



توان محور

شفت فایبرکربن

09171969405



TAVAN.MEHVAR655@GMAIL.COM



WWW.TAVANMEHVAR.IR





**TAVAN
MEHVAR**

۱. معرفی محصول و ساختار مهندسی

درایو شفت فایبرکربن یک قطعه پیشرفته در سیستم‌های انتقال قدرت چرخشی است که از لوله‌های کامپوزیت تقویت‌شده با الیاف کربن (CFRP) ساخته می‌شود. این شفت‌ها برای کاربردهایی طراحی شده‌اند که نیاز به انتقال گشتاور بالا، وزن بسیار کم، مقاومت پیچشی استثنایی، عملکرد در سرعت‌های بالا و مقاومت شیمیایی و محیطی فوق‌العاده دارند. برخلاف شفت‌های فلزی سنتی (فولاد یا آلومینیوم)، شفت فایبرکربن می‌تواند در شرایط سخت‌تر با طول عمر بیشتر و بی‌نیاز از تعمیرات کار کند.

وظایف محور انتقال قدرت:

- انتقال توان موتور
- کاهش اثر ارتعاش و ضربه روی موتور و مصرف‌کننده
- جبران خطای نصب موتور و گیربکس در عدم هم‌محوری



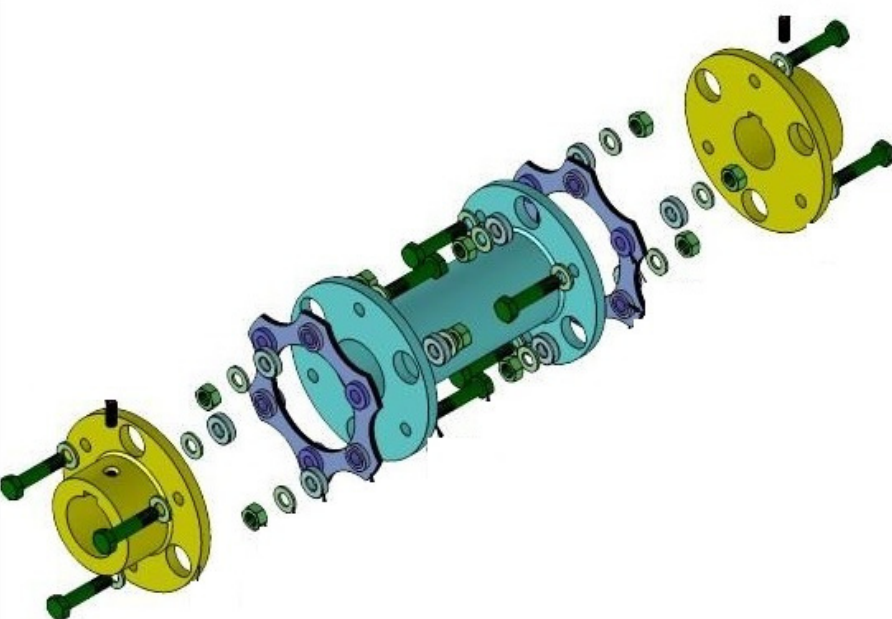
WWW.TAVANMEHVAR.IR



**TAVAN
MEHVAR**

ساختار محصول:

- بدنه لوله‌ای کامپوزیتی با الیاف کربن پیچیده شده یا لایه گذاری شده (filament winding یا prepreg)
- اتصالات انتهایی فلزی با اتصال چسبی یا مکانیکی
- قابل طراحی در مدل های سفارشی یا ماژولار (فلنجی، خارخورده، دندانه دار)



۱ - کوپلینگ سمت موتور

۲ - المان های انعطاف پذیر سمت موتور

۳ - کوپلینگ وسط

۴ - المان های انعطاف پذیر سمت گیربکس

۵ - کوپلینگ سمت گیربکس



**TAVAN
MEHVAR**

فرآیند تولید :

- 1- تولید به روش پیچش الیاف کربن با دستگاه CNC
- 2- عملیات Curing در کوره و با سیکل‌های مختلف
- 3- برش و اندازه سازی
- 4- نصب فلنجهای SS-316 به وسیله چسب مخصوص
- 5- پیچ کردن فلنجهای بر اساس طراحی و به منظور اطمینان بیشتر
- 6- بالانس دینامیکی بر اساس دور نامی

پیکربندی لایه گذاری (Layup Design)

- تک جهته (0°) برای بیشینه سختی پیچشی
- $\pm 45^\circ$ برای مقاومت برشی
- شبه‌ایزوتروپ ($45/90 \pm / 0$) برای خواص متوازن
- پیچشی مارپیچی برای مقاومت خستگی بالا
- لایه گذاری ترکیبی (شیشه / کربن یا آرامید / کربن) برای افزایش مقاومت ضربه‌ای

اتصالات انتهایی فلزی

فولاد ضد زنگ : مناسب محیط‌های شیمیایی



۲. مشخصات فنی

پارامتر	مقدار معمول / قابل ارائه	روش تست / توضیح
نوع الیاف	الیاف کربن پایه PAN (T700، T800، M55J، IM7 و غیره)	الیاف با مدول بالا و استحکام بالا
رزین ماتریس	اپوکسی (رایج)، وینیل استر، سیانات استر، فنولیک	انتخاب بر اساس مقاومت شیمیایی / حرارتی
درصد حجمی الیاف	۵۵-۶۵٪	بهینه برای سفتی و استحکام
استحکام کششی نهایی	الیاف: ۳۰۰۰-۳۵۰۰ مگاپاسکال؛ لایه: MPa ۱۰۰۰-۱۸۰۰	ASTM D3039
مدول کششی	۱۵۰ - ۲۳۰ گیگاپاسکال (لایه)	
استحکام پیچشی	تا ۱۲۰۰۰ نیوتن متر (بسته به طراحی)	لایه گذاری سفارشی
مدول برشی	۱۵ - ۲۲ گیگاپاسکال	ASTM D5379
چگالی	۱،۵۵-۱،۶۵ گرم/سانتی متر مکعب	فولاد: ۷،۸ ~ g/cm ³
حداکثر سرعت چرخش کاری	تا ۱۵۰۰۰ دور بر دقیقه	با بالانس دینامیکی دقیق
سرعت بحرانی شفت	تا ۲،۵ برابر شفت فلزی هم طول	با تحلیل عددی یا FEA
محدوده دمای عملکرد	پیوسته: ۴۰- تا ۱۲۰+ درجه؛ لحظه ای: تا ۱۵۰+	بسته به نوع رزین
مقاومت به خستگی	بیش از ۱ میلیون سیکل در بار ۶۰-۷۰٪	ASTM D3479
مقاومت شیمیایی و خوردگی	کاملاً مقاوم به آب نمک، اسید، باز، بخار شیمیایی	ASTM B117، ISO 9227
عایق الکتریکی	غیررسانا (در صورت عدم استفاده از الیاف کربن خالص)	مناسب برای ایزوله الکتریکی



۳. ابعاد و ضخامت‌های قابل ارائه

ابعاد رایج بدنه شفت

طول استاندارد شفت	ضخامت دیواره	قطر بیرونی (OD)
۵۰۰ تا ۶۰۰۰ میلی‌متر (یک تکه)	۱٫۵ الی ۸ میلی‌متر	۲۵ الی ۳۰۰ میلی‌متر

۴. ویژگی‌های مهندسی و مزایای رقابتی

فوائد	کارایی	خصوصیات
نصب آسان افزایش عمر یاتاقان‌ها کاهش ارتعاشات	جرم کاهش یافته کاهش نیروهای وارد بر یاتاقان‌ها کاهش اینرسی	وزن کم
افزایش عمر مفید کاهش تعمیرات و نگهداری افزایش ایمنی کاهش هزینه‌های استفاده	مقاوم در محیط‌های شیمیایی	مقاوم در برابر خوردگی
کاهش ارتعاشات کاهش تنش افزایش محدوده کاری	پایداری ابعادی	ضریب انبساط حرارتی پایین
کاهش هزینه‌های استفاده افزایش عمر مفید کاهش تعمیرات و نگهداری افزایش ایمنی	رفع ساییدگی عمر خستگی بی‌نهایت نصب آسان	درایوشافت با انعطاف پذیری بالا
نصب آسان کاهش هزینه‌های استفاده	کاهش تنش قطعات افزایش عمر	عدم نیاز به هم‌محوری با دقت بالا
حذف فرکانس‌های تشدید حذف یاتاقان‌های ثابت	بالا بودن سفتی بالا بودن سرعت بحرانی	بالا بودن استحکام و خواص مکانیکی نسبت به وزن



۵. مشکلات رایج و راه حل های درایو شفت فایبرکربن

مشکل	راه حل درایو شفت فایبرکربن
خرابی شفت در محیط خورنده	ساختار کاملاً ضد خوردگی
لرزش و صدای زیاد در سیستم	جذب ارتعاش بالا → کاهش نویز و افزایش عمر تجهیز
کندی در شتاب گیری سیستم چرخشی	جرم چرخشی پایین → شتاب بیشتر و پاسخ سریع تر
خستگی و شکست زودهنگام در شفت های بلند	مقاومت فوق العاده به خستگی
کمبود فضا در طراحی	کاهش نیاز به تکیه گاه → صرفه جویی در فضا
هزینه های مداوم تعمیر و نگهداری	بی نیاز از نگهداری در بازه های چند ساله
نگرانی از شکست خطرناک شفت	شکست تدریجی با هشدار قابل مشاهده



جدول مقایسه خواص شفت های کامپوزیتی و فلزی جهت شفت با طول 3 متر

ردیف	شفت فولادی	شفت فایبرگرن
1	حداقل وزن 140 کیلوگرم	حداقل وزن 12 کیلوگرم
2	نصب مشکل و نیاز به نیرو و تجهیزات خاص به دلیل وزن بالا	نصب آسان به دلیل وزن کم
3	خوردگی در برابر محیطهای اسیدی و گاز کلر	مقاومت به خوردگی عالی
4	نیاز به تعمیرات هر شش ماه	عدم نیاز به تعمیرات به دلیل حذف قطعات دوار از جمله یاتاقان های وسط و استفاده از تکنولوژی شیم پک
5	ایجاد ویبریشن و کاهش طول عمر سیستم	دمپ کننده ویبریشن و افزایش طول عمر سیستم
6	راندمان پایین به دلیل وجود تجهیزات اضافی و وزن بالا	راندمان فوق العاده عالی با حذف تجهیزات اضافی و کاهش فوق العاده وزن
7	فشار زیاد بر روی بیرینگ های موتور و گیربکس به دلیل وزن بالا	عدم وجود بیرینگ
8	احتمال خطر ناشی از برخورد بالابر و تجهیزات و ایجاد خرابی	فدا شونده
9	در اثر جابجایی غیر صحیح احتمال خارج شدن از بالانس وجود دارد	بالانس حفظ میشود



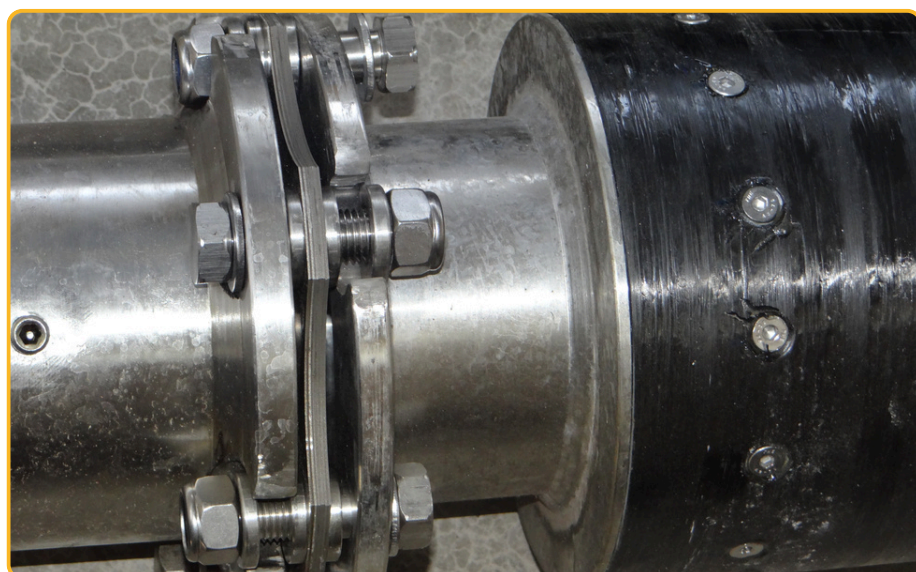
**TAVAN
MEHVAR**

۶. کاربرد در صنعت

- انتقال قدرت در سیستم‌های دوار سنگین:
- نورد فلز
- صنایع کاغذ
- همزن‌های شیمیایی
- فن‌های صنعتی
- محیط‌های خورنده: پتروشیمی، معدن، آب‌شور
- سازه‌های مازولار یا متحرک



TAVAN MEHVAR CO.



۷. سوالات متداول مشتریان ناآشنا با محصول

- آیا این محصول گران تر از فلز است؟
بله، اما در بلندمدت با توجه به عدم نیاز به تعمیر، کاهش مصرف انرژی و افزایش عمر، هزینه کل بسیار کمتر خواهد بود.
- چه ابعاد و طول هایی قابل ارائه است؟
از قطر ۲۵ تا ۳۰۰ میلی متر، طول تا ۶ متر به صورت یک تکه، و طراحی سفارشی اتصال.
- آیا بالانس شفت تضمین می شود؟
بله، هر شفت به صورت دینامیکی با دقت بالا (G1.0 یا G2.5) بالانس می شود.
- در دمای بالا یا سرد چه عملکردی دارد؟
با انتخاب رزین مناسب، شفت می تواند از ۴۰- تا ۱۵۰+ درجه سانتی گراد کار کند.
- آیا شفت کربنی با ضربه می شکند؟
خیر، به جای شکستن ناگهانی، به صورت تدریجی لایه لایه جدا می شود که بسیار ایمن تر است.
- آیا می توان آن را جایگزین شفت فلزی موجود کرد؟
بله، تیم مهندسی ما مطابق ابعاد، گشتاور و نوع اتصال شما، نسخه کامپوزیتی طراحی می کند.
- زمان تحویل چقدر است؟
مدل های استاندارد: ۲ تا ۴ هفته
سفارشی: ۴ تا ۶ هفته با توجه به طراحی فلنج و اتصالات

۸. خدمات مهندسی و پشتیبانی طراحی

کنترل کیفیت:

- آزمایشات مواد اولیه
- آزمایشات حین تولید
- تستهای مخرب
- کنترل ابعادی
- بالانس دینامیکی

استانداردها:

- API 661 (Design/Selection of Components)
- API 671 (Power transmission couplings)
- ISO 1940 (Balancing)
- CTI Articles (Design/Selection of Components)
- ANSI/AGMA 9000-C90 (Dynamic balancing)

- کیفیت مشابه انواع اروپایی با قیمت پایینتر
- گارانتی 12 ماه پس از نصب یا 24 ماه بعد از تحویل کالا
- بالانس دینامیکی و ارائه گواهی بالانس از شرکت ثالث
- خدمات پس از فروش ده ساله
- بررسی جایگزینی گاردانهای قدیمی (رایگان)
- انطباق با انواع سیستمهای انتقال موجود
- تعویض گاردانهای فلزی بدون نیاز به تغییر سیستم
- طراحی CAD سه بعدی و تحلیل FEA
- مهندسی Layup برای تنظیم سفتی / انعطاف
- تحلیل حرارتی و ارتعاشی
- نمونه سازی و تولید انبوه
- اتصال فلز به کامپوزیت با چسب یا مکانیکی
- خدمات OEM/ODM و برندسازی سفارشی





۹. راهنمای انتخاب شفت فایبرکربن مناسب

۱. بررسی مشخصات کاربردی

پارامتر	توضیح
نوع کاربرد	انتقال قدرت، کاهش لرزش، انتقال گشتاور با دور بالا، استفاده در محیط خورنده یا مرطوب
محیط کاری	رطوبت بالا، محیط شیمیایی، دمای بالا یا پایین
(RPM) دور کاری	سرعت چرخش واقعی سیستم → شفت‌های فایبرکربن مناسب برای سرعت‌های بالا به دلیل وزن سبک و مقاومت دینامیکی بالا
فاصله بین دو نقطه اتصال (دهانه شفت)	فاصله بین موتور و بار یا بین دو اتصال که شفت باید بدون خم شدن یا نوسان عمل کند

۲. بررسی پارامترهای فنی

پارامتر	چرا مهم است
(OD) قطر خارجی	تعیین‌کننده ظرفیت تحمل گشتاور
ضخامت دیواره	در ترکیب با قطر خارجی، روی سفتی، وزن و گشتاور قابل تحمل اثر می‌گذارد
طول شفت	و ضخامت، روی انحراف و ارتعاش OD در کنار تأثیرگذار است
(Specific Modulus) مدول ویژه	نشان‌دهنده نسبت سفتی به وزن - هرچه بیشتر، عملکرد بهتر در سرعت بالا
(Rated Torque) گشتاور اسمی	گشتاور طراحی که شفت بدون تغییر شکل یا آسیب می‌تواند تحمل کند
(Critical Speed) حداکثر سرعت بحرانی	نباید در عملکرد نهایی به آن نزدیک شوید؛ لرزش شدید در این نقطه رخ می‌دهد

۳. انتخاب نوع کوپلینگ و اتصال

- آیا به کوپلینگ انعطاف پذیر نیاز دارید؟
- در صورت وجود ناهماهنگی (Misalignment) بین دو محور
- آیا محل نصب فضای محدود دارد؟
- شفت های فایبرکربن به دلیل وزن سبک، در فضاهای تنگ و معلق مناسب تر هستند

جدول استاندارد شفت های تولیدی توان محور

TAVAN MEHVAR COMPOSITE SHAFT DIMENSION											
Size	Torque [Nm]		Dimensions [mm]								
	TKN	TK .max	DA	max. d1 /d2	D	l1/l2	E1	DBSE	.LGes	Comp osite Pipe	max. (DBSE at 1500
100	800	1600	195	70	102	65	15	custo mer's specifi cation s	custo mer's specifi cation s	108	3500
110	1800	3600	195	85	123	80	15			118	3900
150	2500	5000	240	110	135	80	15			158	4600
180	4500	9000	205	140	163	100	15			188	5900
250	8000	16000	220	160	163	180	15			260	5900

توصیه های انتخاب نهایی:

1. در سیستم هایی با سرعت بالا (RPM بالا)، از شفت هایی با مدول ویژه بالا و طراحی تراز دقیق استفاده کنید.
2. برای انتقال گشتاور بالا، حتماً قطر و ضخامت استاندارد بر اساس فرمول مهندسی گشتاور انتخاب شود.
3. طول شفت نباید از محدوده طول بحرانی تجاوز کند؛ در صورت نیاز از بلبرینگ میانی یا شفت دو تکه استفاده کنید.
4. در محیط های با رطوبت یا مواد شیمیایی، شفت فایبرکربن انتخاب ایده آل است.



دستورالعمل نصب شفت فایبرکربن توان محور (Carbon Fiber Shaft)

موارد ایمنی پیش از شروع:

1. از دستکش ایمنی ضدبرش و عینک محافظ استفاده شود.
2. محیط نصب باید خشک، تمیز و بدون گردوغبار باشد.
3. قبل از شروع نصب، شفت را از نظر آسیب‌های ظاهری، ترک یا تاب خوردگی بررسی کنید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز:

- گشتاورسنج (Torque Wrench)
- ابزار تراز لیزری یا مکانیکی
- گریس ضد خوردگی یا کامپوزیتی (در صورت نیاز)
- پیچ‌های فولادی ضد زنگ یا بست‌های مخصوص (بر اساس نوع کوپلینگ)
- کولیس یا ابزار دقیق اندازه‌گیری محور

مراحل نصب:

مرحله 1: بررسی و آماده‌سازی محل نصب

- تکیه‌گاه‌ها، یاتاقان‌ها و کوپلینگ‌ها را از نظر هم‌راستایی و سلامت مکانیکی بررسی کنید.
- از تراز بودن شاسی و محورها اطمینان حاصل کنید. هرگونه ناهم‌راستایی باعث کاهش عمر شفت می‌شود.

مرحله 2: بررسی شفت و کوپلینگ‌ها

- مطمئن شوید که طول و قطر شفت مطابق با طراحی سیستم باشد.
- کوپلینگ‌ها باید با دقت و با تolerانس مناسب (مطابق دیتاشیت) به سر شفت متصل شوند.



مرحله 3: نصب کوپلینگ‌ها به شفت

- کوپلینگ‌ها را آهسته و یکنواخت روی شفت نصب کنید تا آسیبی به سطح وارد نشود.
- از چکش فلزی استفاده نکنید؛ اگر لازم است از ابزارهای فشاری نرم (نایلونی یا پلاستیکی) استفاده کنید.

مرحله 4: تثبیت شفت در محل

- شفت را داخل جایگاه اصلی قرار داده و با استفاده از ابزار تراز، **در دو جهت افقی و عمودی تراز کنید.
- فاصله‌های دو سر شفت با اتصالات یا یاتاقان‌ها باید برابر و در محدوده استاندارد باشد.

مرحله 5: سفت کردن پیچ‌ها یا بست‌ها

- پیچ‌های اتصال کوپلینگ به شفت و شفت به سیستم را با گشتاور استاندارد ببندید.

مرحله 6: چرخش اولیه و تست عملکرد

- شفت را به صورت دستی بچرخانید تا از عدم وجود گیر یا برخورد اطمینان حاصل شود.
- دستگاه را روشن کرده و در دور پایین، لرزش و صدای غیرعادی را بررسی کنید.
- سپس سرعت را به حالت کاری رسانده و دما، ارتعاش و عملکرد را مانیتور کنید.

نکات مهم:

- شفت فایبرگربن نباید در معرض ضربه یا خراش قرار گیرد.
- از تماس مستقیم با مواد شیمیایی خورنده مانند اسیدها و قلیاها خودداری شود.
- بازبینی دوره‌ای پیچ‌ها و کوپلینگ‌ها بعد از ۱۰۰ ساعت کارکرد اولیه توصیه می‌شود.

TAVAN MEHVAR



09171969405



TAVAN.MEHVAR655@GMAIL.COM



WWW.TAVANMEHVAR.IR