

Что такое грузики из вольфрамового сплава

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 и заканчивая отделкой, упаковкой и логистикой. 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

Оглавление

Глава 1. Базовые знания о грузиках из вольфрамового сплава

- 1.1 Определение и классификация гирь из вольфрамовых сплавов
 - 1.1.1 Определение грузов из вольфрамового сплава
 - 1.1.2 Классификация гирь из вольфрамовых сплавов по классу точности
 - 1.1.3 Классификация грузов из вольфрамовых сплавов по области применения
- 1.2 Состав и основа свойств сплава на основе вольфрама
 - 1.2.1 Состав грузов из вольфрамового сплава
 - 1.2.2 Влияние состава на основные свойства грузов из вольфрамового сплава
 - 1.2.3 Различия в свойствах обычно используемых процессов формовки грузов из вольфрамовых сплавов
- 1.3 Классы точности систем передачи весов и измерений
 - 1.3.1 Сравнение отечественных и международных стандартов точности для гирь из вольфрамовых сплавов
 - 1.3.2 Основной процесс перевода стоимости весов из вольфрамового сплава
 - 1.3.3 Требования к передаче грузов из вольфрамовых сплавов разных марок

Глава 2. Основные характеристики грузов из вольфрамового сплава

- 2.1 Плотность и объемные характеристики грузов из вольфрамового сплава
 - 2.1.1 Диапазон параметров грузов из вольфрамового сплава высокой плотности
 - 2.1.2 Преимущества гирь из вольфрамового сплава: малый объем и высокая грузоподъемность
 - 2.1.3 Соотношение характеристик объема и веса грузов из вольфрамового сплава
- 2.2 Механические и прочностные характеристики гирь из вольфрамового сплава
 - 2.2.1 Проявление высокой твердости грузов из вольфрамового сплава
 - 2.2.2 Высокая прочность грузов из вольфрамового сплава
 - 2.2.3 Долговременная износостойкость грузов из вольфрамового сплава
 - 2.2.4 Экологическая адаптируемость грузов из вольфрамового сплава к коррозии
- 2.3 Характеристики метрологической стабильности гирь из вольфрамового сплава
 - 2.3.1 Факторы, способствующие долговременной стабильности значения массы гирь из вольфрамового сплава
 - 2.3.2 Влияние состояния поверхности на точность измерения гирь из вольфрамового сплава
 - 2.3.3 Метрологическое обеспечение характеристик гирь из вольфрамового сплава в отношении магнитных помех
- 2.4 Экологические характеристики и безопасность грузов из вольфрамового сплава
 - 2.4.1 Экологические характеристики грузов из вольфрамового сплава
 - 2.4.2 Низкие показатели загрязнения окружающей среды в процессе производства вольфрамового сплава
 - 2.4.3 Экологически чистые свойства гирь из вольфрамового сплава, которые легко утилизировать после утилизации
- 2.5 Характеристики адаптивности грузов из вольфрамового сплава
 - 2.5.1 Приспособляемость грузов из вольфрамового сплава к различным средам

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

- 2.5.2 Совместимость грузов из вольфрамового сплава с несколькими устройствами
- 2.5.3 Применение и адаптируемость грузов из вольфрамового сплава в различных отраслях промышленности
- 2.6 Паспорт безопасности грузил из вольфрамового сплава CTIA GROUP LTD

Глава 3. Стандарты испытаний грузов из вольфрамового сплава

- 3.1 Испытание плотности и стабильности объема грузов из вольфрамового сплава
 - 3.1.1 Стандартный метод определения плотности грузов из вольфрамового сплава
 - 3.1.2 Процесс испытания на стабильность объема гирь из вольфрамового сплава
- 3.2 Испытание механических свойств и долговечности грузов из вольфрамового сплава
 - 3.2.1 Метод испытания твердости грузов из вольфрамового сплава
 - 3.2.1 Методы испытаний прочности грузов из вольфрамового сплава
 - 3.2.2 Метод испытания на износостойкость грузов из вольфрамового сплава
 - 3.2.3 Стандартный процесс оценки коррозионной стойкости грузов из вольфрамового сплава
- 3.3 Проверка стабильности метрологических характеристик гирь из вольфрамового сплава
 - 3.3.1 Стандартный цикл контроля стабильности значений массы грузов из вольфрамового сплава
 - 3.3.2 Метод определения состояния поверхности грузика из вольфрамового сплава
 - 3.3.3 Метод обнаружения магнитных помех в грузиках из вольфрамового сплава
- 3.4 Испытания грузов из вольфрамового сплава на воздействие окружающей среды
 - 3.4.1 Методы испытаний на воздействие окружающей среды для грузов из вольфрамового сплава
 - 3.4.2 Технические условия испытаний на показатели защиты окружающей среды при производстве вольфрамовых сплавов
 - 3.4.3 Требования к испытаниям на соответствие при утилизации отходов вольфрамовых сплавов

Глава 4. Промышленное применение и технологическая адаптация грузов из вольфрамового сплава

- 4.1 Применение и адаптация гирь из вольфрамового сплава при измерениях и калибровке
 - 4.1.1 Требования к совместимости грузов из вольфрамового сплава, используемых для калибровки электронных весов
 - 4.1.2 Подбор точности гирь из вольфрамового сплава, используемых для калибровки платформенных весов, напольных весов и других весоизмерительных приборов
 - 4.1.3 Адаптация стабильности гирь из вольфрамового сплава для калибровки динамического весового оборудования
- 4.2 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в прецизионном производстве
 - 4.2.1 Адаптация точности грузов из вольфрамового сплава для взвешивания автомобильных деталей
 - 4.2.2 Применение миниатюризации грузов из вольфрамового сплава для полупроводниковых пластин
 - 4.2.3 Миниатюризация грузов из вольфрамового сплава для поддержки чипов
 - 4.2.4 Совместимость и адаптация гирь из вольфрамового сплава для онлайн-модулей взвешивания на автоматизированных производственных линиях
- 4.3. Адаптация грузов из вольфрамового сплава для специальных экологических применений

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

- 4.3.1 Высокая термостойкость грузов из вольфрамового сплава для высокотемпературных сред
- 4.3.2 Проектирование радиационной защиты и адаптация грузов из вольфрамового сплава для радиационных сред
- 4.3.3. Адаптация герметичного уплотнения из вольфрамового сплава для глубоководных условий
- 4.3.4 Коррозионностойкая адаптация грузов из вольфрамового сплава для использования во влажных/коррозионных средах
- 4.4 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в торговых расчетах
- 4.4.1 Соответствие и адаптация гирь из вольфрамового сплава для взвешивания импортных и экспортных товаров
- 4.4.2 Гири из вольфрамового сплава для взвешивания драгоценных металлов в торговле
- 4.4.3 Адаптация устойчивости грузов из вольфрамового сплава для промышленного сырья
- 4.5 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в научных исследовательских экспериментах
- 4.5.1. Адаптация стандартного веса для грузов из вольфрамового сплава, используемых в экспериментах по механике материалов
- 4.5.2 Высокоточное применение грузов из вольфрамового сплава в астрофизических экспериментах
- 4.5.3 Адаптация устойчивости грузов из вольфрамового сплава для экспериментов по моделированию окружающей среды
- 4.6 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в медицинском оборудовании
- 4.6.1 Гигиеническая адаптация гирь из вольфрамового сплава для калибровки медицинских весов
- 4.6.2 Радиационная защита грузов из вольфрамового сплава, используемых в качестве противовесов в радиотерапевтическом оборудовании
- 4.6.3 Микроприменение грузов из вольфрамового сплава для компонентов прецизионных медицинских инструментов

Глава 5. Выбор, калибровка и управление жизненным циклом грузов из вольфрамового сплава

- 5.1 Технические рекомендации по выбору грузов из вольфрамового сплава
- 5.1.1 Принципы выбора гирь из вольфрамового сплава на основе диапазона взвешивания
- 5.1.2 Выбор грузила из вольфрамового сплава в зависимости от условий окружающей среды
- 5.1.3 Выбор грузила из вольфрамового сплава на основе требований к точности
- 5.2 Процесс проверки и калибровки гирь из вольфрамового сплава
- 5.2.1 Основные положения и требования к проверке грузов из вольфрамового сплава
- 5.2.2 Основы установления периода калибровки гирь из вольфрамового сплава
- 5.2.3 Процедура обработки некалиброванных грузов из вольфрамового сплава
- 5.3 Ежедневное техническое обслуживание и определение неисправностей грузов из вольфрамового сплава
- 5.3.1 Требования к очистке и хранению гирь из вольфрамового сплава
- 5.3.2 Выявление распространенных повреждений грузов из вольфрамового сплава
- 5.3.3 Технические стандарты для определения разрушения грузов из вольфрамового сплава
- 5.4 Система прослеживаемости гирь из вольфрамовых сплавов

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

- 5.4.1 Уровневая классификация прослеживаемости веса вольфрамовых сплавов
- 5.4.2 Требования к управлению записями прослеживаемости весов из вольфрамовых сплавов
- 5.4.3 Механизм сотрудничества для межрегиональной прослеживаемости весов из вольфрамовых сплавов

Глава 6. Базовые знания и горизонтальное сравнение грузов из вольфрамового сплава

- 6.1 Базовые знания о грузах из вольфрамового сплава
 - 6.1.1 Распространенные заблуждения при использовании грузов из вольфрамового сплава и как их избежать
 - 6.1.2 Меры предосторожности при ежедневном хранении и обращении с гириями из вольфрамового сплава
 - 6.1.3 Распространенные причины и меры предотвращения потери точности взвешивания вольфрамовых сплавов
- 6.2 Сравнение характеристик грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов
 - 6.2.1 Сравнение плотности гирь из вольфрамового сплава и чугунных гирь
 - 6.2.2 Сравнение объемов гирь из вольфрамового сплава и чугунных гирь
 - 6.2.3 Сравнение грузоподъемности грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов
 - 6.2.4 Сравнение износостойкости грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов
 - 6.2.5 Сравнение коррозионной стойкости гирь из вольфрамового сплава и чугунных гирь
 - 6.2.6 Сравнение срока службы грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов
 - 6.2.7 Сравнение точности и стабильности измерений между гириями из вольфрамового сплава и чугунными гириями
 - 6.2.8 Сравнение экологической адаптивности грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов
- 6.3 Сравнение характеристик гирь из вольфрамового сплава и гирь из нержавеющей стали
 - 6.3.1 Сравнение стоимости материала и экономической эффективности гирь из вольфрамового сплава и гирь из нержавеющей стали
 - 6.3.2 Сравнение диамагнетизма грузов из вольфрамового сплава и грузов из нержавеющей стали
 - 6.3.3 Сравнение ударопрочности грузов из вольфрамового сплава и грузов из нержавеющей стали
 - 6.3.3 Сравнение вариантов применения и отраслевой адаптируемости гирь из вольфрамового сплава и гирь из нержавеющей стали
- 6.4 Сравнение характеристик гирь из вольфрамового сплава и гирь из свинцового сплава
 - 6.4.1 Сравнение экологических характеристик грузов из вольфрамового сплава и грузов из свинцового сплава
 - 6.4.2 Сравнение однородности плотности и стабильности измерений между грузами из вольфрамового сплава и свинцового сплава
 - 6.4.3 Сравнение затрат на утилизацию и воздействия на окружающую среду гирь из вольфрамового и свинцового сплавов

Приложение

- Приложение 1. Китайский стандарт веса вольфрамового сплава
- Приложение 2. Международные стандарты веса вольфрамовых сплавов
- Приложение 3. Стандарты веса вольфрамовых сплавов в Европе, Америке, Японии, Южной Корее

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

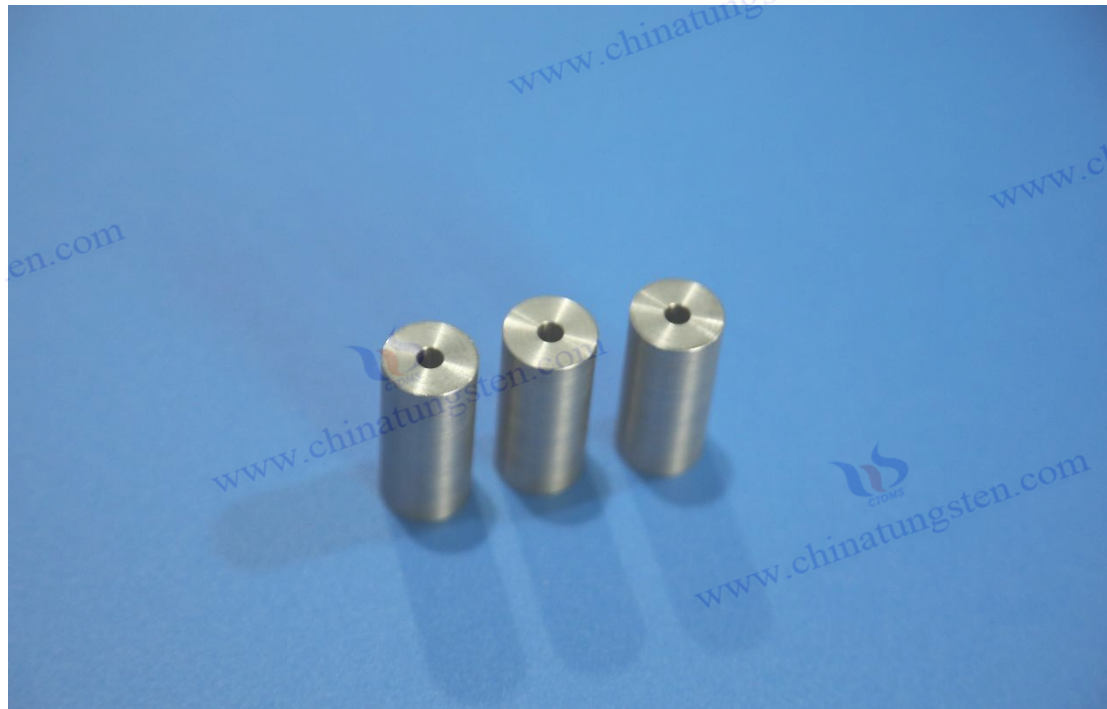
и других странах

Приложение 4. Терминология материалов для грузов из вольфрамового сплава

Приложение 5 Техническая терминология для грузов из вольфрамового сплава

Приложение 6. Эксплуатационные характеристики грузов из вольфрамового сплава

Приложение 7. Условия применения грузов из вольфрамового сплава



CTIA GROUP LTD Гири из вольфрамового сплава

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

High-Density Tungsten Alloy Customization Service

CTIA GROUP LTD, a customization expert in high-density tungsten alloy design and production with 30 years of experience.

Core advantages: 30 years of experience: deeply familiar with tungsten alloy production, mature technology.

Precision customization: support high density (17-19 g/cm³), special performance, complex structure, super large and very small parts design and production.

Quality cost: optimized design, optimal mold and processing mode, excellent cost performance.

Advanced capabilities: advanced production equipment, RMI, ISO 9001 certification.

100,000+ customers

Widely involved, covering aerospace, military industry, medical equipment, energy industry, sports and entertainment and other fields.

Service commitment

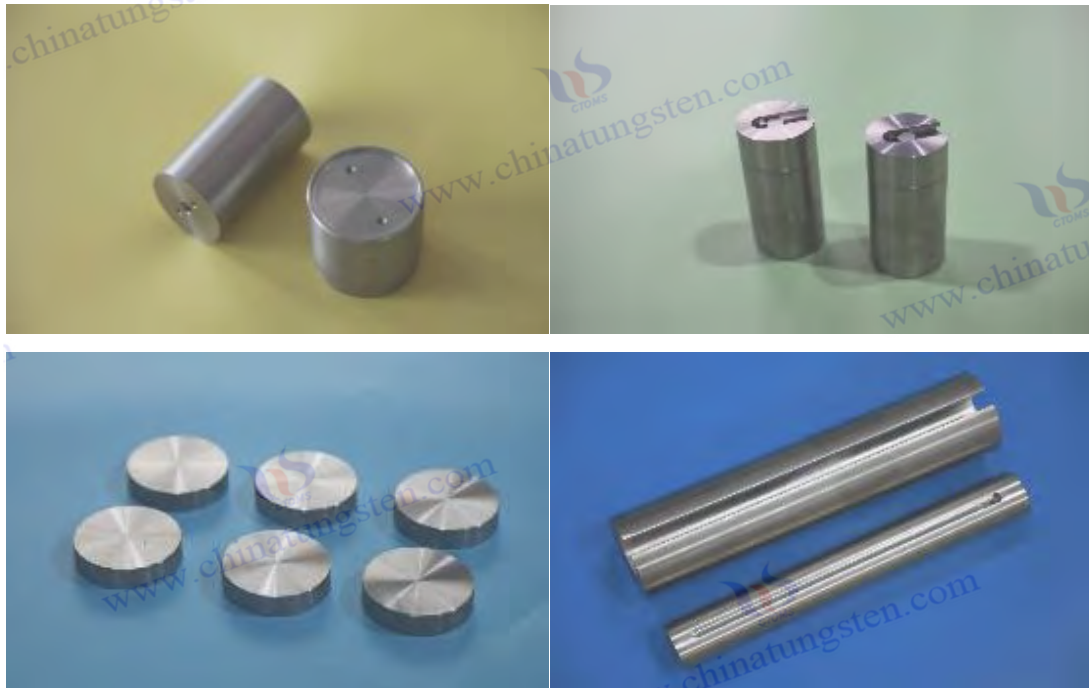
1 billion+ visits to the official website, 1 million+ web pages, 100,000+ customers, 0 complaints in 30 years!

Contact us

Email: sales@chinatungsten.com

Tel: +86 592 5129696

Official website: www.tungsten-alloy.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

Глава 1. Базовые знания о грузиках из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамовых сплавов играют важную роль во многих областях. Их уникальные физические и химические свойства делают их чрезвычайно востребованными в промышленности, научных исследованиях и коммерческих целях.

1.1 Определение и классификация гирь из вольфрамовых сплавов

Гири из вольфрамового сплава – это эталонные приборы измерения массы, изготовленные преимущественно из вольфрама в сочетании с другими металлами (такими как никель, железо и медь). Они используются для калибровки весов, обеспечивая точность и надёжность результатов измерений. Высокая плотность, коррозионная стойкость и механическая прочность дают им значительные преимущества в прецизионных измерениях. Гири из вольфрамового сплава доступны в различных категориях в зависимости от области применения, уровня точности и формы, что позволяет удовлетворить разнообразные потребности в измерениях.

1.1.1 Определение грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамовых сплавов можно рассматривать с трёх точек зрения: состава, функции и применения. Во-первых, с точки зрения состава материала, гири из вольфрамовых сплавов представляют собой изделия из сплавов, в основном состоящих из вольфрама, обычно содержащего более 90% вольфрама, с добавлением таких элементов, как никель, железо или медь, для повышения технологичности и механической прочности. Высокая плотность вольфрама (приблизительно $19,25 \text{ г/см}^3$) позволяет ему достигать большой массы при небольшом объёме, что является ключевой характеристикой, отличающей его от гирь из других металлов, таких как нержавеющая сталь или латунь. Химическая стабильность вольфрамовых сплавов также делает их устойчивыми к окислению и коррозии при длительном использовании, обеспечивая стабильное качество.

С функциональной точки зрения гири из вольфрамового сплава представляют собой стандартизированные приборы, используемые для калибровки и проверки качества весоизмерительных приборов. В метрологии качество гирь должно соответствовать международным или национальным стандартам (например, стандартам OIML или JIG) для обеспечения их надёжности в процессе калибровки. Благодаря высокой плотности и малому объёму гири из вольфрамового сплава особенно подходят для калибровки небольших весов, требующих высокой точности, таких как лабораторные аналитические весы или микровесы. Кроме того, гири из вольфрамового сплава обладают превосходной износостойкостью, сохраняя качество поверхности и стабильность массы даже при частом использовании, что снижает погрешности, вызванные износом.

С точки зрения применения, гири из вольфрамовых сплавов широко используются в лабораториях, промышленном производстве и коммерческой метрологии. Например, в фармацевтической

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

промышленности гири из вольфрамовых сплавов используются для калибровки высокоточных весов, обеспечивая точность лекарственных форм; в ювелирной промышленности их высокоточные свойства отвечают требованиям взвешивания драгоценных металлов; а в научных исследованиях гири из вольфрамовых сплавов служат надежным эталоном массы для высокоточных экспериментов. Терминологическое определение гирь из вольфрамовых сплавов выходит за рамки их физических свойств и охватывает их функциональную роль в стандартизированных метрологических системах, делая их незаменимым компонентом современной метрологии.

вольфрамового сплава можно дополнительно уточнить, рассмотрев процесс их производства и требования стандартизации. В процессе производства гири из вольфрамового сплава обычно изготавливаются методом порошковой металлургии, при котором вольфрамовый порошок смешивается с другими металлическими порошками, прессуется в компактную форму, а затем подвергается высокотемпературному спеканию и прецизионной обработке. Этот процесс обеспечивает высокую плотность и однородность гирь, а полировка и обработка поверхности дополнительно повышают их коррозионную стойкость и эстетичный вид. Что касается стандартизации, гири из вольфрамового сплава должны соответствовать требованиям международных метрологических организаций к классу точности, например, классам E1, E2 и F1 стандарта OIML R111. Каждый класс соответствует разному диапазону погрешности и сценарию использования.

Важно отметить, что терминология и определение гирь из вольфрамовых сплавов не статичны, а постоянно развиваются в связи с развитием материаловедения и метрологии. Например, разработка новых сплавов на основе вольфрама может ещё больше улучшить эксплуатационные характеристики гирь, например, повысить плотность или улучшить устойчивость к воздействию окружающей среды. В будущем определение гирь из вольфрамовых сплавов может также включать интеллектуальные элементы, такие как встроенные датчики для контроля качества в режиме реального времени. Короче говоря, терминология и определение гирь из вольфрамовых сплавов многомерны и охватывают такие аспекты, как материалы, функции, области применения и стандартизация, что закладывает основу для их важного положения в современной метрологии.

Классификация гирь из вольфрамовых сплавов

Гири из вольфрамового сплава можно классифицировать по многим параметрам, включая класс точности, форму, назначение и процесс изготовления.

Гири класса точности

в соответствии с международными метрологическими стандартами (например, OIML R111), включая E1, E2, F1, F2 и M1. Гири класса E1 обеспечивают наивысшую точность и подходят для калибровки высокоточных лабораторных весов, например, для микровзвешивания в экспериментах по аналитической химии. Гири классов E2 и F1 подходят для общего лабораторного и промышленного применения. Гири классов F2 и M1 чаще используются для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

рутинных измерений в коммерческих и промышленных условиях. К каждому классу точности гири предъявляются строгие требования к чистоте материала, точности обработки и калибровке, чтобы гарантировать, что допуски массы остаются в допустимых пределах.

Форма гирь напрямую влияет на удобство их использования и области применения. Распространенные формы включают цилиндрическую, листовую, блочную и крюковую. Цилиндрические гири часто используются для калибровки лабораторных весов благодаря своей простоте конструкции и удобству штабелирования; листовые гири компактны и удобны для переноски, что делает их пригодными для калибровки микровесов; блочные гири подходят для калибровки крупных промышленных весов; а крюковые гири часто используются в подвесных весах и удобны для динамического взвешивания. При проектировании гирь различной формы необходимо учитывать устойчивость центра тяжести, качество поверхности и простоту эксплуатации для удовлетворения потребностей конкретных условий.

подразделяются по области применения

на лабораторные, промышленные и коммерческие. Лабораторные гири требуют высокой точности и стабильности и обычно используются для калибровки весов в химических, физических и биологических экспериментах. Промышленные гири отличаются прочностью и широким диапазоном взвешивания, что делает их пригодными для испытаний на производственных линиях. Коммерческие гири широко используются на рынках, в торговле, для взвешивания ювелирных изделий и в других областях, делая акцент на портативности и доступности. Кроме того, некоторые специализированные гири из вольфрамового сплава, например, калибровочные гири для аэрокосмической промышленности, могут требовать дополнительной устойчивости к вибрации и температурным колебаниям.

К основным

методам производства относятся порошковая металлургия, точное литье и обработка на станках с ЧПУ. Порошковая металлургия является наиболее распространённым процессом, позволяющим добиться высокой плотности и однородности, что позволяет производить высокоточные гири; точное литье подходит для изготовления больших гирь при относительно низкой стоимости; а обработка на станках с ЧПУ используется для производства гирь сложной формы или по индивидуальному заказу. Кроме того, на классификацию гирь влияет процесс обработки поверхности (например, гальванопокрытие, полировка или нанесение покрытия). Например, гири из никелированного вольфрамового сплава обладают более высокой коррозионной стойкостью и подходят для использования во влажной среде.

1.1.2 Классификация гирь из вольфрамовых сплавов по классу точности

Гири из вольфрамового сплава классифицируются по классу точности, основанному на международных метрологических стандартах, и разработаны для удовлетворения требований к метрологической точности в различных областях применения. Класс точности определяется, прежде всего, допуском на массу гири, технологией изготовления и требованиями калибровки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Эти классы точности подходят для широкого спектра применений: от высокоточных лабораторий до повседневной коммерческой метрологии.

Гири из вольфрамового сплава обычно классифицируются на классы E1, E2, F1, F2 и M1, каждый из которых соответствует различным допускам массы и сценариям использования. Гири класса E1 являются наиболее точными, с чрезвычайно жесткими допусками массы, что делает их подходящими для калибровки высокоточных аналитических весов. Например, в химических лабораториях гири класса E1 часто используются для калибровки микровесов, чтобы гарантировать, что погрешности взвешивания фармацевтических составов или химических реагентов контролируются с точностью до микрограмма. Процесс производства этих гирь чрезвычайно строгий и требует использования высокочистого вольфрамового сплава, прецизионной обработки и многократной калибровки для обеспечения абсолютной точности массы. Поверхность гирь класса E1 обычно тщательно полируется, чтобы уменьшить отклонения массы, вызванные дефектами поверхности.

Точность гирь класса E2 несколько ниже, чем у E1, но они всё же подходят для большинства высокоточных лабораторных задач. Например, в биологических экспериментах гири класса E2 могут использоваться для калибровки аналитических весов, обеспечивая надёжность взвешивания образцов. Стоимость производства гирь класса E2 несколько ниже, чем у E1, но они по-прежнему требуют строгого контроля качества, включая выбор материалов, точность обработки и испытания на адаптируемость к внешним условиям. Гири класса F1 больше подходят для общелaborаторных и промышленных задач, таких как физические эксперименты или контроль качества на промышленном производстве. Гири класса F1 имеют несколько более широкий диапазон допусков, но их высокая плотность и стабильность по-прежнему отвечают требованиям большинства высокоточных измерений.

Гири F2 и M1 предъявляют относительно низкие требования к точности и подходят для коммерческого и общепромышленного применения. Например, в пищевой промышленности гири F2 используются для калибровки электронных весов на производственных линиях, чтобы гарантировать соответствие упаковки продукции стандартам веса. Гири M1 часто используются для калибровки весов на рынке, например, на фермерских рынках. Гири F2 и M1 предъявляют относительно низкие требования к чистоте материала и точности обработки при производстве, что делает их более экономичными. Тем не менее, их прочность и стабильность по-прежнему превосходят гири из других материалов, таких как латунь или чугун.

Гири из вольфрамового сплава различных классов точности следует выбирать в зависимости от конкретных условий применения. Например, в случаях, требующих исключительно высокой точности, предпочтительны гири классов E1 или E2; в коммерческих случаях, где важна экономия, более предпочтительны гири классов F2 или M1. Кроме того, класс точности гири из вольфрамового сплава тесно связан с частотой её калибровки и условиями эксплуатации. Высокоточные гири (такие как E1 и E2) обычно требуют регулярных проверок для обеспечения стабильности качества, в то время как для гирь с более низкой точностью (таких как M1)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приоритетными являются долговечность и долговременная стабильность.

С технической точки зрения, класс точности гири из вольфрамового сплава тесно связан со свойствами материала и технологией изготовления. Высокая плотность и низкий коэффициент теплового расширения вольфрамового сплава позволяют ему сохранять стабильное качество в условиях изменяющейся температуры и влажности, что особенно важно для высокоточных гирь. Кроме того, методы порошковой металлургии и процессы обработки поверхности (например, гальванопокрытие или полировка), используемые в процессе производства, также напрямую влияют на класс точности гири. Например, гири класса E1 обычно требуют нескольких этапов полировки для обеспечения гладкой поверхности, в то время как гири класса M1 могут потребовать лишь базовой обработки поверхности.

1.1.3 Классификация грузов из вольфрамовых сплавов по области применения

Гири из вольфрамового сплава классифицируются по сферам применения, основанным на их практическом использовании в различных отраслях и областях, охватывая три основных сферы применения: лабораторное, промышленное и коммерческое. Эта классификация отражает не только функциональные различия гирь, но и разнообразие в выборе материалов, конструкции и производственных процессах. Далее будут рассмотрены сферы применения и характеристики гирь из вольфрамового сплава с трёх точек зрения: лабораторной, промышленной и коммерческой.

В лабораторных условиях гири из вольфрамового сплава в основном используются для калибровки высокоточных аналитических весов и микровесов, а также широко используются в экспериментах в таких дисциплинах, как химия, биология и физика. Например, в фармацевтических лабораториях гири из вольфрамового сплава используются для калибровки весов, чтобы гарантировать точность лекарственных формул; в материаловедении гири используются для проверки качественных характеристик материалов. Лабораторные гири из вольфрамового сплава обычно имеют высокоточные классы (например, E1 или E2). Их высокая плотность позволяет им достигать большой массы в небольшом объеме, что делает их удобными для работы в ограниченном пространстве. Кроме того, лабораторные гири требуют высокой чистоты поверхности и коррозионной стойкости, чтобы избежать отклонений массы, вызванных факторами окружающей среды. Гири из вольфрамового сплава также имеют преимущество низкой магнитной восприимчивости в лаборатории, что эффективно снижает влияние помех магнитного поля на калибровку весов.

В промышленных сценариях гири из вольфрамового сплава в основном используются для калибровки весов или испытательного оборудования на производственных линиях и подходят для таких областей, как обрабатывающая промышленность, пищевая промышленность и химическое производство. Например, в автомобильной промышленности гири из вольфрамового сплава могут использоваться для калибровки оборудования для испытания веса компонентов, чтобы гарантировать соответствие качества продукции стандартам; в пищевой промышленности гири используются для калибровки весовых систем на упаковочных линиях, чтобы гарантировать

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

точность веса продукции. Промышленные гири из вольфрамового сплава обычно имеют широкий диапазон масс (например, от нескольких граммов до нескольких килограммов), что позволяет удовлетворять потребности в калибровке весов различных размеров. Кроме того, в промышленных сценариях от гирь требуется высокая прочность и износостойкость. Отличные механические свойства вольфрамового сплава позволяют им оставаться стабильными при частом использовании и в суровых условиях. С точки зрения конструкции формы промышленные гири в основном имеют форму блока или крючка, что упрощает их эксплуатацию на крупногабаритном оборудовании.

Коммерческое применение : гири из вольфрамового сплава в основном используются для калибровки весового оборудования, используемого в рыночной торговле, такого как электронные весы и платформенные весы. Они широко используются в розничной торговле, ювелирной промышленности и логистике. Например, на ювелирном рынке гири из вольфрамового сплава используются для калибровки высокоточных весов, чтобы гарантировать точное взвешивание драгоценных металлов; на фермерских рынках гири используются для калибровки весового оборудования, используемого в повседневных транзакциях. Коммерческие гири из вольфрамового сплава обычно имеют класс точности F2 или M1, что подчеркивает портативность и доступность. При их проектировании приоритет отдается простоте использования, например, использование листовых или небольших цилиндрических конструкций для легкой переноски и хранения.

Гири из вольфрамового сплава для различных сфер применения имеют различные особенности конструкции и производства. Например, для лабораторных гирь приоритет отдается точности и качеству поверхности, для промышленных – прочности и широкому диапазону весов, а для коммерческих – стоимости и портативности. Более того, для некоторых специализированных применений могут потребоваться гири из вольфрамового сплава, изготовленные по индивидуальному заказу. Например, в аэрокосмической промышленности гири могут требовать дополнительной вибростойкости, а в судостроении – специальных антикоррозионных покрытий. Эти индивидуальные требования ещё больше расширяют возможности применения гирь из вольфрамового сплава.

Учитывая тенденции развития, сферы применения гирь из вольфрамовых сплавов, вероятно, будут расширяться с внедрением интеллектуальных технологий. Например, в будущем гири могут быть оснащены датчиками для контроля качества в режиме реального времени или интегрированы с интеллектуальными системами балансировки для повышения эффективности калибровки. Эта интеллектуальная тенденция откроет новые возможности применения гирь из вольфрамовых сплавов, одновременно предъявляя более высокие требования к материалам и производственным процессам.

1.2 Состав и основа свойств сплава на основе вольфрама

Сплавы на основе вольфрама – это композиционные материалы, состоящие преимущественно из вольфрама и других металлических или неметаллических элементов. Их состав напрямую

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

определяет физические свойства, химическую стабильность и область применения гирь. Высокая плотность, коррозионная стойкость и механическая прочность гирь из вольфрамовых сплавов делают их идеальными для высокоточных метрологических приборов.

1.2.1 Состав грузов из вольфрамового сплава

Вольфрамовые сплавы состоят в основном из вольфрама (W), на долю которого обычно приходится более 90% массы сплава. Другие металлы, такие как никель (Ni), железо (Fe), медь (Cu) или кобальт (Co), образуют стабильную систему сплава. Выбор и соотношение этих вспомогательных элементов существенно влияют на эксплуатационные характеристики сплава.

Вольфрам является основным компонентом гирь из вольфрамового сплава. Его высокая плотность (приблизительно 19,25 г/см³) обеспечивает большую массу при компактных размерах. Высокая температура плавления вольфрама (приблизительно 3422 °C) и превосходная химическая стабильность обеспечивают постоянство массы в различных условиях, что особенно важно для метрологических приборов, требующих длительного использования. Кроме того, высокая твёрдость вольфрама снижает износ при частом использовании, тем самым продлевая срок службы гирь. Высокое содержание вольфрама обеспечивает высокую плотность, что позволяет гилям соответствовать требованиям высокой точности и компактности как в лабораторных, так и в промышленных условиях.

Выбор вспомогательных элементов играет ключевую роль в составе гирь из вольфрамовых сплавов. Никель является одним из наиболее часто используемых вспомогательных элементов, поскольку он улучшает обрабатываемость и вязкость сплава. Добавление никеля облегчает формование вольфрамового сплава в процессе порошковой металлургии и улучшает качество поверхности гири, облегчая последующую полировку. Железо часто используется в сочетании с никелем для дальнейшего повышения механической прочности сплава и снижения производственных затрат. Медь используется в качестве связующего в некоторых составах вольфрамовых сплавов благодаря своей хорошей пластичности и электропроводности, что может улучшить обрабатываемость сплава. Кобальт используется в некоторых гирях с высокими требованиями к прочности для повышения износостойкости и ударопрочности сплава.

Гири из вольфрамовых сплавов часто корректируются в зависимости от конкретных условий применения. Например, вольфрамовые сплавы, используемые в высокоточных лабораторных весах, могут содержать повышенную долю вольфрама (более 95%) для максимальной плотности и стабильности; в то время как гири промышленного или коммерческого назначения могут иметь повышенную долю никеля или меди для баланса производительности и стоимости. Кроме того, некоторые гири из вольфрамовых сплавов для специализированных применений могут содержать микроэлементы, такие как молибден (Mo) или хром (Cr), для дополнительного повышения коррозионной стойкости или повышения высокотемпературных характеристик. Эти микроэлементы проходят тщательные испытания, чтобы гарантировать, что они не повлияют на точность измерения массы гири.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Гири из вольфрамовых сплавов обычно производятся методом порошковой металлургии. Этот процесс включает смешивание высокочистого вольфрамового порошка с порошками других металлов в соответствующих пропорциях. Конечный продукт формируется путем прессования, высокотемпературного спекания и прецизионной обработки. В процессе спекания вспомогательные элементы (например, никель или медь) действуют как связующее вещество, помогая частицам вольфрама сформировать однородную микроструктуру, тем самым увеличивая плотность и прочность сплава. Обработка поверхности (полировка или гальванопокрытие) также играет важную роль в формировании состава. Например, никелирование дополнительно повышает коррозионную стойкость гири и продлевает срок ее службы во влажной или химической среде.

Гири из вольфрамового сплава также должны учитывать адаптируемость к окружающей среде. Например, в некоторых средах с высокой влажностью или кислотностью может потребоваться более высокое содержание никеля или меди для повышения коррозионной стойкости. В условиях высоких температур для повышения термостабильности могут добавляться такие элементы, как молибден. Эти корректировки состава требуют точного контроля в процессе производства, чтобы гарантировать соответствие гири требованиям точности международных метрологических стандартов (например, OIML R111).

1.2.2 Влияние состава на основные свойства грузов из вольфрамовых сплавов

Вольфрамовый сплав оказывает непосредственное и существенное влияние на основные свойства гири, такие как плотность, механическая прочность, коррозионная стойкость и стабильность. Выбор и соотношение различных элементов существенно изменяют физические и химические свойства гири, определяя её пригодность для конкретного применения.

Плотность : Плотность — одно из важнейших свойств гири из вольфрамовых сплавов, напрямую определяющее их способность достигать высокой массы при малом объеме. Высокая плотность вольфрама (приблизительно $19,25 \text{ г/см}^3$) является основным источником этой высокой плотности, значительно превышающей плотность нержавеющей стали (приблизительно $7,9 \text{ г/см}^3$) или латуни (приблизительно $8,5 \text{ г/см}^3$). Регулируя содержание вольфрама, можно точно контролировать плотность сплава. Например, сплавы, содержащие более 95% вольфрама, имеют плотность, близкую к чистому вольфраму, что делает их пригодными для высокоточных лабораторных гири. Сплавы, содержащие 80–90% вольфрама, имеют несколько меньшую плотность, но и более низкую стоимость, что делает их пригодными для промышленного или коммерческого использования. Такие несущие элементы, как никель и медь, имеют меньшую плотность ($8,9 \text{ г/см}^3$ и $8,96 \text{ г/см}^3$ соответственно). Увеличение их доли несколько снижает общую плотность сплава, что требует баланса между плотностью и стоимостью.

Механическая прочность и ударная вязкость : сам вольфрам обладает высокой твердостью, но он хрупок и склонен к растрескиванию во время обработки или использования. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель и железо, значительно повышает механическую

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

прочность и ударную вязкость сплава. Никель, как связующая фаза, может усилить силу связи между частицами вольфрама, делая сплав менее склонным к разрушению при воздействии внешней силы. Добавление железа дополнительно повышает прочность сплава на растяжение, позволяя грузам выдерживать определенные механические напряжения при частом использовании. Например, в промышленных условиях грузы из вольфрамового сплава могут быть должны выдерживать удары во время транспортировки или штабелирования, а разумное соотношение никеля и железа может обеспечить структурную целостность грузов. Кроме того, добавление кобальта может дополнительно повысить твердость и износостойкость сплава, что делает его пригодным для применений, требующих высокой долговечности.

Коррозионная стойкость : коррозионная стойкость гирь из вольфрамового сплава имеет решающее значение для их долговременной стабильности. Сам вольфрам обладает превосходной химической стабильностью и может противостоять коррозии в большинстве кислых и щелочных сред. Однако чистый вольфрам может подвергаться небольшому окислению при определенных условиях (таких как высокая температура и высокая влажность). Добавление никеля и меди значительно повышает коррозионную стойкость сплава. В частности, никелевое покрытие поверхности эффективно изолирует гирю от прямого контакта с внешней средой, снижая риск окисления или коррозии. Например, в фармацевтических лабораториях или морской среде никелированные гири из вольфрамового сплава могут сохранять долговременную стабильность качества и чистоту поверхности. Важно отметить, что доля вспомогательных элементов должна строго контролироваться. Избыточное содержание меди может снизить коррозионную стойкость сплава в кислых средах.

Термическая стабильность : Термическая стабильность гирь из вольфрамовых сплавов играет ключевую роль в сохранении постоянной массы при различных температурах. Высокая температура плавления и низкий коэффициент теплового расширения вольфрама (приблизительно $4,5 \text{ мкм/м} \cdot \text{K}$) позволяют ему сохранять стабильный объем и массу при любых колебаниях температуры. Вспомогательные элементы, такие как никель и железо, имеют более высокие коэффициенты теплового расширения ($13 \text{ мкм/м} \cdot \text{K}$ и $12 \text{ мкм/м} \cdot \text{K}$) . (соответственно) , поэтому их содержание должно поддерживаться в разумных пределах, чтобы минимизировать влияние температурных колебаний на точность взвешивания. В некоторых высокотемпературных применениях (например, для калибровки в аэрокосмической промышленности) для дополнительного повышения термостабильности могут быть добавлены тугоплавкие элементы, такие как молибден. Кроме того, процесс высокотемпературного спекания в процессе производства оптимизирует микроструктуру сплава, снижая влияние термических напряжений на характеристики взвешивания.

Другие свойства : Состав также влияет на другие свойства гирь из вольфрамового сплава, такие как магнитная восприимчивость и качество поверхности. Низкая магнитная восприимчивость вольфрамового сплава делает его менее восприимчивым к электромагнитным помехам, что делает его пригодным для калибровки высокоточных электронных весов. Добавление никеля улучшает обрабатываемость сплава, обеспечивая высокое качество поверхности гири и снижая отклонения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

массы, вызванные поверхностными дефектами. Кроме того, в некоторых гирях из вольфрамового сплава специального назначения могут использоваться микроэлементы (например, хром) для оптимизации специфических свойств, таких как повышенная стойкость к ультрафиолетовому излучению при использовании на открытом воздухе.

1.2.3 Различия в свойствах обычно используемых процессов формовки грузов из вольфрамовых сплавов

Вес вольфрамовых сплавов существенно влияет на их свойства, такие как плотность, механическая прочность, качество поверхности и стоимость. К распространённым методам литья относятся порошковая металлургия, точное литьё и обработка на станках с ЧПУ, каждый из которых имеет свои собственные технологические процессы, области применения и эксплуатационные характеристики.

Самый распространённый процесс изготовления гирь из вольфрамового сплава, особенно подходящих для производства высокоточных гирь высокой плотности. Процесс включает смешивание высокочистого вольфрамового порошка с другими металлическими порошками (такими как никель, железо или медь) в соответствующих пропорциях. Затем гири формируются путем прессования, высокотемпературного спекания и последующей прецизионной обработки. Преимущество порошковой металлургии заключается в ее способности достигать чрезвычайно высокой плотности (приближающейся к 98% и более от теоретической плотности), гарантируя, что гири обладают большой массой в небольшом объеме. Кроме того, этот процесс создает однородную микроструктуру, уменьшая внутренние дефекты и, таким образом, повышая механическую прочность и стабильность гирь. После полировки поверхности гири, изготовленные методом порошковой металлургии, достигают исключительно гладкой поверхности, что помогает уменьшить отклонения качества, вызванные дефектами поверхности. Это делает их подходящими для изготовления высокоточных лабораторных гирь (таких как классы E1 и E2). Однако порошковая металлургия связана с высокой стоимостью процесса, высокими требованиями к оборудованию и чистоте сырья, а также длительным производственным циклом. Поэтому она больше подходит для высокоточного мелкосерийного производства.

вольфрамового сплава изготавливаются путем заливки расплавленного металла в форму. Вольфрам и другие металлические элементы сначала расплавляются в жидкий сплав, который затем заливается в прецизионную форму и охлаждается для формирования сплава. Наконец, сплав подвергается механической обработке и обработке поверхности. Преимущества точного литья включают в себя возможность быстрого производства больших гирь (например, нескольких килограммов для промышленного использования) по более низкой стоимости, чем порошковая металлургия. Кроме того, этот процесс подходит для изготовления гирь более сложной формы, таких как крючки или блоки. Однако из-за возможного появления пористости и включений, вносимых в процесс литья, плотность и однородность прецизионных литых гирь немного ниже, чем у гирь, изготовленных методом порошковой металлургии, для которых обычно требуются

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

марки F2 или M1. Качество поверхности также может потребовать дополнительной обработки из-за литейных дефектов. Точное литье подходит для массового производства гирь в промышленных и коммерческих приложениях, где требуется более низкая точность.

Обработка с ЧПУ включает резку, шлифовку или гравировку заготовок из вольфрамового сплава с использованием высокоточных станков с ЧПУ для создания конечного груза. Этот процесс обычно выполняется как последующий этап в порошковой металлургии или точном литье, но может также использоваться непосредственно для изготовления небольших или индивидуальных грузов. Преимущества обработки с ЧПУ заключаются в ее высокой гибкости и точности, что позволяет производить грузы сложной формы или нестандартных размеров для удовлетворения конкретных требований применения. Например, некоторые грузы специального назначения могут потребовать особой геометрии или встроенных структур, и обработка с ЧПУ позволяет точно реализовать эти конструкции. Кроме того, обработка с ЧПУ обеспечивает чистоту поверхности и точность размеров, что делает ее подходящей для окончательной обработки высокоточных грузов. Однако обработка с ЧПУ приводит к значительным отходам материала и требует высокой точности оборудования и навыков оператора, что приводит к относительно высоким затратам.

Между тремя процессами существуют значительные различия с точки зрения плотности, качества поверхности, эффективности производства и стоимости. Порошковая металлургия позволяет достичь наивысшей плотности и однородности и подходит для высокоточных весов, но стоимость высока, а цикл длительный; точное литье подходит для быстрого производства больших весов с более низкой стоимостью, но плотность и точность немного хуже; обработка с ЧПУ имеет преимущества в гибкости и точности поверхности и подходит для индивидуальных потребностей, но коэффициент использования материала низкий. В реальных приложениях выбор процесса должен быть обусловлен уровнем точности и сценарием использования весов. Например, высокоточные весы для лабораторий обычно используют порошковую металлургию в сочетании с обработкой с ЧПУ для обеспечения качества и чистоты поверхности; большие веса для промышленного использования, как правило, изготавливаются методом точного литья для снижения стоимости; индивидуальные весы могут полностью полагаться на обработку с ЧПУ для удовлетворения особых требований к конструкции.

1.3 Классы точности систем передачи весов и измерений

вольфрамового сплава являются основой их применения в метрологии. Класс точности определяет допуск массы гири и условия её применения, а система передачи значений обеспечивает единообразие и прослеживаемость значения массы гири в различных метрологических системах.

1.3.1 Сравнение отечественных и международных стандартов точности для гирь из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава являются важнейшими нормативными документами в метрологии,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

гарантируя соответствие значения массы гири заданным допускам, тем самым гарантируя надежность и постоянство результатов измерений. Международные и национальные стандарты точности различаются по определению, классификации и применению, но все они основаны на международных метрологических организациях (например, МОЗМ) или национальных метрологических правилах. Ниже представлен подробный анализ стандартов точности гирь из вольфрамового сплава, в котором основное внимание уделяется международным и национальным стандартам, а также их взаимосвязи.

Стандарт R111 Международной организации метрологии (OIML) является основным стандартом для классов точности гирь из вольфрамовых сплавов и широко используется в метрологии по всему миру. Этот стандарт разделяет гири на семь классов точности: E1, E2, F1, F2, M1, M2 и M3, где E1 — самая высокая точность, а M3 — самая низкая. Гири класса E1 имеют чрезвычайно жесткие допуски (например, гиря 1 кг имеет допуск $\pm 0,5$ мг) и подходят для калибровки высокоточных аналитических весов, таких как микровзвешивание в химических или фармацевтических лабораториях. Гири класса E2 имеют немного более широкие допуски ($\pm 1,6$ мг для гири 1 кг) и подходят для общей калибровки лабораторных весов. Классы F1 и F2 предназначены для высокоточного промышленного и общепромышленного применения соответственно с постепенно расширяющимися допусками (± 5 мг и ± 16 мг для гири 1 кг соответственно). Гири классов точности M1–M3 используются в коммерческих и промышленных целях, требующих низкой точности, и имеют более широкие допуски (± 50 мг для гири класса точности M1 массой 1 кг). Стандарт OIML R111 также четко определяет требования к материалу, качеству поверхности и калибровке гирь. Например, гири классов точности E1 и E2 должны быть изготовлены из материалов высокой плотности с низкой магнитной восприимчивостью (например, из вольфрамового сплава) и иметь очень гладкую поверхность.

Национальные правила поверки гирь Китая (JJG 99-2006) являются основной основой для определения классов точности гирь из вольфрамовых сплавов. Несмотря на высокое соответствие стандарту OIML R111 с точки зрения классификации, существуют небольшие различия в конкретных требованиях и терминологии. JJG 99-2006 классифицирует гири на классы E1, E2, F1, F2, M1, M2 и M3 с допусками, в основном идентичными таковым в OIML R111. Например, допуск для гири E1 1 кг составляет $\pm 0,5$ мг, для E2 — $\pm 1,6$ мг и т. д. Внутренний стандарт также имеет схожие с международным стандартом требования к производству и калибровке гирь, но больше внимания уделяется адаптации к специфическим особенностям внутренней метрологической системы. Например, внутренний стандарт включает более подробные положения об экологической совместимости гирь с учетом разнообразного климата и промышленной среды Китая. Кроме того, JJG 99-2006 определяет цикл калибровки и процесс проверки весов для обеспечения стабильности их значений при длительном использовании.

OIML R111 и JJG 99-2006 имеют схожую классификацию классов точности и диапазонов допусков, при этом оба стандарта используют допуск массы в качестве основного показателя и применяются в одних и тех же сценариях. Например, классы E1 и E2 используются в высокоточных лабораториях, классы F1 и F2 используются в промышленной метрологии, а

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

классы от M1 до M3 используются в коммерческой метрологии. Однако существуют тонкие различия в их реализации. Будучи международным стандартом, OIML R111 подчеркивает глобальную применимость и устанавливает относительно универсальные требования к материалам гирь и обработке поверхностей. Однако JJG 99-2006 включает более конкретные требования к экологической совместимости гирь и процедурам поверки, адаптированные к специфическим условиям Китая.

Гири из вольфрамовых сплавов обладают высокой совместимостью как с национальными, так и с международными стандартами. Благодаря высокой плотности и низкой магнитной восприимчивости, вольфрамовые сплавы могут соответствовать высокоточным требованиям OIML R111 и JJG 99-2006 (например, классам E1 и E2). В международной торговле или многонациональных лабораториях гири из вольфрамовых сплавов обычно производятся и калибруются в соответствии с OIML R111 для обеспечения глобальной прослеживаемости. Однако при внутреннем применении они должны соответствовать требованиям проверки JJG 99-2006 для включения в национальную метрологическую систему. Кроме того, для специализированных применений могут потребоваться изготовленные на заказ гири, соответствующие особым требованиям как национальных, так и международных стандартов.

Сравнение отечественных и международных стандартов точности закладывает основу для глобального применения гирь из вольфрамовых сплавов. Например, в международной фармацевтической промышленности гири из вольфрамового сплава класса E1 должны соответствовать стандарту OIML R111 для обеспечения глобальной согласованности рецептов лекарственных препаратов. На китайском рынке гири класса M1 должны пройти сертификацию по стандарту JJG 99-2006 для целей торговых расчетов. В будущем, с развитием метрологических технологий, стандарты точности могут быть еще более уточнены, например, за счет введения более жестких допусков или интеллектуальных методов калибровки. Кроме того, процессы производства гирь из вольфрамовых сплавов (такие как порошковая металлургия или обработка на станках с ЧПУ) должны постоянно оптимизироваться для соответствия все более строгим стандартам.

1.3.2 Основной процесс перевода значения веса вольфрамового сплава

Передача величины — это процесс передачи значения национального или международного эталона массы рабочим гирям посредством серии стандартизированных процессов калибровки и поверки, обеспечивающих точность и согласованность результатов измерений. Гири из вольфрамового сплава часто используются в высокоточных системах передачи величины благодаря своей высокой плотности и стабильности. Основной процесс включает в себя создание эталона, создание калибровочной цепи, поверку и передачу, а также использование и обслуживание.

Отправной точкой для передачи измеренных значений является национальный или международный эталон массы, обычно реализуемый с использованием эталонных гирь,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

поддерживаемых Международным бюро мер и весов (МБМВ) или национальным метрологическим институтом (например, Китайским национальным институтом метрологии). Эти эталонные гири обычно изготавливаются из высокостабильных материалов (например, сплавов платины и иридия), при этом значения массы, измеряемые в килограммах (кг), прослеживаются непосредственно к международному прототипу килограмма или переопределенному килограмму на основе постоянной Планка. Хотя гири из вольфрамового сплава не используются напрямую в качестве эталонных гирь, их высокоточные классы (например, E1 и E2) часто служат вторичными эталонами, принимая значения измерений, переданные с эталонных гирь. Этап установления эталона требует высокоточного контроля окружающей среды (например, лаборатории с постоянной температурой и влажностью) и измерительного оборудования (например, высокоточного компаратора массы) для обеспечения абсолютной точности измеренных значений.

Калибровочная цепь является ключевым звеном в передаче результатов измерений. Благодаря последовательной калибровке нескольких гирь значение эталонной гири передается рабочей гире. Гири из вольфрамового сплава обычно используются в калибровочной цепи в качестве вторичных эталонных гирь (классов E1 и E2) или рабочих гирь (классов F1, F2 и M1). Калибровочная цепь имеет строгую иерархическую структуру: эталонные гири калибруют первичные эталонные гири (обычно класса E1), которые, в свою очередь, калибруют вторичные эталонные гири (класса E2) и так далее, в конечном итоге передавая значение рабочим гилям. Гири из вольфрамового сплава благодаря своей высокой плотности и низкой магнитной восприимчивости снижают влияние окружающей среды во время процесса калибровки, обеспечивая точную передачу результатов измерений. Калибровка обычно проводится в лабораториях, соответствующих международным стандартам (например, OIML R111) или национальным стандартам (например, JJG 99-2006), с использованием высокоточных весов для сравнения и калибровки грузов.

Верификация является ключевым этапом в передаче измеренных значений, подтверждая, что значение массы гири соответствует ее номинальному значению и классу точности. Для гирь из вольфрамового сплава процесс верификации включает в себя сравнение массы, контроль окружающей среды и оценку погрешности. Сравнение массы обычно использует компаратор массы для определения фактического значения массы и отклонения гири из вольфрамового сплава путем сравнения ее с эталонной гирей следующего более высокого уровня. Контроль окружающей среды требует, чтобы лаборатория поддерживала постоянную температуру, влажность и давление воздуха, чтобы предотвратить влияние факторов окружающей среды на результаты калибровки. Оценка погрешности подтверждает, что отклонение массы находится в пределах допустимого диапазона отклонений, основанных на классе точности гири (например, допуск гири класса E1 массой 1 кг составляет $\pm 0,5$ мг). Гири из вольфрамового сплава, прошедшие проверку, получают сертификат калибровки, документирующий их значение массы и неопределенность, что служит подтверждением передачи измеренного значения. Процесс передачи может включать несколько уровней метрологических учреждений, например, из национального метрологического института в провинциальный метрологический институт, затем в местную метрологическую станцию и, в конечном итоге, к пользователю.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Последним шагом в передаче измеренного значения является применение калиброванных гирь из вольфрамового сплава в реальных метрологических сценариях, таких как калибровка лабораторных весов, тестирование промышленной производственной линии или коммерческое взвешивание. Во время использования гири из вольфрамового сплава должны соответствовать строгим эксплуатационным спецификациям, таким как использование специальных приспособлений для предотвращения прямого контакта и предотвращения загрязнения или износа поверхности. Что касается технического обслуживания, гири необходимо регулярно проверять для обеспечения стабильности их качества. Особенно в высокоточных сценариях (таких как классы E1 и E2), цикл калибровки обычно составляет 1-2 года. Высокая коррозионная стойкость и механическая прочность гирь из вольфрамового сплава позволяют им сохранять стабильные значения массы при длительном использовании, но их по-прежнему необходимо избегать воздействия экстремальных сред (таких как сильные кислоты и щелочи или высокие температуры), чтобы продлить срок их службы.

вольфрамового сплава в передаче результатов измерений заключаются в их высокой плотности и стабильности, что обеспечивает высокоточные измерения в небольшом объеме, что делает их подходящими для калибровки в различных сценариях. Например, в лабораториях гири из вольфрамового сплава класса E1 могут использоваться для калибровки микровесов; в промышленности гири класса F1 могут использоваться для калибровки электронных весов на производственных линиях. Процесс передачи результатов измерений подчеркивает прослеживаемость и стандартизацию, гарантируя, что значение качества гирь из вольфрамового сплава может быть прослежено до международных или национальных эталонов, тем самым обеспечивая единообразие результатов измерений во всем мире. В будущем, с развитием технологий интеллектуальной метрологии, процесс передачи результатов измерений может быть интегрирован в автоматизированные системы калибровки, такие как использование датчиков для контроля качества веса в режиме реального времени, что еще больше повысит эффективность и точность передачи.

1.3.3 Требования к переводу различных марок гирь из вольфрамовых сплавов

Гири из вольфрамовых сплавов разной точности предъявляют различные требования к передаче измеряемых значений, включая калибровочное оборудование, условия окружающей среды, циклы поверки и условия эксплуатации. Эти требования напрямую влияют на стабильность качества гирь и достоверность результатов измерений.

Гири из вольфрамового сплава класса E1 являются самыми точными и обладают чрезвычайно жесткими допусками (например, $\pm 0,5$ мг для гири массой 1 кг). Они в основном используются для калибровки высокоточных лабораторных весов, например, используемых в химическом анализе или фармацевтических испытаниях. Требования к передаче чрезвычайно строгие: калибровка должна проводиться в национальном метрологическом институте или аккредитованной высококачественной лаборатории с использованием высокоточного компаратора массы (с разрешением до микрограмма). Условия окружающей среды должны строго контролироваться:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

поддерживаться стабильная температура $20 \pm 0,5$ °C, влажность 50 ± 10 % и минимальные колебания давления воздуха. Процесс калибровки использует метод многоточечного сличения с многократными измерениями с эталонной гирей для снижения неопределённости. Гири класса E1 требуют чрезвычайно высокой чистоты поверхности и, как правило, изготавливаются методом порошковой металлургии в сочетании с обработкой на станках с ЧПУ и никелируются для защиты от коррозии. Циклы поверки короткие (обычно один год), и для предотвращения загрязнения рук необходимо использовать специальные приспособления. Передача гирь класса E1 в первую очередь используется для установления вторичных эталонов и обеспечения прослеживаемости в высокоточных метрологических системах.

Гири класса E2 имеют несколько меньшие допуски ($\pm 1,6$ мг для гири весом 1 кг) и подходят для общей калибровки лабораторных весов, например, для биологических экспериментов или испытаний материалов. Требования к переносу немного ниже, чем для гирь класса E1, но их все равно необходимо выполнять в высокоточной лаборатории, как правило, с использованием компаратора массы с разрешением 0,01 мг. Условия окружающей среды требуют контролируемой температуры 20 ± 1 °C и влажности 40–60 %, чтобы минимизировать влияние теплового расширения и влаги на массу. Калибровка использует стандартный метод сравнения, сравнивая массу с гирей E1 или эталонной гирей и регистрируя отклонения массы и неопределенности. Процесс производства гирь класса E2 аналогичен процессу производства гирь класса E1, но с несколько более низкими требованиями к обработке поверхности и чистоте материала, что приводит к более экономичной стоимости. Интервалы калибровки обычно составляют один-два года, и гири должны быть защищены от механических повреждений и химической коррозии. Гири класса E2 часто используются в качестве первичных эталонных гирь для передачи значений вторичным эталонам или рабочим гирям.

Допуск гирь класса F1 составляет ± 5 мг (гири 1 кг), что подходит для высокоточных промышленных сценариев или общих лабораторий, таких как физические эксперименты или контроль качества производственной линии. Требования к передаче относительно свободны и могут быть выполнены в провинциальных метрологических институтах или аккредитованных лабораториях с использованием компаратора массы с разрешением 0,1 мг. Условия окружающей среды требуют, чтобы температура контролировалась на уровне 20 ± 2 °C, а влажность была в пределах 30–70 %, с низкой чувствительностью к колебаниям давления воздуха. Процесс калибровки в основном основан на методе однотоочечного сравнения, который является высокоэффективным. Гири класса F1 обычно изготавливаются с использованием процессов порошковой металлургии или точного литья, а поверхность может быть полирована или покрыта для повышения долговечности. Цикл калибровки составляет 2–3 года, и следует соблюдать осторожность, чтобы избежать ударов силы тяжести и длительного воздействия влажной среды во время использования.

Гири классов F2 (допуск веса 1 кг ± 16 мг) и M1 (± 50 мг) подходят для коммерческого и общепромышленного применения, например, для взвешивания пищевых продуктов, торговых расчетов и логистических задач. Требования к передаче еще более смягчены, что позволяет

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

выполнять ее на местных метрологических станциях или в лабораториях пользователей с использованием эталонных весов с разрешением 1 мг. Окружающие условия относительно мягкие: температура 20 ± 5 °C и влажность 20–80 %, что делает их весьма устойчивыми к внешним воздействиям. Процесс калибровки прост и обычно выполняется методом прямого сличения, который эффективен и малозатратен. Гири классов F2 и M1 часто изготавливаются методом точного литья, что недорого и подходит для массового производства. Основная отделка поверхности — базовая полировка. Интервалы калибровки составляют 3–5 лет, при этом особое внимание уделяется долговечности и портативности. Гири классов F2 и M1 в основном используются для калибровки ежедневных рабочих гирь при передаче значений, отвечая основным потребностям коммерческой метрологии.

Различные марки гирь из вольфрамового сплава отражают баланс между точностью, стоимостью и сферой применения. Гири классов E1 и E2 предъявляют строгие требования к переносу и подходят для высокоточных лабораторий; класс F1 подходит для высокоточных промышленных применений; а для классов F2 и M1 приоритет отдается экономичности и долговечности, что позволяет удовлетворить коммерческие потребности. Высокая плотность и стабильность гирь из вольфрамового сплава обеспечивают превосходные характеристики при всех классах переноса, особенно в высокоточных применениях.



CTIA GROUP LTD Гири из вольфрамового сплава

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

Глава 2. Основные характеристики грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава, благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, демонстрируют исключительные метрологические характеристики, что делает их идеальным выбором для высокоточной калибровки и поверки весов. В этой главе будут рассмотрены основные характеристики гирь из вольфрамового сплава, в частности, их плотность и объёмные свойства, которые напрямую определяют их преимущества в различных областях применения.

2.1 Плотность и объёмные характеристики грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава обладают основными преимуществами по сравнению с гирями из других материалов, таких как нержавеющая сталь или латунь. Высокая плотность и превосходная стабильность вольфрама позволяют достигать большой массы в малом объёме, что особенно важно для высокоточной метрологии и применения в условиях ограниченного пространства.

2.1.1 Диапазон параметров грузов из вольфрамового сплава высокой плотности

Одним из наиболее ярких свойств гирь из вольфрамового сплава является их высокая плотность, обусловленная как высокой плотностью самого вольфрама, так и оптимизированным процессом легирования. Плотность вольфрама составляет приблизительно $19,25 \text{ г/см}^3$, что близко к плотности золота ($19,32 \text{ г/см}^3$) и значительно выше, чем у распространённых металлов, таких как нержавеющая сталь (примерно $7,9 \text{ г/см}^3$) или латунь (примерно $8,5 \text{ г/см}^3$). Добавляя в сплав на основе вольфрама вспомогательные элементы (например, никель, железо или медь), можно регулировать плотность гирь в определённом диапазоне, обычно от 15 до 18 г/см^3 , в зависимости от состава сплава и процесса производства.

Гири из вольфрамовых сплавов в первую очередь определяются содержанием вольфрама. Сплавы с более высоким содержанием вольфрама ($90\text{--}97\%$) обычно имеют плотность $17\text{--}18 \text{ г/см}^3$, близкую к теоретической плотности чистого вольфрама, что делает их пригодными для высокоточных лабораторных весов (например, классов E1 и E2). Например, сплавы с 95% содержанием вольфрама могут достигать плотности $17,5\text{--}18 \text{ г/см}^3$, что позволяет хранить большую массу в очень малом объёме, что идеально подходит для калибровки микровесов. Сплавы с более низким содержанием вольфрама ($80\text{--}90\%$) имеют плотность $15\text{--}16,5 \text{ г/см}^3$ и подходят для промышленных или коммерческих весов (например, классов F2 и M1), сохраняя высокую плотность при снижении производственных затрат. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель (плотность $8,9 \text{ г/см}^3$) и медь ($8,96 \text{ г/см}^3$), немного снижает общую плотность, но улучшает обрабатываемость и вязкость сплава.

Производственный процесс также оказывает решающее влияние на плотность грузов из вольфрамового сплава. Порошковая металлургия является основным процессом для производства грузов из вольфрамового сплава высокой плотности. Благодаря высокотемпературному спеканию и прессованию плотность сплава может достигать более 98% от теоретической плотности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Например, грузики из вольфрамового сплава, использующие оптимизированный процесс спекания, могут достигать стабильной плотности 17,8-18 г/см³, что близко к уровню чистого вольфрама. Напротив, процесс точного литья может привести к немного более низкой плотности (приблизительно 15-16,5 г/см³) из-за пор или микроскопических дефектов, что делает его подходящим для сценариев с немного более низкими требованиями к плотности. Обработка с ЧПУ дополнительно оптимизирует размерную точность грузов за счет прецизионной резки, но мало влияет на плотность и в основном используется для улучшения качества поверхности и точности формы.

Параметры высокой плотности гирь из вольфрамового сплава также зависят от микроэлементов и обработки поверхности. Например, добавление небольшого количества кобальта или молибдена может немного увеличить плотность и механическую прочность, но это может увеличить стоимость. Поверхностное покрытие (например, никелирование) образует тонкое покрытие на поверхности гири, немного изменяя общую плотность, но эффект, как правило, незначителен. Кроме того, стабильность параметров плотности является ключевым преимуществом гирь из вольфрамового сплава. Низкий коэффициент теплового расширения вольфрама (приблизительно 4,5 мкм/м·К) и высокая химическая стабильность позволяют ему сохранять постоянную плотность при изменении температуры и влажности, тем самым обеспечивая долговременную стабильность качества гири.

В практическом применении диапазон параметров высокой плотности позволяет гирям из вольфрамового сплава удовлетворять различным метрологическим потребностям. Например, в лабораториях гири высокой плотности (17–18 г/см³) могут достигать массы от 1 г до 100 г в небольшом объеме, что делает их пригодными для калибровки высокоточных аналитических весов. В промышленных условиях гири несколько меньшей плотности (15–16,5 г/см³) могут использоваться для калибровки весов большой массы, балансировки производительности и стоимости. Диапазон параметров высокой плотности гирь из вольфрамового сплава также открывает потенциал для применения в специализированных приложениях, таких как аэрокосмическая и судостроительная техника, где часто требуются гири для достижения высокоточных измерений в ограниченном пространстве.

2.1.2 Преимущества гирь из вольфрамового сплава: малый объем и высокая грузоподъемность

вольфрамового сплава позволяет использовать их для измерения больших масс в малом объеме, что делает их существенным преимуществом в условиях ограниченного пространства или в высокоточных метрологических приложениях. По сравнению с традиционными материалами (такими как нержавеющая сталь или чугун), гири из вольфрамового сплава позволяют достичь той же массы в меньшем объеме, что повышает метрологическую эффективность, портативность и простоту использования.

Преимущество размещения большого веса в малом объеме обусловлено высокой плотностью

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

вольфрамового сплава. Плотность (ρ) определяется как отношение массы (m) к объему (V) ($\rho = m/V$). При одинаковой массе высокая плотность вольфрамового сплава позволяет ему быть значительно меньше, чем материалы с меньшей плотностью. Например, гири из вольфрамового сплава весом 1 кг (плотность приблизительно 17,5 г/см³) имеют объем всего 57 см³, в то время как гири из нержавеющей стали той же массы (плотность приблизительно 7,9 г/см³) имеют объем приблизительно 126 см³, что почти вдвое больше разницы в объеме. Это преимущество объема позволяет гирям из вольфрамового сплава более эффективно выполнять задачи калибровки в условиях ограниченного пространства, а также уменьшать место, необходимое на весах или поддонах весов.

Способность переносить большие веса в небольшом объеме делает гири из вольфрамового сплава превосходным решением для различных сценариев. В лабораторных условиях высокоточные аналитические весы обычно имеют меньшие весовые чашки, а небольшой размер гирь из вольфрамового сплава может быть легко адаптирован для облегчения калибровки микрообразцов (например, от 0,1 мг до 10 г). Например, в фармацевтических лабораториях гири из вольфрамового сплава могут использоваться для калибровки микровесов для обеспечения точности лекарственных формул. В промышленных условиях небольшой размер гирь из вольфрамового сплава позволяет легко работать с ними в компактных весах на производственных линиях, например, для калибровки небольшого весового оборудования в производстве электроники. Кроме того, в коммерческих областях (например, в ювелирной промышленности) небольшой размер гирь из вольфрамового сплава делает их удобными для переноски и хранения, что делает их подходящими для калибровки весового оборудования из драгоценных металлов на месте.

По сравнению с гирями из традиционных материалов, гири из вольфрамового сплава имеют существенное преимущество в виде малых размеров. Традиционные гири из нержавеющей стали имеют меньшую плотность и большие габариты при той же массе, что может привести к перегрузке чашки весов или неудобствам в эксплуатации. Несмотря на низкую стоимость, чугунные гири больше по размеру и подвержены коррозии, что влияет на стабильность качества. Небольшой размер гирь из вольфрамового сплава не только улучшает использование пространства, но и снижает расходы на транспортировку и хранение. Например, набор гирь из вольфрамового сплава массой от 1 до 100 г можно разместить в небольшом калибровочном ящике, что удобно для лабораторного или полевого использования, в то время как гири из нержавеющей стали той же массы могут потребовать больше места для хранения. Кроме того, низкая магнитная восприимчивость и коррозионная стойкость гирь из вольфрамового сплава позволяют им сохранять стабильные характеристики даже в сложных условиях, что еще больше повышает их прикладную ценность.

вольфрамового сплава в компактном корпусе, способных выдерживать большой вес, тесно связано с процессом их производства. Порошковая металлургия позволяет получать гири из вольфрамового сплава с высокой плотностью и однородной структурой, что обеспечивает стабильное качество, несмотря на компактные размеры. Обработка на станках с ЧПУ

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

дополнительно оптимизирует форму и точность размеров гирь, адаптируя их к конструктивным требованиям различных весов. Например, цилиндрические или листовые гири из вольфрамового сплава позволяют максимально эффективно использовать пространство, что позволяет легко их штабелировать или комбинировать. Обработка поверхности (например, никелирование или полировка) не только повышает коррозионную стойкость, но и снижает отклонения качества, вызванные дефектами поверхности, обеспечивая высокую точность этих компактных гирь.

2.1.3 Соотношение характеристик объема и веса грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава позволяют гибко измерять различные массы в заданном диапазоне объемов. Эта особенность обусловлена высокой плотностью вольфрамового сплава и точным контролем процесса производства. Благодаря адаптивному соотношению гирь из вольфрамового сплава обеспечивают эффективные и точные измерения в лабораториях, промышленности и коммерческих условиях.

Вольфрамовые гири отличаются высокой плотностью. Формула плотности $\rho = m/V$ гласит, что при постоянной массе (m) чем выше плотность (ρ), тем меньше объем (V). Вольфрамовый сплав обычно имеет плотность от 15 до 18 г/см³, что значительно выше, чем у нержавеющей стали (приблизительно 7,9 г/см³) или латуни (приблизительно 8,5 г/см³). Это означает, что гири из вольфрамового сплава могут достигать той же массы при меньшем объеме. Например, гиря из вольфрамового сплава массой 100 г (плотность приблизительно 17,5 г/см³) имеет объем приблизительно 5,7 см³, в то время как гиря из нержавеющей стали той же массы имеет объем приблизительно 12,7 см³. Такая высокая плотность даёт гилям из вольфрамового сплава отличный баланс между объемом и весом, что позволяет проектировать гири с различными сочетаниями массы и объема в соответствии с требованиями применения.

При проектировании гирь из вольфрамового сплава необходимо учитывать класс точности, форму и технологию производства. Высокоточные гири (например, классов E1 и E2) обычно изготавливаются из сплавов с высоким содержанием вольфрама (плотность 17–18 г/см³) для достижения заданной массы в минимально возможном объеме, что делает их пригодными для калибровки микровесов. Форма также влияет на коэффициент согласования. Например, цилиндрические гири легче штабелировать и переносить, листовые гири подходят для калибровки микромасс, а блочные гири – для крупногабаритных промышленных применений. Производственные процессы (например, порошковая металлургия) оптимизируют плотность и микроструктуру сплава, обеспечивая точное соответствие объема и массы. Например, благодаря прецизионному прессованию и высокотемпературному спеканию плотность гири может быть приближена к теоретическому значению, минимизируя влияние колебаний объема на массу. Поверхностная обработка (например, полировка или никелирование) дополнительно оптимизирует размерную точность гири и обеспечивает стабильность коэффициента согласования.

Соотношение адаптации объема и веса позволяет гилям из вольфрамового сплава хорошо

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

работать в самых разных сценариях. В лаборатории гири из вольфрамового сплава высокой плотности могут достигать массы от 1 мг до 100 г в небольшом объеме, что подходит для лоткового пространства небольших аналитических весов, например, для калибровки фармацевтических составов или химических экспериментов. В промышленных сценариях гири из вольфрамового сплава могут быть спроектированы как блочные структуры с большой массой (от 1 кг до 50 кг), но умеренным объемом, подходящие для калибровки больших весов на производственных линиях, таких как весовое оборудование в автомобильной промышленности или пищевой промышленности. В коммерческой сфере небольшой размер гирь из вольфрамового сплава делает их удобными для переноски и хранения, например, они используются для калибровки оборудования для взвешивания драгоценных металлов в ювелирной промышленности. Гибкость соотношения адаптации также отражается в индивидуальных потребностях. Например, в аэрокосмической отрасли могут потребоваться гири определенной массы и объема для адаптации к компактному калибровочному оборудованию.

вольфрамовых сплавов, благодаря оптимальному соотношению объема и веса, обеспечивают эффективное использование пространства и гибкие возможности проектирования. Их небольшой размер и большой вес снижают потребность в весовых лотках или складских площадях, повышая удобство эксплуатации и эффективность транспортировки. Кроме того, высокая плотность позволяет гилям обеспечивать более точную калибровку массы в высокоточных условиях, что отвечает требованиям микроизмерений. Однако эта характеристика также создаёт некоторые трудности, такие как высокая стоимость производства сплавов с высоким содержанием вольфрама и строгие требования к технологическому оборудованию и точности процесса.

2.2 Механические и прочностные характеристики гирь из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава обеспечивают стабильность их работы в течение длительного срока службы. К ним относятся высокая твёрдость, износостойкость, ударопрочность и коррозионная стойкость. Эти характеристики позволяют гилям из вольфрамового сплава сохранять точность измерения массы и физическую целостность даже при частой эксплуатации и в сложных условиях.

2.2.1 Проявление высокой твёрдости грузов из вольфрамового сплава

вольфрамовых сплавов имеют важное проявление механических свойств, которое напрямую влияет на их износостойкость и сопротивление деформации, тем самым обеспечивая стабильность качества и надежность при длительной эксплуатации.

вольфрамового сплава обусловлена его собственными свойствами. Чистый вольфрам имеет твёрдость по шкале Мооса около 7,5, что близко к твёрдости некоторых видов керамики и значительно выше, чем у нержавеющей стали (около 5,5) или латуни. Добавляя вспомогательные элементы, такие как никель, железо или кобальт, твёрдость вольфрамовых сплавов можно регулировать в определённом диапазоне, обычно между 250 и 400 единицами по Виккерсу (HV), в зависимости от формулы сплава и процесса производства. Эта высокая твёрдость позволяет

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

гилям из вольфрамового сплава противостоять царапинам и износу поверхности, сохраняя стабильное качество в течение длительного использования. Например, в ситуациях, когда гири часто перемещаются или штабелируются, их высокая твердость эффективно снижает повреждение поверхности и предотвращает отклонения качества, вызванные износом.

вольфрамовых гирь напрямую зависят от их состава. Сплавы с высоким содержанием вольфрама (90–97%) обладают высокой твердостью, приближающейся к твердости чистого вольфрама, что делает их пригодными для высокоточных гирь (например, классов E1 и E2) и способными выдерживать частые операции калибровки в лаборатории. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель и железо, немного снижая твердость, значительно повышает ударную вязкость сплава, предотвращая хрупкое разрушение, вызванное чрезмерной твердостью. Например, вольфрамовый сплав, содержащий 5% никеля и 3% железа, имеет твердость около HV 300, сохраняя высокую твердость и обеспечивая достаточную ударную вязкость. Добавление кобальта дополнительно увеличивает твердость (до более HV 400), что делает его пригодным для промышленных гирь, требующих чрезвычайно высокой износостойкости, но с более высокой стоимостью. Добавление микроэлементов, таких как хром или молибден, также может оптимизировать твердость и повышать коррозионную стойкость.

Производственный процесс имеет решающее значение для твердости гирь из вольфрамового сплава. Порошковая металлургия является основным процессом для производства гирь высокой твердости. Благодаря высокотемпературному спеканию и прессованию формируется плотная микроструктура, повышающая твердость и прочность. Например, оптимизация процесса спекания может прочно связать частицы вольфрама со связующей фазой (например, никелем), что приводит к твердости, близкой к теоретическому значению. Гири, изготовленные методом точного литья, имеют несколько более низкую твердость (HV 250-300) из-за возможного наличия мелких пор, но подходят для изготовления гирь большой массы. Обработка на станках с ЧПУ дополнительно повышает твердость поверхности и качество отделки за счет прецизионной резки и полировки, снижая риск износа, вызванного дефектами поверхности. Поверхностная обработка (например, никелирование или азотирование) может образовывать защитный слой с еще более высокой твердостью. Например, твердость никелевого покрытия может достигать более HV 500, что значительно повышает износостойкость груза.

Высокая твердость позволяет гилям из вольфрамового сплава превосходно зарекомендовать себя в самых разных условиях. В лабораторных условиях гири высокой твердости выдерживают частые операции зажима и укладки, сохраняя качество поверхности и точность измерения массы, например, гири класса E1, используемые для калибровки микровесов. В промышленных условиях гири высокой твердости выдерживают механические удары и износ на производственной линии и подходят для калибровки больших весов, например, весового оборудования в пищевой промышленности или автомобилестроении. В коммерческой сфере износостойкость гирь высокой твердости обеспечивает их долговременную надежность в рыночной торговле, например, поддержание стабильного качества при взвешивании ювелирных изделий. Кроме того, высокая твердость снижает риск притягивания пыли или загрязнений к гире из-за повреждения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

поверхности, помогая поддерживать точность измерений.

Высокая твердость гирь из вольфрамового сплава обусловлена их превосходной износостойкостью и сопротивлением деформации, что продлевает срок их службы и обеспечивает точность измерений. Однако высокая твердость может усложнить механическую обработку, например, увеличить износ инструмента при обработке на станках с ЧПУ, что приведет к увеличению производственных затрат. Кроме того, чрезмерная твердость может сделать гири несколько хрупкими, что потребует поиска баланса между твердостью и прочностью путем оптимизации соотношения вспомогательных элементов (например, увеличения содержания никеля). Дальнейшая разработка новых композиционных материалов на основе вольфрама может еще больше повысить твердость, а также улучшить прочность и технологичность. Например, добавление наноразмерных армирующих частиц (таких как частицы карбида вольфрама) может обеспечить твердость, превышающую HV 450, при сохранении хорошей ударной стойкости, что открывает новые возможности для производства гирь с высокой прочностью.

2.2.2 Высокая прочность грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава – ключевой компонент механических свойств, позволяющий им сохранять структурную целостность и стабильность качества даже при частом использовании, складировании и внешних воздействиях. Прочность отражает способность материала противостоять деформации и разрушению. Гири из вольфрамового сплава благодаря уникальному составу и технологии производства демонстрируют исключительную прочность в различных областях применения.

Вольфрам по своей природе обладает чрезвычайно высокой прочностью на растяжение и сжатие, но при этом он хрупок и склонен к разрушению при ударе. Чтобы преодолеть это ограничение, в грузы из вольфрамового сплава часто добавляют вспомогательные элементы, такие как никель, железо или кобальт, для создания композитного материала, сочетающего в себе прочность и вязкость. Эти элементы действуют как связующее, укрепляя связи между частицами вольфрама и делая сплав менее подверженным растрескиванию или деформации под воздействием внешних сил. Высокая прочность грузиков из вольфрамового сплава позволяет им выдерживать интенсивные рабочие условия, такие как частые перемещения на промышленных производственных линиях или многократное зажимание в лабораториях, без повреждения конструкции под воздействием внешних сил.

Вес вольфрамовых сплавов напрямую зависит от их состава. Сплавы с высоким содержанием вольфрама (обычно более 90%) сохраняют высокие прочностные свойства вольфрама и подходят для применений, требующих высокой долговечности, таких как высокоточные лабораторные весы. Добавление никеля значительно повышает ударную вязкость сплава, позволяя ему поглощать часть энергии удара, сохраняя при этом высокую прочность и предотвращая хрупкое разрушение. Железо, как поддерживающий элемент, дополнительно увеличивает предел прочности на разрыв, позволяя весам выдерживать большие механические нагрузки при штабелировании или

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

транспортировке. Добавление кобальта играет ключевую роль в некоторых весах с высокими требованиями к прочности, улучшая усталостную прочность сплава и делая его пригодным для длительного использования с высокой интенсивностью. Оптимизация соотношения состава требует баланса прочности, вязкости и стоимости для удовлетворения требований различных уровней точности и сценариев применения.

Производственный процесс имеет решающее значение для прочности грузов из вольфрамового сплава. Порошковая металлургия является основным процессом для производства высокопрочных грузов. Благодаря прессованию под высоким давлением и высокотемпературному спеканию формируется плотная микроструктура, усиливающая связь между частицами вольфрама и связующей фазой. Этот процесс максимизирует прочность сплава и уменьшает внутренние дефекты, такие как поры или трещины. Точное литье подходит для изготовления грузов большой массы. Хотя его прочность немного ниже, чем у порошковой металлургии, оно все еще может достигать высокой прочности на разрыв за счет оптимизированной конструкции пресс-формы и процессов охлаждения. Обработка с ЧПУ дополнительно улучшает структурную целостность груза за счет точной резки и обработки поверхности, обеспечивая его стабильность при высокоинтенсивной работе. Поверхностные покрытия (например, никелирование) также могут в определенной степени повысить прочность поверхности и уменьшить локальные повреждения, вызванные внешними силами.

Гири из вольфрамового сплава превосходно подходят для самых разных условий. В лабораторных условиях высокопрочные гири выдерживают частые операции зажима и штабелирования. Например, при калибровке аналитических весов гири класса E1 или E2 должны выдерживать многократное использование, сохраняя при этом свою форму. В промышленных условиях высокопрочные гири подходят для калибровки больших весов, таких как весовое оборудование на производственных линиях, и выдерживают воздействие при погрузочно-разгрузочных работах, штабелировании и даже случайных падениях. В коммерческой сфере прочность высокопрочных гирь обеспечивает их долгосрочную надежность в рыночной торговле, например, при многократном использовании на фермерских рынках или в ювелирной промышленности. Высокая прочность также снижает риск отклонения качества, вызванного механическим повреждением гирь, обеспечивая точность измерений.

2.2.3 Долговременная износостойкость грузов из вольфрамового сплава

Износостойкость гирь из вольфрамового сплава является ключевым показателем их долговечности, позволяя сохранять качество поверхности и стабильность качества при длительном и частом использовании. Износостойкость напрямую влияет на метрологическую точность гирь, особенно в высокоточных приложениях, где износ поверхности может привести к отклонению массы или ошибкам калибровки.

вольфрамового сплава отличаются высокой твердостью и износостойкостью. Вольфрам обладает высокой твердостью по шкале Мооса, что обеспечивает ему высокую устойчивость к царапинам

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

и истиранию. Добавление таких вспомогательных элементов, как никель и кобальт, дополнительно оптимизирует износостойкость сплава. Никель повышает прочность поверхности, снижая потери материала из-за трения, а кобальт — износостойкость, что делает его пригодным для интенсивного использования. Низкий коэффициент трения вольфрамового сплава также делает его менее подверженным износу при контакте с чашкой весов или другими грузами, сохраняя целостность поверхности в течение длительного использования. Эта износостойкость гарантирует, что гири сохраняют своё высокое качество и точность даже при многократном использовании.

Производственный процесс существенно влияет на износостойкость гирь из вольфрамового сплава. Порошковая металлургия создаёт плотную микроструктуру путём высокотемпературного спекания, что снижает пористость и дефекты поверхности, а также повышает износостойкость. Прецизионная полировка — ключевой этап повышения износостойкости. Полированные гири приобретают гладкую поверхность и низкий коэффициент трения, что эффективно снижает износ приспособлений и чашек весов. Поверхностные покрытия (например, никель или хром) дополнительно повышают износостойкость. Высокая твёрдость покрытия образует защитный слой, защищающий от внешнего трения и мелких царапин.

Гири из вольфрамового сплава превосходно подходят для самых разных задач. В лабораториях высокоточные гири (например, классов E1 и E2) подвергаются частому перемещению и установке. Их износостойкость обеспечивает сохранение чистоты поверхности, предотвращая отклонения качества, вызванные износом. В промышленных условиях гири могут подвергаться частому перемещению и складированию на производственных линиях. Благодаря износостойкости они выдерживают многократный контакт с металлическими поверхностями, что делает их пригодными для калибровки больших весов.

Хотя гири из вольфрамового сплава обладают превосходной износостойкостью, для длительного использования им всё же требуется надлежащее обслуживание. Например, использование специальных приспособлений для предотвращения прямого контакта с руками и регулярная очистка для удаления поверхностных загрязнений могут предотвратить дальнейший износ. Дальнейшее повышение износостойкости может быть достигнуто за счёт разработки новых поверхностных покрытий (например, нанопокровов) или оптимизации состава сплава, например, путём добавления частиц карбида вольфрама для дальнейшего повышения твёрдости поверхности и износостойкости.

2.2.4 Экологическая адаптируемость грузов из вольфрамового сплава к коррозии

вольфрамового сплава — важный показатель их экологической устойчивости, позволяющий им сохранять стабильность массы и целостность поверхности во влажных, кислотных, щелочных и других сложных средах. Коррозионная стойкость критически важна для долгосрочного использования гирь, особенно в высокоточной метрологии, где коррозия может привести к отклонению массы или сбою калибровки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Вольфрам обладает превосходной химической стабильностью, устойчив к воздействию большинства кислотных и щелочных сред. Он демонстрирует исключительную стойкость к окислению и коррозии при комнатной температуре. Вольфрамовые гири дополнительно повышают свою коррозионную стойкость благодаря добавлению таких вспомогательных элементов, как никель, медь или хром. Никель образует устойчивый оксидный слой, который эффективно изолирует сплав от влаги и химикатов; медь повышает устойчивость сплава во влажной среде; а хром, в некоторых специальных составах, повышает стойкость к кислотной и щелочной коррозии. Эти свойства позволяют вольфрамовым гирям сохранять стабильное качество в различных средах, предотвращая повреждение поверхности или потерю веса из-за коррозии.

Вольфрамовых сплавов тесно связаны с их составом и технологией производства. Сплавы с высоким содержанием вольфрама (более 90%) сохраняют коррозионную стойкость вольфрама и подходят для использования в суровых условиях. Сбалансированное соотношение никеля и меди оптимизирует эксплуатационные характеристики сплава во влажных, слабокислых или щелочных средах, например, в прибрежных районах или химических лабораториях. В процессе производства порошковая металлургия создает плотную структуру путем высокотемпературного спекания, уменьшая пористость и микроскопические дефекты, тем самым снижая риск коррозии. Обработка поверхности играет ключевую роль в повышении коррозионной стойкости. Например, никелирование или хромирование создают защитный слой на поверхности гири, эффективно противостоящий эрозии под воздействием влаги, кислот, щелочей или соляного тумана. Полировка дополнительно повышает адаптивность к окружающей среде за счет уменьшения шероховатости поверхности и уменьшения количества точек прикрепления агрессивных сред.

Гири из вольфрамового сплава подходят для использования в различных сложных условиях. В коммерческом секторе коррозионно-стойкие гири идеально подходят для использования на открытом воздухе или в условиях повышенной влажности, например, для калибровки весового оборудования на фермерских рынках. Их коррозионная стойкость также снижает потребность в обслуживании, связанном с воздействием окружающей среды, продлевая срок службы гирь.

2.3 Характеристики метрологической стабильности гирь из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава являются их применение в высокоточных метрологических приложениях, что отражается в долговременной стабильности значения массы, точности состояния поверхности и способности противостоять магнитным помехам.

2.3.1 Факторы, способствующие долговременной стабильности значения массы гирь из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава обладают способностью сохранять номинальную массу в течение длительного времени использования и в различных условиях окружающей среды. Это свойство критически важно для обеспечения точности и прослеживаемости результатов измерений,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

особенно в высокоточных приложениях, таких как лабораторная калибровка. Ниже анализируются ключевые факторы, влияющие на долговременную стабильность гирь из вольфрамового сплава, включая свойства материала, состав, технологию производства и адаптируемость к окружающей среде.

вольфрамового сплава обусловлены, прежде всего, его высокой химической стабильностью и низким коэффициентом теплового расширения. При комнатной температуре вольфрам чрезвычайно устойчив к окислению, воздействию кислот, щелочей и других химических веществ, эффективно предотвращая потерю массы из-за коррозии. Низкий коэффициент теплового расширения обеспечивает минимальное изменение объема при колебаниях температуры, что позволяет поддерживать стабильное качество. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель и железо, дополнительно повышает структурную стабильность сплава, минимизируя микроструктурные изменения, вызванные длительным использованием. Эти свойства материала позволяют гирям из вольфрамового сплава сохранять стабильное качество в течение длительного времени в различных условиях.

Вольфрамовые сплавы играют решающую роль в стабильности качества гирь. Сплавы с высоким содержанием вольфрама (обычно более 90%) обеспечивают максимальную стабильность вольфрама и подходят для высокоточных гирь (например, классов E1 и E2). Никель, как основная связующая фаза, не только повышает прочность сплава, но и образует устойчивый оксидный слой, защищающий гири от воздействия окружающей среды. Добавление железа или кобальта повышает механическую прочность сплава и снижает отклонения качества, вызванные внешними воздействиями или износом. Соотношение компонентов в составе должно быть точно оптимизировано для баланса стабильности, стоимости и технологичности.

Производственный процесс напрямую влияет на стабильность качества гирь из вольфрамовых сплавов. Порошковая металлургия является основным методом производства высокоточных гирь. Прессование под высоким давлением и высокотемпературное спекание формируют плотную микроструктуру, уменьшают внутреннюю пористость и дефекты, обеспечивая долговременную стабильность качества. Прецизионная полировка и поверхностные покрытия (например, никелирование) дополнительно повышают коррозионную стойкость и износоустойчивость гирь, предотвращая колебания качества, вызванные повреждениями поверхности. Обработка на станках с ЧПУ, благодаря точному контролю размеров и качества поверхности, гарантирует, что масса гири достигает номинального значения в процессе производства и остается стабильной в течение длительного срока службы.

2.3.2 Влияние состояния поверхности на точность измерения грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава существенно влияют на метрологическую точность. Качество поверхности, плоскостность и качество защитного покрытия напрямую определяют стабильность массы гири и надёжность калибровки. Неудовлетворительное состояние поверхности может привести к

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

отклонению массы, адсорбции загрязняющих веществ и ошибкам калибровки, что особенно существенно в условиях высокоточной метрологии.

Гири из вольфрамового сплава в первую очередь отличаются гладкостью, плоскостностью и целостностью защитного слоя. Высококачественная поверхность снижает трение и износ, предотвращая потерю качества из-за царапин. Плоскостность обеспечивает равномерное распределение силы при соприкосновении гири с чашкой весов, предотвращая ошибки измерения, вызванные неравномерным контактом. Защитный слой поверхности (например, никелирование или хромирование) защищает гирю от воздействия внешней влаги и химических веществ, предотвращая коррозию, которая может повлиять на качество. Высокая твердость и обрабатываемость гирь из вольфрамового сплава позволяют добиться высокой гладкости и плоскостности поверхности, отвечающей требованиям высокоточных измерений.

Влияние состояния поверхности на метрологическую точность гирь из вольфрамового сплава существенно в различных ситуациях. В лабораторных условиях высокоточные гири (например, классов E1 и E2) требуют исключительно гладкой поверхности для предотвращения отклонений массы, вызванных дефектами поверхности, которые притягивают пыль или влагу. Например, при калибровке микровесов царапины на поверхности могут увеличить неопределенность массы и повлиять на результаты экспериментов. В промышленных условиях поверхности гирь подвергаются частому обращению и контакту, а хорошее состояние поверхности снижает износ и обеспечивает точность калибровки. В коммерческом секторе стабильность поверхности напрямую влияет на надежность гирь, используемых в торговом взвешивании. Например, в ювелирной промышленности гири с гладкой поверхностью сохраняют долговременную метрологическую стабильность. Чтобы сохранить роль состояния поверхности в обеспечении метрологической точности, гири из вольфрамового сплава требуют строгих протоколов обслуживания. Используйте специальные приспособления, чтобы избежать прямого контакта с руками и предотвратить загрязнение потом или маслом. Регулярная очистка необходима для удаления пыли и остатков химикатов и поддержания гладкости поверхности. Используйте специальный калибровочный бокс для хранения, чтобы предотвратить царапины, вызванные контактом с твердыми предметами. Регулярный осмотр и обслуживание поверхностного покрытия также продлевают коррозионную стойкость гири и обеспечивают метрологическую точность. В будущем новые технологии обработки поверхности (например, нанопокртия) могут дополнительно повысить стабильность состояния поверхности и сократить частоту технического обслуживания.

2.3.3 Метрологическое обеспечение характеристик гирь из вольфрамовых сплавов от магнитных помех

Устойчивость гирь из вольфрамового сплава к магнитным помехам является важнейшим фактором обеспечения метрологической стабильности, особенно при калибровке высокоточных электронных весов, где магнитные помехи могут привести к значительным метрологическим погрешностям. Низкая магнитная восприимчивость вольфрамового сплава позволяет ему

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сохранять точные значения массы в электромагнитных условиях, обеспечивая надежную поддержку высокоточной метрологии.

Вольфрамовые сплавы возникают из-за низкой магнитной восприимчивости вольфрама. Чистый вольфрам немагнитен или слабо парамагнитен, с чрезвычайно низкой магнитной восприимчивостью, намного ниже, чем у ферромагнитных материалов, таких как сталь или никель. Выбор вспомогательных элементов существенно влияет на способность противостоять магнитным помехам. Хотя никель проявляет некоторые магнитные свойства, его содержание в вольфрамовых сплавах относительно невелико (обычно 5–10%). Процесс легирования формирует однородную микроструктуру, значительно снижая общую магнитную восприимчивость. Добавление железа должно строго контролироваться из-за его сильных магнитных свойств. Избыточное содержание железа может увеличить магнитную восприимчивость и повлиять на точность измерений.

вольфрамовых сплавов достигаются благодаря оптимизации состава и производственных процессов. Сплавы с высоким содержанием вольфрама (более 90%) максимально повышают его низкую магнитную восприимчивость, что делает их пригодными для высокоточных гирь. Сбалансированное соотношение никеля и меди обеспечивает баланс антимагнитных и механических свойств, предотвращая появление избыточной магнитной восприимчивости из-за вспомогательных элементов. Методы порошковой металлургии позволяют добиться однородной микроструктуры за счет высокотемпературного спекания, минимизируя области магнитной неоднородности. Поверхностные покрытия требуют контролируемой толщины, чтобы избежать повышения магнитной восприимчивости и обеспечить коррозионную стойкость. Обработка на станках с ЧПУ и полировка оптимизируют состояние поверхности, минимизируя магнитные помехи, вызванные поверхностными дефектами.

Свойство антимагнитных помех даёт гирям из вольфрамового сплава значительное преимущество при высокоточных измерениях. В лабораториях электронные весы часто чувствительны к магнитным полям. Низкая магнитная восприимчивость высокоточных гирь (таких как классы E1 и E2) гарантирует, что результаты калибровки не будут затронуты электромагнитными помехами, что делает их пригодными для химических или биологических экспериментов. В промышленных условиях весовое оборудование на производственных линиях может располагаться близко к двигателям или электромагнитному оборудованию. Антимагнитные свойства гирь из вольфрамового сплава могут гарантировать точность калибровки. В коммерческой сфере антимагнитные гири подходят для калибровки электронных весов, чтобы избежать ошибок взвешивания, вызванных магнитными полями окружающей среды.

2.4 Экологические характеристики и безопасность грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава обладают ключевыми преимуществами в современной метрологии. К ним относятся экологичность самого материала, низкий уровень загрязнения окружающей среды в процессе производства и простота утилизации отходов. Эти характеристики позволяют гирям из

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

вольфрамового сплава отвечать требованиям высокоточной метрологии, одновременно соблюдая требования устойчивого развития и минимизируя воздействие на окружающую среду.

2.4.1 Экологические характеристики грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава отличаются своим составом и химической стабильностью, что сводит к минимуму их воздействие на окружающую среду и здоровье человека при использовании. Гири из вольфрамового сплава, состоящие в основном из вольфрама с добавлением таких элементов, как никель, железо или медь, обладают низкой токсичностью и высокой стабильностью, что делает их пригодными для безопасного использования в различных средах. В представленном ниже анализе рассматриваются экологические характеристики гирь из вольфрамового сплава с точки зрения свойств материала, безопасности применения, воздействия на окружающую среду и устойчивого развития.

Вольфрам — химически стабильный металл, который по своей природе нетоксичен и не вступает в реакции с окружающей средой. По сравнению с традиционными материалами для изготовления утяжелителей, такими как свинец (который токсичен и опасен для окружающей среды), утяжелители из вольфрамового сплава не выделяют вредных веществ и не загрязняют почву, воду и воздух. Сплав содержит относительно небольшое количество вспомогательных элементов, таких как никель и медь, а процесс легирования создаёт стабильную микроструктуру, сводя к минимуму вероятность растворения или улетучивания элементов. Высокая коррозионная стойкость вольфрамового сплава предотвращает выделение вредных веществ вследствие окисления или химических реакций при длительном использовании, что гарантирует его экологичность.

В практическом применении экологичность гирь из вольфрамового сплава отражается в их низком воздействии на пользователя и окружающую среду. В лабораториях, на промышленных и коммерческих объектах работа с гирями является частой, а низкая токсичность вольфрамового сплава обеспечивает безопасность оператора. Например, в фармацевтических лабораториях гири из вольфрамового сплава не выделяют вредных веществ, предотвращая загрязнение экспериментальной среды или образцов. В коммерческих приложениях, таких как обработка пищевых продуктов или взвешивание ювелирных изделий, стабильность гирь из вольфрамового сплава предотвращает химические реакции, возникающие при контакте с пищевыми продуктами или драгоценными металлами, обеспечивая безопасность продукции и экологичность.

Гири из вольфрамового сплава также обладают низким воздействием на экосистемы. Традиционные материалы, такие как свинец, могут выделять токсичные вещества в результате коррозии или износа, потенциально загрязняя почву или воду. Высокая химическая стабильность гирь из вольфрамового сплава предотвращает эту проблему. Кроме того, износостойкость гирь из вольфрамового сплава снижает выбросы твердых частиц из-за повреждения поверхности, что еще больше снижает риск загрязнения окружающей среды. Гири из вольфрамового сплава остаются стабильными на открытом воздухе или в условиях высокой влажности, не оказывая негативного

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

воздействия на окружающие экосистемы. С точки зрения устойчивого развития, экологичность гирь из вольфрамового сплава также отражается в их высокой долговечности и возможности вторичной переработки.

2.4.2 Низкие показатели загрязнения процесса производства вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава обладают значительными экологическими преимуществами, что обусловлено низким уровнем загрязнения окружающей среды, что отражается на закупке сырья, производственных процессах и утилизации отходов. Оптимизация производственных процессов и использование передовых технологий позволяют минимизировать воздействие гирь из вольфрамового сплава на окружающую среду.

Вольфрамовые гири в основном состоят из вольфрамового порошка и вспомогательных металлов (таких как никель, железо или медь). Эти материалы относительно экологичны при добыче и переработке. Хотя добыча вольфрама оказывает определённое воздействие на окружающую среду, в процессе извлечения образуется меньше опасных отходов, чем при добыче токсичных металлов, таких как свинец. Вспомогательные элементы, такие как никель и медь, также относительно доступны, а современные методы плавки позволяют эффективно снизить вредные выбросы. Кроме того, к сырью, используемому для производства вольфрамовых гирь, обычно предъявляются высокие требования к чистоте. Тщательное просеивание снижает количество примесей, что дополнительно снижает риск загрязнения в процессе производства.

Вольфрамовые сплавы производятся методом порошковой металлургии, которая менее загрязняет окружающую среду, чем традиционное литье или химическая обработка. Порошковая металлургия позволяет создавать грузики путем смешивания вольфрамового порошка с вспомогательными металлическими порошками, прессования смеси и спекания при высоких температурах. Этот процесс устраняет необходимость в большом количестве химических реагентов, сокращая выбросы жидких и газообразных отходов. Процесс спекания обычно проводится в контролируемой среде, а образующиеся отходящие газы могут быть эффективно очищены с помощью систем фильтрации и рекуперации. В то время как обработка поверхности, такая как полировка или гальваническое никелирование, требует небольшого количества химикатов, современные методы гальванизации используют экологически безопасные решения, снижая вредные выбросы. Обработка на станках с ЧПУ сокращает отходы материала за счет точной резки, что дополнительно повышает экологичность производственного процесса.

Управление отходами при производстве гирь из вольфрамовых сплавов является ключевым аспектом их экологически низкого уровня загрязнения. Отходы, образующиеся в процессе порошковой металлургии (например, неспеченный порошок и стружка), могут быть переработаны и использованы повторно, что сокращает расход ресурсов. Сточные воды, образующиеся в процессе гальванизации, могут быть эффективно нейтрализованы и переработаны с помощью современных технологий очистки сточных вод, что снижает риск загрязнения окружающей среды. Кроме того, регулярное техническое обслуживание и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

оптимизация производственного оборудования могут снизить потребление энергии и выбросы отходов. Например, использование высокоэффективных печей для спекания и энергосберегающего технологического оборудования может значительно уменьшить углеродный след производственного процесса.

Вольфрамовые гири обладают высокой энергоэффективностью, особенно в процессах порошковой металлургии, где энергопотребление может быть снижено за счет оптимизации температуры и времени спекания. Современные производственные предприятия также используют возобновляемые источники энергии или энергосберегающие технологии для дальнейшего снижения воздействия на окружающую среду. Дальнейшее повышение экологичности может быть достигнуто за счет внедрения экологичных производственных технологий, таких как более эффективное оборудование для спекания или разработка методов обработки поверхности без использования химических веществ. Эти усовершенствования позволят дополнительно сократить выбросы в процессе производства и повысить экологические преимущества вольфрамовых гирь.

2.4.3 Экологически чистые свойства гирь из вольфрамового сплава, которые легко утилизируются после утилизации

вольфрамового сплава — ключевой аспект их экологичности, что подтверждается их пригодностью к переработке, низкой токсичностью и минимальным воздействием на окружающую среду. Высокая прочность гирь из вольфрамового сплава обеспечивает длительный срок службы, но после окончания срока службы или утилизации по другим причинам свойства материала и процессы переработки гарантируют минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

вольфрамового сплава – это ценный металл с отличной пригодностью к вторичной переработке. Отработанные гири из вольфрамового сплава можно переплавить и переработать для отделения вольфрама и других вспомогательных элементов (например, никеля и железа) и повторного использования в производстве новых гирь или других изделий из сплавов. Процесс переработки обычно включает дробление, плавку и химическую очистку. Современные технологии вторичной переработки позволяют эффективно разделять различные металлы, сокращая количество отходов. По сравнению с неперерабатываемыми или дорогостоящими материалами (например, некоторыми пластиками или композитными материалами), возможность вторичной переработки гирь из вольфрамового сплава значительно снижает экологические затраты на утилизацию отходов, отвечая требованиям циклической экономики.

Гири из вольфрамового сплава относительно просты в изготовлении и экологически безопасны. Благодаря высокой химической стабильности, отбракованные гири не выделяют вредных веществ при длительном хранении, предотвращая загрязнение почвы и воды. Переработка обычно осуществляется специализированными предприятиями по переработке металлов, которые отделяют вольфрам от других металлов посредством механического дробления и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

высокотемпературной плавки. Гальванические покрытия (например, никель) удаляются с помощью экологически безопасных химических процессов, что обеспечивает надлежащую утилизацию сточных вод. Выхлопные газы и сточные воды, образующиеся в процессе переработки, можно эффективно контролировать с помощью современных технологий фильтрации и нейтрализации, минимизируя загрязнение окружающей среды. Кроме того, небольшой размер и высокая плотность отбракованных гирь облегчают сбор и транспортировку, снижая затраты на утилизацию.

Гири из вольфрамового сплава оказывают минимальное воздействие на окружающую среду после утилизации. Вольфрам и его компоненты (такие как никель и медь) не подвержены быстрому разложению и не выделяют токсичных веществ в окружающую среду, что делает их более безопасными для утилизации, чем свинцовые гири, которые могут загрязнять окружающую среду тяжёлыми металлами. Даже в экстремальных условиях (например, при длительном воздействии кислой среды) химическая стабильность вольфрамового сплава предотвращает выделение вредных веществ. Кроме того, высокая прочность утилизируемых гирь предотвращает загрязнение твердыми частицами, возникающее в результате износа и коррозии, снижая потенциальную угрозу для экосистем.

2.5 Характеристики адаптивности грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава отличаются способностью адаптироваться к широкому спектру условий, оборудования и промышленных требований. Высокая плотность, коррозионная стойкость и механическая прочность обеспечивают стабильную работу в различных условиях. Эта адаптивность достигается благодаря оптимизированным материалам и производственным процессам, что гарантирует надёжное использование гирь в сложных условиях.

2.5.1. Адаптируемость грузов из вольфрамового сплава к различным средам

Гири из вольфрамового сплава легко адаптируются к различным условиям окружающей среды, что является основой их широкого применения. Они сохраняют стабильность массы и точность измерений при высоких и низких температурах, влажности, сухости и других сложных условиях. Эта универсальность обусловлена превосходными физическими и химическими свойствами вольфрамового сплава, что делает его пригодным для использования в самых разных условиях, от лабораторных до уличных.

Гири из вольфрамового сплава в первую очередь отличаются устойчивостью к температурным колебаниям. Низкий коэффициент теплового расширения вольфрама минимизирует изменения объёма в условиях значительных температурных колебаний, тем самым поддерживая постоянство массы. Например, в лабораторных условиях гири могут подвергаться температурным колебаниям, вызванным кондиционированием воздуха, а в промышленных условиях – воздействию производственных источников тепла. Термическая стабильность вольфрамового сплава гарантирует отсутствие метрологических отклонений, связанных с тепловым расширением и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сжатием в этих условиях. Кроме того, механическая прочность вольфрамового сплава не снижается существенно при низких температурах, что делает его пригодным для калибровки в логистике холодной цепи или низкотемпературных экспериментах.

Другим ключевым аспектом, обеспечивающим адаптацию гирь из вольфрамового сплава как к влажным, так и к сухим средам, является их адаптивность. Высокая коррозионная стойкость вольфрамового сплава позволяет ему противостоять окислению и ржавлению в условиях высокой влажности. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель, образует защитный слой, дополнительно повышающий его влагостойкость. Например, в прибрежных районах или лабораториях с высокой влажностью гири из вольфрамового сплава могут сохранять качество поверхности и стабильность в течение длительного времени, предотвращая повреждения, вызванные влагой. В сухих средах низкая электростатическая адсорбция вольфрамового сплава снижает налипание пыли, сохраняя метрологическую точность. Эта адаптивность делает гири подходящими для метрологических задач на предприятиях пищевой промышленности или в условиях пустыни.

Гири из вольфрамового сплава также отличаются высокой адаптируемостью к химическим средам. Химическая стабильность вольфрама делает его устойчивым к воздействию большинства кислот и оснований, что делает его пригодным для использования в фармацевтических и химических лабораториях. Например, гири из вольфрамового сплава не подвержены воздействию химических паров, что обеспечивает безопасность и точность калибровки. В промышленных условиях с высоким содержанием пыли и твердых частиц высокая твердость и износостойкость гирь позволяют им выдерживать незначительные удары и трение без ущерба для их структурной целостности. Производственные процессы, такие как нанесение покрытий на поверхность, дополнительно повышают эту адаптируемость. Например, никелирование повышает долговечность в кислых средах.

Способность гирь из вольфрамового сплава работать в различных условиях окружающей среды отражается на надежности высокоточной калибровки в лабораториях. Например, гири класса E1, используемые в аналитических весах, могут стабильно работать в камерах с постоянной температурой и влажностью или в стандартных лабораторных условиях. В промышленных условиях гири могут адаптироваться к высоким температурам и вибрациям производственных линий и используются для калибровки электронных весов или конвейерных весовых систем. В коммерческом секторе гири выдерживают влажность и пыль на рынках и складах и используются для калибровки торговых весов. Эта способность снижает влияние факторов окружающей среды на результаты измерений и повышает общую эффективность.

Универсальная адаптируемость гирь из вольфрамового сплава к различным условиям окружающей среды также обусловлена оптимизированным процессом их производства. Порошковая металлургия создаёт плотную структуру путём высокотемпературного спекания, снижая влияние внутренних дефектов на чувствительность к воздействию окружающей среды.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка на станках с ЧПУ обеспечивает точность формы и качества поверхности, облегчая эксплуатацию в различных условиях.

2.5.2 Совместимость грузов из вольфрамового сплава с несколькими устройствами

Гири из вольфрамового сплава совместимы с широким спектром устройств, то есть они без проблем работают с различными весами, гирьками и измерительными приборами, обеспечивая точность и удобство калибровки. Эта совместимость обусловлена их стандартизированной конструкцией и высокой стабильностью, что делает их пригодными для использования с широким спектром устройств, от ручных до электронных весов.

Гири из вольфрамового сплава отличаются высокой плотностью и равномерным распределением массы. Высокая плотность позволяет упаковать большую массу в небольшой объём, что делает их пригодными для использования в оборудовании с ограниченным пространством, таком как микровесы или портативные электронные весы. Равномерное распределение массы обеспечивает стабильное размещение гирь на различных лотках, предотвращая ошибки измерения, вызванные смещением центра тяжести. Например, в аналитических весах низкая магнитная восприимчивость гирь из вольфрамового сплава минимизирует помехи в работе электронных компонентов, обеспечивая совместимость. В механических весах их высокая твёрдость предотвращает повреждение поверхности, обеспечивая долговременную совместимость.

Конструктивные особенности дополнительно повышают совместимость гирь из вольфрамового сплава с различными устройствами. Стандартизированные формы, такие как цилиндрическая или пластинчатая, подходят большинству весовых чашек. Цилиндрические гири легко штабелируются и комбинируются, что делает их пригодными для многоуровневого калибровочного оборудования; пластинчатые гири компактны и совместимы с микровесами. Гири в форме крючка оптимизированы для подвесных весов, что делает их удобными для использования в динамическом измерительном оборудовании. Гладкая поверхность и коррозионная стойкость вольфрамового сплава обеспечивают чистоту контактных поверхностей с оборудованием, предотвращая загрязнение или износ, которые могут повлиять на совместимость. Например, при калибровке электронных весов поверхность гири с низким коэффициентом трения снижает риск проскальзывания и улучшает эксплуатационную совместимость.

С точки зрения совместимости применения, гири из вольфрамового сплава адаптируются к различным типам оборудования. В лабораторном оборудовании они совместимы с высокоточными аналитическими весами и микровесами для точной калибровки. В промышленном оборудовании они совместимы с электронными весами и конвейерными системами на производственных линиях, обеспечивая точность калибровки больших весов. В коммерческом оборудовании они совместимы с настольными и электронными весами для повседневного использования в торговле. Долговечность гирь из вольфрамового сплава позволяет

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

им сохранять стабильные характеристики при частой смене оборудования, например, при переходе с лабораторных весов на промышленные, без необходимости дополнительной настройки.

2.5.3 Применение и адаптируемость грузов из вольфрамового сплава в различных отраслях промышленности

вольфрамового сплава, применяемые в различных отраслях промышленности, демонстрируют свою универсальную ценность как метрологический инструмент. Их конструкция и характеристики могут быть адаптированы к различным метрологическим требованиям, от фармацевтики до логистики. Эта гибкость обусловлена пластичностью материала и универсальностью его изготовления, что позволяет использовать их в высокоточных или высококачественных приложениях.

Потребности различных отраслей промышленности обуславливают адаптируемость гирь из вольфрамовых сплавов. В фармацевтической промышленности гири требуют высокой точности и компактных размеров для калибровки весов для приготовления лекарственных препаратов; в пищевой промышленности требуются гири, устойчивые к коррозии и легко очищаемые для работы во влажной среде; в ювелирной промышленности гири требуют микроуровня точности для взвешивания драгоценных металлов; а в логистической отрасли могут потребоваться гири большого размера для калибровки складских весов. Высокая плотность и стабильность вольфрамовых сплавов позволяют гибко адаптировать их к этим требованиям путем корректировки состава и морфологии. Например, сплавы с высоким содержанием вольфрама подходят для высокоточных производств, а сплавы с повышенным содержанием никеля повышают коррозионную стойкость и подходят для пищевой промышленности.

Механизмы адаптации включают оптимизацию материалов и корректировку конструкции. Состав вольфрамовых сплавов может быть изменен в соответствии с потребностями отрасли. Добавление вспомогательных элементов, таких как медь, улучшает теплопроводность, делая их пригодными для использования в отраслях, чувствительных к температуре; добавление кобальта повышает прочность, делая их пригодными для применения в тяжелых условиях. Гибкая конструкция позволяет создавать цилиндрические формы для лабораторного использования и блочные формы для промышленного применения. Производственные процессы, такие как порошковая металлургия, обеспечивают массовое производство стандартизированных гирь, а обработка на станках с ЧПУ позволяет изготавливать гири специальной формы по индивидуальному заказу. Этот механизм обеспечивает гибкую адаптацию гирь к различным отраслям промышленности.

2.6 Паспорт безопасности грузов из вольфрамового сплава CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD, специализирующаяся на исследованиях, разработке, производстве и продаже изделий из вольфрама и молибдена, предлагает гири из вольфрамового сплава, широко используемые в метрологии. Паспорта безопасности материалов (MSDS), составленные в соответствии с национальными стандартами, такими как GB/T 16483 и GB/T 17519,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

предоставляют пользователям исчерпывающую информацию по безопасности, гарантирующую безопасное использование гирь из вольфрамового сплава в лабораториях, промышленности и коммерческих условиях.

Вольфрамовые гири в основном состоят из вольфрама с добавлением таких элементов, как никель и железо, что обеспечивает высокую плотность и стабильность измерительного инструмента. Типичный состав гирь из вольфрамового сплава следующий: вольфрам (W) составляет наибольшую долю, как правило, более 90%, обеспечивая высокую плотность и стабильность; дополнительные элементы включают никель (Ni, приблизительно 5-10%) для повышения вязкости, железо (Fe, приблизительно 2-5%) для повышения прочности и следовые количества меди (Cu) или кобальта (Co) для улучшения технологических свойств. Физические свойства гирь из вольфрамового сплава описаны в паспорте безопасности материала (MSDS) как высокая плотность (приблизительно 17 г/см³), высокая температура плавления (более 3000 °C) и низкая растворимость, обеспечивающая стабильность при комнатной температуре. Химические свойства включают инертную поверхность, которая не реагирует с водой или воздухом, но может окисляться при высоких температурах.

Согласно классификации GHS, гири из вольфрамового сплава, как правило, не являются опасными веществами, однако в паспорте безопасности материала указаны конкретные риски: к физическим опасностям относятся механические повреждения (например, порезы кромок) и риск падения тяжелых предметов.

Условия хранения включают хранение в сухом, проветриваемом складе, избегая попадания влаги для предотвращения коррозии поверхности. Паспорт безопасности материала (MSDS) рекомендует использовать специальные стеллажи для изоляции тяжёлых предметов и маркировку с понятной информацией о продукте. Транспортировать в ударопрочной упаковке, соответствующей стандартам ООН.

В разделе об отходах особое внимание уделяется переработке: вольфрамовый сплав можно расплавить и переработать, чтобы снизить нагрузку на окружающую среду.



CTIA GROUP LTD Гири из вольфрамового сплава

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD

High-Density Tungsten Alloy Customization Service

CTIA GROUP LTD, a customization expert in high-density tungsten alloy design and production with 30 years of experience.

Core advantages: 30 years of experience: deeply familiar with tungsten alloy production, mature technology.

Precision customization: support high density (17-19 g/cm³), special performance, complex structure, super large and very small parts design and production.

Quality cost: optimized design, optimal mold and processing mode, excellent cost performance.

Advanced capabilities: advanced production equipment, RMI, ISO 9001 certification.

100,000+ customers

Widely involved, covering aerospace, military industry, medical equipment, energy industry, sports and entertainment and other fields.

Service commitment

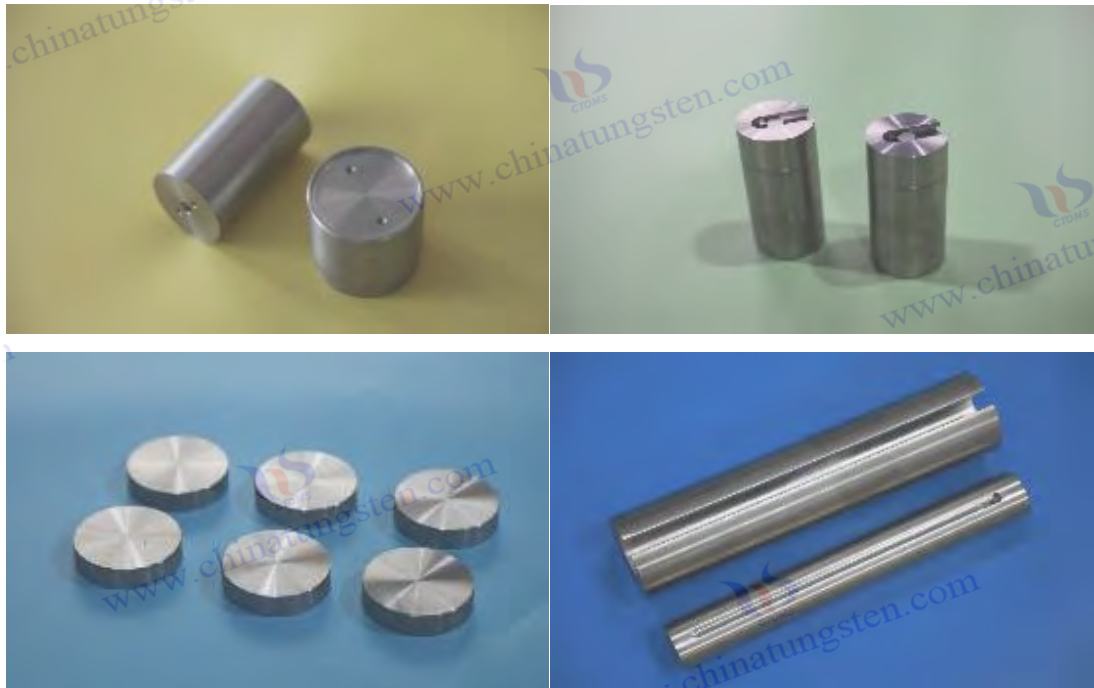
1 billion+ visits to the official website, 1 million+ web pages, 100,000+ customers, 0 complaints in 30 years!

Contact us

Email: sales@chinatungsten.com

Tel: +86 592 5129696

Official website: www.tungsten-alloy.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

Глава 3. Стандарты испытаний грузов из вольфрамового сплава

Для гирь из вольфрамового сплава требуются стандарты испытаний, имеющие решающее значение для обеспечения стабильности качества и надёжности применения. В этой главе систематически рассматриваются стандарты испытаний гирь из вольфрамового сплава, особое внимание уделяется методам и процессам испытаний на стабильность плотности и объёма. Эти испытания не только соответствуют международным и национальным метрологическим нормам, но и используют прецизионные приборы и стандартизированные процедуры для проверки характеристик гирь в различных условиях, обеспечивая техническую поддержку их применения в лабораториях, промышленности и торговле.

3.1 Испытание плотности и стабильности объема грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава являются ключевым компонентом контроля качества. Высокая плотность — основное преимущество гирь из вольфрамового сплава, а стабильность объёма обеспечивает их метрологическую точность независимо от воздействия окружающей среды, таких как температура и влажность. Эти испытания обычно проводятся в профессиональной метрологической лаборатории или производственном цехе в соответствии со стандартами, такими как OIML R111 и JIG 99, что гарантирует прослеживаемость и надёжность результатов.

3.1.1 Стандартный метод определения плотности грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамовых сплавов предназначены для точного измерения отношения массы к объёму для проверки однородности и высокой плотности сплава. Это испытание является важным этапом в производстве гирь и сертификации качества. Обычно для него используются методы погружения или вытеснения газа, основанные на принципе Архимеда, для обеспечения соответствия результатов метрологическим стандартам. Далее представлен всесторонний анализ стандартного метода определения плотности гирь из вольфрамовых сплавов с точки зрения принципа метода, подготовки оборудования, этапов эксплуатации, контроля погрешностей и проверки применения.

Основной принцип измерения плотности основан на законе Архимеда о выталкивающей силе, который гласит, что при погружении объекта в жидкость или газ выталкивающая сила, действующая на него, равна массе вытесненной среды. Измеряя разницу между весом груза в воздухе и весом среды, в которую он погружен, вычисляется объем груза, и, таким образом, определяется плотность. Высокая плотность грузов из вольфрамового сплава делает их особенно подходящими для этого метода, поскольку их малый размер и большая масса снижают погрешность измерения. Для вольфрамового сплава метод погружения часто использует в качестве среды воду или этанол, в то время как метод вытеснения газа подходит для ситуаций, когда необходимо избежать коррозии под действием жидкости. Эти методы соответствуют таким стандартам, как GB/T 1423 и ASTM B328, что гарантирует научные и повторяемые испытания.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Для испытания плотности требуются прецизионные весы и плотномер. Высокоточные весы должны иметь разрешение в микрограммах и быть подходящими для испытания гирь класса E1. Плотномер включает в себя подвесной кронштейн, контейнер для среды и устройство контроля температуры. При использовании воды в качестве среды следует использовать дистиллированную воду, чтобы избежать помех от примесей. Методы вытеснения газа требуют генератора гелия или азота для обеспечения чистоты газа. Вспомогательное оборудование включает водяную баню постоянной температуры (поддерживающую температуру среды приблизительно на уровне 20 °C) и защитный кожух для минимизации влияния колебаний окружающей среды на измерение. Все оборудование должно регулярно калиброваться в соответствии со стандартом JJF 1001 «Стандарт метрологического подтверждения средств измерений» для обеспечения точности испытаний.

Стандартная процедура испытания плотности состоит из трех этапов: подготовка, измерение и расчет. Во-первых, этап подготовки включает очистку поверхности груза с помощью ультразвуковой мойки для удаления загрязнений и обеспечения отсутствия на поверхности царапин и отложений. Весы калибруются, а нулевая точка и погрешность линейности проверяются с помощью эталонной гири. Среда подготавливается путем заполнения контейнера водой или этанолом, контроля температуры и записи начальных условий. Затем начинается этап измерения: груз помещается на весы, и регистрируется масса в воздухе (m_1). С помощью подвесного кронштейна груз полностью погружается в среду, и регистрируется погруженная масса (m_2), следя за тем, чтобы не прилипали пузырьки. Для метода вытеснения газа для заполнения вытесняющей емкости используется газогенератор, и регистрируется объем вытесненного газа. Повторите измерение несколько раз (не менее трех раз) и получите среднее значение для повышения надежности. Наконец, начинается этап расчета: Объем $V = (m_1 - m_2) / \rho_{\text{medium}}$, где ρ_{medium} - плотность среды; плотность $\rho = m_1 / V$. Весь процесс должен осуществляться в условиях постоянной температуры и влажности, а операторы должны носить перчатки для предотвращения загрязнения.

Контроль погрешностей имеет решающее значение при определении плотности, гарантируя, что результаты находятся в пределах допустимых отклонений. Систематические погрешности возникают, главным образом, из-за колебаний температуры среды и поверхностного натяжения, которые корректируются с помощью формул температурной компенсации. Случайные погрешности минимизируются благодаря многократным измерениям и статистическому анализу, например, использованию стандартного отклонения для оценки повторяемости. Покрытие поверхности гирь из вольфрамового сплава может влиять на плавучесть при погружении, поэтому однородность покрытия необходимо проверять заранее. Влияние факторов окружающей среды, таких как изменения давления воздуха, можно компенсировать с помощью барометра. После испытания проводится оценка неопределенности в соответствии с GUM (Руководством по выражению неопределенности измерений) для обеспечения целостности отчета.

Результаты испытаний на плотность непосредственно применяются для классификации качества и сертификации гирь из вольфрамовых сплавов. Например, на производственной линии испытания обеспечивают равномерную плотность сплава, что делает его пригодным для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

высокоточных лабораторных гирь. В Институте метрологии результаты поверки используются для передачи результатов измерений, чтобы гарантировать соответствие гирь стандартам OIML. На практике испытания на плотность помогают выявлять производственные дефекты, такие как градиенты плотности, вызванные неравномерным спеканием, тем самым оптимизируя процесс. Этот метод также поддерживает испытания партий и повышает эффективность благодаря автоматизированным плотномерам. В будущем, с развитием прецизионных измерений, таким как внедрение лазерного объемного сканирования, точность испытаний на плотность будет еще больше повышаться, обеспечивая более надежную поддержку для обеспечения эксплуатационных характеристик гирь из вольфрамовых сплавов.

В стандартном методе определения плотности гирь из вольфрамового сплава эти этапы и меры контроля совместно обеспечивают надежность и практичность испытания. Благодаря строгому соблюдению этих требований производители и пользователи могут уверенно проверять основные характеристики изделия и способствовать стандартизации метрологических технологий.

3.1.2 Процесс испытания на стабильность объема гирь из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава оценивают изменение объема в условиях окружающей среды, гарантируя отсутствие влияния температуры, влажности и механических нагрузок на метрологическую точность. Это испытание является важнейшим этапом долгосрочного контроля эксплуатационных характеристик и обычно сочетает в себе статические и динамические испытания в соответствии со стандартами ISO 376 и JJG 99.

Принцип стабильности объема основан на количественном анализе теплового расширения и механической деформации материала. Низкий коэффициент теплового расширения вольфрамового сплава минимизирует изменения объема, но испытания требуют моделирования реальных условий, таких как циклическое изменение температуры (от низких до высоких) и воздействие влажности. Стабильность оценивается путём измерения разницы между начальным объемом и объемом после воздействия окружающей среды. Статические испытания проверяют стабильность при длительном хранении, а динамические испытания имитируют условия эксплуатации. Эти принципы гарантируют, что испытания охватывают потенциальные факторы, влияющие на вес в лабораторных и промышленных условиях.

Процесс испытания делится на пять этапов: подготовка, начальное измерение, воздействие окружающей среды, последующее измерение и составление отчёта. На первом этапе отбираются, очищаются и регистрируются навески (не менее пяти из разных партий), включая осмотр поверхности и данные об условиях окружающей среды. Все приборы калибруются для обеспечения точности измерений. На втором этапе – начальный этап измерений: координатно-измерительная машина или лазерный сканер используются для регистрации начального объема и расчёта геометрических параметров, таких как диаметр и высота. Также измеряется масса для проверки постоянства плотности. На третьем этапе – этап воздействия окружающей среды: навески помещаются в камеру, имитирующую условия окружающей среды, и подвергаются циклическому изменению температуры (например, несколько циклов от 10°C до 40°C) и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

воздействию влажности (от низкой до высокой влажности). Испытание на механическую нагрузку включает в себя имитацию лёгкой вибрации или давления. Время воздействия устанавливается в соответствии со стандартами и обычно составляет от нескольких часов до нескольких дней. На четвертом этапе – последующее измерение: объём повторно измеряется сразу после воздействия, начальные этапы измерения повторяются, и изменения регистрируются. Пятый этап — этап составления отчета: рассчитывается скорость изменения объема и формируется отчет, включающий графики и выводы.

Конфигурация прибора требует высокой точности и стабильности. Координатно-измерительная машина (КИМ) используется для трёхмерного сканирования объёма, достигая микронного разрешения. Лазерный сканер подходит для бесконтактных измерений, минимизируя повреждение поверхности. Камера для моделирования условий окружающей среды оснащена системой контроля температуры и влажности, поддерживающей точность $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\pm 2\%$. Вспомогательные приборы включают вибростол для моделирования механических напряжений и весы с постоянной температурой для проверки стабильности массы. Все приборы должны соответствовать национальным стандартам для обеспечения надёжности испытаний. Рабочая среда представляет собой чистое помещение с постоянной температурой для минимизации внешних помех.

Для оценки стабильности объёма используются статистические методы анализа данных. Изменение объёма (ΔV) рассчитывается как V после – V начальное, а затем рассчитывается скорость изменения ($\Delta V/V$). Неопределённость количественно оценивается с помощью стандартного отклонения и доверительных интервалов. При испытании на тепловое расширение линейная регрессия используется для анализа зависимости между температурой и объёмом, подтверждая низкие свойства расширения вольфрамового сплава. Испытание на влажность оценивает влияние поглощения влаги, выявляя потенциальные проблемы путём сравнения данных до и после воздействия. Необходимо установить причину отклонения от нормы, например, дефекты поверхностного покрытия, и провести анализ первопричин. Отчёты должны соответствовать метрологическим спецификациям и включать оценки неопределённости и выводы о стабильности.

Результаты испытаний на стабильность объёма используются для сертификации характеристик гирь и предоставления рекомендаций по применению. Например, в Национальном институте метрологии испытания гарантируют стабильность объёма гирь класса точности E1 при колебаниях температуры, что делает их пригодными для высокоточной калибровки весов. В промышленном производстве результаты испытаний используются для оптимизации производственных процессов, например, для корректировки параметров спекания с целью снижения колебаний объёма. На практике этот процесс помогает прогнозировать поведение гирь во влажной среде и облегчает планирование технического обслуживания. В будущем цифровое моделирование в сочетании с анализом на основе искусственного интеллекта может оптимизировать процесс и повысить эффективность испытаний.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Испытание механических свойств и долговечности грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава критически важны для оценки их механической прочности, износостойкости и коррозионной стойкости. Эти испытания гарантируют сохранение структурной целостности и метрологической точности гирь при частой эксплуатации и в сложных условиях. Эти испытания обычно проводятся в специализированных лабораториях или в ходе контроля качества производства в соответствии с такими стандартами, как ASTM и GB/T.

3.2.1 Метод испытания твердости грузов из вольфрамового сплава

Грузики из вольфрамового сплава предназначены для количественной оценки их поверхностной стойкости к деформации, обеспечивая износостойкость и стабильность при длительном использовании. Это испытание, основополагающее для оценки механических свойств, проводится методом вдавливания или царапания с использованием прецизионных приборов для определения твёрдости.

Основной принцип испытания на твёрдость основан на сопротивлении материала внешней нагрузке. Метод индентирования заключается в приложении нагрузки к поверхности груза, создавая отпечаток, после чего измеряется его размер для расчёта твёрдости. Метод царапания использует щуп для царапания поверхности и измерения ширины или глубины царапины. Высокая твёрдость вольфрамового сплава делает его пригодным для этих методов, поскольку его однородная микроструктура обеспечивает стабильные результаты испытаний. Эти принципы соответствуют таким стандартам, как GB/T 230 и ASTM E18, что гарантирует научность и сопоставимость испытаний.

Для испытания на твёрдость требуются такие приборы, как твёрдомер Виккерса или Роквелла. Твёрдомер Виккерса подходит для точных измерений вольфрамовых сплавов с использованием алмазного индентора для приложения нагрузки; твёрдомер Роквелла подходит для экспресс-оценки с использованием сферического или конического индентора. Вспомогательное оборудование включает держатель образца, микроскоп для наблюдения за отпечатком и камеру с контролируемой средой для поддержания постоянной температуры испытания. Все приборы должны регулярно калиброваться в соответствии со стандартом JJF 1059 «Стандарт калибровки измерительных приборов» для обеспечения точности испытаний. Поверхность образца должна быть очищена от оксидных слоёв и загрязнений, а испытательная площадка должна быть ровной.

Стандартная операция испытания твердости делится на три этапа: подготовка, испытание и анализ. Во-первых, этап подготовки: выберите представительную поверхность груза, например, боковую или верхнюю часть, избегая области края; закрепите груз на испытательном стенде для обеспечения горизонтальной устойчивости; установите нагрузку и время удержания и отрегулируйте параметры в соответствии с размером груза. Во-вторых, войдите в этап испытания: запустите прибор, чтобы приложить нагрузку для формирования отпечатка; используйте микроскоп для измерения диагонали или глубины отпечатка; повторите испытание в нескольких

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

точках (не менее пяти), охватывая различные области для оценки однородности. При методе царапания фиксированным щупом царапают поверхность, и характеристики царапания записываются. Весь процесс должен выполняться в среде без вибраций, и оператор должен записывать каждое измеренное значение. Наконец, этап анализа: вычислите среднее значение твердости и сравните различия в разных точках для оценки однородности материала. Отчет включает в себя условия испытания и таблицу результатов.

Контроль погрешностей обеспечивает надежность испытаний на твердость. Систематические погрешности, в первую очередь связанные с неточностью нагрузки или износом индентора, устраняются регулярной калибровкой прибора. Случайные погрешности минимизируются благодаря многоточечным измерениям и статистическому усреднению, например, с помощью дисперсионного анализа для оценки повторяемости. Поверхностные покрытия на вольфрамовых сплавах могут влиять на показания твердости, требуя предварительной зачистки или корректировки глубины испытания. Факторы окружающей среды, такие как колебания температуры, можно контролировать с помощью термостата. После испытания оценка неопределенности проводится в соответствии с метрологическими рекомендациями для обеспечения объективности результатов.

Результаты испытаний на твердость непосредственно применяются для классификации качества и оптимизации гирь из вольфрамовых сплавов. Например, в процессе производства испытания обеспечивают равномерную твердость высокоизносостойких промышленных гирь. При метрологической проверке результаты подтверждают перенос результатов измерений, гарантируя соответствие гирь стандартам. На практике испытания на твердость помогают выявить дефекты состава сплава, такие как градиенты твердости, вызванные неравномерным распределением вспомогательных элементов, что приводит к улучшению производства. Этот метод также способствует отбору партий и повышает эффективность благодаря автоматизированному испытанию на твердость.

3.2.1 Методы испытаний прочности грузов из вольфрамового сплава

Испытание прочности груза из вольфрамового сплава направлено на оценку его способности противостоять деформациям растяжения, сжатия и изгиба, гарантируя отсутствие структурных разрушений груза в процессе эксплуатации. Это испытание является ключевым для оценки долговечности и обычно проводится с помощью испытаний на растяжение или сжатие с использованием специализированных приборов для проверки прочностных характеристик.

Испытание на прочность основано на законах механики материалов, при этом применяется постепенно возрастающая нагрузка для измерения деформации и предела прочности. Испытание на растяжение измеряет прочность на растяжение путем растяжения образца; испытание на сжатие измеряет прочность на сжатие путем приложения давления. Высокая прочность вольфрамового сплава делает его пригодным для этих методов, поскольку его ударная вязкость в сочетании с ударной вязкостью обеспечивает надежные данные о разрушении. Эти принципы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

соответствуют таким стандартам, как GB/T 228 и ASTM E8, что обеспечивает стандартизированные и точные испытания.

Для испытаний на прочность требуется универсальная испытательная машина, способная работать как на растяжение, так и на сжатие. Прибор оснащен креплением для фиксации образца и датчиками для измерения нагрузки и деформации. Вспомогательное оборудование включает тензорезисторы для регистрации микродеформаций и систему сбора данных для мониторинга в режиме реального времени. Образцы должны быть обработаны на станке до стандартной формы, например, стержней или брусков, чтобы гарантировать отсутствие дефектов в зоне испытания. Всё оборудование должно быть откалибровано в соответствии с метрологическими требованиями для обеспечения достоверности результатов.

Операции по испытанию прочности делятся на этапы подготовки, испытания и анализа. Во-первых, этап подготовки: обработайте образец веса, чтобы обеспечить однородность размера; закрепите образец в приспособлении испытательной машины и выровняйте ось; задайте скорость испытания и диапазон нагрузки. Во-вторых, этап испытания: запустите машину, чтобы приложить нагрузку и записать кривую деформации нагрузки; продолжайте, пока образец не деформируется или не сломается, и повторите испытание на нескольких образцах для оценки согласованности. При испытании на сжатие наблюдайте за деформацией сжатия образца, не разрушая его. Процесс должен проводиться в контролируемой среде, чтобы избежать помех от вибрации. Наконец, этап анализа: извлеките из кривой значения прочности, такие как предел текучести и прочность на излом; вычислите среднее значение и коэффициент вариации. Отчет включает в себя график кривой и выводы.

Контроль ошибок направлен на точность измерений. Систематические ошибки, такие как смещение приспособления или дрейф датчика, устраняются калибровкой, а случайные ошибки минимизируются благодаря многообразному испытанию. Микроструктурные неоднородности вольфрамовых сплавов могут повлиять на результаты и требуют предварительного микроскопического исследования. Температуру окружающей среды можно контролировать с помощью термокамеры. Оценка неопределенности обеспечивает научную достоверность отчета.

3.2.2 Метод испытания на износостойкость грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава оценивают способность поверхности противостоять фрикционному износу, гарантируя сохранение стабильного качества при многократном использовании. В этом испытании используются испытания на трение или моделирование износа для инструментальной количественной оценки износа. Испытание на износостойкость основано на трибологии, измерении потери массы или изменения объема путем моделирования контактного трения. Методы возвратно-поступательного трения имитируют эксплуатационный износ, в то время как методы вращательного трения подходят для оценки поверхности. Эти методы соответствуют стандартам GB/T 12444 и ASTM G99.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Для подготовки оборудования требуется трибометр, оснащенный износостойкой пластиной и системой нагружения. Вспомогательное оборудование включает электронные весы для измерения потери массы и микроскоп для наблюдения за поверхностью. Образец необходимо закрепить, чтобы обеспечить плоскостность исследуемой поверхности. Прибор должен быть откалиброван в соответствии со спецификациями.

Процесс разделяется на подготовку, испытание и анализ. Подготовка включает очистку образца и его закрепление в машине, установку нагрузки и определение расстояния трения. Далее, испытание включает запуск процесса трения и регистрацию его хода, остановку процесса и измерение потери массы. Испытание повторяется. Наконец, анализ включает расчет скорости износа и предоставление отчета, включающего фотографии поверхности.

Контроль ошибок контролирует колебания нагрузки и влажность окружающей среды. Многократные испытания минимизируют случайные ошибки. Оценка неопределенности обеспечивает надежность.

Верификация применения используется для оптимизации долговечности весов. В промышленности она обеспечивает долгосрочное использование; в лаборатории — помогает в проектировании и совершенствовании процессов. В будущем автоматизированное тестирование повысит эффективность.

3.2.3 Стандартный процесс оценки коррозионной стойкости грузов из вольфрамового сплава

Гирь из вольфрамовых сплавов включает в себя оценку их гирь, моделируя воздействие окружающей среды, что обеспечивает их устойчивость во влажной и химической среде. Этот процесс включает в себя испытания методом погружения или электрохимические методы в соответствии со стандартными требованиями.

Процесс основан на кинетике коррозии, измеряющей скорость коррозии под воздействием среды. Испытания в солевом тумане имитируют влажность, а испытания на погружение оценивают химическую устойчивость. Соответствует стандартам GB/T 10125 и ASTM B117.

Этапы проектирования делятся на этапы подготовки, экспозиции, измерения и составления отчёта. Во-первых, необходимо подготовить образец и очистить его; во-вторых, подвергнуть его воздействию соляной камеры или иммерсионного раствора; в-третьих, измерить потерю массы или изменение поверхности; и, в-четвёртых, составить отчёт.

Прибор оснащён камерой солевого тумана для контроля параметров среды и электрохимической рабочей станцией для измерения тока коррозии. Вспомогательное оборудование включает pH-метр и микроскоп.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Анализ данных: расчёт скорости коррозии и оценка неопределённости на основе статистических данных. Анализ изменений на поверхности.

Верификация применения используется для адаптации к окружающей среде. В фармацевтике она обеспечивает стабильность и помогает оптимизировать покрытия. В будущем ускоренные испытания повысят эффективность.

3.3 Проверка стабильности метрологических характеристик гирь из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава проходят испытания, позволяющие оценить их способность сохранять метрологическую точность с течением времени и в изменяющихся условиях окружающей среды. Эти испытания, охватывающие ключевые показатели, такие как значение массы, состояние поверхности и магнитные помехи, обычно проводятся профессиональными метрологическими институтами или в ходе контроля качества производства в соответствии с такими стандартами, как OIML R111 и JJG 99. Эти испытания гарантируют надежность гирь для высокоточной лабораторной калибровки, проверки промышленных производственных линий и коммерческого взвешивания.

3.3.1 Стандартный цикл контроля стабильности значений массы грузов из вольфрамового сплава

гирь из вольфрамового сплава интервалы между регулярными калибровками и поверками должны быть соблюдены для обеспечения стабильности значений массы независимо от изменений окружающей среды и условий эксплуатации. Этот мониторинг является ключевым компонентом испытаний метрологической стабильности. Долгосрочная надёжность гирь оценивается посредством систематических циклов настройки и эксплуатационных процедур.

Принцип контроля стабильности значения массы основан на метрологических принципах прослеживаемости и повторяемости. Регулярное сравнение с эталонной гирей позволяет проверить, находится ли отклонение массы гири в допустимых пределах. Высокая химическая стабильность и низкое тепловое расширение гирь из вольфрамового сплава обеспечивают минимальные колебания значения массы, однако при контроле необходимо учитывать влияние факторов окружающей среды, таких как температура, влажность и механический износ. Эти принципы соответствуют требованиям к стабильности стандарта OIML R111, обеспечивая научный и последовательный мониторинг. Настройка цикла учитывает класс точности гири, частоту использования и условия окружающей среды. Высокоточные гири требуют более частого контроля для поддержания метрологической точности.

Цикл мониторинга необходимо определять на основе уровня точности и области применения гири. Высокоточные гири, такие как E1 и E2, обычно используются в лабораторных условиях, и их цикл мониторинга должен быть короче, чтобы компенсировать потенциальное воздействие окружающей среды. Гири с более низким уровнем точности, такие как F2 и M1, используются в промышленных или коммерческих условиях, и цикл может быть соответствующим образом

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

продлен, но интенсивность использования по-прежнему необходимо учитывать. На цикл также влияют факторы окружающей среды. Например, в условиях высокой влажности или высокой температуры частоту мониторинга необходимо увеличивать для оценки влияния коррозии или теплового расширения. Стандарт рекомендует динамически корректировать цикл на основе исторических данных о гирях и оценки рисков для обеспечения целенаправленного и эффективного мониторинга.

Процесс контроля стабильности значения массы делится на четыре этапа: подготовка, калибровка, регистрация и обзор. Во-первых, этап подготовки: выберите контрольный груз, очистите поверхность и запишите начальное состояние, включая температуру и влажность окружающей среды; подготовьте эталонный груз и прецизионные весы, чтобы обеспечить калибровку оборудования. Во-вторых, войдите в этап калибровки: используйте метод сравнения масс, чтобы сравнить вес с эталоном и записать отклонение; повторите измерение несколько раз, чтобы оценить повторяемость. Для динамического мониторинга условия использования, такие как штабелирование или перемещение, могут быть смоделированы и перекалиброваны. Третий, этап регистрации: документируйте все данные, включая значения отклонения и параметры окружающей среды, и сохраняйте их с помощью электронной таблицы или специального программного обеспечения. Четвертый, этап обзора: сравните текущие данные с историческими записями, чтобы оценить тенденцию стабильности; если отклонение превышает предел, выполните анализ первопричин и скорректируйте цикл. Весь процесс должен выполняться в лаборатории с постоянной температурой и влажностью, а операторы должны соблюдать правила техники безопасности.

Оценка данных использует статистические методы для количественной оценки стабильности. Рассчитываются среднее и стандартное отклонение отклонений массы, а также строятся графики трендов для выявления закономерностей изменений. При оценке учитывается неопределенность, включая влияние разрешения баланса и колебаний окружающей среды. Стабильность оценивается с помощью анализа доверительных интервалов. Если отклонения остаются в пределах допустимого диапазона, веса считаются достоверными. Выявляется причина отклонений, например, поверхностное загрязнение или магнитные помехи, и принимаются корректирующие меры. Отчет об оценке включает сводку данных и периодические рекомендации для обеспечения непрерывного мониторинга и улучшения.

Стандартизированные циклы мониторинга стабильности значения массы имеют решающее значение в практическом применении. В лабораториях регулярный мониторинг обеспечивает точность высокоточных калибровок и способствует надёжности научных исследований. В промышленных условиях циклы мониторинга помогают прогнозировать срок службы гирь и оптимизировать планы технического обслуживания. В коммерческом секторе стабильный мониторинг обеспечивает объективность взвешивания в торговле. Циклический мониторинг также способствует стандартизированному управлению массой и снижает экономические потери, вызванные дрейфом массы.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Благодаря этим стандартным циклам мониторинга обеспечивается эффективная стабильность значения массы гирь из вольфрамового сплава, что обеспечивает их долгосрочную работоспособность в различных метрологических условиях. Стандартизированное внедрение этого процесса не только повышает надёжность гирь, но и создаёт базу данных для непрерывного развития метрологических технологий.

3.3.2 Метод определения состояния поверхности грузика из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава предназначены для оценки чистоты поверхности, плоскостности и целостности, чтобы гарантировать отсутствие влияния дефектов поверхности на метрологическую точность. Это испытание является ключевым компонентом испытаний на стабильность, сочетая визуальный осмотр с инструментальными измерениями для выявления потенциальных проблем, таких как царапины, коррозия или загрязнение.

Контроль состояния поверхности основан на принципах оптических и контактных измерений, позволяющих наблюдать или количественно оценивать характеристики поверхности для оценки их влияния на метрологические характеристики. Контроль качества поверхности использует отражение света для оценки шероховатости поверхности, а контроль плоскостности измеряет геометрические отклонения для обеспечения равномерного контакта. Характеристики покрытия поверхности и полировки гирь из вольфрамового сплава требуют особого внимания к микроскопическим дефектам во время испытаний. Эти принципы соответствуют требованиям к качеству поверхности стандарта OIML R111, обеспечивая объективность и полноту испытаний.

Методы контроля состояния поверхности можно разделить на визуальный осмотр, контактное измерение и бесконтактное измерение. При визуальном осмотре используется увеличительное стекло или микроскоп для осмотра поверхности и выявления макроскопических дефектов, таких как царапины или пятна ржавчины. При контактном измерении используется измеритель шероховатости поверхности, который количественно определяет параметры шероховатости с помощью зондового сканирования. Бесконтактное измерение использует лазерный сканер или оптический профилометр и подходит для высокоточных весов, чтобы избежать контактных повреждений. Выбор этих методов зависит от класса веса, при этом бесконтактные методы предпочтительны для высокоточных весов, чтобы сохранить целостность поверхности.

Процесс инспекции включает в себя подготовку, осмотр, измерение и документирование. Сначала идет подготовительный этап: очистите поверхность груза и удалите загрязнения чистой тканью с нейтральным моющим средством. Подготовьте контрольный прибор и откалибруйте измеритель шероховатости или лазерный сканер. Затем следует этап инспекции: проведите визуальный осмотр и запишите местоположение и тип видимых дефектов. Для контактных измерений установите траекторию зонда для сканирования поверхности и сбора данных. Для бесконтактных измерений зафиксируйте груз и начните сканирование, чтобы получить трехмерное изображение поверхности. Повторите операцию для нескольких областей, чтобы добиться полного покрытия. Третий этап — измерение: количественное определение таких параметров, как среднее значение

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

шероховатости или отклонение от плоскостности. Четвертый этап — этап документирования: создание отчета с фотографиями, таблицами данных и выводами, отмечающими любые аномалии.

Анализ результатов позволяет оценить состояние поверхности путем сравнения измеренных значений со стандартными пределами. Рассчитываются индексы шероховатости и строятся профили поверхности для оценки однородности. Анализ должен учитывать неопределенности, включая разрешение прибора и эксплуатационные отклонения. Аномальные результаты, такие как высокая шероховатость, требуют анализа причин, таких как производственные дефекты или износ, и предоставления рекомендаций по устранению неполадок. В отчетах освещается влияние состояния поверхности на метрологическую точность, что обеспечивает практическое применение анализа.

Методы определения состояния поверхности могут использоваться для оптимизации конструкции и обслуживания весов. В производстве определение состояния поверхности позволяет оптимизировать процесс полировки и повысить качество поверхности. В метрологических приложениях регулярные испытания предотвращают снижение точности и позволяют корректировать циклы технического обслуживания. Этот гибкий метод адаптируется к различным сценариям, и в будущем анализ изображений с помощью ИИ может быть использован для автоматизации определения и повышения эффективности.

3.3.3 Метод обнаружения магнитных помех в грузиках из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава подвергаются оценке магнитной восприимчивости и постоянной намагниченности, чтобы гарантировать отсутствие влияния магнитных полей при калибровке электронных весов. Этот тест является специализированным компонентом испытаний на стабильность, количественно определяя магнитные свойства с помощью магнитометрии и моделирования условий окружающей среды.

Магнитно-интерференционный метод испытаний, основанный на электромагнитной индукции и магнитных весах, позволяет оценить магнитные свойства гири путем измерения ее реакции на магнитное поле. Испытание на магнитную восприимчивость рассчитывает реакцию гири на внешнее магнитное поле, в то время как испытание на постоянное намагничивание оценивает напряженность внутреннего магнитного поля. Низкая магнитная восприимчивость вольфрамового сплава требует использования высокочувствительных приборов для испытаний. Эти принципы соответствуют требованиям к магнитным свойствам стандарта OIML R111, обеспечивая точность и достоверность результатов испытаний.

Методы обнаружения магнитных помех включают измерение магнитной восприимчивости и определение постоянного намагничивания. При измерении магнитной восприимчивости используется магнитометр или гауссметр для наблюдения за изменениями силы, создаваемой гирей в известном магнитном поле; при определении постоянного намагничивания используется метод подвешивания или датчик Холла для определения силы магнитных полюсов гири. Эти

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

методы подходят для гирь различной точности, при этом высокоточные гири класса E1 требуют более точных измерений для соответствия стандартным пределам.

Процесс испытаний включает подготовку, измерение, проверку и составление отчёта. Первый этап – подготовка: экранирование от внешних магнитных полей и использование немагнитной лаборатории; подготовка образцов гирь и регистрация исходного состояния. Второй этап – измерение: для магнитной восприимчивости – помещение гири в однородное магнитное поле и измерение отклонения силы; для остаточной намагниченности – сканирование поверхности зондом и регистрация напряжённости магнитного поля. Для оценки однородности измерения повторяются в нескольких точках. Третий этап – проверка: сравнение результатов с пороговыми значениями стандартов для подтверждения соответствия. Четвёртый этап – составление отчёта: документирование данных, включая диаграммы магнитного поля и выводы, а также, при необходимости, рекомендации по размагничиванию.

При обработке данных используются вычислительные модели для количественной оценки магнитных свойств. Постоянная намагниченность оценивается путём расчёта магнитной восприимчивости $\chi = (\text{отклонение силы}) / (\text{напряжённость магнитного поля} \times \text{объём})$. При этом необходимо учитывать неопределённости, включая шум прибора и фоновые магнитные поля. Для определения среднего значения и дисперсии проводится статистический анализ нескольких наборов данных. Аномальные данные следует анализировать на наличие, например, примесей в сплаве, и корректировать. Методы обнаружения магнитных помех обеспечивают точность электронных метрологических систем на практике. В лабораториях они гарантируют отсутствие помех от гирь на показаниях весов; в промышленности они обеспечивают калибровку в электромагнитной среде. Внедрение этого метода оптимизирует состав сплавов и снижает магнитные риски. В будущем автоматизированные сканеры магнитного поля повысят эффективность обнаружения.

3.4 Испытания грузов из вольфрамового сплава на воздействие окружающей среды

Проверка гирь из вольфрамового сплава является ключевым этапом оценки их воздействия на окружающую среду при производстве и утилизации, обеспечивая низкую токсичность материала, низкий уровень загрязнения в процессе производства и возможность вторичной переработки при утилизации. Эти испытания соответствуют экологическим стандартам, таким как GB/T 27948 и ISO 14001, и обычно проводятся в специализированных лабораториях или в процессе производства. Они сочетают в себе химический анализ и методы моделирования воздействия окружающей среды для проверки экологических характеристик гирь.

3.4.1 Методы испытаний на воздействие окружающей среды для грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава разработаны для оценки потенциального воздействия их состава и применения на окружающую среду и здоровье человека, обеспечивая соблюдение экологических

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

норм и требований безопасности. Эти методы подтверждают низкую токсичность и экологичность гирь посредством химического анализа, оценки токсичности и испытаний на выбросы.

Экологические испытания основаны на химическом анализе материалов и оценке воздействия на окружающую среду. Анализ химического состава использует спектроскопию для определения содержания опасных веществ в весах; оценка токсичности проверяет растворимость материала в определенных условиях для определения выделения токсичных веществ; а испытания на выбросы имитируют сценарии использования для оценки выбросов летучих веществ или твердых частиц. Эти методы соответствуют стандартам GB/T 26572 (Предельно допустимое содержание опасных веществ) и REACH, гарантируя соответствие результатов испытаний международным экологическим стандартам. Вольфрамовые сплавы, как правило, хорошо себя проявляют в этих испытаниях благодаря своей низкой токсичности и высокой стабильности.

Методы испытаний на воздействие окружающей среды включают в себя анализ состава, испытания на растворение и испытания на воздействие окружающей среды. Анализ состава использует масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) или рентгеновскую флуоресцентную спектроскопию (РФС) для определения содержания таких элементов, как вольфрам, никель и железо, а также вредных примесей. Испытание на растворение оценивает характеристики растворения гирь в воде или кислых растворах посредством испытания на погружение. Испытание на воздействие окружающей среды имитирует влажную или химическую среду для оценки поверхностного высвобождения. Эти методы выбираются в зависимости от предполагаемого использования гири; высокоточные гири требуют более строгих испытаний на растворение для обеспечения безопасности в лаборатории.

Процесс проведения испытаний на воздействие окружающей среды делится на три этапа: подготовка, испытания и анализ. На первом этапе: отбор представительных образцов, очистка поверхности от загрязнений; подготовка приборов, таких как ИСП-МС, калибровка до уровня ppb и приготовление растворов, соответствующих стандартам. На втором этапе: для анализа компонентов растворите или напрямую просканируйте образец и запишите концентрацию элемента; для испытания на растворение погрузите гирю в нейтральный или кислый раствор и отберите пробы для анализа через регулярные интервалы; для испытания на воздействие окружающей среды поместите гирю в камеру для моделирования воздействия и запишите выброс. Повторные испытания обеспечивают достоверность данных. На третьем этапе: сравнение результатов с нормативными требованиями и составление отчета, включающего данные о концентрации и выводы о соответствии.

Анализ результатов позволяет оценить экологические характеристики посредством количественного сравнения. Анализ состава подтверждает, что содержание опасных веществ (таких как свинец и кадмий) не превышает установленных пределов. Испытание на растворение позволяет рассчитать скорость растворения, чтобы гарантировать отсутствие выброса токсичных веществ. Испытание на воздействие позволяет оценить выбросы для подтверждения низкого

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

воздействия на окружающую среду. Необходимо учитывать аналитические неопределенности, такие как чувствительность прибора и вариабельность образцов. Необходимо установить причину возникновения отклонений от нормы, таких как наличие производственных примесей, и предоставить рекомендации по улучшению. Отчеты должны соответствовать требованиям ISO 17025 для обеспечения прослеживаемости.

3.4.2 Технические условия испытаний на показатели защиты окружающей среды при производстве вольфрамовых сплавов

Спецификации испытаний на экологическую эффективность производства вольфрамовых сплавов разработаны для оценки потенциального воздействия производственного процесса на окружающую среду, включая такие показатели, как выбросы отработавших газов, жидкие отходы, твердые отходы и энергопотребление. Эти спецификации гарантируют соответствие производства требованиям систем экологического менеджмента, таким как ISO 14001 и GB/T 24001, что позволяет снизить выбросы загрязняющих веществ.

Экологические испытания нашего производства основаны на принципах оценки воздействия на окружающую среду. Мы контролируем выбросы и потребление ресурсов на протяжении всего производственного процесса для количественной оценки воздействия на окружающую среду. Анализ выхлопных газов позволяет определить содержание летучих органических соединений (ЛОС) и твердых частиц; анализ жидких отходов позволяет оценить концентрацию химических веществ; анализ твердых отходов позволяет оценить степень переработки; а анализ энергопотребления оптимизирует эффективность. Эти принципы соответствуют стандарту GB/T 27948 и местным экологическим нормам, обеспечивая устойчивое производство.

Испытания охватывают четыре показателя: выбросы отработавших газов (твердые частицы и оксиды азота в дымовых газах агломерационной печи), выбросы жидких отходов (тяжелые металлы в гальванических ваннах), твердые отходы (степень извлечения стружки и неспеченного порошка) и энергопотребление (потребление энергии на единицу продукции). Каждый показатель необходимо сравнивать с нормативными требованиями. Например, выбросы отработавших газов должны соответствовать стандарту GB 16297. Для обеспечения комплексной оценки также уделяется внимание уровню шума и теплового излучения.

Процесс тестирования разделяется на этапы подготовки, мониторинга, регистрации и анализа. На первом этапе подготовки определяются контрольные точки, такие как выходы печей для спекания, гальванические ванны и свалки отходов, а также калибруются приборы, такие как газоанализаторы и расходомеры. На втором этапе мониторинга отбираются пробы отходящих газов в режиме реального времени и анализируются концентрации ЛОС; производится отбор проб сточных вод для анализа на содержание тяжелых металлов; рассчитывается масса и количество извлеченных твердых отходов; а также регистрируются данные по потреблению энергии. На третьем этапе регистрации используется программное обеспечение для мониторинга окружающей среды для хранения данных и формирования временных рядов. На четвертом этапе

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

анализа сравниваются данные с нормативными требованиями, оценивается их соответствие требованиям и предлагаются корректирующие меры.

Оценка данных позволяет количественно оценить экологическую эффективность с помощью статистического анализа. Рассчитываются концентрации выбросов, показатели рекуперации и энергоэффективность, а также строятся графики тенденций для выявления изменений. При оценке учитываются такие неопределенности, как погрешность отбора проб и точность приборов. Для выявления отклонений в данных требуется анализ причин, например, чрезмерных выбросов из-за старения оборудования, и разработка планов по улучшению. Отчеты включают заявления о соответствии требованиям и рекомендации по оптимизации.

Стандарты испытаний на воздействие на окружающую среду производства способствуют оптимизации процесса. На практике испытания помогают корректировать параметры спекания для снижения выбросов отходящих газов и оптимизировать составы гальванических растворов для снижения загрязнения сточных вод. В будущем экологичные производственные технологии, такие как низкоэнергетические спекательные печи, дополнительно улучшат экологические показатели, а автоматизированные системы мониторинга повысят эффективность испытаний.

3.4.3 Требования к испытаниям на соответствие при утилизации отходов вольфрамовых сплавов

Требования к испытаниям на соответствие требованиям к переработке отходов вольфрамовых сплавов разработаны для оценки соответствия процессов переработки и утилизации экологическим нормам и минимизации воздействия на окружающую среду. Эти требования, основанные на стандартах GB/T 18575 и REACH, подтверждают соответствие процесса переработки требованиям путём анализа химических свойств отходов и эффективности переработки.

Испытания на соответствие требованиям основаны на принципах циклической экономики и контроля загрязнения окружающей среды. Химический анализ и оценка степени переработки гарантируют, что утилизируемые гири не выделяют опасных веществ. Испытания подтверждают пригодность вольфрамовых сплавов к переработке и их классификацию как отходов в соответствии с Законом о предотвращении и контроле загрязнения окружающей среды твердыми отходами. Низкая токсичность и высокая степень переработки вольфрамовых сплавов обеспечивают им экологические преимущества при утилизации отходов.

Процесс тестирования включает в себя отбор проб, химический анализ, проверку эффективности извлечения и оценку соответствия требованиям. Во-первых, отбракованные грузы собираются и каталогизируются; во-вторых, они анализируются на наличие опасных веществ с помощью ИСП-МС; в-третьих, проверяется степень извлечения и рассчитывается количество извлеченного вольфрама и других металлов; и, в-четвертых, оценивается соответствие требованиям и составляется отчет.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Показатели оценки включают содержание опасных веществ (ниже предельно допустимой концентрации), степень извлечения (целевой показатель: выше 90%) и безопасность утилизации (отсутствие вторичного загрязнения). Эти показатели необходимо сравнить со стандартом GB/T 18575, а также указать неопределенность.

Этапы внедрения включают подготовку образцов, анализ компонентов, испытания на восстановление и регистрацию результатов. Для обеспечения точности данных требуются профессиональные помещения и оборудование для восстановления. Отчёт включает заявление о соответствии и рекомендации.

Тестирование на соответствие требованиям способствует развитию экономики замкнутого цикла и снижению затрат на утилизацию. На практике оно обеспечивает безопасность переработки и способствует повторному использованию ресурсов. В будущем интеллектуальные технологии переработки повысят эффективность.

Благодаря соблюдению этих требований к испытаниям на соответствие утилизация отработанных гирь из вольфрамового сплава может быть экологически безопасной и эффективной, что будет способствовать устойчивому развитию метрологической отрасли.



CTIA GROUP LTD Гири из вольфрамового сплава

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

Глава 4. Промышленное применение и технологическая адаптация грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава, благодаря своей высокой плотности, превосходным механическим свойствам и метрологической стабильности, продемонстрировали высокую ценность для применения в широком спектре отраслей промышленности, став ключевым инструментом метрологической калибровки, промышленной поверки и коммерческого взвешивания. В данной главе основное внимание будет уделено применению и адаптации гирь из вольфрамового сплава для метрологической калибровки, анализу их технических требований и адаптируемости при калибровке электронных весов и поверке таких приборов, как платформенные и напольные весы. Эти области применения не только демонстрируют преимущества гирь из вольфрамового сплава в высокоточных и разнообразных приложениях, но и подчеркивают их гибкость в удовлетворении потребностей разнообразного оборудования и отраслей промышленности за счет оптимизации материалов и адаптации конструкции.

4.1 Применение и адаптация гирь из вольфрамового сплава при измерениях и калибровке

Гири из вольфрамового сплава широко используются в метрологии и калибровке, охватывая широкий спектр применения, включая высокоточную лабораторную калибровку, проверку промышленного оборудования и коммерческие весовые системы. Высокая плотность, низкая магнитная восприимчивость и долговечность позволяют им соответствовать требованиям к точности, стабильности и адаптации к условиям окружающей среды, предъявляемым к различному метрологическому оборудованию. Благодаря стандартизированной конструкции и возможности индивидуальной настройки гири из вольфрамового сплава обеспечивают полную совместимость с электронными весами, платформенными и напольными весами, а также другим оборудованием, обеспечивая надежность передачи результатов измерений и калибровки.

4.1.1 Требования к совместимости грузов из вольфрамового сплава, используемых для калибровки электронных весов

вольфрамового сплава для калибровки электронных весов является ярким примером их применения в высокоточной метрологии. Электронные весы, благодаря высокому разрешению и чувствительности, широко используются в лабораторном анализе, разработке фармацевтических рецептов и научных исследованиях. Процесс калибровки предъявляет строгие требования к точности, стабильности, состоянию поверхности и антимагнитным свойствам гирь. Гири из вольфрамового сплава, благодаря превосходным свойствам материала и технологии производства, отвечают этим требованиям, что делает их идеальным выбором для калибровки электронных весов. Ниже подробно описаны требования к гилям из вольфрамового сплава для калибровки электронных весов, с акцентом на принципы адаптации, свойства материалов, конструктивные требования, эксплуатационные аспекты и практическое применение.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Калибровка электронных весов требует использования гирь для обеспечения точного и стабильного эталона массы, необходимого для проверки линейности и повторяемости весов. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет упаковать их в компактный корпус, что делает их пригодными для использования в ограниченном пространстве электронных весов. Низкая магнитная восприимчивость гирь гарантирует отсутствие помех для электромагнитных датчиков весов, что обеспечивает точность калибровки. Высокая твёрдость и коррозионная стойкость гарантируют сохранение массы гирь даже при частом использовании и в лабораторных условиях. Сочетание этих свойств обеспечивает соответствие требованиям к точности взвешивания электронных весов и прослеживаемость результатов калибровки.

вольфрамового сплава имеют основополагающее значение для их совместимости с электронными весами. Высокая плотность вольфрама позволяет изготавливать компактные гири, что делает их пригодными для калибровки микровесов (например, аналитических весов с разрешением в микрограмм). Добавление вспомогательных элементов, таких как никель, повышает прочность, предотвращая повреждение поверхности, вызванное частым обращением. Низкая магнитная восприимчивость является ключевой характеристикой. Сам вольфрам является слабопарамагнитным материалом, и оптимизация формулы сплава (например, контроль содержания железа) может дополнительно снизить магнитные помехи, обеспечивая электромагнитную совместимость с электронными весами. Коррозионная стойкость позволяет гилям выдерживать химические пары, которые могут возникать в лаборатории, сохраняя долговременную стабильность. Эти свойства материала улучшаются благодаря прецизионным процессам производства, гарантируя, что гири соответствуют требованиям высокоточной калибровки.

Гири из вольфрамового сплава должны быть разработаны в соответствии со строгими стандартами калибровки электронных весов. Стандартизированные формы, такие как цилиндрические или листовые гири, являются обычным выбором. Цилиндрические гири легко штабелировать и комбинировать, в то время как листовые гири подходят для микрокалибровки и адаптируются к форме и размеру чашки весов. Требования к отделке поверхности чрезвычайно высоки, требуя прецизионной полировки для достижения микронного уровня шероховатости для уменьшения адгезии загрязнений и эффекта трения. Поверхностные покрытия (например, никелирование) дополнительно повышают коррозионную стойкость и износостойкость, сохраняя при этом низкую магнитную восприимчивость. Класс качества (например, E1, E2) должен соответствовать точности весов и соответствовать стандарту OIML R111 для обеспечения передачи калиброванных значений. Конструкция также должна учитывать четкость маркировки гирь, например, гравировку значения массы, для облегчения идентификации пользователя и эксплуатации.

Во время калибровки электронных весов обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать строгим спецификациям для обеспечения соответствия требованиям совместимости. Перед калибровкой гири необходимо очистить чистой тканью и нейтральным моющим средством, чтобы предотвратить влияние жира или пыли на точность. Операторы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

должны использовать специальный зажим для захвата гирь, чтобы предотвратить контакт с руками, загрязнение или статические помехи. Процесс калибровки должен проводиться в среде с постоянной температурой и влажностью, чтобы минимизировать влияние температуры и влажности на показания весов. Гири должны быть установлены устойчиво, чтобы предотвратить скольжение или наклон, обеспечивая равномерное усилие на чашке весов. После калибровки гири следует хранить в специальном калибровочном боксе, чтобы предотвратить повреждение их поверхности или массы внешними факторами. Эти эксплуатационные соображения гарантируют совместимость гирь с весами и максимизируют эффект калибровки.

На практике гири из вольфрамового сплава широко используются для калибровки электронных весов в фармацевтических, химических и биологических лабораториях. Например, при приготовлении фармацевтических препаратов микровесы необходимо калибровать с точностью до миллиграмма или даже микрограмма. Небольшой размер и высокая точность гирь из вольфрамового сплава позволяют точно проверять работу весов и обеспечивать точность рецептов. В научных исследовательских экспериментах низкая магнитная восприимчивость гирь предотвращает помехи в работе высокочувствительных весов, обеспечивая надежность данных. В лабораториях мониторинга окружающей среды коррозионная стойкость гирь позволяет использовать их для калибровки аналитических весов в течение длительного времени, адаптируясь к средам, подверженным воздействию химических реагентов. В будущем, по мере повышения разрешения весов, гири из вольфрамового сплава могут быть дополнительно улучшены в плане адаптивности за счет более сложных производственных процессов (таких как нанообработка поверхности) для соответствия еще более высоким требованиям к точности.

4.1.2 Подбор точности гирь из вольфрамового сплава, используемых для калибровки платформенных весов, напольных весов и других весоизмерительных приборов

вольфрамового сплава для калибровки таких приборов, как платформенные и напольные весы, является важным примером применения гирь из вольфрамового сплава в промышленной и коммерческой метрологии. Эти крупногабаритные весовые устройства широко используются в логистике, производстве и торговле. Для их калибровки требуются гири, обеспечивающие надёжный эталон массы, отвечающие требованиям точности, стабильности и простоты использования. Гири из вольфрамового сплава, благодаря своей высокой плотности и прочности, точно соответствуют требованиям точности этих приборов, обеспечивая точность и надёжность результатов калибровки.

вольфрамового сплава для настольных и напольных весов требуют проверки диапазона взвешивания и линейности, что обычно включает калибровку больших масс (например, от сотен килограммов до нескольких тонн) или средних масс (например, десятков килограммов). Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет размещать большие массы в компактном объеме, сокращая требования к пространству на месте калибровки при сохранении стабильного качества. Для обеспечения соответствия точности требуется, чтобы масса гирь была совместима со шкалой весов. Например, гири классов F2 или M1 подходят для промышленных весов и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

соответствуют стандарту OIML R111. Устойчивость гирь к износу и коррозии гарантирует сохранение точности даже при частом использовании и в сложных условиях, обеспечивая надежный эталон для калибровки.

вольфрамового сплава обеспечивают точность калибровки платформенных и напольных весов. Высокая плотность позволяет изготавливать гири большого размера, что делает блочные гири подходящими для калибровки напольных весов, облегчая их штабелирование и транспортировку. Добавление таких вспомогательных элементов, как никель и железо, повышает прочность и ударную вязкость гирь, предотвращая деформацию или повреждение при транспортировке или штабелировании. Их коррозионная стойкость позволяет им выдерживать воздействие влаги и химикатов в промышленных условиях, например, на предприятиях пищевой промышленности или логистических складах. Низкая магнитная восприимчивость гарантирует, что гири не будут мешать работе датчиков электронных напольных весов, сохраняя точность калибровки. Эти преимущества материала дополнительно усиливаются за счет оптимизированных составов сплавов, отвечающих разнообразным требованиям калибровки весов.

вольфрамового сплава для калибровки платформенных и напольных весов должны обеспечивать баланс точности и удобства использования. Блочные гири являются распространённым выбором, поскольку их правильная форма обеспечивает лёгкое штабелирование и устойчивое размещение, что делает их пригодными для калибровки больших весов. Крюковые гири идеально подходят для подвесных платформенных весов, где входящие в комплект подъемные кольца облегчают подъём и калибровку. Размеры гирь должны соответствовать размеру чаши или платформы весов, избегая слишком больших или слишком маленьких гирь, влияющих на работу весов. Обработка поверхности, такая как никелирование или полировка, повышает износостойкость и коррозионную стойкость, обеспечивая стабильную точность при длительной калибровке.

Во время калибровки платформенных и напольных весов обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать строгим спецификациям для обеспечения точного соответствия. Перед калибровкой гири необходимо очистить и осмотреть на целостность поверхности, чтобы избежать царапин или загрязнений, которые могут повлиять на качество. Операторы должны использовать специализированное оборудование (такое как вилочный погрузчик или кран) для безопасного перемещения больших гирь и предотвращения повреждений. Процесс калибровки должен проводиться в стабильной среде, чтобы вибрация или ветер не влияли на показания весов. Гири должны быть равномерно распределены по платформе. Например, при калибровке напольных весов гири должны быть сложены в стандартном порядке для проверки реакции различных зон.

4.1.3 Адаптация стабильности гирь из вольфрамового сплава для калибровки динамического весового оборудования

Динамическое весовое оборудование, такое как конвейерные весы, конвейерные весы и автомобильные динамические весы, широко используется в логистике, пищевой

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

промышленности и производстве. Для калибровки требуются гири, сохраняющие стабильность массы и метрологическую точность в динамических условиях. Гири из вольфрамового сплава, обладающие высокой плотностью, износостойкостью и вибростойкостью, эффективно подходят для этих устройств, обеспечивая надёжность процесса калибровки.

Ключ к калибровке динамического весового оборудования заключается в моделировании реальных условий эксплуатации, что гарантирует стабильность массы гири в условиях движения, вибрации или быстрого нагружения. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет им достигать большой массы при малом объёме, снижая влияние инерции при динамическом нагружении и делая их пригодными для быстрой калибровки конвейерных или автомобильных весов. Низкий коэффициент теплового расширения и вибростойкость гарантируют сохранение объёма и массы гири в динамических условиях, предотвращая отклонения, вызванные механическими нагрузками. Их коррозионная стойкость и низкая магнитная восприимчивость дополнительно обеспечивают метрологическую точность в сложных условиях, таких как влажность и электромагнитные помехи, в соответствии со стандартами, такими как OIML R134.

вольфрамового сплава обеспечивают стабильность при калибровке динамического весового оборудования. Высокая плотность вольфрама позволяет создавать компактные гири, минимизируя колебания и смещения при динамической нагрузке, обеспечивая точность калибровки. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель и железо, повышает прочность и ударопрочность гири, позволяя ей выдерживать вибрации конвейерной ленты или быструю загрузку автомобильных весов. Коррозионная стойкость делает её пригодной для использования в динамических средах с влажным или химическим воздействием, например, в условиях воздействия влаги или чистящих жидкостей на линиях пищевой промышленности. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронных датчиков динамического оборудования, обеспечивая надёжность данных калибровки.

вольфрамового сплава для калибровки динамического весового оборудования должны быть ориентированы на устойчивость и удобство в эксплуатации. Обычно выбирают блочные или плоские гири. Их конструкция с низким центром тяжести снижает риск опрокидывания в динамических условиях и подходит для быстрой установки на конвейерные весы. Гири в форме крючка подходят для подвесного динамического оборудования, а конструкция кольца для подвешивания обеспечивает быструю установку и снятие. Обработка поверхности, такая как полировка до зеркального блеска или никелирование, снижает коэффициент трения, уменьшает износ поверхности оборудования и обеспечивает долговременную стабильность. Класс качества (например, F2 или M1) должен соответствовать точности оборудования, чтобы гарантировать соответствие результатов калибровки стандарту. Конструкция также должна обеспечивать удобство использования, например, наличие ручек или крепёжных пазов для облегчения работы в динамических условиях.

Операции во время калибровки динамического весового оборудования должны строго соответствовать спецификациям для обеспечения стабильности и адаптивности. Перед

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

калибровкой гири необходимо очистить и проверить целостность поверхности, чтобы предотвратить влияние загрязнений на динамические показания. Операторы должны использовать специальное оборудование (например, роботизированную руку или кран) для размещения гирь, чтобы обеспечить быструю и плавную загрузку и избежать ударов по датчику оборудования. В процессе калибровки необходимо имитировать фактическую рабочую скорость, например, постепенно добавляя гири при движении конвейерной ленты с постоянной скоростью, чтобы проверить реакцию различных точек массы. Окружающая среда калибровки должна контролировать вибрацию и колебания температуры, чтобы избежать внешних помех. После калибровки гири необходимо хранить в специальном ударопрочном и влагонепроницаемом боксе и регулярно проверять для поддержания стабильности. Эти эксплуатационные требования реализуются посредством стандартизированных процессов для обеспечения эффективности и точности калибровки.

4.2 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в прецизионном производстве

Гири из вольфрамового сплава широко используются в прецизионном производстве, демонстрируя свою эффективность в высокоточном взвешивании и контроле качества. Высокая плотность, возможность миниатюризации и долговечность делают их подходящими для удовлетворения высоких требований к точности и надежности, предъявляемых к прецизионному производству.

4.2.1 Адаптация точности грузов из вольфрамового сплава для взвешивания автомобильных деталей

вольфрамового сплава для взвешивания автомобильных компонентов является ярким примером его развития в области прецизионного производства. В автомобилестроении требуется проверка веса множества компонентов, таких как детали двигателя, тормозные диски и системы подвески. Точность взвешивания напрямую влияет на качество сборки и эксплуатационные характеристики автомобиля. Грузики из вольфрамового сплава, отличающиеся высокой плотностью и стабильностью, отвечают требованиям автомобильной промышленности к точности и долговечности.

Для взвешивания автомобильных деталей требуются точные эталонные массы для проверки работоспособности весов или весового оборудования, что гарантирует соответствие веса компонентов проектным характеристикам. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет им достигать высокой массы при небольших размерах, что делает их пригодными для использования в ограниченном пространстве весового оборудования в автомобильной промышленности. Высокая твердость и износостойкость гарантируют постоянство массы гирь даже при частой эксплуатации, что соответствует требованиям к точности, предъявляемым такими стандартами, как ISO 17025. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронного весового оборудования, обеспечивая метрологическую стабильность.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Сочетание этих свойств обеспечивает соответствие этих гирь требованиям высокоточного взвешивания в автомобильной промышленности.

вольфрамового сплава обеспечивают их точную адаптацию к взвешиванию автомобильных компонентов. Высокая плотность вольфрама позволяет создавать компактные гири, что делает их пригодными для калибровки весового оборудования малой и средней массы, например, для проверки веса болтов или шестерён. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель, повышает прочность гири, предотвращая незначительные деформации, возникающие при транспортировке или складировании. Их коррозионная стойкость позволяет им выдерживать воздействие масла и влаги, характерных для автомобильного производства, обеспечивая долговременную точность. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая благодаря оптимизированной формуле сплава, снижает помехи в работе электронных весов. Эти свойства улучшаются благодаря прецизионным процессам производства для соответствия высоким стандартам автомобильной промышленности.

вольфрамового сплава для взвешивания автомобильных компонентов требуют особого внимания к точности и простоте использования. Широко распространены цилиндрические или прямоугольные гири. Цилиндрические гири облегчают сборку и калибровку, а прямоугольные гири подходят для проверки крупногабаритных компонентов. Поверхность должна быть отполирована до блеска или иметь гальваническое покрытие для снижения трения и износа, а также для сохранения точности. Класс качества (например, F1 или F2) должен соответствовать градуировке шкалы весового оборудования, чтобы результаты калибровки соответствовали стандартам. Конструкция также должна обеспечивать удобство использования, например, наличие фиксированных точек или ручек для крупногабаритных гирь для ускорения работы на производственной линии. Четко обозначенные значения веса и серийные номера облегчают управление и отслеживаемость.

При взвешивании автомобильных деталей обращение с гирями из вольфрамового сплава требует строгих требований для обеспечения точной установки. Перед калибровкой гири необходимо очистить и осмотреть на целостность поверхности, чтобы предотвратить попадание масла или царапин на результаты. Операторы должны использовать специализированные приспособления или механическое оборудование для работы с гирями, чтобы предотвратить загрязнение при прямом контакте. Процесс калибровки должен проводиться в стабильной среде, чтобы контролировать вибрации и колебания температуры для обеспечения точности показаний весового оборудования. Гири должны быть равномерно распределены на весовой платформе, а различные точки массы должны быть протестированы для проверки линейности отклика.

4.2.2 Миниатюризация применения вольфрамовых сплавов для полупроводниковых пластин

вольфрамового сплава для взвешивания полупроводниковых пластин – уникальный пример их применения в прецизионном производстве. Требования к высокоточным весам для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

полупроводниковых пластин обусловлены строгими требованиями к стабильности производства и контролю качества. Миниатюрные гири могут быть адаптированы к малогабаритному весовому оборудованию, обеспечивая точный эталон массы.

Для взвешивания проводниковых пластин требуются микромасштабные эталоны массы, обычно в диапазоне от миллиграмма до грамма, для калибровки весов с высоким разрешением и обеспечения соответствия веса пластин проектным характеристикам. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава обеспечивает точное измерение массы при очень малых габаритах, что отвечает потребностям полупроводниковой промышленности в миниатюрных устройствах. Их низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электромагнитных датчиков прецизионных весов, а их коррозионная стойкость обеспечивает стабильность в условиях чистых помещений. Эти характеристики гарантируют соответствие стандарту ISO 9001 и стандартам полупроводниковой промышленности, гарантируя надежную и стабильную калибровку.

вольфрамового сплава играют ключевую роль в миниатюризации весов. Высокая плотность вольфрама позволяет изготавливать микрогири (например, диски или небольшие цилиндры), пригодные для калибровки микровесов. Вспомогательные элементы, такие как никель, повышают прочность гири, предотвращая повреждение микроструктуры во время обработки или транспортировки. Коррозионная стойкость и химическая стабильность позволяют использовать её в чистых помещениях с высокой влажностью или наличием химических газов, предотвращая влияние поверхностных реакций на точность. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая благодаря оптимизированной формуле сплава, обеспечивает совместимость с высокочувствительными весами. Эти свойства улучшаются благодаря прецизионным процессам производства для удовлетворения строгих требований полупроводниковой промышленности.

вольфрамового сплава для взвешивания полупроводниковых пластин делают акцент на миниатюризации и точности. Листовые гири являются преобладающим форм-фактором. Их тонкая, однородная структура аккуратно помещается в чашку микровесов, обычно имея толщину всего несколько миллиметров. Их поверхность требует сверхвысокой обработки, достигаемой путем нанополировки, для снижения электростатической адсорбции и адгезии загрязнений. Класс качества (например, E1 или E2) должен соответствовать разрешению весов для обеспечения точности калибровки. Конструкция также должна учитывать удобство эксплуатации, например, лазерную гравировку значения веса для легкой идентификации в чистой комнате. Миниатюрные гири изготавливаются с помощью обработки на станках с ЧПУ или порошковой металлургии для обеспечения точного контроля размера и качества.

При взвешивании полупроводниковых пластин обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать спецификациям для чистых помещений, чтобы обеспечить надежность в миниатюрных приложениях. Перед калибровкой гири необходимо очистить в ультразвуковой ванне и протереть тканью, не содержащей пыли, чтобы предотвратить загрязнение частицами. Операторы должны надевать антистатические перчатки и одежду для чистых помещений, а также использовать специальные пинцеты для работы с гирями, чтобы избежать контакта с руками,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

который может вызвать загрязнение или статические помехи. Процесс калибровки должен проводиться в чистой комнате с контролируемой температурой и влажностью (например, $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, влажность 40–60 %), чтобы обеспечить стабильные показания весов. Гири следует размещать аккуратно и точно, чтобы избежать вибраций, которые могут повлиять на микровесы. После калибровки гири следует хранить в калибровочном боксе, не содержащем пыли, и регулярно проверять для поддержания производительности. Эти операции требуют соблюдения спецификаций процесса для чистых помещений, чтобы гарантировать точность калибровки.

4.2.3 Миниатюризация грузов из вольфрамового сплава для поддержки чипов

вольфрамового сплава в держателях микросхем – яркий пример их применения в прецизионном производстве. Держатели микросхем используются для проверки веса микросхем или подложек в производстве полупроводников, где часто требуется эталон массы в диапазоне миллиграммов или даже меньше для калибровки высокоточного весового оборудования. Гири из вольфрамового сплава, благодаря своей высокой плотности и миниатюрности, идеально подходят для микровесов, используемых в производстве микросхем, обеспечивая точный эталон массы.

Для взвешивания с загрузкой чипа требуется микромасштабный эталон массы для проверки характеристик весов и обеспечения соответствия веса чипа или подложки производственным стандартам. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава обеспечивает точное измерение массы в очень малом объеме, что делает их пригодными для использования в оборудовании для взвешивания в условиях ограниченного пространства, используемом в производстве чипов. Их низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электромагнитных датчиков высокочувствительных весов, а коррозионная стойкость и химическая стабильность гарантируют сохранение рабочих характеристик в чистых помещениях. Эти свойства, соответствующие требованиям ISO 9001 и стандартам полупроводниковой промышленности, обеспечивают надежную и стабильную калибровку, отвечая высоким требованиям к точности, предъявляемым к производству чипов.

вольфрамового сплава обеспечивают основную поддержку для их миниатюризации. Высокая плотность вольфрама позволяет изготавливать микрогири (например, чешуйки или мельчайшие частицы), подходящие для калибровки микровесов с микрограммовым разрешением. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель, повышает прочность гири, предотвращая повреждение мелких структур во время обработки или транспортировки. Его коррозионная стойкость позволяет использовать его в чистых помещениях с высокой влажностью или химическими газами, предотвращая влияние поверхностных реакций на точность массы. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая за счет оптимизированных формул сплава (например, пониженного содержания железа), обеспечивает электромагнитную совместимость с высокочувствительными весами. Эти свойства улучшаются за счет прецизионных производственных процессов, что позволяет гилям соответствовать строгим требованиям загрузки чипа.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

вольфрамового сплава для поддержки микросхем должны быть миниатюризированы и обладать высокой точностью. Листовые гири являются преобладающим форм-фактором, а их сверхтонкая структура (толщиной менее миллиметра) аккуратно помещается в лоток микровесов, минимизируя занимаемую площадь. Нанополировка необходима для достижения исключительно гладкой поверхности, что снижает риск электростатической адсорбции и адгезии частиц. Класс качества (например, E1 или E2) должен соответствовать разрешению весов, чтобы гарантировать соответствие точности калибровки стандартам. Конструкция также должна обеспечивать простоту эксплуатации, например, лазерную гравировку значений массы и серийных номеров для быстрой идентификации в чистых помещениях. Миниатюрные гири изготавливаются с использованием высокоточной обработки на станках с ЧПУ или методов порошковой металлургии для обеспечения точного контроля размера и качества, отвечая строгим требованиям производства микросхем.

При взвешивании с использованием чипа обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать строгим требованиям к чистым помещениям для обеспечения надежности в миниатюрных приложениях. Перед калибровкой гири необходимо очистить в ультразвуковой ванне и протереть чистой тканью, чтобы предотвратить загрязнение частицами, которое может повлиять на точность. Операторы должны надевать антистатические перчатки и одежду для чистых помещений, а также использовать специальные пинцеты или вакуумные захваты для работы с гирями, чтобы избежать контакта с руками, который может привести к загрязнению или статическому электричеству. Процесс калибровки должен проводиться в чистом помещении с контролируемой температурой и влажностью (например, $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, влажность 40–60%) для обеспечения стабильных показаний весов. Гири следует размещать аккуратно и точно, чтобы избежать вибрации или смещения, которые могут повлиять на микровесы. После калибровки гири следует хранить в специальном, защищенном от пыли, антистатическом калибровочном боксе и регулярно проверять для поддержания рабочих характеристик. Эти эксплуатационные требования реализуются посредством стандартизированных процедур для чистых помещений для обеспечения точности и надежности калибровки.

В производстве полупроводников гири из вольфрамового сплава используются для калибровки микровесов в процессах переноса кристаллов. Например, в процессе упаковки кристалла гири проверяют вес подложки или кристалла, чтобы гарантировать стабильное качество упаковки. После резки пластин гири калибруют весы для поддержки определения веса и обеспечения точности процесса. В научно-исследовательских лабораториях гири используются для калибровки экспериментального оборудования, что помогает в разработке новых материалов для кристаллов. Миниатюрный дизайн гирь из вольфрамового сплава снижает потребность в калибровочном пространстве, а их долговечность позволяет использовать их с высокой частотой в чистых помещениях. В будущем, по мере того как размер кристалла продолжает уменьшаться, а требования к точности растут, гири из вольфрамового сплава могут быть дополнительно оптимизированы для миниатюрных приложений с помощью более передовых технологий микрообработки (таких как лазерная микрогравировка) или интеллектуального дизайна для удовлетворения потребностей производства кристаллов следующего поколения.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4.2.4 Совместимость и адаптация гирь из вольфрамового сплава для онлайн-модулей взвешивания на автоматизированных производственных линиях

вольфрамового сплава, используемые в поточных весовых модулях автоматизированных производственных линий, — ещё одно важное применение в прецизионном производстве. Автоматизированные производственные линии широко используются в таких отраслях, как пищевая промышленность, фармацевтика и логистика. Поточные весовые модули должны быстро и точно проверять вес продукции, а гири, как калибровочные инструменты, требуют высокой совместимости и стабильности. Гири из вольфрамового сплава, благодаря высокой плотности, прочности и гибкости конструкции, легко адаптируются к динамическим требованиям автоматизированных систем.

Для поточных весовых модулей автоматизированных производственных линий требуются гири, обеспечивающие стабильную опорную массу в высокоскоростных, непрерывных динамических условиях для калибровки тензодатчиков. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет им достигать большой массы при небольших габаритах, что сокращает требования к пространству в автоматизированном оборудовании и облегчает быструю загрузку и выгрузку. Их вибро- и износостойкость обеспечивают стабильную массу при динамической работе, а низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронных датчиков, что соответствует таким стандартам, как ISO 9001 и OIML R76 (для неавтоматических весовых приборов). Эти свойства обеспечивают эффективную совместимость с поточными весовыми модулями, обеспечивая надежную калибровку для автоматизированного производства.

Гири из вольфрамового сплава широко используются в автоматизированных производственных линиях для калибровки встроенных весовых модулей. Например, в пищевой промышленности гири используются для проверки систем взвешивания упаковочных линий, чтобы гарантировать соответствие веса продукции стандартам; в фармацевтической промышленности гири калибруют оборудование для упаковки таблеток для обеспечения точной дозировки; а в логистике гири используются для калибровки весовых модулей в автоматизированных системах сортировки для повышения эффективности. Компактность и прочность гирь из вольфрамового сплава сокращают время калибровки и затраты на обслуживание, а их совместимость и адаптивность обеспечивают возможность высокочастотных операций.

4.3 Адаптация грузов из вольфрамового сплава для специальных экологических применений

вольфрамового сплава для специального применения обладают ключевым свойством сохранять свои эксплуатационные характеристики в экстремальных условиях. К таким средам относятся высокие и низкие температуры, высокая влажность, химическая коррозия и сильные вибрации, характерные для морской техники, аэрокосмической отрасли и химических лабораторий. Благодаря высокой плотности, коррозионной стойкости и виброустойчивости гири из

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

вольфрамового сплава хорошо подходят для строгих требований этих сред, обеспечивая метрологическую точность и надежность.

Специальные гири требуют стабильности массы и объема в экстремальных условиях, обеспечивая надежный метрологический эталон. Низкий коэффициент теплового расширения гирь из вольфрамового сплава обеспечивает минимальное изменение объема при высоких и низких температурах, сохраняя метрологическую точность. Их коррозионная стойкость и химическая стабильность делают их устойчивыми к воздействию кислот, щелочей и солевого тумана, что делает их пригодными для использования в химических лабораториях и морской среде. Вибростойкость и высокая прочность гарантируют сохранение целостности конструкции гирь в условиях высокой вибрации, например, при испытаниях в аэрокосмической отрасли. Эти характеристики соответствуют таким стандартам, как OIML R111 и ISO 17025, что гарантирует надежную калибровку в этих сложных условиях.

вольфрамового сплава обеспечивают их пригодность для использования в специализированных условиях. Высокая плотность вольфрама позволяет создавать компактные гири, подходящие для использования в оборудовании с ограниченным пространством, например, на испытательных платформах в аэрокосмической отрасли. Вспомогательные элементы, такие как никель и медь, повышают коррозионную стойкость, предотвращая реакции в условиях высокой влажности или химической среды. Низкий коэффициент теплового расширения позволяет гилям выдерживать колебания температуры, что делает их пригодными для использования в высокотемпературных химических реакторах или холодильных цепях. Вибростойкость, достигаемая благодаря высокопрочному сплаву, обеспечивает устойчивость гирь в динамических условиях. Эти свойства улучшаются благодаря оптимизированным производственным процессам для удовлетворения разнообразных требований специализированных условий.

Гири из вольфрамового сплава, предназначенные для использования в сложных условиях, должны обладать устойчивостью и долговечностью. Цилиндрические или прямоугольные гири подходят для использования в условиях высоких температур или вибрации, поскольку их правильная форма и низкий центр тяжести снижают риск смещения. Для повышения коррозионной стойкости и обеспечения их пригодности к использованию в морской или химической среде требуются специальные покрытия (например, хромирование или керамическое покрытие). Класс качества следует выбирать в соответствии с требованиями к окружающей среде, например, E1 для высокоточных лабораторий и M1 для морской техники. Конструкция также должна быть продумана с учетом удобства использования, например, наличием точек крепления или защитных кожухов для облегчения транспортировки и установки в экстремальных условиях. Эти оптимизации обеспечивают стабильную работу гирь в сложных условиях.

Гири из вольфрамового сплава должны эксплуатироваться в соответствии со строгими требованиями в специализированных условиях для обеспечения их пригодности. Перед калибровкой гири необходимо очистить и проверить целостность покрытия, чтобы предотвратить влияние факторов окружающей среды на их характеристики. В условиях высоких или низких

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

температур для транспортировки гирь необходимо использовать термостойкие приспособления или механическое оборудование для обеспечения безопасности и точности. Процесс калибровки требует контролируемых параметров окружающей среды, таких как использование осушителя воздуха в условиях высокой влажности и виброгасящей платформы в условиях высокой вибрации. Гири должны быть размещены устойчиво и равномерно, а реакция оборудования должна быть проверена для подтверждения их работоспособности. После калибровки гири следует хранить в специальном защитном боксе и регулярно проверять для поддержания их устойчивости к воздействию окружающей среды. Эти требования, реализованные посредством стандартизированных процессов, обеспечивают надежность калибровки.

4.3.1 Высокая термостойкость грузов из вольфрамового сплава для высокотемпературных сред

вольфрамового сплава для высокотемпературных условий в основном предназначены для применения в аэрокосмической промышленности, металлургии и высокотемпературных экспериментах. Для обеспечения точности калибровки необходимо поддерживать постоянную массу и объем в условиях высоких температур.

Высокотемпературные среды, такие как высокотемпературные лабораторные печи или испытательные платформы авиационных двигателей, требуют, чтобы гири сохраняли метрологическую стабильность при любых колебаниях температуры. Низкий коэффициент теплового расширения гирь из вольфрамового сплава минимизирует изменение объема при высоких температурах, поддерживая постоянную массу. Высокая температура плавления и стойкость к окислению гарантируют, что гири не разложатся и не окислятся в условиях высоких температур, что делает их пригодными для калибровки высокотемпературного весового оборудования. Их вибростойкость обеспечивает стабильность в динамических условиях высоких температур, что соответствует таким стандартам, как OIML R111, и служит надежным эталоном для высокотемпературной калибровки.

вольфрамового сплава обеспечивают устойчивость к высоким температурам. Высокая температура плавления и низкий коэффициент теплового расширения вольфрама позволяют ему выдерживать воздействие высоких температур без значительной деформации. Добавление вспомогательных элементов, таких как никель, повышает стойкость к окислению при высоких температурах и предотвращает деградацию поверхности. Высокая твердость и вязкость вольфрамового сплава гарантируют сохранение структурной целостности гирь при высокотемпературной вибрации и механических нагрузках. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронного весового оборудования, используемого в условиях высоких температур. Эти свойства, достигнутые благодаря оптимизированному составу сплава, обеспечивают стабильную работу гирь в условиях высоких температур.

Гири из вольфрамового сплава для высокотемпературных сред должны обладать термостойкостью и стабильностью. Распространены цилиндрические или прямоугольные гири;

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

их правильная форма и низкий центр тяжести снижают риск смещения в условиях высоких температур. Поверхность должна быть обработана высокотемпературным покрытием (например, керамическим) или полирована до высокого глянца для повышения стойкости к окислению и износостойкости. Класс качества (например, F1 или F2) должен соответствовать точности высокотемпературного оборудования, чтобы гарантировать соответствие результатов калибровки стандартам. Конструкция также должна учитывать теплопроводность, например, путем оптимизации формы для уменьшения тепловыделения и сохранения метрологических характеристик гири. Маркировка должна быть выполнена с использованием термостойкой гравировки для обеспечения читаемости даже при высоких температурах.

Гири из вольфрамового сплава широко используются в условиях высоких температур для калибровки весового оборудования на испытательных платформах аэрокосмической техники, например, для проверки веса компонентов двигателей. В металлургической промышленности гири используются для калибровки весовых систем в высокотемпературных печах для обеспечения точности обработки материалов. В лабораториях гири используются для калибровки высокотемпературного экспериментального оборудования и для приборов термического анализа. Высокотемпературная стойкость гирь из вольфрамового сплава снижает частоту калибровки, а их стабильность позволяет работать при высокой интенсивности.

4.3.2 Проектирование радиационной защиты и адаптация грузов из вольфрамового сплава для радиационных сред

вольфрамового сплава в условиях радиации в основном предназначены для таких сценариев, как атомная промышленность, медицинская визуализация и научно-исследовательские лаборатории, которым необходимо поддерживать метрологическую стабильность и безопасность материалов в условиях радиации.

В условиях радиационного воздействия, таких как ядерные лаборатории или медицинское радиационное оборудование, требуются гири, устойчивые к радиационному разрушению материала, сохраняя при этом стабильную массу и объём. Высокая плотность и химическая стабильность гирь из вольфрамового сплава позволяют им частично экранировать излучение, минимизируя изменения свойств материала. Их низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронного оборудования в условиях радиационного воздействия, а коррозионная стойкость обеспечивает стабильность в сложных химических средах. Эти свойства, соответствующие таким стандартам, как ISO 17025, гарантируют надёжность калибровки гирь в условиях радиационного воздействия.

вольфрамового сплава обеспечивают радиационную защиту. Высокая плотность и атомный номер вольфрама обеспечивают ему определённые радиационные экранирующие свойства, снижая воздействие радиации на структуру материала. Дополнительные элементы, такие как никель, повышают стойкость к окислению, предотвращая химические реакции, вызванные радиацией. Высокая твёрдость и прочность вольфрамового сплава гарантируют, что грузы выдерживают

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

механические нагрузки и сохраняют структурную целостность в условиях радиации. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая благодаря оптимизированной формуле, обеспечивает совместимость с датчиками, используемыми в радиационно-стойком оборудовании. Эти свойства улучшены благодаря прецизионному производству для соответствия строгим требованиям к радиационной среде.

вольфрамового сплава, предназначенные для использования в условиях радиации, должны обеспечивать радиационную защиту и стабильность. Блочные или цилиндрические гири подходят для условий радиации, поскольку их компактная форма уменьшает площадь, подверженную воздействию радиации. Поверхность должна быть обработана радиационно-стойким покрытием (например, свинцовым композитным покрытием) или полирована до зеркального блеска для минимизации радиационного разрушения. Класс качества (например, F1 или E2) должен соответствовать точности оборудования для радиационной диагностики, чтобы обеспечить точность калибровки. Конструкция также должна учитывать эксплуатационную безопасность, например, использование герметизации для предотвращения адгезии радиоактивных частиц для защиты операторов и оборудования. Маркировка должна быть выполнена из радиационно-стойких материалов для обеспечения долговременной читаемости.

При работе с гирями из вольфрамового сплава в условиях радиации необходимо соблюдать правила радиационной безопасности. Перед калибровкой необходимо проверить целостность поверхности и состояние покрытия гирь для предотвращения радиационного повреждения. Операторы должны использовать средства индивидуальной защиты и специальные приспособления или механическое оборудование для работы с гирями, чтобы минимизировать воздействие радиации. Калибровка должна проводиться в экранированной среде, например, в свинцовом боксе, для изоляции помех от излучения. Гири должны быть точно позиционированы, чтобы предотвратить влияние вибрации на показания прибора. После калибровки гири следует хранить в радиационно-непроницаемом контейнере и регулярно проверять на остаточную радиацию для обеспечения безопасности. Эти правила, реализуемые посредством стандартизированных процессов, обеспечивают надежность и безопасность калибровки.

4.3.3. Адаптация герметичных уплотнений из вольфрамового сплава для глубоководных условий

вольфрамового сплава для глубоководных условий в основном предназначены для морского машиностроения и глубоководных исследований, требующих стабильных измерений в условиях высокого давления, высокой влажности и коррозионных сред.

Для глубоководных условий, например, для калибровки глубоководного разведочного оборудования, требуются грузы, способные выдерживать высокое давление и коррозию в соленой воде, сохраняя при этом стабильную массу и объем. Высокая плотность грузов из вольфрамового сплава позволяет им достигать большой массы при небольших размерах, что позволяет адаптировать их к ограниченному пространству, используемому для глубоководного

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

оборудования. Высокая прочность и коррозионная стойкость гарантируют, что грузы не деформируются и не разрушаются в условиях высокого давления и соленой воды, что соответствует стандартам OIML R111 и обеспечивает надежную поддержку калибровки в глубоководных условиях.

вольфрамового сплава обеспечивают основу для их герметизации, устойчивой к давлению. Высокая плотность и прочность вольфрама позволяют ему выдерживать высокое давление на больших глубинах без деформации. Вспомогательные элементы, такие как никель и медь, повышают устойчивость к коррозии в соленой воде, предотвращая разрушение, вызванное длительным воздействием. Низкий коэффициент теплового расширения обеспечивает сохранение объема грузиков при низких температурах океана. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронных датчиков глубоководного оборудования. Эти свойства достигаются благодаря оптимизированному составу сплава, отвечающему высоким требованиям глубоководной среды.

Грузы из вольфрамового сплава, предназначенные для глубоководных условий, должны обладать стойкостью к давлению и герметичностью. Блочные или обтекаемые грузы являются распространённым выбором, поскольку их компактная форма уменьшает точки давления и повышает устойчивость к давлению. Грузы должны быть покрыты антикоррозионным покрытием (например, керамикой или титановым сплавом) и герметизированы для предотвращения проникновения соленой воды. Класс качества (например, M1 или F2) должен соответствовать точности глубоководного оборудования. Конструкция также должна обеспечивать простоту установки, например, за счёт использования стопорных колец или канавок для размещения глубоководного оборудования. Маркировка должна быть выполнена из коррозионно-стойких материалов для обеспечения читаемости в соленой воде.

4.3.4 Коррозионностойкая адаптация грузов из вольфрамового сплава для использования во влажных/коррозионных средах

Гири из вольфрамового сплава для использования во влажных/коррозионных средах в основном предназначены для химических лабораторий, предприятий пищевой промышленности, прибрежной промышленности и т. д., где необходимо поддерживать стабильные измерения в условиях высокой влажности или химической коррозии.

Влажные/коррозионные среды, такие как химические лаборатории или прибрежные фабрики, требуют гирь, устойчивых к коррозии под воздействием влаги, кислот, щелочей или соляного тумана, сохраняющих стабильную массу и поверхность. Химическая стабильность гирь из вольфрамового сплава обеспечивает устойчивость к коррозии, а их низкий коэффициент теплового расширения минимизирует изменения объема, вызванные влагой. Высокая твердость и износостойкость гарантируют целостность гирь при частой эксплуатации, что соответствует стандартам OIML R111 и гарантирует точность калибровки в коррозионных средах.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

вольфрамового сплава обеспечивают коррозионную стойкость. Химическая инертность вольфрама делает его не реагирующим с большинством кислот и оснований, что делает его пригодным для использования в химических средах. Вспомогательные элементы, такие как никель и медь, повышают коррозионную стойкость к соляному туману и влаге, продлевая срок службы. Низкий коэффициент теплового расширения обеспечивает стабильность объема гирь в условиях высокой влажности. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронного весового оборудования. Эти свойства достигаются благодаря оптимизированной формуле и обработке поверхности для соответствия строгим требованиям к влажным/коррозионным средам.

Гири из вольфрамового сплава должны эксплуатироваться в соответствии со строгими требованиями к эксплуатации во влажной/коррозионной среде. Перед калибровкой гири необходимо очистить и проверить целостность покрытия, чтобы предотвратить коррозию, которая может повлиять на точность. Операторы должны использовать коррозионно-стойкие приспособления для работы с гирями, чтобы предотвратить попадание жидкости. Влажность во время калибровки необходимо контролировать с помощью осушителя воздуха или герметичного бокса для минимизации влияния влаги. Гири должны быть надежно закреплены, чтобы предотвратить соскальзывание, которое может повлиять на показания. После калибровки гири следует хранить во влагонепроницаемом и коррозионно-стойком контейнере и регулярно обслуживать для поддержания их работоспособности. Эти требования гарантируют надежность калибровки.

4.4 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в торговых расчетах

вольфрамового сплава применяются в таких торговых операциях, как импорт и экспорт, торговля драгоценными металлами и измерение промышленного сырья. Высокая плотность, прочность и стандартизированная конструкция позволяют использовать их с различным весовым оборудованием, от больших напольных весов до высокоточных, для удовлетворения потребностей справедливой торговли.

4.4.1 Соответствие и адаптация весов из вольфрамового сплава для взвешивания импортных и экспортных товаров

Использование гирь из вольфрамового сплава при взвешивании импортируемых и экспортируемых товаров является ключевым проявлением их роли в торговых расчетах. Торговля массовыми товарами (такими как зерно, минералы и нефтепродукты) подразумевает взвешивание больших объемов, как правило, с использованием весов или портовых весовых систем. Калибровка должна соответствовать международным торговым правилам и метрологическим стандартам. Гири из вольфрамового сплава, отличающиеся высокой плотностью и прочностью, соответствуют нормативным требованиям и эксплуатационным требованиям, обеспечивая добросовестную торговлю.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

насыпных грузов требуются эталонные гири большой массы для проверки работы напольных весов или крупногабаритного весового оборудования, что гарантирует соответствие результатов измерений международным торговым стандартам. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет достичь высокой массы в компактной упаковке, что позволяет использовать их в условиях ограниченного пространства в портах или на складах. Их коррозионная стойкость и износостойкость гарантируют их устойчивость при частом использовании и в сложных условиях эксплуатации, что соответствует таким стандартам, как OIML R111 и ISO 17025. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронного весового оборудования, обеспечивая точность калибровки. Эти свойства гарантируют соответствие этих гирь требованиям торговых расчетов и способствуют передаче стоимости.

вольфрамового сплава обеспечивают соответствие нормативным требованиям. Высокая плотность вольфрама позволяет изготавливать гири большого веса (от десятков килограммов до нескольких тонн), снижая сложность погрузочно-разгрузочных работ и требования к пространству. Дополнительные элементы, такие как никель и железо, повышают прочность и ударопрочность гирь, предотвращая повреждения при штабелировании или транспортировке. Их коррозионная стойкость позволяет им выдерживать влажную среду портов и складов, солевой туман и химическое воздействие. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая благодаря оптимизированной формуле сплава, обеспечивает электромагнитную совместимость с электронными напольными весами. Эти свойства улучшаются благодаря прецизионным процессам производства для соответствия нормативным требованиям торговых расчетов.

вольфрамового сплава для взвешивания импортных и экспортных товаров должны быть ориентированы на соответствие требованиям и удобство эксплуатации. Блочные гири являются преобладающей формой, поскольку их правильная форма и низкий центр тяжести облегчают штабелирование и устойчивое размещение, что делает их подходящими для калибровки напольных весов. Для повышения коррозионной стойкости и износостойкости, обеспечивая стабильную точность при длительном использовании, следует использовать никелирование или полировку до блеска. Класс качества (например, M1 или M2) должен соответствовать значению градуировки весов и соответствовать международным метрологическим стандартам. Конструкция также должна обеспечивать удобство использования, например, наличие ручек или фиксирующих колец для работы с вилочным погрузчиком или краном. На этикетках должны быть четко выгравированы значение веса и серийный номер для обеспечения прослеживаемости и соответствия требованиям.

При взвешивании сыпучих грузов для импорта и экспорта обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать строгим спецификациям для обеспечения надлежащей посадки. Перед калибровкой гири необходимо очистить и осмотреть на целостность поверхности, чтобы предотвратить появление загрязнений или царапин, которые могут повлиять на точность. Операторы должны использовать механическое оборудование (такое как вилочный погрузчик или кран) для безопасного перемещения больших гирь и предотвращения повреждений. Калибровка должна проводиться в стабильной среде для контроля вибрации и помех от ветра для обеспечения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

точных показаний весов. Гири должны быть равномерно распределены по весовой платформе, а для проверки линейности отклика проводятся испытания в различных точках массы. После калибровки гири следует хранить в защищенном от влаги и пыли складе и регулярно проверять для поддержания рабочих характеристик. Эти спецификации, обеспечиваемые посредством стандартизированных процессов, гарантируют, что результаты калибровки соответствуют правилам торговли.

В импортно-экспортной торговле гири из вольфрамового сплава используются для калибровки портowych весов или складских весовых систем, например, для проверки веса зерна или руды и обеспечения честности транзакций. В трансграничной логистике гири используются для калибровки оборудования для взвешивания контейнеров в соответствии с правилами международной торговли. В торговле энергоносителями гири используются для калибровки систем взвешивания нефтепродуктов для обеспечения точности измерений. Небольшие размеры и большая масса гирь из вольфрамового сплава упрощают работу с ними на месте калибровки, а их прочность позволяет работать в условиях высокой частоты.

4.4.2 Гири из вольфрамового сплава для взвешивания драгоценных металлов в торговле

вольфрамового сплава в торговле драгоценными металлами демонстрируют высокую точность при расчетах. Торговля драгоценными металлами (такими как золото и серебро) требует чрезвычайно высокой точности взвешивания, что обычно достигается использованием весов с высоким разрешением, откалиброванных в соответствии со строгими метрологическими стандартами. Гири из вольфрамового сплава благодаря своей высокой плотности и миниатюрной конструкции обеспечивают точный эталон массы, отвечающий требованиям торговли драгоценными металлами.

Для торговли драгоценными металлами требуются гири, обеспечивающие точность измерения массы на уровне миллиграммов или даже микрограммов для проверки точности высокоточных весов и обеспечения корректности и точности операций. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава обеспечивает точное измерение массы при очень компактных размерах, что позволяет разместить их на ограниченном пространстве весов. Их низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электромагнитных датчиков высокочувствительных весов, а коррозионная стойкость обеспечивает стабильность при частой эксплуатации. Эти свойства соответствуют таким стандартам, как OIML R111 и ISO 9001, что соответствует требованиям к передаче стоимости и точности, предъявляемым к торговле драгоценными металлами.

вольфрамового сплава обеспечивают их высокоточную адаптацию. Высокая плотность вольфрама позволяет изготавливать микрогири (например, в форме листов или небольших цилиндров), подходящие для калибровки аналитических весов с микрограммовым разрешением. Вспомогательные элементы, такие как никель, повышают прочность гири, предотвращая повреждение мелких деталей при работе с ней. Благодаря коррозионной стойкости гиря

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

выдерживает воздействие влаги и химикатов в торговых условиях, сохраняя при этом стабильное качество. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая благодаря оптимизированному составу сплава, обеспечивает электромагнитную совместимость с электронными весами. Эти свойства, улучшенные благодаря прецизионным процессам производства, отвечают требованиям высокой точности, предъявляемым к торговле драгоценными металлами.

Гири из вольфрамового сплава для торговли драгоценными металлами требуют особого внимания к миниатюризации и высокой точности. Листовые гири являются преобладающим типоразмером, их сверхтонкая конструкция легко помещается в лоток микровесов, минимизируя занимаемую площадь. Для достижения исключительно гладкой поверхности требуется нанополировка, что минимизирует риск накопления статического электричества и налипания загрязнений. Класс качества (например, E1 или E2) должен соответствовать разрешению весов, чтобы обеспечить точность калибровки на уровне стандартов. Конструкция также должна обеспечивать простоту использования, например, лазерную гравировку значения веса и серийного номера для быстрой идентификации. Миниатюрные гири изготавливаются с использованием высокоточной обработки на станках с ЧПУ или порошковой металлургии для обеспечения точного контроля размера и качества.

4.4.3 Адаптация устойчивости грузов из вольфрамового сплава для промышленного сырья

вольфрамового сплава в промышленных расчётах – ещё одно важное проявление их использования в торговых расчётах. Расчёт промышленного сырья (например, стали, химического сырья и древесины) подразумевает взвешивание больших и средних масс, как правило, с использованием платформенных или напольных весов. Калибровка должна обеспечивать долговременную стабильность и метрологическую надёжность. Гири из вольфрамового сплава, благодаря своей высокой плотности и прочности, отвечают требованиям к стабильности в промышленных условиях.

Для промышленных расчетов сырья требуются гири, обеспечивающие стабильную эталонную массу, проверку работоспособности весового оборудования и точность результатов расчетов. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет им достигать высокой массы при компактных размерах, что позволяет им адаптироваться к ограничениям пространства промышленного весового оборудования. Их износостойкость и коррозионная стойкость гарантируют стабильное качество даже при частом использовании и в сложных условиях эксплуатации, что соответствует стандартам OIML R111. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронного весового оборудования, обеспечивая постоянство калибровки. Эти свойства гарантируют соответствие гирь требованиям к стабильности, предъявляемым к промышленным расчетам, и способствуют справедливой торговле.

Вольфрамовые гири для промышленного сырья должны иметь приоритет над стабильностью и удобством в эксплуатации. Блочные гири являются преобладающей формой, так как их правильная форма облегчает штабелирование и устойчивое размещение, что делает их

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

подходящими для калибровки настольных или напольных весов. Никелирование или полировка до высокого глянца требуются для повышения коррозионной стойкости и износостойкости, обеспечивая долговременную точность. Класс качества (например, M1 или F2) должен соответствовать градуировке шкалы весового оборудования и соответствовать метрологическим стандартам. Конструкция также должна учитывать простоту обращения, например, путем добавления стопорного кольца или ручки для размещения механического погрузочно-разгрузочного оборудования. Для обеспечения прослеживаемости должна быть нанесена четкая маркировка. При промышленном сырье обращение с гири из вольфрамового сплава должно соответствовать стандартизированным процедурам для обеспечения стабильности и посадки. Перед калибровкой гири должны быть очищены и проверены на целостность поверхности, чтобы предотвратить влияние загрязнений на точность. Операторы должны использовать вилочный погрузчик или кран для безопасной транспортировки больших гирь и предотвращения повреждений. Калибровка должна проводиться в стабильной среде, чтобы контролировать вибрацию и колебания температуры для обеспечения точности показаний весового оборудования. Гири должны быть равномерно распределены по платформе, а различные точки массы должны быть протестированы для подтверждения линейности отклика. После калибровки гири следует хранить во влажной и пыленепроницаемой среде и регулярно обслуживать для поддержания рабочих характеристик. Эти процедуры реализуются посредством стандартизированных процессов, что повышает эффективность калибровки.

В промышленных условиях хранения сырья гири из вольфрамового сплава используются для калибровки платформенных весов на сталелитейных заводах для обеспечения точности взвешивания материалов. В химической промышленности гири используются для проверки оборудования для взвешивания сырья, обеспечивая точность дозирования. В лесной промышленности гири калибруют напольные весы для обеспечения точности взвешивания. Стабильность гирь из вольфрамового сплава снижает частоту калибровки, а их долговечность позволяет выполнять высокоинтенсивные операции в промышленных условиях.

4.5 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в научных исследовательских экспериментах

Вольфрамовые гири применяются в научных исследованиях и экспериментах в самых разных областях, таких как механика материалов, астрофизика и моделирование окружающей среды. Высокая плотность, низкая магнитная восприимчивость и прочность делают его пригодным для высокоточных весов, систем противовесов и имитационного оборудования.

4.5.1. Адаптация стандартного веса для грузов из вольфрамового сплава, используемых в экспериментах по механике материалов.

Гири из вольфрамового сплава в основном используются в качестве противовесов в экспериментах по механике материалов для испытания свойств материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Эти эксперименты имитируют нагрузку на образец, и противовесы должны обеспечивать

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

стабильную и точную опорную массу для обеспечения достоверности экспериментальных данных. Гири из вольфрамового сплава обладают высокой плотностью и прочностью, что соответствует требованиям, предъявляемым к стандартным противовесам.

В экспериментах по механике материалов противовесы необходимы для равномерного распределения нагрузки в экспериментальной установке, имитирующей реалистичные напряженные условия. Высокая плотность грузов из вольфрамового сплава позволяет размещать большую массу в компактных размерах, что делает их пригодными для использования в ограниченном пространстве экспериментального оборудования. Низкий коэффициент теплового расширения гарантирует сохранение объема грузов при колебаниях температуры, предотвращая снижение точности эксперимента. Их вибростойкость и высокая прочность обеспечивают устойчивость при динамических нагрузках, что соответствует таким стандартам, как ISO 6892, и обеспечивает надежную поддержку при испытаниях материалов.

вольфрамового сплава обеспечивают основу для их использования в качестве стандартных противовесов. Высокая плотность вольфрама позволяет создавать компактные гири, идеально подходящие для использования в испытательных машинах на растяжение или оборудовании для испытаний на сжатие. Дополнительные элементы, такие как никель, повышают прочность, защищая гирю от повреждений при многократном нагружении. Его коррозионная стойкость позволяет ему выдерживать воздействие влаги и химических реагентов в экспериментальных условиях, обеспечивая долговременную стабильность. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронного экспериментального оборудования, обеспечивая точность данных. Эти свойства достигаются благодаря оптимизированному составу сплава, отвечающему строгим требованиям экспериментов в области механики материалов.

вольфрамового сплава для экспериментов по механике материалов требуют особого внимания к стандартизации и стабильности. Обычно используются гири в форме крючка или бруска. Гири в форме крючка облегчают подвешивание грузов, в то время как гири в форме бруска подходят для испытаний на сжатие, поскольку их правильная форма обеспечивает равномерную нагрузку. Поверхность должна быть отполирована до блеска или покрыта гальваническим способом для снижения трения и износа, что гарантирует точность эксперимента. Класс качества должен соответствовать экспериментальному оборудованию, чтобы гиря соответствовала стандарту. Конструкция также должна обеспечивать простоту установки, например, с помощью стопорных колец или канавок для адаптации к экспериментальным приспособлениям. Значение веса должно быть четко выгравировано на этикетке для обеспечения прослеживаемости.

В экспериментах по механике материалов обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать спецификациям для обеспечения совместимости со стандартными гирями. Перед экспериментом гири необходимо очистить и проверить целостность поверхности, чтобы предотвратить попадание загрязнений на груз. Операторы должны использовать специальные приспособления или механические устройства для равномерного и безопасного нагружения гирь. Во время эксперимента необходимо контролировать температуру и вибрацию, а гири следует

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

добавлять постепенно, чтобы проверить реакцию материала. Гири должны быть установлены стабильно, чтобы предотвратить влияние дрейфа на результаты. После эксперимента гири следует хранить в пыле- и влагонепроницаемом шкафу и регулярно проверять для поддержания их работоспособности. Эти спецификации, реализуемые посредством стандартизированных процессов, обеспечивают экспериментальную надёжность.

4.5.2 Высокоточное применение грузов из вольфрамового сплава в астрофизических экспериментах

Гири из вольфрамового сплава в основном используются в астрофизических экспериментах в качестве высокоточных эталонов массы, для моделирования гравитационных полей или калибровки измерительного оборудования. Астрофизические эксперименты включают моделирование массы и гравитации небесных тел, и гири должны служить точным эталоном массы для обеспечения достоверности экспериментальных данных. Гири из вольфрамового сплава обладают высокой плотностью и низкой магнитной восприимчивостью, что позволяет им соответствовать этим требованиям высокой точности.

Для астрофизических экспериментов требуются гири для моделирования мелкомасштабных гравитационных эффектов, обеспечивающие высокоточный эталон массы для проверки теоретических моделей. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет достигать большой массы в малом объёме, адаптируясь к пространственным ограничениям экспериментального оборудования. Их низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе оборудования, чувствительного к магнитному полю, а их виброустойчивость обеспечивает стабильность при динамическом моделировании. Эти свойства соответствуют международным метрологическим стандартам, обеспечивая точную поддержку астрофизических экспериментов.

вольфрамового сплава для астрофизических экспериментов требуют высокой точности и стабильности. Обычно используются цилиндрические или сферические гири. Цилиндрические гири легче закрепить, а сферические подходят для гравитационного моделирования, поскольку их правильная форма обеспечивает равномерное распределение массы. Для минимизации помех требуется полировка на наноуровне. Для обеспечения точности эксперимента необходимо высокоточное соответствие классов массы. Конструкция также должна обеспечивать простоту установки, например, использование фиксированного кронштейна для адаптации к экспериментальной установке. Маркировка должна быть точно выгравирована для обеспечения читаемости.

В астрофизических экспериментах обращение с гирями из вольфрамового сплава требует соблюдения строгих требований для обеспечения высокой точности. Перед экспериментом гири необходимо очистить и проверить целостность поверхности, чтобы предотвратить влияние загрязнений на точность. Операторы должны использовать специальное приспособление для установки гирь, обеспечивая устойчивость и безопасность. Во время эксперимента необходимо

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

контролировать такие факторы окружающей среды, как температура и вибрация, а положение гири следует постепенно корректировать для проверки гравитационного воздействия. Гиря должна быть установлена точно, чтобы предотвратить влияние дрейфа на результаты. После эксперимента гиря должна храниться в пыленепроницаемом боксе и регулярно проверяться для поддержания их работоспособности. Эти требования гарантируют надежность эксперимента.

4.5.3 Адаптация устойчивости грузов из вольфрамового сплава для экспериментов по моделированию окружающей среды

Гиря из вольфрамового сплава в основном используется в экспериментах по моделированию окружающей среды в качестве стабильного эталона массы для моделирования изменения климата или проведения испытаний на взвешивание в экосистемах. Эти эксперименты предполагают контроль температуры, влажности и давления, и гиря должна сохранять стабильность для обеспечения достоверности данных. Гиря из вольфрамового сплава отвечает этим требованиям стабильности благодаря низкому тепловому расширению и коррозионной стойкости.

Эксперименты по моделированию условий окружающей среды требуют гири, сохраняющих постоянную массу в изменяющихся условиях окружающей среды, обеспечивая надёжный эталон взвешивания. Низкий коэффициент теплового расширения гири из вольфрамового сплава минимизирует изменение объёма при колебаниях температуры, а их коррозионная стойкость обеспечивает стабильность в условиях высокой влажности и химических сред. Эти свойства соответствуют международным метрологическим стандартам и позволяют проводить моделирование условий окружающей среды.

Вольфрамовый сплав обеспечивает основу для их стабильности и адаптивности. Высокая плотность вольфрама позволяет изготавливать стабильные гири, что делает их подходящими для имитационного оборудования. Дополнительные элементы повышают коррозионную стойкость и защищают от влаги. Низкое тепловое расширение обеспечивает стабильность при колебаниях температуры. Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в электронном оборудовании. Эти свойства соответствуют требованиям моделирования окружающей среды. Гиря из вольфрамового сплава должна обрабатываться стандартизированным образом, чтобы обеспечить стабильность во время моделирования окружающей среды. Проверьте целостность перед экспериментом. Используйте приспособление для установки гири. Убедитесь, что параметры процесса контролируются, чтобы избежать помех. Обеспечьте стабильное положение. После завершения храните во влагонепроницаемом шкафу и регулярно проверяйте.

4.6 Применение и адаптация грузов из вольфрамового сплава в медицинском оборудовании

Вольфрамовые гири в сфере медицинского оборудования применяются в таких областях, как калибровка медицинских весов, противовесы для радиотерапевтического оборудования и проверка компонентов прецизионных приборов. Высокая плотность, низкая магнитная восприимчивость и коррозионная стойкость позволяют использовать их в соответствии с

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

требованиями точности, гигиены и специальных характеристик, предъявляемыми к медицинским изделиям.

4.6.1 Гигиеническая адаптация гирь из вольфрамового сплава для калибровки медицинских весов

Гири из вольфрамового сплава в основном используются для калибровки медицинских весов, в первую очередь, для весов для взвешивания младенцев и фармацевтического весового оборудования в больницах и клиниках, обеспечивая точность измерений, соответствующую медицинским стандартам. Медицинские весы требуют от гирь исключительно высоких гигиенических свойств для предотвращения перекрестного загрязнения. Гири из вольфрамового сплава отвечают этим гигиеническим требованиям благодаря своей высокой плотности и коррозионностойкой конструкции.

Калибровка медицинских весов требует точных эталонных масс для проверки работоспособности оборудования, а также соответствия стандартам медицинской гигиены и предотвращения риска загрязнения. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет упаковывать их в компактную упаковку, что делает их пригодными для использования в ограниченном пространстве на поддоне медицинских весов. Их коррозионная стойкость и легкоочищаемая поверхность гарантируют отсутствие бактерий в медицинских условиях, что соответствует таким стандартам, как ISO 13485 (Система управления качеством медицинских изделий). Низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электронных весов, обеспечивая точность калибровки. Эти свойства гарантируют соответствие этих гирь гигиеническим и прецизионным требованиям калибровки медицинских весов.

вольфрамового сплава обеспечивают основу для их гигиенической пригодности. Высокая плотность вольфрама позволяет создавать компактные гири, что делает их идеальными для калибровки небольших медицинских весов, таких как детские или аптечные весы. Вспомогательные элементы, такие как никель, повышают прочность, предотвращая повреждение поверхности при частом использовании. Коррозионная стойкость позволяет им выдерживать дезинфицирующие средства и влагу, присутствующие в медицинских помещениях, обеспечивая чистоту поверхности. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая за счет оптимизированной формулы сплава, предотвращает помехи для датчиков электронных весов. Гири из вольфрамового сплава, используемые для калибровки медицинских весов, должны быть разработаны с акцентом на гигиену и точность. Распространены цилиндрические или дисковые гири. Цилиндрические гири облегчают модульную калибровку, в то время как дисковые гири подходят для микровесов, где их гладкая поверхность снижает адгезию загрязнений. Обработка поверхности, такая как высокоглянцевая полировка или антимикробное покрытие, обеспечивает соответствие стандартам медицинской гигиены и устойчивость к очистке спиртом или дезинфицирующими средствами. Класс качества должен соответствовать точности весов, чтобы гарантировать соответствие результатов калибровки стандартам.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

При калибровке медицинских весов обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать стандартам медицинской гигиены. Перед калибровкой гири необходимо очистить и продезинфицировать в ультразвуковой ванне и протереть стерильной салфеткой для предотвращения бактериального загрязнения. Операторы должны надевать стерильные перчатки и использовать специальные пинцеты или зажимы для работы с гирями, чтобы избежать загрязнения при контакте с руками. Процесс калибровки должен проводиться в чистой среде с контролируемой температурой и влажностью для обеспечения стабильных показаний весов. Гири следует размещать аккуратно и точно, чтобы избежать вибрации, влияющей на точность. После калибровки гири следует хранить в стерильном, пыленепроницаемом, специальном боксе и регулярно дезинфицировать для поддержания гигиенических свойств. Эти стандарты, реализуемые посредством стандартизированных процессов, обеспечивают гигиеничность и надежность калибровки.

4.6.2 Радиационная защита грузов из вольфрамового сплава, используемых в качестве противовесов в радиотерапевтическом оборудовании

Гири из вольфрамового сплава в основном используются в радиотерапевтическом оборудовании для калибровки и балансировки весовых систем, таких как линейные ускорители или гамма-ножи. В условиях радиотерапии предъявляются строгие требования к радиационной защите гирь, чтобы обеспечить стабильность материала и эксплуатационную безопасность. Гири из вольфрамового сплава отвечают этим требованиям благодаря высокой плотности и радиационно-стойкой конструкции.

Противовесы для оборудования лучевой терапии должны сохранять стабильную массу в условиях радиации, обеспечивая надежную калибровку или балансировку. Для защиты операторов и оборудования от радиации им также необходима радиационная защита. Высокая плотность и атомный номер гирь из вольфрамового сплава обеспечивают им защиту от радиации, минимизируя воздействие радиации на свойства материала. Их химическая стабильность предотвращает деградацию под воздействием радиации, а низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе датчиков оборудования. Эти свойства соответствуют стандарту ISO 13485 и стандартам радиационной безопасности, обеспечивая надежную защиту оборудования лучевой терапии.

вольфрамового сплава обеспечивают защиту от радиации. Высокая плотность и атомный номер вольфрама позволяют ему эффективно защищать от гамма- и рентгеновского излучения, защищая окружающую среду. Дополнительные элементы, такие как никель, повышают стойкость к окислению, предотвращая химические реакции, вызванные радиацией. Высокая твердость и прочность гарантируют, что грузы выдерживают механические нагрузки и сохраняют структурную целостность в условиях радиации. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая благодаря оптимизированной формуле, обеспечивает электромагнитную совместимость с оборудованием для радиотерапии. Эти свойства улучшены благодаря прецизионному производству для соответствия строгим требованиям к условиям радиации.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Вольфрамовые гири в радиотерапевтическом оборудовании требуют особого внимания к радиационной защите и стабильности. Блочные или цилиндрические гири широко используются, поскольку их компактная форма уменьшает площадь воздействия радиации. Поверхность должна быть обработана радиационно-стойким покрытием (например, свинцовым композитным покрытием) или полирована до зеркального блеска для минимизации радиационного разрушения. Класс качества должен соответствовать точности оборудования для обеспечения точной калибровки или уравнивания. При проектировании также необходимо учитывать меры безопасности, например, герметизацию для предотвращения адгезии радиоактивных частиц и защиты операторов. Маркировка должна быть изготовлена из радиационно-стойких материалов для обеспечения длительной читаемости.

В условиях лучевой терапии обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать правилам радиационной безопасности. Перед калибровкой гири необходимо проверить на целостность покрытия и герметизации для предотвращения радиационного повреждения. Операторы должны использовать средства индивидуальной защиты и специальные приспособления или механическое оборудование для работы с гирями, чтобы минимизировать воздействие радиации. Калибровка должна проводиться в экранированной среде, например, в свинцовом боксе, для изоляции помех от излучения. Гири должны быть точно позиционированы, чтобы предотвратить влияние вибрации на показания оборудования. После калибровки гири следует хранить в радиационно-непроницаемом контейнере и регулярно проверять на остаточную радиацию для обеспечения безопасности. Эти правила, реализуемые посредством стандартизированных процессов, обеспечивают безопасность и надежность калибровки.

4.6.3 Микроприменение грузов из вольфрамового сплава для компонентов прецизионных медицинских инструментов

Гири из вольфрамового сплава в основном используются для взвешивания компонентов прецизионных медицинских инструментов, калибровки микровесов или проверки веса небольших медицинских компонентов, таких как хирургические инструменты или имплантаты. Прецизионные медицинские инструменты требуют чрезвычайно высокой точности взвешивания, а гири должны обеспечивать микромасштабный эталон массы и быть совместимыми с чистыми помещениями. Гири из вольфрамового сплава отвечают этим требованиям благодаря высокой плотности и миниатюрной конструкции.

Для взвешивания компонентов прецизионных медицинских приборов требуются эталоны массы с точностью до миллиграмма или микрограмма для калибровки весов с высоким разрешением и обеспечения соответствия веса компонентов проектным характеристикам. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава обеспечивает точное измерение массы при очень малых размерах, легко помещающихся в лоток микровесов. Их низкая магнитная восприимчивость предотвращает помехи в работе электромагнитных датчиков, а коррозионная стойкость и легкоочищаемая поверхность обеспечивают стабильность в чистых условиях. Эти свойства соответствуют стандарту ISO 13485 и отвечают требованиям к точности медицинских приборов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

вольфрамового сплава способствуют их миниатюризации. Высокая плотность вольфрама позволяет изготавливать микрогири (например, чешуйки или мельчайшие частицы), подходящие для калибровки аналитических весов с микрограммовым разрешением. Вспомогательные элементы, такие как никель, повышают прочность, предотвращая повреждение микроструктур при работе. Благодаря коррозионной стойкости он подходит для использования в чистых помещениях, подверженных воздействию влаги или дезинфицирующих средств, предотвращая поверхностные реакции, которые могут повлиять на точность. Низкая магнитная восприимчивость, достигаемая благодаря оптимизированной формуле, обеспечивает совместимость с высокочувствительными весами. Эти свойства улучшены благодаря прецизионному производству для соответствия строгим требованиям, предъявляемым к медицинским приборам.

вольфрамового сплава для прецизионных медицинских инструментов требуют особого внимания к миниатюризации и гигиеничности. Листовые гири являются преобладающим форм-фактором. Их сверхтонкая конструкция идеально подходит для размещения в лотке микровесов, а толщина достигает субмиллиметровых значений. Для снижения риска накопления статического электричества и загрязнения требуется обработка поверхности нанополировкой или антимикробным покрытием. Класс качества (например, E1 или E2) должен соответствовать разрешению весов для обеспечения точности калибровки. Конструкция также должна обеспечивать удобство использования, например, лазерную гравировку значения гири для легкой идентификации в чистых помещениях. Герметичная конструкция предотвращает проникновение жидкости и повышает гигиеничность.

При взвешивании точных медицинских инструментов обращение с гирями из вольфрамового сплава должно соответствовать стандартам чистых помещений. Перед калибровкой гири необходимо очистить и продезинфицировать в ультразвуковой ванне и протереть стерильными салфетками для предотвращения загрязнения частицами. Операторы должны надевать антистатические перчатки и одежду для чистых помещений, а также использовать специальные пинцеты или вакуумные захваты для работы с гирями, чтобы избежать контакта с руками, который может привести к загрязнению или статическому электричеству. Процесс калибровки должен проводиться в чистом помещении с контролируемой температурой и влажностью (например, $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность 40–60 %) для обеспечения стабильных показаний весов. Гири следует размещать аккуратно и точно, чтобы избежать вибрации, влияющей на точность. После калибровки гири следует хранить в стерильном антистатическом контейнере и регулярно дезинфицировать для поддержания рабочих характеристик. Эти стандарты гарантируют точность и гигиеничность калибровки.

В прецизионных медицинских приборах гири из вольфрамового сплава используются для калибровки микровесов при производстве хирургических инструментов, обеспечивая постоянство веса. В производстве имплантатов гири используются для контроля веса кардиостимуляторов или костных винтов, обеспечивая качество.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD

High-Density Tungsten Alloy Customization Service

CTIA GROUP LTD, a customization expert in high-density tungsten alloy design and production with 30 years of experience.

Core advantages: 30 years of experience: deeply familiar with tungsten alloy production, mature technology.

Precision customization: support high density (17-19 g/cm³), special performance, complex structure, super large and very small parts design and production.

Quality cost: optimized design, optimal mold and processing mode, excellent cost performance.

Advanced capabilities: advanced production equipment, RMI, ISO 9001 certification.

100,000+ customers

Widely involved, covering aerospace, military industry, medical equipment, energy industry, sports and entertainment and other fields.

Service commitment

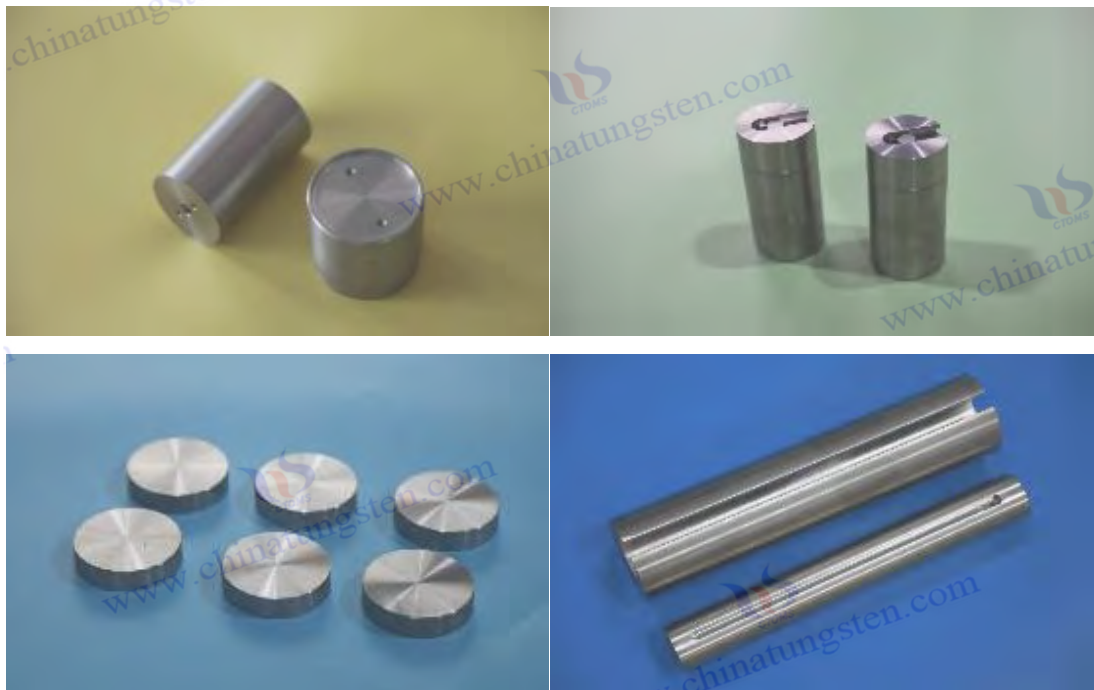
1 billion+ visits to the official website, 1 million+ web pages, 100,000+ customers, 0 complaints in 30 years!

Contact us

Email: sales@chinatungsten.com

Tel: +86 592 5129696

Official website: www.tungsten-alloy.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

Глава 5. Выбор, калибровка и управление жизненным циклом грузов из вольфрамового сплава

Благодаря высокой плотности, превосходным механическим свойствам и метрологической стабильности гири из вольфрамового сплава широко используются в метрологии и калибровке, прецизионном производстве, научных исследованиях и торговых расчетах. Для обеспечения соответствия их характеристик конкретным требованиям решающее значение имеют выбор, калибровка и управление полным жизненным циклом.

5.1 Технические рекомендации по выбору грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава имеют основополагающее значение для обеспечения их пригодности к конкретным условиям применения, включая диапазон взвешивания, условия окружающей среды и требования к точности. При выборе гирь необходимо учитывать все характеристики оборудования, условия эксплуатации и метрологические стандарты, чтобы гарантировать соответствие характеристик гирь фактическим требованиям.

5.1.1 Принципы выбора гирь из вольфрамового сплава на основе диапазона взвешивания

Гири из вольфрамового сплава следует выбирать на основе значения градуировки оборудования и максимальной грузоподъемности в условиях применения с различными диапазонами взвешивания, чтобы обеспечить точность калибровки и эффективность работы.

Ключевым фактором при выборе гири в зависимости от диапазона взвешивания является соответствие массы гири допустимой нагрузке оборудования, чтобы гарантировать, что калибровка покрывает весь рабочий диапазон устройства. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет достичь большой массы при компактных размерах, что делает их пригодными для широкого спектра задач взвешивания, от микроизмерений до измерений больших объемов. При выборе гири учитывайте максимальную грузоподъемность устройства и минимальную цену деления шкалы, чтобы масса гири покрывала все точки калибровки, избегая при этом ошибок калибровки, вызванных слишком большой или слишком малой массой гири. Принципы выбора должны соответствовать международным метрологическим стандартам, чтобы гарантировать, что гири и оборудование будут передавать достоверные результаты.

Гири из вольфрамового сплава зависят от типа оборудования и требований к взвешиванию. Микровесам (например, лабораторным аналитическим) обычно требуются гири миллиграммового или граммового диапазона для проверки оборудования с высоким разрешением, в то время как настольным или напольным весам требуются гири весом от десятков килограммов до нескольких тонн для калибровки весового оборудования большой массы. При выборе гири следует выбирать комбинацию гирь, охватывающую диапазон взвешивания оборудования, например, комбинируя гири различной массы для многоточечной калибровки. Номинальное

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

значение гири должно соответствовать значению градуировки оборудования, чтобы избежать ошибок калибровки, вызванных чрезмерно грубыми или точными весами.

Форма гирь должна выбираться с учетом диапазона взвешивания и конструкции лотка для оборудования. Небольшие гири (например, миллиграммового уровня) обычно имеют форму листа, что позволяет разместить их на ограниченном пространстве лотка микровесов. Гири средней массы (например, от нескольких граммов до нескольких килограммов) могут иметь цилиндрическую форму для удобства сборки и укладки. Большие гири (например, десятки килограммов и более) часто имеют форму бруска, подходящую для напольных весов или крупногабаритного весового оборудования. Форма гирь должна учитываться при выборе размера и формы лотка для оборудования, чтобы обеспечить устойчивое размещение гирь и предотвратить их соскальзывание или наклон, которые могут повлиять на точность калибровки.

При выборе гири с учётом диапазона взвешивания ключевым фактором является простота использования. Небольшие гири должны быть удобными для захвата и снабжены специальными пинцетами или зажимами для предотвращения загрязнения рук. Большие гири должны быть оснащены ручками или стопорными кольцами для удобства работы с вилочным погрузчиком или краном. При выборе гири также следует учитывать частоту калибровки и условия эксплуатации. Например, для оборудования, требующего частой калибровки, следует использовать износостойкие гири для обеспечения долгосрочной стабильности. Также следует учитывать особенности хранения и обслуживания гирь: выбирайте гирю, которую легко чистить и хранить, чтобы продлить срок её службы.

На практике выбор гирь на основе диапазона взвешивания широко используется в различных сценариях. Для калибровки лабораторных микровесов используются листовые гири миллиграммового класса для обеспечения высокой точности анализа; для калибровки промышленных напольных весов используются блочные гири тоннового класса, подходящие для взвешивания насыпных грузов; а для калибровки платформенных весов для торговых расчетов используются цилиндрические гири средней массы для удовлетворения различных потребностей. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава снижает требования к пространству для калибровки, а их прочность позволяет работать в условиях высокой частоты. В будущем интеллектуальная конструкция гирь (например, встроенные датчики массы) сможет дополнительно оптимизировать эффективность выбора гирь и соответствовать требованиям более сложных диапазонов взвешивания.

5.1.2 Выбор грузила из вольфрамового сплава в зависимости от условий окружающей среды

вольфрамового сплава должны полностью учитывать условия окружающей среды, в которых они используются, такие как температура, влажность, коррозия и вибрация, чтобы гарантировать сохранение ими стабильной работы в конкретной среде.

Выбор гирь с учётом экологических факторов требует оценки стабильности и долговечности гири

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

в целевой среде. Для высокотемпературных сред требуются гири с низким коэффициентом теплового расширения, чтобы предотвратить изменение объёма, влияющее на точность. Для влажных или коррозионных сред требуются коррозионно-стойкие материалы для предотвращения разрушения поверхности. Для сред с высокой вибрацией требуются гири, обладающие ударопрочностью и структурной устойчивостью. При выборе гирь также необходимо учитывать влияние окружающей среды на оборудование. Например, для электронных весов, работающих в электромагнитной среде, требуются гири с низкой магнитной восприимчивостью. Эти требования соответствуют международным метрологическим стандартам, чтобы гарантировать пригодность гирь для конкретных условий.

вольфрамового сплава обеспечивают их адаптируемость к окружающей среде. Высокая плотность и низкий коэффициент теплового расширения вольфрама обеспечивают стабильность объёма как при высоких, так и при низких температурах, что делает его пригодным для применения в аэрокосмической промышленности и холодильных цепях. Вспомогательные элементы, такие как никель и медь, повышают коррозионную стойкость, что делает его пригодным для использования в химических лабораториях или морской среде, подверженной воздействию влаги и солевого тумана. Высокая твёрдость и прочность вольфрамового сплава гарантируют, что гири не деформируются и не повреждаются в условиях вибрации. Низкая магнитная восприимчивость достигается благодаря оптимизированной формуле, предотвращающей помехи в работе электронного оборудования. Эти свойства улучшаются благодаря прецизионному производству для соответствия требованиям различных условий эксплуатации.

Обработка поверхности имеет решающее значение при выборе гирь, подходящих для конкретных условий эксплуатации. Для работы в условиях высоких температур требуются термостойкие покрытия (например, керамические) или полировка до зеркального блеска для предотвращения окисления. Для работы во влажной или коррозионной среде требуются коррозионностойкие покрытия (например, никелирование или полимерные покрытия) для обеспечения чистоты поверхности. В условиях высокой вибрации требуется повышенная твёрдость поверхности для предотвращения износа. При обработке поверхности также необходимо учитывать её очищаемость, например, сглаживание для уменьшения адгезии загрязнений и обеспечение совместимости с чистыми помещениями или медицинскими помещениями. При выборе гири выберите подходящую обработку поверхности с учётом конкретных условий эксплуатации, чтобы обеспечить её долговременную стабильность.

Конструкция гирь должна быть оптимизирована для условий окружающей среды. В условиях высоких температур используйте гири прямоугольной формы с низким центром тяжести для снижения эффекта тепловой конвекции. В коррозионных средах используйте герметичные конструкции для предотвращения проникновения жидкости. В условиях вибрации используйте гири обтекаемой формы или конструкции с фиксированным кольцом для повышения устойчивости. Уровень качества должен соответствовать требованиям к точности, предъявляемым к условиям окружающей среды. Например, для чистых помещений требуются высокоточные гири, в то время как для промышленных сред можно выбрать гири средней

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

точности. Конструкция также должна обеспечивать простоту эксплуатации, например, наличие фиксированных точек для обеспечения механической работы в глубоководных условиях. Этикетки должны быть изготовлены из материалов, устойчивых к воздействию окружающей среды, для обеспечения читаемости.

5.1.3 Выбор гирь из вольфрамового сплава на основе требований к точности

Для гирь из вольфрамового сплава необходимо выбирать соответствующую марку качества и конструкцию на основе требований к точности, чтобы гарантировать соответствие результатов калибровки требованиям оборудования и области применения.

Ключ к выбору гири с учётом требований к точности заключается в соответствии класса точности гири требованиям оборудования, что гарантирует допустимые погрешности калибровки. Высокая плотность и низкая магнитная восприимчивость гирь из вольфрамового сплава делают их высокоточным эталоном массы, подходящим для широкого спектра оборудования, от микровесов до больших напольных весов. При выборе гири также следует учитывать цену деления и стандарт калибровки. Например, для высокоточных весов требуются гири класса точности E1 или E2, в то время как для промышленных напольных весов могут использоваться гири класса точности F2 или M1. Эти принципы соответствуют международным метрологическим стандартам и обеспечивают точность передачи значений.

вольфрамового сплава следует выбирать на основе точности оборудования и сценария применения. Для высокоточных применений (например, лабораторных аналитических весов) рекомендуются гири класса E1 или E2, поскольку они имеют чрезвычайно жесткие допуски и подходят для разрешения на уровне микрограммов. Для приложений средней точности (например, торговых расчетных весов) можно использовать гири класса F1 или F2, соответствующие требованиям на уровне граммов. Для применений с большой массой и низкой точностью (например, напольных весов) можно использовать гири класса M1 или M2, подходящие для разрешения на уровне килограммов. При выборе гири обратитесь к характеристикам калибровки оборудования, чтобы убедиться, что допуск веса соответствует шкале весов оборудования, избегая напрасной траты ресурсов или ошибок, вызванных чрезмерно высокой или низкой точностью.

Конструкция гирь должна быть оптимизирована с учетом требований к точности. Высокоточные гири (например, класса E1) обычно имеют форму листа или небольшого цилиндра, чтобы соответствовать размеру лотка микровесов. Их поверхности требуют нанополировки для уменьшения электростатической адсорбции. Гири средней точности (например, класса F1) могут быть цилиндрическими для облегчения калибровки. Гири низкой точности (например, класса M1) часто имеют форму бруска и подходят для оборудования большой массы. Обработка поверхности должна выбираться с учетом требований к точности. Например, высокоточные гири требуют антимикробного покрытия для использования в чистых помещениях. На этикетках должны быть четко указаны значение массы и класс точности для обеспечения прослеживаемости.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.2 Процесс проверки и калибровки гирь из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава — это ключевые процессы, гарантирующие соответствие их метрологических характеристик стандартам. Эти процессы включают в себя проверку значения массы, контроль состояния поверхности и оценку экологической безопасности. Эти процессы, благодаря специализированному оборудованию и стандартизированным операциям, обеспечивают точность и надёжность гирь в лабораториях, промышленности и торговле.

5.2.1 Основные положения и требования к проверке грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава — это процесс проверки их метрологических характеристик. Это включает в себя такие ключевые показатели, как масса, состояние поверхности и магнетизм, что обеспечивает совместимость с высокоточным весовым оборудованием. Ниже представлен всесторонний анализ основных процедур проверки и требований к гилям из вольфрамового сплава, включая принципы проверки, основные элементы, эксплуатационные требования, оценку результатов и особенности применения.

Основные процедуры калибровки включают проверку массы, осмотр состояния поверхности и магнитные испытания. Проверка массы заключается в сравнении гири с эталонной гирей с помощью прецизионных весов, измерении отклонения массы и обеспечении соответствия допуском. Проверка состояния поверхности позволяет оценить гладкость, плоскостность и целостность, выявляя такие дефекты, как царапины или коррозия, которые могут повлиять на точность измерений. Магнитные испытания позволяют проверить магнитную восприимчивость и остаточную намагниченность гири, чтобы убедиться в отсутствии помех для электронного оборудования. Эти процедуры различаются в зависимости от класса гири, при этом высокоточные гири требуют более строгих стандартов калибровки.

Калибровка должна проводиться в лабораторных условиях с постоянной температурой и влажностью с использованием калиброванных прецизионных весов и магнитометра. Операторы должны носить чистые перчатки и использовать специальное приспособление для работы с гилями, чтобы избежать загрязнения. Значения массы должны быть проверены путем повторных измерений с регистрацией и усреднением отклонений. Контроль состояния поверхности осуществляется с помощью микроскопа или измерителя шероховатости для количественной оценки параметров поверхности. Магнитный контроль проводится с помощью магнитометра или метода взвешивания для обеспечения точности результатов. Параметры окружающей среды, такие как температура и влажность, должны регистрироваться в ходе операции для обеспечения прослеживаемости.

Результаты поверки оцениваются путём сравнения измеренных значений с допустимыми нормами. Отклонения массы должны быть в пределах допуска, шероховатость поверхности должна соответствовать стандартам, а магнитная восприимчивость должна быть ниже установленных пороговых значений. Отклонения от нормы, такие как поверхностное загрязнение

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

или производственные дефекты, должны быть проанализированы и задокументированы в отчёте о поверке. Отчёт должен включать данные измерений, информацию об условиях окружающей среды и выводы для обеспечения прослеживаемости. Приемлемые гири оформляются сертификатом поверки, а недопустимые гири обрабатываются.

5.2.2 Основы установления периода калибровки весов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава играют ключевую роль в обеспечении их долговременной метрологической стабильности и должны разумно определяться с учетом частоты использования, условий окружающей среды и требований к точности.

Принцип установления межкалибровочных интервалов основан на оценке стабильности метрологических характеристик. Регулярное сравнение гирь с эталонными гирями позволяет отслеживать динамику изменения их массы. Гири из вольфрамового сплава демонстрируют минимальные колебания массы благодаря высокой химической стабильности и низкому тепловому расширению, однако факторы окружающей среды и частота использования могут вызывать незначительные отклонения. Установление межкалибровочных интервалов требует баланса между стоимостью калибровки и точностью, соблюдением международных метрологических стандартов и обеспечением единообразной передачи данных.

Интервал калибровки зависит от нескольких факторов. Частота использования является основным фактором; часто используемые гири требуют более коротких интервалов для контроля износа или загрязнения. Условия окружающей среды, такие как высокая температура, влажность или коррозионная среда, могут ускорить износ гирь, что требует более коротких интервалов. Требования к точности также влияют на интервал; высокоточные гири требуют более частой калибровки для соответствия жёстким допускам. Исторические данные о весах, такие как тенденции отклонений, могут быть использованы в качестве основы для динамической корректировки интервала.

Периодичность калибровки обычно определяется в зависимости от класса веса и условий применения. Высокоточные гири (например, E1 и E2) рекомендуется калибровать ежегодно в лабораторных условиях, а при частом использовании этот интервал сокращается до шести месяцев. Гири средней точности (например, F1 и F2) можно калибровать каждые два года в промышленных условиях, в зависимости от условий окружающей среды. Гири большой массы (например, M1) можно калибровать каждые три-пять лет в коммерческих условиях. Методы динамической корректировки основаны на исторических данных калибровки и оценке рисков. Если отклонения приближаются к пределам допуска, периодичность калибровки следует сократить.

Реализация цикла калибровки включает планирование, проведение калибровки и ведение записей. Планирование должно определять график калибровки на основе данных об использовании гирь и данных об окружающей среде. Калибровка проводится в лаборатории с постоянной температурой

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

и влажностью, с использованием прецизионных весов для сравнения гирь с эталоном, регистрации отклонений и параметров окружающей среды. Ведение записей требует документирования всех данных и построения графиков трендов для анализа стабильности. Отклонения требуют корректировки цикла калибровки и анализа причин. Калибровка должна проводиться профессиональной организацией или уполномоченным лицом для обеспечения прослеживаемости результатов.

Чётко определённые циклы калибровки обеспечивают точность весов при длительном использовании. В лабораториях они поддерживают надёжность данных научных исследований, в промышленности оптимизируют обслуживание оборудования, а в торговле обеспечивают беспристрастность. В будущем интеллектуальные системы мониторинга смогут обеспечить анализ отклонений в реальном времени, что позволит дополнительно оптимизировать настройки циклов.

С помощью этих установочных баз можно научно определить цикл калибровки гирь из вольфрамового сплава, чтобы гарантировать постоянную стабильность характеристик измерений.

5.2.3 Процедура обработки некалиброванных грузов из вольфрамового сплава

Некалиброванные гири из вольфрамового сплава играют важную роль в обеспечении надёжности и безопасности измерений, которые включают такие этапы, как идентификация, изоляция, анализ и утилизация.

Принципы обращения с дефектными гирями основаны на метрологических правилах и контроле качества, направленных на предотвращение влияния на метрологическую точность. Утилизация включает в себя выявление причины дефекта, такой как отклонение массы, дефекты поверхности или чрезмерная намагниченность, и принятие соответствующих мер для предотвращения повторного использования. Процесс соответствует международным метрологическим правилам для обеспечения соответствия и прослеживаемости.

Неприемлемые гири выявляются путем проверки или калибровки. Гири с отклонениями массы, выходящими за пределы допуска, с сильными царапинами или коррозией на поверхности, а также с магнитной восприимчивостью, превышающей установленный предел, считаются неприемлемыми. Этот процесс идентификации требует использования прецизионных весов, микроскопа и магнитометра. Аномальные данные регистрируются, и анализируется причина, например, производственные дефекты или износ. Результаты идентификации заносятся в отчет с указанием статуса неприемлемости.

Процесс обработки включает изоляцию, анализ, утилизацию и ведение документации. На этапе изоляции некалиброванные гири маркируются и хранятся в специально отведенном месте для предотвращения несанкционированного использования. На этапе анализа изучаются данные и физическое состояние для определения причины неисправности, например, наличия примесей

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

в материале или коррозии под воздействием окружающей среды. Этап утилизации включает ремонт, понижение категории или списание в металлолом, в зависимости от причины. Отремонтированные гири требуют повторной калибровки. На этапе ведения документации документируются все этапы, включая анализ причин и результаты утилизации, для обеспечения прослеживаемости.

Методы утилизации определяются степенью несоответствия. Незначительные отклонения можно устранить полировкой или размагничиванием, а затем повторно откалибровать для дальнейшего использования. Гири со значительными отклонениями или не подлежащие восстановлению должны быть переведены в категорию менее точных или утилизированы. Отбракованные гири должны быть переработаны в соответствии с экологическими нормами для предотвращения загрязнения окружающей среды. Утилизация должна осуществляться профессиональной организацией с соблюдением соответствующих норм.

5.3 Ежедневное техническое обслуживание и определение неисправностей грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава имеют решающее значение для обеспечения долгосрочных метрологических характеристик. Это включает в себя очистку, хранение, выявление повреждений и оценку отказов. Эти меры, благодаря стандартизированной эксплуатации и научному подходу, продлевают срок службы гирь и предотвращают метрологические погрешности, вызванные ухудшением характеристик.

5.3.1 Требования к очистке и хранению гирь из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава являются основой ежедневного обслуживания, направленного на сохранение чистоты их поверхности и точности измерений, а также на предотвращение загрязнения или повреждения, влияющих на производительность.

Целью очистки и хранения является удаление загрязнений (таких как пыль и жир) с поверхности гири и предотвращение разрушения, вызванного воздействием окружающей среды (например, влаги и химикатов). Высокая плотность и коррозионная стойкость гирь из вольфрамового сплава облегчают их очистку, однако для предотвращения повреждения поверхности необходимы надлежащие процедуры очистки. Хранение требует контролируемых условий окружающей среды, чтобы гарантировать защиту гирь от воздействия влаги, вибрации и загрязнений, обеспечивая метрологическую стабильность. Эти правила соответствуют международным метрологическим стандартам и гарантируют соответствие гирь установленным требованиям.

Метод очистки зависит от точности гири и условий эксплуатации. Высокоточные гири (например, класса E1 и E2) требуют ультразвуковой очистки с нейтральным моющим средством или деионизированной водой для удаления частиц и жира, а также предотвращения царапин на поверхности. Гири средней точности (например, класса F1 и F2) можно очищать чистой тканью,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

смоченной спиртом или нейтральным моющим средством, чтобы удалить пятна с поверхности. Тяжелые гири (например, класса M1) можно очищать мягкой щеткой с моющим средством, чтобы не осталось разводов. После очистки вытрите гири сухой тканью, чтобы избежать появления водяных пятен. Не используйте кислотные или щелочные чистящие средства во избежание коррозии поверхностного покрытия.

В помещении для хранения должны поддерживаться постоянная температура и влажность (например, $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, влажность 40–60%), чтобы предотвратить влияние влаги или колебаний температуры на стабильность гирь. Высокоточные гири следует хранить в специальном, защищенном от пыли, антистатическом калибровочном боксе, выложенном ударопоглощающим материалом для предотвращения ударов. Крупногабаритные гири следует хранить во влаго- и пыленепроницаемом складе на устойчивых подставках, чтобы избежать штабелирования и сжатия. Место хранения должно быть защищено от воздействия химических веществ и электромагнитных помех, чтобы гарантировать сохранность поверхности и магнитных свойств гирь. Гири следует хранить по классам качества и четко маркировать для удобства хранения и доступа.

Процесс очистки и хранения состоит из четырех этапов: подготовка, очистка, осмотр и хранение. На этапе подготовки осмотрите поверхность гири, запишите её начальное состояние и выберите подходящие инструменты для очистки и контейнеры для хранения. На этапе очистки следуйте выбранному методу, чтобы убедиться в отсутствии на поверхности остатков. На этапе осмотра используйте микроскоп или визуально проверьте целостность поверхности, чтобы убедиться в отсутствии царапин и коррозии. Во время хранения поместите гирю в специальный контейнер и запишите время хранения и параметры окружающей среды. Эти операции должны выполняться квалифицированным персоналом в соответствии со стандартизированными процедурами для обеспечения эффективной очистки и хранения.

5.3.2 Выявление распространенных повреждений грузов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава играют важную роль в техническом обслуживании и выявлении неисправностей. Они предназначены для оперативного обнаружения дефектов поверхности, отклонений массы или магнитных аномалий, чтобы предотвратить их влияние на точность измерений.

Обычная идентификация повреждений основана на принципах метрологии и материаловедения. С помощью визуального осмотра, инструментальных измерений и испытаний производительности мы оцениваем, были ли нарушены физические и метрологические свойства гири. Хотя гири из вольфрамового сплава менее подвержены повреждениям благодаря своей высокой твердости и коррозионной стойкости, со временем у них могут появиться незначительные дефекты. Для обеспечения научных и точных результатов идентификации необходимо проанализировать причину повреждения в сочетании с факторами окружающей среды и данными об использовании.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Гири из вольфрамового сплава подвержены царапинам на поверхности, коррозии, отклонению массы и магнитным аномалиям. Царапины на поверхности, вызванные неправильным обращением или эксплуатацией, могут увеличить количество загрязнений. Коррозия, вызванная влагой или химическими веществами, может изменить качество поверхности. Отклонение массы, вызванное износом или отслоением материала, может повлиять на точность измерений. Магнитные аномалии, вызванные внешними магнитными полями или примесями в материале, могут нарушить работу электронного оборудования. Эти типы повреждений требуют систематического обнаружения и идентификации.

Методы идентификации включают визуальный осмотр, инструментальные измерения и эксплуатационные испытания. Визуальный осмотр проводится с помощью увеличительного стекла или микроскопа для обнаружения царапин, коррозии или пятен на поверхности, а также для определения их местоположения и степени. Инструментальные измерения проводятся с помощью измерителя шероховатости поверхности для определения глубины царапин или прецизионных весов для определения отклонения массы. Магнитные испытания используют магнитометр или датчик Холла для измерения магнитной восприимчивости и определения превышения ею установленного предела. Эксплуатационные испытания имитируют реальные условия эксплуатации, например, проверку стабильности массы после нагрузки, что обеспечивает полную идентификацию. Выбор метода зависит от класса гири; высокоточные гири требуют более детального тестирования.

Процесс анализа и идентификации повреждений включает осмотр, регистрацию, анализ и составление отчёта. На этапе осмотра используются вышеупомянутые методы для оценки состояния гири и регистрации типа и степени повреждения. На этапе регистрации документируются данные, включая фотографии, результаты измерений и параметры окружающей среды. На этапе анализа выявляется причина повреждения, например, неправильная эксплуатация или коррозия под воздействием окружающей среды, и оценивается её влияние на метрологические характеристики. На этапе составления отчёта формируется подробный отчёт с рекомендациями по ремонту или утилизации. Этот процесс должен проводиться в контролируемой среде для обеспечения прослеживаемости результатов.

5.3.3 Технические стандарты для определения разрушения грузов из вольфрамового сплава

Гирь из вольфрамового сплава к метрологическим измерениям осуществляется на основе таких технических критериев, как отклонение массы, состояние поверхности и магнитные свойства, для обеспечения надежности метрологической системы.

Определение отказа основано на оценке соответствия метрологическим характеристикам. Сравнивая фактические характеристики гири со стандартными пределами, мы определяем, соответствует ли она предполагаемому применению. Высокая стабильность гирь из вольфрамового сплава снижает вероятность отказа, но длительное использование или неправильное обслуживание могут привести к ухудшению характеристик. Для обеспечения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

научных и единообразных результатов это определение должно основываться на международных метрологических стандартах.

Технические критерии определения отказа включают отклонение массы, состояние поверхности и магнитные свойства. Отклонение массы должно быть в пределах допуска; любое отклонение за пределами этих пределов считается отказом. Состояние поверхности должно быть без значительных царапин, коррозии или деформации; дефекты, влияющие на точность измерения, считаются отказом. Магнитные свойства должны быть ниже заданного порогового значения; любое отклонение выше этого порогового значения может помешать работе оборудования и привести к отказу. Эти стандарты корректируются в зависимости от класса гири, при этом к высокоточным гирям предъявляются более высокие требования.

Процесс определения неисправности включает осмотр, оценку, документирование и утилизацию. На этапе осмотра используются прецизионные весы, микроскопы и магнитометры для измерения отклонения массы, состояния поверхности и магнитных свойств. На этапе оценки измеренные значения сравниваются со стандартными пределами для определения неисправности. На этапе документирования фиксируются результаты испытаний и анализ причин. На этапе утилизации на основе результатов определения неисправности осуществляется ремонт, понижение категории или списание. Отремонтированные изделия требуют повторной калибровки. Этот процесс должен выполняться профессиональной организацией для обеспечения прослеживаемости.

Утилизация неисправных гирь зависит от серьёзности неисправности. Незначительные отклонения можно устранить полировкой или размагничиванием, а затем повторно откалибровать для дальнейшего использования. Гири с серьёзными неисправностями следует перевести в категорию менее точных весов или сдать на слом. Списанные гири должны быть переработаны в соответствии с экологическими нормами во избежание загрязнения окружающей среды. Утилизация должна быть зарегистрирована, а для обеспечения соблюдения нормативных требований необходимо составить отчёт.

5.4 Система прослеживаемости гирь из вольфрамовых сплавов

Гири из вольфрамового сплава – ключ к обеспечению соответствия их показателей качества международным стандартам. Создание иерархической цепочки прослеживаемости, стандартизированного управления записями и механизмов межрегионального сотрудничества позволяет обеспечить прослеживаемость и единообразие результатов измерений.

5.4.1 Уровневая классификация прослеживаемости веса вольфрамовых сплавов

Гири из вольфрамового сплава являются основой для построения системы прослеживаемости. Уточнение роли и функций гирь на разных уровнях обеспечивает точную передачу значений массы. Принцип прослеживаемости измерений заключается в связывании значений массы гирь из вольфрамового сплава с международными или национальными эталонами массы посредством

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

серии сличений, обеспечивая прослеживаемость результатов измерений. Высокая плотность и стабильность гирь из вольфрамового сплава делают их пригодными для использования в качестве эталонов прослеживаемости на всех уровнях. Цепочка прослеживаемости разделена на уровни, что позволяет переносить значения измерений с эталонных гирь на рабочие. Эта многоуровневая система соответствует международным метрологическим стандартам, обеспечивая глобальную метрологическую согласованность.

Гири из вольфрамового сплава обычно делятся на три уровня: эталонные гири, контрольные гири и рабочие гири. Эталонные гири – это гири высшего уровня, хранящиеся в национальных метрологических учреждениях и непосредственно сличаемые с международным прототипом килограмма или национальными эталонами с наивысшей точностью. Эталонные гири – это гири среднего уровня, хранящиеся в региональных или профессиональных метрологических учреждениях. Значение получается путем сравнения с эталонными гирями и используется для калибровки рабочих гирь. Рабочие гири – это гири низшего уровня, используемые для текущей калибровки оборудования, непосредственно обслуживающего лаборатории, промышленность или торговлю. Уровень качества гирь на каждом уровне снижается, например, от E1, E2 до F1, F2 и M1.

Гири на каждом уровне цепочки прослеживаемости выполняют различные функции. Эталонные гири служат отправной точкой для передачи значений, обеспечивая соответствие международным стандартам и поддерживая высочайшую точность. Эталонные гири служат связующим звеном, передавая значения с эталонных гирь на рабочие гири для региональной или отраслевой калибровки. Рабочие гири используются непосредственно для калибровки оборудования, отвечая требованиям практического применения. Высокая стабильность и низкая магнитная восприимчивость гирь из вольфрамового сплава обеспечивают превосходные характеристики на каждом уровне, гарантируя надежную передачу значений.

Многоуровневая классификация должна осуществляться в контролируемой среде. Эталонные гири должны калиброваться в национальной лаборатории с использованием высокоточных весов при контролируемых температуре и влажности. Эталонные гири должны калиброваться уполномоченной организацией и регулярно сравниваться с эталонными гирями. Рабочие гири должны калиброваться пользователем или профессиональной организацией и сравниваться с эталонными гирями. Параметры окружающей среды и данные калибровки должны регистрироваться для обеспечения прослеживаемости. Гири на каждом уровне должны регулярно проверяться для предотвращения ухудшения характеристик, которое может нарушить цепочку прослеживаемости.

5.4.2 Требования к управлению записями прослеживаемости весов из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава играют ключевую роль в обеспечении прослеживаемости стоимости и целостности данных и включают в себя создание, хранение и ведение записей.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Управление записями прослеживаемости основано на метрологической прослеживаемости данных. Систематическая регистрация данных калибровки, параметров окружающей среды и истории использования гирь обеспечивает прозрачность и проверяемость передачи результатов измерений. Высокая стабильность гирь из вольфрамового сплава повышает надёжность зарегистрированных данных, но для предотвращения пропусков и ошибок требуется стандартизированное управление. Для обеспечения юридической силы записей требуется соблюдение международных метрологических стандартов.

Записи о прослеживаемости должны включать идентификационные данные гири (серийный номер, значение массы, класс), данные калибровки (отклонение, допуск, дата калибровки), параметры окружающей среды, информацию о калибровочной организации и квалификации оператора. Также должна быть задокументирована история использования гири, такая как частота калибровки, условия применения и техническое обслуживание. Для обеспечения целостности данных записи должны сопровождаться сертификатом калибровки или отчётом. Особые обстоятельства (например, повреждение или ремонт) должны быть специально отмечены, а также соответствующие процедуры обращения с гирей.

Записи о прослеживаемости должны храниться на безопасных и надёжных носителях. Бумажные записи должны храниться во влагонепроницаемом и устойчивом к повреждениям хранилище с постоянной температурой и влажностью. Электронные записи должны иметь резервное копирование в базу данных, шифрование для предотвращения несанкционированного доступа, а накопитель должен регулярно обновляться. Срок хранения записей определяется классом гири. Высокоточные записи о гире должны храниться в течение длительного времени, а рабочие записи о гире должны храниться как минимум до следующей калибровки. Хранилище должно быть легкодоступным и обеспечивать быстрый доступ.

Процесс управления записями включает в себя создание, проверку, хранение и обновление. На этапе создания данные регистрируются после калибровки для обеспечения точности. На этапе проверки специалисты проверяют записи на полноту и согласованность, подтверждая их соответствие нормативным требованиям. На этапе хранения записи архивируются, при этом одновременно обрабатываются как бумажные, так и электронные версии. На этапе обновления записи обновляются на основе циклов калибровки или выявленных отклонений с документированием причин изменений. Управление должно осуществляться уполномоченными организациями или персоналом для обеспечения соответствия нормативным требованиям.

Стандартизированное управление записями прослеживаемости обеспечивает прослеживаемость значений веса. В лабораториях это обеспечивает надёжность экспериментальных данных, в промышленности — оптимизирует контроль качества, а в торговле — обеспечивает справедливость. В будущем цифровые системы управления могут обеспечить обмен записями в режиме реального времени и повысить эффективность управления.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.4.3 Механизм сотрудничества для межрегиональной прослеживаемости весов из вольфрамовых сплавов

вольфрамового сплава являются важным средством обеспечения согласованности результатов измерений в разных регионах или странах, требующим координации и обмена данными между несколькими учреждениями.

Принцип межрегионального сотрудничества в области прослеживаемости основан на взаимном признании в области международной метрологии. Благодаря сотрудничеству региональных и международных метрологических организаций значения массы гирь привязываются к международным эталонам. Высокая стабильность гирь из вольфрамового сплава делает их пригодными для межрегиональной прослеживаемости. Сотрудничество должно обеспечивать согласованность и сопоставимость данных калибровки. Этот механизм соответствует международным метрологическим стандартам и способствует глобальной гармонизации метрологии.

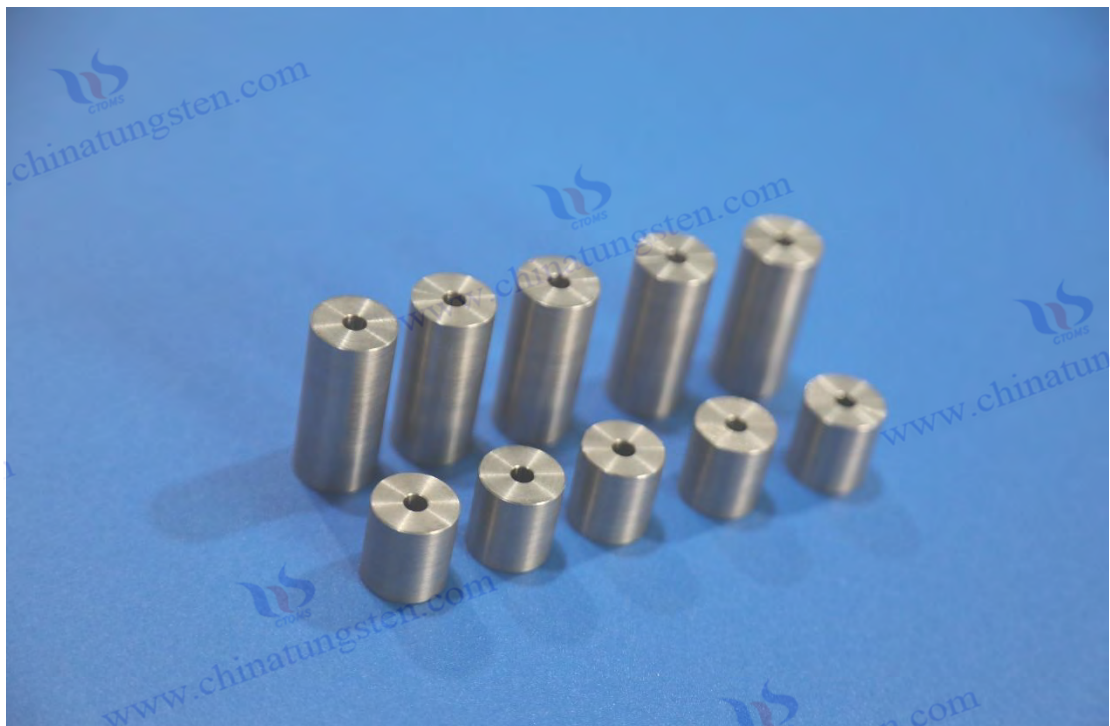
Межрегиональное сотрудничество в области прослеживаемости предполагает взаимодействие национальных метрологических учреждений, региональных метрологических центров и организаций-пользователей. Национальные учреждения предоставляют эталонные гири и отвечают за их сравнение с международными эталонами. Региональные метрологические центры выступают посредниками, калибруя эталонные гири и передавая результаты измерений организациям-пользователям. Организации-пользователи калибруют рабочие гири для практического применения. Сотрудничество также может осуществляться в рамках международных проектов сличений или двусторонних соглашений для обеспечения согласованности результатов.

Совместный процесс включает подтверждение требований, выполнение калибровки, обмен данными и проверку результатов. На этапе подтверждения требований уточняются цели прослеживаемости, определяются участвующие организации и определяются классы гирь. На этапе выполнения калибровки вышестоящая организация калибрует подчиненные гири и регистрирует данные. На этапе обмена данными результаты калибровки передаются в стандартизированном формате для обеспечения прозрачности. На этапе проверки результатов все стороны проверяют согласованность данных и устраняют любые расхождения. Для оптимизации эффективности совместной работы необходима регулярная оценка процесса.

Сотрудничество должно обеспечиваться посредством стандартизированных протоколов, сертификатов калибровки и управления данными. Протоколы должны четко определять обязанности каждой стороны и формат данных. Сертификаты калибровки должны включать информацию о параметрах окружающей среды и прослеживаемости. Управление данными должно осуществляться с использованием зашифрованной базы данных для обеспечения безопасности и прослеживаемости. Для улучшения взаимодействия необходимо проводить

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

регулярное обучение и обмен технической информацией. Исключения следует разрешать путем переговоров для обеспечения согласованности результатов измерений.



CTIA GROUP LTD Гири из вольфрамового сплава

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

Глава 6. Базовые знания и горизонтальное сравнение грузов из вольфрамового сплава

Гири из вольфрамового сплава, отличающиеся высокой плотностью, превосходными механическими свойствами и метрологической стабильностью, широко используются в измерениях и калибровке, прецизионном производстве, научных исследованиях и торговых расчётах. Понимание их основных принципов работы и сравнение с другими типами гирь поможет пользователям лучше выбирать и использовать их, обеспечивая точность и надёжность измерений.

6.1 Базовые знания о грузиках из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава, включая свойства материала, правильное использование и основные рекомендации по обслуживанию, помогает пользователям понять их преимущества и избежать распространённых проблем в эксплуатации. Гири из вольфрамового сплава благодаря высокой плотности, низкой магнитной восприимчивости и коррозионной стойкости идеально подходят для высокоточных метрологических задач.

6.1.1 Распространённые заблуждения при использовании грузов из вольфрамового сплава и как их избежать

Гири из вольфрамового сплава часто теряют свои характеристики или допускают ошибки измерения из-за неправильной эксплуатации. Понимание распространённых заблуждений и принятие мер по их предотвращению могут значительно повысить эффективность использования.

К распространённым ошибкам при использовании относятся непосредственная работа с гирями, игнорирование влияния окружающей среды, неправильные процедуры калибровки и невыполнение регулярного технического обслуживания. Непосредственная работа с гирями может привести к загрязнению маслом или потом, что скажется на точности измерения массы, особенно для высокоточных гирь. Игнорирование влияния окружающей среды, например, использование в условиях высокой влажности или высокой температуры, может привести к коррозии или отклонению массы. Неправильная процедура калибровки, например, быстрое размещение или неустойчивое штабелирование, может повредить гири или привести к ошибочным показаниям. Пренебрежение регулярным техническим обслуживанием может привести к появлению скрытых дефектов поверхности или магнитных аномалий, что негативно скажется на долгосрочной работе весов.

Ключ к избеганию этих проблем — соблюдение стандартизированных процедур и контроль условий окружающей среды. Избегайте прямого контакта с гирями при работе с ними и используйте специальные инструменты для захвата. Поддерживайте постоянную температуру и влажность, чтобы минимизировать внешние помехи. Калибровку следует проводить поэтапно в соответствии со спецификациями для обеспечения стабильности работы оборудования. Регулярное техническое обслуживание должно быть включено в график эксплуатации, а

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

состояние гирь необходимо своевременно проверять. Эти принципы, основанные на международных метрологических стандартах, обеспечивают стабильные характеристики гирь.

Во избежание ошибок операторам следует надевать чистые перчатки или использовать специальный пинцет при работе с высокоточными гирями, чтобы избежать загрязнения. Крупногабаритные гири следует перемещать с помощью механического оборудования, чтобы предотвратить их падение или царапины. В помещении для калибровки следует поддерживать температуру $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ и влажность 40–60%, чтобы избежать влияния температуры и влажности. Во время калибровки медленно размещайте гири, чтобы обеспечить равномерную загрузку лотка для оборудования. Осматривайте поверхность гирь после каждого использования, отмечайте любые отклонения и немедленно очищайте её.

Профилактические меры включают обучение операторов, разработку рабочих процедур и регулярные проверки. Обучение должно охватывать использование и обслуживание весов, чтобы гарантировать, что операторы знакомы с процедурами. Рабочие процедуры должны четко определять процессы очистки, обращения и калибровки и быть интегрированы в повседневное управление. Регулярные проверки должны проводиться с использованием микроскопа или прецизионных весов для оценки состояния поверхности и отклонений качества для выявления потенциальных проблем. Профилактические меры должны быть адаптированы к конкретному сценарию использования, например, требовать более строгих мер по борьбе с загрязнением в чистых помещениях.

Предотвращение неправильного использования повышает точность измерений и срок службы гирь. В лабораториях это обеспечивает надёжность экспериментальных данных, в промышленности — снижает ошибки калибровки, а в торговле — обеспечивает объективность. В будущем интеллектуальные системы мониторинга смогут оповещать об эксплуатационных ошибках в режиме реального времени, что позволит оптимизировать результаты использования.

6.1.2 Меры предосторожности при ежедневном хранении и обращении с грузами из вольфрамового сплава

вольфрамового сплава напрямую влияют на их производительность и срок службы. Стандартизированная эксплуатация позволяет предотвратить повреждения и загрязнение, а также поддерживать точность измерений.

Хранение и обращение с гирями требуют мер предосторожности для предотвращения загрязнения, повреждений и воздействия окружающей среды. Высокоточные гири следует защищать от пыли и жира, чтобы предотвратить загрязнение поверхности, которое может повлиять на их качество. Крупногабаритные гири следует защищать от падений и ударов, чтобы предотвратить деформацию и царапины. В помещении для хранения следует контролировать влажность и температуру для предотвращения коррозии и теплового расширения. При обращении с гирями используйте подходящие инструменты и избегайте прямого контакта или неправильного

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

складирования. Эти меры предосторожности основаны на свойствах материала и метрологических требованиях к гилям из вольфрамового сплава.

В помещении для хранения должны поддерживаться постоянная температура и влажность, рекомендуемые значения: $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ и влажность 40–60%, чтобы предотвратить влияние влажности или колебаний температуры на стабильность веса. Высокоточные гири следует хранить в специальном, защищенном от пыли, антистатическом калибровочном боксе, покрытом ударопоглощающим материалом для предотвращения ударов. Крупногабаритные гири следует размещать во влаго- и пыленепроницаемом складе, закрепляя на прочном кронштейне во избежание смятия. Гири должны быть классифицированы по классу качества и иметь четкую маркировку для удобства хранения и доступа. Место хранения должно быть защищено от воздействия химических веществ и электромагнитных помех для обеспечения оптимальных характеристик веса.

При работе с высокоточными гилями используйте специальные пинцеты или вакуумные захваты, чтобы избежать загрязнения рук. Для работы с гилями малой и средней массы используйте нескользящие перчатки или специальные захваты для обеспечения устойчивости. Тяжелые гири следует перемещать с помощью вилочного погрузчика или крана, оснащенного фиксирующим кольцом или ручкой для предотвращения падения. Во время работы с гилями избегайте столкновений друг с другом или соприкосновения с твердыми предметами, чтобы защитить покрытие поверхности. Для обеспечения прослеживаемости операции по перемещению гирь следует документировать, включая время и количество задействованного персонала.

Процесс хранения и обработки включает подготовку, выполнение, проверку и ведение документации. На этапе подготовки контейнеры для хранения и погрузочно-разгрузочные инструменты проверяются на чистоту и целостность. На этапе выполнения весы хранятся и обрабатываются в соответствии со спецификациями, а условия окружающей среды контролируются. На этапе проверки состояние весов оценивается визуально или инструментально, чтобы убедиться в отсутствии повреждений и загрязнений. На этапе ведения документации документируются подробные сведения о работе, включая параметры окружающей среды и любые отклонения от нормы. Этот процесс должен выполняться квалифицированным персоналом с соблюдением стандартизированных правил управления.

6.1.3 Распространенные причины и меры предотвращения потери точности взвешивания вольфрамовых сплавов

вольфрамового сплава являются ключевым фактором, влияющим на их метрологическую надежность. Понимание причин и принятие профилактических мер могут эффективно продлить срок их службы.

К распространённым причинам снижения точности относятся износ поверхности, коррозия, магнитные изменения и отклонение массы. Износ поверхности, вызванный неправильным

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обращением или частым использованием, может изменить распределение массы. Коррозия, вызванная влагой или химическими веществами, может привести к ухудшению состояния поверхности. Магнитные изменения, вызванные внешними магнитными полями или примесями в материале, могут нарушить работу электронного оборудования. Отклонение массы, вызванное длительным износом или отслоением материала, может повлиять на точность измерений. Эти причины тесно связаны с условиями эксплуатации и привычками.

На снижение точности влияют частота использования, условия окружающей среды и уровень технического обслуживания. Частое использование, особенно при динамическом взвешивании, ускоряет износ. В агрессивных условиях, таких как жара, влажность или воздействие химических веществ, коррозия усиливается. Отсутствие регулярного технического обслуживания приводит к тому, что мелкие повреждения накапливаются незамеченными, что влияет на точность. Класс гири также влияет на снижение точности; высокоточные гири более чувствительны к незначительным отклонениям.

Для предотвращения снижения точности необходимо учитывать три ключевых аспекта: эксплуатацию, окружающую среду и техническое обслуживание. При эксплуатации используйте специальные приспособления для перемещения гирь, чтобы избежать прямого контакта; во время калибровки прикладывайте нагрузку медленно, чтобы снизить механическую нагрузку. В отношении окружающей среды контролируйте температуру и влажность для предотвращения коррозии и теплового расширения; избегайте воздействия магнитных полей для предотвращения магнитных изменений. При техническом обслуживании регулярно очищайте гири нейтральным моющим средством и проводите регулярную калибровку для контроля отклонений качества. Профилактические меры должны быть адаптированы к конкретному сценарию использования, например, требуя более строгих мер по борьбе с загрязнением в чистых помещениях.

Снижение точности мониторинга требует регулярной калибровки и проверки прибора. Используйте прецизионные весы для измерения отклонения массы и сравнения его с номинальным значением. Используйте прибор для измерения шероховатости поверхности или микроскоп для проверки на износ или коррозию. Используйте магнитометр для обнаружения изменений магнитной восприимчивости. Мониторинг требует регистрации данных, построения графиков тенденций и анализа закономерностей снижения точности. Любые отклонения требуют незамедлительного анализа причины и принятия мер по ремонту или замене. Предотвращение снижения точности обеспечивает долгосрочную надежность весов. В лабораториях это способствует точности экспериментальных данных, в промышленности — снижению производственных ошибок, а в торговле — поддержанию объективности. В будущем интеллектуальные системы мониторинга смогут анализировать тенденции снижения точности в режиме реального времени и оптимизировать стратегии предотвращения.

6.2 Сравнение характеристик грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов

Гири из вольфрамового сплава и чугунные гири — два наиболее часто используемых материала в

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

метрологии. Они существенно различаются по свойствам материала, процессам производства и сферам применения. Гири из вольфрамового сплава известны своей высокой плотностью, низкой магнитной восприимчивостью и коррозионной стойкостью, что делает их пригодными для высокоточных и сложных условий. Чугунные гири, напротив, известны своей низкой стоимостью и простотой изготовления, что делает их пригодными для высокоточных и низкоточных применений.

6.2.1 Сравнение плотности гирь из вольфрамового сплава и чугунных гирь

Плотность — ключевой фактор, влияющий на объём и применение гирь, напрямую определяя их способность достигать нужной массы в ограниченном пространстве. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава позволяет им достигать большой массы в небольшом объёме, что делает их пригодными для высокоточных и малогабаритных применений. Чугунные гири имеют меньшую плотность и требуют большего объёма для достижения той же массы.

Гири из вольфрамового сплава обычно имеют плотность 17–19 г/см³, что значительно выше, чем у чугунных гирь (7,2–7,8 г/см³). Благодаря этому преимуществу, гири из вольфрамового сплава занимают всего от 1/2 до 1/3 объёма чугунных гирь той же массы, что делает их пригодными для микровесов и калибровки прецизионного оборудования. Чугунные гири, благодаря своей меньшей плотности, подходят для крупногабаритного весового оборудования, например, напольных весов, но занимают больше места.

Гири из вольфрамового сплава обеспечивают преимущество в лабораториях, производстве полупроводников и медицинском оборудовании, где они отвечают требованиям высокой точности и миниатюризации. Чугунные гири подходят для промышленных и торговых задач, например, для взвешивания сыпучих грузов, но не подходят для применения в условиях ограниченного пространства или для высокоточных задач.

Гири из вольфрамового сплава по плотности значительно превосходят чугунные гири и подходят для высокоточных и компактных применений, но они дороже; чугунные гири имеют меньшую плотность и меньшую стоимость, что делает их подходящими для сценариев с большой массой и низкой точностью.

6.2.2 Сравнение объемов гирь из вольфрамового сплава и чугунных гирь

Объём напрямую влияет на удобство использования, хранения и транспортировки гирь и тесно связан с их плотностью. Высокая плотность гирь из вольфрамового сплава делает их компактными и подходит для использования в условиях ограниченного пространства. Чугунные гири больше по размеру и подходят для калибровки больших масс, но занимают больше места. При одинаковой массе объём гири из вольфрамового сплава составляет примерно от 1/2 до 1/3 объёма чугунной гири. Например, объём гири из вольфрамового сплава массой 1 кг составляет примерно 53–59 см³, а объём чугунной гири массой 1 кг — примерно 128–139 см³. Компактный

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

размер гирь из вольфрамового сплава делает их пригодными для использования в микровесах или малогабаритном оборудовании, а больший размер чугунных гирь делает их более подходящими для использования в настольных или напольных весах.

Гири из вольфрамового сплава особенно востребованы в чистых помещениях, лабораториях и медицинском оборудовании, поскольку позволяют экономить место на поддонах; более крупные гири из чугуна подходят для промышленных применений, но могут усложнить погрузочно-разгрузочные работы и хранение.

Гири из вольфрамового сплава превосходят чугунные гири по объему и подходят для условий ограниченного пространства, но стоимость их изготовления высока; чугунные гири имеют больший объем, подходят для калибровки больших масс и имеют более низкую стоимость.

6.2.3 Сравнение грузоподъемности грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов

Грузоподъемность — это структурная устойчивость груза при механическом воздействии или штабелировании, что влияет на его пригодность для динамических применений или работы с большими массами. Высокая прочность гирь из вольфрамового сплава позволяет им выдерживать более высокие нагрузки, в то время как чугунные гири менее прочны и более подвержены повреждениям.

Гири из вольфрамового сплава обладают превосходной прочностью на сжатие и ударной вязкостью по сравнению с чугунными, что делает их пригодными для высоконагруженных или динамических весовых задач, например, для калибровки конвейерных весов. Чугунные гири менее прочны и могут треснуть или деформироваться при быстром штабелировании или загрузке, особенно при работе с большими весами. Повышенная грузоподъемность гирь из вольфрамового сплава делает их более подходящими для высокоинтенсивных работ.

Гири из вольфрамового сплава отлично подходят для промышленного динамического взвешивания и научных исследований, выдерживая частые перемещения и нагрузки. Чугунные гири подходят для статического взвешивания, но легко повреждаются при больших массах или интенсивных нагрузках.

Грузы из вольфрамового сплава имеют лучшую грузоподъемность, чем чугунные, и подходят для высокоинтенсивных сценариев, но они дороже; чугунные грузы имеют меньшую грузоподъемность и подходят для недорогих статических применений.

6.2.4 Сравнение износостойкости грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов

Износостойкость влияет на целостность поверхности и стабильность качества гирь при длительном использовании. Высокая твердость и обработка поверхности гирь из вольфрамового сплава обеспечивают им отличную износостойкость, в то время как чугунные гири менее твердые

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

и более подвержены износу.

Гири из вольфрамового сплава обладают значительно более высокой твёрдостью (примерно 7,5–8 по шкале Мооса), чем чугунные (примерно 4–5). Их поверхность обычно полируется или никелируется для уменьшения износа. Чугунные гири часто красятся или просто полируются, что может привести к появлению царапин от трения или удара, что сказывается на их качестве. Гири из вольфрамового сплава сохраняют стабильность поверхности даже при частом использовании, в то время как чугунные гири требуют более частого ухода.

Гири из вольфрамового сплава подходят для высокочастотных рабочих сценариев, таких как калибровка автоматизированной производственной линии; чугунные гири подходят для низкочастотного статического взвешивания, но необходимо регулярно проверять износ поверхности.

Гири из вольфрамового сплава превосходят чугунные по износостойкости и подходят для высокочастотного использования, но их стоимость высока; чугунные гири имеют низкую износостойкость и подходят для бюджетных вариантов.

6.2.5 Сравнение коррозионной стойкости гирь из вольфрамового сплава и чугунных гирь

Коррозионная стойкость определяет устойчивость гири во влажной или химической среде. Химическая инертность и обработка поверхности гирь из вольфрамового сплава обеспечивают им высокую коррозионную стойкость, в то время как чугунные гири легко подвергаются воздействию влаги и химикатов.

Гири из вольфрамового сплава содержат такие элементы, как никель и медь, и сочетаются с антикоррозионными покрытиями (например, никелированием) для эффективной защиты от влаги, солевого тумана и химикатов. Чугунные гири подвержены ржавчине и требуют защитного покрытия, но это покрытие может легко отслоиться, а длительное воздействие может привести к коррозии. Гири из вольфрамового сплава устойчивы к воздействию влаги и химикатов, в то время как чугунные гири требуют дополнительной защиты.

Гири из вольфрамового сплава подходят для использования в коррозионных средах, например, в морском строительстве и химических лабораториях; гири из чугуна подходят для сухих сред, но требуют частого технического обслуживания во влажных условиях. Гири из вольфрамового сплава превосходят чугунные по коррозионной стойкости и подходят для сложных условий эксплуатации, но их стоимость выше; чугунные гири имеют плохую коррозионную стойкость и подходят для простых условий эксплуатации.

6.2.6 Сравнение срока службы грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов

Срок службы зависит от прочности материала, его адаптации к окружающей среде и частоты

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

технического обслуживания. Гири из вольфрамового сплава имеют длительный срок службы благодаря высокой твердости, коррозионной стойкости и стабильности, в то время как чугунные гири подвержены износу и коррозии.

Гири из вольфрамового сплава могут служить десятилетиями с минимальным повреждением поверхности и отклонением от нормы при правильном уходе. Чугунные гири имеют более короткий срок службы во влажной среде или при высокой частоте колебаний, обычно 5–10 лет, и требуют частого обслуживания для продления срока службы. Гири из вольфрамового сплава обеспечивают превосходную долговременную стабильность по сравнению с чугунными гирями.

Гири из вольфрамового сплава подходят для долгосрочного и высокоточного применения, например, в лабораториях и медицинском оборудовании; гири из чугуна подходят для краткосрочного или низкоточного применения, например, для промышленного взвешивания.

Гири из вольфрамового сплава имеют длительный срок службы и подходят для высокоточного долгосрочного использования, но они дороги; чугунные гири имеют более короткий срок службы и подходят для недорогих применений.

6.2.7 Сравнение точности и стабильности измерений между гирями из вольфрамового сплава и чугунными гирями

Стабильность точности измерений определяется способностью гири сохранять свою массу в течение длительного времени использования. Гири из вольфрамового сплава обеспечивают стабильную точность благодаря низкому тепловому расширению и коррозионной стойкости, в то время как чугунные гири более подвержены влиянию окружающей среды.

м·К) и коррозионная стойкость гирь из вольфрамового сплава обеспечивают стабильное качество, что делает их пригодными для высокоточных применений в классах прочности E1 и E2. Чугунные гири имеют более высокий коэффициент теплового расширения (приблизительно 10–12 мкм/м·К) и подвержены отклонениям качества из-за коррозии и износа, что делает их пригодными для низкоточных применений в классах прочности M1 и M2. Гири из вольфрамового сплава также обладают низкой магнитной восприимчивостью и не создают помех для электронного оборудования, в то время как чугунные гири могут иметь проблемы с магнитным полем.

Гири из вольфрамового сплава подходят для высокоточных сценариев, таких как производство полупроводников и научно-исследовательские эксперименты; гири из чугуна подходят для сценариев с низкой точностью, таких как оптовая торговля.

6.2.8 Сравнение экологической адаптивности грузов из вольфрамового сплава и чугунных грузов

Экологическая пригодность определяет поведение гири в условиях высоких температур,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

влажности, коррозии и вибрации. Универсальность гирь из вольфрамового сплава делает их пригодными для сложных условий, в то время как чугунные гири менее адаптируемы.

Низкое тепловое расширение, коррозионная стойкость и вибростойкость гирь из вольфрамового сплава делают их пригодными для использования в условиях высоких температур, влажности, химических веществ и динамических сред. Чугунные гири имеют тенденцию к расширению при высоких температурах, подвержены коррозии во влажной среде и легко повреждаются при вибрации, поэтому подходят только для использования в сухих, статических условиях. Гири из вольфрамового сплава значительно более экологичны, чем чугунные.

Гири из вольфрамового сплава подходят для сложных условий, таких как морское строительство, химические лаборатории и аэрокосмическая промышленность; гири из чугуна подходят для простых условий, таких как склады или заводы.

Гири из вольфрамового сплава превосходят чугунные гири по приспособляемости к окружающей среде и подходят для сложных условий, но они дороги; чугунные гири имеют ограниченную приспособляемость и подходят для простых условий.

Благодаря этим сравнениям характеристик, гири из вольфрамового сплава превосходят чугунные гири по плотности, объёму, грузоподъёмности, износостойкости, коррозионной стойкости, сроку службы, стабильности точности и адаптации к условиям окружающей среды. Они подходят для высокоточных и сложных условий, но стоят дороже. Чугунные гири отличаются низкой стоимостью и подходят для задач с большой массой и низкой точностью.

6.3 Сравнение характеристик гирь из вольфрамового сплава и гирь из нержавеющей стали

Гири из вольфрамового сплава и гири из нержавеющей стали — два наиболее часто используемых в метрологии высокопроизводительных материала. Однако они существенно различаются по свойствам материала, стоимости производства и сферам применения. Гири из вольфрамового сплава известны своей высокой плотностью и превосходными физическими свойствами, что делает их пригодными для высокоточных измерений и специальных условий. Гири из нержавеющей стали, отличающиеся коррозионной стойкостью и доступной ценой, широко используются в самых разных областях.

6.3.1 Сравнение стоимости материала и экономической эффективности гирь из вольфрамового сплава и гирь из нержавеющей стали

Стоимость материала и соотношение цены и качества являются важными факторами при выборе гирь, включая стоимость сырья, сложность производственного процесса и окупаемость. Гири из вольфрамового сплава дороже из-за содержания редкого металла, но обладают превосходными характеристиками. Гири из нержавеющей стали дешевле, обеспечивают сбалансированные характеристики и подходят для общего применения.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Гири из вольфрамового сплава в основном состоят из редких металлов, таких как вольфрам и никель. Сырье для них относительно дорогое, а их производство требует прецизионной порошковой металлургии или обработки на станках с ЧПУ, что делает их значительно дороже гири из нержавеющей стали. Гири из нержавеющей стали, в свою очередь, изготавливаются из обычных нержавеющей сталей (например, 304 или 316L), которые требуют меньших затрат на сырье и литье. Высокая плотность и прочность гири из вольфрамового сплава делают их более экономичными, чем гири из нержавеющей стали, в высокоточных и специализированных условиях. Однако в условиях низкой точности или общего назначения гири из нержавеющей стали более экономичны благодаря своей более низкой стоимости.

Гири из вольфрамового сплава подходят для высокоточных и специализированных применений, таких как производство полупроводников и калибровка медицинских приборов. Их высокая стоимость компенсируется долговременной стабильностью и компактной конструкцией. Гири из нержавеющей стали подходят для общего применения в лабораториях, промышленности и торговле, отличаются низкой стоимостью и подходят для применений с ограниченным бюджетом.

Гири из вольфрамового сплава стоят дорого, но они экономически эффективны в высокоточных и сложных условиях; гири из нержавеющей стали стоят недорого, подходят для общих сценариев и имеют сбалансированное соотношение цены и эффективности.

6.3.2 Сравнение диамагнетизма грузов из вольфрамового сплава и грузов из нержавеющей стали

Диамагнетизм влияет на совместимость гири с электронным весовым оборудованием и особенно важен в высокоточных приложениях. Гири из вольфрамового сплава обладают низкой магнитной восприимчивостью благодаря оптимизированной формуле, в то время как диамагнитные свойства гири из нержавеющей стали зависят от состава сплава.

Гири из вольфрамового сплава изготавливаются путём добавления немагнитных элементов (таких как никель и медь) и оптимизации производственного процесса для достижения чрезвычайно низкой магнитной восприимчивости (обычно менее 0,001 единицы СИ), что предотвращает помехи в работе высокочувствительных электронных весов. Гири из нержавеющей стали (например, 304) содержат феррит и могут обладать слабыми магнитными свойствами. Нержавеющая сталь 316L обладает улучшенными антимагнитными свойствами благодаря низкоуглеродной обработке, но всё же немного уступает гилям из вольфрамового сплава. Гири из вольфрамового сплава лучше работают в условиях высокоточных электромагнитных полей.

Гири из вольфрамового сплава подходят для высокоточных сценариев, таких как чистые помещения и астрофизические эксперименты, чтобы гарантировать отсутствие магнитных помех; гири из нержавеющей стали подходят для сценариев средней точности, но могут потребовать дополнительного размагничивания в высокочувствительном оборудовании. Гири из вольфрамового сплава превосходят гири из нержавеющей стали по антимагнитным свойствам и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

подходят для высокоточных электромагнитных сред. Гири из нержавеющей стали несколько менее антимагнитны и требуют целенаправленной оптимизации.

6.3.3 Сравнение ударопрочности грузов из вольфрамового сплава и грузов из нержавеющей стали

Ударопрочность отражает структурную устойчивость гири при манипулировании или динамическом использовании, что влияет на её долговечность и точность измерений. Гири из вольфрамового сплава обладают превосходной ударопрочностью благодаря высокой твёрдости и прочности, в то время как характеристики гирь из нержавеющей стали варьируются в зависимости от типа сплава.

Гири из вольфрамового сплава обладают большей твёрдостью (твёрдость по шкале Мооса примерно 7,5–8) и прочностью, чем нержавеющая сталь. Добавление таких элементов, как никель, повышает их ударопрочность, позволяя им выдерживать частое использование и динамические нагрузки. Гири из нержавеющей стали (например, 304 или 316L) обладают меньшей твёрдостью (примерно 5–6) и большей прочностью, но менее ударопрочны и более подвержены незначительным деформациям и царапинам. Гири из вольфрамового сплава более долговечны даже при интенсивном использовании.

Гири из вольфрамового сплава подходят для динамического взвешивания или сценариев высокой интенсивности, таких как автоматизированные производственные линии и испытания в аэрокосмической отрасли; гири из нержавеющей стали подходят для статических или сценариев средней интенсивности, таких как калибровка лабораторных весов.

Гири из вольфрамового сплава превосходят гири из нержавеющей стали по ударопрочности и подходят для условий высокой интенсивности; гири из нержавеющей стали немного менее ударопрочны и подходят для статических применений.

6.3.4 Сравнение вариантов применения и отраслевой адаптируемости гирь из вольфрамового сплава и гирь из нержавеющей стали

Области применения и отраслевая пригодность гири зависят от её физических свойств, стоимости и способности адаптироваться к условиям окружающей среды. Гири из вольфрамового сплава подходят для высокоточных и специальных условий, а гири из нержавеющей стали — для общего назначения и средней точности.

Гири из вольфрамового сплава (плотность 17–19 г/см³) делают их компактными и подходят для использования в условиях ограниченного пространства, таких как чистые помещения, медицинское оборудование и астрофизические эксперименты. Благодаря коррозионной стойкости и низкой магнитной восприимчивости они подходят для использования в химических, морских и электромагнитных средах. Гири из нержавеющей стали (плотность приблизительно 7,9–8,0 г/см³)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

имеют больший размер и хорошую коррозионную стойкость (особенно 316L), что делает их пригодными для приложений средней точности, таких как лаборатории, фармацевтика и пищевая промышленность, однако в экстремальных условиях их эксплуатационные характеристики могут быть менее эффективными.

Гири из вольфрамового сплава отлично подходят для таких требовательных отраслей, как производство полупроводников, медицинское приборостроение и аэрокосмическая промышленность, отвечая требованиям высокой точности и сложных условий. Гири из нержавеющей стали широко используются в лабораториях, на промышленном производстве и в торговых расчетах, что делает их подходящими для общего применения в условиях ограниченного бюджета, но могут потребовать дополнительных усилий при работе в условиях высокой точности или экстремальных условиях.

Гири из вольфрамового сплава лучше подходят для высокоточных и специальных условий, чем гири из нержавеющей стали, но они дороже. Гири из нержавеющей стали более универсальны, подходят для общих задач и стоят дешевле. Благодаря этим сравнениям характеристик гири из вольфрамового сплава превосходят гири из нержавеющей стали по стоимости материала, антимагнетизму, ударопрочности и приспособляемости к специальным сценариям, а также подходят для высокоточных и сложных условий; гири из нержавеющей стали имеют преимущества по стоимости и общим сценариям и подходят для приложений средней точности.

6.4 Сравнение характеристик гирь из вольфрамового сплава и гирь из свинцового сплава

Вольфрамовые и свинцовые гири — два распространённых материала для гирь в метрологии. Они существенно различаются по свойствам, экологическим характеристикам и сферам применения. Гири из вольфрамовых сплавов известны своей высокой плотностью, низкой токсичностью и превосходной стабильностью, что делает их пригодными для приложений, требующих высокой точности и защиты окружающей среды. Гири из свинцовых сплавов широко используются в некоторых традиционных областях применения благодаря своей низкой стоимости и высокой плотности, но они менее экологичны. В этом разделе подробно сравниваются эксплуатационные характеристики этих двух материалов, уделяя особое внимание экологическим характеристикам, однородности плотности и метрологической стабильности, а также стоимости утилизации и воздействию на окружающую среду.

6.4.1 Сравнение экологических характеристик грузов из вольфрамового сплава и грузов из свинцового сплава

Экологичность — ключевой критерий оценки материалов для утяжелителей, включающий токсичность материала, производственные процессы и воздействие на окружающую среду при использовании. Гири из вольфрамового сплава известны своей низкой токсичностью и экологичностью, в то время как гири из свинцового сплава представляют потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека из-за токсичности свинца.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Гири из вольфрамового сплава в основном состоят из вольфрама, никеля и меди. Они чрезвычайно малотоксичны, оказывают минимальное воздействие на окружающую среду и здоровье человека при производстве и использовании и соответствуют строгим экологическим нормам. Гири из свинцового сплава содержат свинец – токсичный тяжёлый металл. Длительное воздействие свинца может быть вредно для здоровья человека, особенно в процессе производства, обработки и утилизации, где пары или частицы свинца легко выделяются, загрязняя почву и воду. Гири из вольфрамового сплава значительно более экологичны, чем гири из свинцового сплава.

Гири из вольфрамового сплава подходят для экологически чувствительных применений, таких как здравоохранение, лаборатории и пищевая промышленность, снижая риски для здоровья и окружающей среды. Гири из свинцового сплава всё чаще подвергаются ограничениям из-за токсичности и используются только в недорогих и экологически чистых промышленных приложениях, таких как временные противовесы.

Гири из вольфрамового сплава значительно превосходят гири из свинцового сплава с точки зрения защиты окружающей среды и подходят для сценариев с высокими экологическими стандартами, но они более дорогие; гири из свинцового сплава менее экологичны и подходят для сценариев с низкими затратами и низкими экологическими требованиями, но их применение ограничено.

6.4.2 Сравнение однородности плотности и стабильности измерений между грузами из вольфрамового сплава и свинцового сплава

Равномерность плотности и метрологическая стабильность напрямую влияют на точность и долговременную надёжность гирь. Гири из вольфрамового сплава достигают высокой однородности и стабильности плотности благодаря прецизионному изготовлению. Гири из свинцового сплава демонстрируют низкую однородность и стабильность плотности из-за свойств материала.

Гири из вольфрамового сплава имеют плотность 17-19 г/см³. Порошковая металлургия обеспечивает высокую однородность плотности, постоянное распределение массы и низкий коэффициент теплового расширения (приблизительно 4,5-5,5 мкм/м·К). Эти гири сохраняют стабильный объем и массу, несмотря на колебания температуры, что делает их пригодными для высокоточных измерений. Гири из свинцового сплава имеют плотность 11-11,3 г/см³. Процесс литья может привести к внутренней пористости или неравномерной плотности, а их более высокий коэффициент теплового расширения (приблизительно 29 мкм/м·К) делает их восприимчивыми к колебаниям температуры, что приводит к отклонению массы. Гири из вольфрамового сплава превосходят гири из свинцового сплава с точки зрения однородности плотности и метрологической стабильности.

Гири из вольфрамового сплава подходят для высокоточных применений, таких как лабораторные аналитические весы и производство полупроводников, обеспечивая долговременную метрологическую надежность. Гири из свинцового сплава подходят для низкоточных применений,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

таких как грубая балансировка или временная калибровка, но не подходят для высокоточных или динамических условий.

Гири из вольфрамового сплава превосходят гири из свинцового сплава по однородности плотности и метрологической стабильности и подходят для высокоточных применений. Гири из свинцового сплава обладают низкой стабильностью и подходят для применений с низкой точностью.

6.4.3 Сравнение затрат на утилизацию и воздействия на окружающую среду гирь из вольфрамового и свинцового сплавов

Стоимость утилизации и воздействие на окружающую среду являются важными показателями для оценки жизненного цикла утяжелителей. Гири из вольфрамового сплава требуют более высоких затрат на переработку, но оказывают меньшее воздействие на окружающую среду, в то время как гири из свинцового сплава требуют более низких затрат на утилизацию, но представляют более высокий экологический риск.

Гирь из вольфрамового сплава требуются специализированные предприятия. Из-за редкости и высокой температуры плавления вольфрама процесс переработки сложен и затратен. Однако его низкая токсичность оказывает минимальное воздействие на окружающую среду, а переработанные материалы могут быть использованы повторно. Утилизация гирь из свинцового сплава обходится дешевле, но требует строгих мер по борьбе с загрязнением, таких как специальные герметичные контейнеры и химическая обработка, чтобы предотвратить попадание свинца в почву и воду, что представляет значительный экологический риск. Гири из вольфрамового сплава менее экологичны, чем гири из свинцового сплава, но стоимость утилизации выше.

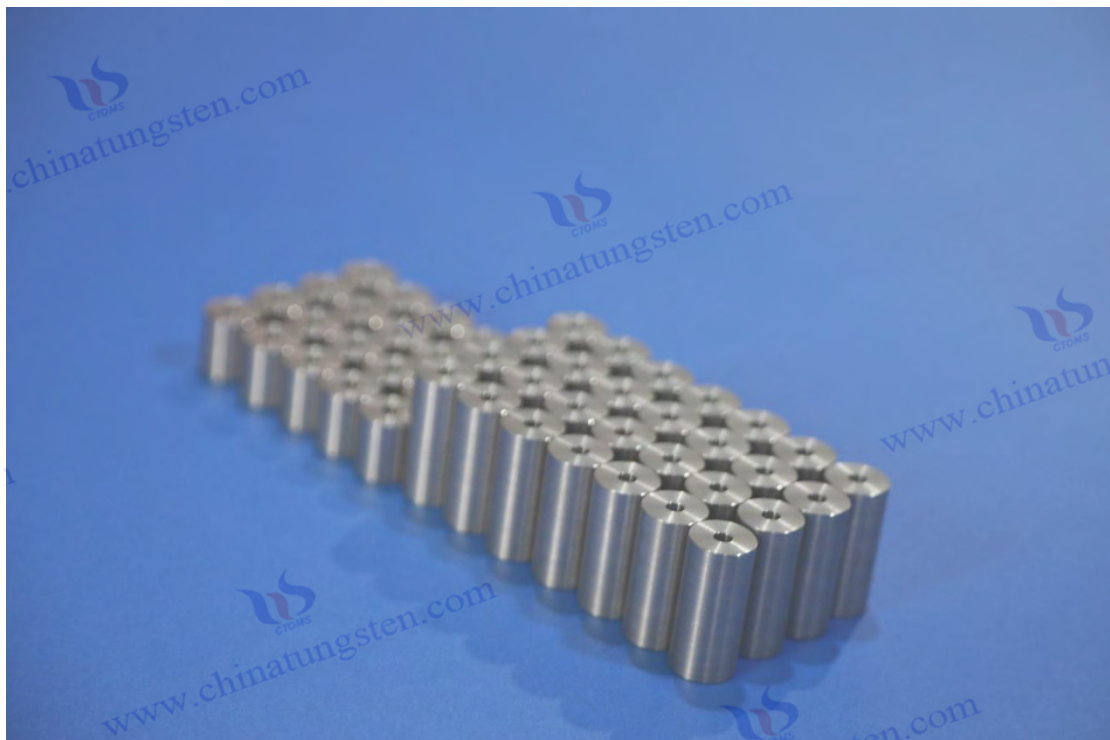
Гири из вольфрамового сплава подходят для экологически чувствительных отраслей, таких как медицина и научные исследования, а их утилизация соответствует экологическим нормам. Гири из свинцового сплава подлежат строгим экологическим нормам, что увеличивает затраты на соблюдение требований и ограничивает их использование в чувствительных областях.

Гири из вольфрамового сплава превосходят гири из свинцового сплава с точки зрения воздействия на окружающую среду при утилизации отходов и подходят для условий с высокими экологическими требованиями, но стоимость утилизации высока. Гири из свинцового сплава имеют низкую стоимость утилизации, но сопряжены с высокими экологическими рисками и ограничены в применении.

Благодаря этим сравнениям характеристик, гири из вольфрамового сплава значительно превосходят гири из свинцового сплава по таким параметрам, как экологичность, однородность плотности, стабильность измерений и воздействие на окружающую среду при утилизации отходов, и подходят для условий, где предъявляются высокие требования к точности и охране

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

окружающей среды. Гири из свинцового сплава имеют низкую стоимость, но из-за проблем с токсичностью и стабильностью сфера их применения ограничена.



CTIA GROUP LTD Гири из вольфрамового сплава

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

Для полного понимания требований стандартизации гирь из вольфрамовых сплавов в настоящем приложении собраны соответствующие стандарты для гирь из вольфрамовых сплавов Китая, международные стандарты и национальные стандарты Европы, США, Японии и Южной Кореи. Эти стандарты охватывают свойства материалов, классы качества, производственные процессы, требования к проверке и эксплуатационные характеристики, обеспечивая нормативную базу для проектирования, производства и применения гирь из вольфрамовых сплавов.

Приложение 1. Китайский стандарт веса вольфрамового сплава

Китайские эталоны веса из вольфрамового сплава в основном основаны на национальных технических условиях метрологии и отраслевых стандартах и подходят для метрологической калибровки в лабораториях, промышленности, торговых расчетах и других областях.

Стандартная система

Стандарты гирь из вольфрамовых сплавов в Китае в основном издаются Государственным управлением по регулированию рынка. Основным стандартом является «Процедура поверки гирь JJG 99-2006», которая применяется ко всем типам гирь, включая гири из вольфрамовых сплавов. Кроме того, отраслевые стандарты, такие как «Технические требования к материалам из вольфрамовых сплавов GB/T 11883-2008», определяют эксплуатационные требования к материалам из вольфрамовых сплавов. Эти стандарты соответствуют международным метрологическим нормам, обеспечивая точную прослеживаемость результатов измерений.

Основное содержание

- **Класс качества** : Согласно JJG 99-2006, гири из вольфрамового сплава делятся на классы E1, E2, F1, F2, M1 и M2 с допусками от 0,005 мг (E1) до 500 мг (M2), что подходит для различных вариантов точности.
- **Требования к материалу** : Гири из вольфрамового сплава должны иметь высокую плотность (17-19 г/см³), низкий коэффициент теплового расширения (примерно 4,5-5,5 мкм/ м · К) и низкую магнитную восприимчивость (менее 0,001 единицы СИ) для обеспечения метрологической стабильности.
- **Производственный процесс** : Требуется технология порошковой металлургии или прецизионной обработки, поверхность должна быть отполирована до высокого блеска или никелирована, с шероховатостью $Ra \leq 0,2$ мкм для предотвращения загрязнения и износа.
- **Требования к проверке** : Гири необходимо регулярно калибровать для проверки отклонения массы, состояния поверхности и магнитных свойств. Условия калибровки должны поддерживаться на уровне $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ и влажности 40–60%.
- **Спецификация маркировки** : На поверхности груза должны быть выгравированы значение массы, класс и серийный номер для обеспечения прослеживаемости.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Область применения:

китайские эталоны веса из вольфрамового сплава подходят для лабораторных аналитических весов, промышленных напольных весов, торгового расчетного оборудования, научно-исследовательских экспериментов и других применений, охватывая высокоточные (например, производство полупроводников) и крупногабаритные (например, взвешивание в портах) приложения.

Требования к внедрению:

внедрение должно осуществляться уполномоченным национальным метрологическим институтом или специализированной лабораторией. Калибровочное оборудование должно соответствовать требованиям к точности, а записи должны храниться не менее пяти лет. Производители весов должны получить сертификат системы менеджмента качества (например, ISO 9001) для обеспечения соответствия стандарту.

Приложение 2 Международные стандарты веса вольфрамовых сплавов

Международные эталоны веса вольфрамовых сплавов разрабатываются Международной организацией законодательной метрологии (OIML) для достижения глобальной согласованности результатов измерений и широко используются в международной торговле и научных исследованиях.

Международный стандарт гирь из вольфрамовых сплавов

основан на стандарте OIML R111-1:2004 «Гири», применимом к гирям от E1 до M3, включая такие материалы, как вольфрамовый сплав и нержавеющая сталь. Этот стандарт, разработанный Международным бюро мер и весов (BIPM), связан с Международным прототипом килограмма (IPK) или его аналогом, что обеспечивает прослеживаемость.

Основное содержание

- **Класс качества** : подразделяется на классы E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3 с допустимыми отклонениями от 0,003 мг (E1) до 10 г (M3). Гири из вольфрамового сплава обычно используются в классах E1–F2.
- **Требования к материалу** : гири из вольфрамового сплава должны обладать высокой плотностью ($17\text{--}19\text{ г/см}^3$), низкой магнитной восприимчивостью ($\leq 0,001$ единиц СИ) и коррозионной стойкостью. Коэффициент теплового расширения должен быть менее $6\text{ мкм/м} \cdot \text{К}$.
- **Производственный процесс** : требуется прецизионная механическая обработка с шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,1\text{ мкм}$, а также применяется антикоррозийное покрытие или полировка для предотвращения воздействия на окружающую среду.
- **Требования к проверке** : Гири должны пройти испытания на отклонение массы, магнитные свойства, состояние поверхности и однородность плотности. Условия калибровки должны поддерживаться при температуре $20^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ и влажности 40–50%.
- **Требования к маркировке** : необходимо указать качество, сорт, серийный номер и год

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

изготовления. Материал маркировки должен быть устойчив к коррозии и обеспечивать читаемость в течение длительного времени.

Область применения:

Этот международный стандарт применим к калибровке оборудования в международных лабораториях, международной торговле, аэрокосмической отрасли и медицинском оборудовании. Он особенно подходит для высокоточных задач, таких как микровесы и научно-исследовательские эксперименты.

Требования к внедрению:

Калибровка должна проводиться аккредитованным OIML органом, прослеживаемым к Международному эталону килограмма. Записи должны храниться не менее 10 лет, а данные должны быть проверены на согласованность посредством международных сравнений. Производители должны соответствовать требованиям аккредитации лабораторий по стандарту ISO 17025.

Приложение 3. Стандарты веса вольфрамовых сплавов в Европе, Америке, Японии, Южной Корее и других странах

Стандарты веса вольфрамовых сплавов в Европе, Америке, Японии, Южной Корее и других странах основаны на международных спецификациях и в сочетании с местными потребностями формируют региональную систему стандартов.

Стандартная система

- **Европа** : соответствует стандарту OIML R111-1:2004 и сочетается со стандартом EC EN 45501:2015 «Неавтоматические весы», подчеркивая использование весов в торговле и промышленности.
- **Соединенные Штаты Америки** : на основе «Справочника NIST 105-1:2019. Технические условия на весы и оборудование для измерения массы» Национального института стандартов и технологий (NIST), подходит для высокоточных и промышленных применений.
- **Япония** : соответствует стандарту «JIS B 7609:2009 Weights», соответствует OIML и ориентирован на высокоточные и научно-исследовательские приложения.
- **Южная Корея** : соответствует стандарту весов KS B 5503:2013 и требованиям OIML, что делает его пригодным для промышленного и торгового использования.

Основное содержание

- **Оценка качества** :
 - Европа: При использовании классов OIML от E1 до M3 вольфрамовые сплавы в основном используются в классах от E1 до F2.
 - США: используются классы ASTM E617 (класс от 0 до 7), а гири из вольфрамового сплава соответствуют классам от 0 до 2.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

- Япония: принята классификация JIS (классы от 1 до 4), гири из вольфрамового сплава в основном соответствуют классам 1 и 2.
- Южная Корея: используется класс KS (от E1 до M3), соответствующий OIML.
- **Требования к материалам** : грузики из вольфрамового сплава должны иметь плотность 17–19 г/см³, магнитную восприимчивость менее 0,001 единицы СИ, коррозионную стойкость и низкий коэффициент теплового расширения (≤ 6 мкм/м·К).
- **Процесс производства** :
 - Европа и США: акцент на наноуровне полировки и антибактериальном покрытии, шероховатость $Ra \leq 0,1$ мкм.
 - Япония: особое внимание уделяется точности обработки и обработке с низкой магнитной восприимчивостью, а поверхность должна быть устойчивой к химической коррозии.
 - Южная Корея: требуется полировка до зеркального блеска или никелирование для предотвращения воздействия влаги.
- **Требования к проверке** : Температура калибровочной среды должна поддерживаться на уровне $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, а влажность – 40–60%. Необходимо учитывать отклонение массы, магнитные свойства и состояние поверхности.
- **Требования к маркировке** : необходимо выгравировать значение качества, класс и серийный номер. В Европе и США требуются дополнительные маркировки экологической безопасности, а в Японии и Южной Корее — год изготовления.

Область применения

- Европа: Широко используется в торговых расчетах, калибровке медицинского оборудования и лабораторных весов.
- США: Подходит для аэрокосмической промышленности, производства полупроводников и промышленного взвешивания.
- Япония: специализируется на высокоточных научных исследованиях и калибровке в электронной промышленности.
- Южная Корея: используется в торговле, фармацевтике и промышленном производстве.

Требования к реализации

- Европа: проводится метрологическим институтом, аккредитованным Европейским Союзом, и должно соответствовать стандарту EN ISO/IEC 17025.
- США: калибровка проведена лабораторией, сертифицированной NIST, записи должны храниться в течение 10 лет.
- Япония: проверено Национальным метрологическим институтом Японии (NMIJ) или уполномоченными агентствами и подлежит регулярным международным сличениям.
- Южная Корея: данные контролируются Корейским научно-исследовательским институтом стандартов и науки (KRISS), они должны быть прослеживаемы к OIML.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Приложение 4. Терминология материалов для грузов из вольфрамового сплава

термин	определение
Вольфрамовый сплав	Сплав, состоящий в основном из вольфрама с добавлением таких элементов, как никель, железо или медь. Его плотность обычно составляет 17–19 г/см³, и он подходит для изготовления высокоточных весов.
Вольфрамовый сплав высокой плотности	Сплавы на основе вольфрама с плотностью, близкой к плотности чистого вольфрама (≥ 18 г/см³), обеспечивают отличную стабильность качества и компактные размеры.
никель	Распространенный элемент-добавка в вольфрамовых сплавах для повышения прочности и коррозионной стойкости, а также снижения магнитной восприимчивости.
медь	Вспомогательные элементы в вольфрамовых сплавах, повышающие пластичность и коррозионную стойкость, а также улучшающие производительность обработки.
железо	Мелкая добавка в вольфрамовые сплавы для регулирования твердости и стоимости, часто используемая в низкоточных весах.
Немагнитные сплавы	Вольфрамовые сплавы с крайне низкой магнитной восприимчивостью (например, содержащие никель и медь) подходят для калибровки высокоточных электронных весов.
Антикоррозийное покрытие	Никелевые или полимерные покрытия, нанесенные на поверхность грузов из вольфрамового сплава, обеспечивают повышенную устойчивость к влаге и химической коррозии.

Приложение 5 Техническая терминология для грузов из вольфрамового сплава

термин	определение
Порошковая металлургия	Вольфрамовые гири изготавливаются путем смешивания вольфрамового порошка с другими металлическими порошками, прессования и спекания при высокой температуре для обеспечения равномерной плотности.
Прецизионная обработка	Вольфрамовые сплавы обрабатываются на станках с ЧПУ, фрезеруются или полируются для достижения высокоточных размеров и чистоты поверхности.
Полировка до высокого глянца	Для снижения шероховатости поверхности груза до $Ra \leq 0,1$ мкм с целью уменьшения адгезии загрязнений применяется механическая или химическая полировка.
Никелирование	Гальваническое покрытие никелем поверхности груза повышает коррозионную стойкость и износостойкость, что делает его пригодным для использования во влажных или химических

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	средах.
Лазерная маркировка	Значение массы, класс и серийный номер гири выгравированы на поверхности лазером, что обеспечивает четкую и долговечную маркировку.
Размагничивание	Оборудование для размагничивания снижает магнитную восприимчивость грузов, обеспечивая совместимость с электронным оборудованием, и подходит для высокоточных сценариев.
Ультразвуковая чистка	Для удаления частиц и жира с поверхности груза и сохранения точности измерений используйте ультразвуковой очиститель с нейтральным моющим средством.

Приложение 6. Эксплуатационные характеристики грузов из вольфрамового сплава

термин	определение
Равномерность плотности	Распределение плотности внутри груза равномерное, без пор и сегрегации, что обеспечивает стабильность качества и точность измерений.
Измерение стабильности	Способность груза сохранять свою массу с течением времени под воздействием теплового расширения, износа и коррозии.
Низкая магнитная восприимчивость	Магнитная восприимчивость гирь составляет менее 0,001 единицы СИ, что исключает помехи в работе электронного весового оборудования и делает их пригодными для высокоточных применений.
Коррозионная стойкость	Способность грузов противостоять коррозии, вызываемой влагой, солевым туманом и химикатами, обеспечивает их длительную эксплуатацию.
Низкий коэффициент теплового расширения	Скорость изменения объема груза при изменении температуры (около 4,5-5,5 мкм/ м · К) обеспечивает точность измерений.
износостойкость	Способность поверхности груза противостоять трению и царапинам влияет на стабильность массы при длительном использовании.
Ударопрочность	Способность груза противостоять деформации или повреждению при транспортировке или динамической нагрузке, обеспечивая тем самым целостность конструкции.

Приложение 7. Условия применения гирь из вольфрамового сплава

термин	определение
Высокоточная калибровка	Используйте гири из вольфрамового сплава для калибровки микровесов или аналитических весов для лабораторий и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	производства полупроводников.
Массовое взвешивание	Используйте прочные гири из вольфрамового сплава для калибровки напольных или платформенных весов, идеально подходящих для портов и промышленной торговли.
Моделирование окружающей среды	гири из вольфрамового сплава в климатических камерах или экологические эксперименты для проверки стабильности весового оборудования при изменениях температуры и влажности.
Вес лучевой терапии	Грузы из вольфрамового сплава используются в линейных ускорителях или гамма-ножах для калибровки или балансировки оборудования с целью обеспечения точности лечения.
Торговля драгоценными металлами	Используйте высокоточные гири из вольфрамового сплава для калибровки ювелирных весов, чтобы гарантировать честные сделки с драгоценными металлами, такими как золото и серебро.
Эксперименты по механике материалов	Используйте грузики из вольфрамового сплава в качестве противовесов для имитации растягивающих, сжимающих или изгибающих нагрузок с целью проверки свойств материала.
Прослеживаемость	Сравнивая гири из вольфрамового сплава с эталоном, устанавливается цепочка передачи значения массы, обеспечивающая прослеживаемость результатов измерений.



CTIA GROUP LTD Гири из вольфрамового сплава

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT