



طراحی اجزای ماشین

(خار و گوه، چرخ دنده، شفت و محور، یاتاقان و راهنما)

تألیف:

دکتر مهدی اخلاقی

استاد دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

پاییز ۱۴۰۳

سرشناسه	: اخلاقی، مهدی، ۱۳۲۶-
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی اجزای ماشین: (خار و گوه، چرخ دنده، شفت و محور، یاتاقان و راهنما) / تألیف مهدی اخلاقی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	: [۸]، ۵۱۳ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۹۳۲-۶
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۴۸۵] - ۴۸۷.
یادداشت	: نمایه.
عنوان دیگر	: خار و گوه، چرخ دنده، شفت و محور، یاتاقان و راهنما.
موضوع	: قطعات ماشین - طراحی.
موضوع	: Machine parts -- Design
موضوع	: ماشین آلات - طراحی.
موضوع	: Machine design
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران). مرکز نشر.
شناسه افزوده	: Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic). Publishing Center.
رده بندی کنگره	: T.J ۲۳۰
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۸۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۸۱۹۰۲۴

این کتاب در جلسه مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۲۵ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: طراحی اجزای ماشین: (خار و گوه، چرخ دنده، شفت و محور، یاتاقان و راهنما)
تألیف	: مهدی اخلاقی
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	: پاییز ۱۴۰۳
قیمت	: ۴۲۰,۰۰۰ تومان
تیراژ	: ۳۰ نسخه
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۹۳۲-۶ ISBN : 978-964-463-932-6

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

إِيَّاكَ نَعْبُدُ وَإِيَّاكَ نَسْتَعِينُ

فهرست

عنوان	صفحه
پیشگفتار	الف
فصل ۱- اتصال شفت - توپی (هاب)	۱
۱-۱: اتصال (چفت و بست) اصطکاکی	۳
۱-۱-۱: گشتاور و نیروی انتقال	۴
۱-۱-۲: نشست مجموعه سیلندر - پرسی	۸
۱-۱-۲-۱: ایجاد مجموعه نشست پرسی	۱۰
۱-۱-۲-۲: نیاز به نشست پرسی	۱۰
۱-۱-۲-۳: مجموعه نشست پرسی الاستیک و الاستیک - پلاستیک	۱۱
۱-۱-۲-۴: اندازه اضافه (تداخل) در مجموعه الاستیک نشست پرسی	۱۲
۱-۱-۲-۵: محاسبه مجموعه الاستیک نشست پرسی	۲۳
۱-۱-۲-۶: محاسبه مجموعه الاستیک نشست پرسی - بعد از جا زدن	۲۵
۱-۱-۲-۷: محاسبه مجموعه الاستیک نشست پرسی - سرعت کم محیطی	۲۵
۱-۱-۲-۸: محاسبه مجموعه الاستیک نشست پرسی - با رعایت دما	۲۶
۱-۱-۲-۹: اثرات فرآیند کار و ساختمان طرح بر تنش	۲۷
۱-۱-۲-۱۰: اقدامات کمکی در وضعیت ناکافی بودن استحکام	۳۰
۱-۱-۲-۱۱: اقدامات کمکی در ارتباط با اتصالات نشست پرسی	۳۰
۱-۱-۲-۱۲: جا زدن و باز کردن نشست های سیلندری پرسی	۳۲
۱-۱-۳: نشست مجموعه مخروط - پرسی	۳۷
۱-۱-۳-۱: نیرو در نشست مجموعه مخروط - پرسی	۳۸
۱-۱-۳-۲: نشست هیدرولیکی مجموعه مخروط - پرسی	۴۴
۱-۱-۳-۳: نشست مجموعه مخروط - پرسی با جاگیری مطمئن	۴۴
۱-۱-۴: اتصالات با المان (حمال) پرسی تنیده	۴۵
۱-۱-۴-۱: اتصالات با رینگ (حلقه) مخروطی تنیده	۴۶
۱-۱-۴-۲: اتصالات با بوش مخروطی تنیده - دابل	۵۰
۱-۱-۴-۳: اتصالات با رینگ (بشقاب) فنری - تنیده	۵۱
۱-۱-۴-۴: اتصالات با بوش فشاری	۵۱

۵۲.....	۵-۴-۱-۱: اتصالات با حلقه (رینگ) تُلرُانس
۵۳.....	۶-۴-۱-۱: اتصالات با بوش تنیده - جدار خالی هیدرولیکی
۵۳.....	۷-۴-۱-۱: اتصالات با فلنج تنیده
۵۴.....	۲-۱: اتصال (چفت و بست) با شکل هندسی
۵۷.....	۱-۲-۱: هم مرکزیت (هم تراز)
۶۰.....	۲-۲-۱: حالت کار (گشتاور و نیروی عرضی) - کلی
۶۱.....	۳-۲-۱: محاسبه قابلیت (ظرفیت) حمل بار
۶۷.....	۴-۲-۱: اتصالات بی واسطه (چفت و بست) با شکل هندسی
۶۷.....	۱-۴-۲-۱: اتصالات با شفت دندانه دار، شکل ۳۴f-۱
۷۲.....	۲-۴-۲-۱: اتصالات با شفت شیار دار، شکل ۳۴g-۱
۷۷.....	۳-۴-۲-۱: اتصالات با شفت هزار خار، شکل ۳۴h-۱
۷۸.....	۴-۴-۲-۱: اتصالات با شفت منشوری، شکل ۳۴i-۱
۸۲.....	۵-۲-۱: اتصالات واسطه دار، (چفت و بست) با شکل هندسی
۸۲.....	۱-۵-۲-۱: اتصالات با خار انطباق
۸۶.....	۲-۵-۲-۱: اتصالات با خار پولکی
۸۷.....	۶-۲-۱: اتصالات واسطه دار پیش تنیده، (چفت و بست) با شکل هندسی
۸۸.....	۱-۶-۲-۱: اتصالات با گوه طویل
۸۹.....	۲-۶-۲-۱: سایر اتصالات واسطه دار
۹۳.....	۳-۱: اتصال چفت و بست یک پارچه (پیوند چسبی)
۹۳.....	۱-۳-۱: پیوند چسبی با نشست لغزنده
۹۴.....	۱-۳-۱: مواد چسبی
۹۵.....	۲-۳-۱: تولید
۹۵.....	۳-۱-۳-۱: قابلیت حمل، ابعاد، کنترل استحکام
۱۰۰.....	۴-۱-۳-۱: ساختمان طرح
۱۰۱.....	۲-۳-۱: اتصال چسبی با نشست انقباضی
۱۰۲.....	۱-۲-۳-۱: مواد چسبی
۱۰۲.....	۲-۲-۳-۱: تولید
۱۰۵.....	۳-۲-۳-۱: قابلیت حمل، ابعاد، و کنترل استحکام
۱۰۷.....	۴-۲-۳-۱: ساختمان طرح

۱۰۷	۴-۱: مقایسه مخارج
۱۰۹	۵-۱: مسائل تکمیلی
۱۳۵	فصل ۲- چرخ دنده و سامانه چرخ دنده ای
۱۳۶	۱-۲: قانون دندانه
۱۴۰	۲-۲: شکل هندسی گُرده و نوع دندانه
۱۴۱	۱-۲-۲: دندانه سیکلوئید
۱۴۳	۲-۲-۲: دندانه اینولوت (اولونت)
۱۴۶	۱-۲-۲-۲: پروفیل مرجع و فرآیند تولید دندانه اینولوت (یا اولونت)
۱۴۷	۲-۲-۲-۲: هندسه چرخ های دندانه اینولوت
۱۵۱	۳-۲-۲-۲: اندازه دندانه در چرخ دنده صفر
۱۵۳	۴-۲-۲-۲: مسیر تماس، هم پوشانی دندانه ها
۱۵۴	۵-۲-۲-۲: تصحیح دندانه یا انحراف (جابجائی) پروفیل
۱۷۰	۳-۲: ابعاد اصلی چرخ دنده
۱۷۷	۴-۲: تلرانس دندانه
۱۸۷	۵-۲: دقت بدنه و تلرانس چرخ دنده
۱۸۹	۶-۲: نیرو بر دندانه چرخ سیلندری
۱۸۹	۱-۶-۲: چرخ سیلندری دندانه صاف (دندانه مستقیم)
۱۹۲	۲-۶-۲: چرخ سیلندری دندانه مایل
۱۹۵	۷-۲: چرخ دنده های مخروطی
۲۱۵	۱-۷-۲: ضخامت دندانه، لقی گُرده
۲۱۷	۲-۷-۲: چیدمان اجزای ساختمان طرح، روانکاری، بارهای یاتاقان
۲۲۱	۳-۷-۲: افت توان و بازده
۲۲۵	۴-۷-۲: لغزش و غلتش گُرده های دندانه
۲۲۸	۵-۷-۲: انحراف دندانه، تلرانس، کنترل دندانه، لقی گُرده
۲۲۸	۶-۷-۲: تعیین تخمینی قطر و عرض در $\Sigma = 90^\circ$
۲۲۹	۷-۷-۲: انتخاب تعداد دندانه Z_1 و مدول
۲۲۹	۷-۷-۲: طراحی طرح، پارامترهای دیگر دندانه
۲۲۹	۸-۷-۲: کنترل قابلیت حمل بار، محاسبات، مثال
۲۳۰	۸-۲: مسائل تکمیلی

فصل ۳- محور و شفت	۲۴۵
۱-۳: فرآیند طراحی محور و شفت	۲۴۷
۲-۳: بار (نیروها، ممان و یا گشتاور ها)	۲۴۸
۳-۳: مواد	۲۴۹
۴-۳: تولید	۲۴۹
۵-۳: ملاحظات در طراحی و محاسبات	۲۵۱
۶-۳: کنترل استحکام	۲۵۷
۳-۶-۱: پیش فرضیات	۲۵۷
۳-۶-۲: کنترل استحکام استاتیکی و دینامیکی (حد دوام) شفت ها	۲۵۸
۳-۷-۷: کنترل تغییر شکل الاستیک	۲۷۳
۳-۷-۱: خیز و شیب	۲۷۴
۳-۷-۲: پیچش (تورشن)	۲۷۹
۳-۷-۳: رفتار نوسانی	۲۸۰
۳-۷-۱: نوسانات خمشی	۲۸۱
۳-۷-۲: نوسانات گردشی (پیچشی)	۲۸۲
۳-۸: مسائل تکمیلی	۲۸۳
فصل ۴- راهنماها و یاتاقان ها	۳۱۱
۱-۴: یاتاقان (برینگ)	۳۱۲
۴-۱-۱: ضروریات	۳۱۴
۴-۱-۲: انتخاب نوع یاتاقان	۳۱۵
۴-۱-۳: چیدمان یاتاقان	۳۱۶
۴-۲: راهنماهای خطی	۳۱۷
۴-۲-۱: لیست الزامات - انتخاب نوع سازه	۳۲۲
۴-۲-۲: کاربرد	۳۲۳
۴-۳: یاتاقان غلتشی (بول و رول برینگ)	۳۲۴
۴-۳-۱: قفس یا جدا ساز	۳۲۶
۴-۳-۲: اصطلاحات (اسکولاسیون، زاویه تماس، فضای یاتاقانی، لقی)	۳۲۷
۴-۳-۳: تولید، انطباق، روانکاری، و نشت بندی	۳۳۲
۴-۳-۴: نوع های ساختمان یاتاقان غلتشی	۳۵۴

۳۵۶.....	۵-۳-۴: قابلیت (ظرفیت) حمل بار و عمر کار
۳۶۲.....	۱-۵-۳-۴: قابلیت حمل بار- استاتیکی
۳۶۴.....	۲-۵-۳-۴: قابلیت حمل بار - دینامیکی
۳۷۲.....	۳-۵-۳-۴: عمر کار
۳۷۸.....	۶-۳-۴: نصب (مونتاژ)، انطباق، و چیدمان یاتاقان
۳۸۸.....	۷-۳-۴: افت اصطکاک
۳۹۰.....	۴-۴: یاتاقان لغزشی
۳۹۴.....	۱-۴-۴: مبانی روانکاری هیدرودینامیکی و هیدرواستاتیکی
۳۹۵.....	۱-۱-۴-۴: جریان تحت فشار (جریان هاگن - پوازوی)
۳۹۸.....	۲-۱-۴-۴: جریان درگ (جریان کوئت و یا جریان کششی)
۳۹۸.....	۳-۱-۴-۴: رویهم قرار گرفتن جریان تحت فشار و جریان درگ
۳۹۸.....	۲-۴-۴: یاتاقان شعاعی هیدرودینامیکی (بار پایدار، یاتاقان سیلندر دایروی)
۴۰۰.....	۱-۲-۴-۴: قابلیت حمل بار و ضریب اصطکاک؛ عدد زمرفلد (سامرفلد)
۴۰۲.....	۲-۲-۴-۴: متغیر های تأثیرگذار بر عدد سامرفلد و مشخصه اصطکاک
۴۰۸.....	۳-۲-۴-۴: شاخص های حالت کار
۴۱۰.....	۴-۲-۴-۴: گرما و روانکار
۴۱۴.....	۵-۲-۴-۴: نوسانات، پایداری
۴۱۴.....	۶-۲-۴-۴: ساختمان یاتاقان های هیدرودینامیکی شعاعی
۴۱۸.....	۳-۴-۴: یاتاقان های هیدرودینامیکی شعاعی (حالت ناپایدار، نوع های خاص)
۴۱۸.....	۱-۳-۴-۴: یاتاقان لغزشی حالت ناپایدار کار
۴۱۹.....	۲-۳-۴-۴: یاتاقان لغزشی غیر سیلندری با شکاف برای روانکاری
۴۲۳.....	۴-۴-۴: یاتاقان هیدرودینامیکی محوری (آکسیال)
۴۲۳.....	۱-۴-۴-۴: قابلیت حمل، ضریب اصطکاک، و عدد سامرفلد
۴۲۶.....	۲-۴-۴-۴: ساختمان یاتاقان های هیدرودینامیکی محوری (آکسیال)
۴۲۹.....	۵-۴-۴: یاتاقان لغزشی هیدرواستاتیکی
۴۳۱.....	۱-۵-۴-۴: یاتاقان هیدرواستاتیکی شعاعی
۴۳۱.....	۱-۱-۵-۴-۴: عملکرد و طراحی
۴۳۲.....	۲-۱-۵-۴-۴: ابعاد و قابلیت (ظرفیت) حمل بار
۴۳۹.....	۲-۵-۴-۴: یاتاقان هیدرواستاتیکی محوری

۴۳۹	 عملکرد و طراحی ۱-۲-۵-۴-۴
۴۴۰	 قابلیت حمل یاتاقان یک سطحی (بشقابی شکل ۴-۱۰۹a) ۲-۲-۵-۴-۴
۴۴۱	 قابلیت حمل سایر یاتاقان های محوری ۳-۲-۵-۴-۴
۴۴۲	 مواد و تولید یاتاقان های لغزشی ۶-۴-۴
۴۴۳	 مواد شفت ۱-۶-۴-۴
۴۴۴	 مواد پوسته یا بوش یاتاقان ۲-۶-۴-۴
۴۴۶	 روانکار و روانکاری ۳-۶-۴-۴
۴۵۱	 سایر یاتاقان های لغزشی ۷-۴-۴
۴۵۱	 یاتاقان های متخلخل فلز سینتر ۱-۷-۴-۴
۴۵۳	 یاتاقان های پلاستیکی ۲-۷-۴-۴
۴۵۶	 قابلیت حمل بار در یاتاقان های پلاستیکی ۱-۲-۷-۴-۴
۴۵۹	 جفت لغزشی شفت - یاتاقان ۲-۲-۷-۴-۴
۴۵۹	 یاتاقان مرکب با لایه پلاستیک حرکتی ۳-۲-۷-۴-۴
۴۶۳	 روانکاری ۴-۲-۷-۴-۴
۴۶۳	 یاتاقان با هوا یا ایرواستاتیک ۳-۷-۴-۴
۴۶۵	 یاتاقان های مغناطیسی ۴-۷-۴-۴
۴۶۵	 یاتاقان های الکترو مغناطیسی ۱-۴-۷-۴-۴
۴۶۷	 یاتاقان های سیال مغناطیسی ۲-۴-۷-۴-۴
۴۶۸	 مسائل تکمیلی ۵-۴
۴۸۵	 مراجع
۴۸۹	 نمایه
۴۹۵	 واژه نامه (فارسی - انگلیسی)
۵۰۵	 واژه نامه (انگلیسی - فارسی)

پیش گفتار

معرفی و محاسبات مربوط به اجزای انتقال دهنده نیرو و گشتاور، در یک سامانه (سیستم) مکانیکی، اولین بار در سال ۱۳۷۰ ارائه و در سال های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ مورد بازنگری قرار گرفت. مجموعه حاضر در راستای تکمیل مباحث مطروحه، با توجه به طرح اجزای جدید و تغییر شیوه ارائه و با هدف بسط و توسعه مفاهیم طراحی اجزای ماشین و همچنین آموزش مهارت های طراحی، تدوین شده است.

تحلیل دقیق و طراحی بهینه قطعات ماشین با در نظر گرفتن مواردی چون کیفیت بالا، ضریب مناسب به لحاظ ایمنی و اطمینان، شکل و یا فرم هندسی مطلوب، تنها با تسلط بر فرآیند طراحی اجزای مکانیکی میسر است و، به همین منظور، فراگیری دقیق آن بخصوص برای « دانشجویان و علاقه مندان در گروه های مهندسی مکانیک، هوا - فضا، مهندسی پزشکی، صنایع، نساجی، عمران، و کشتی سازی » مفید خواهد بود.

محتوی علمی - کاربردی پیش رو، حاصل بیش از ۴۰ سال تجربه آموزشی، نتایج تحقیقات دانشگاهی و صنعتی، با بهره گیری از مباحث منتخب کتب علمی، و استفاده از آخرین دستاوردهای علمی و تحقیقاتی و در راستای مجموعه های مرتبط شامل " طراحی اجزای ماشین (تئوری شکست و روش پیشگیری - اتصالات)، طراحی اجزای ماشین - (پیشرفته - طراحی گیربکس)، و طراحی اجزای ماشین (طرح های مکانیکی) " تحقق یافته است.

- فصل اول به شفت - توپی (هاب) و در این ارتباط به انتقال گشتاور (نیرو) از طریق "چفت" و بست" در اتصال اصطکاکی و اتصال پیوند چسبی می پردازد.

- فصل دوم در مورد چرخ دنده و سامانه های چرخ دنده ای است. انتقال نیرو (گشتاور) از طریق درگیری دندانه های چرخ های سیلندری و مخروطی امکان پذیر است. این فصل به مبنای اصلی درگیری یک جفت دندانه با رعایت موقعیت شفت های محرک و متحرک می پردازد؛ مباحث مطروح مقدمه ای بر طراحی گیربکس است.

- فصل سوم محور و شفت را، به عنوان اجزای گردنده، به لحاظ جذب و انتقال نیرو به تکیه گاه ها مورد بررسی قرار می دهد.

- فصل چهارم در ارتباط با راهنما و یاتاقان ها است. راهنماهای گردشی، خطی، و چرخشی و در ادامه یاتاقان های محوری و شعاعی و چیدمان آن ها مورد توجه قرار گرفته است.

برای تفهیم دقیق و آشنائی بیشتر با روابط تئوری، مثال های عددی در متن و تمرین های کاربردی مرتبط در هر فصل در بخش تمرینات با حل کامل گنجانده شده است. همچنین به منظور آشنائی با اصطلاحات فنی، و در مواردی توضیح بیشتر، لغات و جملات کوتاه مرتبط به انگلیسی در زیرنویس آمده است.

معرفی مواد و در مواردی داده های مورد نیاز، حاصل نتایج آزمایشات دراستانداردهای مطرح بین المللی، نظیر *DIN ISO BS AGMA*، در جداول آمده است.

با وجود دقت و تلاش زیاد در تهیه این مجموعه، وجود پاره ای نواقص و نارسائی ها را در آن نمی توان انکار نمود؛ لذا از هر گونه نظرات و پیشنهادات اصلاحی و سازنده اساتید، صاحب نظران، محققین و دانشجویان عزیز استقبال می شود.

مهدی اخلاقی

استاد دانشکده مکانیک

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

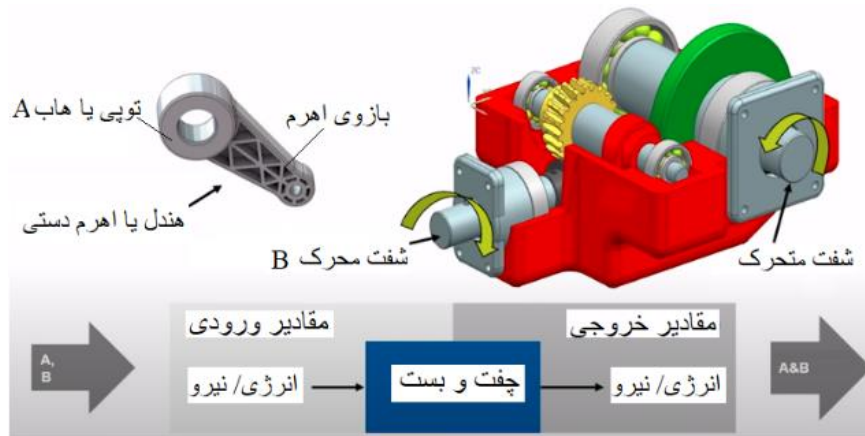
۱۴۰۳

۱

اتصال شفت – توپی (هاب)

شکل ۱-۱ تصویری روشن از انتقال گشتاور را نشان می دهد. مقادیر ورودی (انرژی / نیرو) از طریق اهرم A موجب ایجاد گشتاور و در ادامه انتقال آن، از طریق "چفت و بست" (اتصال توپی و شفت^۱)، به شفت B.

^۱ در ارتباط با تفرانس های هندسی به "طراحی اجزای ماشین – ملاحظات در طراحی شکل هندسی برای ساخت و تولید" مراجعه شود.



شکل ۱-۱: انتقال گشتاور مابین شفت و توبی (هاب)^۱

بطور کلی انتقال گشتاور از اتصال یک شفت به شفت و یا به جزء دیگر ماشین، به سه صورت امکان پذیر است، شکل ۱-۲: چفت و بست یکپارچه^۲، چفت و بست اصطکاکی^۳ و چفت و بست با شکل هندسی^۴. در نوع اول با یکپارچگی قطعات (نظیر جوشکاری، لحیم کاری، و پیوند چسبی)، در نوع دوم، گشتاور از طریق نیروی اصطکاک در سطوح تماس (سیلندری، مخروطی، پولی گون^۵) و در نوع سوم، به کمک المان (حمال) های خاص (خار، گوه، و ..) و از طریق برش، خمش، و فشار^۶ انتقال می یابد.

در ارتباط با جوشکاری در طراحی اجزای ماشین – تئوری شکست و روش پیشگیری، اتصالات- توضیح داده شده است. در این فصل به نوع های اتصال اصطکاکی، اتصال فرم (اتصال با شکل هندسی)، و اتصال پیوند چسبی پرداخته می شود.

^۱ torque transmission between shaft and hub, adopted from vidio vertiefung, Prof. Dr. G. Jacobs, RWTH Aachen University, 2019

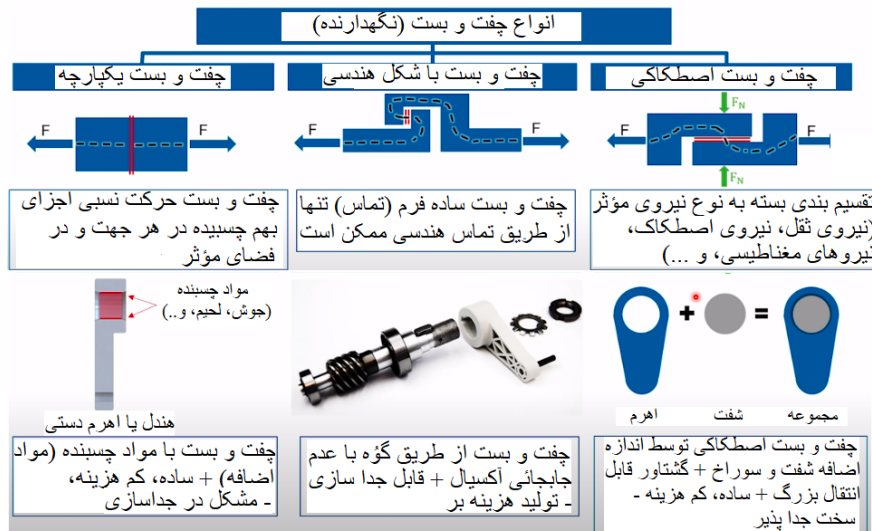
^۲ Material connection

^۳ Friction connection

^۴ Positive connection

^۵ by frictional force produced between cylindrical, tapered or end-face surfaces of shaft and hub (pulleys, sprockets, or.)

^۶ by stiff elements operating in shear, bending or compression

شکل ۱-۲: نوع های مختلف چفت و بست شفت و توپی (هاب)^۱

۱-۱: اتصال (چفت و بست) اصطکاکی

برای انتقال نیروی محیطی یا نیروی طولی از شفت به فلنج یا توپی توسط اصطکاک، لازم است مابین آن دو نیروی قائم (= نیروی پرس F_N) تاثیر کند. از طرفی نیروی اصطکاک طبق قانون کولمب^۲ و از تساوی $F_{Fr} = F_N \times \nu$ محاسبه می شود؛ ν ضریب ایستائی و F_{Fr} نیروی اصطکاک است. نیروی پرس F_N را می توان به طرق مختلف ایجاد کرد. شکل ۱-۳ نمونه ای از اتصالات اصطکاکی را نشان می دهد.

^۱ Shaft-hub connection types^۲ clamped joint with slotted hub, ^b clamped joint with split hub, ^c keyed joint, ^d press-fitted, ^e axial and radial-axial tightening, ^f tapered joint, ^g ring spring with clamping element, ^h Belleville (coned disc) spring, ⁱ tolerance ring, ^k clamping disc, ^l pressure sleeve, ^m hydraulic hollow jacket clamping bushing