

معرفی انواع آلیاژهای به کار رفته در سیمهای المنت کنتال

این کتابچه شامل اطلاعات فنی و اطلاعات اولیه محصول برای مقاومت و آلیاژهای گرمایشی مقاومتی برای صنایع و صنعت لوازم خانگی است.

ما دستورالعمل‌های طراحی، محاسبه و کاربرد را گنجانده‌ایم تا انتخاب آلیاژ مناسب و طراحی المنت مناسب آسان‌تر شود. آلیاژهای کانتال در طیف وسیعی برای کوره‌های صنعتی و به عنوان المنت و سیستم‌های آماده نصب و به عنوان سیم دقیق در اندازه‌های بسیار کوچک تولید می‌شوند پارس المنت.

آلیاژهای گرمایش مقاومتی

آلیاژهای گرمایش مقاومتی را میتوان در دو گروه اصلی تقسیم بندی کرد آهن- کروم آلومینیوم (کنتال) و نیکل- کروم (نیکروتنال) که به عنوان آلیاژهای پایه ای شناخته میشوند.

برای کاربرد در دمای پایین‌تر، آلیاژهای پایه مس-نیکل و نیکل-آهن نیز استفاده می‌شوند تمام آلیاژهای مختلف در صفحات بعدی شرح داده شده‌اند و همچنین مقایسه‌ای از برخی از خواص آلیاژهای کانتال و نیکروتنال ارائه شده است

(NiFe) آلیاژهای نیکل- آهن

تا دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد : Nifethal 70 و Nifethal 52

آلیاژهایی با مقاومت ویژه پایین و ضریب مقاومت دمایی بالا هستند. ضریب دمایی مثبت به المنت‌های گرمایشی اجازه می‌دهد تا با افزایش دما، توان را کاهش دهند پارس المنت. کاربردهای معمول آنها در المنت‌های لوله‌ای دمای پایین با ویژگی‌های خودتنظیم است.

(FeCrAl) آلیاژهای فریتی (آهن- کروم- آلومینیوم)

Kanthal APM تا دمای ۱۴۲۵ درجه سانتیگراد

معمولاً در کاربردهای کوره‌ای استفاده می‌شود.

Kanthal A-1 تا دمای ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد

معمولاً در کاربردهای کوره ای استفاده می‌شود

Kanthal A تا دمای ۱۳۵۰ درجه سانتیگراد

برای لوازم خانگی استفاده می‌شود، جایی که مقاومت بالا و مقاومت در برابر اکسیداسیون خوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

Kanthal AF تا دمای ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد

خواص استحکام حرارتی و اکسیداسیون بهبود یافته‌ای دارد و به ویژه در مواردی که خواص پایداری فرم خوب در ترکیب با دمای بالا مورد نیاز است، توصیه می‌شود

Kanthal AE تا دمای ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد

برای برآورده کردن نیازهای شدید در المنتهای واکنش سریع در اجاقهای صفحه شیشه‌ای و بخاری‌های لوله کوارتزی توسعه داده شده است. این آلیاژ در فنرهای با حلقه بزرگ به نسبت قطر سیم، پایداری فرم و طول عمر استثنایی دارد.

Kanthal D تا دمای ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد

عمدتاً در لوازم خانگی به کار می‌رود، مقاومت ویژه بالا و چگالی کم آن، همراه با مقاومت حرارتی بهتر نسبت به آلیاژهای آستنیتی، آن را برای اکثر کاربردها مناسب می‌کند.

Alkrothal تا دمای ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد

معمولاً برای رنوستاتها، مقاومت‌های ترمز و غیره استفاده می‌شود. همچنین به عنوان سیم گرمایشی برای دماهای پایین‌تر، مانند کابل‌های گرمایشی، استفاده می‌شود.

(NiCr، NiCrFe) آلیاژهای آستنیتی (نیکل-کروم و نیکل-کروم-آهن)

Nikrothal 80 تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد

دارای بالاترین میزان نیکل است. به دلیل کارایی خوب و استحکام در دمای بالا، نیکروthal ۸۰ به طور گسترده برای کاربردهای دشوار در صنعت لوازم برقی استفاده می‌شود.

Nikrothal TE تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد

برای استفاده در المنتهای لوله‌ای با غلاف فلزی که در دماهای بسیار بالا کار می‌کنند، توسعه داده شده است. خواص الکتریکی مناسب و محتوای نسبتاً کم نیکل نیکروthal تی ای را به جایگزینی جذاب برای آلیاژهای با محتوای نیکل بالاتر، مانند نیکروthal ۸۰، تبدیل می‌کند.

Nikrothal 70 تا ۱۲۵۰ درجه سانتیگراد نیکروthal

معمولاً در کاربردهای کوره ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Nikrothal 60 تا ۱۱۵۰ درجه سانتیگراد نیکروthal

مقاومت خوبی در برابر خوردگی، خواص اکسیداسیون خوب و پایداری فرمی بسیار خوبی دارد. مقاومت در برابر خوردگی به جز در اتمسفرهای حاوی گوگرد خوب است. کاربردهای معمول نیکروthal ۶۰ در المنتهای گرمایشی لوله‌ای و به عنوان فنرهای معلق است.

Nikrothal 40 تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد

به عنوان ماده المنت گرمایشی الکتریکی در لوازم خانگی و سایر تجهیزات گرمایش الکتریکی استفاده می‌شود.

Nikrothal 20 تا ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد

بر اساس درخواست بر اساس حجم تولید خواهد شد.

مزایای کانتال Kanthal

حداکثر دمای بالاتر در هوا

Kanthal A-1 دارای حداکثر دمای ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد است؛ Nikrothal 80 حداکثر دمای ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد دارد.

بار سطحی بالاتر

حداکثر دمای بالاتر و طول عمر بیشتر، امکان اعمال بار سطحی بالاتر بر روی المنتهای کانتال را فراهم می‌کند.

مقاومت ویژه بالاتر

مقاومت ویژه بالاتر آلیاژهای کانتال امکان انتخاب ماده‌ای با سطح مقطع بزرگتر را فراهم می‌کند که عمر المنت را بهبود می‌بخشد. این امر به ویژه برای سیم‌های نازک اهمیت دارد پارس المنت. هنگامی که می‌توان از سطح مقطع یکسان استفاده کرد، صرفه‌جویی قابل توجهی در وزن حاصل می‌شود. علاوه بر این، مقاومت ویژه آلیاژهای کانتال نسبت به آلیاژهای NiCr-نیکل-کروم کمتر تحت تأثیر کار سرد و عملیات حرارتی قرار می‌گیرد.

استحکام تسلیم بالاتر

استحکام تسلیم بالاتر آلیاژهای کانتال به معنای تغییر کمتر در سطح مقطع هنگام کلاف کردن سیم‌ها است.

عمر طولانی‌تر

المنت‌های کانتال در صورت کارکرد در هوا با دمای یکسان، عمری ۲ تا ۴ برابر آلیاژهای نیکل-کروم NiCr دارند.

خواص اکسیداسیون بهتر

اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) تشکیل شده روی آلیاژهای کانتال چسبندگی بهتری دارد و بنابراین آلودگی کمتری ایجاد می‌کند. همچنین نسبت به اکسید کروم (Cr_2O_3) تشکیل شده روی آلیاژهای نیکل-کروم NiCr، مانع نفوذ بهتر، عایق الکتریکی بهتر و مقاوم‌تر در برابر اتمسفرهای کربوریزه کننده است.

چگالی کمتر

چگالی آلیاژهای کانتال کمتر از آلیاژهای نیکروتنال است. این بدان معناست که می‌توان تعداد بیشتری از المنتهای معادل را از ماده‌ای با وزن یکسان ساخت.

صرفه‌جویی در وزن با آلیاژهای کانتال

چگالی کمتر و مقاومت ویژه بالاتر آلیاژهای کانتال به این معنی است که برای یک توان معین، هنگام استفاده از کانتال به جای آلیاژهای نیکروتنال، به ماده کمتری نیاز است. در تغییر از آلیاژهای NiCr-نیکل-کروم به کانتال، با می‌توان قطر سیم را در حین تغییر بار سطحی ثابت نگه داشت، یا می‌توان بار سطحی را در حین تغییر قطر سیم ثابت نگه داشت پارس المنت. نتیجه این

است که در تعداد زیادی از کاربردها، صرفه‌جویی قابل توجهی در وزن و هزینه‌های المنتها حاصل می‌شود. در بسیاری از موارد، آلیاژ کانتال وزن کمتری نسبت به آلیاژ NiCr-نیکل-کروم خواهد داشت.

مقاومت بهتر در برابر گوگرد

در اتمسفرهای آلوده به ترکیبات گوگردی و در حضور آلودگی‌های حاوی گوگرد روی سطح سیم، آلیاژهای کانتال مقاومت به خوردگی بهتری در حالت گرم دارند. آلیاژهای NiCr-نیکل-کروم در چنین شرایطی به شدت مورد حمله قرار می‌گیرند.

مزایای نیکروثال NIKROTHAL

استحکام گرم و استحکام خزش بالاتر

آلیاژهای نیکروثال استحکام گرم و خزش بالاتری نسبت به آلیاژهای کانتال Kanthal دارند.

APM کانتال، کانتال AF و کانتال AE از این نظر نسبت به سایر گونه‌های کانتال بهتر هستند و پایداری شکلی بسیار خوبی دارند، با این حال، به خوبی نیکروثال Nikrothal نیستند.

شکل‌پذیری بهتر پس از استفاده

آلیاژهای نیکروثال پس از استفاده طولانی مدت شکل‌پذیر باقی می‌مانند.

ضریب گسیل بالاتر

آلیاژهای نیکروثال کاملاً اکسید شده ضریب گسیل بالاتری نسبت به آلیاژهای کانتال دارند. بنابراین، در بار سطحی یکسان، دمای المنت نیکروثال تا حدودی پایین‌تر است.

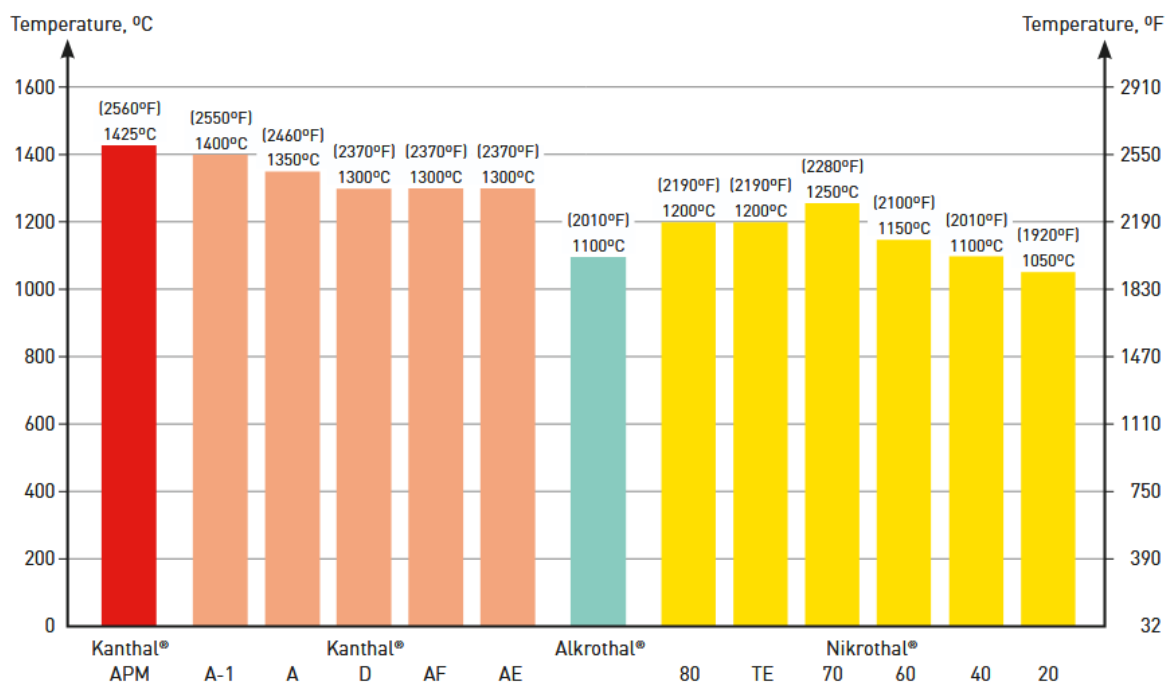
غیر مغناطیسی

در برخی کاربردهای دمای پایین، ماده غیر مغناطیسی ترجیح داده می‌شود. آلیاژهای نیکروثال غیر مغناطیسی هستند (به جز نیکروثال ۶۰ در دماهای پایین). آلیاژهای کانتال در دمای بالاتر از ۶۰۰ درجه سانتیگراد غیر مغناطیسی هستند.

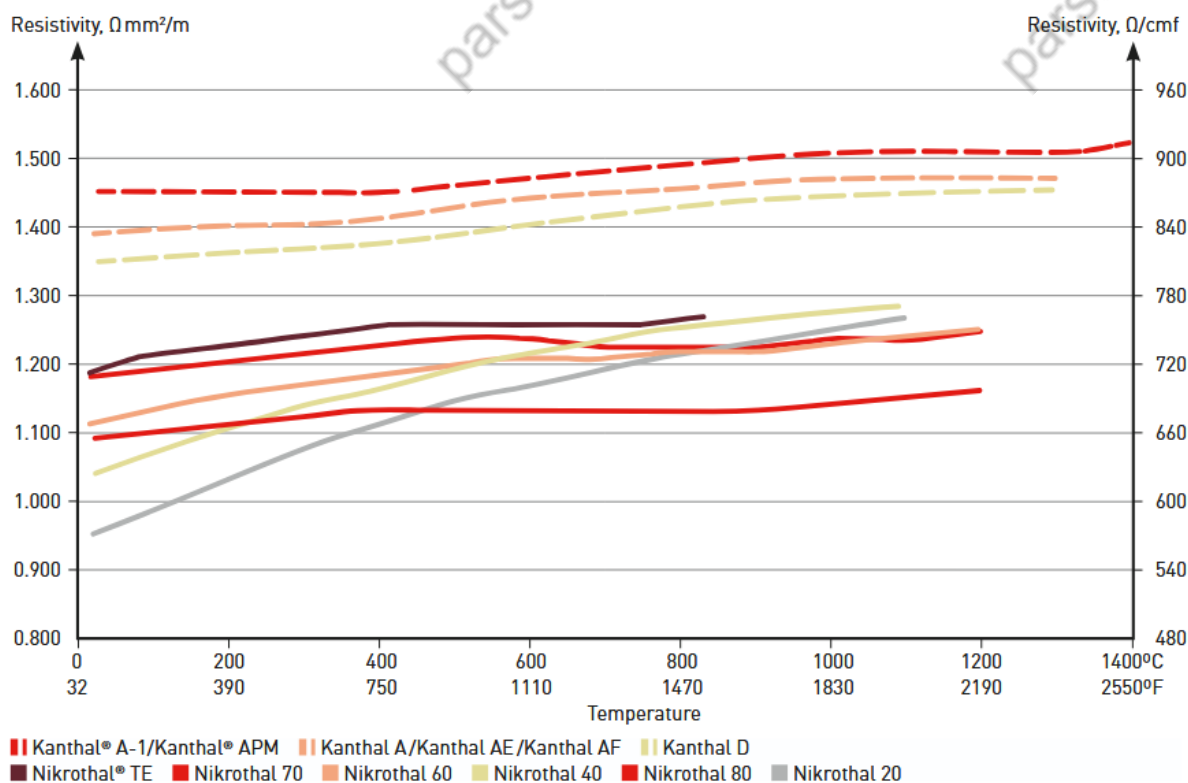
مقاومت بهتر در برابر خوردگی مرطوب

آلیاژهای نیکروثال معمولاً مقاومت بهتری در برابر خوردگی در دمای اتاق نسبت به آلیاژهای کانتال غیر اکسید شده دارند. (استثنائات: اتمسفرهای حاوی گوگرد و برخی اتمسفرهای کنترل شده).

حداکثر دمای کارکرد به ازای هر آلیاژ



مقاومت ویژه در برابر دما



تنوع محصولات

آلیاژهای مس-نیکل

Cuprothal 49	لوله اکستروژنه شده	لوله جوشکاری شده	کوپروتال ۴۹	تخت	تخت	سیم	میله
Kanthal® APM	•			•		•	•
Kanthal® A-1				•		•	•
Kanthal® A					•	•	•
Kanthal® D				•	•	•	•
Kanthal® DT				•	•	•	•
Kanthal® AF		•		•	•	•	•
Kanthal® AE					•	•	•
Alkrothal®				•	•	•	•
Nikrothal® 80				•	•	•	•
Nikrothal® TE					•	•	•
Nikrothal® 70				•	•	•	•
Nikrothal® 60				•	•	•	•
Nikrothal® 40				•	•	•	•
Nikrothal® 20					•	•	•
Nifethal® 70					•	•	•
Nifethal® 52					•	•	•
Cuprothal® 49			•	•	•	•	•
Cuprothal® 30					•	•	•
Cuprothal® 15					•	•	•
Cuprothal® 10					•	•	•
Cuprothal® 05					•	•	•

(که به طور جهانی با نام کنستانتان Constantan شناخته می‌شود) تحت شرایط کنترل شده از مس الکترولیتی و نیکل خالص تولید می‌شود.

کوپروتال ۴۹ دارای تعدادی ویژگی خاص - برخی الکتریکی و برخی مکانیکی - است که آن را به یک آلیاژ فوق العاده همکاره تبدیل می‌کند. برای برخی کاربردها، مقاومت ویژه بالا و ضریب مقاومت دمایی ناچیز آن مهم‌ترین ویژگی‌ها هستند پارس المنت. برای برخی دیگر، این واقعیت که کوپروتال ۴۹ شکل‌پذیری خوبی ارائه می‌دهد، به راحتی لحیم و جوش داده می‌شود و مقاومت خوبی در برابر خوردگی جوی دارد، اهمیت بیشتری دارد.

اگرچه طیف کاربردهای کوپروتال ۴۹ بسیار گسترده است، اما معمولاً در چهار دسته اصلی قرار می‌گیرد:

— آلیاژی ایده‌آل برای سیم‌پیچ رنوستاتهای صنعتی سنگین و مقاومت استارت موتور الکتریکی. مقاومت ویژه بالا، همراه با شکل‌پذیری خوب و مقاومت در برابر خوردگی، همگی از الزامات مهم در این دسته هستند و کوپروتال ۴۹ سخت‌گیرانه‌ترین مشخصات را برآورده می‌کند.

— Cuprothal 49 به طور گسترده در مقاومت‌های دقیق سیمی، پتانسیومترهای پایدار در دما، دستگاه‌های کنترل صدا و کرنش‌سنج‌ها (استرین گیج) استفاده می‌شود. پارس المنت. در زمینه مقاومت، مقاومت بالا و ضریب مقاومت دمایی ناچیز آن از جذابیت‌های اصلی آن هستند.

— سومین دسته اصلی کاربرد، از یکی دیگر از ویژگی‌های کوپروتال ۴۹ بهره می‌برد. این ویژگی، ایجاد نیروی محرکه الکتریکی (EMF) حرارتی بالا در برابر برخی فلزات دیگر است.

— کاربردهای گرمایشی با مقاومت دمایی پایین، مانند کابل‌های گرمایشی.

آلیاژهای مس-نیکل با مقاومت ویژه متوسط و کم

شرکت کانتال آلیاژهای مس-نیکل با مقاومت ویژه کمتر از کوپروتال ۴۹ تولید می‌کند. کاربردهای اصلی آنها در مقاومت‌های الکتریکی جریان بالا، اتصالات کابل‌های گرمایشی، پتوهای برقی، فیوزها و مقاومت‌ها است، اما در بسیاری از کاربردهای دیگر نیز استفاده می‌شوند.

کوپروتال ۳۰

مقاومت ویژه ۳۰ میکرواوم بر سانتی‌متر

کوپروتال ۱۵

مقاومت ویژه ۱۵ میکرواوم بر سانتی‌متر

کوپروتال ۱۰

مقاومت ویژه ۱۰ میکرواوم بر سانتی‌متر

کوپروتال ۰۵

مقاومت ویژه ۵ میکرواوم بر سانتی‌متر

عوامل طراحی

عمر مفید آلیاژ گرمایش مقاومتی به عوامل مختلفی بستگی دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

— دما

— چرخه دما

— آلودگی

— ترکیب آلیاژ

— عناصر کمیاب و ناخالصی‌ها

— قطر سیم

— شرایط سطح

— اتمسفر

— تنش مکانیکی

— روش تنظیم

از آنجایی که این موارد برای هر کاربرد منحصر به فرد هستند، ارائه دستورالعمل‌های کلی در مورد انتظارات از طول عمر دشوار است. توصیه‌هایی در مورد برخی از عوامل مهم طراحی در زیر ارائه شده است.

خواص اکسیداسیون

آلیاژهای مقاوم در برابر حرارت، هنگام گرم شدن، یک لایه اکسید روی سطح خود تشکیل می‌دهند که اکسیداسیون بیشتر ماده را کند می‌کند. برای انجام این کار، لایه اکسید باید متراکم باشد و در برابر انتشار گازها و همچنین یون‌های فلزی مقاومت کند. همچنین باید نازک باشد و تحت نوسانات دما به فلز بچسبد.

لایه اکسید محافظ روی آلیاژهای کانتال که در دماهای بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد تشکیل می‌شوند، عمدتاً از آلومینا (Al_2O_3) تشکیل شده‌اند. رنگ آن خاکستری روشن است، در حالی که در دماهای پایین‌تر (زیر ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد) رنگ اکسید تیره‌تر می‌شود پارس المنت. لایه آلومینا دارای خواص عایق الکتریکی عالی و مقاومت شیمیایی خوبی در برابر اکثر ترکیبات است.

اکسید تشکیل شده روی آلیاژهای نیکروتنال عمدتاً از اکسید کروم (Cr_2O_3) تشکیل شده است. رنگ آن تیره است و خواص عایق الکتریکی آن نسبت به آلومینا پایین‌تر است.

لایه اکسید روی آلیاژهای نیکروتنال راحت‌تر از لایه اکسید متراکم‌تری که روی آلیاژهای کانتال تشکیل می‌شود، پوسته پوسته و تبخیر می‌شود.

نتایج چندین آزمایش طول عمر طبق استاندارد ASTM B 78 (اصلاح‌شده) در جدولی برای آلیاژهای کانتال و نیکروتنال ارائه شده است. در جدول، دوام سیم کانتال A-1 در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد ۱۰۰٪ تعیین شده است و دوام سایر آلیاژها با این رقم مرتبط است.

مقادیر نسبی طول عمر بر حسب درصد آلیاژهای کانتال و نیکروتنال (سیم آزمایش ASTM با ضخامت ۰,۷ میلی‌متر)

ALLOY	1100°C (2010°F)	1200°C (2190°F)	1300°C (2370°F)
Kanthal® A-1	340	100	30
Kanthal AF	465	120	30
Kanthal AE	550	120	30
Kanthal D	250	75	25
Nikrothal® 80	120	25	—
Nikrothal TE	130	25	—
Nikrothal 60	95	25	—
Nikrothal 40	40	15	—

Kanthal A-1 at 1200°C (2190°F) is set at 100%

مقاومت در برابر خوردگی

اجزای خورنده یا بالقوه خورنده می‌توانند عمر سیم را به میزان قابل توجهی کاهش دهند. تعریق دست‌ها، مواد نصب یا نگهدارنده یا آلودگی می‌تواند باعث خوردگی شود.

بخار

بخار عمر سیم را کوتاه می‌کند. این اثر در آلیاژهای نیکروتنال بیشتر از آلیاژهای کانتال است.

هالوژن‌ها

هالوژن‌ها (فلوئور، کلر، برم و ید) در دماهای نسبتاً پایین به شدت به تمام آلیاژهای مقاوم در برابر حرارت بالا حمله می‌کنند.

گوگرد

در اتمسفرهای گوگردی، آلیاژهای کانتال دوام بهتری نسبت به آلیاژهای پایه نیکل دارند. کانتال به ویژه در گازهای اکسیدکننده حاوی گوگرد پایدار است، در حالی که گازهای احیاکننده حاوی گوگرد، عمر مفید آن را کاهش می‌دهند پارس المنت. آلیاژهای نیکروتنال به گوگرد حساس هستند.

نمک‌ها و اکسیدها

نمک‌های فلزات قلیایی، ترکیبات بور (boron) و غیره در غلظت‌های بالا برای آلیاژهای مقاوم در برابر حرارت مضر هستند.

فلزات

برخی از فلزات مذاب مانند روی، برنج، آلومینیوم و مس با آلیاژهای مقاومتی واکنش می‌دهند. بنابراین، این المنت‌ها باید از پاشش فلزات مذاب محافظت شوند.

مواد نگهدارنده سرامیکی

باید به نگهدارنده‌های سرامیکی که در تماس مستقیم با سیم گرمایش قرار دارند، توجه ویژه‌ای شود. آجرهای نسوز برای نگهدارنده سیم باید حداقل ۴۵٪ آلومینا داشته باشند. در کاربردهای دمای بالا، اغلب استفاده از سیلیمانیت و آجرهای نسوز با آلومینای بالا توصیه می‌شود. میزان سیلیس آزاد (کوارتز غیر ترکیبی) باید کم نگه داشته شود. میزان اکسید آهن (Fe_2O_3) باید تا حد امکان کم باشد، ترجیحاً کمتر از ۱٪.

از شیشه آب به عنوان چسب در سیمان باید اجتناب شود.

ترکیبات جاسازی

اکثر ترکیبات جاسازی از جمله الیاف سرامیکی در صورتی که از آلومینا، آلومینا-سیلیکات، منیزیا یا زیرکن (zircon) تشکیل شده باشند، برای کانتال و نیکروتنال مناسب هستند.

حداکثر دمای سیم به عنوان تابعی از قطر سیم هنگام کار در هوا

ALLOY	DIAMETER							
	0.15-0.40 MM °C	0.0059-0.0157 IN °F	0.41-0.95MM °C	0.0161-0.0374 IN °F	1.0-3.0 MM °C	0.039-0.18 IN °F	>3.0 MM °C	>0.118 IN °F
Kanthal® AF	900-1100	1650-2010	1100-1225	2010-2240	1225-1275	2240-2330	1300	2370
Kanthal A	925-1050	1700-1920	1050-1175	1920-2150	1175-1250	2150-2280	1350	2460
Kanthal AE	950-1150	1740-2100	1150-1225	2100-2240	1225-1250	2240-2280	1300	2370
Kanthal D	925-1025	1700-1880	1025-1100	1880-2010	1100-1200	2010-2190	1300	2370
Nikrothal® 80	925-1000	1700-1830	1000-1075	1830-1970	1075-1150	1970-2100	1200	2190
Nikrothal TE	925-1000	1700-1830	1000-1075	1830-1970	1075-1150	1970-2100	1200	2190
Nikrothal 60	900-950	1650-1740	950-1000	1740-1830	1000-1075	1830-1970	1150	2100
Nikrothal 40	900-950	1650-1740	950-1000	1740-1830	1000-1050	1830-1920	1100	2010

انواع المنت و کاربردهای گرمایشی

۱-المنت‌های توکار

سیم در نوع المنت توکار کاملاً توسط مواد عایق جامد یا دانه‌ای احاطه شده است.

المنت‌های لوله‌ای با روکش فلزی

کانتال D معمولاً بهترین سیم گرمایشی برای لوله دردمای زیر ۷۰۰ درجه سانتیگراد و نیکروتنال ۸۰ یا نیکروتنال TE برای دماهای بالاتر است.

استفاده از کانتال به جای NiCr مزایای زیر را دارد:

— کاهش وزن سیم به میزان حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد در همان ابعاد سیم.

— دمای یکنواخت‌تر در طول المنت و کاهش حداکثر دمای سیم. این بدان معناست که المنت می‌تواند برای مدت کوتاهی شارژ بالاتری داشته باشد - که این امر زمانی اهمیت دارد که خطر جوشیدن خشک وجود داشته باشد.

— تیرانس‌های نزدیک‌تر در رتبه‌بندی. رتبه‌بندی و دما ثابت‌تر می‌مانند زیرا مقاومت ویژه در حالت گرم به اندازه NiCr تغییر نمی‌کند. پارس المنت

— عمر طولانی‌تر در بارهای سطحی بالا. پیش‌بینی عمر المنت نیز آسان‌تر است.

— تولید کانتال در مواقعی که به مقاومت بالا در هر طول نیاز است، آسان‌تر است، زیرا می‌توان از سیم ضخیم‌تری استفاده کرد.

— حساسیت کمتری نسبت به حملات خوردگی دارد.

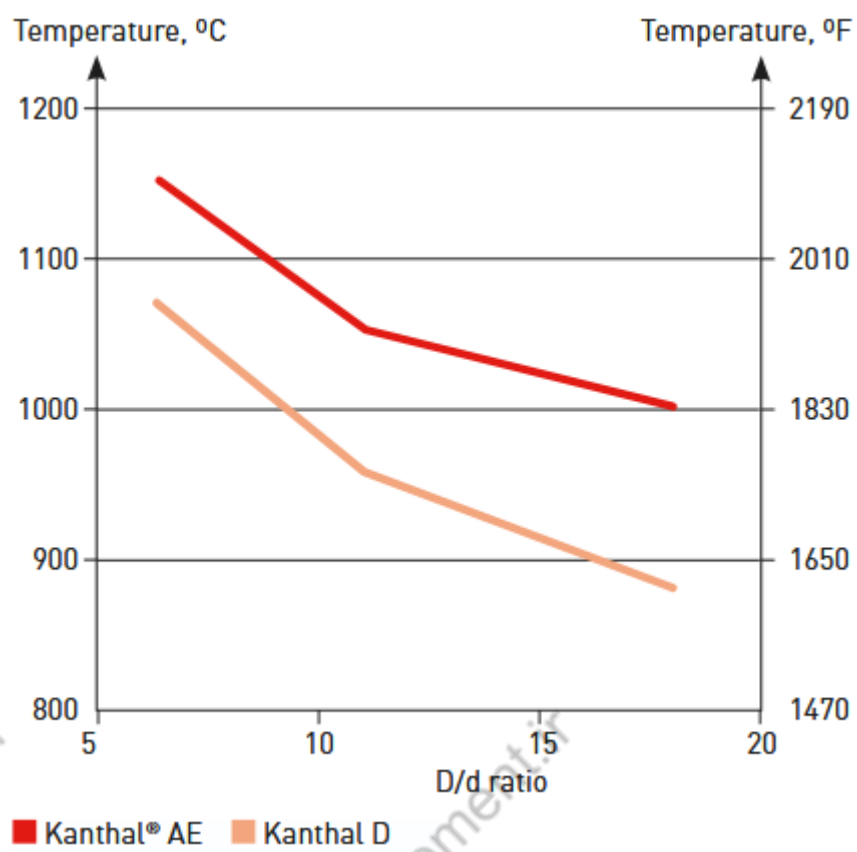
۲-المنت‌های به همراه ساپورت

معمولاً به شکل فنر، روی سطح، در یک شیار یا سوراخ از ماده عایق الکتریکی قرار دارد.
به طور کلی، کانتال AE، کانتال AF و نیکروتال ۸۰ مناسبترین مواد برای این کار هستند.
برای جلوگیری از تغییر شکل در فنرهای افقی، دمای سیم نباید از مقادیر داده شده در نمودار زیر تجاوز کند.

۳-المنتهای معلق

سیم آزادانه بین نقاط عایق آویزان است و در معرض تنش مکانیکی ناشی از وزن خود و در برخی موارد نیز از نیروهای فنر خارجی قرار دارد.
کانتال D، کانتال AF، نیکروتال ۸۰ و نیکروتال ۶۰ مناسبترین مواد برای این کاربرد هستند.

نسبت‌های مجاز قطر فنر/قطر سیم (D/D) به عنوان تابعی از دمای سیم در المنت‌های فنری دارای تکیه‌گاه



المنتهاى توکار

-المنت فنى داخل صفحات فلزى شياردار



مشخصات

فنر گرمایشی و پودر عایق در شیارهای یک صفحه فلزی فشرده می‌شوند.

آلیاژ پیشنهادی

کنتال D

بار سطحی

سیم ۴ تا ۲۰ وات بر سانتی متر مربع W/cm^2

کاربردهای معمول

صفحات چدنی، اتوها، صفحات گرم کننده، کتری‌ها، فرهای خانگی

-المنت‌های کارتریج (فشنگی)، پر شده با پودر



مشخصات

سیم یا فنر مستقیم روی یک بدنه سرامیکی رزومدار پیچیده شده و توسط مواد عایق دانه‌ای (MgO) در یک لوله فلزی احاطه‌کننده عایق‌بندی شده است. ترمینال‌ها در یک انتهای المنت قرار دارند. المنتها هنگام بارگذاری زیاد فشرده می‌شوند.

آلیاژهای پیشنهادی

نیکروتنال ۸۰ برای المنت‌های سیم مستقیم. کنتال D برای المنت‌های فنری.

بار سطحی روی لوله

۱۰ تا ۲۵ وات بر سانتی متر مربع W/cm^2

انواع دیگر: حدود $5 W/cm^2$

کاربردهای معمول: قالب‌های فلزی، صفحات، یخچال‌ها

-کابل‌های گرمایشی و هیترهای طنابی

مشخصات: سیم روی یک هسته فایبرگلاس پیچیده شده و توسط PVC یا لاستیک سیلیکونی عایق بندی شده است (دماهای بالاتر). عایق فایبرگلاس حتی دماهای بالاتر را نیز تحمل می‌کند پارس المنت. کابل‌های گرمایشی با سیم‌های مستقیم یا رشته‌ای، که گاهی اوقات در لوله آلومینیومی محصور شده‌اند، نیز وجود دارند.

آلیاژهای پیشنهادی کنتال D نیکروتال ۴۰ و نیکروتال ۸۰، کوپروتال ۳۰، کوپروتال ۱۰ و کوپروتال ۴۹

کاربردهای معمول: المنت‌های یخزدایی و برف‌زدایی، پتوها و پدهای برقی، گرمکن صندلی خودرو، گرمکن قرنیز، گرمایش از کف.



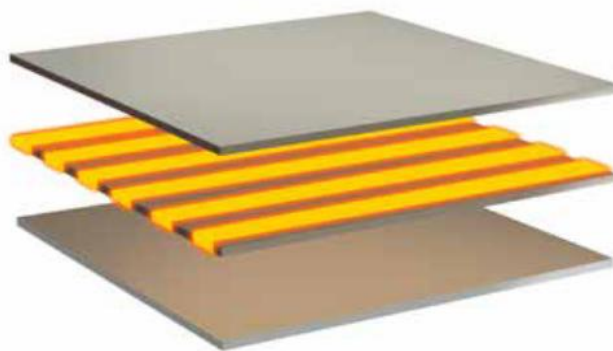
-المنت‌های میکایی

مشخصات: نوار یا سیم مقاوم‌تی روی یک ورق یا لوله میکا پیچیده شده و توسط میکا عایق بندی می‌شود. المنت اغلب در پوشش‌های فولادی محصور می‌شوند.

آلیاژهای پیشنهادی کنتال D و نیکروتال ۸۰

بار سطحی: سیم ۲ تا $10 W/cm^2$

کاربردهای معمول: اتو، ماشین‌های اتو، آبگرمکن، قالب‌های قالبگیری پلاستیک، هویه لحیم‌کاری.



المنت‌های به همراه ساپورت

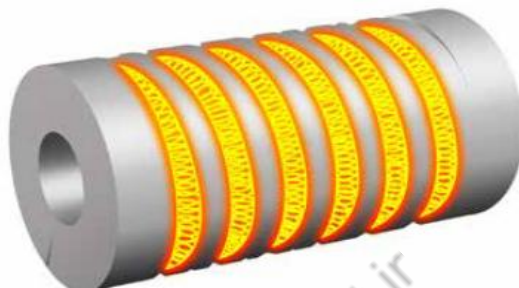
-المنت های کارتریج سرامیکی

مشخصات: رایج ترین طرح شامل بدنه های سرامیکی گرد با سوراخ ها یا شیارهای طولی برای فنر گرمایشی است. المنت ها اغلب در لوله فلزی با ترمینال هایی در یک انتها قرار دارند.

اغلب تمهیداتی برای جلوگیری از افتادگی بیش از حد فنر هنگام قرار گرفتن المنت به صورت عمودی در نظر گرفته می شود. آلیاژهای پیشنهادی: کنتال A یا کنتال D برای فنرهای افقی. نیکروتنال ۸۰ (معمولاً) برای فنرهای عمودی بلند که مشکل افتادگی دارند.

بار سطحی: سیم ۳ تا ۶ W/cm^2

کاربردهای معمول: گرمایش مایع، هیترهای ذخیره سازی



-هیترهای لوله ای کوارتزی

مشخصات: فنر گرمایشی درون لوله کوارتز (یا لوله سرامیک شیشه ای) قرار می گیرد. هنگامی که المنت به صورت عمودی یا زاویه دار کار می کند، فنر باید محکم پیچیده شده و از قبل اکسید شده باشد.

برای استفاده افقی، گام نسبی ۱/۲ تا ۲ است.

آلیاژهای توصیه شده کنتال AF و کنتال AE.

بار سطحی: سیم ۲ تا ۸ W/cm^2 المنت ۴ تا ۸ W/cm^2

کاربردهای معمول: گرمایش فضا، بخاری مادون قرمز، تسترها، فرهای تستر، گریل ها، خشک کن های مادون قرمز صنعتی و غیره



فنرهای عایق شده با دانه سرامیکی یا سیم رشته‌ای

مشخصات: فنر گرمایشی یا سیم رشته‌ای، توسط دانه های سرامیکی عایق‌بندی شده است. با دانه هایی که دو سوراخ دارند، تشک‌های گرمایشی ساخته می‌شوند پارس المنت.

آلیاژهای پیشنهادی: کانتال D یا نیکروتنال ۸۰ (برای بخاری‌های پنی)

بار سطحی: سیم ۱ تا ۸ W/cm²

کاربردهای معمول: تشک حرارتی برای عملیات حرارتی درجای قطعات جوش داده شده، بخاری‌های پنی، قالب‌های وافل، اجاق‌های خانگی، آبگرمکن.



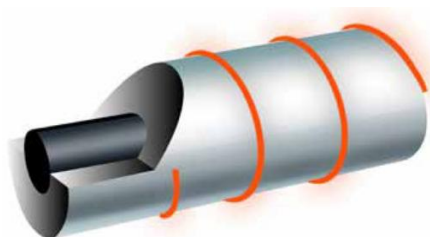
- المنتهای رشته‌ای

مشخصات: سیم المنت گرمایشی پیچیده شده روی سیم فولادی عایق شده (تقریباً ۲ میلی‌متر) یا سیم فایبرگلاس

آلیاژ پیشنهادی: کانتال D.

بار سطحی: سیم کمتر از ۱۰ W/cm²

کاربردهای معمول: سشوارهای ثابت.



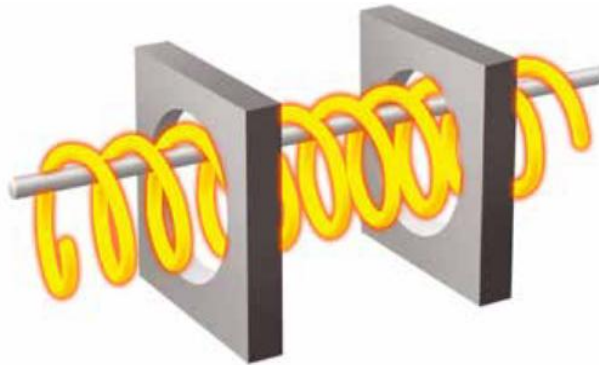
- المنتهای معلق

مشخصات : المنت فنری در فواصلی، مثلاً توسط نگهدارنده‌های سرامیکی، پشتیبانی می‌شود. سیم فایبرگلاس اغلب درون فنر قرار می‌گیرد تا در صورت خرابی المنت، از افتادن فنر جلوگیری شود پارس المنت.

آلیاژهای پیشنهادی: نیکروتال ۸۰ و نیکروتال ۶۰ و کنتال D و کنتال AF (عمدتاً برای دماهای سیم زیر ۶۰۰ درجه سانتیگراد، جایی که افتادگی سیم مشکلی ندارد).

بار سطحی: سیم ۷-۸ W/cm^2 در هوای متحرک ۳-۴ W/cm^2 همرفت طبیعی

کاربردهای معمول: گرم‌کن‌های هوا مانند خشک‌کن‌های لباس‌شویی، گرم‌کن‌های فن‌دار، خشک‌کن‌های زمینی.



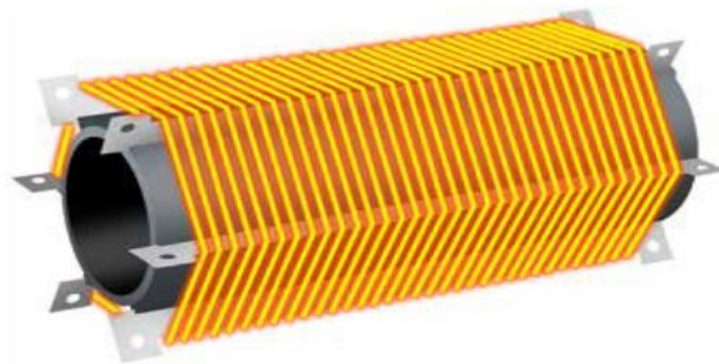
- سیم‌ها گرد و تخت مستقیم معلق

مشخصات : سیم گرد یا تخت ممکن است دارای سیستم تعلیق الاستیک یا ثابت باشد. الاستیک: سیم هنگام گرم شدن توسط فنرها صاف نگه داشته می‌شود پارس المنت. ثابت: دمای کارکرد پایین‌تر است و انبساط حرارتی کم مزیت محسوب می‌شود.

آلیاژهای پیشنهادی: کنتال A و کنتال AF (انبساط حرارتی کم). نیکروتال ۸۰

بار سطحی: سیم ۴ تا ۱۲ W/cm^2

کاربردهای معمول: رادیاتور، بخاری‌های همرفتی، ششوار.



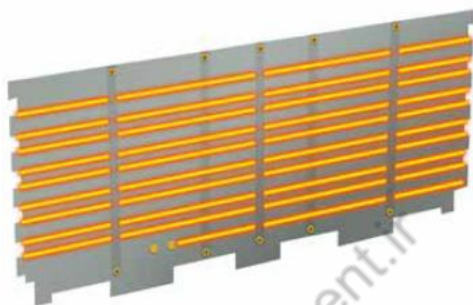
- المنت میکایی باز

مشخصات : سیم المنت گرد یا تخت گرمایشی مستقیم یا موجدار روی یک یا هر دو طرف ورق میکا یا نوارهای میکای جدا از هم پیچیده می‌شود. در این کاربرد، اغلب از سیم تخت استفاده می‌شود.

آلیاژهای پیشنهادی: نیکروتال ۸۰ و نیکروتال ۶۰. کانتال D و کانتال AF.

بار سطحی: سیم ۴ تا ۷ W/cm^2

کاربردهای معمول: توستر، گرمایش همرفتی، بخاری‌های آکواریم کموات.



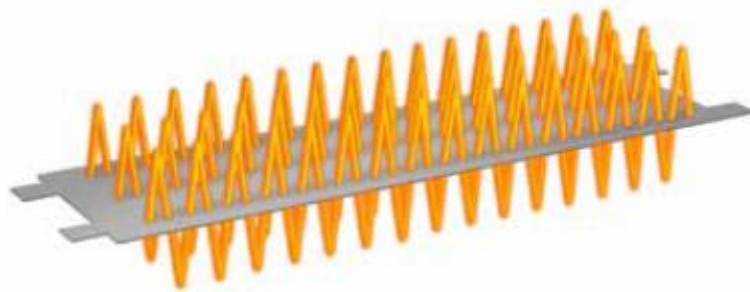
- المنتهای زیگزاگ

ویژگی‌ها: سیم تخت موجدار عمیق توسط ورق‌های میکا پشتیبانی می‌شود. همچنین به شکل شعاعی است.

آلیاژهای پیشنهادی: کانتال D و کانتال AF. نیکروتال ۴۰.

بار سطحی: سیم ۹ W/cm^2

کاربردهای معمول: هیترهای فن‌دار، گرمایش همرفتی.



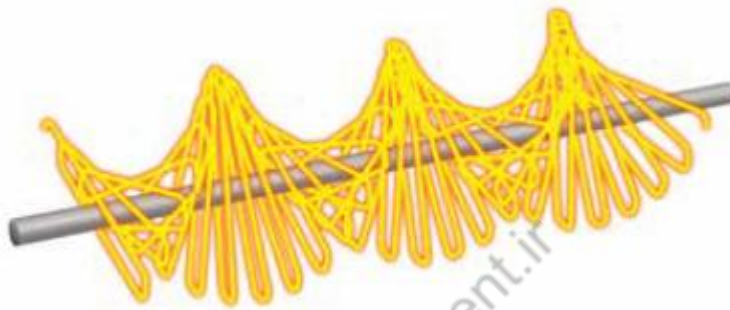
- المنتهای مدل خارپشتی

مشخصات: رسانای گرمایشی از خم‌های سیمی به شکل سنجاق سر تشکیل شده است که در همه جهات بیرون زده و دارای سوراخی در مرکز هستند پارس المنت. المنت توسط میله عایق مرکزی یا لوله عایق در اطراف محیط خود پشتیبانی می‌شود.

آلیاژهای توصیه شده: کنتال AF کنتال AE (زیر ۱ میلی متر). نیکروتنال ۸۰.

بار سطحی: سیم ۴ W/cm^2 در همرفت طبیعی ۱۲ W/cm^2 در همرفت اجباری

کاربردهای معمول: تفنگ‌های هوای گرم، رادیاتورها، خشک‌کن‌های لباس، فرهای خانگی با جریان همرفت اجباری.



- المنت فنری غوطه‌ور در آب

مشخصات: المنت فنری که توسط یک قفس پلاستیکی پشتیبانی می‌شوند و مستقیماً در آب کار می‌کنند

آلیاژهای پیشنهادی کنتال D و کنتال AF و نیکروتنال ۸۰

بار سطحی: سیم بسته به سرعت آب، ۲۰ تا ۶۰ W/cm^2

کاربردهای معمول: آبگرم‌کن‌های فوری شیر آب و دوش، مولدهای بخار

