

خطاهای ناشی از حساسیت عرضی در استرین گیج

حساسیت عرضی: حساسیت عرضی در استرین گیج به رفتار گیج در پاسخ به کرنش هایی که بر محور اصلی حسگر عمود هستند اشاره دارد. در حالت ایده آل، ترجیح داده می شود که استرین گیج به کرنش های عرضی کاملاً غیر حساس باشند. در عمل، اکثر گیج ها درجه ای از حساسیت عرضی را از خود نشان می دهند. اما این اثر معمولاً بسیار کوچک و در حد چند درصد از حساسیت محوری گیج می باشد.

در استرین گیج های فویلی، حساسیت عرضی از پدیده های بسیار پیچیده تری ناشی می شود. و تقریباً تمامی قسمت های استرین گیج از مواد حساس به کرنش گرفته تا مواد حامل و ... به نوعی در ایجاد حساسیت عرضی نقش دارند. بخشی از حساسیت عرضی در این گیج ها به این دلیل است که قسمت های انتهایی شبکه فویلی یا به اصطلاح حلقه های انتهایی، در راستای عرضی گیج قرار دارند. به همین دلیل علامت حساسیت عرضی برای این عامل همیشه مثبت بوده و مقدار آن را می توان کاملاً از روی هندسه شکل محاسبه کرد. علاوه بر اثرات حلقه های انتهایی در گیج های فویلی، خطوط شبکه فویلی استرین گیج با داشتن نسبت بزرگ عرض خطوط به ضخامت آنها، بشدت توسط کرنش های عرضی کشیده می شوند. میزان انتقال کرنش عرضی به خطوط شبکه توسط ضخامت های نسبی، مدول های الاستیکی ماده حامل و فویل، نسبت عرض به ضخامت خطوط شبکه فویل، و به میزان کمتر، توسط چندین پارامتر دیگر، از جمله وجود یا عدم وجود یک لایه محصور کننده محافظ روی شبکه تعیین می شود.

بستگی به جنس مواد فویل شبکه و شرایط متالورژیکی آن، سهم کرنش های عرضی که به خطوط شبکه انتقال می یابند و حساسیت عرضی شبکه را به وجود می آورند، ممکن است علامت آنها مثبت یا منفی باشد. به همین دلیل حساسیت عرضی یک استرین گیج فویلی ممکن است مثبت یا منفی باشد. با اینکه میزان حساسیت عرضی گیج های فویلی را می توان در هنگام طراحی آن به طور قابل ملاحظه ای کنترل کرد، ولی مصالحه های لازم برای بهینه سازی تمام جنبه های عملکردی گیج، کاهش بیش از حد حساسیت عرضی را محدود می کنند.

خطاهای ناشی از حساسیت عرضی: خطاهای عرضی در استرین گیج ها عموماً مقدار آنها بسیار کوچک می باشد زیرا مقدار خود حساسیت عرضی در گیج ها کم می باشد. با این وجود در کرنش های چند محوری، که نسبت های بزرگی بین کرنش ها در راستای محورهای اصلی کرنش ها وجود دارد، این خطای کوچک می تواند مقدار قابل ملاحظه ای داشته باشد. در این موارد خطای حساسیت عرضی برای گیج حتماً باید تصحیح شود. از سوی دیگر خطای حساسیت عرضی در تنش های تک محوره که نسبت پواسون آنها 0.285 است، حدوداً صفر می باشد. زیرا فاکتور گیج در این حالت توسط تولید کننده گیج در چنین میدان تنشی اندازه گیری شده است و اثر پواسون قبلاً در آن در نظر گرفته شده است. توجه به این نکته حائز اهمیت است که هنگامی که یک کرنش سنج تحت هر شرایطی غیر از شرایط به کار رفته در کالیبراسیون فاکتور گیج استفاده شود، همیشه درجاتی از خطا به دلیل حساسیت عرضی وجود دارد. به عبارت دیگر، هر گیجی که: (الف) روی ماده ای با نسبت پواسون متفاوت نصب شده باشد. یا (ب) بر روی فولاد نصب شده است، اما تحت شرایط تنش تک محوری قرار ندارد. یا (ج) حتی بر روی فولادی با حالت تنش تک محوری نصب شده باشد، اما در راستای محور اصلی تنش نباشد، خطای حساسیت عرضی را از خود نشان خواهد داد که ممکن است نیاز به اصلاح داشته باشد.

در عمل هر استرین گیج در واقع دو فاکتور گیج F_a و F_t دارد، که در حضور یک میدان کرنشی تک محوره (نه تنش تک محوره) به ترتیب، محورهای گیج، موازی و عمود بر میدان کرنش قرار گرفته اند. در این حالت برای چنین میدان هایی، خروجی استرین گیج را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\frac{\Delta R}{R} = F_a \varepsilon_a + F_t \varepsilon_t \quad (1)$$

که در آن :

ε_a و ε_t کرنشهای موازی و عمود بر محور گیج یا خطوط شبکه گیج می باشند.

F_a : فاکتور گیج محوری

F_t : فاکتور گیج عرضی استرین گیج می باشد.

رابطه بالا را می توان به صورت زیر هم بازنویسی کرد:

$$\frac{\Delta R}{R} = F_a (\varepsilon_a + K_t \varepsilon_t) \quad (2)$$

که در آن $K_t = \frac{F_t}{F_a}$ به عنوان فاکتور حساسیت عرضی، که از این به بعد حساسیت عرضی خواهیم نامید.

زمانی که فاکتور گنج یک استرین گنج برای نسبت پواسون ν_0 در یک میدان تنش تک محوره روی یک ماده ای کالیبره می شود:

$$\varepsilon_t = -\nu_0 \varepsilon_a$$

در این صورت:

$$\frac{\Delta R}{R} = F_a (\varepsilon_a - K_t \nu_0 \varepsilon_a)$$

یا

$$\frac{\Delta R}{R} = F_a (1 - \nu_0 K_t) \varepsilon_a \quad (3)$$

سازندگان استرین گنج رابطه بالا را به صورت زیر بازنویسی می کنند:

$$\frac{\Delta R}{R} = F \varepsilon \quad (3a)$$

که در آن F فاکتور گنج سازنده یا تولید کننده استرین گنج می باشد. که در ظاهر بسیار ساده و اما در واقع مقدار آن به صورت زیر می باشد:

$$F = F_a (1 - \nu_0 K_t) \quad (4)$$

علاوه بر این ε در آن همان ε_a یعنی کرنش در راستای محور گنج می باشد (هنگام کالیبراسیون فقط یکی از دو مولفه کرنش توسط گنج اندازه گرفته می شود) که در آن استرین گنج در راستای محور بیشترین میدان تنش (نه کرنش) روی ماده ای با نسبت پواسن $\nu_0 = 0.285$ نصب شده است. خطاها و سردرگمی ها از طریق عدم درک کامل و همیشه در نظر گرفتن معانی واقعی F و ε که توسط سازندگان استفاده می شود رخ می دهد.

با توجه به مطالب بالا کاملاً واضح است که هر میدان کرنشی که متناظر با یک میدان تنش تک محوری نیست (و یا اگر میدان مربوط به تنش تک محوری باشد ولی گنج در راستای بیشترین میدان تنش نباشد، یا نسبت پواسن ماده غیر از 0.285 باشد)، اگر حساسیت عرضی گنج مقداری غیر صفر را داشته باشد، همیشه یک خطا در مقدار کرنش اندازه گیری شده وجود خواهد داشت.

خطای ناشی از حساسیت عرضی برای یک استرین گیج را با هر زاویه نصب، در هر کرنش میدان کرنش، بر روی هر ماده را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$n_{\varepsilon} = \frac{K_t \left(\frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_a} + \nu_0 \right)}{1 - \nu_0 K_t} \times 100 \quad (5)$$

که در آن n_{ε} خطا بر حسب درصدی از کرنش واقعی در راستای محور گیج می باشد.

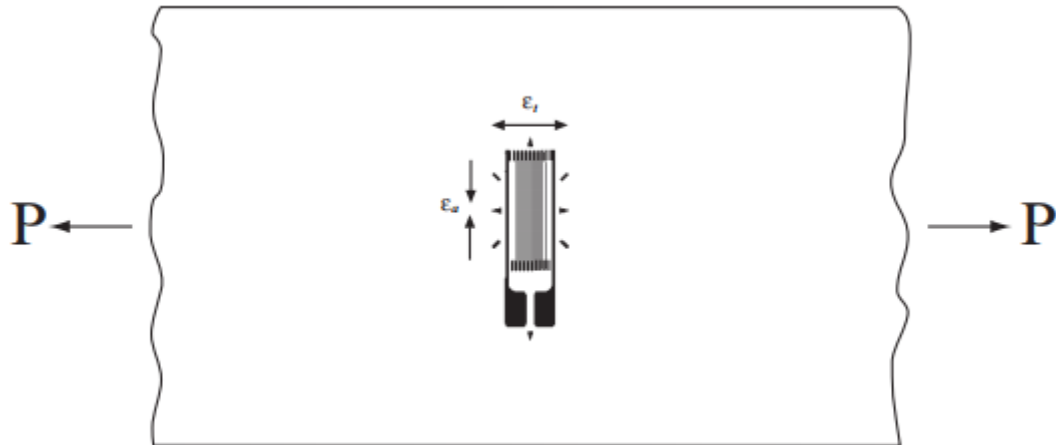
از رابطه بالا مشخص است که میزان خطای ناشی از حساسیت عرضی، با افزایش مقادیر مطلق $\frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_a}$ و K_t افزایش می یابد. این مقادیر می توانند مثبت یا منفی باشند. رابطه (5) برای سهولت در امر قضاوت در شکل یک به صورت نموداری ترسیم شده است. که نشان می دهد میزان خطای برای کرنش های خاص می تواند خیلی بزرگ باشد. شکل یک همچنین یک فرمول سرانگشتی ساده برای تخمین خطا نیز به صورت زیر بدست می دهد.

$$n_{\varepsilon} \approx K_t \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_a} \times 100 \quad (\text{percent})$$

همانطور که از رابطه (5) نیز مشخص است، فرمول تقریبی بالا موقعی که مقادیر مطلق $\frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_a}$ و ν_0 نزدیک به هم نیستند، به خوبی عمل می کند. به عنوان مثال، فرض کنید می خواهیم کرنش پواسن (عرضی) یک میدان تنش تک محوری را اندازه گیری کنیم. در این حالت کرنش پواسن را با ε_a نشان می دهیم، کرنشی که در راستای محور گیج می باشد. و کرنش طولی در راستای عضو تحت تست را با ε_t نشان می دهیم زیرا این کرنش در راستای عرضی محور گیج می باشد.

$$\varepsilon_a = -\nu \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t / \varepsilon_a = -\frac{1}{\nu}$$



پسوندهای (a) و (t) همیشه به جهت های محوری و عرضی نسبت به گیج اشاره می کنند. در حالی که پسوند های (X) و (Y) به جهت محورهای دلخواه عمود برهم روی سطح جسم تحت تست اشاره می کنند و پسوندهای (P) و (Q) به جهت محورهای اصلی تنش و کرنش اشاره می کنند.

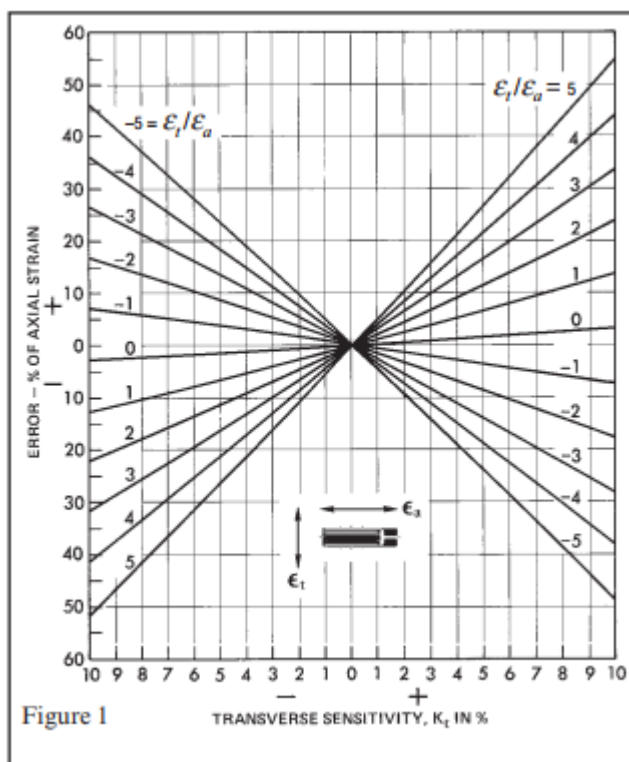
اگر جسم تحت تست، آلیاژ آلومنیومی با $\nu = 0.32$ باشد، در این صورت $\frac{\epsilon_t}{\epsilon_a} = -\frac{1}{\nu}$

3.1- خواهد بود. فرض کنید حساسیت عرضی استرین گیج 3% باشد یعنی $K_t =$

0.03 در این صورت رابطه سرانگشتی تقریبی بالا مقدار خطا را 9.3% بدست می دهد. و

خطای دقیق که از رابطه (5) بدست می آید، مقدار 8.5%+ را بدست می دهد.

تصحیح خطای عرضی



اثرات حساسیت عرضی همیشه باید در تحلیل تنش های تجربی دو محوره با استرین گیج در نظر گرفته شود. و یا باید نشان داده شود که اثر حساسیت عرضی ناچیز است و می توان آن را نادیده گرفت. اگر مقدار خطای حساسیت عرضی قابل اغماض نباشد، باید اصلاح مناسب را انجام داد. از آنجایی که معمولاً در چنین مواردی از یک Rosette دو یا سه گیج استفاده می شود، روش های اصلاح ساده ای در اینجا برای Rosette های 90 درجه دو گیجی، Rosette های مستطیلی

سه گیجی و Rosette های دلتا ارائه شده است. این اصلاحات برای Rosette هایی اعمال می

شود که در آنها حساسیت های عرضی تک تک عناصر گیج ها در Rosette ها با یکدیگر برابر یا تقریباً برابر است. معادلات تصحیح تعمیم یافته کلی برای هر ترکیبی از حساسیت های عرضی در پیوست آورده شده است.

ابتدا Rosette 90 درجه دو گیج را در نظر بگیرید که محورهای گیج با دو محور متعامد x و y روی سطح آزمایش هم راستا شده اند. هنگام استفاده از این نوع Rosette، محورهای x و y معمولاً محورهای اصلی تنش و کرنش هستند، اما لزوماً اینطور نیست. کرنش های صحیح در امتداد هر دو محور عمود بر هم همیشه می تواند از معادلات زیر، بر حسب کرنش های ظاهر شده در امتداد آن محورها محاسبه شود:

$$\varepsilon_x = \frac{(1 - \nu_0 K_t)(\hat{\varepsilon}_x - K_t \hat{\varepsilon}_y)}{1 - K_t^2} \quad (6)$$

$$\varepsilon_y = \frac{(1 - \nu_0 K_t)(\hat{\varepsilon}_y - K_t \hat{\varepsilon}_x)}{1 - K_t^2} \quad (7)$$

که در آن:

$\hat{\varepsilon}_x = \hat{\varepsilon}_{a_1}$ مقدار کرنش خوانده شده (اصلاح نشده) از گیج شماره 1

$\hat{\varepsilon}_y = \hat{\varepsilon}_{a_2}$ مقدار کرنش خوانده شده (اصلاح نشده) از گیج شماره 2

$\varepsilon_x, \varepsilon_y$ کرنش های اصلاح شده در راستای محورهای x و y

مقدار عبارت $1 - K_t^2$ در مخرج رابطه های (6) و (7) بیشتر از 0.995 است و برای ساده گی کار می تواند 1 در نظر گرفته شود. در این صورت:

$$\varepsilon_x = (1 - \nu_0 K_t)(\hat{\varepsilon}_x - K_t \hat{\varepsilon}_y) \quad (6a)$$

$$\varepsilon_y = (1 - \nu_0 K_t)(\hat{\varepsilon}_y - K_t \hat{\varepsilon}_x) \quad (7a)$$

روابط بالا را می توان به صورت ساده تر از این هم بیان کرد به شرطی که در دستگاه یا نمایشگر اندازه گیری کرنش، مقدار فاکتور گیج را به جای F ، وارد کنیم. از آنجایی که

$$F_a = \frac{F}{1 - \nu_0 K_1}$$

می باشد، معادلات (6a) و (7a) به صورت زیر ساده می شوند:

$$\varepsilon_x = \hat{\varepsilon}_x - K_t \hat{\varepsilon}_y \quad (6b)$$

$$\varepsilon_y = \hat{\varepsilon}_y - K_t \hat{\varepsilon}_x \quad (7b)$$

که در آن $\hat{\varepsilon}_x$ و $\hat{\varepsilon}_y$ کرنش هایی هستند که از نمایشگر مقدار آنها با فاکتور گنج F_a خوانده شده است.

به عنوان جایگزینی برای روش های قبلی، یک تصحیح گرافیکی سریع برای حساسیت عرضی را می توان با استفاده از شکل 2 انجام داد. برای استفاده از نمودار، اولین گام محاسبه:

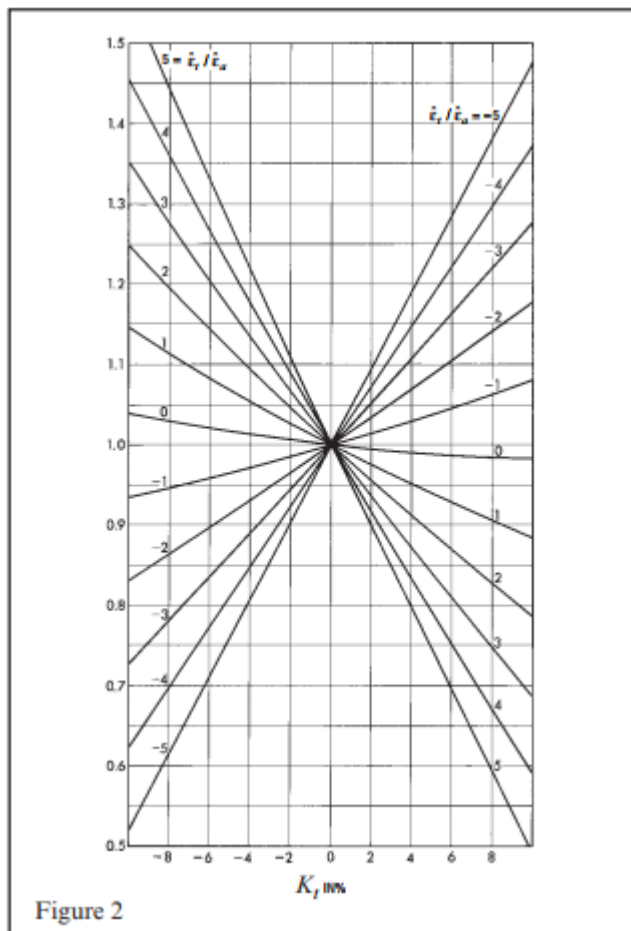
$$\left(\frac{\hat{\varepsilon}_t}{\hat{\varepsilon}_a} \right)_1 = \frac{\hat{\varepsilon}_2}{\hat{\varepsilon}_1} = \frac{\hat{\varepsilon}_y}{\hat{\varepsilon}_x} \quad (\text{Gage No. 1})$$

$$\left(\frac{\hat{\varepsilon}_t}{\hat{\varepsilon}_a} \right)_2 = \frac{\hat{\varepsilon}_1}{\hat{\varepsilon}_2} = \frac{\hat{\varepsilon}_x}{\hat{\varepsilon}_y} \quad (\text{Gage No. 2})$$

می باشد. بعد از این کار مقدار تقریبی K_t را در محور افقی نمودار پیدا کنید. از آن نقطه یک خط عمودی راست رسم کنید تا این خط نمودار $(\hat{\varepsilon}_t/\hat{\varepsilon}_a)$ مربوطه گنج مورد نظر Rosette را در یک نقطه قطع کند. سپس از این نقطه یک خط افقی به سمت چپ نمودار رسم کنید تا این خط محور γ را قطع کند. مقدار محور γ ضرایب تصحیح C_1 و C_2 را به ما می دهد. با در دست داشتن این ضرایب مقادیر تصحیح شده کرنش ها به ترتیب از روابط زیر بدست می آید.

$$\varepsilon_x = \varepsilon_1 = C_1 \hat{\varepsilon}_1$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_2 = C_2 \hat{\varepsilon}_2$$



به عنوان مثال فرض کنید مقادیر خوانده شده کرنش ها از گیج های 1 و 2 در Rosette در راستای محورهای x و y به ترتیب به صورت زیر باشد.

$$\hat{\varepsilon}_1 = +1530 \mu\varepsilon$$

$$\hat{\varepsilon}_2 = +920 \mu\varepsilon$$

و همچنین فرض کنید مقدار $K_t = -0.06$ باشد. با وارد کردن این مقادیر در روابط (6a) و (7a) با $v_0 = 0.285$ داریم:

$$\varepsilon_x = (1 + 0.285 \times 0.06) (1530 + 0.06 \times 920) = 1612 \mu\varepsilon$$

$$\varepsilon_y = (1 + 0.285 \times 0.06) (920 + 0.06 \times 1530) = 1029 \mu\varepsilon$$

حالا می خواهیم همین مثال را به صورت تقریبی از روی نمودار شکل 2 حساب کنیم. برای این کار ابتدا مقادیر زیر را حساب می کنیم:

$$\left(\frac{\hat{\epsilon}_t}{\hat{\epsilon}_a}\right)_1 = \frac{920}{1530} = 0.601 \approx 0.6$$

$$\left(\frac{\hat{\epsilon}_t}{\hat{\epsilon}_a}\right)_2 = \frac{1530}{920} = 1.663 \approx 1.65$$

سپس از نقطه $K_t = -0.06$ یک خط عمودی رسم می کنیم تا نمودارهای $(\hat{\epsilon}_t/\hat{\epsilon}_a)_1 = 0.6$ و $(\hat{\epsilon}_t/\hat{\epsilon}_a)_2 = 1.65$ را به ترتیب قطع کند و ضرایب تصحیح زیر را از نمودار قرائت می کنیم

$$C_1 = 1.06; C_2 = 1.12$$

سپس مقادیر تقریبی تصحیح شده را به صورت زیر بدست می آوریم:

$$\epsilon_x = C_1 \hat{\epsilon}_x = 1.06 \times 1530 = 1620 \mu\epsilon$$

$$\epsilon_y = C_2 \hat{\epsilon}_y = 1.12 \times 920 = 1030 \mu\epsilon$$

تصحیح برای کرنش های برشی (Correction For Shear Strain):

گاهی اوقات از یک Rosette دو گیجی 90 درجه یا همان T Rosette برای اندازه گیری کرنش برشی استفاده می شود. می توان نشان داد که کرنش برشی در امتداد نیمساز محورهای گیج، از نظر عددی برابر با اختلاف کرنش های معمولی روی این محورها است. بنابراین، هنگامی که دو عنصر گیج Rosette در بازوهای مجاور یک پل وتستون به هم متصل می شوند، کرنش نشان داده شده برابر است با کرنش برشی نشان داده شده در امتداد نیمساز، که این کرنش به خاطر حساسیت عرضی نیاز به اصلاح دارد. اگر هر دو گیج حساسیت عرضی یکسانی داشته باشند، خطای اخیر را می توان به راحتی تصحیح کرد، زیرا خطا مستقل از حالت کرنش است. ضریب تصحیح برای این مورد از رابطه زیر بدست می آید:

$$C_\gamma = \frac{1 - \nu_0 K_t}{1 - K_t} \quad (8)$$

با محاسبه ضریب بالا، مقدار کرنش واقعی تصحیح شده از حاصلضرب ضریب بالا در مقدار خوانده شده کرنش بدست می آید.

$$\gamma = C_{\gamma} \hat{\gamma} = C_{\gamma} (\hat{\varepsilon}_x - \hat{\varepsilon}_y) = \frac{1 - \nu_0 K_t}{1 - K_t} (\hat{\varepsilon}_x - \hat{\varepsilon}_y)$$

برای راحتی کار ، ضریب تصحیح رابطه (8) برحسب K_t در شکل 3 رسم شده است. از آنجایی که این ضریب تصحیح مستقل از حالت کرنش است، در صورت نیاز می توان آن را در قسمت تنظیمات فاکتور گیج دستگاه نشان دهنده کرنش گنجانده. این کار با وارد کردن مقدار زیر در بخش تنظیمات فاکتور گیج دستگاه نشانگر کرنش انجام می پذیرد.

$$F_{\gamma} = F \frac{1 - K_t}{1 - \nu_0 K_t} \quad (9)$$

با این تغییر، نشانگر کرنش، کرنش برشی واقعی را در امتداد نیمساز محور گیج نشان می دهد، چون با این کار عمل تصحیح قبلا برای حساسیت عرضی در کرنش سنجها انجام شده است.

Rosette مستطیلی سه گیجی 45 درجه:

هنگامی که جهت محورهای اصلی کرنش ناشناخته است، سه اندازه گیری کرنش مستقل برای تعیین کامل وضعیت کرنش لازم است. برای این منظور باید از روزت سه گیج استفاده کرد و روزت مستطیلی به طور کلی در این حالت راحت ترین انتخاب است.

اگر حساسیت عرضی عناصر گیج در روزت غیر از صفر باشد، کرنش های خوانده شده از گیج ها اشتباه خواهد بود و کرنش ها و تنش های اصلی محاسبه شده از این داده ها نیز نادرست خواهند بود.

برای تصحیح خطاهای حساسیت عرضی در این حالت می توان به این صورت عمل کرد که گیج هایی که نسبت به هم زاویه 90 درجه در Rosette می سازند، به ترتیب شماره های 1 و 3 را به آنها اختصاص دهید. برای این گیج ها می توانید از روابط (6) و (7) یا (6a) و (7a) و یا اگر عمل تصحیح فاکتور گیج را در نشان دهنده انجام داده باشید، می توانید از روابط (6b) و (7b) نیز جهت تصحیح خطای حساسیت عرضی استفاده کنید. گیج مرکزی روزت نیاز به یک رابطه اصلاحی خاص دارد زیرا هیچ اندازه گیری مستقیمی از کرنش عمود بر این گیج وجود ندارد. معادلات تصحیح برای هر سه گیج برای سهولت در اینجا فهرست شده است:

$$\varepsilon_1 = \frac{1-v_0K_t}{1-K_t^2} (\hat{\varepsilon}_1 - K_t \hat{\varepsilon}_3) \quad (10)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1-v_0K_t}{1-K_t^2} [\hat{\varepsilon}_2 - K_t (\hat{\varepsilon}_1 + \hat{\varepsilon}_3 - \hat{\varepsilon}_2)] \quad (11)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{1-v_0K_t}{1-K_t^2} [\hat{\varepsilon}_3 - K_t \hat{\varepsilon}_1] \quad (12)$$

که در این روابط:

$\hat{\varepsilon}_1$ ، $\hat{\varepsilon}_2$ و $\hat{\varepsilon}_3$ به ترتیب مقدار کرنش های خوانده شده از گیج ها هستند.

ε_1 ، ε_2 و ε_3 کرنش های تصحیح شده در راستای این گیج ها هستند.

Rosette های دلتا:

یک رزت استرین گیج دلتا از سه عنصر گیج به شکل مثلث متساوی الاضلاع یا "Y" با شاخه های مساوی تشکیل شده است. چون در این رزت گیج ها در ماکزیم زاویه ممکن نسبت به هم قرار دارند، حساسیت این رزت اندکی نسبت به رزت مستطیلی بیشتر است. ولی روبات کرنش ها و همچنین تصحیح های مربوطه در این رزت اندکی پیچیده تر و طولانی تر نسبت به رزت مستطیلی می باشد.

کرنش های خوانده شده منفرد از یک دلتا رزت را می توان برای حساسیت عرضی با روابط زیر اصلاح کرد، زمانی که یک مقدار K_t برای حساسیت عرضی استفاده شود:

$$\varepsilon_1 = \frac{1-v_0K_t}{1-K_t^2} \left[\left(1 + \frac{K_t}{3}\right) \hat{\varepsilon}_1 - \frac{2}{3} K_t (\hat{\varepsilon}_2 + \hat{\varepsilon}_3) \right] \quad (13)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1-v_0K_t}{1-K_t^2} \left[\left(1 + \frac{K_t}{3}\right) \hat{\varepsilon}_2 - \frac{2}{3} K_t (\hat{\varepsilon}_3 + \hat{\varepsilon}_1) \right] \quad (14)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{1-v_0K_t}{1-K_t^2} \left[\left(1 + \frac{K_t}{3}\right) \hat{\varepsilon}_3 - \frac{2}{3} K_t (\hat{\varepsilon}_1 + \hat{\varepsilon}_2) \right] \quad (15)$$

تصحیح مولفه های اصلی کرنش:

با هر نوع روزتی اعم از روزت های مستطیلی، دلتا و ... همیشه می توان مولفه های اصلی کرنش را از روی داده های تصحیح نشده کرنش های خوانده شده از گیج ها محاسبه کرد و سپس تصحیحات لازم را روی آنها انجام داد. این به دلیل این واقعیت است که تا زمانی که حساسیت عرضی گیج ها در روزت یکسان باشند، خطاهای مولفه های اصلی کرنش ناشی از حساسیت عرضی گیج ها، مستقل از نوع روزت می باشند. از آنجایی که روابط (6) و (7) را می توان به هر دو کرنش عمود برهم اعمال کرد، پس باید بتوان آنها را به مولفه های اصلی کرنش نیز اعمال کرد. بنابراین اگر مولفه های اصلی کرنش، از روی داده های تصحیح نشده برای حساسیت عرضی گیج ها محاسبه شود، در این صورت مقدار واقعی مولفه های اصلی را می توان از روابط زیر حساب کرد:

$$\varepsilon_p = \frac{1 - \nu_0 K_t}{1 - K_t^2} (\hat{\varepsilon}_p - K_t \hat{\varepsilon}_q) \quad (16)$$

$$\varepsilon_q = \frac{1 - \nu_0 K_t}{1 - K_t^2} (\hat{\varepsilon}_q - K_t \hat{\varepsilon}_p) \quad (17)$$

پیوست

روابط زیر را می توان برای تصحیح خطای حساسیت عرضی، زمانی که عناصر گیج در یک روزت دارای مقدار یکسان K_t نیستند استفاده کرد. در هر مورد، ν_0 نسبت پواسون ماده ای است که فاکتور گیج سازنده بر روی آن اندازه گیری شده است (معمولا 0.285).

برای روزتهای دو گیج 90 درجه:

$$\varepsilon_1 = \frac{\hat{\varepsilon}_1 (1 - \nu_0 K_{t_1}) - K_{t_1} \hat{\varepsilon}_2 (1 - \nu_0 K_{t_2})}{1 - K_{t_1} K_{t_2}} \quad (20)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\hat{\varepsilon}_2 (1 - \nu_0 K_{t_2}) - K_{t_2} \hat{\varepsilon}_1 (1 - \nu_0 K_{t_1})}{1 - K_{t_1} K_{t_2}} \quad (21)$$

برای روزت های سه گیج 45 درجه مستطیلی:

$$\varepsilon_1 = \frac{\hat{\varepsilon}_1(1 - v_0 K_{t_1}) - K_{t_1} \hat{\varepsilon}_3(1 - v_0 K_{t_3})}{1 - K_{t_1} K_{t_3}} \quad (22)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\hat{\varepsilon}_2(1 - v_0 K_{t_2})}{1 - K_{t_2}} - \frac{K_{t_2} \left[\hat{\varepsilon}_1(1 - v_0 K_{t_1})(1 - K_{t_3}) + \hat{\varepsilon}_3(1 - v_0 K_{t_3})(1 - K_{t_1}) \right]}{(1 - K_{t_1} K_{t_3})(1 - K_{t_2})} \quad (23)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\hat{\varepsilon}_3(1 - v_0 K_{t_3}) - K_{t_3} \hat{\varepsilon}_1(1 - v_0 K_{t_1})}{1 - K_{t_1} K_{t_3}} \quad (24)$$

برای روزت های سه گیجه 60 درجه دلتا:

$$\varepsilon_1 = \frac{\hat{\varepsilon}_1(1 - v_0 K_{t_1})(3 - K_{t_2} - K_{t_3} - K_{t_2} K_{t_3}) - 2K_{t_1} \left[\hat{\varepsilon}_2(1 - v_0 K_{t_2})(1 - K_{t_3}) + \hat{\varepsilon}_3(1 - v_0 K_{t_3})(1 - K_{t_2}) \right]}{3K_{t_1} K_{t_2} K_{t_3} - K_{t_1} K_{t_2} - K_{t_2} K_{t_3} - K_{t_1} K_{t_3} - K_{t_1} - K_{t_2} - K_{t_3} + 3} \quad (28)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\hat{\varepsilon}_2(1 - v_0 K_{t_2})(3 - K_{t_3} - K_{t_1} - K_{t_3} K_{t_1}) - 2K_{t_2} \left[\hat{\varepsilon}_3(1 - v_0 K_{t_3})(1 - K_{t_1}) + \hat{\varepsilon}_1(1 - v_0 K_{t_1})(1 - K_{t_3}) \right]}{3K_{t_1} K_{t_2} K_{t_3} - K_{t_1} K_{t_2} - K_{t_2} K_{t_3} - K_{t_1} K_{t_3} - K_{t_1} - K_{t_2} - K_{t_3} + 3} \quad (29)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\hat{\varepsilon}_3(1 - v_0 K_{t_3})(3 - K_{t_1} - K_{t_2} - K_{t_1} K_{t_2}) - 2K_{t_3} \left[\hat{\varepsilon}_1(1 - v_0 K_{t_1})(1 - K_{t_2}) + \hat{\varepsilon}_2(1 - v_0 K_{t_2})(1 - K_{t_1}) \right]}{3K_{t_1} K_{t_2} K_{t_3} - K_{t_1} K_{t_2} - K_{t_2} K_{t_3} - K_{t_1} K_{t_3} - K_{t_1} - K_{t_2} - K_{t_3} + 3} \quad (30)$$