

مقدمه مبدل های اندازه گیری گشتاور

1 – مقدمه

اگرچه گشتاور بدون شک یک کمیت مکانیکی مهم در زمینه ماشین سازی است، اما اهمیت آن تنها به این ناحیه محدود نمی شود. اندازه گیری دقیق گشتاور، به ویژه در ماشین های چرخان، تقاضاهای سنگینی را از طرف تولیدکنندگان و کاربران میزهای آزمایش ایجاد می کند. این وضعیت با روند بهبود عملکرد مکانیکی موتورهای مدرن با افزایش سرعت چرخش آنها، همراه با تمایل به دقت بیشتر در زمینه هایی مانند اندازه گیری راندمان، شدید تر هم می شود. این چالش با توسعه مستمر مبدل های گشتاور و با در نظر گرفتن پیشرفت های مداوم در زمینه های کاربردی فوق برطرف می شود.

اهمیت گشتاور به عنوان یک کمیت اندازه گیری:

در دنیای بشدت مکانیزه امروزی، در میان بقیه کمیت ها، گشتاور یکی از مهمترین کمیت های اندازه گیری است. اندازه گیری گشتاور نه تنها در محصولات توربین های گازی با گشتاور نامی 50 کیلو نیوتن متر در سرعت های 8000 rpm و خروجی مکانیکی بیش از 40 مگاوات، یا در میزهای آزمون فرمول 1 با گشتاور اسمی در محدوده 1 تا 2 کیلو نیوتن متر در سرعت های 20000 دور در دقیقه، نقش بسیار مهمی ایفا می کند، بلکه در واقع تقریباً در همه چیز حتی در درپوش پیچی روی بطری های دارو نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

کاربردهای بی شماری برای اندازه گیری گشتاور در آزمایشگاه ها، نظارت و کنترل فرآیند، مهندسی درایو و نوار نقاله، تضمین کیفیت و تحقیق و توسعه وجود دارد.

در سال های اخیر شاهد رشد سریع در بازار و صنعت بوده ایم. در مواجهه با تقاضای مصرف کنندگان برای وسایل نقلیه ای که مصرف سوخت کمتر، سطح راحتی بالاتر، ایمنی عملیاتی بیشتر و قابلیت اطمینان طولانی تر را ارائه دهند، صنعت خودرو به شدت به سمت نوآوری گرایش

Houshmand Sanat Tav Electronic CO.,LTD.

پیدا کرده است. بنابراین، نیاز صنعت به تکنیک‌های اندازه‌شناسی و آزمایش برای مطابقت با این تقاضاها افزایش یافته و در حال رشد است.

گشتاور یک کمیت کلیدی در تمام حوزه‌های تحقیقاتی و عملیات پالایش است، به ویژه برای توسعه موتورهای احتراق و انتقال نیرو، زیرا گشتاور به همراه سرعت چرخش، امکان محاسبه توان مکانیکی را فراهم می‌کند. در حالی که زمانی، به ویژه در مورد کاربردهای تست موتور، این کار با استفاده از دستگاه‌های ترمز که قابلیت اندازه‌گیری هم داشتند، انجام می‌شد، امروزه برای انجام این کار، گرایش به سمت اندازه‌گیری گشتاور به کمک مبدل‌های گشتاور چرخشی است.

دلایل اصلی این امر این است که فرآیندها همیشه پویا هستند و تعامل بین مکانیزم‌هایی مانند موتور و گیربکس در حال تبدیل شدن به یک ملاحظات مهم در هنگام بهینه‌سازی است.



شکل 1: انواع مختلف مبدل‌های گشتاور

2 – روش‌های اندازه‌گیری گشتاور:

2.1 محاسبه گشتاور از روی توان الکتریکی:

گشتاور را می توان از روی توان الکتریکی و سرعت چرخش محاسبه کرد. تجهیزات اندازه گیری مدرن، تعیین توان الکتریکی و سرعت چرخش ماشین های الکتریکی را آسان می کند. با این حال، هنگام محاسبه گشتاور ممکن است خطاهای نسبتا بزرگی وجود داشته باشد زیرا توان تلف شده و وضعیت عملکرد ماشین آلات تأثیر قابل توجهی در محاسبه گشتاور دارد.

ابزارهای امروزی با ویژگی های کامپیوتری پیشرفته خود تعداد زیادی از پارامترها را در هنگام اندازه گیری در نظر می گیرند تا سطح دقت و پاسخ پویا را بالا ببرند. مثلا در اندازه گیری گشتاور، اندازه گیری توان

راکتیو یا راندمان نیز مهم است. مزیت قابل توجه تعیین گشتاور با روش فوق این است که به هیچ گونه مداخله مکانیکی برای اندازه گیری گشتاور نیازی نیست. اما عیب آن این است که تا حد محدودی برای اندازه گیری دقیق مناسب است.

عدم قطعیت موجود در اندازه گیری گشتاور با ابزارهای محاسباتی محض می تواند چندین بار بدتر از استفاده از مبدل های گشتاور مجهز به سیستم های اندازه گیری استرین گیجی باشد. با توجه به دقت بیشتر مبدل های استرین گیجی، آنها معمولا به عنوان مبدل های انتقال هنگام کالیبراسیون ماشین های الکتریکی نیز استفاده می شوند.

2-2 اندازه گیری گشتاور واکنشی (Reaction Torque):

2-2-1 اندازه گیری نیروی واکنش (Reaction Force) روی بازوی اهرمی:

اندازه گیری نیروی واکنشی بر اساس این اصل که گشتاور In-Line برابر با گشتاور واکنشی است، روشی است که اغلب برای تعیین توان استفاده می شود. شکل 2 یک پیکربندی اندازه گیری صنعتی را با یک دستگاه ترمز نصب شده در آونگ نشان می دهد. نیروی وارد بر انتهای بازوی اهرمی با استفاده از مبدل نیرو اندازه گیری می شود. این روش به قطعات مکانیکی پیچیده نیاز دارد. برای جلوگیری از خطاهای اندازه گیری، باید تاثیرات مزاحم مانند تغییرات در یاتاقان آونگ در طول زمان، انبساط بازوی اهرم به دلیل تغییرات دما، و حالت های مختلف عملکرد را در نظر گرفت.

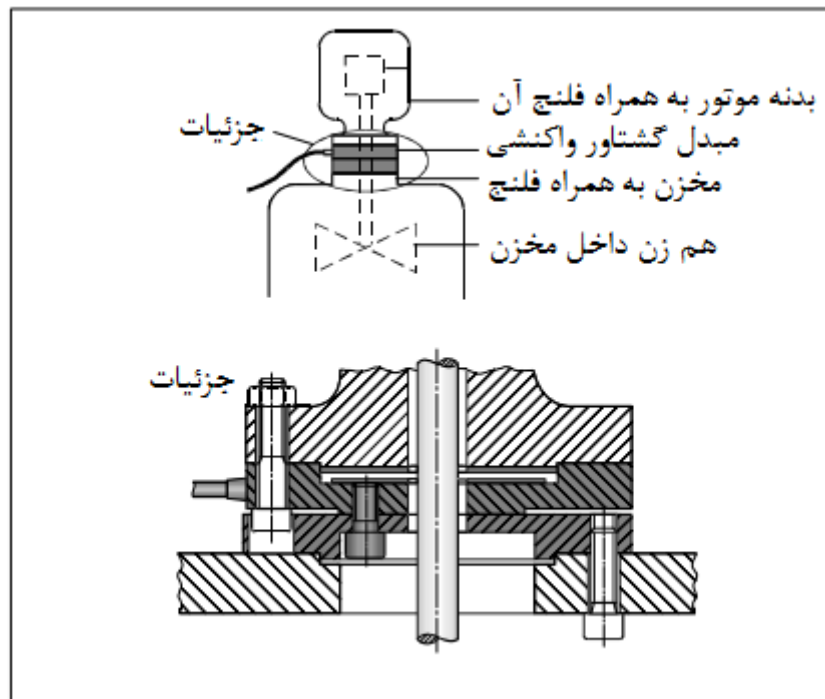


شکل 2: استفاده از مبدل نیرو جهت اندازه گیری نیروی واکنشی روی بازوی اهرمی

در این روش از یک طرف، اینرسی جرم های بزرگ دخیل، تست های دینامیکی را دشوار می کند. ممان جرمی اینرسی به عنوان یک فیلتر پایین گذر مکانیکی عمل می کند. از طرف دیگر این ویژگی می تواند در مواردی که نیازی به اندازه گیری گشتاورهای دینامیکی نباشد نیز مزیت محسوب شود. زیرا مولفه های گشتاور دینامیکی که مورد توجه نیستند، مبدل نیرو را تحت تاثیر خود قرار نمی دهند.

2-2-2 مبدل های اندازه گیری گشتاور واکنشی:

مبدل های گشتاور واکنشی، عملکردهای بلبرینگ و مبدل نیرو در مورد اندازه گیری گشتاور مبتنی بر بازوی اهرمی که در بخش قبل توضیح داده شد، در یک دستگاه ترکیب می کنند. کاربرد اصلی آنها اندازه گیری گشتاور غیر چرخشی است. یکی از کاربردهای آنها نظارت بر فرآیند در همزن ها، رابرها و انواع مشابه این تجهیزات می باشد. در چنین کاربردهایی مبدل مستقیماً بین مخزن و درایو روی همزن قرار می گیرد. شفت موتور درست از وسط مبدل عبور می کند. شکل 3 یک پیکربندی پیشنهادی برای اندازه گیری ویسکوزیته بر اساس اندازه گیری گشتاور واکنشی را نشان می دهد.

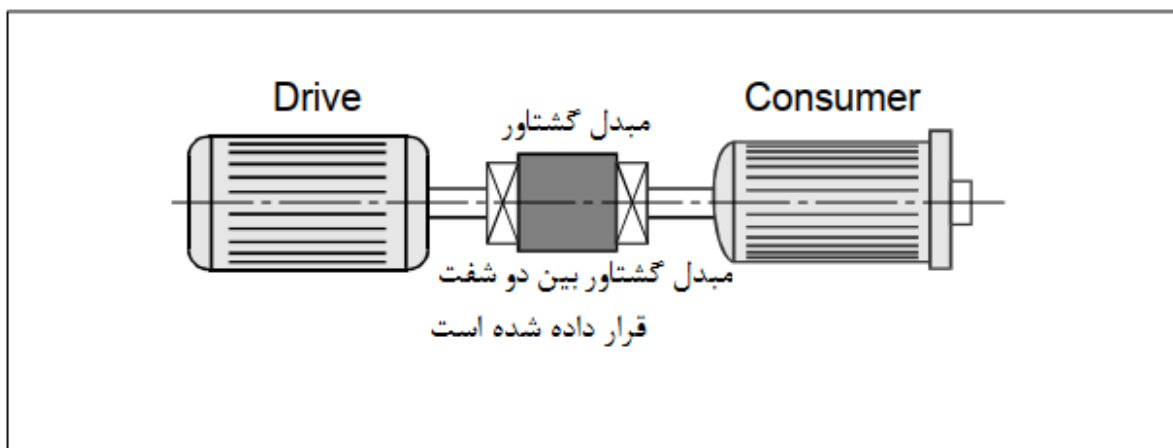


شکل 3: اندازه گیری گشتاور واکنشی بین موتور و مخزن با استفاده از مبدل اندازه گیری گشتاور واکنشی

گشتاور محرک وارد شده به همزن، باید به صورت یک گشتاور واکنشی از محفظه موتور به فلنج مخزن منتقل شود. یک دیسک اندازه گیری گشتاور واکنشی دقیقاً در این نقطه، بین محفظه موتور و مخزن نصب شده است. شفت همزن از طریق سوراخ مرکزی مبدل به موتور متصل می شود و موتور روی دیسک اندازه گیری نصب می شود. جالب توجه است که اصطکاک یاتاقان موتور، بر خلاف اصطکاک یاتاقان در انتهای پایین همزن، باعث خطای اندازه گیری نمی شود.

3-2 اندازه گیری گشتاور چرخان (In-Line torque):

این روش، گشتاور را در یک قطار چرخشی از شفت ها اندازه گیری می کند. و معمولاً به عنوان اندازه گیری گشتاور در خط نیز شناخته می شود. شکل 4 حالت دیاگرامی این موضوع را نشان می دهد. مبدل های گشتاور به طور معمول به سه دسته تقسیم می شوند: شفت های گشتاور، تویی های گشتاور و فلنج های گشتاور.



شکل 4: نحوه اندازه گیری گشتاور چرخان

می توان از اصول فیزیکی مختلفی برای ایجاد سیگنال (تبدیل گشتاور به سیگنال الکتریکی) استفاده کرد که در زیر به مهم ترین آنها اشاره می کنیم:

- هیدرولیک، پنوماتیک

- تبدیل یک تغییر شکل الاستیک به تغییر در مقدار خازن، اندوکتانس، مقاومت و یا فاز.

امروزه متداول ترین روش مورد استفاده، اندازه گیری تغییر شکل یا کرنش با کمک کرنش سنج ها (SGS) است که مقاومت خود را متناسب با کرنش تغییر می دهند. تمام مبدل های گشتاور شرکت هوشمند صنعت تاو الکترونیک بر اساس این اصل طراحی شده اند.

4-2 استفاده از استرین گیج در مبدل های اندازه گیری گشتاور:

مبدل های گشتاور استرین گیجی (SGS) عمدتاً از عناصر ارتجاعی ترکیب شده با گیج های فشار (SGS) و المان های جبرانی و همچنین لوازم جانبی تطبیقی برای اتصالات گشتاور، به طرف های ورودی و خروجی تشکیل شده اند. ویژگی های اصلی و اهمیت کرنش سنج به عنوان اندازه گیری گشتاور به صورت دقیق در زیر بیان شده است:

- کرنش سنج های مورد استفاده در پل اندازه گیری SG (یا مدار پل و تستون که به نام دانشمند انگلیسی سر چارلز و تستون نامگذاری شده است) همراه با المان های جبران کننده، دارای ویژگی های عالی از نظر خطی بودن، پسماند، خزش و تکرارپذیری هستند.

- از آنجایی که SG ها جرم ناچیزی دارند، فرکانس های ایجاد شده در فرآیندهای مورد بررسی می تواند بسیار زیاد باشد (بزرگتر از 50 کیلوهرتز).

Houshmand Sanat Tav Electronic CO.,LTD.

- گشتاورهای استاتیکی و دینامیکی را می توان توسط آنها اندازه گیری کرد.
- استرین گیج ها در حضور ارتعاش استحکام بسیار خوبی از خود نشان می دهند که باعث می شود تحت بارهای متناوب بسیار پایدار باشند.
- مبدل های گشتاور با SG ها هنگامی که به طور مناسب برای کاربرد مورد نظر پیکربندی شوند، پایداری طولانی مدت عالی از خود نشان می دهند.
- با توجه به اینکه استرین گیج ها طوری طراحی می شوند که حداقل پاسخ حرارتی را در خروجی خود نشان دهند، بکارگیری آنها در مدار پل وتستون و بهره گیری از خاصیت جبران سازی آن، به همراه بقیه المان های جبران کننده در مدار مبدل، باعث می شود که دما اثر ناچیزی در خروجی مبدل داشته باشد. بنابراین این مبدل ها را می توان در رنج وسیعی از دماها به کار برد.
- توسط استرین گیج، گشتاور را می توان در جهت های مثبت و منفی اندازه گیری کرد.
- پل اندازه گیری SG می تواند متغیرهای مکانیکی بسیار بحرانی را که ممکن است در طول اندازه گیری گشتاور باعث ایجاد تداخل شوند، مانند گشتاورهای خمشی، نیروهای محوری، نیروهای جانبی و اثرات دورانی را جبران کند.