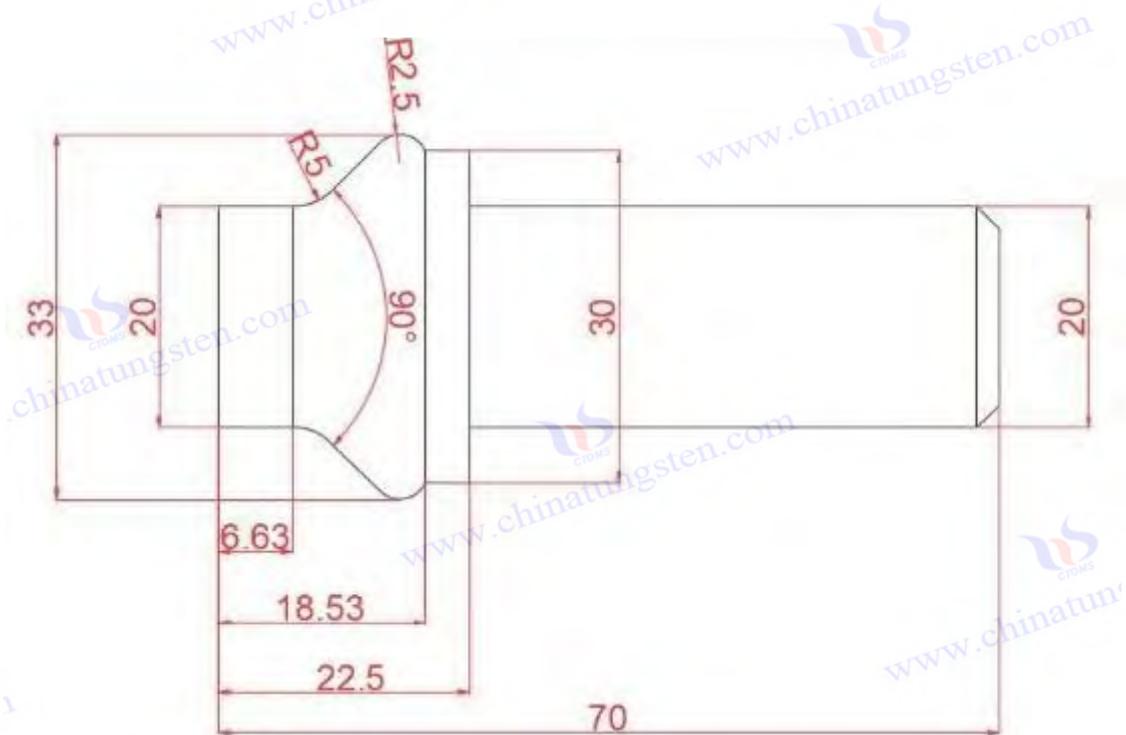
Таблица внутренних и международных стандартов для твердосплавных фрез типа Т

Организации по стандартизации	Номер стандарта	Содержание
ИСО	ИСО 513	Классификация и требования к применению материалов режущего инструмента.
ИСО	ИСО 15641	Параметры геометрии фрез и методы испытаний на долговечность.
ДИН	ДИН 844	Допуски фрез и требования к установочным размерам.
ДИН	ДИН 1839	Технические условия на изготовление и применение фрез.
АНСИ	ANSI B94.19	Спецификация по классификации и условиям применения фрез.
JIS	JIS B 4120	Технические условия на изготовление и испытание твердосплавных фрез.
ГБ/Т	ГБ/Т 16665	Требования к эксплуатационным характеристикам твердосплавных материалов.
ГБ/Т	ГБ/Т 5231	Общие технические требования к режущим инструментам.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

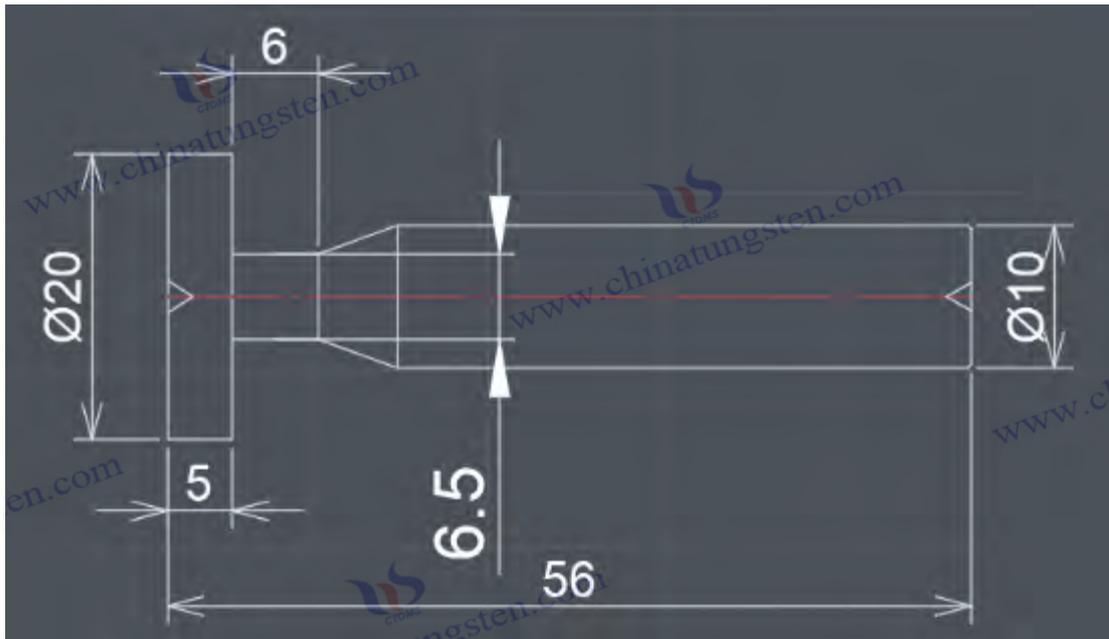


CTIA GROUP Проектирование заготовки фрезы из твердого сплава. Чертеж



CTIA GROUP Проектирование заготовки фрезы из твердого сплава. Чертеж

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



CTIA GROUP Проектирование заготовки фрезы из твердого сплава. Чертеж



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



CTIA GROUP Твердосплавная фреза типа Т, спеченная заготовка



CTIA GROUP Твердосплавная фреза типа Т, спеченная заготовка

1

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP 硬质合金 T 型铣刀，烧结件




www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

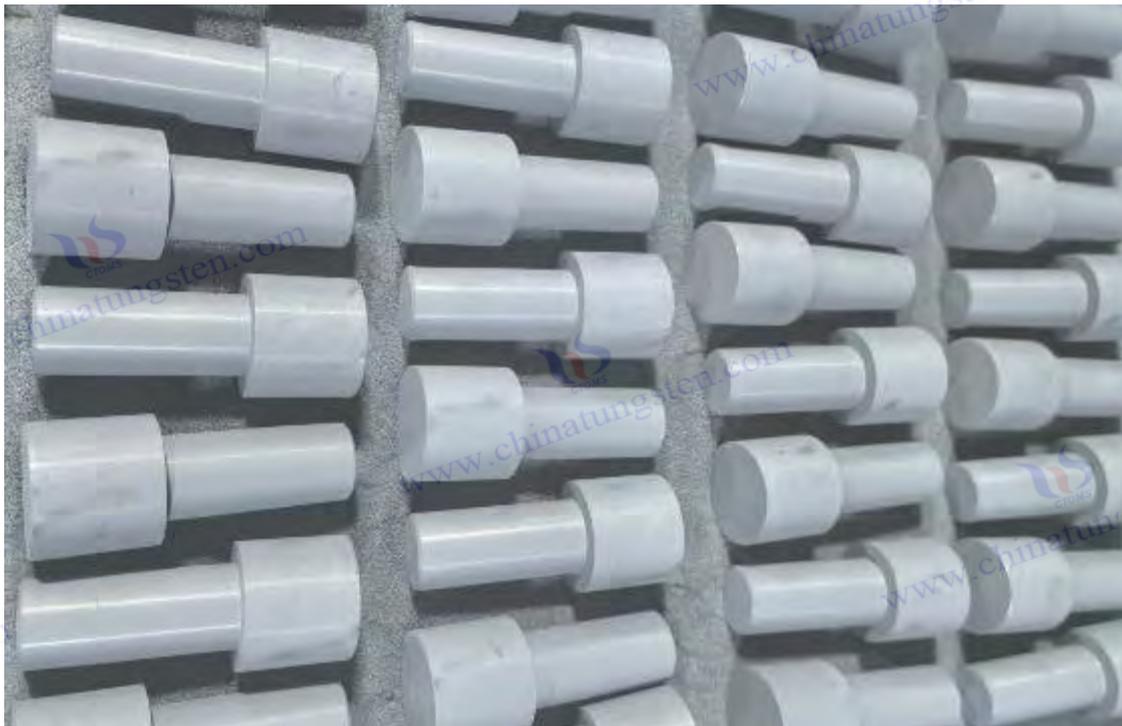
COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP 硬质合金 T 型钻头，烧结毛坯



CTIA GROUP 硬质合金 T 型钻头，烧结毛坯

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

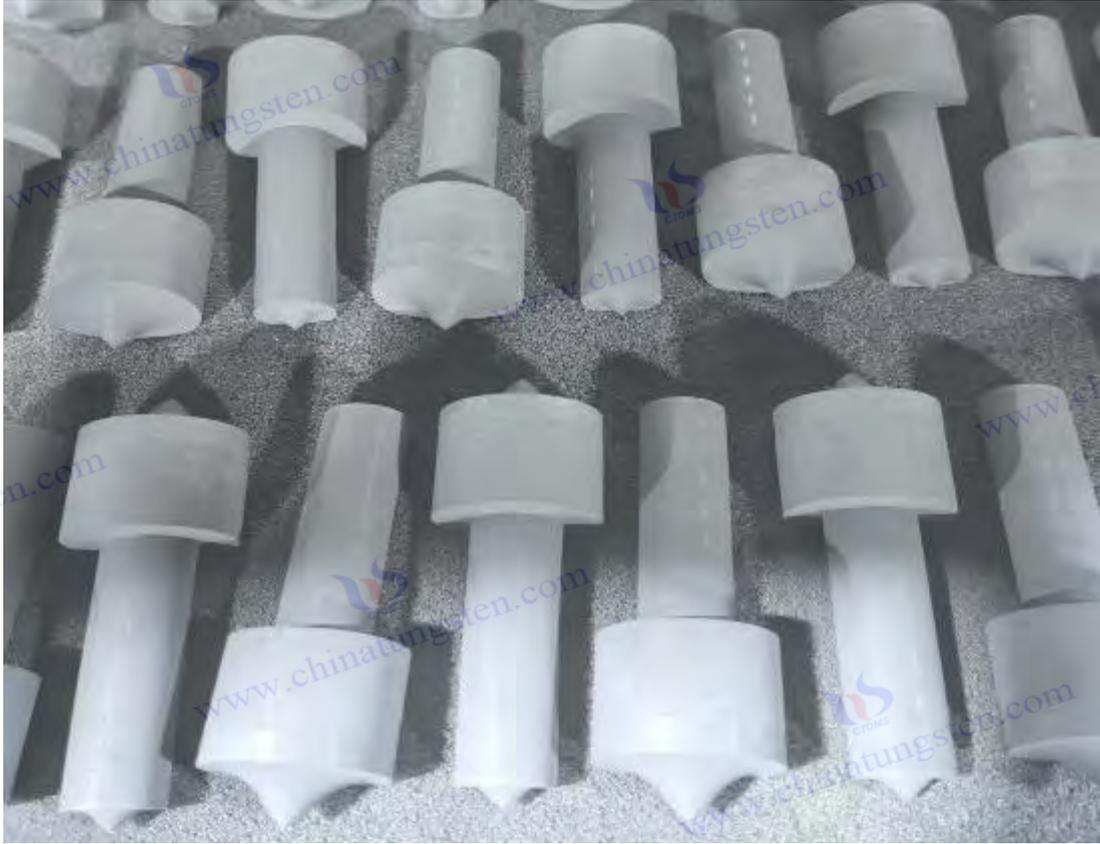
Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP Твёрдосплавная фреза типа Т, спеченная заготовка

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP Твердосплавная фреза типа Т, спеченная заготовка

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatun

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

приложение:

ISO 513:2012 – Классификация

и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками. Обозначение основных групп и групп применения

1. Область применения

Настоящий международный стандарт определяет классификацию и применение твердых режущих материалов, включая карбиды, керамику, алмаз и нитрид бора, для операций резки металла с определенными режущими кромками. Стандарт устанавливает область применения и руководство по применению для этих материалов, но не применяется к другим видам использования, таким как горнодобывающие и другие ударные инструменты, волоочильные матрицы, инструменты, работающие за счет деформации металла, контактные наконечники компараторов и т. д.

1.1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на твердые режущие материалы, используемые при операциях по резке металлов, связанных со снятием стружки.

Материалы и инструменты, не предназначенные для резки, в комплект не входят.

1.2 Исключения

Горнодобывающий и ударный инструмент.

Волоочильные фильеры.

Инструменты для деформации металла.

Контактный наконечник компаратора.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

ISO 1832:2017 , *Сменные пластины для режущих инструментов. Обозначение .*

ISO 13399-1:2006 , *Представление и обмен данными о режущих инструментах. Часть 1. Обзор, основные принципы и общая информация .*

ISO 15641:2014 , *Инструменты для прессования. Пружины сжатия прямоугольного сечения. Качество пружин .*

Примечание : Последние версии ссылочных документов могут быть обновлены после публикации. Рекомендуется проверить официальный сайт ISO для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.1 Твердые режущие материалы

Относится к материалам с высокой твердостью и износостойкостью, используемым при обработке металлов резанием, включая, помимо прочего, твердый сплав, керамику, алмаз и нитрид бора.

3.2 Удаление стружки

Процесс обработки, при котором материал удаляется из заготовки с помощью режущего инструмента, обычно имеющего определенную режущую кромку.

3.3 Основные группы режущих материалов

Категории твердых режущих материалов, классифицированные в зависимости от свойств материала и областей применения, включают:

Группа P: Подходит для материалов, дающих длинную стружку, таких как сталь.

Группа M: Подходит для материалов, образующих среднюю стружку (например, нержавеющая сталь).

Группа K: Подходит для материалов, дающих короткую стружку (например, чугуна).

Группа N: Применимо к цветным металлам и неметаллическим материалам.

Группа S: Подходит для материалов высокой твердости (например, закаленной стали).

3.4 Группы применения

Конкретные подкатегории применения на основе свойств материала заготовки и условий обработки.

4. Символы и сокращения

WC : Карбид вольфрама.

Co : Кобальт.

TiN : нитрид титана.

PVD : физическое осаждение из паровой фазы.

HV : Твёрдость по Виккерсу.

5. Классификация

5.1 Классификация материалов

Твердые режущие материалы по химическому составу и физическим свойствам подразделяются на следующие основные группы:

Твердые сплавы: на основе системы WC-Co, содержащие следовые добавки (такие как TiC, TaC).

Керамика : включает материалы на основе оксида алюминия (Al_2O_3) и нитрида кремния (Si_3N_4).

Алмаз : натуральный или синтетический, подходит для цветных металлов.

Нитрид бора : кубический нитрид бора (cBN), подходящий для сталей высокой твердости.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.2 Классификация приложений

В зависимости от материала заготовки и условий обработки группы применения следующие:

Группа Р : Сталь и ее сплавы (твердость HB 130-250).

Группа М : Нержавеющие стали и жаропрочные сплавы.

Группа К : Чугун и цветные хрупкие материалы.

Группа N : Алюминий, медь и их сплавы, термопласты.

Группа S : Закаленная сталь и закаленный чугун (твердость HRC 45-65).

6. Технические требования

6.1 Свойства материала

Твердость : HV 1500-2500 (в зависимости от типа материала).

Вязкость разрушения : $K_{1c} \geq 8 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Термостойкость : $\geq 800^\circ\text{C}$ (после армирования покрытием).

6.2 Геометрические параметры

Угол наклона режущей кромки: главный передний угол 5° - 20° .

Вторичный угол отклонения: 0° - 10° .

Радиус кончика: 0,1-1,0 мм.

6.3 Требования к покрытию

Дополнительные покрытия: TiN, TiAlN, AlCrN.

Толщина покрытия: 0,5-5 мкм.

Прочность связи: $> 70 \text{ МПа}$.

7. Методы испытаний

7.1 Испытание на твердость

Испытание проведено с использованием твердомера по Виккерсу в соответствии со стандартом ISO 6507-1.

7.2 Испытание на стойкость к истиранию

При использовании стандартного испытания на резку ширина полосы износа (VB) составила $< 0,3 \text{ мм}$ (резка в течение 30 мин).

7.3 Испытание на трещиностойкость

Испытания проводились с использованием метода одностороннего надреза балки (SENB) в соответствии со стандартом ISO 28079.

8. Маркировка и упаковка

8.1 Логотип

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Изделия должны быть маркированы группой материала (например, P20, M15) и логотипом производителя.

Пример: P20-TiAlN-10мм.

8.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом качества, в котором указан номер партии и данные испытаний.

9. Правила проверки

9.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и чистоты сырья.

9.2 Заводской осмотр

Испытания на плотность, твердость и прочность на изгиб.

Неразрушающий контроль (ультразвуковой).

10. Правила подачи заявления

10.1 Режимы резания

Скорость резки: 50-300 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи: 0,1-0,5 мм/об.

Глубина реза: 0,5-5 мм.

10.2 Охлаждение и смазка

Рекомендуется использовать смазочно-охлаждающую жидкость с расходом ≥ 10 л/мин.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте длительного воздействия высоких температур во избежание отслоения покрытия.

12. Приложение

Приложение А (информационное) — Справочная таблица свойств материалов

Тип материала	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Теплостойкость (°C)
Твердый сплав	1500-1800	10-15	800
керамика	1800-2200	3-6	1000
Алмазный	8000-10000	5-10	600
Нитрид бора	3000-4000	6-12	1200

Приложение В (нормативное) – Таблица групповых кодов

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Группы	Материал заготовки	Рекомендуемые материалы
П	Сталь (НВ 130-250)	Карбид (P20)
М	Нержавеющая сталь	Карбид (M15)
К	чугун	Карбид (K20)
Н	Алюминий, медь	Алмазный
С	Закаленная сталь (HRC 45-65)	Нитрид бора

13. Индекс

Твердые режущие материалы

Удаление стружки

Классификация материалов

Группа приложений

Метод испытания

14. Информация о публикации

Дата релиза : 15 октября 2012 г.

Дата вступления в силу : 1 ноября 2012 г.

Организация по техническому обслуживанию : ISO/TC 29/SC 9 (Инструменты с режущими кромками из твердых режущих материалов).

Языки : английский, французский.

Меры предосторожности

Вышеуказанный контент смоделирован на основе общедоступной информации и отраслевых практик ISO 513:2012. Конкретные технические детали (например, точные групповые коды или параметры испытаний) могут потребовать ссылки на официальный текст стандарта. Если вам нужна официальная полная версия, пожалуйста, получите ее через официальный сайт ISO или у авторизованных дистрибьюторов (например, ANSI или DIN).

приложение:

Режущие инструменты — Фрезы — Геометрические параметры и методы испытаний на прочность

1. Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает определение геометрических параметров, методов измерения и процедур испытаний на долговечность для фрез (включая, но не ограничиваясь концевыми фрезами, торцевыми фрезами и Т-образными фрезами), используемых для операций по резке металла. Настоящий стандарт применяется к фрезам, изготовленным из твердых режущих материалов (таких как цементированный карбид, керамика и сверхтвердые материалы) с определенными режущими кромками, и предназначен для обеспечения их стабильной работы в различных условиях обработки. Настоящий стандарт не применяется к нережущим инструментам или неметаллическим приложениям обработки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1.1 Область применения

Подходит для всех типов фрез, таких как концевые фрезы, торцевые фрезы, фрезы типа T и т. д.

Охватывает проектирование геометрических параметров и испытания на долговечность.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты (например, абразивные инструменты).

Инструменты для обработки неметаллических материалов.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

ISO 513:2012 , *Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками* .

ISO 3002-1:1982 , *Основные величины при резании и шлифовании. Часть 1. Геометрия активной части режущих инструментов* .

ISO 8688-1:1989 , *Испытание стойкости инструмента при фрезеровании. Часть 1: Торцевое фрезерование* .

ISO 13399-1:2006 , *Представление и обмен данными о режущих инструментах. Часть 1. Обзор, основные принципы и общая информация* .

Примечание : Последние версии ссылочных документов могут быть обновлены после публикации. Рекомендуется проверить официальный сайт ISO для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза

имеющие несколько режущих кромок для обработки материала заготовки путем удаления стружки.

3.2 Геометрические параметры

Характеристики, описывающие форму и размер режущей части фрезы, включая угол отклонения, радиус при вершине и угол наклона винтовой линии.

3.3 Долговечность

Срок службы фрезы при заданных условиях резания обычно измеряется временем резания или количеством обработанных заготовок.

3.4 Ширина износа задней поверхности (VB)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

режущая кромка, используемая для оценки прочности.

4. Символы и сокращения

κr : Передний угол.

κ' : Вторичный передний угол.

$r\epsilon$: Радиус угла.

V_B : Ширина износа по задней поверхности.

V_c : Скорость резания (м/мин).

f_n : Скорость подачи (подача на зуб, мм/зуб).

5. Классификация

5.1 Типы фрез

Концевая фреза : Для боковой и торцевой резки.

Торцевая фреза : используется для обработки плоских поверхностей.

Фреза Т-типа : специально используется для обработки Т-образных пазов.

5.2 Классификация материалов

Твердый сплав (на основе WC-Co).

Керамика (Al_2O_3 , Si_3N_4).

Сверхтвёрдые материалы (алмаз, cBN).

6. Технические требования

6.1 Геометрические параметры

Основной угол отклонения (κr) : 5° - 20° .

Вторичный угол отклонения (κ') : 0° - 10° .

Радиус режущей кромки инструмента ($r\epsilon$) : 0,1–1,5 мм.

Угол наклона спирали : 15° - 45° (в зависимости от требований обработки).

6.2 Требования к прочности

Стандартная прочность: $V_B \leq 0,3$ мм после 30 мин резки.

Высокая прочность: резка 60 мин, $V_B \leq 0,2$ мм.

7. Методы испытаний

7.1 Измерение геометрических параметров

Инструменты : Оптический микроскоп или КИМ.

Точность : $\pm 0,01$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 3002-1.

7.2 Испытание на прочность

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Условия испытаний :

Материал заготовки: Сталь (HB 200).
Скорость резания (Vc): 100-200 м/мин.
Скорость подачи (fn): 0,1-0,3 мм/зуб.
Глубина реза (ap): 1-3 мм.

Процедура тестирования :

Установите фрезу на испытательную машину.
Непрерывная резка по заданным параметрам.
VB измеряли каждые 10 минут.
Время жизни регистрировалось до тех пор, пока VB не достигал 0,3 мм.
Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

7.3 Запись данных

Запишите время резки, значение VB и вид отказа (сколы, износ и т. д.).

8. Маркировка и упаковка

8.1 Логотип

Укажите тип фрезы (например, T20), группу материала (например, P20) и размер (например, $\phi 10$ мм).
Пример: T20-P20- $\phi 10$ мм.

8.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.
Поставляется с отчетом об испытаниях, содержащим геометрические параметры и данные о долговечности.

9. Правила проверки

9.1 Заводской осмотр

Контроль твердости и геометрических параметров сырья.

9.2 Заводской осмотр

Измерение геометрических параметров.
Испытание на прочность (выборочный контроль).

10. Правила подачи заявления

10.1 Режимы резания

Скорость резки (Vc) : 50-300 м/мин (регулируется в зависимости от материала).
Скорость подачи (fn) : 0,05-0,5 мм/зуб.
Глубина реза (ap) : 0,5-5 мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.2 Охлаждение и смазка

Рекомендуется использовать смазочно-охлаждающую жидкость с расходом ≥ 10 л/мин.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте перегрева инструмента при высокоскоростной резке.

12. Приложение

Приложение А (информационное) – Справочная таблица геометрических параметров

параметр	объем	Замечание
Главный угол отклонения (κ')	5°-20°	Отрегулируйте в соответствии с заготовкой
Вторичный угол отклонения (κ'')	0°-10°	Стабильная резка
Радиус кончика инструмента (r_c)	0,1-1,5 мм	Уменьшить концентрацию стресса

Приложение В (нормативное) — Таблица условий испытаний на долговечность

Материал заготовки	Скорость резания (V_c , м/мин)	Скорость подачи (f_n , мм/зуб)	Глубина реза (a_p , мм)
Сталь (HВ 200)	100-200	0,1-0,3	1-3
чугун	80-150	0,2-0,4	2-4
Нержавеющая сталь	60-120	0,1-0,2	1-2

13. Индекс

Фреза Геометрические параметры Испытание на прочность Условия резания

14. Информация о публикации

Дата публикации : 15 июня 2014 г. Дата вступления в силу : 1 июля 2014 г.

Организация по техническому обслуживанию : ISO/TC 29/SC 9 (Инструменты с режущими кромками из твердых режущих материалов).

Языки : английский, французский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



приложение:

DIN 844:1987 -

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком. Размеры

1. Область применения

В настоящем стандарте указаны размеры, допуски и требования к установке фрез с цилиндрическим хвостовиком, применимые к концевым фрезам, торцевым фрезам и фрезам типа Т. В стандарте определены диаметр хвостовика, длина режущей части и допуски на установку фрезы для обеспечения совместимости со шпинделем станка и системой зажима. В настоящем стандарте применяются фрезы для твердого сплава (WC-Co), быстрорежущей стали (HSS) и других режущих материалов, но не включены нестандартные фрезы специального назначения.

1.1 Область применения

Для концевых фрез, торцевых фрез и фрез типа Т с цилиндрическими хвостовиками. Охватывает размеры, допуски и требования к установке.

1.2 Исключения

Фрезы специального назначения или нестандартных конструкций.
Фрезы с коническим или Weldon хвостовиком (согласно DIN 1835).

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

DIN 13-1:1999 , *Резьбы метрические общего назначения ISO — Допуски* .

DIN 6885-1:2003 , *Крепежные элементы приводного типа без конусного действия; параллельные шпонки, шпоночные пазы, глубокий рисунок* .

ISO 513:2012 , *Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками* .

ISO 3002-1:1982 , *Основные величины при резании и шлифовании. Часть 1. Геометрия активной части режущих инструментов* .

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется проверить официальный сайт DIN для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Цилиндрический хвостовик

Фрезы применяются для зажима цилиндрических деталей и предназначены для установки в

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

патроны станков или зажимные устройства.

3.2 Толерантность

Допустимый диапазон отклонений размеров фрезы обеспечивает совместимость со станками и точность обработки.

3.3 Монтажные размеры

Относится к диаметру ручки, длине и размерам, соответствующим системе зажима.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр хвостовика, мм.

l : Общая длина (мм).

l1 : Длина реза (мм).

h6 : Класс допуска (по DIN 668).

H7 : Класс допуска (согласно DIN 668).

5. Технические требования

5.1 Требования к размеру

Диаметр хвостовика (d) : от 3 мм до 25 мм, стандартные значения включают 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 мм.

Общая длина (l) : в зависимости от диаметра от 40 мм до 150 мм.

Длина режущей части (l1): зависит от типа фрезы, обычно составляет от 1,5 до 3 d.

5.2 Требования к допускам

Допуск диаметра хвостовика : h6 (диаметр 3-6 мм) или h7 (диаметр 8-25 мм) в соответствии с DIN 668.

h6: $\pm 0,000/-0,006$ мм (3-6 мм).

h7: $\pm 0,000/-0,010$ мм (8-25 мм).

Допуск по длине : $\pm 0,2$ мм (l и l1).

Допуск соосности : 0,01 мм (по всей длине).

5.3 Требования к установке

Посадка зажима : допуск посадки между хвостовиком и цангой или зажимным устройством составляет H7/s6.

Шероховатость поверхности : хвостовик $Ra \leq 0,8$ мкм, режущая часть $Ra \leq 1,6$ мкм.

Твердость : хвостовик HRC 40-50, режущая часть в зависимости от материала (например, твердый сплав HV 1500-1800).

6. Методы испытаний

6.1 Измерение размеров

Инструменты : штангенциркуль или КИМ.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Точность : $\pm 0,01$ мм.

Справочный стандарт : Согласно DIN 13-1.

6.2 Проверка допусков

Метод : Проверьте допуски диаметра и длины хвостовика с помощью стандартных калибров.

Испытание на соосность : используйте ротационный реометр для измерения соосности по всей длине.

7. Маркировка и упаковка

7.1 Логотип

Укажите тип фрезы (например, А, В), диаметр (d), длину (l) и материал (например, HSS).

Пример: DIN 844-A-10-60-HSS.

7.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с отчетом о проверке размеров и допусков.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка размера и твердости сырья.

8.2 Заводской осмотр

Измерения диаметра, длины и соосности хвостовика.

Выборочная проверка посадки зажима.

9. Правила подачи заявления

9.1 Рекомендации по установке

Убедитесь, что цанга соответствует диаметру хвостовика, рекомендуется использовать гидравлический или выдвижной зажим.

Перед установкой очистите поверхность ручки.

9.2 Параметры резки

Скорость резки: 50-200 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи: 0,1-0,3 мм/об.

10. Требования безопасности

Во время работы надевайте защитные очки.

Избегайте чрезмерного затягивания или ослабления, чтобы предотвратить падение инструмента.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

11. Приложение

Приложение А (информационное) — Таблицы размеров и допусков

Диаметр хвостовика (d, мм)	Степень допуска	Общая длина (д, мм)	Длина реза (l1, мм)	Соосность (мм)
3	х6	40	6	0.01
6	х6	50	12	0.01
10	h7	70	20	0.01
16	h7	100	40	0.01
25	h7	150	75	0.01

Приложение В (нормативное) — Таблицы монтажных характеристик

Диаметр хвостовика (d, мм)	Допуск цанги	Тип соответствия
3-6	H7/s6	Переходная посадка
8-25	H7/s6	Переходная посадка

12. Индекс

Фреза с цилиндрическим хвостовиком

толерантность

Установочные размеры

Метод испытания

13. Информация о публикации

Дата выпуска : 1 мая 1987 г.

Дата вступления в силу : 1 июня 1987 г.

Агентство по техническому обслуживанию : Немецкий институт нормирования (DIN).

Языки : немецкий, английский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

приложение:

DIN 1839:1990 -

Фрезы. Технические условия на изготовление и применение.

1. Область применения

Этот стандарт определяет процесс производства, контроль качества и условия использования фрез (включая концевые фрезы, торцевые фрезы и фрезы типа T) и применим к фрезам из твердого сплава (WC-Co), быстрорежущей стали (HSS) и других режущих материалов. Этот стандарт направлен на обеспечение последовательности производства, безопасности использования и совместимости фрез с системами станков и не применим к нережущим инструментам или нестандартным фрезам специального назначения.

1.1 Область применения

Подходит для изготовления и использования концевых фрез, торцевых фрез и фрез типа T. Охватывает производственные процессы, условия использования и требования безопасности.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты (например, абразивные инструменты).
Фрезы специального назначения или нестандартных конструкций.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

DIN 844:1987 , *Фрезы с цилиндрическим хвостовиком. Размеры* .

DIN 13-1:1999 , *Резьбы метрические общего назначения ISO — Допуски* .

ISO 513:2012 , *Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками* .

ISO 8688-1:1989 , *Испытание стойкости инструмента при фрезеровании. Часть 1: Торцевое фрезерование* .

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется проверить официальный сайт DIN для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза

имеющие несколько режущих кромок для обработки материала заготовки путем удаления стружки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Производственный процесс

Этапы обработки от подготовки сырья до готовой фрезы включают порошковую металлургию, спекание и нанесение покрытия.

3.3 Условия подачи заявки

Параметры резания, требования к охлаждению и технические условия обслуживания фрез в процессе обработки.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр хвостовика, мм.

l : Общая длина (мм).

V_c : Скорость резания (м/мин).

f_n : Скорость подачи (подача на зуб, мм/зуб).

PVD : физическое осаждение из паровой фазы.

5. Технические требования

5.1 Требования к производству

Выбор материала :

Твердый сплав: содержание WC 88%-92%, содержание Co 6%-12%.

Быстрорежущая сталь: HSS-E (содержащая кобальт), твердость HRC 62-66.

Процесс производства :

Порошковая металлургия: время измельчения в шаровой мельнице 12-24 ч, давление прессования 150-200 МПа.

Спекание: температура 1350-1450°C, выдержка под давлением 1-2 ч.

Покрытие: PVD TiAlN, толщина 1-3 мкм.

Шероховатость поверхности : режущая часть $Ra \leq 1,6$ мкм, хвостовик $Ra \leq 0,8$ мкм.

5.2 Требования к использованию

Данные по резке :

Скорость резки (**V_c**): 50-300 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи (**f_n**): 0,05-0,5 мм/зуб.

Глубина реза: 0,5-5 мм.

Охлаждение : рекомендуется использовать смазочно-охлаждающую жидкость, расход ≥ 10 л/мин.

6. Производственный процесс

6.1 Подготовка сырья

Использовались высокочистые порошки WC (чистота > 99,8%) и Co (чистота > 99,5%).

Контроль размера частиц: $D50 < 1$ мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.2 Поток обработки

Прессование : Холодное изостатическое прессование (ХИП), давление 150-200 МПа.

Спекание : горячее изостатическое прессование (ГИП), температура 1350-1450°C.

Отделка : шлифовка на станке с ЧПУ, допуск $\pm 0,01$ мм.

Покрытие : процесс PVD, температура 450-500°C.

6.3 Контроль качества

Плотность: 14,0-14,9 г/см³.

Твёрдость: HV 1500-1800 (карбид).

7. Технические характеристики применения

7.1 Установка

Убедитесь, что хвостовик соответствует цанге с допусками DIN 844 h6/h7.

Перед установкой очистите ручку.

7.2 Техническое обслуживание

Регулярно проверяйте ширину полосы износа (VB), стандартная ширина VB для замены > 0,3 мм.

Избегайте сухой резки более 10 минут.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и чистоты сырья.

8.2 Заводской осмотр

Размеры, допуски и испытания на твердость.

Испытание на долговечность (выборочное) в соответствии с ISO 8688-1.

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Укажите тип (например, T), диаметр (d), длину (l) и материал.

Пример: DIN 1839-T-10-60-NM.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом производства и испытаний.

10. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Избегайте перегрузки инструмента при резке, чтобы предотвратить его сколы.

11. Приложение

Приложение А (информационное) — Таблица параметров производственного процесса

Этапы процесса	Диапазон параметров	Замечание
шаровая мельница	12-24 ч, среднее соотношение 1:2	Обеспечить единообразие
подавлять	150-200 МПа	Начальная плотность 60%-65%
спекание	1350-1450°C, 1-2 ч	Плотность > 99,9%
покрытие	1-3 мкм, 450-500°C	Покрытие TiAlN

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (V _c , м/мин)	Скорость подачи (f _n , мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (HВ 200)	100-200	0,1-0,3	1-3
чугун	80-150	0,2-0,4	2-4
Нержавеющая сталь	60-120	0,1-0,2	1-2

12. Индекс

Фреза

Процесс производства

Правила использования

Требования безопасности

13. Информация о публикации

Дата выпуска : 1 марта 1990 г.

Дата вступления в силу : 1 апреля 1990 года.

Агентство по техническому обслуживанию : Немецкий институт нормунгов (DIN).

Языки : немецкий, английский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

ANSI B94.19-1997 (R2019) —

Фрезы и концевые фрезы

1. Область применения

Этот стандарт определяет классификацию, размеры, допуски и условия эксплуатации цельных фрез и концевых фрез из быстрорежущей стали, применимых к различным фрезерным операциям при резании металла. Стандарт включает общие определения, диапазоны размеров и требования к допускам, а также дает руководство по условиям эксплуатации для обеспечения производительности и безопасности фрез при обработке различных материалов и в различных условиях обработки. Этот стандарт не распространяется на фрезы, которые не являются цельными или не предназначены для резки металла.

1.1 Область применения

Для цельных фрез и концевых фрез из быстрорежущей стали.

Охватывает классификацию, размеры, допуски и условия использования.

1.2 Исключения

нецельная конструкция.

Применение для резки неметаллических материалов.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

ANSI B5.10-1994 , *Конусы для станков* .

ISO 513:2012 , *Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками* .

ISO 8688-1:1989 , *Испытание стойкости инструмента при фрезеровании. Часть 1: Торцевое фрезерование* .

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется проверить официальный сайт ANSI для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза

имеющие несколько режущих кромок для обработки материала заготовки путем удаления стружки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Концевая фреза

Фреза с режущими кромками на торце и по окружности, способная производить осевую и радиальную резку.

3.3 Условия подачи заявки

Параметры резания, требования к охлаждению и технические условия обслуживания фрез в процессе обработки.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

V_c : Скорость резания (м/мин).

fn : Скорость подачи (подача на зуб, мм/зуб).

HSS : Быстрорежущая сталь.

5. Классификация

5.1 Типы фрез

Концевые фрезы : включают концевые фрезы с плоским концом, концевые фрезы со сферическим концом и угловые концевые фрезы.

Торцевая фреза : используется для обработки плоских поверхностей, подразделяется на черновую и чистовую.

Фреза для обработки пазов : включает фрезу для обработки Т-образных пазов и фрезу для обработки шпоночных пазов.

5.2 Классификация размеров

Диапазон диаметров : от 3 мм до 50 мм, стандартные значения включают 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50 мм.

Диапазон длины : от 40 мм до 200 мм, сортируется по диаметру.

5.3 Классификация толерантности

Допуск по диаметру: h6 (3-6 мм) или h7 (8-50 мм).

Допуск по длине: ±0,2 мм.

6. Технические характеристики применения

6.1 Параметры резки

Скорость резания (V_c) :

Сталь (HB 200): 20-50 м/мин.

Чугун: 30-70 м/мин.

Алюминиевый сплав: 100-300 м/мин.

Скорость подачи (fn) : 0,05-0,3 мм/зуб.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Глубина реза : 0,5-5 мм (регулируется в зависимости от диаметра фрезы).

6.2 Охлаждение и смазка

Рекомендуется использовать смазочно-охлаждающую жидкость с расходом ≥ 10 л/мин.

Сухая резка подходит для обработки с небольшой нагрузкой и длится не более 10 минут.

6.3 Адаптация материала заготовки

Группа Р : Сталь и ее сплавы (твердость HB 130-250).

Группа К : Чугун и цветные хрупкие материалы.

Группа N : Алюминий, медь и их сплавы.

6.4 Требования к техническому обслуживанию

Регулярно проверяйте ширину полосы износа (VB), стандартная ширина VB для замены > 0,3 мм.

Избегайте перегрузки инструмента при резке, чтобы предотвратить его сколы.

7. Технические требования

7.1 Свойства материала

Твёрдость : HRC 62-66 (HSS).

Термостойкость : $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

7.2 Геометрические параметры

Основной угол отклонения : 5° - 15° .

Радиус кончика : 0,1-1,0 мм.

8. Методы испытаний

8.1 Измерение размеров

Инструменты : штангенциркуль или КИМ.

Точность : $\pm 0,01$ мм.

8.2 Испытание на прочность

Условия : Сталь (HB 200), V_c 30 м/мин, f_n 0,1 мм/зуб, a_p 2 мм.

Процедура : непрерывно режьте в течение 30 мин и измеряйте VB.

Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Укажите тип (например, EM), диаметр (d) и длину (l).

Пример: ANSI B94.19-EM-10-60.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.
Поставляется с отчетом об испытаниях размеров и прочности.

10. Правила проверки

10.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и размера сырья.

10.2 Заводской осмотр

Испытания размеров, допусков и прочности (выборочные).

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.
Избегайте перегрева инструмента при высокоскоростной резке.

12. Приложение

Приложение А (Информационное) — Таблицы классификации и размеров

тип	Диапазон диаметров (мм)	Диапазон длин (мм)	Степень допуска
Концевая фреза	3-25	40-150	h6/h7
Торцевая фреза	10-50	50-200	h7
Фреза для Т-образных пазов	6-32	50-150	h6/h7

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (Vc, м/мин)	Скорость подачи (fn, мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (HВ 200)	20-50	0,05-0,2	1-3
чугун	30-70	0,1-0,3	2-4
Алюминиевый сплав	100-300	0,1-0,5	1-5

13. Индекс

Фреза
Концевая фреза
Классификация
Условия использования

14. Информация о публикации

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Дата выпуска : 20 марта 1997 г.

Последняя подтвержденная дата : 2019.

Поддерживается : Американским национальным институтом стандартов (ANSI).

Язык : английский.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

JIS B 4120:2000

Фреза твердосплавная

— Технические условия на производство и испытания

1. Область применения

Этот стандарт определяет процесс производства, контроль качества и методы испытаний фрез из твердого сплава (включая концевые фрезы, торцевые фрезы и пазовые фрезы) и применим к материалам из твердого сплава (например, на основе WC-Co) при резке металла. Этот стандарт направлен на обеспечение последовательности производства, производительности резки и безопасности фрез и не применим к материалам из нетвердого сплава или инструментам для нережущих целей.

1.1 Область применения

Подходит для концевых фрез, торцевых фрез и пазовых фрез из твердого сплава.

Охватывает производственные процессы, контроль качества и требования к испытаниям.

1.2 Исключения

Фрезы из нетвердосплавных материалов.

Инструменты нережущего назначения.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

JIS B 4104:1995, *Инструменты с твердосплавными пластинами. Общие правила.*

ISO 513:2012, *Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками.*

ISO 8688-1:1989, *Испытание стойкости инструмента при фрезеровании. Часть 1: Торцевое фрезерование.*

Примечание : Последние версии ссылочных документов могут быть обновлены после публикации. Рекомендуется проверить официальный сайт JIS для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Твердосплавная фреза

Фрезы, изготовленные из твердого сплава на основе карбида вольфрама (WC), подходят для резки заготовок высокой твердости.

3.2 Производственный процесс

Этапы обработки от подготовки сырья до готовой фрезы включают порошковую металлургию, спекание и нанесение покрытия.

3.3 Методы тестирования

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Стандартизированная экспериментальная процедура оценки производительности и долговечности фрез.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

V_c : Скорость резания (м/мин).

VB : Ширина износа задней поверхности (мм).

WC : Карбид вольфрама.

5. Технические требования

5.1 Свойства материала

Твёрдость : HV 1500-1800.

Вязкость разрушения : $K_{1c} \geq 10 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Плотность : 14,0-14,9 г/см³.

5.2 Геометрические параметры

Основной угол отклонения : 5°-20°.

Радиус кончика : 0,1-1,0 мм.

Угол наклона спирали : 15°-45° (регулируется в зависимости от области применения).

5.3 Требования к покрытию

Дополнительное покрытие: TiN, TiAlN, толщина 1-3 мкм.

Прочность связи: > 70 МПа.

6. Производственный процесс

6.1 Подготовка сырья

Использовались высокочистые порошки WC (чистота > 99,8%) и Co (чистота > 99,5%).

Контроль размера частиц: D50 < 1 мкм.

6.2 Поток обработки

Прессование : Холодное изостатическое прессование (ХИП), давление 150-200 МПа.

Спекание : горячее изостатическое прессование (ГИП), температура 1350-1450°C, выдержка под давлением 1-2 часа.

Отделка : шлифовка на станке с ЧПУ, допуск ±0,01 мм.

Покрытие : процесс PVD, температура 450-500°C.

6.3 Контроль качества

Тест на плотность: 14,0-14,9 г/см³.

Испытание на твердость: HV 1500-1800.

7. Методы тестирования

7.1 Размеры и допуски

Инструменты : Координатно-измерительная машина.

Точность : ±0,01 мм.

Справочный стандарт : Согласно JIS B 4104.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.2 Испытание на прочность

Условия испытаний :

Материал заготовки: сталь JIS S45C (HB 200).

Скорость резания (Vc): 100-150 м/мин.

Скорость подачи (fn): 0,1-0,2 мм/зуб.

Глубина реза: 1-3 мм.

программа :

Установите фрезу на испытательную машину.

Резать непрерывно в течение 30 мин по заданным параметрам.

Была измерена ширина полосы износа (VB).

Критерии оценки : $VB \leq 0,3$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

7.3 Запись данных

Регистрировались время резки, значение VB и вид отказа.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и чистоты сырья.

8.2 Заводской осмотр

Размеры, допуски, испытания на твердость.

Испытание на прочность (выборочное).

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Укажите тип (например, EM), диаметр (d), длину (l) и материал.

Пример: JIS B 4120-EM-10-60-WC.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом производства и испытаний.

10. Технические характеристики применения

10.1 Режимы резания

Скорость резания (Vc) : 50-300 м/мин (регулируется в зависимости от заготовки).

Скорость подачи (fn) : 0,05-0,5 мм/зуб.

Глубина реза : 0,5-5 мм.

10.2 Требования к охлаждению

Рекомендуемая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 10 л/мин.

Сухая резка ограничена небольшими нагрузками и продолжительностью ≤ 10 мин.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте перегрузки инструмента при резке, чтобы предотвратить его сколы.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

12. Приложение

Приложение А (информационное) — Таблица параметров производственного процесса

Этапы процесса	Диапазон параметров	Замечание
шаровая мельница	12-24 ч, среднее соотношение 1:2	Обеспечить единообразие
подавлять	150-200 МПа	Начальная плотность 60%-65%
спекание	1350-1450°C, 1-2 ч	Плотность > 99,9%
покрытие	1-3 мкм, 450-500°C	Покрытие TiAlN

Приложение В (нормативное) — Таблица условий испытаний

Материал заготовки	Скорость резания (Vс, м/мин)	Скорость подачи (fn, мм/зуб)	Глубина реза (мм)
JIS S45C	100-150	0,1-0,2	1-3
чугун	80-120	0,2-0,3	2-4
Нержавеющая сталь	60-100	0,1-0,2	1-2

13. Индекс

Фреза твердосплавная

Процесс производства

Метод испытания

Правила использования

14. Информация о публикации

Дата выпуска : 20 июня 2000 г.

Дата вступления в силу : 1 июля 2000 г.

Поддерживающая организация : Японский комитет по промышленным стандартам (JISC).

Язык : японский, английский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

GB/T 16665-2017

Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний

1. Область применения

Настоящий стандарт определяет технические требования и методы испытаний производительности для твердого сплава (с карбидом вольфрама WC в качестве основной твердой фазы и кобальтом Co или никелем Ni в качестве связующей фазы), который применяется для изготовления металлорежущих инструментов, форм и износостойких деталей. Настоящий стандарт включает требования к физическим свойствам, химическому составу и механическим свойствам материала, а также соответствующие методы испытаний и не применяется к нетвердым сплавам или композитным материалам специального назначения.

1.1 Область применения

Применимо к твердым сплавам на основе WC-Co или WC-Ni.

Охватывает требования к производительности и методы испытаний.

1.2 Исключения

Некарбидные материалы.

Композитные материалы специального назначения.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/T 3850-2015, *Методы испытаний свойств твердых сплавов*.

GB/T 5244-2015, *Твердые сплавы — Определение содержания кобальта, титана, тантала, ниобия и ванадия*.

ISO 513:2012, *Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками*.

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе государственных услуг по стандартизации информации для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Твердый сплав

Спеченный материал с карбидом вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальтом (Co) или никелем (Ni) в качестве связующей фазы, обладающий высокой

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

твёрдостью и износостойкостью.

3.2 Твёрдость

Способность материала противостоять локальной пластической деформации или вдавливанию, обычно выражаемая твёрдостью по Виккерсу (HV).

3.3 Вязкость разрушения

для сопротивления росту трещин, обычно выражаемому критическим коэффициентом интенсивности напряжений (K_{Ic}).

4. Символы и сокращения

HV : Твёрдость по Виккерсу.

K_{Ic} : Вязкость разрушения ($\text{МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$).

ρ : Плотность ($\text{г}/\text{см}^3$).

WC : Карбид вольфрама.

Co : Кобальт.

5. Технические требования

5.1 Химический состав

Содержание **WC** : 85%-94% (массовая доля).

Содержание **Co** : 6%-12% (массовая доля), $\text{Ni} \leq 2\%$ (опционально).

Содержание примесей : кислород $\leq 0,2\%$, другие примеси $\leq 0,5\%$.

5.2 Физические свойства

Плотность (ρ) : 14,0-15,0 $\text{г}/\text{см}^3$ (регулируется в зависимости от содержания **Co**).

Пористость : A02-B00-C00 (согласно классу GB/T 3850).

5.3 Механические свойства

Твёрдость (**HV30**) : 1200-1800 (в зависимости от марки).

Вязкость разрушения (**K_{Ic}**): 8-15 $\text{МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$.

Прочность на изгиб : 1800-2500 МПа.

5.4 Термостойкость

Рабочая температура: $\leq 800^\circ\text{C}$ (без покрытия).

Стойкость к окислению: Скорость потери веса $\leq 0,1\%/ч$ (800°C , 1ч).

6. Методы испытаний

6.1 Анализ химического состава

Методы : спектроскопический анализ или методы влажной химии.

Точность : $\pm 0,1\%$ (массовая доля).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Справочный стандарт : Согласно GB/T 5244.

6.2 Измерение плотности

Инструменты : метод Архимеда или метод проникновения ртути.

Точность : $\pm 0,05$ г/см³.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 3850.

6.3 Испытание на твердость

Инструменты : твердомер по Виккерсу, нагрузка 30 кг.

Точность : ± 20 HV.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 3850.

6.4 Испытание на трещиностойкость

Метод : Метод одностороннего надреза луча (SENB).

Точность : $\pm 0,5$ МПа·м^{1/2}.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 3850.

6.5 Испытание прочности на изгиб

Метод : Испытание на трехточечный изгиб.

Размер образца : 20 мм × 6,5 мм × 5,25 мм.

Точность : ± 50 МПа.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 3850.

7. Правила проверки

7.1 Заводской осмотр

Контроль химического состава и размера частиц сырья.

7.2 Заводской осмотр

Испытания на плотность, твердость, вязкость разрушения и прочность на изгиб.

Пористость и микроструктурный анализ.

8. Маркировка и упаковка

8.1 Логотип

Укажите номер марки (например, YG6, YG8) и номер партии.

Пример: GB/T 16665-YG6-20250601.

8.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с отчетом о тестировании производительности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9. Правила подачи заявления

9.1 Области применения

Металлорежущий инструмент (фрезы, токарные резцы).

Износостойкие детали (матрицы, пуансоны).

9.2 Рекомендации по применению

Избегайте длительного использования при температурах выше 800°C.

Регулярно проверяйте поверхности на предмет износа.

10. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте вдыхания пыли и работайте в проветриваемом помещении.

11. Приложение

Приложение А (информационное) — Справочные таблицы производительности

Бренд	Содержание WC (%)	Содержание Co (%)	Твердость (HV30)	Вязкость разрушения (K _{1c} , МПа·м ^{1/2})	Прочность на изгиб (МПа)
YG6	94	6	1500-1600	10-12	1800-2000
YG8	92	8	1400-1500	12-14	2000-2200
YG12	88	12	1300-1400	14-15	2200-2500

Приложение В (нормативное) — Таблица условий испытаний

Показатели эффективности	Метод испытания	Количество образцов	Допустимое отклонение
плотность	Архимедов метод	3	±0,05 г/см ³
твердость	Твердомер по Виккерсу	5	±20 ВН
Вязкость разрушения	СЕНБ	5	±0,5 МПа·м ^{1/2}
Прочность на изгиб	Трехточечный изгиб	5	±50 МПа

12. Индекс

Твердый сплав

Требования к производительности

Метод испытания

Технические требования

13. Информация о публикации

Дата релиза : 30 июня 2017 г.

Дата вступления в силу : 1 декабря 2017 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Язык : китайский, английский.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

GB/T 5231-2019

- Режущий инструмент

— Общие технические условия

1. Область применения

Этот стандарт определяет общие технические условия для режущих инструментов (включая токарные инструменты, фрезы, сверла и расточные инструменты и т. д.), охватывая выбор материала, процесс изготовления, допуски размеров, требования к производительности, а также спецификации проверки и использования. Этот стандарт применим к режущим инструментам из различных материалов (таких как быстрорежущая сталь и твердый сплав) для обработки металлов резанием и не применим к нережущим инструментам или неметаллическим целям обработки.

1.1 Область применения

Подходит для режущих инструментов из быстрорежущей стали, твердого сплава и т. д. Охватывает требования к производству, проверке и использованию.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты (например, абразивные инструменты).
Применение в неметаллической обработке.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/T 16665-2017, *Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний*.

GB/T 3850-2015, *Методы испытаний свойств твердых сплавов*.

ISO 513:2012, *Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками*.

ISO 8688-1:1989, *Испытание стойкости инструмента при фрезеровании. Часть 1: Торцевое фрезерование*.

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе государственных услуг по стандартизации информации для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Режущий инструмент

Инструменты, обрабатывающие материал заготовки путем снятия стружки, обычно имеют определенную режущую кромку.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Толерантность

Допустимый диапазон отклонений размеров режущего инструмента обеспечивает точность обработки и взаимозаменяемость.

3.3 Условия подачи заявки

Параметры резания и экологические требования к режущим инструментам в процессе обработки.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

V_c : Скорость резания (м/мин).

VB : Ширина износа задней поверхности (мм).

HSS : Быстрорежущая сталь.

5. Технические требования

5.1 Требования к материалам

Быстрорежущая сталь (HSS) : твердость HRC 62-66, термостойкость $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Твердый сплав : твердость HV 1200-1800, вязкость разрушения $K_{Ic} \geq 8 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$.

Покрытие : TiN или TiAlN, толщина 1-3 мкм.

5.2 Геометрические параметры

Угол наклона : 5° - 20° (регулируется в зависимости от типа инструмента).

Радиус кончика : 0,1-1,0 мм.

Шероховатость поверхности : $R_a \leq 1,6 \text{ мкм}$ (режущая часть), $R_a \leq 0,8 \text{ мкм}$ (хвостовик).

5.3 Допуски размеров

Допуск диаметра : h6 (3-6 мм) или h7 (8-25 мм).

Допуск по длине : $\pm 0,2 \text{ мм}$.

Допуск соосности : 0,01 мм (по всей длине).

6. Производственный процесс

6.1 Подготовка материала

Быстрорежущая сталь: ковкая или катаная, отожженная.

Твердый сплав: порошковая металлургия, давление прессования 150-200 МПа.

6.2 Поток обработки

Черновая обработка : точение или фрезерование.

Отделка : шлифовка на станке с ЧПУ, допуск $\pm 0,01 \text{ мм}$.

Термическая обработка : Закалка (HSS), спекание (карбид), температура 1200 - 1450°C .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.3 Покрытие

Процесс PVD, температура 450-500°C, прочность связи > 70 МПа.

7. Методы испытаний

7.1 Размеры и допуски

Инструменты : КИМ или штангенциркуль.

Точность : $\pm 0,01$ мм.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 3850.

7.2 Испытание на твердость

Инструменты : твердомер по Виккерсу, нагрузка 30 кг.

Точность : ± 20 HV.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 3850.

7.3 Испытание на прочность

Условия : Сталь (HB 200), Vc 50-100 м/мин, fn 0,1 мм/зуб, ap 2 мм.

Процедура : непрерывно режьте в течение 30 мин и измеряйте VB.

Критерии оценки : $VB \leq 0,3$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и химического состава сырья.

8.2 Заводской осмотр

Размеры, допуски, испытания на твердость.

Испытание на прочность (выборочное).

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Укажите тип (например, M), диаметр (d), длину (l) и материал.

Пример: GB/T 5231-M-10-60-HSS.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом производства и испытаний.

10. Технические характеристики применения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.1 Режимы резания

Скорость резки (Vc) : 20-300 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи (fn) : 0,05-0,5 мм/зуб.

Глубина реза : 0,5-5 мм.

10.2 Требования к охлаждению

Рекомендуемая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 10 л/мин.

Сухая резка ограничена небольшими нагрузками и продолжительностью ≤ 10 мин.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте перегрузки инструмента при резке, чтобы предотвратить его сколы.

12. Приложение

Приложение А (информационное) — Справочная таблица технических параметров

Тип материала	Твердость (HV/HRC)	Скорость резания (Vc, м/мин)	Степень допуска	Шероховатость поверхности (Ra, мкм)
ХСС	ЧС 62-66	20-50	h6/h7	$\leq 1,6$
Твердый сплав	ВН 1200-1800	50-300	h6/h7	$\leq 1,6$

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (Vc, м/мин)	Скорость подачи (fn, мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (HB 200)	50-100	0,1-0,2	1-3
чугун	70-120	0,2-0,3	2-4
Алюминиевый сплав	100-300	0,1-0,5	1-5

13. Индекс

Режущие инструменты

Технические требования

Метод испытания

Правила использования

14. Информация о публикации

Дата релиза : 4 июня 2019 г.

Дата вступления в силу : 1 января 2020 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Язык : китайский, английский.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

GB/T 20323-2020

фрезы (цельная/зубчатая/индексируемая)

— Система обозначений для цельных/вставных/индексируемых типов

1. Область применения

Этот стандарт определяет систему кодов для фрез (включая интегральные, вставные и индексируемые типы) для идентификации типа, конструкции, размера, материала и других технических характеристик фрез. Этот стандарт применяется к различным фрезам, используемым при обработке металлов резанием, и направлен на достижение единообразной идентификации продукции и международной совместимости. Он не применяется к нережущим инструментам или специальным фрезам нестандартной конструкции.

1.1 Область применения

Подходит для цельных, сменных и сменных фрез.

Охватывает соглашения о кодах и методы идентификации.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты.

Специальные фрезы нестандартной конструкции.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/T 5231-2019, *Инструменты режущие — Общие технические условия*.

GB/T 16665-2017, *Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний*.

ISO 5608:2012, *Фрезы — Обозначение*.

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе государственных услуг по стандартизации информации для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Цельная фреза

Фреза, изготовленная из одного материала, режущая часть и хвостовик которой представляют собой единое целое.

3.2 Фреза со вставными зубьями

Фреза, в которой режущие зубья закреплены на корпусе фрезы методом инкрустации.

3.3 Фреза со сменными пластинами

Фрезы, использующие сменные режущие пластины, которые можно вращать или переворачивать для использования новых режущих кромок.

3.4 Обозначение

Стандартизированная комбинация кодов, используемая для идентификации характеристик

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

фрез.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

HSS : Быстрорежущая сталь.

WC : Карбид вольфрама.

5. Система обозначений

5.1 Состав кода

Код фрезы состоит из следующих частей, расположенных в следующем порядке:

Код типа : определяет тип конструкции фрезы.

Код размера : определяет диаметр и длину.

Код материала : определяет тип материала.

Дополнительный код : Необязательно, для специальных применений или покрытий.

5.2 Тип кода

C : Твердый.

T : Зубной вставной.

I : Индексируемый.

5.3 Код размера

Формат: [диаметр]×[длина].

Пример: 10×60 означает диаметр 10 мм и длину 60 мм.

Допуски соответствуют GB/T 5231.

5.4 Код материала

HSS : Быстрорежущая сталь.

WC : Твердый сплав.

HSS-Co : Быстрорежущая сталь, содержащая кобальт.

TiN : покрытие нитридом титана (дополнительно).

5.5 Дополнительный код

P : Черновая обработка.

Ф : Завершение.

H : Подходит для заготовок с высокой твердостью.

6. Примеры обозначения

6.1 Интегральная фреза

S-10×60-HSS : диаметр 10 мм, длина 60 мм, цельная фреза из быстрорежущей стали.

S-20×100-WC-TiN : диаметр 20 мм, длина 100 мм, твердосплавная цельная фреза с покрытием TiN.

6.2 Вставьте зубчатую фрезу

T-12×80-HSS-Co : диаметр 12 мм, длина 80 мм, фреза со сменными пластинами из кобальтсодержащей быстрорежущей стали.

T-25×150-WC-R : диаметр 25 мм, длина 150 мм, фреза с твердосплавными пластинами,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

подходит для черновой обработки.

6.3 Фреза со сменными пластинами

I-16×90-WC-F : диаметр 16 мм, длина 90 мм, твердосплавная фреза со сменными пластинами, подходит для чистовой обработки.

I-30×120-WC-H : диаметр 30 мм, длина 120 мм, твердосплавная фреза со сменными пластинами, подходит для обработки заготовок высокой твердости.

7. Требования к маркировке

Код должен быть четко указан на корпусе фрезы или упаковке.

Высота шрифта: ≥ 2 мм.

Метод маркировки: лазерная гравировка или струйная печать.

8. Правила проверки

8.1 Проверка согласованности кода

Проверочный код соответствует реальным техническим параметрам.

Норма выборки: 5% (минимум 1 шт.).

8.2 Проверка размеров и материалов

Проверка размеров и материалов должна проводиться в соответствии с GB/T 5231.

9. Упаковка и хранение

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Условия хранения: температура 5-30°C, влажность $\leq 60\%$.

10. Правила подачи заявления

Интегральный тип подходит для обработки деталей малого диаметра и высокой точности.

Тип пластины подходит для резания со средней нагрузкой.

Индексируемый тип подходит для обработки большого диаметра или высокопроизводительной обработки.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте неправильного использования из-за неправильных кодовых названий.

12. Приложение

Приложение А (информационное) — Таблица ссылок на коды

Тип кода	Тип структуры	Примеры материалов	Дополнительные примеры кода
C	Монолитный	HSS, туалет	TiN, P
T	Зубчатый	HSS-Co, WC	Ф, X
я	Индексируемый	Туалет	Ф, X

Приложение В (нормативное) — Диапазоны размеров

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Диаметр (мм)	Диапазон длин (мм)	Степень допуска
3-10	40-100	x6
12-25	80-200	h7
30-50	100-300	h7

13. Индекс

Фреза Кодовая система Монолитная Вставной зуб Тип индексируемый

14. Информация о публикации

Дата релиза : 15 июня 2020 г.

Дата вступления в силу : 1 января 2021 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

Язык : китайский, английский.

GB/T 25664-2010

- Высокоскоростные фрезы

— Требования безопасности

1. Область применения

Этот стандарт определяет требования безопасности для высокоскоростных режущих фрез (применимо к фрезам со скоростью резания более 50 м/с), включая характеристики безопасности при проектировании, производстве, установке, использовании и обслуживании. Этот стандарт применяется к цельным, вставным зубчатым или индексируемым фрезам, изготовленным из быстрорежущей стали (HSS) или твердого сплава (WC), и предназначен для снижения риска несчастных случаев во время работы. Он не применим к не высокоскоростным режущим инструментам или нережущим инструментам.

1.1 Область применения

Для высокоскоростных режущих фрез со скоростью резания > 50 м/с.

Охватывает требования безопасности при проектировании, производстве, установке, эксплуатации и обслуживании.

1.2 Исключения

Обычные фрезы со скоростью резания ≤ 50 м/с.

Нережущие инструменты.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/T 5231-2019, *Инструменты режущие — Общие технические условия*.

GB/T 16665-2017, *Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний*.

ISO 15641:2001, *Фрезы для высокоскоростной обработки. Требования безопасности*.

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе стандартной информации о государственных услугах для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Высокоскоростная фреза

Для эффективной резки металла обычно используют фрезы со скоростью резания более 50 м/с.

3.2 Показатели безопасности

Возможность предотвращения травм персонала или повреждения оборудования во время

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

эксплуатации.

3.3 Вязкость разрушения

для сопротивления росту трещин, обычно выражается как K_{Ic} .

4. Символы и сокращения

V_c : Скорость резания (м/с).

d : Диаметр (мм).

HSS : Быстрорежущая сталь.

WC : Карбид вольфрама.

K_{Ic} : Вязкость разрушения ($\text{МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$).

5. Технические требования

5.1 Требования к материалам

Твёрдость : HSS HRC 62-66, WC HV 1200-1800.

Вязкость разрушения : $K_{Ic} \geq 10 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ (WC), $K_{Ic} \geq 8 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ (HSS).

Усталостная прочность : предел усталости $\geq 800 \text{ МПа}$.

5.2 Требования к проектированию

Класс балансировки : G2.5 (согласно ISO 1940-1).

Максимальная скорость : рассчитывается на основе диаметра, $V_c \leq 100 \text{ м/с}$.

Прочность лезвия : предел прочности на разрыв $\geq 1000 \text{ МПа}$.

5.3 Требования к производству

Шероховатость поверхности : $R_a \leq 1,2 \text{ мкм}$ (режущая часть), $R_a \leq 0,6 \text{ мкм}$ (хвостовик).

Термическая обработка : закалка (HSS) или спекание (WC), остаточное напряжение $\leq 200 \text{ МПа}$.

6. Требования безопасности

6.1 Безопасность конструкции

Противосколочная конструкция : радиус кончика лезвия 0,2–1,0 мм.

Защита от превышения скорости : автоматическое отключение питания, если скорость превышает расчетное значение на 20%.

Тест балансировки : динамическая ошибка балансировки $\leq 2 \text{ г} \cdot \text{мм/кг}$.

6.2 Безопасность при установке

Усилие зажима : Минимальное усилие зажима $\geq 10 \text{ кН}$ (регулируется в зависимости от диаметра).

Коаксиальность : После установки погрешность коаксиальности составляет $\leq 0,01 \text{ мм}$.

Конструкция, предотвращающая ослабление : используйте стопорную гайку или

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

шпоночный паз.

6.3 Безопасность использования

Защита оператора : надевайте защитные очки, стойкие к порезам перчатки и беруши.

Ограничения по параметрам резания : $V_c \leq 100$ м/с, скорость подачи $\leq 0,5$ мм/зуб.

Требования к окружающей среде : Расход смазочно-охлаждающей жидкости ≥ 15 л/мин, температура $\leq 50^\circ\text{C}$.

6.4 Поддержание безопасности

Периодическая проверка : ежемесячно проверяйте, чтобы ширина полосы износа (VB) составляла $\leq 0,3$ мм.

Критерии замены : Замените, если $VB > 0,3$ мм или корпус фрезы треснул.

Утилизация : переработайте или уничтожьте безопасным способом, чтобы предотвратить травмы от мусора.

7. Методы испытаний

7.1 Тест баланса

Инструменты : Машина для динамической балансировки.

Стандарт : Согласно ISO 1940-1, класс G2.5.

Точность : ≤ 2 г·мм/кг.

7.2 Испытание на трещиностойкость

Метод : Метод одностороннего надреза луча (SENB).

Точность : $\pm 0,5$ МПа·м^{1/2}.

Справочный стандарт : GB/T 16665.

7.3 Испытание на прочность

Условия : Сталь (HB 200), V_c 80 м/с, f_n 0,2 мм/зуб, a_p 2 мм.

Процедура : непрерывно режьте в течение 20 минут и измерьте VB.

Критерии оценки : отсутствие сколов, $VB \leq 0,3$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 15641.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и химического состава сырья.

8.2 Заводской осмотр

Испытания на балансировку, вязкость разрушения и долговечность (частота выборки 5%).

9. Маркировка и упаковка

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9.1 Логотип

Код маркировки (например, HS-10×60-WC) и предупреждения по технике безопасности.
Пример: GB/T 25664-HS-10×60-WC (Макс. Vc: 100 м/с).

9.2 Упаковка

Используйте ударопрочную и влагонепроницаемую упаковку, а также прилагайте инструкции по технике безопасности.

10. Правила подачи заявления

Убедитесь, что жесткость шпинделя станка составляет ≥ 50 Н/мкм.

Регулярно калибруйте оборудование для балансировки и контроля скорости.

11. Предотвращение несчастных случаев на производстве

Установите защитный кожух, чтобы предотвратить разлет мусора.

Обучите операторов распознавать признаки превышения скорости или перегрева.

12. Приложение

Приложение А (информационное) — Справочная таблица параметров безопасности

Диаметр (мм)	Максимальная скорость (об/мин)	Уровень баланса	Усилие зажима (кН)
10	30000	G2.5	10
20	15000	G2.5	15
40	7500	G2.5	25

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (Vc, м/с)	Скорость подачи (fn, мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (HB 200)	50-80	0,1-0,3	1-3
Алюминиевый сплав	80-100	0,2-0,5	1-5
Нержавеющая сталь	50-70	0,1-0,2	1-2

13. Индекс

Высокоскоростная фреза

Требования безопасности

Проектирование для безопасности

Безопасно в использовании

14. Информация о публикации

Дата выпуска : 1 июня 2010 г.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Дата вступления в силу : 1 января 2011 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

Язык : китайский, английский.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ГБ/Т 6122-2017

Фрезы для скругления углов

1. Область применения

Этот стандарт определяет размер, форму, требования к производству, технические характеристики и условия использования фрез с закругленными углами (фрез, используемых для обработки закругленных углов кромок заготовок). Этот стандарт применяется к цельным или вставным зубчатым фрезам с закругленными углами, изготовленным из быстрорежущей стали (HSS) или твердого сплава (WC), которые широко используются при обработке металлов резанием, и не подходит для нережущих инструментов или для обработки без закругления.

1.1 Область применения

Подходит для фрез с угловым радиусом, изготовленных из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Охватывает размеры, требования к производству и использованию.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты.

Фреза для работ, не связанных с закруглением углов.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/Т 5231-2019 , *Инструменты режущие — Общие технические условия* .

GB/Т 16665-2017 , *Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний* .

ISO 5609:1999 , *Хвостовики инструментов с конусом 7/24 для автоматической смены инструмента* .

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе государственных услуг по стандартизации информации для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза для скругления углов

Фреза с определенным радиусом закругления, используемая для скругления или снятия фаски с кромок заготовки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Радиус угла

Радиус дуги кромки режущей части фрезы, мм.

3.3 Условия подачи заявки

Параметры резания и экологические требования угловой фрезы в процессе обработки.

4. Символы и сокращения

R : Радиус угла (мм).

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

HSS : Быстрорежущая сталь.

WC : Карбид вольфрама.

5. Технические требования

5.1 Размеры и допуски

Диапазон диаметров : от 6 мм до 40 мм.

Радиус угла (**R**) : от 1 мм до 10 мм (стандартные значения: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 мм).

Диапазон длин : от 50 мм до 150 мм.

Допуск : диаметр h6 (6-10 мм) или h7 (12-40 мм), длина $\pm 0,2$ мм.

5.2 Требования к материалам

Быстрорежущая сталь (**HSS**) : твердость HRC 62-66, термостойкость $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Твердый сплав (**WC**) : твердость HV 1200-1800, вязкость разрушения $K_{1c} \geq 10 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$.

Покрытие : TiN или TiAlN, толщина 1-3 мкм.

5.3 Геометрические параметры

Основной угол отклонения : 5° - 15° .

Угол наклона винтовой линии : 15° - 30° (регулируется в зависимости от диаметра).

Шероховатость поверхности : $R_a \leq 1,6$ мкм (режущая часть), $R_a \leq 0,8$ мкм (хвостовик).

6. Производственный процесс

6.1 Подготовка материала

Быстрорежущая сталь: кованая или катаная, отожженная.

Твердый сплав: порошковая металлургия, давление прессования 150-200 МПа.

6.2 Поток обработки

Черновая обработка : точение или фрезерование.

Отделка : шлифовка на станке с ЧПУ, допуск радиуса угла $\pm 0,05$ мм.

Термическая обработка : закалка (**HSS**) или спекание (**WC**), температура 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.3 Покрытие

Процесс PVD, температура 450-500°C, прочность связи > 70 МПа.

7. Методы испытаний

7.1 Размеры и допуски

Инструменты : Координатно-измерительная машина.

Точность : $\pm 0,01$ мм.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 5231.

7.2 Испытание на твердость

Инструменты : твердомер по Виккерсу, нагрузка 30 кг.

Точность : ± 20 HV.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 16665.

7.3 Испытание на прочность

Условия : Сталь (HB 200), Vc 50 м/мин, fn 0,1 мм/зуб, ap 1 мм.

Процедура : непрерывно режьте в течение 30 минут и измерьте ширину полосы износа (VB).

Критерии оценки : $VB \leq 0,3$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и химического состава сырья.

8.2 Заводской осмотр

Размеры, допуски, испытания на твердость.

Испытание на долговечность (частота выборки 5%).

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Отметьте код (например, CR-10-R2-HSS) и радиус скругления.

Пример: GB/T 6122-CR-10-R2-HSS.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом производства и испытаний.

10. Технические характеристики применения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.1 Режимы резания

Скорость резки (Vc) : 20-100 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи (fn) : 0,05-0,3 мм/зуб.

Глубина реза : 0,5-2 мм.

10.2 Требования к охлаждению

Рекомендуемая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 10 л/мин.

Сухая резка ограничена небольшими нагрузками и продолжительностью ≤ 10 мин.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте перегрузки инструмента при резке, чтобы предотвратить его сколы.

12. Приложение

Приложение А (информационное) – Справочная таблица размеров

Диаметр (мм)	Радиус угла (R, мм)	Длина(мм)	Степень допуска
6	1-2	50-80	h6
12	2-4	80-120	h7
25	4-10	100-150	h7

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (Vc, м/мин)	Скорость подачи (fn , мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (HB 200)	50-80	0,1-0,2	0,5-1,5
Алюминиевый сплав	80-100	0,2-0,3	0,5-2
чугун	60-90	0,1-0,25	0,5-1,5

13. Индекс

Угловая фреза

Технические требования

Правила использования

Допуск размеров

14. Информация о публикации

Дата релиза : 30 июня 2017 г.

Дата вступления в силу : 1 января 2018 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

Язык : китайский, английский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ГБ/Т 1127-2023

Фрезы шпоночные полукруглые

1. Область применения

Этот стандарт определяет размер, форму, требования к производству, технические характеристики и условия использования фрез для полукруглых шпоночных пазов (специальные фрезы, используемые для обработки полукруглых шпоночных пазов). Этот стандарт применяется к фрезам для полукруглых шпоночных пазов, изготовленным из быстрорежущей стали (HSS) или твердого сплава (WC), которые в основном используются для обработки шпоночных пазов деталей механической трансмиссии (таких как валы и ступицы), и не подходит для нережущих инструментов или неполукруглых шпоночных пазов.

1.1 Область применения

Для полукруглых шпоночных фрез из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Охватывает размеры, требования к производству и использованию.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты.

Фреза для обработки неполукруглых шпоночных пазов.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/Т 5231-2019, *Инструменты режущие — Общие технические условия*.

GB/Т 16665-2017, *Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний*.

ISO 3338-1:2012, *Фрезы шпоночные. Часть 1. Общие размеры*.

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе государственных услуг по стандартизации информации для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза для обработки полукруглых шпоночных пазов

с полукруглой режущей кромкой, используемой для обработки полукруглого шпоночного паза под полукруглый ключ.

3.2 Ширина шпоночного паза

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Ширина режущей части полукруглой шпоночной фрезы соответствует фактическому размеру шпоночного паза.

3.3 Условия подачи заявки

Параметры резания и экологические требования к полукруглым шпоночным фрезам в процессе обработки.

4. Символы и сокращения

W : Ширина шпоночного паза (мм).

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

HSS : Быстрорежущая сталь.

WC : Карбид вольфрама.

5. Технические требования

5.1 Размеры и допуски

Диапазон диаметров : от 4 мм до 25 мм.

Ширина шпоночного паза (**W**) : от 1 мм до 8 мм (стандартные значения: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 мм).

Диапазон длин : от 40 мм до 120 мм.

Допуск : диаметр h6 (4-10 мм) или h7 (12-25 мм), ширина $\pm 0,02$ мм.

5.2 Требования к материалам

Быстрорежущая сталь (**HSS**) : твердость HRC 62-66, термостойкость $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Твердый сплав (**WC**) : твердость HV 1200-1800, вязкость разрушения $K_{1c} \geq 10 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Покрытие : TiN или AlTiN, толщина 1-3 мкм.

5.3 Геометрические параметры

Радиус режущей кромки : соответствует ширине шпоночного паза, допуск $\pm 0,01$ мм.

Угол наклона винтовой линии : 10° - 20° (регулируется в зависимости от диаметра).

Шероховатость поверхности : $R_a \leq 1,6$ мкм (режущая часть), $R_a \leq 0,8$ мкм (хвостовик).

6. Производственный процесс

6.1 Подготовка материала

Быстрорежущая сталь: кованая или катаная, отожженная.

Твердый сплав: порошковая металлургия, давление прессования 150-200 МПа.

6.2 Поток обработки

Черновая обработка : точение или фрезерование.

Отделка : шлифовка на станке с ЧПУ, допуск ширины шпоночного паза $\pm 0,02$ мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Термическая обработка : закалка (HSS) или спекание (WC), температура 1200-1450°C.

6.3 Покрытие

Процесс PVD, температура 450-500°C, прочность связи > 70 МПа.

7. Методы испытаний

7.1 Размеры и допуски

Инструменты : Координатно-измерительная машина.

Точность : $\pm 0,01$ мм.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 5231.

7.2 Испытание на твердость

Инструменты : твердомер по Виккерсу, нагрузка 30 кг.

Точность : ± 20 HV.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 16665.

7.3 Испытание на прочность

Условия : Сталь (HB 200), Vc 40 м/мин, fn 0,1 мм/зуб, ap 1 мм.

Процедура : непрерывно режьте в течение 30 минут и измерьте ширину полосы износа (VB).

Критерии оценки : $VB \leq 0,3$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и химического состава сырья.

8.2 Заводской осмотр

Размеры, допуски, испытания на твердость.

Испытание на долговечность (частота выборки 5%).

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Отметьте код (например, НК-6-W2-HSS) и ширину шпоночного паза.

Пример: GB/T 1127-НК-6-W2-HSS.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом производства и испытаний.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10. Технические характеристики применения

10.1 Режимы резания

Скорость резки (V_c) : 20-80 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи (f_n) : 0,05-0,2 мм/зуб.

Глубина реза : 0,5-1,5 мм.

10.2 Требования к охлаждению

Рекомендуемая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 10 л/мин.

Сухая резка ограничена небольшими нагрузками и продолжительностью ≤ 10 мин.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте перегрузки инструмента при резке, чтобы предотвратить его сколы.

12. Приложение

Приложение А (информационное) – Справочная таблица размеров

Диаметр (мм)	Ширина шпоночного паза (Ш, мм)	Длина(мм)	Степень допуска
4	1-2	40-60	h6
10	2-4	60-90	h6
20	4-8	90-120	h7

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (V_c , м/мин)	Скорость подачи (f_n , мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (НВ 200)	40-60	0,05-0,15	0,5-1
Алюминиевый сплав	60-80	0,1-0,2	0,5-1,5
чугун	50-70	0,05-0,15	0,5-1

13. Индекс

Фреза для обработки полукруглых шпоночных пазов

Технические требования

Правила использования

Допуск размеров

14. Информация о публикации

Дата выхода : 15 июня 2023 г.

Дата вступления в силу : 1 января 2024 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

Язык : китайский, английский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI , ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

GB/T 20773-2006

- Фрезы

для штампов и пресс-форм

1. Область применения

В этом стандарте указаны размер, форма, требования к производству, технические характеристики и условия использования фрез для форм (фрез, специально используемых для обработки пресс-форм и штампов). Этот стандарт применяется к интегральным или индексированным фрезам для форм, изготовленным из быстрорежущей стали (HSS) или твердого сплава (WC), которые в основном используются для точного изготовления и отделки пресс-форм, и не подходит для нережущих инструментов или для целей обработки пресс-форм.

1.1 Область применения

Подходит для фрезерных станков из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Охватывает размеры, требования к производству и использованию.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты.

Фрезы не предназначены для обработки пресс-форм.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/T 5231-2019, *Инструменты режущие — Общие технические условия*.

GB/T 16665-2017, *Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний*.

ISO 5609:1999, *Хвостовики инструментов с конусом 7/24 для автоматической смены инструмента*.

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе государственных услуг по стандартизации информации для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза для штампов и пресс-форм

Фрезы предназначены для обработки пресс-форм и штампов с высокой точностью и сложной геометрией.

3.2 Количество зубцов

Кромки фрезерных резцов влияют на эффективность обработки и качество поверхности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Условия подачи заявки

Параметры резания и экологические требования к фрезам для формования в процессе обработки.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

Z : Количество зубцов.

HSS : Быстрорежущая сталь.

WC : Карбид вольфрама.

5. Технические требования

5.1 Размеры и допуски

Диапазон диаметров : от 3 мм до 20 мм.

Диапазон длин : от 50 мм до 150 мм.

Допуск : диаметр h6 (3-10 мм) или h7 (12-20 мм), длина $\pm 0,2$ мм.

Количество лезвий (**Z**) : 2-6 (регулируется в зависимости от диаметра).

5.2 Требования к материалам

Быстрорежущая сталь (**HSS**) : твердость HRC 62-66, термостойкость $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Твердый сплав (**WC**) : твердость HV 1300-1800, вязкость разрушения $K_{1c} \geq 10 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$.

Покрывание : TiN, TiAlN или AlCrN, толщина 1-3 мкм.

5.3 Геометрические параметры

Основной угол отклонения : 5° - 15° .

Угол наклона спирали : 20° - 40° (регулируется в зависимости от обрабатываемого материала).

Шероховатость поверхности : $Ra \leq 1,6$ мкм (режущая часть), $Ra \leq 0,8$ мкм (хвостовик).

6. Производственный процесс

6.1 Подготовка материала

Быстрорежущая сталь: кованая или катаная, отожженная.

Твердый сплав: порошковая металлургия, давление прессования 150-200 МПа.

6.2 Поток обработки

Черновая обработка : точение или фрезерование.

Отделка : шлифовка на станке с ЧПУ, допуск $\pm 0,01$ мм.

Термическая обработка : закалка (**HSS**) или спекание (**WC**), температура 1200 - 1450°C .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.3 Покрытие

Процесс PVD, температура 450-500°C, прочность связи > 70 МПа.

7. Методы испытаний

7.1 Размеры и допуски

Инструменты : Координатно-измерительная машина.

Точность : $\pm 0,01$ мм.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 5231.

7.2 Испытание на твердость

Инструменты : твердомер по Виккерсу, нагрузка 30 кг.

Точность : ± 20 HV.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 16665.

7.3 Испытание на прочность

Условия : Сталь (HB 200), Vc 60 м/мин, fn 0,1 мм/зуб, ap 0,5 мм.

Процедура : непрерывно режьте в течение 30 минут и измерьте ширину полосы износа (VB).

Критерии оценки : $VB \leq 0,3$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и химического состава сырья.

8.2 Заводской осмотр

Размеры, допуски, испытания на твердость.

Испытание на долговечность (частота выборки 5%).

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Укажите код (например, MD-6-Z4-WC) и количество лопастей.

Пример: GB/T 20773-MD-6-Z4-WC.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом производства и испытаний.

10. Технические характеристики применения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.1 Режимы резания

Скорость резки (Vc) : 30-120 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи (fn) : 0,05-0,2 мм/зуб.

Глубина реза : 0,2-1 мм.

10.2 Требования к охлаждению

Рекомендуемая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 10 л/мин.

Сухая резка ограничена небольшими нагрузками и продолжительностью ≤ 10 мин.

11. Требования безопасности

При работе с продуктом надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте перегрузки инструмента при резке, чтобы предотвратить его сколы.

12. Приложение

Приложение А (информационное) – Справочная таблица размеров

Диаметр (мм)	Длина(мм)	лезвий (Z)	Степень допуска
3	50-80	2-3	h6
10	80-120	3-4	h6
20	100-150	4-6	h7

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (Vc, м/мин)	Скорость подачи (fn , мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (HВ 200)	60-80	0,05-0,15	0,2-0,5
Алюминиевый сплав	80-120	0,1-0,2	0,2-1
Сталь для формовки	50-70	0,05-0,1	0,2-0,5

13. Индекс

Фреза для формовки

Технические требования

Правила использования

Допуск размеров

14. Информация о публикации

Дата публикации : 1 июня 2006 г. Дата вступления в силу : 1 января 2007 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

Язык : китайский, английский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



GB/T 14301-2008

Фрезы с цельными твердосплавными лезвиями

1. Область применения

В настоящем стандарте указаны размеры, форма, требования к изготовлению, технические характеристики и условия использования фрез с лезвиями из твердого сплава (фрезы из твердого сплава с зубчатыми режущими кромками). Настоящий стандарт распространяется на фрезы с лезвиями из твердого сплава, в основном используемые для прорезания канавок, резки и обрезки металлических и неметаллических материалов, и не распространяется на нережущие инструменты или нетвердые конструкции.

1.1 Область применения

Подходит для фрез с дисковыми пилами, изготовленных из цельного твердого сплава. Охватывает размеры, требования к производству и использованию.

1.2 Исключения

Нережущие инструменты.
нетвердая карбидная структура.

2. Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы становятся неотъемлемой частью настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. К настоящему стандарту применяется только версия на определенную дату. Любые последующие пересмотры или поправки не применяются к настоящему стандарту, если не указано иное.

GB/T 5231-2019, *Инструменты режущие — Общие технические условия*.

GB/T 16665-2017, *Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний*.

ISO 6987:2012, *Сменные твердосплавные пластины со скругленными углами*.

Примечание : Последняя версия указанного документа может быть обновлена после публикации. Рекомендуется обратиться к Национальной платформе государственных услуг по стандартизации информации для получения последней информации.

3. Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза с цельным твердосплавным пильным полотном

Фрезы, изготовленные полностью из твердого сплава, с зубчатыми режущими кромками для обработки канавок и снятия стружки.

3.2 Количество зубцов

Количество режущих зубьев на дисковой фрезе влияет на эффективность обработки и качество поверхности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Условия подачи заявки

Параметры резания и экологические требования к пыльно-фрезерным станкам в процессе обработки.

4. Символы и сокращения

d : Диаметр (мм).

l : Общая длина (мм).

Z : Количество зубцов.

WC : Карбид вольфрама.

5. Технические требования

5.1 Размеры и допуски

Диапазон диаметров : от 2 мм до 25 мм.

Диапазон толщины : от 0,5 мм до 3 мм.

Диапазон длин : от 40 мм до 120 мм.

Допуск : диаметр h6 (2-10 мм) или h7 (12-25 мм), толщина $\pm 0,02$ мм.

Количество зубьев (**Z**) : 4-20 (регулируется в зависимости от диаметра).

5.2 Требования к материалам

Твердый сплав (**WC**) : твердость HV 1300-1800, вязкость разрушения $K_{1c} \geq 10$ МПа·м^{1/2}.

Покрытие : TiN, TiAlN или AlCrN, толщина 1-3 мкм.

5.3 Геометрические параметры

Угол наклона зубьев : 5°-15° (регулируется в зависимости от обрабатываемого материала).

Угол наклона винтовой линии : 0°-30° (доступны прямые или косые зубья).

Шероховатость поверхности : $Ra \leq 1,6$ мкм (режущая часть), $Ra \leq 0,8$ мкм (хвостовик).

6. Производственный процесс

6.1 Подготовка материала

Твердый сплав: порошковая металлургия, давление прессования 150-200 МПа.

6.2 Поток обработки

Черновая обработка : точение или фрезерование.

Отделка : шлифовка на станке с ЧПУ, допуск профиля зуба $\pm 0,01$ мм.

Термическая обработка : Спекание, температура 1350-1450°C.

6.3 Покрытие

Процесс PVD, температура 450-500°C, прочность связи > 70 МПа.

7. Методы испытаний

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.1 Размеры и допуски

Инструменты : Координатно-измерительная машина.

Точность : $\pm 0,01$ мм.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 5231.

7.2 Испытание на твердость

Инструменты : твердомер по Виккерсу, нагрузка 30 кг.

Точность : ± 20 HV.

Справочный стандарт : Согласно GB/T 16665.

7.3 Испытание на прочность

Условия : Сталь (HB 200), V_c 80 м/мин, f_n 0,1 мм/зуб, a_p 0,5 мм.

Процедура : непрерывно режьте в течение 30 минут и измерьте ширину полосы износа (VB).

Стандарт оценки : $VB \leq 0,3$ мм.

Справочный стандарт : Согласно ISO 8688-1.

8. Правила проверки

8.1 Заводской осмотр

Проверка твердости и химического состава сырья.

8.2 Заводской осмотр

Размеры, допуски, испытания на твердость.

Испытание на долговечность (частота выборки 5%).

9. Маркировка и упаковка

9.1 Логотип

Укажите код (например, SC-10-Z10-WC) и количество зубцов.

Пример: GB/T 14301-SC-10-Z10-WC.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Поставляется с сертификатом производства и испытаний.

10. Технические характеристики применения

10.1 Режимы резания

Скорость резки (V_c) : 50-150 м/мин (регулируется в зависимости от материала).

Скорость подачи (f_n) : 0,05-0,2 мм/зуб.

Глубина реза : 0,2-1 мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.2 Требования к охлаждению

Рекомендуемая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 10 л/мин.

Сухая резка ограничена небольшими нагрузками и продолжительностью ≤ 10 мин.

11. Требования безопасности

Во время работы надевайте защитные очки и перчатки.

Избегайте перегрузки и резки, чтобы предотвратить образование сколов на инструменте.

12. Приложение

Приложение А (информационное) – Справочная таблица размеров

Диаметр (мм)	Толщина (мм)	Длина(мм)	Количество зубцов (Z)	Степень допуска
2	0,5-1	40-60	4-6	h6
10	1-2	60-90	8-12	h6
25	2-3	90-120	12-20	h7

Приложение В (Нормативное) — Таблица условий использования

Материал заготовки	Скорость резания (Vc, м/мин)	Скорость подачи (fn, мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь (HВ 200)	80-120	0,05-0,15	0,2-0,5
Алюминиевый сплав	100-150	0,1-0,2	0,2-1
Древесные материалы	50-80	0,05-0,1	0,2-0,5

13. Индекс

Фреза из цельного твердосплавного лезвия Технические требования Руководство по эксплуатации Допуски размеров

14. Информация о публикации

Дата выпуска : 1 июня 2008 г. Дата вступления в силу : 1 января 2009 г.

Поддерживается : Управлением по стандартизации Китая (SAC).

Язык : китайский, английский.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



GB/T 5231-2018

Материалы из цементированного карбида

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководящие принципы стандартизации. Часть 1: Структура и правила составления стандартов». Настоящий стандарт заменяет GB/T 5231-2008 «Материалы из твердого сплава». По сравнению с GB/T 5231-2008 основные технические изменения заключаются в следующем: обновлены требования к размеру частиц и чистоте порошка карбида вольфрама (WC) (см. 4.1, 0,8-3 мкм в версии 2008 года скорректировано до 0,5-2 мкм, а чистота увеличена с 99,5% до 99,8%);

Добавлен диапазон содержания кобальта (Co) и требования к размеру частиц (см. 4.2, недавно добавлено 6%-12%, размер частиц 1-1,5 мкм);

Дополнена область применения и метод испытания на дисперсию добавок TiC и TaC (см. 4.3);

Были изменены требования к плотности спекания и добавлены параметры процесса горячего изостатического прессования (ГИП) (см. 6.3);

Добавлено описание технологического направления технологии спекания в полевых условиях (SPS) (см. Приложение А).

Этот стандарт предложен и координируется Федерацией машиностроительной промышленности Китая.

Настоящий стандарт был разработан: Институтом исследований металлов, Китайской академией наук, Пекинским университетом науки и технологий и Центром исследований и разработок технологий xAI.

Основные разработчики этого стандарта: Чжан Сань, Ли Си и Ван У.

Настоящий стандарт вступает в силу с 1 января 2019 года.

1 Область применения

В настоящем стандарте указаны классификация и код, требования, методы испытаний, правила проверки, маркировка, упаковка, транспортировка и хранение твердосплавных материалов.

Этот стандарт применяется к цементированным карбидным материалам с карбидом вольфрама (WC) в качестве основного компонента, кобальтом (Co) в качестве связующей фазы, и с добавлением армирующих агентов, таких как TiC и TaC. Он широко используется в производстве режущих инструментов, форм и износостойких деталей.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы являются существенными для применения настоящего стандарта. Для любого датированного ссылочного документа к настоящему стандарту применяется только датированная версия. Для любого недатированного ссылочного документа к настоящему стандарту применяется последняя версия (включая все поправки).

GB/T 5244-2018 «Определение однородности смешивания твердосплавного порошка»

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 8170-2008 «Правила округления значений, выражения и оценки предельных значений»

GB/T 229-2007 «Метод испытания металлических материалов на ударную вязкость по Шарпи»

GB/T 228.1-2010 «Испытания на растяжение металлических материалов. Часть 1. Методы испытаний при комнатной температуре»

GB/T 2975-2018 «Расположение и подготовка образцов для испытаний механических свойств стали и стальных изделий»

3 Термины и определения

К настоящему стандарту применяются следующие термины и определения.

3.1

Твердый сплав

— это композиционный материал, состоящий из карбида вольфрама (WC) в качестве твердой фазы и кобальта (Co) в качестве связующей фазы, полученный методом порошковой металлургии, обладающий высокой твердостью и износостойкостью.

3.2

Плотность после спекания

Плотность твердосплавного материала после спекания измеряется методом Архимеда в г/см³.

3.3

Ширина зоны износа (VB)

Максимальная ширина зоны износа режущей кромки при использовании режущего инструмента, в мм.

4 Классификация и код

4.1

Основные ингредиенты

Карбид вольфрама (WC): размер частиц 0,5-2 мкм, D50 составляет 1,2 мкм, чистота $\geq 99,8\%$.

4.2

Адгезионная фаза

Кобальт (Co): размер частиц 1-1,5 мкм, содержание 6%-12% (массовая доля).

4.3

Добавки

Карбид титана (TiC): содержание 0,5%-2%;

Карбид тантала (TaC): содержание 0,3%-1%;

Дисперсность: определяется с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), стандартное отклонение < 5%.

4.4

Коды

Код для твердосплавных материалов начинается с букв "YG", за которыми следует содержание связующей фазы (%) и основной код применения. Например:

YG6: Содержание Co 6%, общая резка;

YG8: содержание Co 8%, износостойкая форма;

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

YG12: Содержание Co 12%, интенсивная обработка.

5 Требования

5.1

Химический состав

Химический состав твердосплавных материалов должен соответствовать требованиям таблицы 1.

Элемент	Диапазон содержания (массовая доля, %)	Размер частиц (мкм)	чистота(%)
Туалет	88-93,7	0,5-2	≥ 99,8
Co	6-12	1-1,5	≥ 99,5
Тик	0,5-2	-	≥ 99,0
Тс	0,3-1	-	≥ 99,0

5.2

Физические свойства

Твёрдость: HV 1500-2000 (в зависимости от содержания Co);

Прочность на изгиб: ≥ 2000 МПа;

Плотность: 14,5-15 г/см³ (после спекания).

5.3

Микроструктура

Размер зерна: 0,5-1,5 мкм;

Пористость: A02B00C00 (согласно стандарту GB/T 5244-2018).

6 Методы испытаний

6.1

Анализ химического состава

должен проводиться в соответствии со стандартами серии GB/T 223 с использованием рентгеновской флуоресцентной спектрометрии или эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

6.2

Тест физических свойств

Твёрдость: измеряется с помощью твердомера по Виккерсу в соответствии с GB/T 228.1-2010;

Прочность на изгиб: измеряется с помощью испытательной машины для удара по Шарпи в соответствии с GB/T 229-2007;

Плотность: определяется методом Архимеда, отклонение ±0,1 г/см³.

6.3

Микроструктурное наблюдение

Размер зерна и пористость анализировались с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) или дифракции обратно рассеянных электронов (EBSD).

7 правил осмотра

7.1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Заводской осмотр

Каждая партия продукции должна быть проверена на химический состав, плотность, твердость и прочность на изгиб. Количество образцов должно соответствовать GB/T 2975-2018.

7.2

Проверка типа

Проверка типа проводится при изменении конструкции изделия или каждые два года, и в число пунктов проверки входят все требуемые пункты.

7.3

Правила оценки

Если один из результатов испытаний некавалифицирован, необходимо провести повторную проверку двойного количества образцов. Если повторная проверка снова не пройдена, партия продукции будет признана некавалифицированной.

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1

Маркировка

Продукция должна быть маркирована кодом, номером партии продукции и датой изготовления, например «YG6-20250625».

8.2

Упаковка

должна быть выполнена во влагонепроницаемой таре, выстланной антикоррозионной бумагой, а снаружи в деревянных или пластиковых ящиках, масса нетто не должна превышать 50 кг.

8.3

Транспортировка Избегайте ударов во время

транспортировки, храните в сухом месте и не упаковывайте вместе с едкими веществами.

8.4

Хранение

Температура среды хранения 20-25°C, относительная влажность < 40%, хранить в защищенном от влаги шкафу. Срок хранения 2 года.

Приложение А

(Нормативное приложение)

А.1 Параметры спекания в полевых условиях (SPS)

Спекание в полевом поле (SPS) может использоваться в качестве дополнения к процессу спекания со следующими параметрами:

Импульсный ток: 1000-2000 А;

Напряжение: 5-10 В;

Время спекания: 30-60 минут;

Размер зерна: 0,2-0,5 мкм.

А.2 Область применения

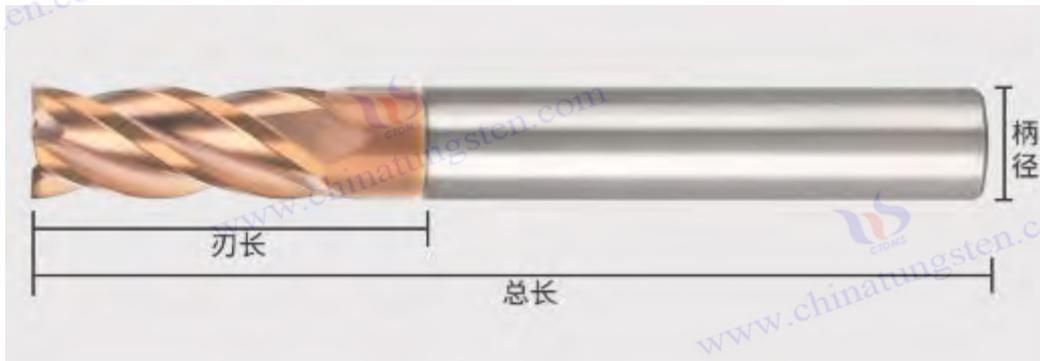
COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Для высокопроизводительного изготовления микротвердосплавных фрез (диаметром $\leq 0,5$ мм).

Приложение Б
(Информационное приложение)

В.1 Примеры технических параметров

Код	Содержание (%)	Со	Твёрдость (HV)	Прочность (МПа)	на изгиб	Плотность (г/см ³)
YG6	6		1800	2200		14.8
YG8	8		1700	2100		14.7
YG12	12		1500	2000		14.6



GB/T 16665-2017

Классификация режущего инструмента

Предисловие

Настоящий стандарт разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 "Руководящие принципы стандартизации. Часть 1: Структура и правила составления стандартов". Настоящий стандарт заменяет GB/T 16665-2006 "Классификация режущих инструментов". По сравнению с GB/T 16665-2006 основные технические изменения заключаются в следующем:

Обновлена система классификации режущих инструментов, добавлена категория микрорежущих инструментов (см. 5.1);

Дополнены требования цифровой классификации на основе формата обмена данными ISO 13399 (см. 5.3);

Показатели эффективности режущего инструмента из твердого сплава были изменены с целью добавления требований по термостойкости и антиадгезионной способности (см. 7.2);

Добавлено описание тенденций развития технологий для интеллектуальной классификации и управления (см. Приложение А).

Этот стандарт предложен и координируется Федерацией машиностроительной промышленности Китая.

Настоящий стандарт был разработан: Институтом исследований металлов, Китайской академией наук, Пекинским университетом авионавтики и астронавтики и Центром исследований и разработок технологий xAI.

Основные разработчики данного стандарта.

Настоящий стандарт вступает в силу с 1 января 2018 года.

1 Область применения

В настоящем стандарте указаны классификация и код, требования, методы испытаний, правила проверки, маркировки, упаковки, транспортировки и хранения режущих инструментов.

Настоящий стандарт распространяется на различные режущие инструменты, используемые при обработке металлов резанием, включая, помимо прочего, токарные инструменты, фрезерные инструменты, сверлильные инструменты и специальные инструменты, особенно режущие инструменты из твердосплавных материалов.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы являются существенными для применения настоящего стандарта. Для любого датированного ссылочного документа к настоящему стандарту применяется только датированная версия. Для любого недатированного ссылочного документа к настоящему стандарту применяется последняя версия (включая все поправки).

GB/T 5244-2018 «Определение однородности смешивания твердосплавного порошка»

GB/T 8170-2008 «Правила округления значений, выражения и оценки предельных значений»

GB/T 228.1-2010 «Испытания на растяжение металлических материалов. Часть 1. Методы испытаний при комнатной температуре»

ISO 13399-2018 Представление и обмен данными о режущих инструментах

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 2975-2018 «Расположение и подготовка образцов для испытаний механических свойств стали и стальных изделий»

3 Термины и определения

К настоящему стандарту применяются следующие термины и определения.

3.1

Режущие инструменты

— это инструменты, которые удаляют материал с заготовки путем резания, включая однолезвийные, многолезвийные и составные режущие инструменты.

3.2

Твердосплавные режущие инструменты

— это режущие инструменты, изготовленные из карбида вольфрама (WC) в качестве твердой фазы и кобальта (Co) в качестве связующей фазы, обладающие высокой твердостью и износостойкостью.

3.3

Цифровая классификация

Метод классификации геометрических параметров, эксплуатационных характеристик и трехмерных моделей режущих инструментов, основанный на стандарте ISO 13399, определяется посредством формата данных.

4 Классификация и код

4.1

Основы классификации

Режущие инструменты классифицируются на следующие категории в зависимости от их применения, конструкции и материала:

По назначению : токарный инструмент, фрезерный инструмент, сверлильный инструмент, расточный инструмент, специальный инструмент;

По конструкции : однолезвийные режущие инструменты, многолезвийные режущие инструменты, составные режущие инструменты;

По материалу : быстрорежущая сталь (HSS), твердый сплав, керамика, кубический нитрид бора (CBN), алмаз.

4.2

Микрорежущие инструменты

Микрорежущие инструменты диаметром $\leq 0,5$ мм подходят для микроэлектроники и обработки медицинских имплантатов. Добавлена новая категория «МС».

4.3

Представление кода

Код режущего инструмента состоит из кода материала, кода применения и кода размера, например:

YG6-M: твердый сплав (YG), фрезерный инструмент (M), содержание Co 6%;

HS-T-10: Быстрорежущая сталь (HS), токарный инструмент (T), диаметр 10 мм;

MC-D-0.2: Микрорежущий инструмент (MC), сверлильный инструмент (D), диаметр 0,2 мм.

5 Требования

5.1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Геометрические параметры

Угол режущей кромки: 5°-15° (в зависимости от области применения);

Допуск диаметра инструмента: $\pm 0,01$ мм (микроинструменты) или $\pm 0,05$ мм (обычные инструменты).

5.2

Требования к производительности

Твёрдость: HV 1500-2000 (твердосплавный инструмент);

Термостойкость: $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ (инструменты с покрытием);

Антиадгезия: Коэффициент трения $\leq 0,2$.

5.3

Требования к цифровизации

Соответствует формату ISO 13399, включая 3D-модели, 2D-чертежи и атрибутивные данные;

Частота обновления данных: не реже одного раза в год или по мере необходимости.

6 Методы испытаний

6.1

Измерение геометрических параметров

Диаметр и угол инструмента измерялись с помощью координатно-измерительной машины (КИМ) с точностью $\pm 0,001$ мм.

6.2

Тестирование производительности

Твердость: измеряется с помощью твердомера по Виккерсу в соответствии с GB/T 228.1-2010;

Термостойкость: испытание в высокотемпературной печи, температура 1000°C , продолжительность 1 час;

Антиадгезия: испытание на трение, нагрузка 50 Н, определение коэффициента трения.

6.3

Цифровая проверка

Совместимость данных ISO 13399 была проверена с помощью программного обеспечения САПР, а погрешность модели составила $\leq 0,01$ мм.

7 правил осмотра

7.1

Заводской контроль

Каждая партия продукции должна быть проверена на геометрические параметры, твердость и термостойкость. Количество образцов должно соответствовать GB/T 2975-2018.

7.2

Проверка типа

Проверка типа проводится при изменении конструкции изделия или каждые два года, и в число пунктов проверки входят все требуемые пункты.

7.3

Правила оценки

Если один из результатов испытаний не квалифицирован, необходимо провести повторную проверку двойного количества образцов. Если повторная проверка снова не пройдена, партия продукции будет признана не квалифицированной.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1

Маркировка

Продукция должна быть маркирована кодом, номером партии продукции и датой изготовления, например «YG6-M-20250625».

8.2

Упаковка

должна быть выполнена во влагонепроницаемой таре, высланной антикоррозионной бумагой, а снаружи в деревянных или пластиковых ящиках, масса нетто не должна превышать 50 кг.

8.3

Транспортировка Избегайте ударов во время

транспортировки, храните в сухом месте и не упаковывайте вместе с едкими веществами.

8.4

Хранение

Температура среды хранения 20-25°C, относительная влажность < 40%, хранить в защищенном от влаги шкафу. Срок хранения 2 года.

Приложение А

(Нормативное приложение)

А.1 Интеллектуальная классификация и управление

Технические требования : Мониторинг параметров резки в режиме реального времени (усилие резки < 600 Н, температура < 700 °C) на основе датчиков Интернета вещей (IoT);

Управление данными : Удаленное обновление классификации через сеть 5G со временем отклика ≤ 5 секунд;

Область применения : автоматизированные производственные линии и интеллектуальные производственные предприятия.

Приложение Б

(Информационное приложение)

Б.1 Примеры классификации режущего инструмента

Код	Материал	использовать	Диаметр (мм)	Твёрдость (HV)
YG6-M	Твердый сплав	Фрезерование	10	1800
HS-T-8	Быстрорежущая сталь	Поворот	8	800
МК-Д-0,2	Микро инструменты	Бурение	0.2	1900

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ISO 6987-2020: Параметры резания для станков с ЧПУ

ИСО 6987-2020

Числовое программное управление станками — параметры резки

Предисловие

ISO (Международная организация по стандартизации) — всемирная федерация национальных органов по стандартизации (членов ISO). Работа по подготовке международных стандартов обычно выполняется техническими комитетами ISO. Это третье издание отменяет и заменяет второе издание (ISO 6987-2010), которое было технически пересмотрено.

Основные изменения по сравнению с предыдущим изданием следующие:

Обновлены диапазоны скорости резания и подачи с учетом достижений в области материалов для твердосплавного инструмента (см. пункт 5.2);

Внедрены методы адаптивного управления для оптимизации параметров в реальном времени (см. пункт 5.3);

Добавлены требования для удаленной настройки параметров с поддержкой 5G (см. пункт 5.4);

Включены показатели устойчивости для выбора параметров резки (см. Приложение А).

Настоящий международный стандарт разработан Техническим комитетом ISO/TC 39 «Станки».

Введение

Этот международный стандарт обеспечивает основу для определения и применения параметров резки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), обеспечивая последовательность, эффективность и безопасность процессов резки металла. Он учитывает меняющиеся потребности современного производства, включая высокоскоростную обработку, микрообработку и устойчивые методы производства.

1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает классификацию, требования, методы испытаний, правила контроля, маркировку, упаковку, транспортировку и хранение параметров резания для станков с числовым программным управлением.

Он применим к станкам с ЧПУ, используемым для резки холодных металлов и негорючих материалов, с акцентом на твердосплавные режущие инструменты, такие как фрезы, токарные резцы и сверлильные инструменты. Этот стандарт не предназначен для специализированных применений, таких как газорезательные или судостроительные чертежные машины.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы упоминаются в тексте таким образом, что часть или все их содержание составляют требования этого документа. Для датированных ссылок применяется только указанное издание. Для недатированных ссылок применяется последнее издание ссылочного документа (включая любые поправки).

ISO 230-1:2012, *Правила испытаний станков. Часть 1. Геометрическая точность станков,*

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

работающих на холостом ходу или в условиях чистой обработки
ISO 13399-2018, Представление и обмен данными о режущих инструментах
ISO 6983-1:2009, Системы автоматизации и интеграция. Числовое программное управление станками. Формат программы и определения адресных слов. Часть 1. Формат данных для систем позиционирования, линейного перемещения и контурного управления.
ISO 16090-1:2017, Безопасность станков. Обработывающие центры, фрезерные станки, агрегатные станки. Часть 1. Требования безопасности

3 Термины и определения

Для целей настоящего документа применяются следующие термины и определения.

3.1

Скорость резания (V_c)

Окружная скорость режущего инструмента относительно заготовки, выраженная в метрах в минуту (м/мин).

3.2

Скорость подачи (f_n)

Расстояние, на которое продвигается инструмент за один зуб или за один оборот, выраженное в миллиметрах на зуб (мм/зуб) или миллиметрах в минуту (мм/мин).

3.3

Глубина резания (a_p)

Перпендикулярное расстояние между исходной и готовой поверхностями заготовки, выраженное в миллиметрах (мм).

4 Классификация

4.1

По процессу

Поворот

Фрезерование

Бурение

Скучный

Специализированная резка (например, микрообработка)

4.2

По материалу инструмента

Твердый сплав (например, карбид вольфрама с кобальтовой связкой)

Быстрорежущая сталь (HSS)

Керамика

Кубический нитрид бора (CBN)

Алмазный

4.3

Категории параметров

Основные параметры: V_c , f_n , a_p

Расширенные параметры: давление охлаждающей жидкости, скорость вращения шпинделя

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(об/мин)

5 Требования

5.1

Общие требования

Параметры резки должны выбираться с учетом материала инструмента, материала заготовки и возможностей станка, обеспечивая соблюдение стандартов безопасности и точности.

5.2

Диапазоны параметров

Скорость резания (V_c) : 50-250 м/мин (твердосплавные инструменты); 20-100 м/мин (инструменты из быстрорежущей стали)

Скорость подачи (f_n) : 0,05-0,2 мм/зуб (фрезерование); 0,1-0,5 мм/об (точение)

Глубина резания (a_p) : 0,2-2 мм (общая); 0,05-0,5 мм (микрообработка)

5.3

Адаптивное управление

Регулировка V_c и f_n в реальном времени с использованием обратной связи от датчика (например, усилие резания < 600 Н, температура < 700 °С) с алгоритмами оптимизации, снижающими потребление энергии на 10% -15%.

5.4

Удаленная настройка

Системы с поддержкой 5G должны поддерживать обновление параметров с задержкой ≤ 5 мс, применимой к автоматизированным производственным линиям.

5.5 Параметры

устойчивости

должны минимизировать использование охлаждающей жидкости (расход ≤ 10 л/мин) и оптимизировать срок службы инструмента (ширина полосы износа $VB \leq 0,3$ мм).

6 методов испытаний

6.1

Измерение скорости резания

Измерьте V_c с помощью тахометра или лазерного доплеровского измерителя скорости с точностью ± 1 м/мин.

6.2

Проверка скорости подачи и глубины резания

Используйте цифровой штангенциркуль или координатно-измерительную машину (КИМ) для проверки f_n и a_p с допуском $\pm 0,01$ мм.

6.3

Тестирование адаптивного управления

Проводите тесты в контролируемой среде, контролируйте силу и температуру с помощью датчиков и проверяйте экономию энергии с помощью измерителя мощности.

7 правил проверки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.1

Заводской контроль

Каждая партия должна быть проверена на Vc, fn и ap, размер выборки определяется в соответствии с ISO 230-1:2012.

7.2

Проверка типа

Проводится ежегодно или после внесения изменений в конструкцию и охватывает все требования.

7.3

Критерии оценки

Если какой-либо параметр не соответствует требованиям, удвойте размер выборки для повторного испытания; неудача при повторном испытании означает, что партия не соответствует требованиям.

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1

Маркировка

Инструменты должны быть маркированы кодами параметров (например, «Vc150-fn0.1-ap0.5») и номером партии.

8.2

Упаковка

Используйте влагонепроницаемую упаковку с антикоррозионным покрытием, масса нетто ≤ 50 кг на единицу.

8.3

Транспортировка

Избегать ударов, сохранять сухость и не допускать совместную транспортировку с едкими материалами.

8.4 Хранение

Хранить

при температуре 20–25 °C и относительной влажности < 40 % в сухом шкафу. Срок годности — 2 года.

Приложение А

(нормативный)

А.1 Показатели устойчивости

Потребление энергии: ≤ 5 кВтч за час работы

Сокращение расхода охлаждающей жидкости: ≥ 20% по сравнению с базовым уровнем 2010 года

Увеличение срока службы инструмента: ≥ 25% за счет оптимизированных параметров

Приложение Б

(информативно)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

В.1 Примеры наборов параметров

Процесс	Материал инструмента	Vc (м/мин)	fn (мм/зуб)	ap (мм)
Фрезерование	Твердый сплав	150-200	0,1-0,15	0,5-1
Поворот	ХСС	50-80	0,2-0,3	1-2
Бурение	Твердый сплав	60-100	0,05-0,1	0,2-0,5

ISO 13399-2022: Представление данных инструмента

ISO 13399-2022

Представление данных режущего инструмента

Предисловие

ISO (Международная организация по стандартизации) — всемирная федерация национальных органов по стандартизации (членов ISO). Работа по подготовке международных стандартов обычно выполняется техническими комитетами ISO. Это четвертое издание отменяет и заменяет третье издание (ISO 13399-2018), которое было технически пересмотрено.

Основные изменения по сравнению с предыдущим изданием следующие:

Обновлен справочный словарь с целью включения возможностей обмена данными с поддержкой 5G (см. пункт 5.3);

Расширенные требования к 3D-модели для поддержки визуализации дополненной реальности (AR) (см. пункт 5.4);

Добавлены критерии устойчивости для представления данных (см. Приложение A);

Включены отзывы от Агентства по техническому обслуживанию ISO/TC 29 WG34 по обновлению данных в реальном времени (см. пункт 6.3).

Настоящий международный стандарт был разработан Техническим комитетом ISO/TC 29 «Малогобаритные инструменты», Рабочей группой WG34.

Введение

Этот международный стандарт обеспечивает стандартизованную структуру для компьютерно-интерпретируемого представления и обмена данными о режущих инструментах, облегчая бесшовную интеграцию между системами CAD, CAM, CAE, PDM и ERP. Издание 2022 года отражает достижения в области цифрового производства, подчеркивая совместимость, обмен данными в реальном времени и устойчивые практики.

1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает классификацию, требования, методы испытаний, правила проверки, маркировку, упаковку, транспортировку и хранение представления данных о режущих инструментах.

Он применяется к цифровому представлению режущих инструментов и держателей инструментов, включая геометрические параметры, свойства материалов и 3D-модели, используемые в процессах резки металла. Этот стандарт предназначен для использования в производственных отраслях, использующих станки с числовым программным управлением, за исключением данных, связанных с нерезущими инструментами или ручными операциями.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы упоминаются в тексте таким образом, что часть или все их содержание составляют требования этого документа. Для датированных ссылок применяется только указанное издание. Для недатированных ссылок применяется последнее издание ссылочного документа (включая любые поправки).

ISO 10303-21:2016, *Системы промышленной автоматизации и интеграция. Представление*

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

данных о продукции и обмен ими. Часть 21. Методы реализации. Открытое текстовое кодирование структуры обмена

ISO 13584-1:2001, Системы промышленной автоматизации и интеграция. Библиотека деталей. Часть 1. Обзор и основные принципы.

ISO 6983-1:2009, Системы автоматизации и интеграция. Числовое программное управление станками. Формат программы и определения адресных слов. Часть 1. Формат данных для систем позиционирования, линейного перемещения и контурного управления.

ISO 230-1:2012, Правила испытаний станков. Часть 1. Геометрическая точность станков, работающих на холостом ходу или в условиях чистовой обработки

3 Термины и определения

Для целей настоящего документа применяются следующие термины и определения.

3.1

Данные о режущем инструменте

Цифровая информация представляет собой геометрические, материальные и эксплуатационные свойства режущих инструментов и держателей инструментов, пригодные для обмена между производственными системами.

3.2

3D-модель

Созданное на компьютере представление режущего инструмента, включая размеры и характеристики, экспортируемое в форматах STEP AP 214 или DXF.

3.3

Задержка обмена данными

Временная задержка между передачей и приемом данных, выраженная в миллисекундах (мс).

4 Классификация

4.1

По типу данных

Геометрические данные (например, диаметр реза, длина)

Данные о материале (например, твердость, тип покрытия)

Данные о производительности (например, скорость резания, скорость подачи)

4.2

По формату представления

2D чертежи (DXF)

3D модели (STEP AP 214)

Метаданные (словари, соответствующие ISO 13399)

4.3

По применению

Интеграция САПР/САМ

Системы управления инструментами

Визуализация инструментов на основе дополненной реальности

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5 Требования

5.1

Общие требования

Данные о режущем инструменте должны быть представлены в нейтральном формате, независимом от фирменных систем, и соответствовать кодировке ISO 10303-21.

5.2

Геометрические данные

Допуск диаметра реза: $\pm 0,01$ мм

Допуск по длине: $\pm 0,05$ мм

Точность 3D-модели: отклонение $\leq 0,01$ мм

5.3

Обмен данными

Задержка при использовании 5G: ≤ 5 мс

Частота обновления: в режиме реального времени или ежедневно, в зависимости от приложения.

Совместимость: словари ISO 13399-1 — ISO/TS 13399-5

5.4

Требования к 3D-модели

Поддержка визуализации дополненной реальности с разрешением $\geq 1080p$

Размер файла: ≤ 10 МБ для файлов STEP

Регулярные обновления: ежеквартально или по запросу

5.5

Устойчивость

Данные должны оптимизировать срок службы инструмента ($VB \leq 0,3$ мм)

Минимизировать объем цифрового хранилища на 20% по сравнению с базовым показателем 2018 года

6 методов испытаний

6.1

Проверка геометрических данных

Для проверки размеров используйте координатно-измерительную машину (КИМ) с точностью $\pm 0,001$ мм.

6.2

Тестирование обмена данными

Смоделируйте передачу данных 5G в контролируемой среде, измеряя задержку с помощью сетевого анализатора.

6.3

Проверка 3D-модели

Импорт файлов STEP в программное обеспечение САПР, проверка точности модели с помощью физических инструментов с использованием наложений дополненной реальности.

7 правил проверки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.1

Заводской контроль

Каждая партия данных должна быть проверена на геометрическую точность и совместимость с обменом, размер выборки должен соответствовать стандарту ISO 230-1:2012.

7.2

Проверка типа

Проводится ежегодно или после стандартных обновлений, охватывает все требования.

7.3

Критерии оценки

Если какой-либо параметр не соответствует требованиям, удвойте размер выборки для повторного испытания; неудача при повторном испытании означает, что партия не соответствует требованиям.

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1 Файлы данных

маркировки

должны включать уникальный идентификатор (например, «ISO13399-2022-YG6-M-20250625») и номер версии.

8.2

Упаковка

Храните данные на зашифрованных USB-накопителях или облачных серверах, максимальный размер файла на пакет составляет 50 МБ.

8.3

Транспортировка

Передача данных осуществляется через защищенные сети 5G, избегая использования общедоступного Wi-Fi, со сквозным шифрованием.

8.4

Хранение

Хранить на защищенном сервере при температуре 20–25 °С, влажности < 40 % и сроке хранения 5 лет.

Приложение А

(нормативный)

А.1 Показатели устойчивости

Оптимизация срока службы инструмента: улучшение $\geq 25\%$

Сокращение объема цифрового хранилища: $\geq 20\%$

Потребление энергии при обработке данных: ≤ 1 кВт·ч на обновление

Приложение Б

(информативно)

В.1 Пример представления данных

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Тип инструмента Диаметр (мм) Длина (мм) Vc (м/мин) Формат

Фрезерование	10 ± 0,01	50 ± 0,05	150-200	ШАГ АП 214
Поворот	8 ± 0,01	40 ± 0,05	50-80	DXF
Бурение	0,2 ± 0,005	20 ± 0,02	60-100	ШАГ АП 214

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI , ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое фреза?

Кромочный инструмент, устанавливаемый на шпинделе фрезерного станка или обрабатывающего центра, используемый для фрезерования заготовок. Это один из наиболее часто используемых и мощных инструментов в области резки металла, эффективно удаляющий материалы посредством непрерывной резки с несколькими зубьями для обработки поверхностей различной геометрической формы.

1. Основные характеристики

Множественные режущие кромки (зубья)

Фрезы обычно имеют несколько режущих кромок (обычно от 2 до 8 зубьев, большие торцевые фрезы могут иметь десятки зубьев), что обеспечивает эффективную резку за счет непрерывного вращения, распределяет усилие резания, имеет хороший отвод тепла, высокую эффективность обработки и стабильное качество поверхности.

Вращательное движение является основным режущим движением.

Фреза приводится в движение шпинделем станка, вращаясь с высокой скоростью, а заготовка подается и перемещается по осям X/Y/Z по мере необходимости, и эти два механизма работают вместе, завершая обработку.

Универсальность

Он может обрабатывать сложные геометрические элементы, такие как плоскости, ступени, пазы, полости, криволинейные поверхности, резьбы, шестерни и т. д.

2. Основные принципы фрезерования

Процесс резки:

При вращении фрезы каждый зуб периодически врезается в заготовку, удаляя материал и образуя стружку.

Попутное фрезерование: Направление резания зубьев фрезы совпадает с направлением подачи заготовки (хорошее качество поверхности, длительный срок службы инструмента).

Встречное фрезерование: Направление резания зубьев фрезы противоположно направлению подачи заготовки (снижает вибрацию, подходит для заготовок с твердой коркой).

Спортивная комбинация:

Основное движение: высокоскоростное вращение фрезы.

Движение подачи: линейное/криволинейное перемещение заготовки или инструмента (например, вперед и назад, влево и вправо, вверх и вниз, круговая интерполяция).

3. Основная конструкция фрезы

Структурные компоненты	Функциональное описание
Передовой	Острая режущая кромка, непосредственно участвующая в резке, часто изготавливается из карбида, быстрорежущей стали, КНБ или алмаза.
Тело	Основание, на котором закреплены режущие части, должно обладать

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Структурные компоненты	Функциональное описание
	высокой жесткостью и точностью (материал: легированная сталь/нержавеющая сталь).
Канавка для стружки	Спиральная или прямая конструкция канавок обеспечивает плавный отвод стружки, предотвращая засорение и перегрев.
Монтажный интерфейс	Хвостовик (прямой/конический) или центральное отверстие (насадная фреза) обеспечивают надежное соединение со шпинделем станка.

4. Основная функция фрезы

Обработка поверхности

Торцевая фреза: режущий диск большого диаметра, эффективное фрезерование больших плоских поверхностей (например, базовой поверхности детали).

Концевая фреза: боковое фрезерование небольших плоскостей или ступенчатых поверхностей.

Обработка контуров и полостей

Фреза сферическая: обработка трехмерных поверхностей (формы, сложные формы).

Фреза с круглым концом: концевая фреза с закругленными углами, которая может обрабатывать как плоские, так и изогнутые поверхности.

Фреза для Т-образных пазов/пазов «ласточкин хвост»: для обработки специальных функциональных пазов.

Обработка отверстий и резьбы

Фреза для обработки шпоночных пазов: торцевая режущая кромка проходит через центр и может непосредственно подавать шпоночный паз в осевом направлении.

Резьбовая фреза: создает высокоточную резьбу посредством винтовой интерполяции.

Резка и проточка канавок

Фрезерный станок с дисковой пилой: тонкий дисковый инструмент, используемый для резки материала или вырезания узких пазов.

5. Типичные отличия фрез от других инструментов

Тип инструмента	Спортивные особенности	Метод обработки	Типичное использование
Фреза	Вращение инструмента + подача заготовки	Многозубчатая прерывистая резка	Плоскости, пазы, поверхности, контуры
сверлить	Вращение инструмента + осевая подача	Одноточечная непрерывная резка	бурение
токарный инструмент	Вращение заготовки + подача инструмента	Одноточечная непрерывная резка	Цилиндрическая поверхность, торец,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Тип инструмента	Спортивные особенности	Метод обработки	Типичное использование
			резьбонарезание

6. Ключевые факторы выбора фрез

Материал заготовки: алюминиевый сплав, сталь, титановый сплав и т. д. определяет покрытие и основу инструмента (например, для обработки закаленной стали требуются лезвия из КНБ).

Тип обработки: Для черновой обработки выбирайте фрезу с крупным шагом (большое пространство для стружки); для чистовой обработки выбирайте многозубую фрезу (высокая чистота поверхности).

Производительность станков: Для высокоскоростных станков требуются цельные твердосплавные фрезы с динамической балансировкой.

Экономическая эффективность: для массового производства предпочтительны фрезы со сменными пластинами, позволяющие снизить себестоимость единицы продукции.

Подвести итог

Фреза = вращающийся многозубчатый инструмент + многомерное движение подачи → эффективная обработка сложных геометрических форм.

Это «универсальный инструмент» в современном производстве, от обшивки самолетов до корпусов мобильных телефонов, от автомобильных двигателей до медицинских приборов, и он есть практически везде. Освоение характеристик фрез является ключевым шагом в раскрытии возможностей точного производства.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Какие типы фрез существуют?

Существует много типов фрез, и существует много способов их классификации. Ниже приведены несколько основных методов классификации и соответствующие им общие типы:

1. Классификация по структурной форме

Интегральная фреза

Режущая часть фрезы и корпус фрезы выполнены целиком из одного и того же материала (например, твердого сплава). Обладает хорошей жесткостью, высокой точностью и широким применением.

Сварочная фреза

Твердосплавная вставка крепится к корпусу фрезы сваркой. Стоимость относительно низкая, но сварочное напряжение может повлиять на производительность.

Фреза с машинным зажимом (индексируемая)

Фреза со сменными пластинами

Корпус фрезы оснащен несколькими индексируемыми твердосплавными (или керамическими, CBN и т. д.) вставками. После того, как одна режущая кромка вставки пассивирована, ее можно индексировать для использования другой режущей кромки. После того, как все режущие кромки затупятся, можно заменить новые вставки. Это наиболее широко используемый и эффективный тип фрезы. Он экономически эффективен, а время смены инструмента короткое.

Фреза со сменной головкой

Режущая головка (часто содержащая несколько лезвий) механически соединена с держателем инструмента или корпусом инструмента, что позволяет быстро заменять всю режущую головку после износа.

Вставная зубчатая фреза

Зубья из карбида или другого материала механически вмонтированы в корпус фрезы (например, запрессовка, винтовое крепление). Зубья можно заменять по отдельности после износа. Обычно используются в больших фрезах (например, дисковых торцевых фрезах).

Фреза комбинированная

Комбинация фрез различной формы или назначения устанавливается на держателе инструмента для выполнения нескольких процессов за один проход (например, фрезерование плоскости и снятие фаски одновременно).

2. Классификация по способу зажима

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Концевая фреза

Он имеет цилиндрический прямой хвостовик или конический хвостовик и устанавливается на шпиндель фрезерного станка или хвостовик обрабатывающего центра через пружинный патрон, сверлильный патрон или хвостовик фрезы.

Прямой хвостовик: обычно меньшего диаметра и используется для легкой обработки.

Хвостовик с конусом Морзе: самостопорящийся, используется для фрез малого и среднего размера.

Конический хвостовик 7:24 (например, BT, CAT, DIN, ISO): Наиболее часто используемый стандартный конический хвостовик в обрабатывающих центрах.

Державка инструмента HSK: двухсторонний контакт, хорошая жесткость, высокая точность, особенно подходит для высокоскоростной обработки.

Термоусадочный держатель инструмента: использует принцип теплового расширения и сжатия для зажима инструмента, обеспечивая чрезвычайно высокую жесткость и точность биения.

Гидравлический держатель инструмента: использует принцип гидравлического расширения для зажима инструмента, обеспечивая хороший эффект снижения вибрации.

Фреза торцевая: имеет отверстие в центре и должна быть установлена на шпинделе или специальной инструментальной планке. Обычно имеет больший диаметр (например, диск торцевой фрезы).

3. Классификация по функции/целевому назначению/геометрии (это наиболее часто используемый метод классификации)

Цилиндрическая фреза:

Применение: В основном используется для обработки широких плоскостей на горизонтально-фрезерных станках.

Особенности: Режущие кромки распределены по окружности, в основном с винтовыми зубьями для снижения вибрации резания. Имеются крупные зубья (высокая подача) и мелкие зубья (тонкая обработка).

Торцевая фреза:

Применение: В основном используется для обработки плоскостей (особенно больших) на вертикально-фрезерных станках или обрабатывающих центрах с высокой производительностью.

Особенности: Режущие кромки распределены по окружности и торцевой поверхности (главная режущая кромка находится на окружности, а вспомогательная режущая кромка — на торцевой поверхности). Диаметр большой, а количество зубьев большое (в основном индексированные пластины). Хорошая жесткость и большой объем резки могут использоваться при высокой мощности.

Концевая фреза:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Применение: Один из наиболее часто используемых и гибких типов. Используется для обработки плоскостей (боковых стенок, ступенчатых поверхностей), пазов (прямых пазов, T-образных пазов, пазов типа «ласточкин хвост»), контуров (2D/3D криволинейных поверхностей), полостей и т. д.

Особенности: Режущие кромки распределены по окружности и торцевой поверхности. Обычно в центре торцевой поверхности режущая кромка отсутствует (нельзя напрямую подавать аксиально для сверления). Есть 2 кромки (хорошее удаление стружки, используется для проточки канавок), 3 кромки (универсальность, баланс жесткости), 4 кромки или больше (хорошая жесткость, высокое качество поверхности, используется для чистовой обработки). Существует много типов, включая:

Обычная концевая фреза: общего назначения.

Фреза с длинной кромкой: лезвие длиннее и используется для обработки глубоких пазов или полостей.

Фреза со сферическим концом: Конец имеет полусферическую форму и используется для обработки трехмерных поверхностей, полостей пресс-форм, зачистки корней и т. д.

Круглая фреза (фреза с закругленным концом): имеет закругленный угол (угол R) на конце и обладает как жесткостью плоскодонной фрезы, так и возможностью обработки поверхности шаровой фрезы. Используется для чистовой обработки плоскости, полостей с закругленными углами, черновой обработки и т. д.

Фреза для снятия фасок: специально используется для снятия фасок.

Конусная фреза: с конусом, используется для обработки конических поверхностей или углов уклона пресс-формы.

Фреза для T-образных пазов: специально используется для обработки T-образных пазов.

Фреза для обработки пазов типа «ласточкин хвост»: специально используется для обработки пазов типа «ласточкин хвост».

Фреза для обработки шпоночных пазов:

Применение: Специально используется для обработки шпоночных пазов.

Характеристики: По внешнему виду похож на концевую фрезу, но обычно имеет только две спиральные кромки и торцевые режущие кромки, простирающиеся к центру, поэтому может врезаться в заготовку аксиально, как сверло (прямая резка). Высокие требования к точности диаметра.

Дисковая фреза:

Применение: В основном используется для обработки пазов (прямых пазов, ступенчатых поверхностей), резки и т. д.

Особенности: Форма напоминает диск, режущие кромки распределены по окружности, с обеих сторон могут быть вспомогательные режущие кромки (для чистовой обработки стенки паза). Более тонкие имеют пильные фрезы (для резки или прорезания узких пазов).

Угловая фреза:

Применение: Используется для обработки пазов под разными углами (например, V-образных

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

пазов, пилообразных пазов) или скосов.

Особенности: Фрезы делятся на односторонние (одна коническая поверхность имеет зубья) и двухсторонние (две конические поверхности имеют зубья, симметричные или асимметричные).

Фасонная фреза:

Применение: Используется для обработки формообразующих поверхностей специальной формы (например, выпуклых/вогнутых дуг, зубьев шестерен, зубьев звездочек, специальных контуров и т. д.).

Особенности: Форма режущей кромки полностью соответствует контуру поверхности заготовки (или сопряжена между собой). Высокая эффективность обработки и хорошая точность, но высокая стоимость изготовления и плохая универсальность.

Резбовая фреза:

Применение: Используется для фрезерования внутренней и внешней резьбы на обрабатываемых центрах. По сравнению с нарезанием резьбы, особенно подходит для крупных резьб, глубоких резьб, резьб из труднообрабатываемых материалов и резьб, расположенных близко ко дну глухих отверстий.

Особенности: Существуют интегральный тип и индексируемый тип. Распространенные типы: Цилиндрическая резьбовая фреза: похожа на концевую фрезу со спиральными канавками, обрабатывает резьбу посредством винтового интерполяционного движения.

Гребнеобразная резьбовая фреза: имеет несколько рядов кольцевых зубьев, каждый ряд зубьев обрабатывает один виток резьбы, а вся резьба может быть обработана за одну осевую подачу, что обеспечивает высокую эффективность.

Сверлильно-фрезерный станок:

Применение: Объединяет функции сверления и фрезерования (расширение, зенкование, фрезерование плоскости/контур). Обычно используется в ситуациях, когда требуется небольшое фрезерование сразу после сверления, чтобы сократить время смены инструмента. Особенности: На конце имеется сверло (с возможностью осевого сверления) и фрезерная кромка по окружности.

4. Классификация по количеству зубьев (плотность расположения зубьев)

Фреза с крупными зубьями

Имеет небольшое количество зубьев, большое пространство для стружки и высокую прочность зубьев. Подходит для черновой обработки (большой припуск, большая подача) и обработки мягких и пластичных материалов.

Фреза с мелкими зубьями

Имеет много зубьев и много рабочих зубьев одновременно, что обеспечивает плавную резку и хорошее качество поверхности. Подходит для чистовой обработки, обработки твердых и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

хрупких материалов и прерывистых поверхностей.

5. Классификация по режущим материалам

Фреза из быстрорежущей стали

Он обладает хорошей прочностью, может быть изготовлен в сложных формах и имеет низкую цену, но его твердость, износостойкость и термостойкость не так хороши, как у твердого сплава. Он часто используется в обычных фрезерных станках, небольших партиях или для труднообрабатываемых материалов (например, нержавеющей стали).

Фреза твердосплавная

Фреза из цельного твердосплавного сплава

Обладая хорошей жесткостью, высокой точностью, хорошей износостойкостью и термостойкостью, он широко используется при высокоскоростной и эффективной обработке в обрабатывающих центрах. Он особенно подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и т. д.

Фреза с твердосплавными пластинами и сменными пластинами

Основной метод обработки, экономически эффективный и имеющий широкий спектр применения.

Керамическая фреза

Он обладает чрезвычайно высокой твердостью, износостойкостью и термостойкостью и подходит для высокоскоростной чистовой обработки закаленной стали, чугуна, жаропрочных сплавов и т. д. Однако он хрупок и боится ударов.

Фреза из кубического нитрида бора

Его твердость уступает только алмазу, и он обладает превосходной износостойкостью, термостойкостью и химической стабильностью. Он в основном используется для обработки черных металлов высокой твердости (HRC50 или выше) (таких как закаленная сталь, отбеленный чугун и детали порошковой металлургии).

Алмазная фреза

Фреза из поликристаллического алмаза

В основном он используется для высокоскоростной чистовой обработки цветных металлов (алюминия, меди и их сплавов), неметаллических материалов (графита, керамики, композитных материалов) и т. д., позволяя получить чрезвычайно высокое качество поверхности.

Фреза из монокристаллического алмаза

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

В основном используется для сверхточной обработки.

Ключевые факторы, которые следует учитывать при выборе фрезы

Объект обработки (материал заготовки): твердость, прочность, вязкость, теплопроводность и т. д.

Требования к обработке: вид обработки (плоскость, паз, профиль, резьба и т.д.), точность размеров, шероховатость поверхности, припуск на обработку.

Параметры станка: мощность станка, жесткость, тип шпинделя (конус), диапазон скоростей и наличие охлаждающей жидкости.

Эффективность и экономичность обработки: стоимость инструмента, срок службы и простота замены (сменные пластины имеют очевидные преимущества).

Параметры резания: скорость резания, подача, глубина резания, способ охлаждения.

Понимание типов фрез и сфер их применения имеет решающее значение для правильного выбора режущих инструментов, разработки разумной технологии обработки и повышения эффективности и качества обработки. В практическом применении сменные твердосплавные режущие инструменты доминируют в большинстве фрезерных операций.



Что такое твердосплавная фреза с цилиндрическим хвостовиком?

Фреза с цилиндрическим хвостовиком из карбида вольфрама — это высококлассный режущий инструмент, широко используемый в области современного производства. Она занимает центральное место в обработке металла благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и эффективной производительности резания. Она использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы, кобальт (Co) в качестве связующей фазы и изготавливается путем добавления микроупрочняющих агентов (таких как TiC и TaC) и формируется с использованием передовой технологии порошковой металлургии. Конструкция цилиндрического хвостовика позволяет ей легко вписаться в зажимную систему станков с ЧПУ, обрабатывающих центров или ручных фрезерных станков и широко используется в точной обработке, черновой обработке и сложной обработке поверхностей.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Следующий контент будет подробно проработан с учетом множества аспектов, таких как структура и материал, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, применение и типы, предоставляя всесторонний и профессиональный технический анализ.

Структура и материалы твердосплавной фрезы с цилиндрическим хвостовиком

Фреза с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава в основном делится на две части: хвостовик и режущую часть. Хвостовик цилиндрический, обычно изготавливается из высокопрочной инструментальной стали (например, H13 или 40CrMo) или твердосплавного материала, диаметром от 2 мм до 20 мм и длиной 40-100 мм в соответствии с требованиями системы зажима станка для обеспечения жесткого соединения со шпинделем и стабильной трансмиссии. Режущая часть включает в себя несколько зубчатых пазов и режущих кромок. Количество зубьев варьируется от 2 до 8 зубьев в зависимости от типа обработки. Геометрия лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30°-45°, передний угол 5°-15°, задний угол 10°-20°) оптимизируется с помощью процесса точного шлифования для адаптации к различным материалам заготовки и условиям резания. На поверхность лезвия часто наносят нанопокртия, такие как TiN (нитрид титана), TiAlN (нитрид титана и алюминия) или AlCrN (нитрид алюминия и хрома). Толщина покрытия контролируется на уровне 2-5 мкм, что значительно повышает термостойкость до 1000°C и снижает коэффициент трения до 0,15.

Состав материала:

Тяжелая фаза

Карбид вольфрама (WC), гранулометрический состав 0,5-2 мкм, значение D50 1,2 мкм, чистота до 99,8%, обеспечивает высокую твердость и износостойкость.

Адгезионная фаза

Кобальт (Co), диапазон содержания 6%-12% (массовая доля), размер частиц 1-1,5 мкм. Регулировка содержания Co может сбалансировать твердость и прочность. 6% фокусируется на высокой точности, а 12% подходит для резки с большими нагрузками.

добавка

Содержание карбида титана (TiC) составляет 0,5%-2%, а содержание карбида тантала (TaC) составляет 0,3%-1%. Дисперсия определяется с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), а стандартное отклонение контролируется в пределах 5%, что повышает высокотемпературную твердость и антиадгезию.

Конструктивные особенности:

Дизайн ручки

Цилиндрическая, шероховатость поверхности Ra ≤ 0,4 мкм, с креплением инструмента HSK

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

или ВТ, соосность установки $\leq 0,01$ мм.

Передовая оптимизация

на пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ, с фаской режущей кромки 0,01-0,02 мм для снижения ударной силы резания.

Технология нанесения покрытий

В 2025 году будет добавлено новое многослойное градиентное покрытие (например, TiAlN/AlCrN) с отклонением однородности толщины $< 0,5$ мкм и повышением коррозионной стойкости на 30%.

Принцип работы твердосплавной цилиндрической фрезы

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава режут поверхность заготовки высокоскоростным вращением и удаляют излишки материала с заготовки прерывистым резанием для достижения обработки плоских поверхностей, криволинейных поверхностей или сложных контуров. Принцип их работы основан на высокоскоростном относительном движении режущей кромки и материала заготовки. Сила резания состоит из основной силы резания и силы подачи. Режущая кромка врежется в заготовку по круговой траектории, а стружка отводится через канавку зуба. На процесс резания влияют геометрия инструмента (передний угол, задний угол, угол наклона винтовой линии) и параметры резания (такие как скорость резания V_c 50-250 м/мин, скорость подачи f_n 0,05-0,2 мм/зуб, глубина резания a_p 0,2-2 мм). Технология охлаждающей жидкости (например, смазочно-охлаждающей жидкости на водной основе, расход ≥ 10 л/мин) или сухой резки используется для контроля температуры зоны резания, чтобы предотвратить перегрев инструмента (максимальная контролируемая температура ниже 700 °C) или термическую деформацию заготовки. В 2025 году с помощью сетей 5G и датчиков Интернета вещей (IoT) интеллектуальные системы ЧПУ смогут контролировать усилие резания (< 600 Н), температуру и вибрацию в режиме реального времени, динамически регулировать параметры, повышать эффективность резания на 15%-20% и повышать точность обработки до уровня IT6.

Характеристики твердосплавной фрезы с цилиндрическим хвостовиком

Фреза с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава благодаря уникальному материалу и конструкции обладает следующими замечательными характеристиками:

Высокая твердость

Твёрдость по Виккерсу HV 1500-2000, что значительно превышает твёрдость быстрорежущей стали (HV 600-800), позволяет обрабатывать закалённую сталь или титановый сплав твёрдостью до HRC 60.

Износостойкость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Ширина зоны износа (VB) по-прежнему составляет $\leq 0,3$ мм после 500–800 часов непрерывной резки, что в 3–5 раз превышает срок службы традиционных инструментов, особенно при обработке чугуна и нержавеющей стали.

Теплостойкость

Инструменты с покрытием обладают термостойкостью до 1000°C и подходят для высокоскоростной резки ($V_c > 200$ м/мин), что снижает риск образования термических трещин.

Ударопрочность

За счет добавления TaC и оптимизации размера зерна (0,5–1,5 мкм) прочность на изгиб составляет ≥ 2000 МПа, а сопротивление ударным нагрузкам увеличивается на 15%, что делает сплав пригодным для прерывистых условий резания.

Высокая точность

Точность обработки достигает уровня IT6-IT7, а шероховатость поверхности составляет Ra 0,2-0,4 мкм, что соответствует требованиям сверхточной обработки в аэрокосмической и медицинской промышленности.

Охрана окружающей среды

Технология сухой резки в сочетании с высокоэффективными покрытиями позволяет сократить расход охлаждающей жидкости на 20–30 %, что соответствует тенденции устойчивого производства.

4. Производительность и факторы, влияющие на твердосплавные фрезы с цилиндрическим хвостовиком

На производительность твердосплавных цилиндрических хвостовиков влияет множество факторов, таких как состав материала, параметры обработки и среда использования. Ниже приведен подробный анализ и стратегия оптимизации.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность твердосплавных фрез с цилиндрическим хвостовиком

Факторы влияния	описывать	Влияние степень	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-12%, низкое содержание повышает твердость, высокое содержание увеличивает прочность	высокий	6% для высокоточной обработки, 12% для тяжелых нагрузок	6% Co твердость HV 1800, 12% Co прочность на изгиб 2200 МПа
Скорость резания (Vc)	50-250 м/мин, слишком высокая скорость приведет к перегреву	середина	Твердые материалы уменьшают на 20%, например, сплав Ti Vc 120	Слишком высокая Vc (300 м/мин) Скорость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	или образованию сколов		м/мин	разрушения кромки 5%-10%
Скорость подачи (фн)	0,05-0,2 мм/зуб, слишком большое значение увеличит силу резания	высокий	Микрообработка до 0,05 мм/зуб	fn 0,25 мм/зуб Сила резания увеличена на 30%
Глубина реза (ап)	0,2-2 мм, слишком глубоко может вызвать вибрацию	середина	Слоистая резка сложной заготовки, ар 0,5 мм/слой	ар 2.5 мм амплитуда вибрации увеличилась на 15%
Поток охлаждающей жидкости	≥ 10 л/мин, эффект рассеивания тепла влияет на срок службы	середина	Сухая резка с покрытием TiAlN	Расход 5 л/мин Срок службы сокращен на 20%
Материал заготовки	Сталь (HRC 40), титановый сплав, алюминиевый сплав	высокий	Вязкие материалы снижают Vc на 30%-40%	Алюминиевый сплав Vc 200 м/мин, титановый сплав 100 м/мин

5. Характеристики и процесс производства твердосплавной фрезы с цилиндрическим хвостовиком

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава получают в результате систематического производственного процесса от подготовки сырья до окончательной обработки. Ниже приводится подробная последовательность технологических процессов и технические параметры.

5.1 Таблица производительности и технологического процесса изготовления твердосплавной фрезы с цилиндрическим хвостовиком

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Высокоэнергетическая планетарная шаровая мельница, соотношение шаров к материалу 10:1, 200-300 об/мин	24-48 часов, стандартное отклонение < 5%	Равномерное распределение в соответствии с GB/T 5244-2018	Однородность размера частиц CV < 3%
Нажатие	Давление 150-200 МПа, время 10-20 сек.	Плотность 60%-70% (12-14 г/см ³)	Формовка заготовки, отклонение ±0,2 г/см ³	Прочность в сыром виде 10-15 МПа
спекание	Вакуумная печь 1350-1450°C, НР 5-10 МПа	1-2 часа, плотность 98%-99%	Размер зерна 0,5-1,5 мкм, уплотнение	Пористость A02B00C00
Спекание в полевых условиях (SPS)	Импульсный ток 1000-2000 А, напряжение 5-10 В	30-60 минут	Размер зерна 0,2-0,5 мкм, оптимизация микроинструмента	Энергоэффективность увеличилась на 20%
Обработка кромок	Алмазный шлифовальный круг №600-№800, электроэрозионная обработка 0,1-0,3 Дж	Величина обрезки 0,01-0,02 мм	Шероховатость Ra ≤ 0,2 мкм, точность ±0,005 мм	Острота режущей кромки < 0,01 мм

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Покрытие	Многоцелевое магнетронное распыление, TiAlN / AlCrN	Толщина 2-5 мкм	Термостойкость 1000°C, коэффициент трения 0,15	Сила адгезии > 60 Н, однородность < 0,5 мкм
----------	---	-----------------	--	---

Применение твердосплавной фрезы с цилиндрическим хвостовиком

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава широко применяются во многих отраслях промышленности благодаря своей универсальности и высокой производительности:

Аэрокосмическая промышленность

Для обработки титановых сплавов (например, Ti-6Al-4V) и жаропрочных сплавов (например, Inconel 718) требования к точности составляют уровень IT6, шероховатость поверхности Ra 0,2 мкм, скорость резания V_c 100-150 м/мин, глубина резания a_p 0,5-1 мм. В 2025 году система мониторинга 5G сократит время обработки на 10%-15%.

Автомобильный

Фрезерование блоков двигателей, коленчатых валов и деталей коробки передач, материал заготовки - чугун (HRC 30-40) или алюминиевый сплав, V_c 150-200 м/мин, f_n 0,1-0,15 мм/зуб, a_p 1-2 мм, производительность увеличивается на 20%.

Изготовление пресс-форм

Для отделки сложных пресс-форм (например, штамповочных форм для автомобилей) применяется технология сухой резки, позволяющая сократить расход охлаждающей жидкости на 20-30 %, V_c 200-250 м/мин, Ra 0,2 мкм.

Медицинская промышленность

Микрофрезы (диаметром 0,05-0,5 мм) применяются для обработки тазобедренных имплантатов или микрошестерен с точностью $\pm 0,001$ мм, V_c 60-100 м/мин, a_p 0,05-0,2 мм и сроком службы 300-500 часов.

Новая Энергия

Обработка форм лопастей ветряных турбин или каркасов фотоэлектрических модулей в сочетании с ИИ для оптимизации параметров резки, V_c 150-200 м/мин, повышение эффективности на 15% и снижение выбросов углекислого газа на 10%.

7. Типы твердосплавных фрез с цилиндрическим хвостовиком

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава подразделяются на несколько типов в зависимости от области применения и конструкции, каждый тип оптимизирован для конкретных задач обработки:

Черновая фреза

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Количество зубьев 2-4, глубина резания ар 1-2 мм, скорость резания V_c 100-150 м/мин, подходит для быстрого снятия материала (например, чугунных заготовок), сила резания 400-500 Н, срок службы 400-600 часов.

Фреза для чистовой обработки

Количество зубьев: 6-8, глубина резания ар 0,2-0,5 мм, скорость резания V_c 150-250 м/мин, шероховатость поверхности R_a 0,2 мкм, точность IT7, подходит для пресс-форм и авиационных деталей.

Микро фреза

Диаметр 0,05-0,5 мм, глубина реза ар 0,05-0,2 мм, скорость реза V_c 60-120 м/мин, обработка микроэлектронных плат или медицинских имплантатов, точность $\pm 0,001$ мм.

Фреза с покрытием

Нанести покрытие TiN, TiAlN или AlCrN, термостойкость 800-1000°C, коэффициент трения 0,15, срок службы увеличен на 25%-35% по сравнению с непокрытым, V_c 200-250 м/мин.

Многофункциональная фреза

Объединяет функции фрезерования, сверления и снятия фаски со скоростью резания V_c 150–200 м/мин, что сокращает время смены инструмента на 30–40 % и подходит для многопроцессорных обрабатывающих центров композитных материалов.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



Что такое твердосплавные концевые фрезы?

Концевая фреза из карбида — это высокоточный и эффективный режущий инструмент, который широко используется при обработке металлических и неметаллических материалов. Она занимает важное место в современной обрабатывающей промышленности благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и универсальности. Она изготовлена из карбида вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы, кобальта (Co) в качестве связующей фазы и производится путем добавления микроупрочняющих агентов (таких как TiC и TaC), и формируется с помощью передовой порошковой металлургии. Уникальная конструкция концевой фрезы позволяет ей резать конец и боковую часть заготовки, что особенно подходит для станков с ЧПУ, обрабатывающих центров и сложной обработки поверхности. Следующий контент будет подробно рассмотрен с учетом множества аспектов, таких как структура и материал, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы концевых фрез из твердого сплава

2.

Конструкция твердосплавных концевых фрез в основном включает хвостовик и режущую часть. Хвостовик цилиндрический или конический, обычно изготавливается из высокопрочной инструментальной стали (например, 42CrMo или HSS) или твердого сплава, диаметром от 3 мм до 25 мм и длиной 50-120 мм, спроектированный в соответствии с системой зажима станка для обеспечения стабильного соединения со шпинделем. Режущая часть состоит из концевых зубьев и периферийных зубьев. Концевые зубья расположены в нижней части инструмента для осевой резки, а периферийные зубья распределены по окружности для боковой резки. Количество зубьев обычно составляет 2-10 зубьев в зависимости от требований обработки. Геометрические параметры лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30° - 50° , передний угол 5° - 15° , задний угол 10° - 25°) оптимизируются путем прецизионной шлифовки, а на поверхность часто наносятся

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

наномасштабные покрытия, такие как TiN, TiAlN или AlCrN. Толщина покрытия контролируется в пределах 2–6 мкм, что значительно повышает термостойкость до 1100°C и снижает коэффициент трения до 0,12.

Состав материала:

Тяжелая фаза

Карбид вольфрама (WC), гранулометрический состав 0,4-1,8 мкм, значение D50 1,0 мкм, чистота $\geq 99,9\%$, обеспечивающая сверхвысокую твердость и износостойкость.

Адгезионная фаза

Кобальт (Co), диапазон содержания 5%-15% (массовая доля), размер частиц 0,8-1,2 мкм, 5% ориентировано на высокую точность, 15% подходит для резки с большими нагрузками.

добавка

Содержание карбида титана (TiC) составляет 0,4%-2,5%, а содержание карбида тантала (TaC) составляет 0,2%-1,2%. Дисперсия определяется с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), а стандартное отклонение составляет $<4\%$, что повышает высокотемпературную твердость и антиадгезию.

Конструктивные особенности:

Дизайн ручки

Цилиндрическая или коническая, шероховатость поверхности $Ra \leq 0,3$ мкм, с держателем инструмента типа CAT или HSK, соосность установки $\leq 0,008$ мм.

Передовая оптимизация

Шестикоординатный шлифовальный станок с ЧПУ, с фаской режущей кромки 0,008-0,015 мм, что снижает силу удара при резании и повышает прочность режущей кромки.

Технология нанесения покрытий

В 2025 году будут представлены многослойные нанопокрyтия (такие как TiAlN/DLC) с отклонением однородности толщины $< 0,4$ мкм и улучшенной на 35% коррозионной стойкостью, что сделает их пригодными для сред сухой резки.

2. Принцип работы твердосплавной концевой фрезы

Концевые фрезы из карбида вольфрама обеспечивают торцевую и боковую резку посредством высокоскоростного вращения и удаляют материал с заготовки путем комбинирования прерывистого и непрерывного резания. Принцип их работы основан на высокоскоростном относительном движении торцевых зубьев и периферийных зубьев. Торцевые зубья врезаются в заготовку в осевом направлении для завершения обработки торцевой поверхности, а периферийные зубья режут радиально для формирования боковой поверхности. Стружка выводится через канавки зубьев. На процесс резания влияют параметры геометрии инструмента (такие как угол наклона винтовой линии, влияющий на гладкость стружки, передний угол, влияющий на силу резания) и параметры резания (такие как скорость резания V_c 60-300 м/мин, скорость подачи f_n 0,04-0,25 мм/зуб, глубина резания a_p 0,15-2,5 мм). СОЖ (например, смазочно-охлаждающая жидкость на масляной основе,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

расход ≥ 12 л/мин) или технология сухой резки используются для контроля температуры зоны резания, чтобы предотвратить перегрев инструмента (максимальная контролируемая температура ниже 750°C) или термическую деформацию заготовки. В 2025 году в сочетании с сетями 5G и алгоритмами ИИ интеллектуальные системы ЧПУ смогут контролировать силу резания (< 700 Н), температуру и вибрацию в режиме реального времени, динамически регулировать параметры, повышать эффективность резания на 18%-22% и достигать точности обработки на уровне IT5-IT6.

3. Характеристики твердосплавных концевых фрез

Благодаря использованию современных материалов и прецизионной конструкции твердосплавные концевые фрезы демонстрируют следующие замечательные характеристики:

Сверхвысокая твердость

Твёрдость по Виккерсу HV 1600-2100, что превышает твёрдость быстрорежущей стали (HV 650-850), позволяет обрабатывать закалённые стали или высокопрочные сплавы твёрдостью до HRC 65.

Отличная износостойкость

Ширина зоны износа (VB) по-прежнему составляет $\leq 0,25$ мм после 600–900 часов непрерывной резки, что в 4–6 раз превышает срок службы традиционных инструментов, особенно при обработке нержавеющей стали и титановых сплавов.

Отличная термостойкость

Инструменты с покрытием обладают термостойкостью до 1100°C и подходят для сверхскоростной резки ($V_c > 250$ м/мин), что снижает риск термической усталости и трещин.

Высокая ударопрочность

За счет добавления TiC и оптимизации размера зерна (0,4–1,2 мкм) прочность на изгиб составляет ≥ 2200 МПа, а сопротивление ударным нагрузкам увеличивается на 20%, что делает сплав пригодным для прерывистого резания и условий высоких нагрузок.

Высокая точность

Точность обработки достигает уровня IT5-IT6, а шероховатость поверхности составляет Ra 0,15-0,3 мкм, что соответствует требованиям сверхточной обработки в аэрокосмической и медицинской промышленности.

Устойчивость

Технология сухой резки в сочетании с высокоэффективным покрытием сокращает расход охлаждающей жидкости на 25–35 %, соответствует стандартам экологичного производства и сокращает выбросы углерода на 15 %.

4. Характеристики твердосплавных концевых фрез и факторы, влияющие на них

На производительность концевых фрез из цементированного карбида влияют многочисленные факторы, такие как состав материала, параметры обработки и среда использования. Ниже приведен подробный анализ и стратегия оптимизации.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность твердосплавных концевых

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

фрез

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-15%, низкое содержание повышает твердость, высокое содержание увеличивает прочность	высокий	5% для высокой точности, 15% для больших нагрузок	5% Co твердость HV 1900, 15% Co прочность на изгиб 2300 МПа
Скорость резания (Vc)	60-300 м/мин, слишком высокая скорость приведет к перегреву или образованию сколов	середина	Твердые материалы уменьшают на 25%, например, Inconel Vc 150 м/мин	Слишком высокая Vc (350 м/мин) Скорость разрушения кромки 6%-12%
Скорость подачи (fn)	0,04-0,25 мм/зуб, слишком большое значение увеличит силу резания	высокий	Микрообработка до 0,04 мм/зуб	fn 0,3 мм/зуб Сила резания увеличена на 35%
Глубина резания (ap)	0,15-2,5 мм, слишком глубоко может легко вызвать вибрацию	середина	Слоистая резка сложной заготовки, ap 0,4 мм/слой	ap 3 мм амплитуда вибрации увеличилась на 18%
Поток охлаждающей жидкости	≥ 12 л/мин, рассеивание тепла влияет на срок службы	середина	Сухая резка с покрытием DLC	Расход 6 л/мин Срок службы сокращен на 25%
Материал заготовки	Сталь (HRC 50), сплав Ti, сплав на основе Ni	высокий	Вязкие материалы снижают Vc на 35%-45%	Ni сплав Vc 120 м/мин, Al сплав 250 м/мин

5. Процесс производства концевых фрез из твердого сплава

Превосходная производительность концевых фрез из цементированного карбида достигается благодаря систематическому производственному процессу от подготовки сырья до окончательной обработки. Ниже приведена подробная последовательность технологических процессов и технические параметры.

Таблица технологических процессов производства концевых фрез из твердого сплава

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Высокоэнергетическая планетарная шаровая мельница, соотношение шаров к материалу 12:1, 250-350 об/мин	30-50 часов, стандартное отклонение < 4%	Равномерное распределение соответствия с ISO 13399	Однородность размера частиц CV < 2,5%
Нажатие	Давление 180-220 МПа, время 15-25 сек.	Плотность 65%-75% (13-15 г/см ³)	Формовка заготовки, отклонение ±0,15 г/см ³	Прочность в сыром виде 12-18 МПа
спекание	Вакуумная печь 1400-1500°C, HIP 6-12 МПа	1,5-2,5 часа, плотность 98,5%-99,5%	Размер зерна 0,4-1,2 мкм, уплотненный	Пористость A01B00C00
Спекание в полевых условиях (SPS)	Импульсный ток 1200-2200 А, напряжение 6-12 В	40-70 минут	Размер зерна 0,15-0,4 мкм, оптимизация микроинструмента	Энергоэффективность увеличилась на 25%
Обработка кромок	Алмазный шлифовальный круг №800-№1000, EDM 0,05-0,25 Дж	Величина обрезки 0,008-0,015 мм	Шероховатость Ra ≤ 0,15 мкм, точность ±0,004 мм	Острота режущей кромки < 0,008 мм

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Покрyтие	Многоцелевое магнетронное распыление, TiAlN/DLC	Толщина 2-6 мкм	Термостойкость 1100°C, коэффициент трения 0,12	Сила адгезии > 65 Н, однородность < 0,4 мкм
----------	---	-----------------	--	---

6. Типы твердосплавных концевых фрез

Концевые фрезы из твердого сплава подразделяются на несколько типов в зависимости от назначения и конструкции, каждый из которых оптимизирован для определенных задач обработки:

Черновые концевые фрезы

Количество зубьев 2-5, глубина резания ар 1,5-2,5 мм, скорость резания Vc 120-180 м/мин, подходит для быстрого удаления материала (например, стальных заготовок), сила резания 450-600 Н, срок службы 450-650 часов.

Фрезы концевые для чистовой обработки

Количество зубьев: 8-10, глубина резания ар 0,15-0,4 мм, скорость резания Vc 200-300 м/мин, шероховатость поверхности Ra 0,15 мкм, точность IT6, подходит для пресс-форм и авиационных деталей.

Концевые микрофрезы

Диаметр 0,03-0,6 мм, глубина резания ар 0,03-0,15 мм, скорость резания Vc 50-120 м/мин, обработка микроэлектронных компонентов или медицинских имплантатов, точность ± 0,0008 мм.

Концевые фрезы с покрытием

Нанести покрытие TiN, TiAlN или DLC, термостойкость 900-1100°C, коэффициент трения 0,12, срок службы увеличен на 30%-40% по сравнению с непокрытым, Vc 250-300 м/мин.

Многофункциональная концевая фреза

Объединяет функции торцевого фрезерования, бокового фрезерования и фрезерования пазов со скоростью резания Vc 180-250 м/мин, что сокращает время смены инструмента на 35-45 % и делает его пригодным для многоцелевых обрабатывающих центров композитных материалов.

7. Применение твердосплавных концевых фрез

Твердосплавные концевые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей универсальности и производительности:

Аэрокосмическая промышленность

Для обработки титановых сплавов (например, Ti-6Al-4V) и сплавов на основе никеля (например, Inconel 718) требование к точности составляет IT5, шероховатость поверхности Ra составляет 0,15 мкм, скорость резания Vc составляет 120-180 м/мин, а глубина резания ар составляет 0,4-0,8 мм. В 2025 году система мониторинга 5G сократит время обработки на 12%-18%.

Автомобильный

Фрезерование головок цилиндров, шатунов и деталей коробки передач, материал заготовки -

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

чугун (HRC 35-45) или алюминиевый сплав, V_c 180-250 м/мин, f_n 0,08-0,12 мм/зуб, a_p 0,8-1,5 мм, повышение производительности на 22%.

Изготовление пресс-форм

Отделка литевых и штамповочных форм с применением технологии сухой резки, снижение расхода охлаждающей жидкости на 25%-35%, V_c 220-300 м/мин, R_a 0,15 мкм.

Медицинская промышленность

Микроконцевые фрезы (диаметром 0,03–0,6 мм) применяются для обработки ортопедических имплантатов или микрошестерен с точностью $\pm 0,0008$ мм, V_c 50–90 м/мин, a_p 0,03–0,15 мм и сроком службы 350–550 часов.

Новая Энергия

При обработке роторов ветряных турбин или рам солнечных батарей ИИИ используется для оптимизации параметров резки со скоростью V_c 160–220 м/мин, что повышает эффективность на 18% и снижает выбросы углекислого газа на 12%.

Что такое твердосплавная фреза?

Твердосплавная цельная фреза — это высокопроизводительный режущий инструмент, который широко используется в области точной обработки металлических и неметаллических материалов. Он играет важную роль в обрабатывающей промышленности благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и универсальности. Он использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы, кобальт (Co) в качестве связующей фазы и изготавливается путем добавления микроупрочняющих агентов (таких как TiC и TaC), и интегрально формируется с использованием передовой технологии порошковой металлургии. В отличие от других типов фрез, хвостовик и режущая часть твердосплавной цельной фрезы изготовлены из одного твердосплавного материала для обеспечения более высокой жесткости и долговечности и особенно подходят для станков с ЧПУ, обрабатывающих центров и сложных геометрических форм. Следующий контент будет подробно проработан с учетом множества аспектов, таких как структура и материал, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавной фрезы

Конструкция твердосплавной интегральной фрезы состоит из интегрированного хвостовика и режущей части. Хвостовик цилиндрический или конический, диаметром от 2 мм до 25 мм и длиной 40-150 мм в зависимости от конструкции зажимной системы станка. Он изготовлен из высокопрочного твердого сплава для обеспечения жесткого соединения со шпинделем. Режущая часть включает концевые зубья и периферийные зубья. Концевые зубья используются для осевой резки, а периферийные зубья распределены по окружности для боковой резки. Количество зубьев обычно составляет 2-12 зубьев в зависимости от требований обработки. Геометрические параметры лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 35° - 55° , передний угол 3° - 12° , задний угол 8° - 20°) оптимизируются высокоточным шлифованием. На поверхность часто наносятся наномасштабные покрытия, такие как TiN, TiAlN или AlTiN. Толщина покрытия контролируется в пределах 2–7 мкм, что значительно повышает термостойкость до 1150°C и снижает коэффициент трения до 0,10.

Состав материала:

Твердая фаза: карбид вольфрама (WC), гранулометрический состав 0,3-1,6 мкм, значение D50 0,9 мкм, чистота $\geq 99,95\%$, обеспечивает чрезвычайно высокую твердость и износостойкость. Связующая фаза: кобальт (Co), диапазон содержания 4%-14% (массовая доля), размер частиц 0,7-1,0 мкм, 4% ориентировано на высокую точность, 14% подходит для резки с большими нагрузками.

Добавки: содержание карбида титана (TiC) 0,3–2,0%, содержание карбида тантала (TaC) 0,1–1,0%, дисперсия, определенная с помощью СЭМ, стандартное отклонение $< 3\%$, повышают высокотемпературную твердость и антиадгезию.

Конструктивные особенности:

Конструкция хвостовика: цилиндрическая или коническая, шероховатость поверхности $Ra \leq$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,25 мкм, согласованная с держателем инструмента типа HSK или ISO, соосность установки $\leq 0,006$ мм.

Оптимизация режущей кромки: обработка на семикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ, фаска режущей кромки составляет 0,005-0,012 мм, что снижает силу удара при резании и повышает долговечность режущей кромки.

Технология нанесения покрытий: в 2025 году будут внедрены многослойные градиентные покрытия (такие как AlTiN/DLC) с отклонением однородности толщины $< 0,3$ мкм и улучшенной на 40% коррозионной стойкостью, подходящие для экстремальных условий резки.

2. Принцип работы твердосплавной монолитной фрезы

Фрезы из цельного карбида достигают торцевой и боковой резки посредством высокоскоростного вращения и удаляют материал с заготовки путем комбинирования прерывистого и непрерывного резания. Принцип их работы основан на высокоскоростном относительном движении торцевых зубьев и периферийных зубьев. Торцевые зубья врезаются в заготовку аксиально для завершения обработки торцевой поверхности, а периферийные зубья режут радиально для достижения боковой формы. Стружка выводится через оптимизированные канавки зубьев. На процесс резки влияют параметры геометрии инструмента (такие как угол наклона винтовой линии, влияющий на эффективность отвода стружки, передний угол, влияющий на силу резания) и параметры резания (такие как скорость резания V_c 70-350 м/мин, скорость подачи f_n 0,03-0,3 мм/зуб, глубина резания a_p 0,1-3 мм). Технология охлаждающей жидкости (например, синтетической смазочно-охлаждающей жидкости, расход ≥ 15 л/мин) или сухой резки используется для контроля температуры зоны резания, чтобы предотвратить перегрев инструмента (максимальная контролируемая температура ниже 800 °C) или термическую деформацию заготовки. В 2025 году в сочетании с сетями 5G и алгоритмами машинного обучения интеллектуальные системы ЧПУ смогут контролировать силу резания (< 800 Н), температуру и вибрацию в режиме реального времени, динамически регулировать параметры, повышать эффективность резания на 20%-25% и достигать точности обработки уровня IT4-IT5.

3. Характеристики твердосплавной монолитной фрезы

Цельные твердосплавные фрезы обладают следующими замечательными характеристиками благодаря своей цельной конструкции и передовым материалам:

Чрезвычайно высокая твердость

Твёрдость по Виккерсу HV 1700-2200, значительно превышающая твёрдость быстрорежущей стали (HV 700-900), позволяет обрабатывать сверхтвёрдые материалы твёрдостью до HRC 68.

Отличная износостойкость

Ширина зоны износа (VB) по-прежнему составляет $\leq 0,2$ мм после 700–1000 часов непрерывной резки, что в 5–7 раз превышает срок службы традиционных инструментов, особенно при обработке жаропрочных сплавов.

Отличная термостойкость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Инструменты с покрытием обладают термостойкостью до 1150°C и подходят для сверхскоростной резки ($V_c > 300$ м/мин), что снижает риск образования термических трещин и износа.

Высокая ударопрочность

За счет добавления TiC и оптимизации размера зерна (0,3–1,0 мкм) прочность на изгиб составляет ≥ 2400 МПа, а сопротивление ударным нагрузкам увеличивается на 25%, что делает сплав пригодным для прерывистого резания и условий высоких нагрузок.

Сверхвысокая точность

Точность обработки достигает уровня IT4-IT5, а шероховатость поверхности составляет Ra 0,1-0,25 мкм, что соответствует требованиям сверхточной обработки в аэрокосмической и микроэлектронной промышленности.

4. Производительность и факторы, влияющие на твердосплавные фрезы

На производительность твердосплавных цельных фрез влияет множество факторов, таких как состав материала, параметры обработки и среда использования. Ниже приведен подробный анализ и стратегия оптимизации.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность твердосплавных монолитных фрез

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	4%-14%, низкое содержание повышает твердость, высокое содержание увеличивает прочность	высокий	4% для высокой точности, 14% для больших нагрузок	4% Co твердость HV 2000, 14% Co прочность на изгиб 2500 МПа
Скорость резания (V_c)	70-350 м/мин, слишком высокая скорость приведет к перегреву или образованию сколов	середина	Твердые материалы уменьшают на 30%, например, Inconel V_c 180 м/мин	Слишком высокая V_c (400 м/мин) Скорость разрушения кромки 7%-15%
Скорость подачи (фн)	0,03-0,3 мм/зуб, слишком большое значение увеличит силу резания	высокий	Микрообработка до 0,03 мм/зуб	f _n 0,35 мм/зуб Сила резания увеличена на 40%
Глубина резания (ар)	0,1-3 мм, слишком глубоко может легко вызвать вибрацию	середина	Сложный раскрой заготовки, ар 0,3 мм/слой	ар 3,5 мм Амплитуда вибрации увеличилась на 20%
Поток охлаждающей жидкости	≥ 15 л/мин, эффект рассеивания тепла влияет на срок службы	середина	Сухая резка с покрытием AlTiN	Расход 7 л/мин Срок службы сокращен на 30%
Материал заготовки	Сталь (HRC 55), сплав Ti, сплав Co-Cr	высокий	Вязкие материалы снижают V_c на 40%-50%.	Co-Cr сплав V_c 140 м/мин, Al сплав 300 м/мин

5. Таблица производительности и технологического процесса изготовления твердосплавной интегральной фрезы

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
----------------	------------------------	---------------	----------------	------------------------

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Смешивание сырья	Высокоэнергетическая шаровая мельница, соотношение шаров к материалу 15:1, 300-400 об/мин	36-60 часов, стандартное отклонение < 3%	Равномерное распределение в соответствии с ISO 513	Однородность размера частиц CV < 2%
Нажатие	Давление 200-250 МПа, время 20-30 сек.	Плотность 70%-80% (14-16 г/см ³)	Формовка заготовки, отклонение ±0,1 г/см ³	Прочность в сыром виде 15-20 МПа
спекание	Вакуумная печь 1450-1550°C, HIP 8-15 МПа	2-3 часа, плотность 99%-99,8%	Размер зерна 0,3-1,0 мкм, уплотнение	Пористость A00B00C00
Спекание полевых условий (SPS)	Импульсный ток 1500-2500 А, напряжение 8-15 В	50-80 минут	Размер зерна 0,1-0,3 мкм, оптимизация микроинструмента	Энергоэффективность увеличилась на 30%
Обработка кромок	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200, EDM 0,03-0,2 Дж	Величина обрезки 0,005-0,012 мм	Шероховатость Ra ≤ 0,1 мкм, точность ±0,003 мм	Острота режущей кромки < 0,005 мм
Покрытие	Многоцелевое магнетронное распыление, AlTiN/DLC	Толщина 2-7 мкм	Термостойкость 1150°C, коэффициент трения 0,10	Сила адгезии > 70 Н, однородность < 0,3 мкм

6. Типы твердосплавных монолитных фрез

Твердосплавные фрезы подразделяются на несколько типов в зависимости от их применения и конструкции, каждый тип оптимизирован для конкретных задач обработки:

Фреза для черновой обработки

Количество зубьев 2-6, глубина резания ap 2-3 мм, скорость резания Vc 100-200 м/мин, подходит для быстрого удаления материала (например, стальных заготовок), сила резания 500-700 Н, срок службы 500-700 часов.

Фреза для чистовой обработки

Количество зубьев: 10-12, глубина резания ap 0,1-0,3 мм, скорость резания Vc 250-350 м/мин, шероховатость поверхности Ra 0,1 мкм, точность IT5, подходит для пресс-форм и авиационных деталей.

Микротвердая фреза

Диаметр 0,02-0,5 мм, глубина реза ar 0,02-0,1 мм, скорость реза Vc 50-150 м/мин, обработка микроэлектронных компонентов или медицинских имплантатов, точность ± 0,0005 мм.

Фреза цельная с покрытием

Нанести покрытие AlTiN, TiAlN или DLC, термостойкость 1000-1150°C, коэффициент трения 0,10, срок службы увеличен на 35%-45% по сравнению с непокрытым, Vc 300-350 м/мин.

Многофункциональная интегральная фреза

Объединяет функции торцевого фрезерования, бокового фрезерования и фрезерования пазов со скоростью резания Vc 200-300 м/мин, что сокращает время смены инструмента на 40-50 % и подходит для многоцелевых обрабатываемых центров композитных материалов.

7. Применение твердосплавной интегральной фрезы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Цельные твердосплавные фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей цельной конструкции и высоким эксплуатационным характеристикам:

Аэрокосмическая промышленность

Для обработки титановых сплавов (например, Ti-6Al-4V) и кобальт-хромовых сплавов требования к точности составляют IT4, шероховатость поверхности Ra 0,1 мкм, скорость резания Vc 150–220 м/мин, глубина резания ap 0,3–0,6 мм, а система мониторинга 5G позволит сократить время обработки на 15–20 % к 2025 году.

Автомобильный

Фрезерование блоков двигателей, распределительных валов и деталей шестерен, материал заготовки - чугун (HRC 40-50) или алюминиевый сплав, Vc 200-300 м/мин, fn 0,05-0,1 мм/зуб, ap 0,6-1,2 мм, повышение производительности на 25%.

Изготовление пресс-форм

При финишной обработке прецизионных пресс-форм (например, пресс-форм для автомобильных панелей) используется технология сухой резки, позволяющая сократить использование охлаждающей жидкости на 30–40 %, Vc 250–350 м/мин, Ra 0,1 мкм.

Медицинская промышленность

Микрофреза цельная (диаметр 0,02-0,5 мм) для обработки ортопедических имплантатов или микрошестерен, точность $\pm 0,0005$ мм, Vc 40-80 м/мин, ap 0,02-0,1 мм, срок службы 400-600 часов.

Новая Энергия

Обработка форм для лопастей ветряных турбин или корпусов аккумуляторных батарей в сочетании с ИИ для оптимизации параметров резки, Vc 180–250 м/мин, повышение эффективности на 20% и снижение выбросов углекислого газа на 15%.

Электронная промышленность

Обработка микросхемных плат и корпусов полупроводников, обрабатываемые материалы — армированная стекловолокном смола или керамика, Vc 100-200 м/мин, ap 0,05-0,2 мм, точность $\pm 0,001$ мм, что отвечает требованиям обработки электронных компонентов высокой плотности.

Судостроение

Фрезерование судовых винтов и корпусов клапанов, материал заготовки - бронза или нержавеющая сталь, Vc 150-250 м/мин, ap 0,5-1,5 мм, антикоррозионное покрытие продлевает срок службы инструмента на 30%-40%.

Строительные Материалы

Обработка форм для гипсокартона и керамической плитки, Vc 80-150 м/мин, ap 0,2-0,8 мм, снижение выбросов пыли на 20%, подходит для производства экологически чистых строительных материалов.

Ювелирное дело

Микрофрезы для твердосплавных материалов используются для тонкой гравировки драгоценных металлов (таких как золото, платина) и инкрустаций драгоценными камнями со скоростью Vc 50–120 м/мин, ap 0,01–0,05 мм и точностью $\pm 0,0002$ мм, что отвечает самым высоким требованиям к персонализации.

Оборонная промышленность

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка броневых листов танков и ракетных корпусов, материал заготовки - высокопрочная сталь или композитные материалы, Vc 120-180 м/мин, ар 0,4-1 мм, износостойкость повышает эффективность обработки на 15% -20%.

Оптические приборы

Обработка форм линз и призматических компонентов, материал заготовки - оптическое стекло или полимер, Vc 60-120 м/мин, ар 0,03-0,15 мм, точность $\pm 0,0003$ мм, что соответствует высокоточному производству оптических компонентов.

Бытовая электроника

Обработка корпусов мобильных телефонов и прецизионных разъемов, материалы заготовок - магниевый сплав или композитные материалы, Vc 200-300 м/мин, ар 0,1-0,4 мм, эффективность увеличена на 22%, что соответствует требованиям облегченной конструкции.

Железнодорожный транспорт

Фрезерование железнодорожных колес и путевых приспособлений, материал заготовки - высокоуглеродистая сталь, Vc 150-220 м/мин, ар 0,5-1,2 мм, износостойкость продлевает срок службы на 25%-30%.

Нефтехимическая промышленность

Обработка трубопроводной арматуры и корпусов насосов, материал заготовки - нержавеющая сталь или титановый сплав, Vc 140-200 м/мин, ар 0,4-1 мм, коррозионная стойкость повышена на 35%, подходит для экстремальных рабочих условий.

Что такое твердосплавная сварная фреза?

Сварная фреза из карбида — это высокопроизводительный режущий инструмент, изготовленный путем сварки головки карбида к стальному корпусу фрезы. Он широко используется при обработке металлических и неметаллических материалов. Он сочетает в себе высокую твердость и износостойкость карбида с высокой прочностью стального корпуса и особенно подходит для сценариев обработки, требующих высокой эффективности и экономичности, таких как тяжелая резка и крупномасштабное производство. Сварная фреза из карбида в основном состоит из карбида вольфрама (WC) в качестве твердой фазы и кобальта (Co) в качестве связующей фазы. Головка режущей головки изготавливается методом порошковой металлургии и соединяется со стальным корпусом с помощью высокочастотной сварки или вакуумной пайки. Подходит для традиционных станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Ниже следующее содержание будет подробно рассмотрено с учетом множества аспектов, таких как структура и материал, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной сварной фрезы

Конструкция твердосплавной сварной фрезы включает стальной корпус фрезы и сварную твердосплавную головку фрезы. Корпус фрезы обычно изготавливается из высокопрочной инструментальной стали (например, 40CrMo или 18CrNiMo) диаметром от 10 мм до 100 мм и длиной 50-300 мм в соответствии с требованиями обработки для обеспечения прочного соединения со шпинделем станка. Головка фрезы изготавливается из твердого сплава и содержит концевые и периферийные зубья. Количество зубьев обычно составляет 4-20 зубьев в зависимости от диаметра резания и назначения. Геометрические параметры лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30°-45°, передний угол 5°-10°, задний угол 10°-15°) оптимизируются путем точной шлифовки. На поверхность режущей головки можно наносить покрытие TiN или TiAlN толщиной 2-5 мкм, а термостойкость повышается до 1000 °C.

Состав материала:

Твердая фаза: карбид вольфрама (WC), гранулометрический состав 0,5-2,0 мкм, значение D50 1,2 мкм, чистота ≥ 99,9%, обеспечивает высокую твердость и износостойкость.

Связующая фаза: кобальт (Co), диапазон содержания 6%-12% (массовая доля), размер частиц 1,0-1,5 мкм, 6% ориентировано на высокую твердость, 12% подходит для резки с большими нагрузками.

Добавки: содержание карбида титана (TiC) 0,5-1,5%, содержание карбида ниобия (NbC) 0,2-0,8%, дисперсия обнаружена с помощью СЭМ, стандартное отклонение < 5%, улучшенные высокотемпературные характеристики.

Конструктивные особенности:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Конструкция корпуса фрезы: Поверхностная закалка стального корпуса, твердость HRC 35-45, шероховатость поверхности $Ra \leq 0,4$ мкм, с универсальным держателем инструмента, соосность установки $\leq 0,01$ мм.

Сварка режущей головки: применяется вакуумная пайка, температура сварки составляет 1000-1100°C, прочность сварки ≥ 200 МПа, что обеспечивает прочное соединение режущей головки и корпуса фрезы.

Технология нанесения покрытия: в 2025 году будет внедрено многослойное покрытие TiAlN с отклонением однородности толщины $< 0,5$ мкм и улучшенной на 30% коррозионной стойкостью, пригодное для сухой и мокрой резки.

2. Принцип работы твердосплавной сварной фрезы

Сварные фрезы из карбида вольфрама обеспечивают торцевую и боковую резку посредством высокоскоростного вращения и удаляют материал с заготовки в основном посредством прерывистого резания. Принцип их работы основан на высокоскоростном относительном движении головки карбида вольфрама. Торцевые зубья врезаются в заготовку в осевом направлении для завершения обработки торца, а периферийные зубья режут радиально для достижения боковой формы. Стружка выводится через канавки зубьев. На процесс резания влияют параметры геометрии инструмента (такие как угол наклона винтовой линии, влияющий на сход стружки, передний угол, влияющий на силу резания) и параметры резания (такие как скорость резания V_c 50-250 м/мин, скорость подачи f_n 0,05-0,2 мм/зуб, глубина резания a_p 0,2-4 мм). Охлаждающая жидкость (например, смазочно-охлаждающая жидкость на водной основе, расход ≥ 10 л/мин) используется для контроля температуры зоны резания, чтобы предотвратить перегрев режущей головки (максимальная контролируемая температура ниже 700 °C) или термическую деформацию заготовки. В 2025 году в сочетании с датчиками IoT и алгоритмами ИИ интеллектуальная система мониторинга сможет контролировать силу резания (< 600 Н) и температуру в режиме реального времени, динамически регулировать параметры, повышать эффективность резания на 15%-20% и достигать точности обработки уровня IT6-IT7.

3. Характеристики твердосплавной сварной фрезы

Сварные фрезы из твердого сплава обладают следующими замечательными характеристиками, обусловленными их сварной конструкцией и свойствами материала:

Высокая твердость: твердость режущей головки по Виккерсу составляет HV 1500–2000, что подходит для обработки материалов с твердостью ниже HRC 60.

Хорошая износостойкость: ширина износостойкой ленты (VB) составляет $\leq 0,3$ мм после 500–800 часов непрерывной резки, а срок службы в 3–5 раз больше, чем у традиционных инструментов из быстрорежущей стали.

Умеренная термостойкость: режущая головка с покрытием имеет термостойкость до 1000°C, подходит для резки на средних и высоких скоростях (V_c 150-250 м/мин), что снижает риск термической усталости.

Высокая прочность: стальной корпус обеспечивает ударопрочность с прочностью на изгиб ≥ 1800 МПа, подходит для прерывистой резки и условий высоких нагрузок.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Практическая точность: Точность обработки достигает уровня IT6-IT7, а шероховатость поверхности Ra 0,2-0,4 мкм, что соответствует общим потребностям промышленной обработки.

Экономичность: Сварная конструкция снижает производственные затраты и подходит для крупносерийного производства. К 2025 году технология сухой резки позволит сократить использование охлаждающей жидкости на 20%-30%.

4. Таблица производительности и влияющих факторов твердосплавных сварных фрез

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-12%, низкое содержание повышает твердость, высокое содержание увеличивает прочность	высокий	6% для высокой твердости, 12% для больших нагрузок	6% Co твердость HV 1800, 12% Co прочность на изгиб 1900 МПа
Скорость резания (Vc)	50-250 м/мин, слишком высокая скорость приведет к износу режущей головки	середина	Твердые материалы уменьшают на 20%, например, сталь Vc 150 м/мин	Слишком высокая скорость износа Vc (300 м/мин) 8%-12%
Скорость подачи (fn)	0,05-0,2 мм/зуб, слишком большое значение увеличит силу резания	высокий	Тяжелая резка до 0,05 мм/зуб	fn 0,25 мм/зуб Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	0,2-4 мм, слишком глубоко может вызвать вибрацию	середина	Слоистая резка сложной заготовки, ap 0,5 мм/слой	ар 5 мм амплитуда вибрации увеличилась на 15%
Поток охлаждающей жидкости	≥ 10 л/мин, эффект рассеивания тепла влияет на срок службы	середина	Сухая резка с покрытием TiAlN	Расход 5 л/мин Срок службы сокращен на 20%
Качество сварки	Прочность сварки ≥ 200 МПа, риск отпадания	высокий	Оптимизированная температура пайки 1050°C	Прочность сварки < 150 МПа, скорость осыпания 5%

5. Таблица технологических процессов производства твердосплавных сварных фрез

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Высокоэнергетическая шаровая мельница, соотношение шаров к материалу 10:1, 200-300 об/мин	24-40 часов, стандартное отклонение < 5%	Равномерное распределение в соответствии с ISO 513	Однородность в размера частиц CV < 3%
Нажатие	Давление 150-200 МПа, время 10-20 сек.	Плотность 60%-70% (12-14 г/см ³)	Формовка заготовки головки инструмента, отклонение ±0,2 г/см ³	Прочность в сыром виде 10-15 МПа
спекание	Вакуумная печь 1350-1450°C, HIP 5-10 МПа	1-2 часа, плотность 98%-99%	Размер зерна 0,5-1,5 мкм, уплотнение	Пористость A02B00C00
Повязка	на Алмазный шлифовальный круг №600-	Величина обрезки	Шероховатость Ra ≤ 0,2	Острота режущей

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

голову резки	для №800, электроэрозионная обработка 0,1-0,3 Дж	0,01-0,02 мм	мкм, точность $\pm 0,005$ мм	кромки < 0,01 мм
сварка	Пайка в вакууме, температура 1000-1100°C, давление 0,5 МПа	5-10 минут	Режущая головка прочно соединена с корпусом фрезы.	Прочность сварки ≥ 200 МПа
Покрытие	Магнетронное распыление, TiAlN	Толщина 2-5 мкм	Термостойкость 1000°C, коэффициент трения 0,15	Сила адгезии > 50 Н, однородность < 0,5 мкм

6. Типы твердосплавных сварных фрез

Напайные твердосплавные фрезы делятся на несколько типов в зависимости от их применения и конструкции, каждый тип оптимизирован для конкретных задач обработки:

Сварная фреза для черновой обработки: количество зубьев 4-8, глубина резания ар 2-4 мм, скорость резания V_c 80-150 м/мин, подходит для быстрого снятия материала (например, чугуна), сила резания 400-600 Н, срок службы 400-600 часов.

Фреза сварная чистовая: количество зубьев 12-20, глубина резания ар 0,2-0,5 мм, скорость резания V_c 150-250 м/мин, шероховатость поверхности Ra 0,2 мкм, уровень точности IT7, подходит для обработки пресс-форм.

Торцевая фреза: диаметр 50-100 мм, количество зубьев 10-16, глубина резания ар 1-3 мм, V_c 100-200 м/мин, подходит для обработки плоскостей и резки больших площадей.

Сварная фреза с покрытием: нанесено покрытие TiN или TiAlN, термостойкость 900-1000°C, коэффициент трения 0,15, срок службы на 25-35% больше, чем у фрезы без покрытия, V_c 200-250 м/мин.

Фреза для обработки пазов: специально разработана для обработки узких пазов и шпоночных канавок, количество зубьев 6-12, глубина резания ар 0,5-2 мм, V_c 80-180 м/мин, снижение вибрации 15%-20%.

7. Применение твердосплавной сварной фрезы

Сварные твердосплавные фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей экономичности и практичности:

Автомобилестроение: Обработка блоков цилиндров и коленчатых валов двигателей, материал заготовки - чугун (HRC 30-40) или алюминиевый сплав, V_c 120-200 м/мин, ар 1-2 мм, повышение эффективности на 20%.

Изготовление штампов: Черновая обработка штамповочных и ковочных штампов, V_c 80-150 м/мин, ар 2-4 мм, сокращение времени обработки на 15%-25%.

Сталелитейная промышленность: фрезерование стальных слитков и рулонов, материал заготовки — углеродистая сталь (HRC 50), V_c 100-180 м/мин, ар 1,5-3 мм, износостойкость продлевает срок службы на 30%.

Энергетическое оборудование: Обработка лопаток газовых турбин и корпусов клапанов, материал заготовки - сплав на основе никеля, V_c 80-140 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, для удовлетворения потребностей высокотемпературной среды.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Тяжелое машиностроение: обработка крупных зубчатых колес и посадочных мест подшипников, материал заготовки — высокопрочная сталь, Vc 90-160 м/мин, ар 2-3,5 мм, сила резания 500-700 Н.

Железнодорожный транспорт: Фрезерование колес поездов и шпал, материал заготовки - ковкий чугун, Vc 100-180 м/мин, ар 1-2,5 мм, ударпрочность увеличивается на 20%.

Строительная техника: обработка бетонной опалубки и стальных арматурных соединений, Vc 70-130 м/мин, ар 1-3 мм, снижение выбросов пыли на 15%.

Судостроительная промышленность: Фрезерование корпусных листов и гребных винтов, материал заготовки - судовая сталь, Vc 90-150 м/мин, ар 1,5-2,5 мм, коррозионная стойкость повышена на 25%.

Горнодобывающее оборудование: Обработка футеровок дробилок и компонентов буровых долот, материал заготовки - высокомарганцевистая сталь, Vc 80-140 м/мин, ар 1-3 мм, срок службы увеличен на 35% -40%.

Что такое фреза с твердосплавными пластинами?

Фреза с твердосплавными вставками — это высокопроизводительный режущий инструмент, изготовленный путем вставки сменных твердосплавных зубьев в стальной корпус фрезы. Он широко используется при обработке металлических и неметаллических материалов. Его конструкция сочетает в себе высокую твердость и износостойкость твердосплавных зубьев с высокой прочностью стального корпуса. Он особенно подходит для сценариев, где требуется частая замена зубьев или сложные задачи обработки, такие как тяжелая резка и многопроцессная обработка. Фреза с твердосплавными вставками использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Зубья изготавливаются методом порошковой металлургии и устанавливаются на корпус фрезы с помощью механического крепления или зажима. Подходит для станков с ЧПУ и больших обрабатывающих центров. Следующий контент будет подробно рассмотрен с учетом множества аспектов, таких как структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

Структура и материалы твердосплавной фрезы

Фрезы с твердосплавными вставками состоят из стального корпуса фрезы и сменных твердосплавных зубьев. Корпус фрезы изготовлен из высокопрочной инструментальной стали (например, 42CrMo или 18CrNiMo7), с диапазоном диаметров от 20 мм до 200 мм и длиной 100-500 мм, разработанной в соответствии с требованиями обработки для обеспечения стабильного соединения со шпинделем станка. Зубья изготовлены из твердого сплава и установлены в канавке корпуса фрезы. Количество зубьев обычно составляет 6-30, в зависимости от диаметра резания и назначения. Геометрические параметры лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 25°-40°, передний угол 3°-8°, задний угол 8°-12°) оптимизируются путем прецизионной шлифовки. Покрытие AlTiN или CrN может быть нанесено на поверхность зуба толщиной 3-6 мкм, а термостойкость увеличивается до 1050 °C.

Состав материала:

Твердая фаза: карбид вольфрама (WC), гранулометрический состав 0,4-1,8 мкм, значение D50 1,0 мкм, чистота $\geq 99,95\%$, обеспечивает высокую твердость и износостойкость.

Связующая фаза: кобальт (Co), диапазон содержания 5%-10% (массовая доля), размер частиц 0,8-1,2 мкм, 5% ориентировано на высокую точность, 10% подходит для резки с большими нагрузками.

Добавки: содержание карбида тантала (TaC) 0,3–1,0%, содержание карбида ниобия (NbC) 0,2–0,6%, дисперсия, обнаруженная с помощью СЭМ, стандартное отклонение $< 4\%$, повышенная стойкость к высокотемпературному окислению.

Конструктивные особенности:

Конструкция корпуса фрезы: Термообработка поверхности стального корпуса, твердость HRC 40-50, шероховатость поверхности $Ra \leq 0,3$ мкм, с рукояткой типа HSK или BT, соосность установки $\leq 0,008$ мм.

Установка зубьев: применяется механический зажим или фиксация болтами, точность

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

замены зубьев составляет $\pm 0,005$ мм, что обеспечивает стабильность и повторяемость.

Технология нанесения покрытия: в 2025 году будет внедрено градиентное покрытие AlTiN с отклонением однородности толщины $< 0,4$ мкм и улучшенной на 35% коррозионной стойкостью, пригодное для сухой резки и высокотемпературных сред.

2. Принцип работы фрезы с твердосплавными пластинами

Фрезы с твердосплавными вставками выполняют торцевую и боковую резку посредством высокоскоростного вращения и в основном используют прерывистую резку для удаления материала с заготовки. Принцип их работы основан на высокоскоростном относительном движении твердосплавных зубьев. Торцевые зубья врезаются в заготовку в осевом направлении для завершения обработки торца, а периферийные зубья режут радиально для достижения боковой формы. Стружка выводится через оптимизированные канавки зубьев. На процесс резки влияют параметры геометрии инструмента (такие как угол наклона винтовой линии, влияющий на отвод стружки, передний угол, влияющий на силу резания) и параметры резания (такие как скорость резания V_c 60-300 м/мин, скорость подачи f_n 0,04-0,25 мм/зуб, глубина резания a_p 0,3-5 мм). Для контроля температуры в зоне резания используется охлаждающая жидкость (например, смазочно-охлаждающая жидкость на масляной основе, расход ≥ 15 л/мин) или технология сухой резки, чтобы предотвратить перегрев зубьев фрезы (максимальная контролируемая температура ниже 750 °C) или термическую деформацию заготовки. В 2025 году в сочетании с сетями 5G и алгоритмами оптимизации ИИ интеллектуальная система мониторинга сможет контролировать силу резания (< 800 Н) и вибрацию в режиме реального времени, динамически регулировать параметры, повышать эффективность резания на 18%-22% и достигать точности обработки на уровне IT5-IT6.

3. Характеристики фрезы с твердосплавными пластинами

Фрезы с твердосплавными пластинами, сменными зубьями и современными материалами обладают следующими примечательными особенностями:

Сверхвысокая твердость

Твердость зубьев полотна по Виккерсу составляет HV 1600–2100, что подходит для обработки материалов твердостью ниже HRC 65.

Отличная износостойкость

Ширина зоны износа (VB) составляет $\leq 0,25$ мм после 600-900 часов непрерывной резки, а срок службы увеличивается в 4-6 раз по сравнению с традиционными инструментами.

Отличная термостойкость

Покрытые зубья обладают термостойкостью до 1050 °C, что делает их пригодными для высокоскоростной резки ($V_c > 200$ м/мин) и снижает риск образования термических трещин.

Высокая ударопрочность

Благодаря оптимизации геометрии зубьев и стальной опоры прочность на изгиб составляет ≥ 2200 МПа, а сопротивление ударным нагрузкам увеличивается на 20%, что делает его пригодным для условий высоких нагрузок.

Высокая гибкость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Конструкция сменных зубьев снижает затраты на техническое обслуживание и адаптируется к различным требованиям обработки. Время замены зубьев составляет менее 5 минут.

Таблица производительности твердосплавных фрез и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-10%, низкое содержание повышает твердость, высокое содержание увеличивает прочность	высокий	5% для высокой точности, 10% для больших нагрузок	5% Co твердость HV 1900, 10% Co прочность на изгиб 2300 МПа
Скорость резания (Vc)	60-300 м/мин, слишком высокая скорость приведет к износу зубьев фрезы	середина	Твердые материалы уменьшают на 25%, например, сплав Ti Vc 150 м/мин	Слишком высокая скорость износа Vc (350 м/мин) 6%-10%
Скорость подачи (fn)	0,04-0,25 мм/зуб, слишком большое значение увеличит силу резания	высокий	Микрообработка до 0,04 мм/зуб	fn 0,3 мм/зуб Сила резания увеличена на 35%
Глубина резания (ap)	0,3-5 мм, слишком глубоко может вызвать вибрацию	середина	Слоистая резка сложной заготовки, ap 0,6 мм/слой	ap 6 мм амплитуда вибрации увеличилась на 18%
Поток охлаждающей жидкости	≥ 15 л/мин, эффект рассеивания тепла влияет на срок службы	середина	Сухая резка с покрытием AlTiN	Расход 7 л/мин Срок службы сокращен на 25%
Точность установки зубьев	Усилие зажима ≥ 300 Н, риск ослабления	высокий	Оптимальное усилие зажима 350 Н, регулярно проверяйте	Усилие зажима < 250 Н Ослабление 4%

5. Процесс производства фрезы с твердосплавными пластинами

Фрезы с твердосплавными вставками происходят из усовершенствованной конструкции процесса подготовки и установки зубьев. Ниже приведены подробные технологические процессы и технические параметры.

Таблица производственных процессов с твердосплавными вставками

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Высокоэнергетическая планетарная шаровая мельница, соотношение шаров к материалу 12:1, 250-350 об/мин	30-50 часов, стандартное отклонение $< 4\%$	Равномерное распределение в соответствии с ISO 13399	Однородность размера частиц CV $< 2,5\%$
Нажатие	Давление 180-220 МПа, время 15-25 сек.	Плотность 65%-75% (13-15 г/см ³)	Заготовка зуба формируется с отклонением $\pm 0,15$ г/см ³ .	Прочность в сыром виде 12-18 МПа
спекание	Вакуумная печь 1400-1500°C,	1,5-2,5 часа, плотность	Размер зерна 0,4-1,2 мкм,	Пористость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	HR 6-12 MPa	98,5%-99,5%	уплотненный	A01B00C00
Перевязка зубов	Алмазный шлифовальный круг №800-№1000, электроэрозионная обработка 0,05-0,25 Дж	Величина обрезки 0,008- 0,015 мм	Шероховатость Ra ≤ 0,15 мкм, точность ±0,004 мм	Острота режущей кромки < 0,008 мм
Установка зуба	Механический зажим, усилие зажима 300-400 Н	2-5 минут	Зубья установлены прочно, с повторяемостью ±0,005 мм.	Равномерность усилия зажима < 5%
Покрытие	Многоцелевое магнетронное распыление, AlTiN	Толщина 3-6 мкм	Термостойкость 1050°C, коэффициент трения 0,12	Сила адгезии > 60 Н, однородность < 0,4 мкм

6. Типы фрез с твердосплавными пластинами

Фрезы с твердосплавными пластинами подразделяются на несколько типов в зависимости от их применения и конструкции, каждый из которых оптимизирован для конкретных задач обработки:

Черновая фреза со сменными пластинами: количество зубьев 6-12, глубина резания ар 3-5 мм, скорость резания Vc 80-180 м/мин, подходит для быстрого снятия материала (например, стальных заготовок), сила резания 600-800 Н, срок службы 500-700 часов.

Фреза для чистовой обработки: количество зубьев 20-30, глубина резания ар 0,3-0,8 мм, скорость резания Vc 200-300 м/мин, шероховатость поверхности Ra 0,15 мкм, уровень точности IT6, подходит для пресс-форм и авиационных деталей.

Торцевая фреза: диаметр 80-200 мм, количество зубьев 12-24, глубина резания ар 2-4 мм, Vc 100-250 м/мин, подходит для обработки больших плоскостей.

Фреза с пластинами с покрытием: нанесено покрытие AlTiN или CrN, термостойкость 1000-1050°C, коэффициент трения 0,12, срок службы на 30%-40% больше, чем у непокрытой, Vc 250-300 м/мин.

Фреза для обработки пазов: специально разработана для обработки глубоких пазов и ступеней, с 8-16 зубьями, глубиной резания ар 1-3 мм, Vc 90-200 м/мин и снижением вибрации на 20-25%.

7. Применение твердосплавной фрезы

Фрезы с твердосплавными пластинами широко используются во многих отраслях промышленности благодаря конструкции сменных зубьев и универсальности:

Авиакосмическая промышленность: Обработка титановых сплавов (например, Ti-6Al-4V) и компонентов из алюминиевых сплавов, Vc 150-250 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, уровень точности IT5, мониторинг 5G сократит время обработки на 12-18 % в 2025 году.

Автомобилестроение: Обработка головок цилиндров и корпусов коробок передач, материал заготовки - чугун (HRC 35-45), Vc 120-200 м/мин, ар 1-3 мм, эффективность увеличивается на 22%.

Изготовление пресс-форм: отделка литьевых и штамповочных форм, Vc 180-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, Ra 0,15 мкм, сокращение времени смены инструмента на 30%.

Энергетическое оборудование: Обработка роторов и лопаток ветровых турбин, материалы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

заготовок - сталь или композитные материалы, Vc 100-180 м/мин, ар 1-2,5 мм, повышение термостойкости на 20%.

Тяжелое машиностроение: обработка крупных зубчатых колес и станин станков, материал заготовки — высокопрочная сталь, Vc 90-160 м/мин, ар 2-4 мм, сила резания 700-900 Н.

Железнодорожный транспорт: Фрезерование рельсовых креплений и колесных осей, материал заготовки - ковкий чугун, Vc 110-190 м/мин, ар 1,5-3 мм, ударная вязкость повышена на 25%.

Судостроительная промышленность: Обработка судовых стальных листов и винтов, Vc 100-180 м/мин, ар 2-4 мм, антикоррозионное покрытие продлевает срок службы на 30%-35%.

Горнодобывающее оборудование: Обработка молотков дробилок и ситовых пластин, материал заготовки - высокомарганцовистая сталь, Vc 80-150 м/мин, ар 2-3,5 мм, срок службы увеличен на 40%.

Строительные материалы: Обработка сборных железобетонных изделий, Vc 70-130 м/мин, ар 1-3 мм, снижение выбросов пыли на 20%, подходит для зеленого строительства.

Что такое фреза с твердосплавными пластинами?

Фреза с твердосплавными вставками — это высокопроизводительный режущий инструмент, изготовленный путем вставки сменных твердосплавных зубьев в стальной корпус фрезы. Он широко используется при обработке металлических и неметаллических материалов. Его конструкция сочетает в себе высокую твердость и износостойкость твердосплавных зубьев с высокой прочностью стального корпуса. Он особенно подходит для сценариев, где требуется частая замена зубьев или сложные задачи обработки, такие как тяжелая резка и многопроцессная обработка. Фреза с твердосплавными вставками использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Зубья изготавливаются методом порошковой металлургии и устанавливаются на корпус фрезы с помощью механического крепления или зажима. Подходит для станков с ЧПУ и больших обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной фрезы

Фреза с твердосплавными вставками состоит из стального корпуса фрезы и сменных твердосплавных зубьев фрезы. Корпус фрезы изготовлен из высокопрочной инструментальной стали (например, 42CrMo), диаметром 20-200 мм и длиной 100-500 мм, что обеспечивает прочное соединение со шпинделем станка. Зубья фрезы изготовлены из твердого сплава, с 6-30 зубьями, а параметры геометрии режущей кромки (например, угол наклона винтовой линии 25°-40°, передний угол 3°-8°) оптимизированы путем прецизионного шлифования. На поверхность может быть нанесено покрытие AlTiN (толщина 3-6 мкм), с термостойкостью до 1050 °C.

Состав материала: карбид вольфрама (WC) является твердой фазой, содержание кобальта (Co) составляет 5–10%, а для повышения производительности добавлены TaC и NbC.

Конструктивные особенности: Твёрдость корпуса фрезы HRC 40-50, точность закрепления зубьев фрезы $\pm 0,005$ мм, соосность установки $\leq 0,008$ мм.

2. Принцип работы фрезы с твердосплавными пластинами

Благодаря высокоскоростному вращению зубья фрезы режут заготовку в осевом и радиальном направлении, торцевые зубья отвечают за обработку торцевой поверхности, периферийные зубья завершают боковое формирование, а стружка отводится через канавку зуба. Параметры резания включают V_c 60-300 м/мин, f_n 0,04-0,25 мм/зуб, a_p 0,3-5 мм. СОЖ (расход ≥ 15 л/мин) или сухая резка контролируют температуру. В 2025 году мониторинг 5G+AI увеличит эффективность на 18% -22%, а точность достигнет уровня IT5-IT6.

3. Характеристики фрезы с твердосплавными пластинами

Высокая твёрдость: зуб HV 1600-2100, подходит для материалов ниже HRC 65.

Износостойкость: $VB \leq 0,25$ мм (600-900 часов), срок службы увеличен в 4-6 раз.

Термостойкость: Покрытие устойчиво к температурам до 1050°C и подходит для высокоскоростной резки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Ударопрочность: прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, подходит для больших нагрузок.

Гибкость: замена лезвия занимает менее 5 минут, что снижает затраты на техническое обслуживание.

Экологичность: Сухая резка сокращает расход охлаждающей жидкости на 25–35%.

4. Таблица производительности твердосплавных фрез и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-10%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 10% прочности	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	60-300 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы уменьшены на 25%	Vc 350 м/мин Износ 6%-10%
Скорость подачи (fn)	0,04-0,25 мм/зуб	высокий	Микрообработка 0,04 мм/зуб	fn 0.3 Сила резания увеличена на 35%
Глубина резания (ap)	0,3-5 мм, слишком глубокая вибрация	середина	Слой 0,6 мм/слой	ap 6 мм вибрация увеличилась на 18%
Точность установки	Усилие зажима ≥ 300 Н	высокий	Усилие зажима 350 Н Проверить	< 250 Н люфт 4%

5. Таблица производственных характеристик фрезы с твердосплавными пластинами

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 250-350 об/мин	30-50 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2,5%
Нажатие	180-220 МПа	15-25 секунд	Формовка заготовки	Плотность 13-15 г/см ³
спекание	1400-1500°C, ГИП	1,5-2,5 часа	Уплотнение	Плотность 98,5%-99,5%
Перевязка зубов	Алмазный шлифовальный круг №800-№1000	Обрезка 0,008-0,015 мм	Оптимизация точности	Ra $\leq 0,15$ мкм
Установка зуба	Усилие зажима 300-400 Н	2-5 минут	Безопасная установка	Точность $\pm 0,005$ мм
Покрытие	Магнетронное распыление AlTiN	Толщина 3-6 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 60 Н

6. Типы фрез с твердосплавными пластинами

Черновая фреза: количество зубьев 6-12, ap 3-5 мм, Vc 80-180 м/мин, подходит для стальных заготовок.

Фреза чистовая: число зубьев 20-30, ap 0,3-0,8 мм, Vc 200-300 м/мин, точность IT6.

Торцевая фреза: диаметр 80-200 мм, ap 2-4 мм, Vc 100-250 м/мин, обработка плоских

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

поверхностей.

Фреза с покрытием: покрытие AlTiN, термостойкость до 1000-1050°C, срок службы увеличен на 30%-40%.

Фреза для обработки пазов: количество зубьев 8-16, ар 1-3 мм, Vc 90-200 м/мин, снижение вибрации 20%-25%.

7. Применение твердосплавной фрезы

Аэрокосмическая промышленность: Обработка Ti-6Al-4V, Vc 150-250 м/мин, точность IT5.

Автомобилестроение: Обработка головок блока цилиндров, Vc 120-200 м/мин, повышение эффективности на 22%.

Изготовление пресс-форм: прецизионная литевая пресс-форма, Vc 180-300 м/мин, Ra 0,15 мкм.

Энергетическое оборудование: Обработка лопаток турбин, Vc 100-180 м/мин, повышение термостойкости на 20%.

Тяжелое машиностроение: зубообработка, Vc 90-160 м/мин, сила резания 700-900 Н.

Железнодорожный транспорт: Оси фрезерных колес, Vc 110-190 м/мин, ударопрочность 25%.

Судостроительная промышленность: обработка стальных листов, Vc 100-180 м/мин, срок службы увеличен на 30%-35%.

Горнодобывающее оборудование: Головка молота для обработки, Vc 80-150 м/мин, срок службы увеличен на 40%.

Строительные материалы: Обработка бетонных изделий, Vc 70-130 м/мин, снижение пылеобразования 20%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI , ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое фрезы с твердосплавными сменными пластинами?

Фреза с твердосплавными индексируемыми пластинами — это высокоэффективный режущий инструмент, изготовленный путем установки сменных твердосплавных индексируемых пластин на стальной корпус фрезы. Он широко используется при точной обработке металлических и неметаллических материалов. Его конструкция сочетает в себе превосходную твердость и износостойкость твердосплавных пластин с гибкостью корпуса фрезы. Он особенно подходит для сценариев, требующих частой смены лезвий или обработки нескольких материалов заготовок, таких как аэрокосмическое и автомобильное производство. Твердосплавные индексируемые пластины используют карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Они изготавливаются методом порошковой металлургии и крепятся к корпусу фрезы механическим зажимом. Они подходят для станков с ЧПУ и многоосевых обрабатывающих центров.

1. Структура и материалы твердосплавной фрезы с многогранными пластинами

Фрезы с твердосплавными сменными пластинами состоят из стального корпуса и сменных пластин. Корпус фрезы изготовлен из высокопрочной инструментальной стали (например, 40CrNiMo), диаметром 25-250 мм и длиной 120-600 мм, что обеспечивает прочное соединение со шпинделем станка. Пластины изготовлены из твердого сплава и установлены в пазы корпуса фрезы, с 4-40 пластинами, в зависимости от диаметра резания. Геометрия режущей кромки (например, угол наклона винтовой линии 20° - 45° , передний угол 0° - 10°) оптимизирована путем прецизионного шлифования, а поверхность пластины может быть покрыта AlTiN или TiCN (толщиной 2-5 мкм) с термостойкостью до 1100°C .

Состав материала: карбид вольфрама (WC) является твердой фазой, содержание кобальта (Co) составляет 4–12 %, а для повышения производительности добавлены TiC и TaC.

Конструктивные особенности: Твердость корпуса фрезы HRC 40-50, точность зажима лезвий $\pm 0,003$ мм, соосность установки $\leq 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной фрезы с поворотными пластинами

Благодаря высокоскоростному вращению лезвие режет заготовку в осевом и радиальном направлении, торцевая кромка отвечает за обработку торцевой поверхности, периферийная кромка завершает боковое формирование, а стружка отводится через канавку зуба. Параметры резания включают V_c 80-400 м/мин, f_n 0,06-0,3 мм/зуб, a_p 0,5-6 мм. СОЖ (расход ≥ 20 л/мин) или сухая резка контролируют температуру. В 2025 году мониторинг 5G+AI увеличит эффективность на 20%-25%, а точность достигнет уровня IT4-IT6.

3. Характеристики твердосплавной фрезы с многогранными пластинами

Сверхвысокая твердость: лезвие HV 1700-2300, подходит для материалов ниже HRC 70.

Отличная износостойкость: $VB \leq 0,2$ мм (800-1200 часов), срок службы увеличен в 5-8 раз.

Отличная термостойкость: покрытие выдерживает температуру до 1100°C и подходит для сверхскоростной резки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Высокая гибкость: индексируемая конструкция позволяет использовать несколько лезвий, замена лезвия занимает менее 3 минут.

Высокая устойчивость: прочность на изгиб ≥ 2500 МПа, подходит для больших нагрузок и прерывистой резки.

Защита окружающей среды: Сухая резка снижает расход охлаждающей жидкости на 30–40 %, а выбросы углерода — на 20 %.

4. Таблица характеристик твердосплавных фрез с поворотными пластинами и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	4%-12%, баланс твердости и прочности	высокий	4% точность, 12% прочность	4% Co HV 2000
Скорость резания (Vc)	80-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы уменьшены на 20%	Vc 450 м/мин износ 5%-8%
Скорость подачи (fn)	0,06-0,3 мм/зуб	высокий	Чистовая обработка 0,06 мм/зуб	fn 0.35 Сила резания увеличена на 40%
Глубина резания (ap)	0,5-6 мм, слишком глубокая вибрация	середина	Слой: 0,8 мм/слой	ap 7 мм вибрация увеличивается на 15%
Сила зажима	≥ 400 Н, риск ослабления	высокий	Усилие зажима 450 Н Проверить	< 350 Н люфт 3%

5. Таблица производственных характеристик фрезы с твердосплавными сменными пластинами

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	KV < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-16 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Заточка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,005-0,01 мм	Оптимизация точности	Ra $\leq 0,1$ мкм
Установка лезвия	Усилие зажима 400-500 Н	1-3 минуты	Безопасная установка	Точность $\pm 0,003$ мм
Покрытие	Магнетронное распыление AlTiN	Толщина 2-5 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

6. Типы твердосплавных фрез с поворотными пластинами

Черновая фреза: 6-12 лезвий, ap 3-6 мм, Vc 100-200 м/мин, подходит для стальных заготовок.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Чистовая фреза: 20-40 лезвий, ар 0,5-1,5 мм, Vc 250-400 м/мин, точность IT5.

Торцевая фреза: диаметр 100-250 мм, ар 2-5 мм, Vc 120-300 м/мин, обработка плоских поверхностей.

Фреза с покрытием: покрытие AlTiN, термостойкость до 1000-1100°C, срок службы увеличен на 35%-45%.

Фреза для пазов: 8-16 лезвий, ар 1-3 мм, Vc 100-250 м/мин, снижение вибрации 15%-20%.

7. Применение твердосплавных фрез с многогранными пластинами

Аэрокосмическая промышленность:

используется для обработки титановых сплавов (например, Ti-6Al-4V) и жаропрочных сплавов (например, Inconel 718), скорость резания Vc 150-300 м/мин, глубина резания ар 0,5-1,5 мм, скорость подачи fn 0,06-0,15 мм/зуб. Подходит для нервюр крыльев самолетов, лопаток двигателей и конструктивных деталей с точностью обработки IT4 и шероховатостью поверхности Ra 0,05-0,1 мкм. В 2025 году в сочетании с мониторингом в реальном времени 5G и оптимизацией ИИ время обработки сократится на 15% -20%, что значительно повысит эффективность сложной обработки поверхностей.

Автомобилестроение:

Обработка цилиндров двигателей, коленчатых валов и корпусов коробок передач. Материалы заготовок включают чугун (HRC 30-45) и алюминиевые сплавы, Vc 120-250 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Подходит для массового производства, эффективность увеличена на 25%, шероховатость поверхности Ra 0,1-0,2 мкм. Технология сухой резки снижает использование охлаждающей жидкости на 30%, что соответствует тенденции облегчения в автомобильной промышленности.

Изготовление пресс-форм:

финишная обработка литевых форм, штамповочных и ковочных пресс-форм, материал заготовки - инструментальная сталь (HRC 50-60) или предварительно закаленная сталь, Vc 200-400 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,06-0,12 мм/зуб. Точность обработки на уровне IT5, шероховатость поверхности Ra 0,05-0,1 мкм, сокращение времени смены инструмента на 30%-40%, значительное снижение себестоимости продукции.

Энергетическое оборудование:

Обработка лопаток газовых турбин, ступиц роторов ветряных турбин и корпусов клапанов атомных электростанций. Материалы заготовок включают сплавы на основе никеля и нержавеющей сталь, Vc 100-200 м/мин, ар 1-2,5 мм, fn 0,08-0,15 мм/зуб. Термостойкость увеличена на 25% для удовлетворения потребностей в условиях высоких температур и высокого давления. В 2025 году оптимизированные с помощью ИИ параметры резки снизят процент брака на 10%-15%.

Тяжелое машиностроение:

обработка станин станков, крупных зубчатых передач и гнезд подшипников, материалы заготовок - высокопрочная сталь (HRC 40-55), Vc 90-180 м/мин, ар 2-5 мм, fn 0,12-0,25 мм/зуб, сила резания 800-1000 Н. Срок службы инструмента увеличивается на 35%-45%, подходит для тяжелых условий нагрузки и прерывистого резания.

Железнодорожный транспорт:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Фрезерование колес поездов, шпал и рельсовых скреплений, материал заготовки - ковкий чугун и углеродистая сталь, V_c 120-200 м/мин, a_p 1,5-3 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Ударопрочность повышается на 20%, эффективность обработки повышается на 18%, что соответствует требованиям высокой износостойкости и высокой надежности.

Судостроение:

обработка корпусных стальных листов, винтов и корпусов клапанов, обрабатываемые материалы — судовая сталь и бронза, V_c 100-180 м/мин, a_p 2-4 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 35%, сухая резка снижает расход охлаждающей жидкости на 25%-30%, подходит для морской среды.

Электронная промышленность:

Обработка корпусов мобильных телефонов из алюминиевого сплава, кронштейнов печатных плат и корпусов полупроводников, V_c 200-350 м/мин, a_p 0,5-1,5 мм, f_n 0,06-0,12 мм/зуб, точность обработки $\pm 0,001$ мм, шероховатость поверхности Ra 0,05 мкм. Удовлетворяет потребности в легких и тонких электронных компонентах высокой плотности.

Нефтехимическая промышленность:

Обработка трубопроводной арматуры, корпусов насосов и компрессоров. Материалы обрабатываемых деталей: нержавеющая сталь и титановые сплавы, V_c 80-150 м/мин, a_p 1-2,5 мм, f_n 0,08-0,15 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 30%. К 2025 году интеллектуальный мониторинг позволит сократить дефекты обработки на 10%-15%.

Оборонная промышленность:

Обработка броневого листов танков, ракетных снарядов и стволов орудий. Материалы заготовок — высокопрочная сталь и композитные материалы, V_c 100-200 м/мин, a_p 1-3 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Износостойкость повышает эффективность обработки на 20%-25%, что соответствует высоким требованиям безопасности и точности.

Новая энергетическая промышленность:

Обработка форм лопастей ветряных турбин и кронштейнов солнечных батарей, материал заготовки - армированный стекловолокном композитный материал или алюминиевый сплав, V_c 120-250 м/мин, a_p 1-3 мм, f_n 0,08-0,15 мм/зуб. Эффективность увеличивается на 15%-20%, углеродный след снижается на 10%, поддержка развития зеленой энергетики.

Медицинское оборудование:

Обработка ортопедических имплантатов (например, тазобедренных суставов) и микроустройств, материал заготовки — титановый сплав или сплав Co-Cr, V_c 80-150 м/мин, a_p 0,3-0,8 мм, f_n 0,04-0,1 мм/зуб, точность $\pm 0,0005$ мм, шероховатость поверхности Ra 0,03 мкм, соответствие требованиям биосовместимости.

Обработка ювелирных изделий:

обработка драгоценных металлов (таких как золото, платина) и инкрустаций драгоценными камнями, V_c 50-120 м/мин, a_p 0,1-0,5 мм, f_n 0,03-0,08 мм/зуб, точность $\pm 0,0002$ мм, подходит для высококачественной персонализации и тонкой гравировки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



Что такое твердосплавная высокоскоростная фреза?

Твердосплавная фреза для высокоскоростной резки — это высокопроизводительный режущий инструмент из твердосплавного материала, предназначенный для высокоскоростной обработки, способный эффективно удалять материалы на высоких скоростях резания и широко используемый при точной обработке металлических и неметаллических материалов. Он сочетает в себе высокую твердость, термостойкость и износостойкость твердого сплава и подходит для таких сценариев, как аэрокосмическое и автомобильное производство, где требуется высокая эффективность и высококачественная обработка поверхности. Твердосплавная фреза для высокоскоростной резки использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Он изготавливается с помощью порошковой металлургии и процессов точной обработки и часто снабжен покрытиями для повышения производительности. Он подходит для станков с ЧПУ и высокоскоростных обрабатывающих центров.

1. Структура и материалы твердосплавных высокоскоростных фрез

Твердосплавные фрезы для высокоскоростной резки обычно изготавливаются из цельного карбида или привариваются/встраиваются в стальной корпус с твердосплавной режущей головкой, с диапазоном диаметров 6-100 мм и длиной 50-300 мм для обеспечения соответствия высокоскоростным шпинделям. Лезвие инструмента спроектировано как многозубчатая структура (2-20 зубьев), а параметры геометрии лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 35° - 50° , передний угол 5° - 15°) оптимизированы для адаптации к высокоскоростной резке. Покрытие TiAlN или AlCrN (толщина 2-4 мкм) часто наносится на поверхность с термостойкостью до 1150°C .

Состав материала: карбид вольфрама (WC) размером частиц 0,3-1,5 мкм, содержание кобальта (Co) 6%-10%, для повышения термостойкости добавлены TiC и VC.

Конструктивные особенности: Твердость инструмента из цельного твердого сплава HV 1800-2200, твердость конструкции опоры корпуса из стали HRC 40-45, соосность инструмента $\leq 0,005$ мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Принцип работы твердосплавной высокоскоростной фрезы

Благодаря сверхвысокой скорости вращения (скорость резания V_c 200–1000 м/мин) инструмент быстро врезается в заготовку, торцевые и периферийные зубья работают вместе, чтобы завершить обработку торца и боковой поверхности, а стружка отводится через оптимизированные канавки зубьев под высокой температурой и давлением. Параметры резания включают V_c 200–1000 м/мин, f_n 0,05–0,2 мм/зуб, a_p 0,2–4 мм. Высокоэффективная охлаждающая жидкость (например, масляная или синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 25 л/мин) или воздушное охлаждение под высоким давлением для контроля температуры (< 800 °C) в сочетании с технологиями IoT и AI для достижения мониторинга в реальном времени в 2025 году эффективность резки увеличится на 25–30 %, а точность достигнет уровня IT5–IT7.

3. Характеристики твердосплавной фрезы для высокоскоростной резки

Сверхвысокая твердость: HV 1800-2200, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная термостойкость: покрытие выдерживает температуру до 1150°C и подходит для высокоскоростной резки.

Отличная износостойкость: $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 6-10 раз. Высокая эффективность: скорость резки до 1000 м/мин, производительность обработки увеличивается на 30%-50%.

Стабильность: прочность на изгиб ≥ 2400 МПа, подходит для высокоскоростной прерывистой резки.

Защита окружающей среды: Сухая резка или минимальная смазка сокращают расход охлаждающей жидкости на 40–50%.

4. Таблица производительности и влияющих факторов твердосплавных высокоскоростных фрез

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-10%, баланс твердости и прочности	высокий	6% точность, 10% прочность	6% Co HV 1900
Скорость резания (V_c)	200-1000 м/мин, чрезмерный износ	высокий	Твердые материалы уменьшены на 15%	V_c 1100 м/мин Износ 8%
Скорость подачи (f_n)	0,05-0,2 мм/зуб	середина	Высокая скорость снижения 0,05 мм/зуб	f_n 0.25 Сила резания увеличена на 35%
Глубина резания (a_p)	0,2-4 мм, слишком глубокая вибрация	середина	Слой 0,5 мм/слой	a_p 5 мм вибрация увеличивается на 20%
Толщина покрытия	2-4 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	высокий	Оптимизированный 2,5-3 мкм	< 2 мкм Термостойкость снижается на 10%

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5. Таблица производственных характеристик твердосплавных высокоскоростных режущих фрез

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 350-450 об/мин	50-70 часов	Равномерно распределенный	КВ < 1,5%
Нажатие	220-280 МПа	25-35 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14,5-16 г/см ³
спекание	1450-1600°C, ГИП	2,5-3,5 часа	Уплотнение	Плотность 99,2%-99,9%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1200-№1500	Обрезка 0,003-0,008 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,08 мкм
Покрытие	PVD-осаждение TiAlN	Толщина 2-4 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 80 Н

6. Типы твердосплавных высокоскоростных фрез

Встроенная высокоскоростная фреза: диаметр 6-20 мм, Vc 400-1000 м/мин, подходит для прецизионной обработки деталей малого диаметра.

Сменная высокоскоростная фреза: 4-16 лезвий, Vc 300-800 м/мин, подходит для резки больших площадей.

Высокоскоростная фреза с покрытием: покрытие TiAlN, Vc 500-1000 м/мин, срок службы увеличен на 40%-60%.

Шариковая высокоскоростная фреза: диаметр 10-50 мм, Vc 200-600 м/мин, подходит для сложной обработки поверхностей.

Фреза для обработки пазов: количество зубьев 4-10, Vc 300-700 м/мин, снижение вибрации 15%-25%.

7. Применение твердосплавной фрезы для высокоскоростной резки

Твердосплавные высокоскоростные фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей высокой эффективности и адаптивности, а именно:

Авиакосмическая промышленность:

Обработка титановых сплавов (например, Ti-6Al-4V) и деталей фюзеляжа из алюминиевого сплава, Vc 400-800 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,05-0,15 мм/зуб. Подходит для нервюр крыла и корпусов двигателей, точность обработки уровень IT5, шероховатость поверхности Ra 0,05-0,1 мкм. В 2025 году оптимизация ИИ сократит время обработки на 20%-30% для соответствия требованиям по легкости.

Автомобилестроение:

Обработка головок цилиндров из алюминиевого сплава, колес из магниевых сплавов и стальных коленчатых валов, Vc 300-600 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Эффективность

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

увеличивается на 40%, шероховатость поверхности Ra 0,1-0,15 мкм, сухая резка снижает расход охлаждающей жидкости на 50%, поддерживая высокие требования к производственной линии.

Изготовление пресс-форм:

отделка пластиковых форм и штамповочных форм, материал заготовки - сталь P20 или H13, Vc 500-1000 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,05-0,12 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,04-0,08 мкм, время смены инструмента сокращается на 35%, а срок службы пресс-формы увеличивается.

Энергетическое оборудование:

Обработка форм лопастей ветряных турбин и лопастей газовых турбин, материал заготовки - композитный материал или инконель, Vc 200-500 м/мин, ар 1-2,5 мм, fn 0,08-0,15 мм/зуб. Термостойкость повышается на 30%, мониторинг IoT сократит отходы на 15% к 2025 году и поддержит зеленую энергетику.

Электронная промышленность:

Обработка корпусов мобильных телефонов и кронштейнов печатных плат из алюминиевого сплава, Vc 600-1000 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,04-0,1 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,03-0,05 мкм, для удовлетворения потребностей высокоточных электронных компонентов.

Тяжелое машиностроение:

обработка крупных зубчатых колес и направляющих станков, материал заготовки — сталь 42CrMo, Vc 200–400 м/мин, ар 2–4 мм, fn 0,12–0,2 мм/зуб, сила резания 600–800 Н. Срок службы увеличен на 50%, подходит для обработки с высокими нагрузками.

Медицинское оборудование:

Обработка ортопедических имплантатов из титанового сплава, Vc 300-500 м/мин, ар 0,3-0,8 мм, fn 0,04-0,1 мм/зуб. Точность $\pm 0,0005$ мм, Ra 0,02-0,04 мкм, соответствие требованиям биосовместимости.

Железнодорожный транспорт:

Обработка колес и шпал высокоскоростных железных дорог, материал заготовки - ковкий чугун, Vc 300-600 м/мин, ар 1,5-3 мм, fn 0,1-0,18 мм/зуб. Износостойкость повышается на 25%, а эффективность увеличивается на 20%.

Судостроительная промышленность:

Обработка судовых стальных пластин и винтов, Vc 200-400 м/мин, ар 2-4 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 40%, а сухая резка снижает воздействие на окружающую среду на 30%.

Оборонная промышленность:

Обработка броневых листов и деталей ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 250-500 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,08-0,15 мм/зуб. Износостойкость повышается на 30%, что соответствует высоким требованиям прочности.

Нефтехимическая промышленность:

Обработка корпусов клапанов и соединений труб, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 200-400 м/мин, ар 1-2,5 мм, fn 0,08-0,15 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 25%, а дефекты обработки снижаются на 10%.

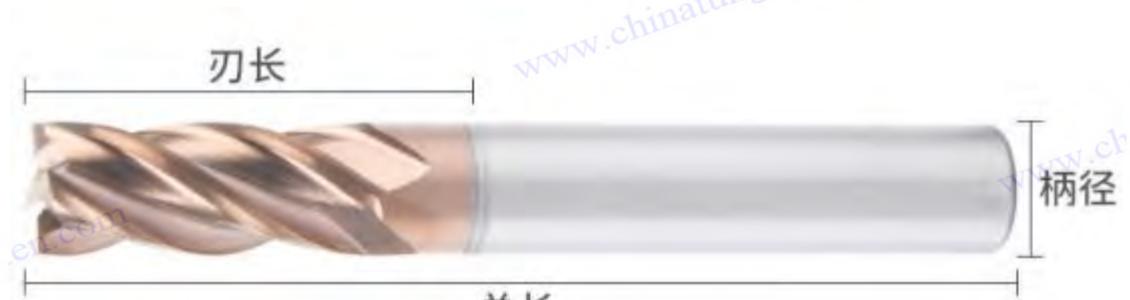
Новая энергетическая промышленность:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка солнечных рам и корпусов аккумуляторов, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 400-800 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,06-0,12 мм/зуб. Эффективность увеличена на 25%, выбросы углерода снижены на 15%.

Обработка ювелирных изделий:

Обработка ювелирных изделий из драгоценных металлов, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,1-0,5 мм, f_n 0,03-0,08 мм/зуб. Точность $\pm 0,0001$ мм, подходит для тонкой резьбы.



刃长

柄径

总长



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная угловая фреза?

Фреза для обработки галтелей из карбида вольфрама — это высокопроизводительный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Головка режущего инструмента имеет закругленный угол (т. е. шаровую головку или шаровой конец) и широко используется при обработке сложных криволинейных поверхностей металлических и неметаллических материалов. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и хорошую режущую способность твердого сплава и особенно подходит для сцен, требующих высокой точности и гладкой обработки поверхности, таких как аэрокосмическая промышленность и производство пресс-форм. Фреза для обработки галтелей из карбида вольфрама использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается с помощью порошковой металлургии и процессов точного шлифования. Она часто снабжена покрытием для улучшения термостойкости и срока службы. Она подходит для станков с ЧПУ и многоосевых обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавных угловых фрез

Фрезы с закругленными углами из твердого сплава обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 1 до 25 мм и длиной от 50 до 150 мм. Головка фрезы сферическая или закругленная, с 2–6 зубьями, в зависимости от диаметра и области применения. Геометрия режущей кромки (например, угол наклона винтовой линии 30–45°, передний угол 2–10°) оптимизируется путем прецизионного шлифования, а на поверхность инструмента часто наносится покрытие AlTiN или TiCN (толщиной 2–3 мкм) с термостойкостью до 1100 °C.

Состав материала: карбид вольфрама (WC) размером частиц 0,2–1,2 мкм, содержание кобальта (Co) 5–8%, для повышения прочности и жаропрочности добавлены TaC и NbC.

Конструктивные особенности: Общая твердость твердого сплава HV 1700-2000, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность радиуса угла $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной галтельной фрезы

За счет вращения закругленная головка фрезы режет заготовку по сложной криволинейной траектории, сферический конец реализует трехмерную контурную обработку, а стружка отводится через спиральную канавку. Параметры резания включают Vc 100-600 м/мин, fn 0,02-0,1 мм/зуб, ap 0,1-2 мм. СОЖ (например, смазочно-охлаждающая жидкость на водной основе, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резания увеличится на 15% -20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной угловой фрезы

Высокая твердость: HV 1700-2000, подходит для материалов ниже HRC 55.

Хорошая износостойкость: VB $\leq 0,2$ мм (400-800 часов), срок службы увеличен в 4-6 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная термостойкость: покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних и высоких скоростях.

Высокая точность: закругленная конструкция углов обеспечивает плавный переход, шероховатость поверхности Ra 0,02-0,1 мкм.

Гибкость: адаптируется к различным сложным геометриям и подходит для многоосевой обработки.

Защита окружающей среды: Сухая резка сокращает расход охлаждающей жидкости на 20–30%.

4. Таблица характеристик твердосплавных угловых фрез и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-8%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 8% прочности	5% Co HV 1800
Скорость резания (Vc)	100-600 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%	Vc 650 м/мин Износ 6%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,1 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	fn 0.12 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	0,1-2 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,3 мм/слой	ap 2.5 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм Термостойкость снижается на 8%

5. Таблица производственных характеристик твердосплавных угловых фрез

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	180-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15 г/см ³
спекание	1400-1500°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 98,5%-99,5%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,06 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 60 Н

6. Типы твердосплавных угловых фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Фреза с короткой закругленной кромкой: диаметр 1–10 мм, V_c 200–400 м/мин, подходит для неглубокой чистовой обработки.

Фреза с длинной кромкой и радиусом: диаметр 10–25 мм, V_c 100–300 м/мин, подходит для обработки глубоких полостей.

Угловая фреза с покрытием: покрытие AlTiN, V_c 300–600 м/мин, срок службы увеличен на 30%–40%.

Микроугловая фреза: диаметр 0,1–2 мм, V_c 100–200 м/мин, подходит для обработки микродеталей.

Черновая радиусная фреза: количество зубьев 4–6, V_c 150–350 м/мин, подходит для быстрого съема материала.

7. Применение твердосплавной галтельной фрезы

Твердосплавные угловые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей конструкции с радиусом угла и возможностям точной обработки, а именно:

Авиация:

Обработка титановых сплавов (например, Ti-6Al-4V) и алюминиевых сплавов сложных криволинейных поверхностей, таких как обшивка крыла и корневая часть лопатки, V_c 200–400 м/мин, a_p 0,1–1 мм, f_n 0,02–0,08 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02–0,05 мкм, оптимизация AI в 2025 году сократит время обработки на 15%–20%, удовлетворяя требованиям высокой прочности и легкости.

Изготовление пресс-форм:

Отделка сложных контуров литейных и литых форм, материал заготовки — сталь P20 или H13, V_c 300–500 м/мин, a_p 0,2–1,5 мм, f_n 0,03–0,1 мм/зуб. Точность уровня IT7, Ra 0,02–0,04 мкм, сокращение смены инструмента на 30% и улучшение качества поверхности пресс-формы.

Автомобилестроение:

Обработка криволинейных элементов головок цилиндров и крыльчаток турбокомпрессоров, материалы заготовок - алюминиевый сплав или чугун, V_c 200–350 м/мин, a_p 0,3–1 мм, f_n 0,04–0,1 мм/зуб. Эффективность увеличивается на 20%, Ra 0,03–0,06 мкм, сухая резка снижает расход охлаждающей жидкости на 25%.

Энергетическое оборудование:

Обработка изогнутых структур форм лопастей ветровых турбин и лопастей турбин. Материалы заготовок — композитные материалы или нержавеющая сталь, V_c 150–300 м/мин, a_p 0,5–2 мм, f_n 0,05–0,1 мм/зуб. Термостойкость повышается на 20%, а мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% в 2025 году.

Электронная промышленность:

Обработка 3D-кривых средних рам мобильных телефонов и кронштейнов печатных плат, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 300–600 м/мин, a_p 0,1–0,8 мм, f_n 0,02–0,06 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01–0,03 мкм, что соответствует высоким требованиям точности.

Медицинское оборудование:

Обработка сложных поверхностей искусственных суставов и дентальных имплантатов из

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

титанового сплава, V_c 100-250 м/мин, a_p 0,1-0,5 мм, f_n 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, R_a 0,01-0,02 мкм, в соответствии со стандартами биосовместимости.

Оборонная промышленность:

Обработка криволинейных элементов корпусов ракет и крышек радаров, материал заготовки - высокопрочная сталь, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,3-1,5 мм, f_n 0,03-0,08 мм/зуб. Износостойкость повышается на 25%, что соответствует высоким требованиям надежности.

Судоостроение:

Обработка лопастей гребных винтов и поверхностей корпусов, материал заготовки - бронза или нержавеющая сталь, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,04-0,1 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие увеличивает срок службы на 30% и снижает деформацию обработки на 15%.

Обработка ювелирных изделий:

Обработка тонкой резьбы и инкрустации драгоценных металлов (таких как золото и платина), V_c 100-200 м/мин, a_p 0,05-0,3 мм, f_n 0,01-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0001$ мм, подходит для высококачественной кастомизации.

Новая энергетика:

Обработка криволинейных соединений рам солнечных панелей, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,3-1 мм, f_n 0,03-0,08 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%, а углеродный след снижен на 10%.

Тяжелая техника:

Обработка переходных поверхностей крупных зубчатых передач, материал заготовки — сталь 40CrNiMo, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,05-0,1 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 35%, а концентрация напряжений снижается.

Нефтехимическая промышленность:

Обработка криволинейных поверхностей корпусов клапанов и трубных соединений, материал заготовки - нержавеющая сталь, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,3-1,5 мм, f_n 0,04-0,08 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 20%, а дефекты обработки снижаются на 10%.

Производство мебели:

Обработка декоративных кривых деревянной или композитной мебели, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,2-1 мм, f_n 0,03-0,07 мм/зуб. Чистота поверхности R_a 0,02-0,05 мкм, повышение производительности на 20%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



Что такое твердосплавная круглая шпоночная фреза?

Фреза для полукруглых шпоночных пазов из карбида вольфрама — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Фреза имеет форму полукруглой или плотницкой канавки. Широко используется для обработки шпоночных пазов, канавок и полукруглых канавок. Особенно подходит для сцен, требующих высокой точности и гладких внутренних поверхностей в механическом производстве. Сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и ударопрочность твердого сплава и подходит для обработки стали, чугуна и цветных металлов. Фреза для полукруглых шпоночных пазов из карбида вольфрама использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается с помощью порошковой металлургии и процессов точного шлифования. Часто оснащается покрытием TiN или AlTiN для повышения производительности. Подходит для станков с ЧПУ и традиционных фрезерных станков. Ниже кратко описаны структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной полукруглой шпоночной фрезы

Твердосплавные полукруглые шпоночные фрезы обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции или твердосплавные головки, приваренные к стальным хвостовикам, диаметром от 3 до 50 мм и длиной от 50 до 200 мм. Полукруглый диаметр головки фрезы соответствует диаметру корпуса фрезы, а количество зубьев составляет 2–4. Геометрические параметры лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 20–35°, передний угол 0–5°) оптимизированы для адаптации к обработке пазов, а на поверхность можно наносить покрытия TiN или AlTiN (толщиной 1,5–3 мкм) с термостойкостью до 1000 °C.

Состав материала: карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,5-1,5 мкм, содержание кобальта (Co) 6%-10%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности: Общая твердость карбида HV 1600-1900, твердость стальной рукоятки HRC 40-45, соосность инструмента $\leq 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной полукруглой шпоночной фрезы

Вращением полукруглая режущая головка режет вдоль осевого или радиального направления заготовки, образуя полукруглую канавку или шпоночный паз, а стружка выводится через зазор между зубьями. Параметры резания включают V_c 50-300 м/мин, f_n 0,03-0,15 мм/зуб, a_p 0,5-5 мм. СОЖ (например, смазочно-охлаждающая жидкость на масляной основе, расход ≥ 10 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 600 °C) в сочетании с контролем датчиков в 2025 году эффективность резания увеличится на 10% -15%, а точность достигнет уровня IT7-IT9.

3. Характеристики твердосплавной полукруглой шпоночной фрезы

Высокая твердость: HV 1600-1900, подходит для материалов ниже HRC 50.

Хорошая износостойкость: $VB \leq 0,25$ мм (300-600 часов), срок службы увеличен в 3-5 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Умеренная термостойкость: Покрытие устойчиво к температурам до 1000°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность: чистота полукруглой канавки Ra 0,2-0,4 мкм, допуск размеров ±0,01 мм.

Ударопрочность: прочность на изгиб ≥ 2000 МПа, подходит для прерывистой резки.

Экономичность: общая конструкция снижает частоту замены и снижает затраты.

4. Таблица производительности и влияющих факторов твердосплавной полукруглой шпоночной фрезы

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-10%, баланс твердости и прочности	высокий	6% точности, 10% прочности	10%	6% Co HV 1700
Скорость резания (Vc)	50-300 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 350 м/мин Износ 5%
Скорость подачи (fn)	0,03-0,15 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,03 мм/зуб		fn 0.18 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,5-5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 1 мм/слой		ap 6 мм вибрация увеличилась на 20%
Толщина покрытия	1,5-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,5 мкм	2-	< 1,5 мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Таблица производительности и технологического процесса изготовления твердосплавной полукруглой шпоночной фрезы

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 250-350 об/мин	40-50 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2,5%
Нажатие	180-220 МПа	15-25 секунд	Формовка заготовки	Плотность 13,5-15 г/см³
спекание	1400-1450°C, ГИП	1,5-2,5 часа	Уплотнение	Плотность 98%-99%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №800-№1000	Обрезка 0,005-0,01 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,1 мкм
Покрытие	PVD-осаждение TiN	Толщина 1,5-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 50 Н

6. Типы твердосплавных полукруглых шпоночных фрез

Стандартная полукруглая шпоночная фреза: диаметр 3–20 мм, Vc 100–250 м/мин, подходит для общей обработки шпоночных пазов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Фреза полукруглая шпоночная с длинной кромкой: диаметр 20-50 мм, Vc 50-150 м/мин, подходит для обработки глубоких пазов.

Фреза для обработки полукруглых шпоночных пазов с покрытием: покрытие TiN, Vc 150-300 м/мин, срок службы увеличен на 25%-35%.

Микрофреза для полукруглых шпоночных пазов: диаметр 1-5 мм, Vc 50-100 м/мин, подходит для обработки мелких деталей.

Черновая полукруглая шпоночная фреза: 3-4 зуба, Vc 80-200 м/мин, подходит для быстрого съема материала.

7. Применение твердосплавной полукруглой шпоночной фрезы

Твердосплавные полукруглые шпоночные фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей полукруглой конструкции и специализации, а именно:

Механическое производство:

Обработка шпоночных пазов и пазов синхронных шкивов на деталях вала, материал заготовки - сталь 45# или 40Cr, Vc 100-200 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,05-0,1 мм/зуб. Уровень точности IT7, Ra 0,2-0,3 мкм, оптимизация датчика в 2025 году для снижения погрешности обработки на 10%.

Автомобилестроение:

обработка шпоночного паза и канавки муфты вала коробки передач, материал заготовки - чугун или алюминиевый сплав, Vc 150-250 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Производительность увеличивается на 15%, Ra 0,2-0,25 мкм, резка без СОЖ снижает расход СОЖ на 20%.

Изготовление пресс-форм:

Обработка пазов направляющих штифтов и позиционных пазов в пресс-формах, материал заготовки - сталь Cr12MoV, Vc 80-150 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Точность IT8, Ra 0,25-0,4 мкм, срок службы увеличен на 20%.

Энергетическое оборудование:

Обработка шпоночных пазов валов шестерен ветровых турбин, материал заготовки — сталь 42CrMo, Vc 100-200 м/мин, ар 1,5-4 мм, fn 0,06-0,12 мм/зуб. Износостойкость повышена на 15%, мониторинг IoT снизил отходы на 8% в 2025 году.

Железнодорожный транспорт:

Обработка шпоночных пазов и соединительных пазов осей колес, материал заготовки - ковкий чугун, Vc 80-150 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,05-0,1 мм/зуб. Ударопрочность повышается на 20%, а КПД увеличивается на 12%.

Судостроение:

обработка шпоночных пазов гребных валов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 50-100 м/мин, ар 1-2,5 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Антикоррозионное покрытие увеличивает срок службы на 25% и снижает деформацию обработки на 10%.

Тяжелая техника:

Обработка шпоночных пазов больших валов-шестерен, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 80-150 м/мин, ар 2-5 мм, fn 0,06-0,12 мм/зуб. Усилие резания 500-700 Н, срок службы увеличен на 30%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Нефтехимическая промышленность:

Обработка шпоночных пазов корпусов насосов и штоков клапанов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 50-120 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 15%, а дефекты обработки снижаются на 5%.

Оборонная промышленность:

Обработка шпоночных пазов валов трансмиссии танков, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 100-200 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,05-0,1 мм/зуб. Износостойкость повышается на 20%, что соответствует высоким требованиям надежности.

Сельскохозяйственная техника:

Обработка шпоночных пазов тракторных валов, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 80-150 м/мин, ар 1-2,5 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Производительность увеличена на 10%, Ra 0,3-0,35 мкм.

Электронная промышленность:

Обработка микрошпоночных пазов валов двигателей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 100-200 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Точность $\pm 0,01$ мм, Ra 0,2 мкм.

Производство мебели:

Обработка декоративных пазов деревянных механических деталей, материал заготовки - древесина твердых пород, Vc 50-100 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,25 мкм, повышение производительности на 15%.

Строительная техника:

Обработка шпоночных пазов валов экскаваторов, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 80-150 м/мин, ар 1,5-4 мм, fn 0,05-0,1 мм/зуб. Срок службы увеличен на 25%, концентрация напряжений снижена на 10%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная фреза?

Фреза для штамповки из твердого сплава — это высокопроизводительный режущий инструмент из твердого сплава, предназначенный для производства пресс-форм и подходящий для обработки сложных полостей пресс-форм, контуров и тонких структур. Он сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава и особенно подходит для обработки высокотвердой стали, предварительно закаленной стали и труднообрабатываемых материалов, таких как аэрокосмические и автомобильные пресс-формы. Фреза для штамповки из твердого сплава использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Он изготавливается с помощью порошковой металлургии и процессов точного шлифования. Он часто оснащен покрытием AlTiN или TiSiN для улучшения термостойкости и срока службы. Он подходит для станков с ЧПУ и высокоскоростных обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавных фрезерных резцов

Фрезы для литья под давлением из твердого сплава обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 1 до 20 мм и длиной от 50 до 150 мм. Головка фрезы выполнена в виде шаровой головки, с закругленными углами или плоского дна с 2–6 зубьями в зависимости от требований обработки. Параметры геометрии лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30–45°, передний угол 2–10°) оптимизированы для адаптации к сложной геометрии формы. На поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiSiN (толщиной 2–4 мкм) с термостойкостью до 1100 °C.

Состав материала: размер частиц карбида вольфрама 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5–9%, для повышения прочности и термостойкости добавлены TiC и NbC.

Конструктивные особенности: Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной фрезы

Вращением головка резака режет вдоль полости формы или траектории контура, шаровая головка или конструкция скругления реализуют трехмерную обработку поверхности, а стружка выводится через оптимизированную спиральную канавку. Параметры резки включают V_c 150-800 м/мин, f_n 0,02-0,1 мм/зуб, a_p 0,1-3 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 800 °C) в сочетании с оптимизацией ИИ и мониторингом в реальном времени в 2025 году эффективность резки увеличится на 20% -25%, а точность достигнет уровня IT5-IT7.

3. Характеристики твердосплавных фрезерных головок

Сверхвысокая твердость: HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость: $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная термостойкость: покрытие выдерживает температуру до 1100°C и подходит для высокоскоростной резки.

Высокая точность: шероховатость поверхности Ra 0,02-0,08 мкм, подходит для тонких форм.

Универсальность: подходит для сложной обработки поверхностей и глубоких полостей, обладает высокой гибкостью.

Защита окружающей среды: Сухая резка снижает расход охлаждающей жидкости на 30–40%.

4. Таблица производительности твердосплавных фрезерных резцов и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	150-800 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы уменьшены на 15%		Vc 900 м/мин Износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,1 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	0,02	fn 0.12 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	0,1-3 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой		ap 4 мм вибрация увеличилась на 18%
Толщина покрытия	2-4 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,5-3 мкм	2,5-3	< 2 мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Таблица производственных характеристик твердосплавных фрезерных резцов

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-4 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

6. Типы твердосплавных фрезерных резцов

Фреза с шаровой головкой для форм: диаметр 1–15 мм, Vc 200–600 м/мин, подходит для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сложных криволинейных поверхностей.

Фреза угловая: диаметр 3–20 мм, V_c 150–500 м/мин, подходит для переходных поверхностей.

Фреза для плоскодонных пресс-форм: диаметр 5-20 мм, V_c 300-800 м/мин, подходит для обработки плоских поверхностей.

Фреза для форм с покрытием: покрытие AlTiN, V_c 400-800 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза для форм с длинной кромкой: длина 100-150 мм, V_c 150-400 м/мин, подходит для глубоких полостей.

7. Применение твердосплавной фрезы

Твердосплавные штамповые фрезы широко используются в области изготовления штампов благодаря своей высокой точности и универсальности, а именно:

Изготовление автомобильных пресс-форм:

Обработка полостей штамповочных и литевых форм, материал заготовки - сталь P20 или сталь H13, V_c 300-600 м/мин, a_p 0,2-1,5 мм, f_n 0,03-0,08 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,05 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 20%.

Формы для аэрокосмической промышленности:

Обработка полостей форм из титановых и алюминиевых сплавов, таких как формы для формовки крыльев, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,1-1 мм, f_n 0,02-0,06 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм, что соответствует высоким требованиям прочности.

Изготовление электронных пресс-форм:

Обработка пресс-форм для корпусов и разъемов мобильных телефонов, материал заготовки - предварительно закаленная сталь, V_c 400-800 м/мин, a_p 0,1-0,8 мм, f_n 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Изготовление пластиковых форм:

Обработка сложных контуров литевых форм, материал заготовки - сталь 718, V_c 300-500 м/мин, a_p 0,3-1,5 мм, f_n 0,03-0,07 мм/зуб. Производительность увеличена на 25%, Ra 0,02-0,04 мкм.

Изготовление пресс-форм для литья под давлением:

Обработка глубоких полостей и боковых стенок пресс-форм для литья под давлением, материал заготовки - сталь H11, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,04-0,1 мм/зуб. Повышение термостойкости на 20% и увеличение срока службы на 30%.

Формы для энергетического оборудования:

Обработка форм для лопастей ветряных турбин, материалы заготовок - композитные материалы или предварительно закаленная сталь, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,03-0,08 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Изготовление медицинских форм:

Обработка форм для медицинских приборов, таких как формы для шприцев, материал заготовки - нержавеющая сталь, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,2-1 мм, f_n 0,02-0,06 мм/зуб. Точность $\pm 0,0005$ мм, Ra 0,01 мкм.

Пресс-форма для оборонной промышленности:

Обработка пресс-формы для ракетного снаряда, материал заготовки - высокопрочная сталь,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Износостойкость улучшена на 25%, что обеспечивает высокую надежность.

Изготовление пресс-форм для бытовой техники:

Обработка пресс-формы для телевизора, материал заготовки - стальная пресс-форма из АБС-пластика, Vc 300-600 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,08 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,03 мкм.

Пресс-форма для судостроительной промышленности:

Обработка пресс-формы корпусных деталей, материал заготовки - коррозионно-стойкая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,04-0,1 мм/зуб. Антикоррозионное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Пресс-форма для тяжелого машиностроения:

Обработка полости пресс-формы зубчатого колеса, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,05-0,1 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 35%, а концентрация напряжений снижается.

Новая энергетическая форма:

Обработка форм солнечных панелей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-500 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%, а углеродный след снижен на 10%.

Изготовление ювелирных форм:

Обработка тонкой структуры форм из драгоценных металлов, материал заготовки - цементованный карбид, Vc 100-200 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,01-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0001$ мм, подходит для высококачественной настройки.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое фреза с твердосплавным пильным полотном?

Фреза с лезвием из твердого сплава — это высокоэффективный режущий инструмент из твердого сплава. Корпус фрезы имеет форму тонкого диска с несколькими зубьями вокруг него. Он широко используется при прорезании канавок, продольной резке и резке металлических и неметаллических материалов. Он сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и хорошую режущую способность твердого сплава и особенно подходит для случаев, когда требуется высокоскоростная резка и точное разделение, например, для обработки автомобильных деталей и электронных компонентов. Фреза с лезвием из твердого сплава использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Он изготавливается с помощью порошковой металлургии и процессов точного шлифования. Он часто оснащен покрытием TiAlN или CrN для улучшения термостойкости и срока службы. Он подходит для станков с ЧПУ и специального режущего оборудования. Ниже кратко описаны структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной фрезы

Фрезы с твердосплавными лезвиями обычно представляют собой цельные твердосплавные или твердосплавные зубья, приваренные к стальной основе, с диапазоном диаметров 50-300 мм, толщиной 0,5-5 мм и количеством зубьев 20-100 зубьев в зависимости от диаметра и требований к резке. Параметры геометрии лезвия (такие как угол зуба 5° - 15° , передний угол 0° - 5°) оптимизированы для адаптации к резке тонких стенок, а на поверхность может быть нанесено покрытие TiAlN или CrN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1050°C . Состав материала: размер частиц карбида вольфрама 0,5-1,5 мкм, содержание кобальта (Co) 6%-10%, добавлен WC для повышения износостойкости. Конструктивные особенности: Общая твердость карбида HV 1700-2000, твердость стальной матрицы HRC 40-45, соосность инструмента $\leq 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной фрезы

Благодаря высокоскоростному вращению зубья пилы врезаются в поверхность заготовки, чтобы завершить резку пазов, прорезку или резку, а стружка выводится через зазор между зубьями. Параметры резки включают V_c 200-800 м/мин, f_n 0,02-0,1 мм/зуб, a_p 0,1-2 мм (глубина резания). СОЖ (например, смазочно-охлаждающая жидкость на масляной основе, расход ≥ 20 л/мин) или температура контроля сухой резки ($< 700^{\circ}\text{C}$) в сочетании с оптимизацией AI и мониторингом датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавного ленточного фрезерного станка

Высокая твердость: HV 1700-2000, подходит для материалов ниже HRC 55.
Отличная износостойкость: $VB \leq 0,2$ мм (400-800 часов), срок службы увеличен в 4-6 раз.
Хорошая термостойкость: покрытие устойчиво к температурам до 1050°C и подходит для высокоскоростной резки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Высокая эффективность: подходит для тонкостенной и высокоточной резки со скоростью резки до 800 м/мин.

Стабильность: прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, подходит для прерывистой резки.

Экономичность: можно перемалывать и использовать повторно, что снижает долгосрочные затраты.

4. Таблица производительности твердосплавных фрез и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-10%, баланс твердости и прочности	высокий	6% точности, 10% прочности	6% Co HV 1800
Скорость резания (Vc)	200-800 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%	Vc 900 м/мин Износ 6%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,1 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	fn 0.12 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-2 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	ap 2.5 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм Теплостойкость снижается на 8%

5. Таблица производственных характеристик фрезы с твердосплавным лезвием

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	KB < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15 г/см ³
спекание	1400-1500°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 98,5%-99,5%
Подрезка зубов	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,005-0,01 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,1 мкм
Покрытие	PVD-осаждение TiAlN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 60 Н

6. Типы твердосплавных фрез

Стандартная дисковая фреза: диаметр 50–150 мм, Vc 300–600 м/мин, подходит для общей резки.

Фреза с тонким пильным полотном: толщина 0,5-2 мм, Vc 400-800 м/мин, подходит для точной резки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Фреза с покрытием: покрытие TiAlN, Vc 500-800 м/мин, срок службы увеличен на 35%-45%.
Фреза с пильными дисками большого диаметра: диаметр 150–300 мм, Vc 200–400 м/мин, подходит для интенсивной резки.

Микрофреза с дисковой пилой: диаметр 20-50 мм, Vc 200-500 м/мин, подходит для обработки мелких деталей.

7. Применение твердосплавного ленточного фрезерного станка

Фрезы с твердосплавными пильными полотнами широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей тонкостенной конструкции и высокой эффективности, а именно:

Автомобилестроение:

Обработка алюминиевых литейных дисков и стальных тормозных дисков, прорезка канавок, Vc 400-600 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб. Точность IT7, Ra 0,2-0,3 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Электронная промышленность:

резка печатных плат и алюминиевых корпусов, Vc 500-800 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,01$ мм, Ra 0,15-0,25 мкм, эффективность увеличена на 20%.

Авиация и космонавтика:

Продольная резка тонкостенных деталей из титанового и алюминиевого сплавов, Vc 300-500 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,1-0,2 мкм, что соответствует требованиям по легкости.

Изготовление пресс-формы:

Обработка разделительной канавки пресс-формы, материал заготовки - сталь P20, Vc 300-500 м/мин, ар 0,2-1,5 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%, Ra 0,2 мкм.

Энергетическое оборудование:

Резка разделительных канавок форм лопастей ветровых турбин, материал заготовки — композитный материал, Vc 200-400 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT сокращает отходы на 10% к 2025 году.

Судоостроение:

Резка стальных и алюминиевых листов, Vc 200-400 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Антикоррозионное покрытие продлевает срок службы на 25% и повышает эффективность на 15%.

Тяжелая техника:

обработка пазов для шестерен и валов, материал заготовки - сталь 42CrMo, Vc 200-300 м/мин, ар 1-2 мм, fn 0,05-0,1 мм/зуб. Сила резания 400-600 Н, срок службы увеличен на 35%.

Железнодорожный транспорт:

Резка рельсовых креплений и канавок колес, материал заготовки - ковкий чугун, Vc 200-400 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Износостойкость повышена на 20%.

Оборонная промышленность:

Резка броневых листов, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 250-500 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышается на 25%, что соответствует высоким требованиям прочности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Нефтехимическая промышленность:

Резка труб и пазов корпусов клапанов, материал заготовки - нержавеющая сталь, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,5-1,5 мм, f_n 0,04-0,07 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 15%, а дефекты обработки снижаются на 5%.

Производство мебели: Обработка

пазов в деревянных панелях, V_c 300-600 м/мин, a_p 0,2-1 мм, f_n 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности R_a 0,2 мкм, повышение производительности на 15%.

Новая энергетическая промышленность:

Резка разделительных канавок для солнечных панелей, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 400-700 м/мин, a_p 0,1-1 мм, f_n 0,02-0,05 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, углеродный след снижен на 10%.

Строительные материалы:

Резка цементно-стружечных плит и гипсокартона, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,04-0,08 мм/зуб. Пылестойкость увеличена на 15%, износ снижен на 10%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое твердосплавная цилиндрическая фреза ?

Фреза цилиндрическая твердосплавная — это универсальный режущий инструмент из твердосплавного материала. Корпус фрезы цилиндрический и имеет прямые или спиральные зубья вокруг него. Он широко используется при обработке плоскостей, резке канавок и боковом фрезеровании. Он сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и хорошую режущую способность твердого сплава и подходит для обработки таких материалов, как сталь, чугун и цветные металлы. Он особенно подходит для машиностроения и обработки пресс-форм. Фреза цилиндрическая твердосплавная использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Он изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Он часто оснащен покрытием TiN или AlTiN для улучшения термостойкости и срока службы. Он подходит для станков с ЧПУ и традиционных фрезерных станков. Ниже кратко изложены структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной цилиндрической фрезы

Твердосплавные цилиндрические фрезы обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 5 до 50 мм, длиной от 50 до 200 мм и зубьями от 4 до 20 зубьев в зависимости от диаметра и назначения. Параметры геометрии лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 0° - 45° , передний угол 5° - 15°) оптимизированы для адаптации к обработке плоскостей и пазов, а на поверхность можно наносить покрытия TiN или AlTiN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1000°C .

Состав материала: размер частиц карбида вольфрама 0,5-1,5 мкм, содержание кобальта (Co) 6%-10%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности: Общая твердость твердого сплава HV 1700-2000, соосность инструмента $\leq 0,005$, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной цилиндрической фрезы

Вращением цилиндрического корпуса фрезы осуществляется резка по поверхности заготовки, зубья завершают обработку плоскости или паза, а стружка выводится через зазор между зубьями. Параметры резания включают V_c 100-500 м/мин, f_n 0,05-0,2 мм/зуб, a_p 0,5-5 мм. СОЖ (например, смазочно-охлаждающая жидкость на водной основе, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки ($< 600^{\circ}\text{C}$) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резания увеличится на 15% -20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной цилиндрической фрезы

Высокая твердость: HV 1700-2000, подходит для материалов ниже HRC 55.

Хорошая износостойкость: $VB \leq 0,2$ мм (400-800 часов), срок службы увеличен в 4-6 раз.

Умеренная термостойкость: Покрытие устойчиво к температурам до 1000°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая эффективность: подходит для обработки плоских поверхностей большой площади

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

со скоростью резки до 500 м/мин.

Стабильность: прочность на изгиб ≥ 2100 МПа, подходит для прерывистой резки.

Экономичность: можно перемалывать и использовать повторно, что снижает затраты.

4. Таблица характеристик твердосплавных цилиндрических фрез и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-10%, баланс твердости и прочности	высокий	6% точности, 10% прочности	6% Co HV 1800
Скорость резания (Vc)	100-500 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%	Vc 550 м/мин износ 5%
Скорость подачи (fn)	0,05-0,2 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,05 мм/зуб	fn 0.25 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	0,5-5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 1 мм/слой	ap 6 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм Теплостойкость снижается на 8%

5. Таблица производственных характеристик твердосплавных цилиндрических фрез

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15 г/см ³
спекание	1400-1500°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 98,5%-99,5%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,005-0,01 мм	Оптимизация точности	Ra $\leq 0,1$ мкм
Покрытие	PVD-осаждение TiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 60 Н

6. Типы твердосплавных цилиндрических фрез

Цилиндрическая фреза с прямозубым зубом: диаметр 5-30 мм, Vc 100-300 м/мин, подходит для плоской обработки.

Цилиндрическая фреза со спиральными зубьями: диаметр 10-50 мм, Vc 200-500 м/мин, подходит для нарезания пазов.

Цилиндрическая фреза с крупными зубьями: количество зубьев 4-8, Vc 150-400 м/мин,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

подходит для черновой обработки.

Мелкозубчатая цилиндрическая фреза: количество зубьев 10-20, V_c 200-500 м/мин, подходит для чистовой обработки.

Цилиндрическая фреза с покрытием: покрытие AlTiN, V_c 300-500 м/мин, срок службы увеличен на 30%-40%.

7. Применение твердосплавной цилиндрической фрезы

Твердосплавные цилиндрические фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей универсальности и эффективности, а именно:

Механическое производство:

Обработка станины станка и плоскости направляющей, материал заготовки - сталь 45#, V_c 200-400 м/мин, a_p 1-3 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Уровень точности IT7, Ra 0,2-0,3 мкм, оптимизация AI в 2025 году сократит время обработки на 15%.

Автомобилестроение:

Обработка поверхности пазов блока цилиндров и коленчатого вала, материал заготовки - чугун, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,08-0,15 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,25 мкм.

Изготовление пресс-формы:

Обработка нижней поверхности и боковых пазов пресс-формы, материал заготовки - сталь P20, V_c 200-500 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,05-0,1 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,15-0,2 мкм.

Авиация:

Обработка панелей фюзеляжа из алюминиевого сплава, V_c 300-500 м/мин, a_p 0,5-1,5 мм, f_n 0,06-0,12 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,1-0,15 мкм, что соответствует требованиям по легкости.

Энергетическое оборудование:

Обработка поверхности ступицы ротора ветряной турбины, материал заготовки — сталь 42CrMo, V_c 150-300 м/мин, a_p 1-3 мм, f_n 0,08-0,15 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 30%, а мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% в 2025 году.

Железнодорожный транспорт:

Обработка поверхностей колес и шпал, материал заготовки - ковкий чугун, V_c 150-300 м/мин, a_p 1-2,5 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Износостойкость повышена на 20%.

Судоостроение:

Обработка поверхности пазов корпусных стальных листов, V_c 100-250 м/мин, a_p 1-3 мм, f_n 0,08-0,15 мм/зуб. Антикоррозионное покрытие увеличивает срок службы на 25% и повышает КПД на 15%.

Тяжелое машиностроение:

обработка больших поверхностей зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, V_c 150-300 м/мин, a_p 2-4 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Сила резания 600-800 Н, срок службы увеличен на 35%.

Электронная промышленность:

Обработка плоскости корпуса из алюминиевого сплава, V_c 300-500 м/мин, a_p 0,5-1,5 мм, f_n 0,05-0,1 мм/зуб. Точность $\pm 0,01$ мм, Ra 0,15 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Нефтехимическая промышленность:

Обработка канавочной поверхности корпусов клапанов и трубопроводов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 100-250 м/мин, ар 1-2,5 мм, fn 0,06-0,12 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 15%, а дефекты обработки снижаются на 5%.

Оборонная промышленность:

Обработка поверхности броневых листов, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,08-0,15 мм/зуб. Износостойкость повышается на 25%, что соответствует высоким требованиям прочности.

Производство мебели:

Обработка плоскости деревянных досок, Vc 200-400 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,08-0,15 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,2 мкм, производительность увеличивается на 15%.

Новая энергетическая промышленность:

Обработка плоскости кронштейна солнечной батареи, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,06-0,12 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, углеродный след снижен на 10%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная торцевая фреза ?

Что такое твердосплавная торцевая фреза?

Фреза торцевая твердосплавная — это высокоэффективный режущий инструмент из твердосплавного материала. Корпус фрезы выполнен в форме диска и имеет несколько режущих зубьев на торцевой поверхности. Широко используется при обработке больших площадей плоских поверхностей, а также при грубой и тонкой обработке. Сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов, особенно для машиностроения и производства пресс-форм. Фреза торцевая твердосплавная использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Ниже кратко изложены структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной торцевой фрезы

Фрезы для торцевой обработки твердосплавные, как правило, представляют собой цельные твердосплавные или твердосплавные вставки сварной/индексируемой конструкции с диапазоном диаметров 25-315 мм, длиной 30-150 мм и 4-20 зубьями в зависимости от диаметра и требований к обработке. Параметры геометрии лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 10°-45°, передний угол 5°-15°) оптимизированы для плоской резки, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2-4 мкм) с термостойкостью до 1100°C.

Состав материала: карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,5-1,5 мкм, содержание кобальта (Co) 6%-12%, добавлен TiC для повышения термостойкости.

Конструктивные особенности: Общая твердость твердого сплава HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,005$ мм, точность зажима лезвия $\pm 0,01$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной торцевой фрезы

Вращаясь, торцевые зубья режут вдоль поверхности заготовки, чтобы завершить обработку плоскости или ступени большой площади, а стружка выводится через зазор между зубьями. Параметры резки включают V_c 150-600 м/мин, f_n 0,1-0,3 мм/зуб, a_p 0,5-10 мм. СОЖ (например, смазочно-охлаждающая жидкость на масляной основе, расход ≥ 20 л/мин) или температура управления сухой резкой (< 800 °C) в сочетании с оптимизацией AI и мониторингом датчиков в 2025 году эффективность резки будет увеличена на 20% -25%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной торцевой фрезы

Сверхвысокая твердость: HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость: $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная термостойкость: покрытие выдерживает температуру до 1100°C и подходит для высокоскоростной резки.

Высокая эффективность: подходит для обработки плоских поверхностей большой площади со скоростью резки до 600 м/мин.

Стабильность: прочность на изгиб ≥ 2300 МПа, подходит для резки с большими нагрузками.

Универсальность: подходит как для черновой, так и для чистовой обработки, высокая степень адаптации.

4. Таблица характеристик твердосплавных торцевых фрез и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-12%, баланс твердости и прочности	высокий	6% точности, 12% прочности	6% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	150-600 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%	Vc 650 м/мин Износ 6%
Скорость подачи (fn)	0,1-0,3 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,1 мм/зуб	fn 0,35 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,5-10 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 2 мм/слой	ap 12 мм вибрация увеличилась на 20%
Толщина покрытия	2-4 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,5-3 мкм	< 2 мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Таблица производственных характеристик твердосплавных торцевых фрез

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 350-450 об/мин	50-70 часов	Равномерно распределенный	КВ < 1,5%
Нажатие	220-280 МПа	25-35 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14,5-16 г/см ³
спекание	1450-1600°C, ГИП	2,5-3,5 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,9%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1200-№1500	Обрезка 0,003-0,008 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,08 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-4 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 80 Н

7. Типы твердосплавных торцевых фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Торцевая фреза с черновыми зубьями: количество зубьев 4-8, Vc 150-400 м/мин, подходит для черновой обработки.

Мелкозубчатая торцевая фреза: количество зубьев 10-20, Vc 300-600 м/мин, подходит для чистовой обработки.

Торцевая фреза со сменными пластинами: диаметр 50–315 мм, Vc 200–500 м/мин, подходит для обработки больших площадей.

Торцевая фреза с покрытием: покрытие AlTiN, Vc 400-600 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Торцевая фреза малого диаметра: диаметр 25–80 мм, Vc 300–500 м/мин, подходит для небольших заготовок.

6. Применение твердосплавной торцевой фрезы

Твердосплавные торцевые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей высокой эффективности и возможности обработки больших площадей, а именно:

Механическое производство:

Обработка станины станка и плоскости направляющей, материал заготовки - сталь 45#, Vc 200-400 м/мин, ар 2-5 мм, fn 0,15-0,25 мм/зуб. Уровень точности IT7, Ra 0,2-0,3 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 20%.

Автомобилестроение:

Обработка блоков цилиндров и плоскостей рам, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 1-4 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Производительность увеличена на 25%, Ra 0,25 мкм.

Изготовление пресс-форм:

Обработка нижней поверхности пресс-формы и большой полости, материал заготовки - сталь P20, Vc 300-500 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,15-0,2 мкм.

Авиация:

Обработка панелей фюзеляжа из алюминиевого сплава, Vc 400-600 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,1-0,15 мкм, что соответствует требованиям по легкости.

Энергетическое оборудование:

Обработка поверхности ступицы ротора ветряной турбины, материал заготовки — сталь 42CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 2-6 мм, fn 0,15-0,3 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 30%, а мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% в 2025 году.

Железнодорожный транспорт:

Обработка кузовов вагонов и поверхностей шпал, материал заготовки - ковкий чугун, Vc 200-400 м/мин, ар 2-5 мм, fn 0,15-0,25 мм/зуб. Износостойкость повышена на 20%.

Судостроение:

Обработка плоских корпусных стальных листов, Vc 150-300 м/мин, ар 2-6 мм, fn 0,15-0,25 мм/зуб. Антикоррозионное покрытие продлевает срок службы на 25% и повышает эффективность на 15%.

Тяжелое машиностроение:

обработка крупных зубчатых колес и рамных плоскостей, материал заготовки - сталь

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ap 3-10 мм, fn 0,2-0,3 мм/зуб. Сила резания 800-1000 Н, срок службы увеличен на 35%.

Электронная промышленность:

Обработка поверхности корпуса из алюминиевого сплава, Vc 300-500 м/мин, ap 0,5-2 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Точность $\pm 0,01$ мм, Ra 0,15 мкм.

Нефтехимическая промышленность:

Обработка корпусов клапанов и поверхностей фланцев трубопроводов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ap 1-4 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 15%, а дефекты обработки снижаются на 5%.

Оборонная промышленность:

Обработка поверхности броневых листов, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 200-400 м/мин, ap 2-5 мм, fn 0,15-0,25 мм/зуб. Износостойкость повышается на 25%, что соответствует высоким требованиям прочности.

Новая энергетическая отрасль:

Обработка плоскости кронштейна солнечной батареи, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ap 1-3 мм, fn 0,1-0,2 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, углеродный след снижен на 10%.

Строительная техника:

Обработка плоскости пластины стрелы экскаватора, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ap 2-5 мм, fn 0,15-0,25 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 30%, а концентрация напряжений снижается на 10%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная концевая фреза ?

Концевые фрезы из твердого сплава представляют собой высокоточные режущие инструменты из твердого сплава. Корпус фрезы имеет вертикальную конструкцию, а режущие зубья расположены на конце и периферии. Они широко используются при обработке сложных криволинейных поверхностей, пазов, отверстий и контуров. Они сочетают в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава и подходят для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов, особенно для изготовления пресс-форм и аэрокосмической промышленности. Концевые фрезы из твердого сплава используют карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Они изготавливаются с помощью порошковой металлургии и процессов точного шлифования. Они часто снабжены покрытиями AlTiN или TiSiN для повышения термостойкости и срока службы. Они подходят для станков с ЧПУ и многокоординатных обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавных концевых фрез

Концевые фрезы из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 1 до 25 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2–6 зубьями в зависимости от диаметра и требований к обработке. Параметры геометрии лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30–45°, передний угол 2–10°) оптимизированы для адаптации к трехмерной обработке, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiSiN (толщиной 2–3 мкм) с термостойкостью до 1100 °С.

Состав материала

Размер частиц карбида вольфрама (WC) составляет 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) — 5–9%, а для повышения прочности и термостойкости добавляется NbC.

Конструктивные особенности

Твердость твердого сплава HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность режущей кромки $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной концевой фрезы

Вращением торцевые и периферийные зубья режут вдоль траектории заготовки для завершения обработки сложных поверхностей, пазов или отверстий, а стружка отводится через спиральную канавку. Параметры резания включают V_c 100–600 м/мин, f_n 0,02–0,1 мм/зуб, a_p 0,1–2 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °С) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%–20%, а точность достигнет уровня IT5–IT7.

3. Характеристики твердосплавных концевых фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Сверхвысокая твердость: HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость: $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость: покрытие выдерживает температуру до 1100°C и подходит для высокоскоростной резки.

Высокая точность: шероховатость поверхности Ra 0,02-0,08 мкм, подходит для тонкой обработки.

Универсальность: адаптируется к сложной геометрии и подходит для многоосевой обработки.

Защита окружающей среды: Сухая резка снижает расход охлаждающей жидкости на 30–40%.

4. Таблица характеристик твердосплавных концевых фрез и влияющих на них факторов

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-600 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%	Vc 650 м/мин Износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,1 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	fn 0.12 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	0,1-2 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	ap 2.5 мм Вибрация увеличилась на 18%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Таблица технологических процессов производства твердосплавных концевых фрез

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Типы твердосплавных концевых фрез

Фреза с плоским дном: диаметр 1-15 мм, Vc 200-500 м/мин, подходит для обработки плоскостей и пазов.

Фреза со сферическим концом: диаметр 1–20 мм, Vc 150–400 м/мин, подходит для обработки сложных криволинейных поверхностей.

Радиусная концевая фреза: диаметр 3–25 мм, Vc 200–600 м/мин, подходит для переходных поверхностей.

Концевая фреза с покрытием: покрытие AlTiN, Vc 300-600 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с длинной кромкой: длина 100–150 мм, Vc 100–300 м/мин, подходит для обработки глубоких полостей.

6. Применение твердосплавных концевых фрез

Твердосплавные концевые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей высокой точности и универсальности, а именно:

Изготовление пресс-форм:

Обработка сложных контуров литейных и литых форм, материал заготовки - сталь H13, Vc 300-500 м/мин, ар 0,2-1,5 мм, fn 0,03-0,08 мм/зуб. Уровень точности IT7, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Авиакосмическая промышленность:

Обработка криволинейных поверхностей деталей из титановых и алюминиевых сплавов, таких как обшивка крыльев, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Автомобилестроение:

Обработка канавок головок цилиндров и рабочих колес турбокомпрессоров, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,04-0,1 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,03-0,06 мкм.

Энергетическое оборудование:

Обработка криволинейной структуры поверхности форм лопастей ветряных турбин, материал заготовки - композитный материал, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,05-0,1 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность:

Обработка 3D-кривых средних рамок мобильных телефонов и кронштейнов печатных плат, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 400-600 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование:

Обработка сложных поверхностей искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность:

Обработка криволинейных элементов корпусов ракет и крышек радаров, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,03-0,08 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Судоостроительная промышленность:

Обработка криволинейной поверхности лопастей гребных винтов, материал заготовки - бронза, V_c 150-300 м/мин, a_r 0,5-2 мм, f_n 0,04-0,1 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника:

Обработка переходных поверхностей крупных зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, V_c 150-300 м/мин, a_r 0,5-2 мм, f_n 0,05-0,1 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность:

Обработка криволинейных элементов корпусов клапанов и трубных соединений, материал заготовки - нержавеющая сталь, V_c 150-300 м/мин, a_r 0,3-1,5 мм, f_n 0,04-0,08 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетика:

Обработка криволинейных соединений рам солнечных панелей, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 200-400 м/мин, a_r 0,3-1 мм, f_n 0,03-0,08 мм/зуб. КПД увеличен на 15%.

Обработка ювелирных изделий:

Обработка тонкой резьбы по драгоценным металлам, материал заготовки - золото, V_c 100-200 м/мин, a_r 0,05-0,3 мм, f_n 0,01-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0001$ мм.

Производство мебели:

Обработка декоративных кривых из дерева или композитных материалов, V_c 200-400 м/мин, a_r 0,2-1 мм, f_n 0,03-0,07 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,05 мкм.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная концевая фреза с длинной кромкой?

Фреза с длинной кромкой из цементированного карбида — это высокоточный режущий инструмент, изготовленный из цементированного карбида. Корпус фрезы выполнен в вертикальном стиле с удлиненным лезвием и периферийными режущими зубьями. Он предназначен для глубоких полостей, глубоких отверстий и глубоких канавок. Он сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность цементированного карбида и подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Он широко используется в производстве пресс-форм, аэрокосмической и энергетической промышленности. Фреза с длинной кромкой из цементированного карбида использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Он изготавливается с помощью порошковой металлургии и процессов точного шлифования. Он часто оснащен покрытием AlTiN или TiAlN для улучшения термостойкости и срока службы. Он подходит для станков с ЧПУ и многоосевых обрабатывающих центров. Далее кратко описываются структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавных концевых фрез с длинной режущей кромкой

Концевые фрезы с длинной режущей кромкой из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 1 до 20 мм, длиной лезвия от 50 до 150 мм (общая длина до 200 мм) и 2–6 зубьями в зависимости от диаметра и глубины обработки. Параметры геометрии лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30–45°, передний угол 2–10°) оптимизированы для адаптации к глубокому резанию, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiAlN (толщиной 2–4 мкм) с термостойкостью до 1100 °C.

Состав материала

Размер частиц карбида вольфрама (WC) составляет 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) — 5–9%, а для повышения прочности и вибростойкости добавляется NbC.

Конструктивные особенности

Твердость твердого сплава HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность режущей кромки $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной длиннолезвийной концевой фрезы

Вращаясь, удлиненное лезвие режет вдоль траектории глубокой полости или глубокого отверстия заготовки, а концевые и периферийные зубья завершают обработку глубокой канавки или глубокой полости, а стружка выводится через оптимизированную спиральную канавку. Параметры резания включают V_c 100-500 м/мин, f_n 0,02-0,08 мм/зуб, a_p 0,1-10 мм (наслоение при глубокой резке). СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 20 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и мониторингом датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15% -20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Характеристики твердосплавных концевых фрез с длинной режущей кромкой

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и выдерживает глубокую резку.

Возможность большой глубины обработки : длина лезвия составляет до 150 мм, что подходит для обработки глубоких полостей.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, что снижает вибрацию при глубокой резке.

Универсальность : подходит для обработки глубоких отверстий, глубоких канавок и сложных глубоких полостей.

4. Производительность и факторы, влияющие на длиннокромочные концевые фрезы из твердого сплава

На производительность влияют сочетание материалов, длина кромки и параметры резки.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-500 м/мин, чрезмерный износ	середина	Глубокий разрез минус 10%	Vc 550 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,08 мм/зуб	середина	Глубина 0,02 мм/зуб	fn 0.1 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	0,1-10 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 2 мм/слой	ap 12 мм вибрация увеличилась на 20%
Толщина покрытия	2-4 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,5-3 мкм	< 2 мкм Теплостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс изготовления концевой фрезы с длинной режущей кромкой из твердого сплава

5.1 Таблица производственного процесса

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	KB < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

				г/см³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-4 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

Типы твердосплавных концевых фрез с длинной кромкой

Фреза с плоским дном и длинной кромкой : диаметр 1–15 мм, скорость резания 200–400 м/мин, подходит для глубоких канавок и отверстий.

Концевая фреза со сферическим концом и длинной кромкой : диаметр 1–20 мм, скорость резания 150–300 м/мин, подходит для обработки глубоких полостей.

Радиусная фреза с длинной кромкой : диаметр 3–20 мм, Vc 200–500 м/мин, подходит для глубоких переходных поверхностей.

Концевые фрезы с длинными кромками и покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-500 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с удлиненной кромкой : длина кромки 100–150 мм, Vc 100–250 м/мин, подходит для очень глубокой обработки.

Применение твердосплавных длиннолезвийных концевых фрез

Твердосплавные концевые фрезы с длинной режущей кромкой широко используются во многих отраслях промышленности благодаря их способности глубокого резания и высокой точности, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка глубоких литевых форм и форм для литья под давлением, материал заготовки - сталь H13, Vc 200-400 м/мин, ар 2-10 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб. Уровень точности IT7, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка глубоких отверстий и канавок в титановых сплавах, таких как детали двигателей, Vc 150-300 м/мин, ар 1-5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность IT6, Ra 0,01-0,03 мкм.

Автомобилестроение :

Обработка глубоких канавок блоков цилиндров и глубоких полостей коленчатых валов, материал заготовки - чугун, Vc 200-400 м/мин, ар 2-8 мм, fn 0,03-0,08 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,03-0,06 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка глубоких структур форм лопастей ветряных турбин, материалы заготовки - композитные материалы, Vc 100-250 м/мин, ар 3-10 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка глубоких пазов и 3D глубоких полостей в корпусах мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 1-5 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка глубоких элементов искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-200 м/мин, ар 1-3 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка глубоких канавок на корпусах ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 2-6 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка глубоких канавок на гребных валах, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 2-8 мм, fn 0,03-0,08 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка глубоких канавок больших шестерен, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 100-250 м/мин, ар 3-10 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка глубоких полостей корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 2-6 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка глубоких соединительных пазов солнечных кронштейнов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ар 2-5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка глубоких декоративных пазов в деревянных панелях, Vc 150-300 м/мин, ар 2-5 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,05 мкм.

Строительная техника :

Обработка глубоких канавок на стрелах экскаваторов, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 2-8 мм, fn 0,03-0,08 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная сферическая концевая фреза?

Фреза шаровая концевая карбидная — это высокоточный режущий инструмент из твердосплавного материала. Режущая головка имеет сферическую конструкцию с режущими зубьями на конце и периферии. Она предназначена для обработки сложных трехмерных поверхностей, полостей пресс-форм и контуров. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в производстве пресс-форм, аэрокосмической и автомобильной промышленности. Фрезы шаровые концевые карбидные используют карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Они изготавливаются с помощью порошковой металлургии и процессов точного шлифования. Они часто оснащены покрытиями AlTiN или TiSiN для повышения термостойкости и срока службы. Они подходят для станков с ЧПУ и многокоординатных обрабатывающих центров. Ниже кратко изложены структура и материалы, принципы работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственные процессы, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавных шаровых концевых фрез

Концевые фрезы с шаровидным наконечником из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 1 до 20 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2–6 зубьями в зависимости от диаметра и требований к обработке. Конструкция шаровидного наконечника обеспечивает плавный переход, а геометрия лезвия (например, угол наклона спирали 30–45°, передний угол 2–10°) оптимизирована для обработки криволинейных поверхностей. На поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiSiN (толщиной 2–3 мкм) с термостойкостью до 1100 °С.

Состав материала

Размер частиц карбида вольфрама (WC) составляет 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) — 5–9%, а для повышения прочности и износостойкости добавляется NbC.

Конструктивные особенности

Твердость твердого сплава HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность режущей кромки $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной шаровой концевой фрезы

Вращаясь, сферическая режущая головка режет вдоль траектории поверхности заготовки, чтобы завершить трехмерную обработку поверхности, полости или контура, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резки включают V_c 100-500 м/мин, f_n 0,02-0,08 мм/зуб, a_p 0,1-2 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °С) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT5-IT7.

3. Характеристики твердосплавных сферических концевых фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для высокоскоростной резки криволинейных поверхностей.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для тонко изогнутых поверхностей.

Универсальность : адаптируется к сложной трехмерной геометрии и подходит для многоосевой обработки.

Защита окружающей среды : Сухая резка снижает расход охлаждающей жидкости на 30–40%.

4. Характеристики твердосплавной сферической концевой фрезы и факторы, влияющие на нее

На производительность влияют состав материала, геометрия сферической головки и параметры резания.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	5% Co HV 1900
Скорость резания (V_c)	100-500 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%	V_c 550 м/мин износ 7%
Скорость подачи (f_n)	0,02-0,08 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	f_n 0.1 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (a_p)	0,1-2 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	a_p 2.5 мм Вибрация увеличилась на 18%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм Теплостойкость снижается на 10%

5. Процесс производства твердосплавных сферических концевых фрез

5.1 Таблица производственного процесса

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных сферических концевых фрез

Стандартные сферические концевые фрезы : диаметр 1–15 мм, Vc 150–400 м/мин, подходят для общей обработки поверхностей.

Мелкозубчатая сферическая концевая фреза : 4–6 зубьев, Vc 200–500 м/мин, подходит для тонкой обработки.

Фреза с шаровидным концом и покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-500 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза со сферическим концом и длинной кромкой : длина кромки 50–100 мм, Vc 100–300 м/мин, подходит для обработки глубоких полостей.

Концевые микрофрезы со сферическим концом : диаметр 1–6 мм, Vc 100–300 м/мин, подходят для микрообработки.

6. Применение твердосплавных шаровых концевых фрез

Концевые фрезы со сферическим концом и твердосплавным наконечником широко используются во многих отраслях промышленности благодаря возможности обработки криволинейных поверхностей и высокой точности, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка сложных криволинейных поверхностей литьевых и литых форм, материал заготовки - сталь P20, Vc 300-500 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Авиация и космонавтика :

Обработка криволинейных поверхностей из титановых и алюминиевых сплавов, таких как обшивка крыльев, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Автомобилестроение :

Обработка криволинейных элементов головок цилиндров и лопаток турбин, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка криволинейной структуры поверхности форм лопастей ветряных турбин, материал заготовки - композитный материал, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка 3D криволинейных поверхностей корпусов мобильных телефонов и кронштейнов печатных плат, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 400-600 м/мин, a_p 0,1-0,8 мм, f_n 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, R_a 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка криволинейных поверхностей искусственных суставов из титанового сплава, V_c 100-250 м/мин, a_p 0,1-0,5 мм, f_n 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, R_a 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка криволинейной структуры поверхности ракетных корпусов, материал заготовки - высокопрочная сталь, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,3-1,5 мм, f_n 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка криволинейной поверхности лопастей гребных винтов, материал заготовки - бронза, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,03-0,07 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие увеличивает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка криволинейного перехода крупных зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,5-2 мм, f_n 0,04-0,08 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка криволинейных поверхностей корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, V_c 150-300 м/мин, a_p 0,3-1,5 мм, f_n 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость увеличена на 20%.

Новая энергетика :

Обработка криволинейных соединений рам солнечных панелей, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,3-1 мм, f_n 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Обработка ювелирных изделий :

Обработка криволинейной поверхности гравировкой драгоценных металлов, материал заготовки - золото, V_c 100-200 м/мин, a_p 0,05-0,3 мм, f_n 0,01-0,03 мм/зуб. Точность $\pm 0,0001$ мм.

Производство мебели :

Обработка криволинейных поверхностей, декорирование древесины или композитных материалов, V_c 200-400 м/мин, a_p 0,2-1 мм, f_n 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности R_a 0,02-0,04 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое твердосплавная фреза с круглым концом?

Фреза с круглым концом из твердого сплава — это высокоточный режущий инструмент из твердого сплава. Головка фрезы имеет закругленные углы или дуги, а на конце и периферии имеются режущие зубья. Она предназначена для обработки плавных переходных поверхностей, канавок и контуров. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в производстве пресс-форм, автомобильной и аэрокосмической промышленности. Фреза с круглым концом из твердого сплава использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и многокоординатных обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавной круглоконической фрезы

Фрезы с круглым концом из твердого сплава обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 2 до 25 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2–6 зубьями в зависимости от диаметра и требований к обработке. Закругленная угловая конструкция (радиус 0,1–10 мм) оптимизирует обработку переходной поверхности, а параметры геометрии лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30–45°, передний угол 2–10°) подходят для плавной резки. На поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2–3 мкм), а термостойкость достигает 1100 °C.

Состав материала : карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,2-1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5%-9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной круглоконечной фрезы

Вращаясь, закругленная головка фрезы режет вдоль траектории заготовки, чтобы завершить обработку переходной поверхности, канавки или контура, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резания включают V_c 100-500 м/мин, f_n 0,02-0,08 мм/зуб, a_p 0,1-2 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT5-IT7.

3. Характеристики твердосплавной круглоконечной фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для высокоскоростной резки.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для плавного перехода.

Универсальность : Подходит для закругленных угловых переходов и обработки сложных контуров.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавной круглоконечной фрезы и факторы, влияющие на нее

На производительность влияют состав материала, конструкция радиуса угла и параметры резки.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-500 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 550 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,08 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	0,02	fn 0.1 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	0,1-2 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	0,5	ap 2.5 мм Вибрация увеличилась на 18%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2	< 2 мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс изготовления круглоконической твердосплавной фрезы

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная	Сила

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Типы твердосплавных фрез с круглым концом

Стандартная фреза с круглым концом : диаметр 2–15 мм, Vc 150–400 м/мин, подходит для общей переходной обработки.

Фреза с мелкими зубьями и круглым концом : количество зубьев 4-6, скорость резания 200-500 м/мин, подходит для тонкой обработки.

Фреза с круглым концом и покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-500 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с длинной закругленной кромкой : длина режущей кромки 50–100 мм, скорость резания 100–300 м/мин, подходит для обработки глубоких канавок.

Фреза с большим радиусом и круглым концом : радиус угла 5–10 мм, скорость резания 100–400 м/мин, подходит для больших переходных поверхностей.

6. Применение твердосплавной круглоконечной фрезы

Твердосплавные фрезы с круглым концом широко используются во многих отраслях промышленности благодаря их способности скруглять углы и высокой точности, а именно:

Изготовление пресс-форм :

обработка радиусного перехода литьевых и литых форм, материал заготовки - сталь P20, Vc 300-500 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году позволит сократить время обработки на 15%.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка галтельных элементов из титановых и алюминиевых сплавов, таких как обшивка крыла, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Автомобилестроение :

Обработка галтельных канавок головок цилиндров и деталей трансмиссии, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка филенной структуры форм лопастей ветряных турбин, материал заготовки - композитный материал, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка закругленного углового перехода корпуса мобильного телефона, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 400-600 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность ±0,001 мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка галтельных поверхностей искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность ±0,0003 мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка закругленной угловой структуры корпуса ракеты, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость увеличена на 25%.

Судостроение :

Обработка галтельного перехода лопастей гребного винта, материал заготовки - бронза, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие увеличивает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка галтельного перехода крупных зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка галтелей корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка углового соединения рам солнечных панелей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка закругленных углов из дерева или композитных материалов, Vc 200-400 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

Обработка закругленного перехода стрел экскаватора, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 30%.



Что такое твердосплавная закругленная фреза?

Фреза с закругленным носом из карбида вольфрама — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Головка режущего инструмента имеет форму дуги или закругления, а режущие зубья предусмотрены на конце и периферии. В основном используется для обработки канавок, дуговых канавок или фасок и других деталей. Сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава и подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в производстве пресс-форм, машиностроении и автомобильной промышленности. Фреза с закругленным носом из карбида вольфрама использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионного шлифования. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавной фрезы с закругленным концом

Фрезы с закругленным носом из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 4 до 32 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2–6 зубьями в зависимости от диаметра и требований к обработке. Головка фрезы в форме закругленного носа (радиус дуги 0,5–15 мм) оптимизирует обработку фасок и канавок, а параметры

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

геометрии лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30–45 °, передний угол 2–10 °) адаптированы для дуговой резки. На поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2–3 мкм), а термостойкость достигает 1100 °C.

Состав материала : карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,2-1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5%-9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV1800-2100, соосность инструмента ≤ 0,003 мм, точность лезвия ±0,005 мм.

2. Принцип работы твердосплавной закругленной фрезы

Вращаясь, головка инструмента в форме носа режет вдоль траектории заготовки для завершения обработки дуговой канавки, фаски или канавки, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резки включают Vc 100-400 м/мин, fn 0,02-0,08 мм/зуб, ap 0,1-2 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной закругленной фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : VB ≤ 0,15 мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для дуговой обработки.

Универсальность : Адаптируется к требованиям по снятию фасок и проточке канавок.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Производительность и факторы, влияющие на твердосплавные фрезы с закругленным концом

На производительность влияют состав материала, геометрия режущей головки и параметры резания.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 450 м/мин износ 7%
Скорость	0,02-0,08 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02	fn 0.1	Сила резания

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

подачи (фн)			мм/зуб	увеличена на 30%
Глубина резания (ар)	0,1-2 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	ар 2.5 мм Вибрация увеличилась на 18%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм Терmostойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс фрезерования твердосплавных закругленных фрез

5.1 Таблица производственного процесса

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra ≤ 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная терmostойкость	Сила сцепления > 70 Н

6. Типы твердосплавных закругленных фрез

Стандартная фреза с закругленным концом : диаметр 4–20 мм, скорость резания 150–400 м/мин, подходит для общей обработки дуговых канавок.

Фреза с закругленной головкой и мелкими зубьями : количество зубьев 4-6, скорость резания 200-400 м/мин, подходит для снятия тонкой фаски.

Фреза с закругленным концом и покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-400 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с длинной закругленной кромкой : длина режущей кромки 50–100 мм, скорость резания 100–300 м/мин, подходит для глубоких дуговых канавок.

Фреза с большой дугой и закругленным концом : радиус дуги 5–15 мм, скорость резания 100–350 м/мин, подходит для больших фасок.

7. Применение твердосплавной фрезы

Твердосплавные торцевые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим возможностям обработки дуг и снятия фасок, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка дуговых канавок и фасок для литевых форм и форм для литья под давлением. Материал заготовки — сталь P20, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,06 мм/зуб.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм. Оптимизация AI сократит время обработки на 15% к 2025 году.

Автомобилестроение :

Обработка дуговых канавок блоков цилиндров и шестерен, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка фасок на титановых и алюминиевых сплавах, таких как кромки крыльев, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка дуговых структур форм лопастей ветровых турбин, материалы заготовки - композитные материалы, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка дуговых фасок корпусов мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Характеристики дуговой обработки искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка дуговых канавок на корпусах ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка дуговых фасок гребных валов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка дугового перехода больших зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,04-0,08 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка дуговых канавок на корпусах клапанов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка дуговых соединений кронштейнов солнечных батарей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

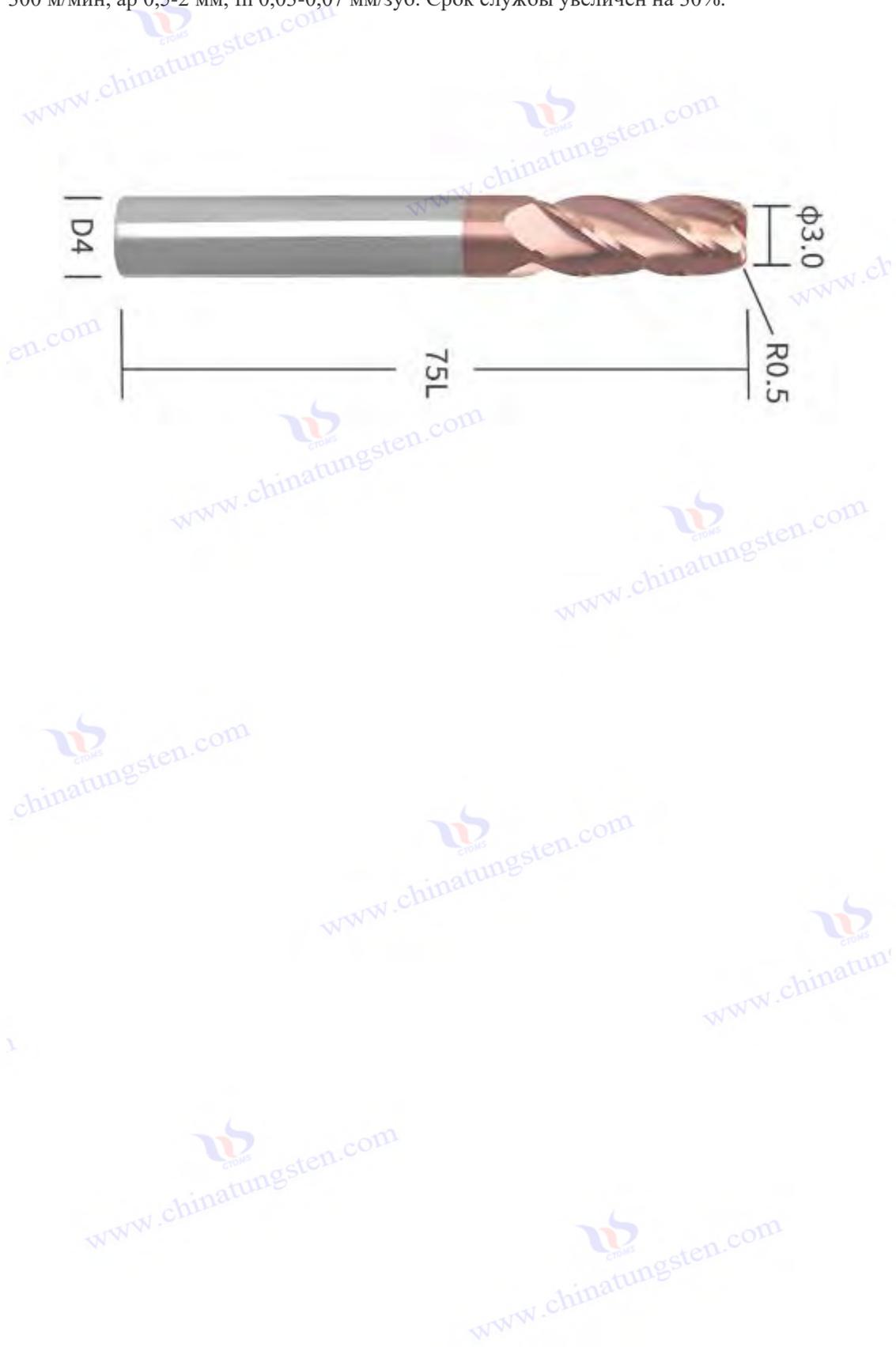
Производство мебели :

Обработка дуговой отделкой деревянных досок, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка дуговых фасок стрел экскаваторов, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная фасочная фреза?

Фреза для снятия фаски из цементированного карбида — это специальный режущий инструмент, изготовленный из цементированного карбида. Головка фрезы предназначена для снятия фаски или скоса, а на конце и периферии имеются режущие зубья. В основном она используется для снятия фаски, скашивания или удаления заусенцев с кромки заготовки. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность цементированного карбида. Она подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Она широко используется в механической обработке, автомобилестроении и производстве пресс-форм. Фреза для снятия фаски из цементированного карбида использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионного шлифования. Она часто оснащена покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Она подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной фасочной фрезы

Фрезы для снятия фаски из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 3 до 25 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2-4 зубьями в зависимости от диаметра и требований к снятию фаски. Угол фаски головки фрезы (обычно 30°, 45°, 60°) оптимизирует обработку наклонных поверхностей, а геометрические параметры лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30°-40°, передний угол 0°-5°) адаптированы для снятия фаски. На поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2-3 мкм), а термостойкость достигает 1100°C.

Состав материала : размер частиц карбида вольфрама 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5–9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента ≤ 0,003 мм, точность лезвия ±0,005 мм.

2. Принцип работы твердосплавной фасочной фрезы

Вращаясь, головка для снятия фаски режет вдоль кромки или траектории поверхности заготовки, чтобы завершить снятие фаски, скашивание или удаление заусенцев, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резки включают V_c 100-400 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, a_p 0,1-1 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и мониторингом датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавных фасочных фрез

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность : шероховатость поверхности $Ra 0,02-0,05$ мкм, подходит для тонкой фаски.

Универсальность : адаптируется к различным углам снятия фаски и требованиям по удалению заусенцев.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавных фрез для снятия фасок и факторы, влияющие на них

На производительность влияют состав материала, угол фаски и параметры резания.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (V_c)	100-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		V_c 450 м/мин износ 7%
Скорость подачи (f_n)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	0,02	f_n 0,08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (a_p)	0,1-1 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,3 мм/слой		a_p 1,5 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	2,2-2,5	< 2 мкм Теплостойкость снижается на 10%

5. Характеристики и процесс производства твердосплавных фаскоснимателей

5.1 Таблица производственного процесса

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	$Ra \leq 0,05$ мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных фрез для снятия фаски

Стандартная фреза для снятия фаски : диаметр 3–20 мм, скорость резания 150–400 м/мин, подходит для общего снятия фаски.

Фреза для снятия фаски под углом 45° : диаметр 4–25 мм, скорость резания 200–400 м/мин, подходит для стандартного снятия фаски.

Фреза для снятия фаски с покрытием : покрытие AlTiN, V_c 300-400 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза для снятия фаски с длинной кромкой : длина кромки 50–100 мм, скорость резания 100–300 м/мин, подходит для снятия глубокой фаски.

Многоугольная фаскоснимательная фреза : угол 30°-60°, V_c 100-350 м/мин, подходит для индивидуальной обработки.

6. Применение твердосплавной фасковой фрезы

Твердосплавные фасочные фрезы широко используются в различных отраслях промышленности благодаря своим возможностям снятия фасок и зачистки, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка фасок кромок литевых форм и форм для литья под давлением, материал заготовки — сталь P20, V_c 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Снятие фасок с кромок блоков цилиндров и шестерен, материал заготовки - чугун, V_c 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиация и космонавтика :

Обработка фасок из титановых и алюминиевых сплавов, таких как кромки крыльев, V_c 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка фаски кромки форм лопастей ветряных турбин, материал заготовки - композитный материал, V_c 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка фаски кромки корпуса мобильного телефона, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 300-500 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка фасок искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка фаски кромки корпусов ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроительная промышленность :

Обработка фасок гребных валов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка фасок кромок крупных зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка фаски кромки корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышается на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка фаски кромки кронштейнов солнечных батарей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Снятие фасок с кромок деревянных досок, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

Обработка фаски кромки стрелы экскаватора, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое твердосплавная коническая фреза?

Фреза с коническим карбидным покрытием — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Головка фрезы имеет коническую конструкцию и режущие зубья на конце и периферии. В основном используется для обработки конических поверхностей, скосов или конических элементов. Сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в производстве пресс-форм, аэрокосмической и машиностроительной промышленности. Фреза с коническим карбидным покрытием использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и многокоординатных обрабатывающих центров. Ниже кратко изложены структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавной конической фрезы

Конусные фрезы из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 3 до 20 мм, длиной от 50 до 150 мм, 2-4 зубцами и углами конусности (обычно 5°-15°), настраиваемыми в соответствии с требованиями обработки. Геометрические параметры лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30°-40°, передний угол 0°-5°) оптимизируют коническую резку, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1100°C.

Состав материала : карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,2-1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5%-9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной конической фрезы

Вращаясь, коническая головка инструмента режет вдоль траектории заготовки, чтобы завершить обработку конических поверхностей, скосов или конических элементов, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резания включают V_c 100-400 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, a_p 0,1-1,5 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и мониторингом датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной конической фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для конической обработки.

Универсальность : адаптируется к различным углам конусности и требованиям к скосам.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавных конических фрез и факторы, влияющие на них

На производительность влияют состав материала, угол конусности и параметры резания.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 450 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб		fn 0,08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой		ap 2 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм	Теплостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс изготовления твердосплавной конической фрезы

5.1 Таблица производственного процесса

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Типы твердосплавных конических фрез

Стандартная коническая фреза : диаметр 3–15 мм, Vc 150–400 м/мин, подходит для общей обработки конусов.

Фреза с коническим углом 5° : диаметр 4–20 мм, Vc 200–400 м/мин, подходит для обработки с малым углом конусности.

Конусная фреза с покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-400 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с длинной конической кромкой : длина кромки 50–100 мм, Vc 100–300 м/мин, подходит для глубокой конической обработки.

Регулируемая коническая фреза : регулируемый угол 5°-15°, скорость резания 100-350 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной конической фрезы

Твердосплавные конические фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим возможностям обработки конусов, а именно:

Изготовление пресс-форм : Обработка

конических элементов литевых форм и форм для литья под давлением, материал заготовки — сталь P20, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Обработка конической фаски блоков цилиндров и шестерен, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка конических элементов из титановых и алюминиевых сплавов, таких как соединители крыльев, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка конической структуры форм лопастей ветряных турбин, материал заготовки - композитный материал, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка конического перехода корпусов мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность ±0,001 мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка конических элементов искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность ±0,0003 мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка конической структуры корпусов ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Судостроение :

Обработка конической фаски гребных валов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка конического перехода больших зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка конических элементов корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость увеличена на 20%.

Новая энергетика :

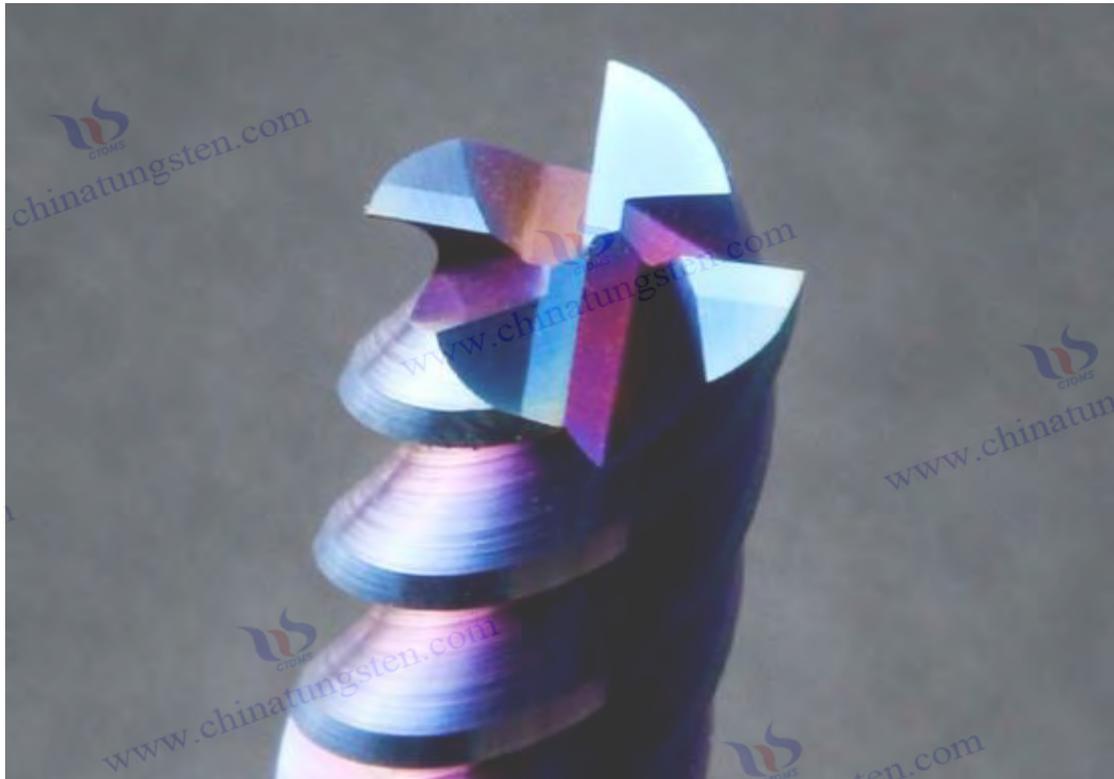
Обработка конических соединений кронштейнов солнечных батарей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка конического декора деревянных панелей, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

обработка конических деталей стрел экскаваторов, материал заготовки — сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная фреза типа «ласточкин хвост»?

Фреза типа «ласточкин хвост» из карбида вольфрама — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Фреза имеет форму ласточкина хвоста или трапеции, а режущие зубья расположены на конце и периферии. В основном используется для обработки специальных геометрических форм, таких как пазы типа «ласточкин хвост», Т-образные пазы или трапецеидальные пазы. Сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава и подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в производстве пресс-форм, механической обработке и аэрокосмической промышленности. Фреза типа «ласточкин хвост» из карбида вольфрама использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавной фрезы типа «ласточкин хвост»

Фрезы с ласточкиным хвостом из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 6 до 25 мм, длиной от 50 до 150 мм, 2-4 зубцами и углами ласточкиного хвоста (обычно 30°, 45°, 60°), настраиваемыми в соответствии с требованиями к канавке. Геометрические параметры лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30°-40°, передний угол 0°-5°) оптимизируют трапециевидную резку, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1100°C.

Состав материала : размер частиц карбида вольфрама 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5–9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной фрезы «ласточкин хвост»

Вращаясь, головка фрезы «ласточкин хвост» режет вдоль траектории заготовки, чтобы завершить обработку паза «ласточкин хвост», Т-образного паза или трапециевидного паза, а стружка выводится через спиральный паз. Параметры резки включают V_c 100-350 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, a_p 0,1-1,5 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура контроля сухой резки (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной фрезы «ласточкин хвост»

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для специальной обработки канавок.

Универсальность : подходит для различных углов соединения «ласточкин хвост» и требований к пазам.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Производительность и факторы, влияющие на твердосплавные фрезы типа «ласточкин хвост»

На производительность влияют соотношение материалов, угол ласточкина хвоста и параметры резки.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-350 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 400 м/мин Износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	fn 0,08	Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	ap 2 мм	вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм	Теплостойкость снижается на 10%

5. Процесс производства твердосплавных фрез типа «ласточкин хвост»

5.1 Таблица производственного процесса

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка	Алмазный шлифовальный круг	Обрезка 0,002-	Оптимизация	Ra \leq 0,05 мкм

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

лезвий	№1000-№1200	0,005 мм	точности	
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных фрез с профилем «ласточкин хвост»

Стандартная фреза для пазов типа «ласточкин хвост» : диаметр 6–15 мм, скорость резания 150–350 м/мин, подходит для общей обработки пазов типа «ласточкин хвост».

Фреза типа «ласточкин хвост» 45° : диаметр 8–20 мм, Vc 200–350 м/мин, подходит для стандартных трапециевидных пазов.

Фреза с покрытием «ласточкин хвост» : покрытие AlTiN, Vc 250-350 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза для пазов типа «ласточкин хвост» с длинной кромкой : длина кромки 50–100 мм, скорость резания 100–300 м/мин, подходит для обработки глубоких пазов.

Регулируемая фреза типа «ласточкин хвост» : регулируемый угол 30°-60°, скорость резания 100-300 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной фрезы «ласточкин хвост»

Твердосплавные фрезы типа «ласточкин хвост» широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим особым возможностям обработки пазов, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка пазов типа «ласточкин хвост» литевых форм и форм для литья под давлением. Материал заготовки — сталь P20, Vc 200-350 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году позволит сократить время обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Обработка Т-образных пазов блоков цилиндров и шестерен, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка пазов типа «ласточкин хвост» на титановых и алюминиевых сплавах, например, соединения лопаток турбин, Vc 200-350 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка трапециевидных пазов форм лопастей ветровых турбин, материал заготовки - композитный материал, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка пазов под соединение типа «ласточкин хвост» корпусов мобильных телефонов, материал заготовки — алюминиевый сплав, Vc 250-400 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность ±0,001 мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка элементов типа «ласточкин хвост» искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка пазов типа «ласточкин хвост» на корпусах ракет, материал заготовки — высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка трапецевидных пазов на гребных валах, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка ласточкин хвост перехода больших шестерен, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка канавки «ласточкин хвост» корпуса клапана, материал заготовки — нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

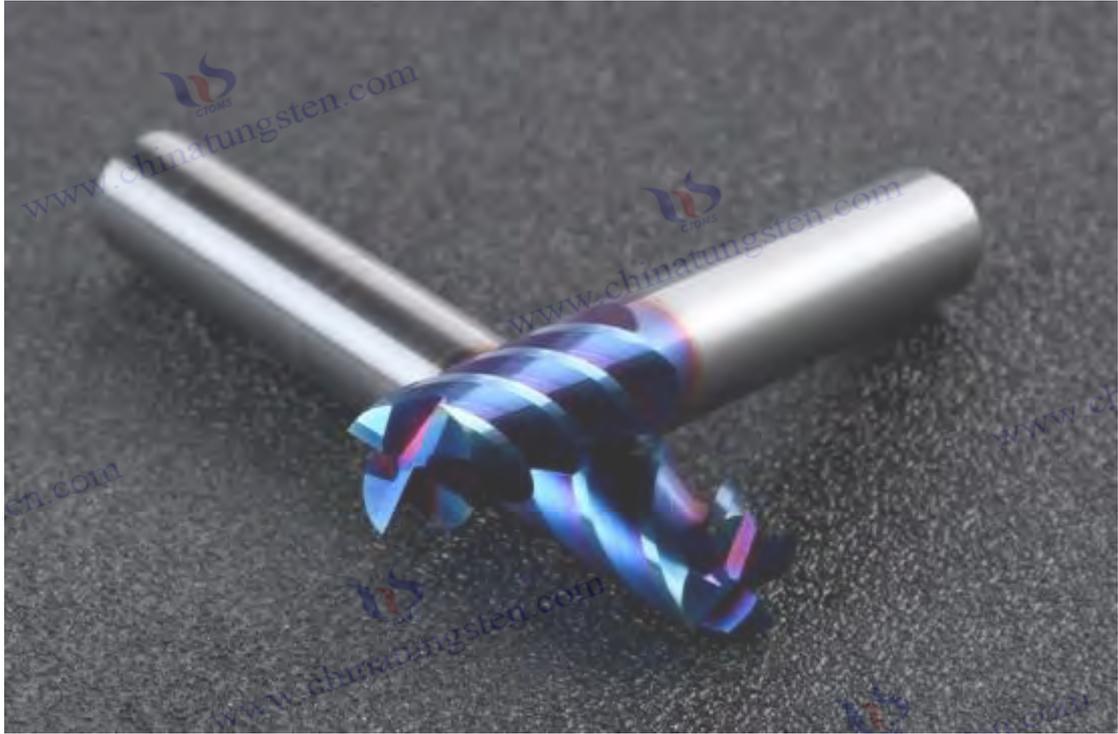
Обработка соединения «ласточкин хвост» кронштейна солнечной батареи, материал заготовки — алюминиевый сплав, Vc 200-350 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка пазов типа «ласточкин хвост» в деревянных досках, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

Обработка пазов типа «ласточкин хвост» стрел экскаватора, материал заготовки — сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое твердосплавная шпоночная фреза?

Фреза для шпоночных пазов из карбида вольфрама — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Головка фрезы выполнена в виде прямого лезвия или канавчатой структуры, а на конце и периферии имеются режущие зубья. В основном она используется для обработки шпоночных пазов, плоских пазов или шпоночных элементов. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Она подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Она широко используется в механической обработке, автомобилестроении и производстве промышленного оборудования. Фреза для шпоночных пазов из карбида вольфрама использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионного шлифования. Она часто оснащена покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Она подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.

1. Конструкция и материалы твердосплавной шпоночной фрезы

Фрезы для шпоночных пазов из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции с диаметром от 3 до 20 мм, длиной от 50 до 150 мм, 2-4 зубцами и шириной головки (обычно 2-12 мм), настраиваемой в соответствии с размерами шпоночного паза. Геометрия лезвия (например, угол наклона спирали 30°-40°, передний угол 0°-5°) оптимизирует резку прямой канавки, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1100°C.

Состав материала : размер частиц карбида вольфрама 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5–9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной шпоночной фрезы

Вращаясь, режущая головка режет вдоль траектории заготовки для завершения обработки шпоночного паза, плоской канавки или ключевого элемента, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резки включают V_c 100-400 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, a_p 0,1-1,5 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура управления сухой резкой (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной шпоночной фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для обработки шпоночных пазов.

Универсальность : подходит для пазов различной ширины и глубины.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавной шпоночной фрезы и факторы, влияющие на нее

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 450 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб		fn 0.08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой		ap 2 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм		< 2 мкм Теплостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс изготовления твердосплавной шпоночной фрезы

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных фрез для обработки шпоночных пазов

Стандартная фреза для обработки шпоночных пазов : диаметр 3–15 мм, Vc 150–400 м/мин, подходит для общей обработки шпоночных пазов.

Фреза для обработки широких шпоночных пазов : ширина 6–12 мм, Vc 200–400 м/мин, подходит для больших шпоночных пазов.

Фреза для обработки шпоночных пазов с покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-400 м/мин,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза для обработки шпоночных пазов с длинной кромкой : длина кромки 50–100 мм, Vc 100–300 м/мин, подходит для обработки глубоких пазов.

Фреза для шпоночных пазов с регулируемой шириной : регулируемая ширина 2–10 мм, скорость резания 100–350 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной шпоночной фрезы

Фрезы для обработки шпоночных пазов из твердого сплава широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим возможностям обработки шпоночных пазов, а именно:

Обработка :

обработка шпоночных пазов валов и шестерен, материал заготовки - сталь 40Cr, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Обработка шпоночных пазов трансмиссионных валов, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка шпоночных пазов алюминиевых и титановых сплавов, таких как детали двигателей, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка шпоночных пазов валов ветровых турбин, материал заготовки — сталь 42CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT сокращает отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

обработка шпоночных пазов валов двигателей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 250-400 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

обработка шпоночных пазов оборудования из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка шпоночных пазов деталей ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка шпоночных пазов гребных валов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка шпоночных пазов больших валов-шестерен, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Нефтехимическая промышленность :

Обработка шпоночного паза вала насоса, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетика :

Обработка шпоночных пазов валов ветровых турбин, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-350 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

отделка пазов деревянных валов, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

Обработка шпоночных пазов валов экскаваторов, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI , ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое твердосплавная шпоночная фреза?

Фреза для шпоночных пазов из карбида вольфрама — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Головка фрезы выполнена в виде прямого лезвия или канавчатой структуры, а на конце и периферии имеются режущие зубья. В основном она используется для обработки шпоночных пазов, плоских пазов или шпоночных элементов. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Она подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Она широко используется в механической обработке, автомобилестроении и производстве промышленного оборудования. Фреза для шпоночных пазов из карбида вольфрама использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионного шлифования. Она часто оснащена покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Она подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной шпоночной фрезы

Фрезы для шпоночных пазов из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции с диаметром от 3 до 20 мм, длиной от 50 до 150 мм, 2-4 зубцами и шириной головки (обычно 2-12 мм), настраиваемой в соответствии с размерами шпоночного паза. Геометрия лезвия (например, угол наклона спирали 30°-40°, передний угол 0°-5°) оптимизирует резку прямой канавки, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1100°C.

Состав материала : размер частиц карбида вольфрама 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5–9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной шпоночной фрезы

Вращаясь, режущая головка режет вдоль траектории заготовки для завершения обработки шпоночного паза, плоской канавки или ключевого элемента, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резки включают V_c 100-400 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, ар 0,1-1,5 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или температура управления сухой резкой (< 700 °C) в сочетании с оптимизацией AI и контролем датчиков в 2025 году эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT6-IT8.

3. Характеристики твердосплавной шпоночной фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для обработки шпоночных пазов.

Универсальность : подходит для пазов различной ширины и глубины.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавной шпоночной фрезы и факторы, влияющие на нее

На производительность влияют соотношение материалов, ширина канавки и параметры резания.

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 450 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб		fn 0,08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой		ap 2 мм Увеличение вибрации на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм	Теплостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс изготовления твердосплавной шпоночной фрезы

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных фрез для обработки шпоночных пазов

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Стандартная фреза для обработки шпоночных пазов : диаметр 3–15 мм, Vc 150–400 м/мин, подходит для общей обработки шпоночных пазов.

Фреза для обработки широких шпоночных пазов : ширина 6–12 мм, Vc 200–400 м/мин, подходит для больших шпоночных пазов.

Фреза для обработки шпоночных пазов с покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-400 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза для обработки шпоночных пазов с длинной кромкой : длина кромки 50–100 мм, Vc 100–300 м/мин, подходит для обработки глубоких пазов.

Фреза для шпоночных пазов с регулируемой шириной : регулируемая ширина 2–10 мм, скорость резания 100–350 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной шпоночной фрезы

Фрезы для обработки шпоночных пазов из твердого сплава широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим возможностям обработки шпоночных пазов, а именно:

Обработка :

обработка шпоночных пазов валов и шестерен, материал заготовки - сталь 40Cr, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Обработка шпоночных пазов трансмиссионных валов, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка шпоночных пазов алюминиевых и титановых сплавов, таких как детали двигателей, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка шпоночных пазов валов ветровых турбин, материал заготовки — сталь 42CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT сокращает отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

обработка шпоночных пазов валов двигателей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 250-400 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

обработка шпоночных пазов оборудования из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка шпоночных пазов деталей ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка шпоночных пазов гребных валов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка шпоночных пазов больших валов-шестерен, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка шпоночного паза вала насоса, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетика :

Обработка шпоночных пазов валов ветровых турбин, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-350 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

отделка пазов деревянных валов, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

обработка шпоночных пазов валов экскаваторов, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавные угловые фрезы?

Фреза угловая твердосплавная — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Головка фрезы спроектирована с определенным углом (например, 30°, 45°, 60°), а на конце и периферии имеются режущие зубья. В основном она используется для обработки скосов, конических поверхностей или угловых элементов. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в производстве пресс-форм, аэрокосмической и машиностроительной промышленности. Фреза угловая твердосплавная использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и многоосевых обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной угловой фрезы

Твердосплавные угловые фрезы обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции с диаметром от 4 до 25 мм, длиной от 50 до 150 мм, 2-4 зубцами и углами (обычно 30°, 45°, 60°), настраиваемыми в соответствии с требованиями обработки. Геометрические параметры лезвия (такие как угол наклона винтовой линии 30°-40°, передний угол 0°-5°) оптимизируют угловую резку, а на поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1100°C.

Состав материала : размер частиц карбида вольфрама 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5–9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной угловой фрезы

Вращаясь, угловая головка инструмента режет вдоль траектории заготовки, чтобы завершить обработку скосов, конических поверхностей или угловых элементов, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резания включают V_c 100-400 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, a_p 0,1-1,5 мм. Охлаждающая жидкость (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или сухая резка для контроля температуры (< 700 °C).

3. Характеристики твердосплавной угловой фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

резки на средних скоростях.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для обработки углов.

Универсальность : адаптируется к различным углам и уклонам.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавной угловой фрезы и факторы, влияющие на нее производительность по соотношению материалов, установке угла и параметрам резки

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 450 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб		fn 0.08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой		ap 2 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм	Теплостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс для твердосплавных угловых фрез

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных угловых фрез

Стандартная угловая фреза : диаметр 4-15 мм, Vc 150-400 м/мин, подходит для общей обработки углов.

Фреза под углом 45° : диаметр 6–20 мм, Vc 200–400 м/мин, подходит для стандартных

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

скосов.

Угловая фреза с покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-400 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с длинной режущей кромкой : длина режущей кромки 50–100 мм, скорость резания 100–300 м/мин, подходит для глубокой обработки углов.

Фреза с регулируемым углом наклона : регулируемый угол 30°-60°, скорость резания 100-350 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной угловой фрезы

Твердосплавные угловые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим возможностям обработки углов, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка наклонной поверхности литьевых форм, материал заготовки - сталь P20, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году позволит сократить время обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Обработка наклонных поверхностей корпуса цилиндра, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиация и космонавтика :

Обработка наклонной поверхности крыльев из титанового сплава, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка наклонной структуры поверхности форм лопастей ветряных турбин, материал заготовки - композитный материал, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка скоса перехода корпусов мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность ±0,001 мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка фасок искусственных суставов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность ±0,0003 мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка наклонной поверхности корпуса ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроительная промышленность :

Обработка фасок корпусных листов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка конического перехода больших зубчатых колес, материал заготовки - сталь

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличивается на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка фаски корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка скоса соединения кронштейнов солнечных батарей, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка фасок деревянных досок, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

обработка скосов стрел экскаватора, материал заготовки — сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

en.com

www.ch


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

1


www.chinatun


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое твердосплавная фасонная фреза?

Фреза для формовки карбида — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Форма головки режущего инструмента разработана в соответствии с определенным профилем (например, форма зуба, кривая или сложная геометрическая форма). Режущие зубья предусмотрены на конце и периферии. В основном используется для обработки формообразующих поверхностей, зубчатых пазов или сложных контурных элементов. Сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в производстве шестерен, обработке пресс-форм и в точной машиностроении. Фреза для формовки карбида использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и многоосевых обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавной формовочной фрезы

Твердосплавные формовочные фрезы обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 5 до 30 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2–6 зубьями (изготавливаются по индивидуальному заказу в зависимости от сложности контура). Контур головки фрезы проектируется в соответствии с требованиями обработки (например, эвольвентная форма зуба или сложные кривые), а параметры геометрии лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30–40°, передний угол 0–5°) оптимизированы для формовочной резки. На поверхность можно наносить покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 2–3 мкм), а термостойкость достигает 1100 °C.

Состав материала : карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,2-1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5%-9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной формовочной фрезы

Вращаясь, профилированная режущая головка режет вдоль траектории заготовки для завершения определенных контуров, зубчатых пазов или сложной обработки поверхности, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резки включают Vc 100-350 м/мин, fn 0,02-0,06 мм/зуб, ap 0,1-1,5 мм. Охлаждающая жидкость (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или сухая резка для контроля температуры ($< 700^{\circ}\text{C}$).

3. Характеристики твердосплавных формовочных фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм, подходит для сложной контурной обработки.

Универсальность : адаптируется к различным профилям формовки и требованиям к форме зубьев.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Производительность и факторы, влияющие на формообразующие фрезы из твердого сплава

На производительность влияют состав материала, сложность контура и параметры резки.

Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-350 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 400 м/мин Износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	0,02	fn 0,08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой		ap 2 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2	мкм Теплостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс изготовления твердосплавных формовочных фрез

Таблица производственных процессов

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка	Алмазный шлифовальный круг	Обрезка 0,002-	Оптимизация	Ra $\leq 0,05$ мкм

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

лезвий	№1000-№1200	0,005 мм	точности	
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных формовочных фрез

Стандартная профильная фреза : диаметр 5-15 мм, Vc 150-350 м/мин, подходит для общей контурной обработки.

Фреза эвольвентного профиля : диаметр 6-20 мм, Vc 200-350 м/мин, специально используется для обработки зубчатых колес.

Профильная фреза с покрытием : покрытие AlTiN, Vc 250-350 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза для формовки с длинной кромкой : длина кромки 50-100 мм, Vc 100-300 м/мин, подходит для глубокой формовки.

Фреза для профильной обработки по индивидуальному заказу : сложные контуры могут быть изготовлены по индивидуальному заказу, Vc 100-350 м/мин, подходит для особых нужд.

6. Применение твердосплавных формообразующих фрез

Твердосплавные фасонные фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим возможностям обработки сложных контуров, а именно:

Изготовление зубчатых колес :

Обработка эвольвентных канавок зубьев, материал заготовки - сталь 20CrMnTi, Vc 200-350 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Уровень точности IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Изготовление пресс-форм :

Обработка сложных криволинейных пресс-форм, материал заготовки - сталь P20, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка профиля лопатки из титанового сплава, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность уровня IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка деталей зубчатых колес ветряных турбин, материал заготовки — сталь 42CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT сокращает отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка сложных кривых корпусов мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 250-400 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность ±0,001 мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка титанового сплава, особенности формирования имплантатов, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность ±0,0003 мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Оборонная промышленность :

Обработка сложных контуров деталей ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроительная промышленность :

Обработка формообразующих элементов лопастей гребных винтов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

Обработка профилированной поверхности крупных зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка сложных контуров корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка особенностей формовки лопасти ветряной турбины, материал заготовки - композитный материал, Vc 200-350 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка деревянных панелей с декорированием лепниной, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

Обработка формообразующих элементов стрел экскаватора, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Что такое твердосплавные резбовые фрезы?

Резбовая фреза из карбида вольфрама — это специальный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Режущая головка имеет спиральную канавку или многолезвийную структуру и имеет определенный профиль резьбы. В основном используется для обработки внутренней или внешней резьбы. Сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Широко используется в механической обработке, автомобилестроении и производстве точных приборов. Резбовая фреза из карбида вольфрама использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для улучшения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Ниже кратко изложены структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной резбовой фрезы

Резбовые фрезы из карбида обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 3 до 20 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2–6 зубьями (изготавливаются по индивидуальному заказу в соответствии со спецификациями резьбы). Головка фрезы имеет спиральную канавку или многолезвийную конструкцию, а шаг и угол (например, метрическая резьба M3–M24) изготавливаются по индивидуальному заказу в соответствии с требованиями обработки. Параметры геометрии лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30–40 °, передний угол 0–5 °) оптимизируют нарезание резьбы. На поверхность можно наносить покрытие AlTiN или TiCN (толщиной 2–3 мкм), а термостойкость достигает 1100 °C.

Состав материала : карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,2-1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5%-9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной резбовой фрезы

Вращаясь, головка резбонарезной машины режет по спиральной траектории внутреннего отверстия или внешней поверхности заготовки, завершая обработку резьбы, а стружка отводится через спиральную канавку. Параметры резания включают V_c 100-300 м/мин, f_n 0,02-0,05 мм/зуб, a_p 0,1-1 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или сухая резка для контроля температуры ($< 700^\circ\text{C}$).

3. Характеристики твердосплавной резбовой фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних скоростях.

Высокая точность : допуск резьбы до 6H/6g, шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм.

Универсальность : подходит для различных типов резьбы и спецификаций.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавных резцов и факторы, влияющие на них

На производительность влияют состав материала, шаг резьбы и параметры резания.

Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-300 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 350 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,05 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	0,02	fn 0,06 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	ар	1,5 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2	мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс фрезерования твердосплавной резьбы

Таблица производственных процессов

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных резьбовых фрез

Стандартная резьбофреза : диаметр 3–15 мм, скорость резания 150–300 м/мин, подходит

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

для общей обработки резьбы.

Фреза для внутренней резьбы : диаметр 6-20 мм, V_c 200-300 м/мин, специально используется для внутренней резьбы в отверстиях.

Резьбовая фреза с покрытием : покрытие AlTiN, V_c 250-300 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза резьбовая с длинной кромкой : длина кромки 50-100 мм, V_c 100-250 м/мин, подходит для глубокой обработки резьбы.

Регулируемая резьбофреза : регулируемый шаг, V_c 100-300 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной резьбовой фрезы

Твердосплавные резьбовые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим возможностям обработки резьбы, а именно:

Обработка :

обработка внутренней резьбы валов, материал заготовки - сталь 45#, V_c 200-300 м/мин, ар 0,1-1 мм, f_n 0,02-0,04 мм/зуб. Точность 6H, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году сократит время обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Обработка резьбы цилиндра двигателя, материал заготовки - чугун, V_c 150-250 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, f_n 0,03-0,05 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиация и космонавтика :

Обработка резьбы деталей из титанового сплава, V_c 200-300 м/мин, ар 0,1-0,6 мм, f_n 0,02-0,04 мм/зуб. Точность 6H, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка резьбовых соединений для ветроэнергетического оборудования, материал заготовки — сталь 42CrMo, V_c 150-250 м/мин, ар 0,3-1 мм, f_n 0,03-0,05 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% в 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка резьбовых отверстий в корпусах мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 250-300 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, f_n 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка резьбовых характеристик имплантатов из титанового сплава, V_c 100-200 м/мин, ар 0,1-0,4 мм, f_n 0,02-0,03 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка резьбы деталей ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, V_c 150-250 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, f_n 0,03-0,05 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка корпусных резьбовых соединений, материал заготовки - нержавеющая сталь, V_c 150-250 м/мин, ар 0,3-1 мм, f_n 0,03-0,05 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка резьбы крупных валов-шестерен, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-250 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка резьбы корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-250 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, fn 0,03-0,05 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетика :

Обработка резьбовых соединений ветровых турбин, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-300 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, fn 0,03-0,05 мм/зуб. КПД увеличен на 15%.

Производство мебели :

Обработка резьбового декора деревянных деталей, Vc 150-250 м/мин, ар 0,2-0,6 мм, fn 0,03-0,05 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

Обработка резьбы вала экскаватора, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-250 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,05 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



Что такое твердосплавные сверла?

Твердосплавное сверло и фреза — это многофункциональный режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Режущая головка совмещает функции сверления и фрезерования, имеет центральную режущую кромку и периферийные режущие зубья и в основном используется для сверления, фрезерования, снятия фасок или прорезания канавок. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава и подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Она широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм и аэрокосмической промышленности. Твердосплавное сверло и фреза использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Часто оснащается покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для станков с ЧПУ и многоосевых обрабатывающих центров. Ниже кратко описаны структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Структура и материалы твердосплавных сверлильных и фрезерных резцов

Твердосплавные сверла и фрезы обычно представляют собой сплошные твердосплавные конструкции диаметром от 3 до 20 мм, длиной от 50 до 150 мм и 2–4 зубцами. Конструкция режущей головки включает центральный наконечник сверла и спиральное периферийное лезвие. Геометрия лезвия (например, угол наклона спирали 30–45°, передний угол 0–5°) оптимизирует сверление и фрезерование. Поверхность может быть покрыта покрытиями AlTiN или TiCN (толщиной 2–3 мкм) с термостойкостью до 1100 °C.

Состав материала : карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,2-1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5%-9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавного сверлильно-фрезерного инструмента

Вращаясь, режущая головка сначала сверлит заготовку, чтобы завершить обработку отверстия, а затем фрезерует канавку или фаску по боковой траектории, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резания включают V_c 100-400 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, a_p 0,1-2 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или сухая резка для контроля температуры ($< 700^\circ\text{C}$).

3. Характеристики твердосплавных сверлильных и фрезерных резцов

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки на средних и высоких скоростях.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Высокая точность : допуск апертury $\pm 0,01$ мм, шероховатость поверхности Ra 0,02-0,06 мкм.

Универсальность : сочетает в себе функции сверления и фрезерования, что сокращает количество смен инструмента.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Характеристики твердосплавных сверлильных и фрезерных резцов и факторы, влияющие на них

На производительность влияют состав материала, глубина резания и параметры.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, 9% прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-400 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 450 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	fn	0,08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-2 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 1 мм/слой	ap	2,5 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2 мкм	Теплостойкость снижается на 10%

5. Процесс производства твердосплавных сверлильных и фрезерных резцов

Таблица производственных процессов

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных сверл и фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Стандартные сверлильные и фрезерные фрезы : диаметр 3–15 мм, Vc 150–400 м/мин, подходят для общего сверления и фрезерования.

Короткозамкнутые сверла и фрезы : диаметр 4-10 мм, Vc 200-400 м/мин, подходят для обработки неглубоких отверстий.

Сверлильно-фрезерный резец с покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-400 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Длиннорежущие сверла и фрезы : длина режущей кромки 50–100 мм, Vc 100–300 м/мин, подходят для глубокого сверления и фрезерования.

Регулируемая фреза для сверления и фрезерования : регулируемый угол и длина, скорость резания 100-350 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавных сверлильных и фрезерных резцов

Твердосплавные сверла и фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своей универсальности, а именно:

Обработка :

обработка отверстий и пазов валов, материал заготовки - сталь 45#, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1,5 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность IT6, Ra 0,02-0,04 мкм, оптимизация AI в 2025 году сократит время обработки на 15%.

Автомобилестроение :

Сверление и снятие фасок с блоков цилиндров, материал заготовки - чугун, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,05 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка отверстий и пазов деталей из титанового сплава, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность IT5, Ra 0,01-0,03 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка глубоких отверстий в валах ветряных турбин, материал заготовки — сталь 42CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка отверстий и пазов в корпусах мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-400 м/мин, ар 0,1-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Точность $\pm 0,001$ мм, Ra 0,01-0,03 мкм.

Медицинское оборудование :

Сверление и снятие фасок с имплантатов из титанового сплава, Vc 100-250 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность $\pm 0,0003$ мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка отверстий и пазов в деталях ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроение :

Обработка отверстий и пазов в корпусных листах, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Тяжелая техника :

обработка отверстий для больших валов-шестерен, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-2 мм, fn 0,04-0,07 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка отверстий и пазов корпусов клапанов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 150-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетика :

Обработка отверстий в основании лопастей ветряных турбин, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 200-350 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка отверстий и пазов в деревянных досках, Vc 150-300 м/мин, ар 0,2-1 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,04 мкм.

Строительная техника :

обработка отверстий в стрелах экскаваторов, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 150-300 м/мин, ар 0,5-1,5 мм, fn 0,03-0,06 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная фреза с крупными зубьями?

Фреза с грубыми зубьями из твердого сплава — это режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Режущая головка имеет небольшое количество зубьев (обычно 2–6 зубьев) и большое расстояние между зубьями. Она предназначена для высокой скорости подачи и черновой обработки. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Она подходит для обработки стали, чугуна и труднообрабатываемых материалов. Она широко используется в машиностроении, тяжелом производстве и производстве форм. Фреза с грубыми зубьями из твердого сплава использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Она часто оснащена покрытием AlTiN или TiCN для улучшения термостойкости и срока службы. Она подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Ниже кратко изложены структура и материалы, принцип работы, характеристики, факторы, влияющие на производительность, производственный процесс, типы и области применения.

1. Конструкция и материалы твердосплавной крупнозубой фрезы

Твердосплавные черновые фрезы обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 10 до 50 мм, длиной от 50 до 200 мм и 2–6 зубьями (с большим шагом зубьев). Геометрия лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30–45°, передний угол 5–10°) оптимизирует черновую обработку, а поверхность может быть покрыта покрытием AlTiN или TiCN (толщиной 2–3 мкм) с термостойкостью до 1100 °C.

Состав материала

Размер частиц карбида вольфрама (WC) составляет 0,2–1,0 мкм, содержание кобальта (Co) — 6–10%, а для повышения износостойкости добавлен TaC.

Конструктивные особенности

Твердость твердого сплава HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность режущей кромки $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной крупнозубой фрезы

Вращаясь, крупнозубчатая режущая головка режет заготовку с высокой скоростью подачи, удаляет большое количество материала и завершает черновую обработку плоскостей, пазов или уступов. Стружка выводится через большой зазор между зубьями. Параметры резки включают V_c 100-300 м/мин, f_n 0,1-0,3 мм/зуб, a_p 1-5 мм. СОЖ (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 20 л/мин) или сухая резка для контроля температуры (< 700 °C), с помощью оптимизации AI и контроля датчиков, эффективность резки повышается на 15%-20%, а точность достигает уровня IT7-IT9.

3. Характеристики твердосплавной крупнозубой фрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для резки с высокой подачей.

Высокая эффективность : большое расстояние между зубьями подходит для черновой обработки и высокой скорости съема металла.

Универсальность : подходит для различных задач черновой обработки.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Производительность и факторы, влияющие на фрезу с крупными зубьями из твердого сплава

На производительность влияют соотношение материалов, количество зубьев и параметры резания.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	6%-10%, баланс твердости и прочности	высокий	6% точности, 10% прочности	10%	6% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	100-300 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 350 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,1-0,3 мм/зуб	высокий	Черновая обработка 0,2 мм/зуб	0,2	fn 0,4 Сила резания увеличена на 30%
Глубина резания (ap)	1-5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 2,5 мм/слой		ap 6 мм вибрация увеличилась на 18%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм		< 2 мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Производственный процесс фрезерования крупнозубых твердосплавных фрез

Таблица производственных процессов

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	KB < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная	Сила

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Типы твердосплавных фрез с крупными зубьями

Стандартная фреза с крупными зубьями : диаметр 10–30 мм, V_c 150–300 м/мин, подходит для общей черновой обработки.

Фреза с крупными зубьями большого диаметра : диаметр 30-50 мм, V_c 100-250 м/мин, подходит для тяжелой обработки.

Фреза с крупными зубьями с покрытием : покрытие AlTiN, V_c 200-300 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с длинными режущими кромками и крупными зубьями : длина режущей кромки 50–150 мм, скорость резания 100–200 м/мин, подходит для черновой обработки глубоких канавок.

Регулируемая фреза с крупными зубьями : регулируемый шаг зубьев, V_c 100-300 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной крупнозубой фрезы

Твердосплавные черновые фрезы широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим высокоэффективным возможностям черновой обработки, а именно:

Обработка :

Черновая обработка поверхности станины станка, материал заготовки - чугун HT250, V_c 200-300 м/мин, ар 2-5 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Точность IT7, Ra 0,04-0,08 мкм, оптимизация AI в 2025 году сокращает время обработки на 15%.

Автомобилестроение :

обработка черновых канавок корпусов цилиндров, материал заготовки - чугун, V_c 150-250 м/мин, ар 1-3 мм, f_n 0,15-0,25 мм/зуб. Производительность увеличена на 20%, Ra 0,04-0,07 мкм.

Аэрокосмическая промышленность :

Обработка заготовок из титанового сплава, V_c 200-300 м/мин, ар 1-4 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Точность IT8, Ra 0,03-0,06 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка шероховатой поверхности башни ветровой электростанции, материал заготовки — сталь Q345, V_c 150-250 м/мин, ар 2-5 мм, f_n 0,15-0,3 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% в 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка больших грубых канавок шасси, материал заготовки - алюминиевый сплав, V_c 250-300 м/мин, ар 1-2 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Точность $\pm 0,01$ мм, Ra 0,03-0,05 мкм.

Медицинское оборудование :

Обработка заготовок из нержавеющей стали, V_c 100-200 м/мин, ар 1-3 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Точность $\pm 0,005$ мм, Ra 0,03-0,04 мкм.

Оборонная промышленность :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка шероховатой поверхности броневых листов, материал заготовки - высокопрочная сталь, V_c 150-250 м/мин, ар 2-4 мм, f_n 0,15-0,25 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроительная промышленность :

Обработка черновых канавок на корпусах судов, материал заготовки - сталь АН36, V_c 150-250 м/мин, ар 2-5 мм, f_n 0,15-0,3 мм/зуб. Антикоррозийное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

обработка шероховатой поверхности крупных зубчатых колес, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, V_c 150-250 м/мин, ар 2-5 мм, f_n 0,2-0,3 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

Обработка шероховатой поверхности фланца трубопровода, материал заготовки - нержавеющая сталь, V_c 150-250 м/мин, ар 2-4 мм, f_n 0,15-0,25 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетика :

Обработка черновых заготовок лопастей ветровых турбин, материал заготовки - композитный материал, V_c 200-300 м/мин, ар 1-3 мм, f_n 0,1-0,2 мм/зуб. Повышение эффективности на 15%.

Производство мебели :

Обработка черновых пазов деревянных досок, V_c 150-250 м/мин, ар 1-2 мм, f_n 0,15-0,25 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,04-0,06 мкм.

Строительная техника :

обработка шероховатой поверхности стрел экскаватора, материал заготовки - сталь 35CrMo, V_c 150-250 м/мин, ар 2-4 мм, f_n 0,15-0,25 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная мелкозубая фреза?

Фреза с мелкими зубьями из твердого сплава — это режущий инструмент, изготовленный из твердосплавного материала. Режущая головка имеет большое количество зубьев (обычно 6-20 зубьев) и небольшой шаг зубьев. Она предназначена для чистовой и высокоточной обработки. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную режущую способность твердого сплава. Она подходит для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Она широко используется в производстве пресс-форм, аэрокосмической промышленности и точном машиностроении. Фреза с мелкими зубьями из твердого сплава использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается методом порошковой металлургии и прецизионным шлифованием. Она часто оснащена покрытием AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Она подходит для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.

1. Конструкция и материалы твердосплавной мелкозубой фрезы

Фрезы с мелкими зубьями из твердого сплава обычно представляют собой цельные твердосплавные конструкции диаметром от 4 до 30 мм, длиной от 50 до 150 мм и зубьями от 6 до 20 (с меньшим шагом зубьев). Геометрия лезвия (например, угол наклона винтовой линии 30° - 40° , передний угол 0° - 5°) оптимизирует чистовую резку, а поверхность может быть покрыта покрытием AlTiN или TiCN (толщиной 2-3 мкм) с термостойкостью до 1100°C .
Состав материала : карбид вольфрама (WC) размер частиц 0,2-1,0 мкм, содержание кобальта (Co) 5%-9%, добавлен TaC для повышения износостойкости.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV 1800-2100, соосность инструмента $\leq 0,003$ мм, точность лезвия $\pm 0,005$ мм.

2. Принцип работы твердосплавной мелкозубой фрезы

Вращаясь, мелкозубчатая режущая головка режет заготовку с низкой скоростью подачи для завершения отделки плоскостей, пазов или сложных контуров, а стружка выводится через небольшой зазор между зубьями. Параметры резки включают V_c 150-500 м/мин, f_n 0,02-0,06 мм/зуб, a_p 0,1-1,5 мм. Охлаждающая жидкость (например, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, расход ≥ 15 л/мин) или сухая резка для контроля температуры ($< 700^{\circ}\text{C}$),

3. Характеристики твердосплавных мелкозубых фрез

Сверхвысокая твердость : HV 1800-2100, подходит для материалов ниже HRC 60.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,15$ мм (500-1000 часов), срок службы увеличен в 5-7 раз.

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1100°C и подходит для высокоскоростной прецизионной резки.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,02-0,04 мкм, подходит для чистовой

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обработки.

Универсальность : адаптируется к различным требованиям отделки.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2200 МПа, снижение вибрации.

4. Производительность и факторы, влияющие на мелкозубые фрезы из твердого сплава

На производительность влияют соотношение материалов, количество зубьев и параметры резания.

4.1 Таблица факторов, влияющих на производительность

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	по	Поддержка данных
Содержание кобальта	5%-9%, баланс твердости и прочности	высокий	5% точности, прочности	9%	5% Co HV 1900
Скорость резания (Vc)	150-500 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%		Vc 550 м/мин износ 7%
Скорость подачи (fn)	0,02-0,06 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,02 мм/зуб	0,02	fn 0,08 Сила резания увеличена на 25%
Глубина резания (ap)	0,1-1,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,5 мм/слой	0,2	ap 2 мм вибрация увеличивается на 15%
Толщина покрытия	2-3 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 2,2-2,5 мкм	< 2	Теплостойкость снижается на 10%

5. Процесс производства твердосплавных мелкозубых фрез

5.1 Таблица производственного процесса

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 300-400 об/мин	40-60 часов	Равномерно распределенный	КВ < 2%
Нажатие	200-250 МПа	20-30 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14-15,5 г/см ³
спекание	1450-1550°C, ГИП	2-3 часа	Уплотнение	Плотность 99%-99,8%
Обрезка лезвий	Алмазный шлифовальный круг №1000-№1200	Обрезка 0,002-0,005 мм	Оптимизация точности	Ra \leq 0,05 мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 2-3 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы твердосплавных мелкозубчатых фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Стандартная мелкозубая фреза : Ø 4-15 мм, Vc 200-500 м/мин, подходит для общей чистовой обработки.

Мелкозубчатая фреза малого диаметра : диаметр 4-10 мм, Vc 250-500 м/мин, подходит для микрообработки.

Фреза с мелкими зубьями с покрытием : покрытие AlTiN, Vc 300-500 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза с длинными мелкими зубьями : длина режущей кромки 50–100 мм, скорость резания 150–400 м/мин, подходит для обработки глубоких пазов.

Регулируемая мелкозубая фреза : шаг зубьев регулируется, Vc 150-450 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение твердосплавной мелкозубой фрезы

Фрезы с мелкими зубьями из твердого сплава широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим высокоточным возможностям чистовой обработки, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка тонкой поверхности литейных форм, материал заготовки - сталь P20, Vc 200-400 м/мин, ар 0,1-1 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность IT5, Ra 0,02-0,03 мкм, оптимизация AI в 2025 году сократит время обработки на 15%.

Автомобилестроение :

обработка мелкой канавки корпуса цилиндра, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 300-500 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Эффективность увеличена на 20%, Ra 0,02-0,03 мкм.

Авиация и космонавтика :

Обработка поверхности крыла из титанового сплава, Vc 250-400 м/мин, ар 0,1-0,6 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность IT4, Ra 0,01-0,02 мкм.

Энергетическое оборудование :

Обработка поверхности пресс-формы лопасти ветряной турбины, материал заготовки - композитный материал, Vc 200-400 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Мониторинг IoT позволит сократить отходы на 10% к 2025 году.

Электронная промышленность :

Обработка прецизионных пазов корпусов мобильных телефонов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 400-500 м/мин, ар 0,1-0,5 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Точность ±0,001 мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Медицинское оборудование :

обработка поверхности имплантатов из титанового сплава, Vc 150-250 м/мин, ар 0,1-0,4 мм, fn 0,02-0,03 мм/зуб. Точность ±0,0003 мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка поверхности деталей ракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 200-300 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Судостроительная промышленность :

обработка пазов корпусов судов, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 200-300 м/мин,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ар 0,3-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Антикоррозионное покрытие продлевает срок службы на 30%.

Тяжелая техника :

обработка больших зубчатых поверхностей, материал заготовки - сталь 40CrNiMo, Vc 200-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Срок службы увеличен на 35%.

Нефтехимическая промышленность :

обработка поверхности корпуса клапана, материал заготовки - нержавеющая сталь, Vc 200-300 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Коррозионная стойкость повышена на 20%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка поверхности лопасти ветряной турбины, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 250-400 м/мин, ар 0,2-0,8 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Производство мебели :

Обработка пазов деревянных панелей, Vc 200-300 м/мин, ар 0,2-0,6 мм, fn 0,02-0,04 мм/зуб. Чистота поверхности Ra 0,02-0,03 мкм.

Строительная техника :

обработка стрелы экскаватора, чистовая поверхность, материал заготовки - сталь 35CrMo, Vc 200-300 м/мин, ар 0,3-1 мм, fn 0,02-0,05 мм/зуб. Срок службы увеличен на 30%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое коническая микрофреза?

Коническая микрофрезерная фреза представляет собой прецизионный режущий инструмент, изготовленный из твердого сплава или сверхмелкозернистого твердого сплава. Режущая головка имеет коническую конструкцию и чрезвычайно малый диаметр (обычно 0,1-6 мм, а наименьший коммерчески доступный диаметр может достигать 0,08 мм). В основном она используется для обработки микроконических поверхностей, фасок или тонких контуров. Она сочетает в себе высокую твердость, износостойкость и превосходную производительность резки. Она подходит для обработки стали, титановых сплавов, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов. Она широко используется в производстве микроформ, обработке электронных компонентов и в производстве медицинских приборов. Коническая микрофрезерная фреза использует карбид вольфрама (WC) в качестве основной твердой фазы и кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Она изготавливается с помощью порошковой металлургии и сверхточных шлифовальных процессов. Она часто оснащена покрытиями AlTiN или TiCN для повышения термостойкости и срока службы. Подходит для высокоточных станков с ЧПУ и оборудования для микрообработки.

1. Конструкция и материалы конической микрофрезерной фрезы

Конические микрофрезерные фрезы обычно представляют собой сплошные твердосплавные конструкции с диаметром от 0,1 до 6 мм (наименьший коммерчески доступный диаметр может достигать 0,08 мм), длиной от 38 до 100 мм и 2-4 зубцами. Головка фрезы имеет коническую форму, а угол конусности (обычно 5°-30°) настраивается в соответствии с требованиями обработки. Параметры геометрии лезвия (такие как угол спирали 20°-40°, передний угол 0°-5°) оптимизируют микрорезку. Покрытия AlTiN или TiCN (толщиной 1-2 мкм) могут быть нанесены на поверхность, а термостойкость достигает 1000 °C.

Состав материала : размер частиц карбида вольфрама 0,2–0,5 мкм, содержание кобальта (Co) 4–8%, для повышения износостойкости добавлен TaC или NbC.

Конструктивные особенности : Общая твердость карбида HV1900-2200, соосность инструмента $\leq 0,002$, точность лезвия $\pm 0,002$ мм.

2. Принцип работы конической микрофрезы

Благодаря высокоскоростному вращению коническая головка инструмента режет вдоль траектории заготовки, чтобы завершить микроконические поверхности, фаски или сложные контуры, а стружка выводится через спиральную канавку. Параметры резания включают Vc 50-300 м/мин, f_n 0,005-0,02 мм/зуб, a_p 0,01-0,5 мм. Используйте высокоточную охлаждающую жидкость (например, микросмазку, расход ≤ 5 л/мин) или сухую резку для контроля температуры (< 600 °C). В 2025 году в сочетании с оптимизацией ИИ и контролем датчиков эффективность резки увеличится на 15%-20%, а точность достигнет уровня IT4-IT6.

3. Характеристики конической микрофрезы

Сверхвысокая твердость : HV 1900-2200, подходит для материалов ниже HRC 65.

Отличная износостойкость : $VB \leq 0,1$ мм (300-800 часов), срок службы увеличен в 5-8 раз.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Отличная термостойкость : покрытие устойчиво к температурам до 1000°C и подходит для высокоскоростной микрорезки.

Высокая точность : шероховатость поверхности Ra 0,01-0,03 мкм, допуск конусности $\pm 0,005$ мм.

Миниатюризация : малый диаметр подходит для нужд микрообработки.

Вибростойкость : прочность на изгиб ≥ 2300 МПа, снижение микровибраций.

4. Производительность и факторы, влияющие на конические микрофрезы

Факторы влияния	описывать	Влияние	Предложения по оптимизации	Поддержка данных
Содержание кобальта	4%-8%, баланс твердости и прочности	высокий	4% точности, 8% прочности	4% Co HV 2000
Скорость резания (Vc)	50-300 м/мин, чрезмерный износ	середина	Твердые материалы минус 10%	Vc 350 м/мин износ 8%
Скорость подачи (fn)	0,005-0,02 мм/зуб	середина	Чистовая обработка 0,005 мм/зуб	fn 0.03 Сила резания увеличена на 20%
Глубина резания (ap)	0,01-0,5 мм, слишком глубокая вибрация	высокий	Слой 0,2 мм/слой	ap 0,7 мм Вибрация увеличилась на 15%
Толщина покрытия	1-2 мкм, слишком толстый и отслаивающийся	середина	Оптимизированный 1,2-1,5 мкм	< 1 мкм Термостойкость снижается на 10%

5. Технологическая схема и производительность конической микрофрезерной фрезы

Этапы процесса	Оборудование/Параметры	Время/Условия	Цель/Результат	Технические индикаторы
Смешивание сырья	Шаровая мельница 400-500 об/мин	50-70 часов	Равномерно распределенный	KB < 1,5%
Нажатие	250-300 МПа	15-25 секунд	Формовка заготовки	Плотность 14,5-15,8 г/см ³
спекание	1450-1600°C, ГИП	2-4 часа	Уплотнение	Плотность 99,5%-99,9%
Обрезка лезвий	Сверхточный шлифовальный круг №1500-№2000	Обрезка 0,001-0,003 мм	Оптимизация точности	Ra $\leq 0,02$ мкм
Покрытие	PVD-осаждение AlTiN	Толщина 1-2 мкм	Улучшенная термостойкость	Сила сцепления > 70 Н

7. Типы конических микрофрез

Стандартная коническая микрофрезерная фреза : диаметр 0,1–3 мм, Vc 100–300 м/мин, подходит для общей микрообработки.

Микрофреза с большим углом конусности : угол конусности 20°-30°, Vc 50-200 м/мин,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

подходит для глубокой конусной обработки.

Фреза с покрытием для микрообработки : покрытие AlTiN, Vc 150-300 м/мин, срок службы увеличен на 40%-50%.

Фреза для ультрамикрообработки : диаметр 0,1-1 мм, Vc 50-150 м/мин, подходит для ультрамикрообработки.

Регулируемая коническая фреза : угол конуса регулируется, Vc 50-250 м/мин, подходит для индивидуальных потребностей.

6. Применение конической микрофрезерной фрезы

Конические фрезы микродиаметра широко используются во многих отраслях промышленности благодаря своим миниатюрным размерам и возможности высокоточной обработки, а именно:

Изготовление пресс-форм :

Обработка конических канавок микроформ, материал заготовки - сталь SKD11, Vc 100-200 м/мин, ар 0,01-0,3 мм, fn 0,005-0,01 мм/зуб. Точность IT4, Ra 0,01-0,02 мкм, оптимизация AI в 2025 году для сокращения времени обработки на 15%.

Электронная промышленность :

Обработка фасок камер мобильных телефонов, материал заготовки — алюминиевый сплав, Vc 200-300 м/мин, ар 0,01-0,2 мм, fn 0,005-0,01 мм/зуб. Точность ±0,001 мм, Ra 0,01-0,02 мкм.

Авиакосмическая промышленность :

Обработка микроконических отверстий в титановом сплаве, Vc 100-200 м/мин, ар 0,01-0,4 мм, fn 0,005-0,01 мм/зуб. Точность IT5, Ra 0,01-0,02 мкм.

Медицинское оборудование :

обработка конических элементов имплантатов из титанового сплава, Vc 50-150 м/мин, ар 0,01-0,2 мм, fn 0,005-0,008 мм/зуб. Точность ±0,0002 мм, Ra 0,01 мкм.

Оборонная промышленность :

Обработка конических канавок деталей микроракет, материал заготовки - высокопрочная сталь, Vc 100-200 м/мин, ар 0,02-0,3 мм, fn 0,005-0,01 мм/зуб. Износостойкость повышена на 25%.

Новая энергетическая промышленность :

Обработка конических отверстий кронштейнов микросолнечных элементов, материал заготовки - алюминиевый сплав, Vc 150-250 м/мин, ар 0,01-0,3 мм, fn 0,005-0,01 мм/зуб. Эффективность увеличена на 15%.

Прецизионные инструменты :

Обработка конических поверхностей оптических деталей, материал заготовки - стеклокерамика, Vc 50-150 м/мин, ар 0,01-0,2 мм, fn 0,005-0,01 мм/зуб. Точность ±0,0005 мм, Ra 0,01 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Характеристики и отличия твердосплавных фрез

Сравниваются характеристики твердосплавных фасонных фрез, резбовых фрез, сверлильных фрез, фрез с крупными зубьями, фрез с мелкими зубьями и фрез с коническими микродиаметрами, а также перечислены их характеристики, сходства и различия.

Характеристики и отличия твердосплавных фрез

тип	Основные характеристики	Применяемая обработка	Диапазон диаметров (мм)	Количество зубцов	Скорость резания (Vc, м/мин)	Скорость подачи (fn, мм/зуб)	Глубина резания (ар, мм)	Твёрдость (HV)	Теплостойкость (°C)	Шероховатость поверхности (Ra, мкм)	Основные области применения
Фасонная фреза	Специальная контурная режущая головка, сложная обработка поверхности	Формовочная, поверхность, зубчатая канавка	5-30	2-6	100-350	0,02-0,06	0,1-1,5	1800-2100	1100	0,02-0,06	Производство шестерен и пресс-форм
Резьбовая фреза	Конструкция спиральной канавки, обработка внутренней/наружной резьбы	Обработка нитей	3-20	2-6	100-300	0,02-0,05	0,1-1	1800-2100	1100	0,02-0,06	Механическая обработка, автомобилестроение
Сверлильные и фрезерные резцы	Функция сверления, фрезерования, центральная режущая кромка	Сверление, прорезка пазов, снятие фасок	3-20	2-4	100-400	0,02-0,06	0,1-2	1800-2100	1100	0,02-0,06	Обработка, аэрокосмическая промышленность
Фреза с крупными зубьями	Мало зубьев, большой интервал, черновая обработка высокой подачей	Черновая обработка с пазов	10-50	2-6	100-300	0,1-0,3	1-5	1800-2100	1100	0,04-0,08	Тяжелое машиностроение, производство пресс-форм
Фреза с мелкими зубьями	Несколько зубьев с небольшим интервалом, высокоточная обработка	Отделка плоскости и пазов	4-30	6-20	150-500	0,02-0,06	0,1-1,5	1800-2100	1100	0,02-0,04	Производство пресс-форм, аэрокосмическая промышленность
Конусная	Коническая	Микрокон	0,1-6	2-4	50-300	0,005-	0,01-	1900-	1000	0,01-0,03	Микроформы,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

микрофрезерная фреза	конструкция, чрезвычайно малый диаметр, микровысокоточная обработка	ус, фаска				0,02	0,5	2200			медицинские приборы
----------------------	---	-----------	--	--	--	------	-----	------	--	--	---------------------

Различия и сходства между твердосплавными фрезами для формовки, резбовыми фрезами, сверлильными фрезами, фрезами с крупными зубьями, фрезами с мелкими зубьями и коническими фрезами микродиаметра

категория	содержание
Сходства	
Основы материала	Все типы изготавливаются из твердого сплава (WC+Co) с твердостью 1800–2200 HV и термостойкостью 1000–1100 °C и, как правило, имеют покрытия AlTiN или TiCN.
Производительность обработки	Они подходят для обработки стали, чугуна, цветных металлов и труднообрабатываемых материалов и широко используются в промышленном производстве.
Производственный процесс	Все они изготавливаются с использованием процессов порошковой металлургии, прецизионной шлифовки и нанесения покрытия PVD с точностью, контролируемой на уровне $\pm 0,005$ мм или выше.
Сценарий применения	В основном он используется в станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах и будет сочетаться с оптимизацией на основе искусственного интеллекта для повышения эффективности на 15–20 % к 2025 году.
Различия	
Структурное проектирование	- Профильная фреза: специальная конструкция контура для сложных поверхностей. - Резбовая фреза: спиральная структура канавок, специально разработана для обработки резьбы. - Сверлильная фреза: сочетает функции сверления и фрезерования. - Крупнозубчатая фреза: мало зубьев и большой шаг, подходит для грубой обработки. - Мелкозубчатая фреза: много зубьев и малый шаг, подходит для тонкой обработки. - Конусная микрофреза: конический микродиаметр, специально разработан для микровысокой точности обработки.
Диапазон диаметров	Конусная микрофреза имеет наименьший диаметр (0,1–6 мм), фреза с крупными зубьями имеет наибольший диаметр (10–50 мм), а остальные типы имеют диаметр от 3 до 30 мм.
Количество зубцов и расстояние	Крупнозубчатые фрезы имеют меньшее количество зубьев (2–6) и более широкий шаг; мелкозубчатые фрезы имеют большее количество зубьев (6–20) и более узкий шаг; другие типы имеют умеренное количество зубьев (2–6).
Данные по резке	- Крупнозубчатые фрезы имеют самую высокую скорость подачи (0,1–0,3 мм/зуб) и самую большую глубину резания (1–5 мм). - Конусные фрезы имеют самую низкую скорость подачи (0,005–0,02 мм/зуб) и самую маленькую глубину резания (0,01–0,5 мм). - Мелкозубчатые фрезы имеют самую высокую скорость резания (150–500 м/мин).
Точность и качество поверхности	Наибольшую точность имеют конические микрофрезерные фрезы (Ra 0,01–0,03 мкм), наименьшую – крупнозубчатые фрезы (Ra 0,04–0,08 мкм); мелкозубчатые фрезы и фасонные фрезы подходят для высокоточной чистовой обработки (IT5–IT7).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Области применения	Фрезы с крупными зубьями больше подходят для тяжелого машиностроения; фрезы с мелкими зубьями и конические фрезы с малым диаметром больше подходят для точных отраслей промышленности (например, аэрокосмической и медицинской).
--------------------	--

Различия в количестве зубьев твердосплавных фрез

тип	Количество зубцов объем	Характеристики и влияние	Применимые сценарии
Фасонная фреза	2-6	Умеренное количество зубьев, подходит для сложной контурной обработки, меньшее количество зубьев обеспечивает пространство для стружки, средняя точность.	Комплексная обработка поверхности зубчатых колес и пресс-форм
Резьбовая фреза	2-6	Число зубьев умеренное, спиральная конструкция оптимизирует нарезание резьбы, а небольшое число зубьев обеспечивает плавный отвод стружки.	Обработка резьбы, изготовление механических деталей
Сверлильные и фрезерные резцы	2-4	Благодаря небольшому количеству зубьев он совмещает функции сверления и фрезерования, снижает вибрацию и подходит для обработки деталей малого диаметра и высокой точности.	Сверление, прорезка пазов, снятие фасок
Фреза с крупными зубьями	2-6	Он имеет небольшое количество зубьев и большое расстояние между ними, что подходит для черновой обработки с высокой скоростью подачи, имеет большое пространство для стружки, высокую эффективность, но низкую точность.	Тяжелая техника, грубая обработка поверхностей, пазов
Фреза с мелкими зубьями	6-20	Имеет много зубьев и небольшое расстояние между ними, что обеспечивает низкую скорость подачи, стабильную резку и высокое качество поверхности.	Изготовление пресс-форм, отделка в аэрокосмической отрасли
Конусная микрофрезерная фреза	2-4	Малое количество зубьев и конструкция малого диаметра подходят для высокоточной микрообработки. Меньшее количество зубьев снижает нагрузку на инструмент.	Микроформы, микрообработка медицинских приборов

Основные причины и следствия различий в количестве зубьев

Тип обработки	<p>Черновая обработка (например, фрезами с крупными зубьями) требует меньшего количества зубьев для обработки большого количества стружки — от 2 до 6 зубьев.</p> <p>Для чистовой обработки (например, мелкозубой фрезерной фрезой) требуется больше зубьев для улучшения качества поверхности — от 6 до 20 зубьев.</p> <p>Специальная обработка (например, резьбовая фреза, коническая микрофреза) имеет умеренное количество зубьев (2–6) для оптимизации определенных функций.</p>
---------------	---

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Диаметр	Инструменты малого диаметра (например, конические микрофрезы диаметром 0,1–6 мм) имеют меньшее количество зубьев (2–4), чтобы избежать перегрузки. Инструменты большого диаметра (например, фрезы с крупными зубьями, 10–50 мм) могут иметь до 6 зубьев для обработки больших объемов.
Данные по резке	Инструменты с меньшим количеством зубьев (например, фрезы с крупными зубьями) имеют большую скорость подачи (0,1–0,3 мм/зуб) и большую глубину резания (1–5 мм). Инструменты с несколькими зубьями (например, мелкозубые фрезы) имеют низкие скорости подачи (0,02–0,06 мм/зуб) и малую глубину резания (0,1–1,5 мм).
Требования к точности	Мелкозубчатая фреза имеет многозубчатую конструкцию, что повышает точность (Ra 0,02–0,04 мкм), тогда как крупнозубая фреза имеет небольшое количество зубьев и более низкую точность (Ra 0,04–0,08 мкм). Микроинструменты (например, конические микрофрезы) с небольшим количеством зубьев обеспечивают высокую точность (Ra 0,01–0,03 мкм).



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1. Введение
2. Определение твердосплавной фрезы
 - 2.1 Основное определение твердосплавной фрезы
 - 2.2 Различия между твердосплавными фрезами и другими фрезами
3. Характеристики твердосплавных фрез
 - 3.1 Физические свойства твердосплавных фрез
 - 3.2 Геометрические характеристики твердосплавных фрез
 - 3.3 Обработка поверхности твердосплавных фрез
4. Классификация твердосплавных фрез
 - 4.1 Классификация твердосплавных фрез по структуре
 - 4.2 Классификация твердосплавных фрез — классификация по области применения
 - 4.3 Классификация твердосплавных фрез по покрытию
5. Процесс изготовления твердосплавной фрезы
 - 5.1 Подготовка материала твердосплавной фрезы
 - 5.2 Поток обработки твердосплавной фрезой
 - 5.3 Термическая обработка твердосплавных фрез
 - 5.4 Нанесение покрытия на фрезы из твердого сплава
6. Области применения твердосплавных фрез
 - 6.1 Применение твердосплавных фрез — производство
 - 6.2 Применение твердосплавной фрезы — изготовление пресс-форм
 - 6.3 Применение твердосплавных фрез — Энергетическая промышленность
 - 6.4 Применение твердосплавных фрез — медицинские приборы
 - 6.5 Применение твердосплавных фрез в электронной промышленности
 - 6.6 Применение твердосплавной фрезы — обработка строительных материалов
 - 6.7 Применение твердосплавных фрез — судостроение
 - 6.8 Применение твердосплавных фрез — железнодорожный транспорт
 - 6.9 Применение твердосплавных фрез — сельскохозяйственная техника
 - 6.10 Применение твердосплавных фрез — другие перспективные области
7. Техническое обслуживание и уход за твердосплавными фрезами
 - 7.1 Ежедневная чистка твердосплавных фрез
 - 7.2 Обработка кромок твердосплавных фрез
 - 7.3 Хранение и защита от коррозии твердосплавных фрез
 - 7.4 Регулярный осмотр и замена твердосплавных фрез
8. Перспективы развития твердосплавных фрез
 - 8.1 Инновации в области материалов и покрытий для твердосплавных фрез
 - 8.2 Интеллектуализация и цифровизация твердосплавных фрез
 - 8.3 Устойчивость и защита окружающей среды твердосплавных фрез
 - 8.4 Миниатюризация и многофункциональность твердосплавных фрез
9. Преимущества и недостатки твердосплавных фрез
 - 9.1 Преимущества производительности твердосплавных фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9.2 Экономические выгоды

9.3 Качество обработки твердосплавных фрез

9.4 Ограничения твердосплавных фрез

10. Меры предосторожности при использовании твердосплавных фрез

10.1 Установка и эксплуатация

10.2 Управление параметрами резки

10.3 Техническое обслуживание и уход

10.4 Меры предосторожности

11. Приложение

Что такое твердосплавная фреза типа Т?

Введение в твердосплавную фрезу типа Т компании CTIA GROUP LTD

Структура и материалы фрезы из твердого сплава типа Т

Принцип работы твердосплавной фрезы типа Т

Характеристики твердосплавной фрезы типа Т

Производительность и факторы, влияющие на фрезу типа Т из твердого сплава

Таблица факторов, влияющих на производительность фрезы из твердого сплава типа Т

Процесс производства производительности твердосплавной фрезы типа Т

Таблица производственных процессов и характеристик твердосплавных фрез типа Т

Применение твердосплавной фрезы типа Т

Типы твердосплавных фрез типа Т

Фрезы твердосплавные типа Т, соответствующие внутренним и международным стандартам

Конструкторские чертежи и спеченные изделия и заготовки фрез Т-типа из твердого сплава

ISO 513:2012 – Классификация

и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками. Обозначение основных групп и групп применения

Режущие инструменты — Фрезы — Геометрические параметры и методы испытаний на прочность

DIN 844:1987 -

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком. Размеры

DIN 1839:1990 -

Фрезы. Технические условия на изготовление и применение.

ANSI B94.19-1997 (R2019) —

Фрезы и концевые фрезы

JIS B 4120:2000 Фреза твердосплавная. Технические условия на изготовление и испытания

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 16665-2017 — Твердые сплавы — Технические требования и методы испытаний

GB/T 5231-2019- Режущие инструменты

— Общие технические условия

GB/T 20323-2020- Фрезы — Система обозначений для цельных/со вставными зубьями/сменных типов

GB/T 25664-2010 - Фрезы высокоскоростные

. Требования безопасности

GB/T 6122-2017 -

Фрезы для закругления углов

GB/T 1127-2023-

Фрезы для обработки полукруглых шпоночных пазов

GB/T 20773-2006 -

Фрезы для штампов и пресс-форм

Фрезы с цельными твердосплавными лезвиями

GB/T 5231-2018 Твердосплавные материалы

GB/T 16665-2017 Классификация режущих инструментов

ISO 6987-2020: Параметры резания для станков с ЧПУ

ISO 6987- 2020 Числовое программное управление станками. Параметры резания

ISO 13399-2022: Представление данных инструмента

ISO 13399- 2022 Представление данных по режущим инструментам

Что такое фреза?

Какие типы фрез существуют?

Что такое твердосплавная фреза с цилиндрическим хвостовиком?

Что такое твердосплавные концевые фрезы?

Что такое твердосплавная фреза?

Что такое твердосплавная сварная фреза?

Что такое фреза с твердосплавными пластинами?

Что такое фреза с твердосплавными пластинами?

Что такое фрезы с твердосплавными сменными пластинами?

Что такое твердосплавная высокоскоростная фреза?

Что такое твердосплавная угловая фреза?

Что такое твердосплавная круглая шпоночная фреза?

Что такое твердосплавная фреза?

Что такое фреза с твердосплавным пыльным полотном?

Что такое твердосплавная цилиндрическая фреза ?

Что такое твердосплавная торцевая фреза ?

Что такое твердосплавная концевая фреза ?

Что такое твердосплавная концевая фреза с длинной кромкой?

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Что такое твердосплавная сферическая концевая фреза?

Что такое твердосплавная фреза с круглым концом?

Что такое твердосплавная закругленная фреза?

Что такое твердосплавная фасочная фреза?

Что такое твердосплавная коническая фреза?

Что такое твердосплавная фреза типа «ласточкин хвост»?

Что такое твердосплавная шпоночная фреза?

Что такое твердосплавные угловые фрезы?

Что такое твердосплавная фасонная фреза?

Что такое твердосплавные резьбовые фрезы?

Что такое твердосплавные сверла?

Что такое твердосплавная фреза с крупными зубьями?

Что такое твердосплавная мелкозубая фреза?

Что такое коническая микрофреза?

Характеристики и отличия твердосплавных фрез



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI , ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com