

معیارها، روند و توصیه ها برای انتخاب استرین گیج

اولین قدم در آماده سازی و نصب استرین گیج ها، انتخاب نوع استرین گیج برای کاربرد مورد نظر می باشد. این کار در نگاه اول ساده به نظر می رسد، ولی در عمل انتخاب نوع گیج اصلاً کار ساده ای نیست و باید ملاحظات لازم صورت گیرد. دقت در انتخاب مشخصه ها و پارامترهای گیج ها می تواند عملکرد بهینه گیج ها را در شرایط محیطی و عملکردی خاص تضمین کند، پایداری و دقت اندازه گیری کرنش را بالا می برد، مراحل نصب گیج ها را آسان می کند و در نهایت باعث کاهش هزینه ها برای کاربرد مورد نظر می شود.

پارامترهای زیر در مشخصه های عملکردی گیج ها و همچنین در نحوه نصب آنها موثر هستند. این پارامترها برای طراح در درجه های مختلف قابل انتخاب هستند و متناسب با کاربرد، باید انتخاب مناسب صورت گیرد.

- 1- آلیاژ به کار رفته در گریدهای حساس به کرنش (جنس گریدهای اندازه گیری کرنش)
- 2- جنس مواد حامل گریدها
- 3- مقاومت اهمی گریدها
- 4- شکل و پترن گیج
- 5- خود جبران ساز اثر حرارت
- 6- طول گیج
- 7- آپشن های اضافی

اساساً، فرآیند انتخاب گیج شامل، تعیین ترکیب خاصی از پارامترهای موجود است که بیشترین سازگاری را با شرایط محیطی و سایر شرایط عملیاتی دارد و در عین حال محدودیت های نصب و عملکرد را به بهترین نحو برآورده می کند. این محدودیت ها عموماً در قالب های زیر بیان می شوند. الزاماتی مانند:

- 1- دقت
- 2- مدت زما ت تست
- 3- پایداری
- 4- عمر مفید
- 5- دما
- 6- سهولت در نصب
- 7- شرایط محیطی
- 8- میزات تغییرات طول

هزینه خود گيج معمولاً در انتخاب نوع گيج زياد مورد توجه قرار نمی‌گیرد، زیرا معيار اقتصادی مهم که معمولاً قابل توجه است، هزینه های نصب کامل است که هزینه گيج معمولاً کسر کوچکی از آن را شامل می‌شود. در بسیاری از موارد، انتخاب یک سری گيج با ویژگی های اختیاری ممکن است هزینه خود گيج را افزایش می‌دهد، اما باعث کاهش هزینه کل تمام شده برای کاربرد مورد نظر می‌شود.

این موضوع باید به خوبی روشن شده باشد که انتخاب نوع گيج معمولاً با محدودیت ها و مصالحه هایی همراه است. انتخاب یک گيج ممکن است باعث ارضای برخی از محدودیت ها باشد و در عین حال همین گيج نتواند برخی از محدودیت های دیگر را به خوبی برآورده کند. به عنوان مثال، اگر قرار باشد روی یک سطح استوانه ای کوچک که فضای محدودی دارد، گيجی نصب شود، مطمئناً سراغ گيج هایی با اندازه کوچکتر خواهیم رفت. از طرف دیگر گيج هایی با طول کمتر از 3 میلی متر، عمر خستگی پایین تر، پایداری کمتر و مراحل نصب دشواری را دارند. بنابراین طراح و مهندس باید آگاهی کاملی از محدودیت ها و مصالحه ها را داشته باشد تا بتواند تصمیم درستی در مورد کاربرد مورد نظر و انتخاب گيج ها داشته باشد. این اطلاعات در صحت و دقت اندازه گیری داده ها ضروری هستند.

معیارهای انتخاب استرین گيج در نظر گرفته شده در اینجا عمدتاً به کاربردهای تحلیل تنش مربوط می‌شود. معیارهای انتخاب برای کرنش سنج های مورد استفاده در ترنسديوسرها و سنسورها، با اینکه که از بسیاری جهات مشابه ملاحظات ارائه شده در اینجا است، ولی ممکن است به طور قابل توجهی از سنسور به سنسور دیگر متفاوت باشد بخش مهندسی شرکت هوشمند صنعت تاو الکترونیک می‌تواند در انتخاب نوع گيج برای سنسورهای مختلف شما را راهنمایی کند.

2- پارامترهای قابل انتخاب گيج ها

1-2 جنس آلیاژ گريدهای حساس به کرنش

یکی از مهم ترین مولفه هایی که در عملکرد گيج بسیار حائز اهمیت است، جنس آلیاژ و مواد به کار رفته در گريدهای حساس به کرنش گيج ها می‌باشد. با این حال این مولفه در بسیاری از حالت ها به صورت جداگانه قابل انتخاب نیست. زیرا استرین گيج ها به صورت یک سیستم کامل طراحی و به بازار عرضه می‌شوند. این سیستم علاوه برای آلیاژ گريدهای حساس به کرنش، شامل مواد نگهدارنده گريدها، پوشش های محافظ، سیم های اتصال و پدهای لحیم کاری می‌باشد.

جنس آلیاژ گريدها معمولاً از مواد زیر ساخته می‌شوند:

- 1- کنستانتان (قابلیت خود – جبران سازی دما)
- 2- کنستانتان آنیل شده
- 3- ایزوالاستیک
- 4- آلیاژ نیکل-کروم که یک حالت اصلاح شده از کارما با ویژگی خود-جبران سازی دما می باشد.

1-1-2 آلیاژ کنستانتان

از بین تمام آلیاژهای استرین گیج مدرن، کنستانتان قدیمی ترین و همچنان پرمصرف ترین است. این امر نشان دهنده این واقعیت است که کانستانتان ترکیبی از خواص و ویژگی های مورد نیاز برای بسیاری از کاربردهای کرنش سنج را دارد. این آلیاژ، به عنوان مثال، به اندازه کافی حساسیت به کرنش یا همان ضریب گیج را داراست که نسبتا مستقل از سطح کرنش و دما می باشد. مقاومت آن به اندازه ای بالاست که حتی در گیج هایی با اندازه کوچکتر نیز می توان به مقادیر مقاومت مناسب دست یافت. از طرفی ضریب مقاومت دمایی آن زیاد بالا نیست یعنی حساسیت تغییرات مقاوت این آلیاژ نسبت به دما پایین می باشد. علاوه بر این، کنستانتان عمر خستگی خوب و قابلیت کشیدگی نسبتا بالایی دارد. با این حال،

کنستانتان در دماهای بالاتر از 65 درجه سانتی گراد، یک خزش مقاومتی مداوم از خود نشان می دهد یعنی مقدار مقاومت آن به مرور زمان به طور پیوسته تغییر می کند. این موضوع در مواقعی که پایداری صفر گیج برای کاربرد مورد نظر موضوع مهمی باشد، باید در نظر گرفته شود.

یکی دیگر از ویژگی های مهم کنستانتان، خاصیت خود-جبران سازی دما است. فلزات در اثر تغییرات دمایی منقبض و یا منبسط می شوند. این انقباض و انبساط ها باعث ایجاد تنش در سطح فلز می شوند و این تنش ها باعث می شود مقدار اندازه گیری کرنش با خطا همراه گردد. در نتیجه تنش هایی که در اثر تغییرات دما در فلز به وجود آمدند، اثرشان باید به نوعی حذف گردد. کرنش سنج با آلیاژ کنستانتان این قابلیت را دارند که در خروجی خود اثرات دمایی را جبران کنند. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد نحوه حذف اثرات دمایی در خروجی استرین گیج ها، مقاله جبران سازی اثرات دما را مطالعه نمایید.

برای اندازه گیری کرنش هایی با مقادیر زیاد، 5% ($50000\mu\epsilon$) و بالاتر، معمولا از آلیاژ کنستانتان آنیل شده استفاده می شود. زیرا کنستانتان در این حالت بسیار انعطاف پذیر می باشد. و در گیج هایی با گرید به طول 3 میلی متر و بالاتر، می توان تا 20% کرنش را اندازه گرفت. با این حال کنستانتان آنیل شده برای اندازه گیری های چرخه ای کرنش مناسب نمی

باشد. زیرا با هر بار تکرار چرخه، مقداری مقاومت پسماند از خود نشان می دهد و این باعث تغییر نقطه صفر اندازه گیری در هر چرخه می شود.

2-1-2 آلیاژ ایزوالاستیک

زمانی که قرار است کرنش دینامیکی خالص اندازه گیری شود، گنج های با آلیاژ ایزوالاستیک مزیت های بیشتری را برای انجام این کار دارند. آلیاژ ایزوالاستیک عمر خستگی و همچنین ضریب گنج بالایی (3.2) را در مقایسه با کنستانتان برای اندازه گیری کرنش های دینامیکی دارا می باشند. این آلیاژ ویژگی خود-جبران سازی دما را ندارد برای همین خروجی این گنج ها در اثر تغییرات دما، به طور قابل توجهی ($145 \mu\epsilon/^\circ C$) تغییر می کند. بنابراین این گنج ها برای اندازه گیری های استاتیکی مورد استفاده قرار نمی گیرند. با این وجود این گنج ها در مواقع خاص، در بعضی از سنسورها که نیازمند خروجی بالاتری هستند و اثرات دمایی این سنسورها هم توسط پل وتستون جبران می شود، کاربرد دارند. پاسخ خروجی این آلیاژ به کرنش معمولاً تا حدودی غیرخطی می باشد. و این امر در مواقعی که میزان کرنش از 5000 $\mu\epsilon$ فراتر می رود، با شدت بیشتری خود را نشان می دهد.

2-1-3 آلیاژ کارما

کارمای اصلاح شده با کاربردهای وسیع خود در حوزه های مختلف، عضو مهمی از خانواده آلیاژهای استرین گنج ها است. این آلیاژ عمر خستگی بالا و همچنین از پایداری خروجی بسیار بالایی برخوردار می باشد. برای همین بهترین گزینه برای اندازه گیری کرنش های استاتیکی در طول مدت زمان بالا (ماه ها و سال ها) در دمای اتاق و یا برای مدت های کوتاه تر در دماهای بالا می باشد. این آلیاژ همچنین برای اندازه گیری کرنش های استاتیکی در رنج دمایی 269- تا 269+ درجه سانتی گراد مناسب می باشد. علاوه بر این موارد، آلیاژ اصلاح شده کارما منحنی خروجی دمایی صاف تری نسبت به آلیاژ کنستانتان دارد در نتیجه این آلیاژ امکان تصحیح دقیق تری از خطاهای حرارتی را در دماهای بالاتر در خروجی خود فراهم می کند. این آلیاژ مانند آلیاژ کنستانتان، ویژگی خود-جبران سازی دما را دارد. و می تواند بر روی مواد با ضرایب انبساط متفاوت به راحتی نصب شود. این آلیاژ زمانی انتخاب می شود که شما به گنج خود-جبران ساز دما با ویژگی های محیطی خاص نیاز دارید و این ویژگی ها و عملکردها قابل دستیابی در آلیاژ کنستانتان نیستند.

2-2 مواد حامل یا پشتیبان (Backing materials):

Houshmand Sanat Tav Electronic CO.,LTD.

یک استرین گیج فویلی استاندارد، معمولاً از روش حکاکی (Photo etched) فویل فلزی با پترن یا الگوی مشخص روی مواد حامل به وجود می‌آید. ماده حامل چندین وظیفه مهم دارد که به شرح زیر می‌باشد:

1 - چون الگوی فویل روی ماده حامل پیاده‌سازی شده است، بنابراین بستری برای الگوی فویل فلزی هنگام نصب فراهم می‌کند.

2- سطح چسبندگی مناسبی را برای چسباندن گیج روی قطعه کار مورد نظر فراهم می‌کند.

3- یک عایق الکتریکی قوی بین فویل فلزی و قطعه کار ایجاد می‌کند.

جنس ماده حامل عموماً از پلی‌آمید یا فنول اپوکسی تقویت شده با الیاف شیشه می‌باشد. البته بعضی از سازندگان گیج ممکن است از مواد دیگری نیز برای این کار استفاده کنند. مانند جنس آلایژ فویل فلزی (آلیاژ حساس به کرنش)، نمی‌توان ماده حامل را به عنوان یک پارامتر مستقل به صورت دلخواه انتخاب کرد. بلکه ترکیبی از آنها (ماده حامل و آلایژ حساس به کرنش) به همراه یک سری از ویژگی‌های دیگر مانند انتخاب نوع پوشش محافظ، پدهای لحیم‌کاری و ... گیج نهایی را به وجود می‌آورند. سازندگان و تولیدکنندگان استرین گیج معمولاً محصولات خود را به صورت سری به بازار ارائه می‌دهند. و هر سری از ترکیب خاصی از مواد حامل و آلایژ حساس به کرنش و دیگر موارد ساخته شده است و ویژگی‌های خاص خود را دارد و برای اهدافی خاص بهینه شده است. بنابراین طراح بعد از انتخاب نوع ماده حامل و جنس آلایژ حساس به کرنش، باید به سری‌های گیج تولید شده توسط کارخانه تولید کننده گیج مراجعه کند و نزدیکترین سری را که ترکیبات مورد نیاز طراح را برآورده می‌کند، برای کاربرد مورد نظر انتخاب کند. تک تک ویژگی‌های مواد حامل اینجا به صورت کامل شرح داده خواهد شد تا شما را در انتخاب سری‌های گیج برای کاربرد خودتان کمک کند. البته ذکر این نکته خالی از لطف نیست که ویژگی‌های مواد حامل از سازنده به سازنده دیگر فرق می‌کند برای همین موضوع ما اینجا گیج‌ها و مواد حامل شرکت ویشای (Micro-Measurements) را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

ماده حامل یا لایه پشتی پلی‌آمید E شرکت Micro-Measurements یک حامل محکم و بسیار انعطاف پذیر می‌باشد. و می‌تواند در جاهایی که گیج باید به صورت خمیده نصب شود (مانند نصب گیج روی یک استوانه)، به راحتی مورد استفاده قرار بگیرد. به خاطر استحکام بالای آنها امکان وارد شدن آسیب‌های مکانیکی به گیج در حین نصب آن بسیار کم می‌باشد. نصب آسان آن و همچنین رنج محدوده دمایی وسیع آن (195- تا 175+ درجه سانتی‌گراد)، یک ماده حامل ایده آل برای تجزیه و تحلیل کرنش‌های استاتیکی و دینامیکی

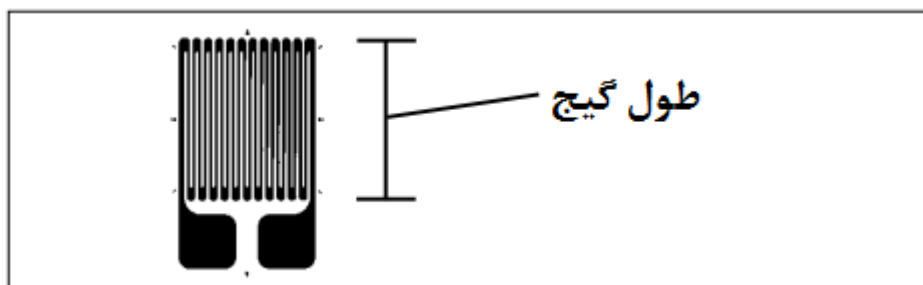
Houshmand Sanat Tav Electronic CO.,LTD.

است. این ماده از استحکام کششی بسیار بالایی برخوردار است به طوری که کرنش های بالای 20٪ برای مواد پلاستیکی را نیز می توان با آن اندازه گرفت. این ماده حامل در استرین گیج های سری EA،CEA،EP،EK،S2K،N2A و ED شرکت Micro-Measurements به کار رفته است.

مواد حامل فنول-اپوکسی تقویت شده با الیاف شیشه، عملکرد فوق العاده ای را در رنج دمایی وسیع (269- تا 290+ درجه سانتی گراد) دارند. این ماده حامل می تواند در این رنج دمایی تنش های استاتیکی و دینامیکی را به راحتی اندازه گیری کند. در کاربردهای کوتاه مدت حد دمایی بالا را می توان تا 400+ درجه سانتی گراد نیز بالا برد. این ماده در مقایسه با پلی آمید کشش پایینی دارد و میزان کشش آن به 1٪ تا 2٪ درصد محدود می شود. این ماده حامل در سری های WA،WK،SA،SK،WD و SD شرکت ویشای به کار رفته است.

3-2 طول گیج:

طول گیج در واقع بخش حساس به کرنش گریدها را شامل می شود که در شکل زیر نشان داده شده است. حلقه های انتهایی و پدهای لحیم کاری جز طول گیج به حساب نمی آیند چون آنها به خاطر سطح مقطع نسبتاً بزرگ و مقاومت الکتریکی کم، نسبت به کرنش حساس

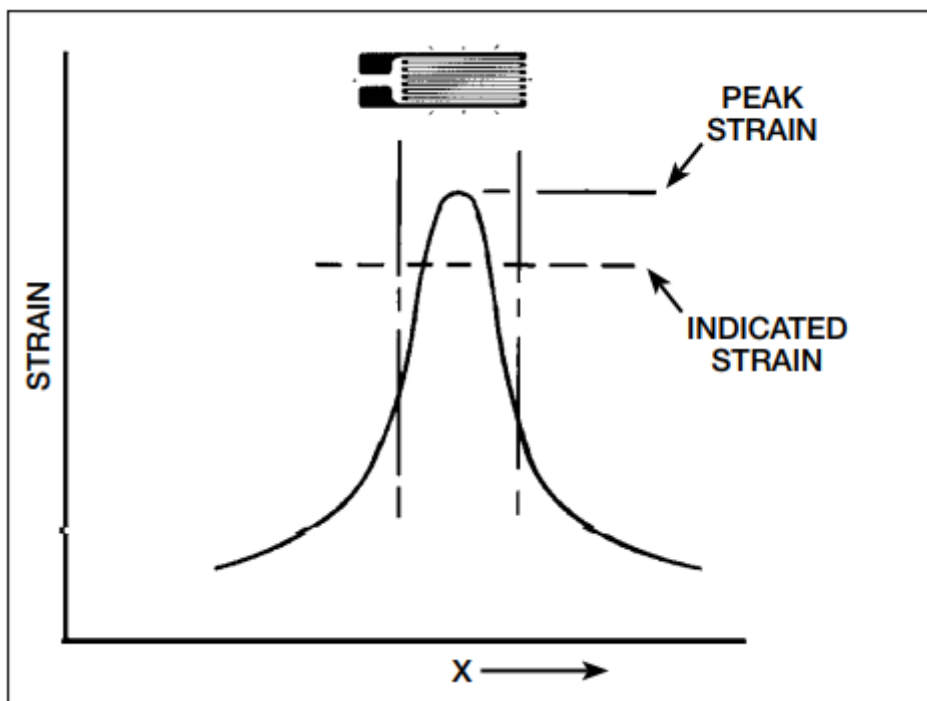


نیستند.

طول استرین گیج ها معمولاً از 0.2mm تا 100mm برای پوشش دادن اکثر نیازها برای کاربردهای تحلیل تنش و همچنین ساخت ترنس دیوسرها، تولید و به بازار عرضه می شوند. البته این اعداد و ارقام ممکن است برای سازندگان مختلف گیج، متفاوت باشد.

طول گیج اغلب عامل بسیار مهمی در تعیین عملکرد گیج تحت مجموعه ای از شرایط است. برای مثال، اندازه گیری کرنش معمولاً در بحرانی ترین نقاط یک قطعه یا سازه ماشین انجام می شود - یعنی در نقاطی که بیشترین تنش را دارند یعنی جایی که گرادیان کرنش کاملاً تند است و ناحیه حداکثر کرنش به یک منطقه بسیار کوچک محدود می شود. استرین گیج تمایل دارد میانگین کرنش را در ناحیه تحت پوشش گریدهای خود اندازه گیری کند. از آنجایی که

میانگین هر کرنش غیریکنواختی، از ماکزیمم مقدار آن کمتر است، بنابراین گيجی که طول آن از طول ناحیه اندازه گیری خیلی بیشتر باشد، میزان



کرنش اندازه گیری شده را خیلی کم نشان خواهد داد. شکل بالا یک توزیع کرنش را که در اثر تنش زیاد که در یک محدوده کوچک به وجود آمده است، نشان می دهد. همانطور که از شکل پیداست به خاطر طول زیاد گيج نسبت به طول ناحیه فشار، کرنش اندازه گیری شده مقدار پایین تری را نسبت به کرنش پیکي که در ناحیه فشار ایجاد شده است، نشان می دهد.

به عنوان یک قاعده کلی، جایی که قرار است کرنش یک نقطه اندازه گیری شود، طول استرین گيج نباید بیشتر از 0.1 برابر شعاع یک دایره، شکاف و یا هر چیزی که باعث ایجاد تنش زیاد در محل اندازه گیری کرنش شده است، باشد. با اعمال این قائده برای ساختارهایی که ابعاد عامل به وجود آورنده استرس زیاد در آنها کمتر از 13 میلی متر است، منجر به استفاده از گيج هایی با طول های بسیار کوتاه می شود. از آنجایی که استفاده از گيج هایی با طول کوتاه مشکلات دیگری را به وجود می آورد، بنابراین در انتخاب گيج باید یک مصالحه صورت گیرد.

در کل استفاده از گيج هایی با اندازه و طول بزرگتر مزیت های بیشتری نسبت به گيج های مینیاتوری دارد. در اینجا به برخی از این مزیت ها اشاره می کنیم. نصب و سیم کشی گيج های بزرگتر نسبت به اندازه های کوچکتر به مراتب آسان تر و ساده تر است. علاوه بر این گيج های بزرگتر به دلیل سطح مقطع بزرگتر آنها، برای یک مقاومت اهمی مشخص، توان

تلفاتی حرارتی کمتری دارند و همچنین بهتر می توانند حرارت ایجاد شده در فویل های فلزی را دفع کنند. این امر در جاهایی که گیج روی موادی با انتقال حرارتی ضعیف مانند پلاستیک نصب شده است، اهمیت بسزایی خواهد داشت. توان تلفاتی یا اتلاف و دفع حرارتی نامساعد، باعث ایجاد دماهای بالا در آلیاژ حساس به کرنش، مواد حامل، چسب و قطعه کاری که گیج روی آن نصب شده است، می شود. و این حرارت بالا عملکرد گیج و دقت اندازه گیری را به طور قابل ملاحظه ای تحت تاثیر خود قرار می دهد.

یکی دیگر از کاربردهای گیج های با طول بزرگتر، استفاده آنها در مواد ناهمگن می باشد. به عنوان مثال یک سازه بتنی را در نظر بگیرید که از ترکیب شن و ماسه و سیمان به وجود آمده است. برای اندازه گیری کرنش چنین موادی معمولاً از استرین گیجی استفاده می شود که طول آن حداقل چندین دانه از ماسه و شن را پوشش دهد. زیرا در این گونه موارد معمولاً کرنش متوسط بیشتر حائز اهمیت می باشد نه کرنش های نوسانی شدید که بین دانه های شن و سیمان به وجود آمده است. به طور کلی، هنگام اندازه گیری کرنش ها بر روی سازه های ساخته شده از مواد کامپوزیتی از هر نوعی، طول گیج باید با توجه به ابعاد ناهمگونی های موجود در ماده، به حد کافی بزرگ باشد.

به عنوان یک قاعده کلی، با توجه به ملاحظات بالا، در اغلب موارد برای اکثر کاربردها گیج هایی با طول 3 الی 6 میلی متر ترجیح داده می شود. دست طراح و مهندس در این محدوده طولی باز است و گیج های زیاد و متنوعی را می توان از طرف سازندگان آنها در این محدوده طولی در بازار یافت. علاوه بر این هزینه تولید گیج های با اندازه بسیار بزرگ یا کوچک، بالا می باشد. و گیج هایی با اندازه طولی بسیار زیاد، معمولاً آنچنان تاثیر زیادی روی عمر خستگی و یا پایداری ندارند در حالی که گیج های کوتاه در این مشخصه ها ضعیف هستند.

4-2 الگو یا پترن گیج

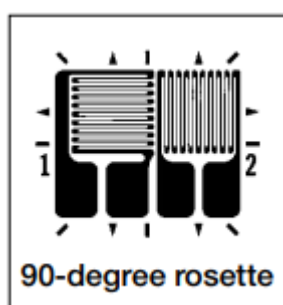
پترن یا الگو به شکل گریدهای فلزی، تعداد گریدها و همچنین جهت آنها در گیج های چند گریدی، نحوه قرارگیری پدهای لحیم کاری به همراه تعدادی از ویژگی ها و خواص ساختاری استاندارد دیگر، اطلاق می شود. در یک استرین گیج تک شبکه ای، مناسب بودن پترن آن برای یک کاربردی، به عوامل زیر بستگی دارد:

پدهای لحیم کاری: پدهای لحیم کاری باید از نظر اندازه و جهت با فضای موجود در محل نصب گیج سازگار باشند. همچنین مهم است که ترتیب پدها به گونه ای باشد که در ایجاد اتصالات مناسب حین نصب و لحیم کاری، مشکلات چندانی به وجود نیارد.

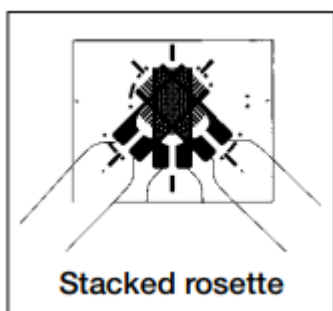
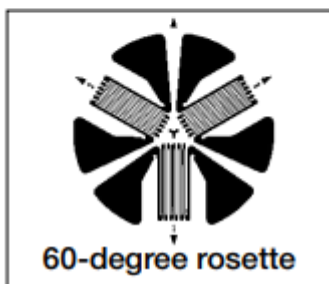
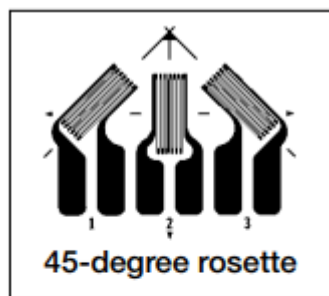
پهنای گریدها: زمانی که کرنش شدیدی عمود بر محور نصب استرین گیج روی سطح قطعه کار مورد نظر باشد، وجود گریدهای نازک خطای میانگین گیری را به حداقل می رسانند. از طرفی گریدهای ضخیم، به خاطر سطح مقطع بزرگ آنها، توان تلفاتی حرارتی را به حداقل می رسانند و پایداری خروجی گیج را بهبود می بخشند. این مزیت زمانی که گیج روی موادی با ضریب انتقال حرارتی پایین نصب شده است، اهمیت بیشتری پیدا می کند.

مقاومت اهمی گیج: در موارد خاص، تنها تفاوت بین دو استرین گیج با پترن مشابه در یک سری، مقاومت الکتریکی آنهاست. معمولاً 120 اهم در برابر 350 اهم. اگر انتخابی بین این دو وجود داشته باشد، گیج با مقاومت بالاتر ترجیح داده می شود. زیرا تلفات حرارتی آن به اندازه 3 برابر کمتر از گیج با اهم پایین می باشد (به ازای ولتاژ اعمالی یکسان روی گیج ها). همچنین گیج با مقاومت بالاتر، حساسیت کمتری را نسبت به تغییرات و نوسانات اهمی پایه های اتصال که ممکن است در اثر تغییرات دمایی به وجود آمده باشند، از خود نشان می دهد. گیج با مقاومت بالا نسبت سیگنال به نویز را در مدارات اندازه گیری بهبود می بخشد.

در تجزیه و تحلیل مسائل تنش، استرین گیج های تک شبکه ای زمانی مورد استفاده قرار می گیرند که تنش اندازه گیری شده در محل نصب گیج به صورت تک محوری بوده و همچنین جهت آن نیز با دقت قابل قبولی ($\pm 5^\circ$) مشخص باشد. این یکی از محدودیت های بزرگ گیج های تک شبکه ای در تجزیه و تحلیل مسائل تنش می باشد. اگر تنش اندازه گیری شده توسط استرین گیج تک شبکه ای در راستای دو محور یا بیشتر باشد، مقدار تنش اندازه گیری شده در این حالت با خطای بزرگی همراه خواهد بود.



برای اندازه گیری تنش و کرنش های دو محوره معمولاً از گیج هایی با دو یا سه شبکه گرید (Rosette) استفاده می کنند. اگر جهت محورهای اصلی کرنش از قبل معلوم باشد معمولاً از گیج دو شبکه ای که نسبت به هم زاویه 90 درجه ای دارند، استفاده می شود. در این حالت گیج به گونه ای نصب می شود که شبکه های آن در راستای محورهای اصلی باشند. جهت محورهای اصلی معمولاً توسط نوع و جهت نیروی اعمالی به قطعه کار و همچنین از هندسه قطعه کار به خوبی تشخیص داده می شود.



در حالت کلی تحلیل تنش های سطحی، اگر جهت محورهای اصلی تنش مشخص نباشد معمولاً از Rosette های سه عنصری استفاده می کنند. روزت را می توان در هر جهت دلخواه نصب کرد، اما معمولاً به گونه ای نصب می شود که یکی از شبکه ها با برخی از محورهای قابل توجه جسم آزمایشی یا همان قطعه کار هم راستا باشد. روزت های سه عنصری معمولاً در هر دو حالت مستطیلی 45 درجه و دلتا 60 درجه موجود هستند. انتخاب معمولی روزت مستطیلی است زیرا عملیات ساده سازی داده ها تا حدودی برای این پیکربندی ساده تر است.

در بعضی از Rosette ها گریدها یا شبکه های حساس به کرنش استرین گیج در روی همدیگر قرار دارند. هنگامی که قرار است در جایی

از Rosette ها استفاده شود همیشه باید به تفاوت های این دو سری از Rosette ها یعنی

Rosette های تک صفحه ای و انباشه توجه ویژه ای کرد. برای هر طول گیج معین، Rosette تک صفحه ای از نظر انتقال حرارت به قطعه کار تحت تست نسبت به Rosette انباشته برتری دارد، به طور کلی پایداری و دقت بهتری را برای اندازه گیری کرنش استاتیکی فراهم می کند. علاوه بر این، هنگامی که یک گرادیان کرنش قابل توجهی عمود بر سطح آزمایش وجود دارد (مانند خمش)، Rosette تک

صفحه ای داده های کرنش دقیق تری تولید می کند زیرا همه شبکه ها تا حد امکان به سطح آزمایش نزدیک هستند. همچنین میزان انعطاف پذیری Rosette های انباشته نسبت به تک صفحه ای کمتر می باشد. بنابراین نصب Rosette های انباشته در جاهایی که سطح جسم آزمایش دارای خمیدگی های زیادی باشد، سخت تر است.

از طرفی اگر گرادیان کرنش شدیدی روی سطح جسم تحت تست در یک فضای محدود وجود داشته باشد، استفاده از Rosette های انباشته نتایج دقیق تری را ارائه خواهد داد. زیرا Rosette های

تک صفحه ای در این حالت از نقاط مختلف نمونه برداری می کنند. همچنین در مواقعی که فضای نصب استرین گیج کوچک و محدود باشد استفاده از Rosette های انباشته ترجیح داده می شود زیرا آنها فضای نصب کمتری را اشغال می کنند.

2-5 آپشن های اختیاری

Houshmand Sanat Tav Electronic CO.,LTD.

سازندگان استرین گیج معمولاً طیف گسترده ای از ویژگی های اختیاری را برای استرین سنج های همه منظوره و سنسورهای خاص خود ارائه می دهند. افزودن این گزینه ها استرین گیج پایه معمولاً هزینه را افزایش می دهد، اما این افزایش هزینه با مزایای آن جبران می شود. برای نمونه افزودن این ویژگیها باعث :

- کاهش قابل توجه زمان و هزینه های نصب می شود.
 - سطح مهارت لازم برای ایجاد تاسیسات و نصب قابل اعتماد را کاهش می دهد.
 - نصب حسگرها را در مکان های دشوار یا روی تجهیزات پیچیده ساده می کند.
 - حفاظت گیج ها را هم در حین نصب و هم در برابر شرایط محیطی افزایش می دهد.
 - دستیابی به ویژگی های عملکردی خاص.
- در دسترس بودن هر گزینه با سری و الگوی گیج متفاوت است. معمولاً گزینه های استاندارد برای هر سنسور در لیست محصول مربوطه ذکر می شود.