



نشریه علمی دانشجویی

پاییز ۱۴۰۰ سال اول شماره سه



مواجهه با استاد
بررسی سامانه‌های ناوبری در وسایل
نقلیه زیرسطحی
معرفی شرکت‌های صنعتی با تولیداتی
خاص
بررسی گیربکس CVT
تولید فولاد
ماورای صوت
زیپ!
مسابقه

تهیه شده توسط انجمن علمی مهندسی مکانیک دانشگاه اصفهان





۴۰



پاییز ۱۴۰۰ - سال اول - شماره ۳



صاحب امتیاز: انجمن علمی مهندسی مکانیک

دانشگاه اصفهان

مدیر مسئول: یگانه جمالی

سرمدیر: ابوالفضل یعقوبی

اعضای تحریریه: مهندس محمدجواد بدیعی،

یگانه جمالی، مهدیه خسروی، فاطمه بوشهری،

محمد رجبیان، علیرضا زرنوشه، محسن خاشعی،

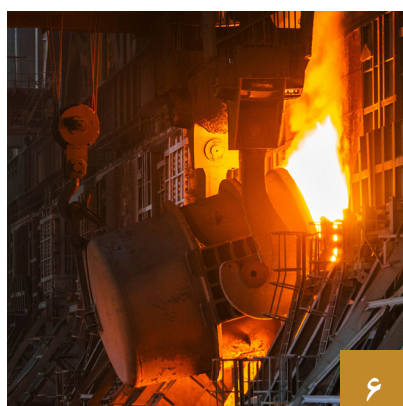
سیدعلیرضا شیدا

ویراستاران: مهدی رستمی، یگانه جمالی

گرافیک و صفحه آرایی: سیدعلیرضا شیدا



۲۷



۶



۱۷

مصاحبه با استاد..... ۴

بررسی سامانه‌های ناوبری در وسایل نقلیه زیرسطحی..... ۸

معرفی شرکت‌های صنعتی با تولیداتی خاص..... ۱۶

بررسی گیربکس CVT..... ۲۱

تولید فولاد..... ۳۰

ماورای صوت..... ۳۷

زیپ!..... ۴۸

مسابقه..... ۵۳

پست الکترونیک:

FidarMagazine@gmail.com

صفحه اینستاگرام:

@fidar.magazine

صفحه اینستاگرام انجمن علمی مکانیک دانشگاه

اصفهان:

@ui_same



دروود و احترام بر شما همراهان گرامی.
امیدوارم خوب و در حد مقدرات این زمانه خوش باشید.
پاییزانه‌ی نشریه‌مان، با تلاش و همدلی تیم فیدار آماده شد تا پیشکش‌تان
کنیم.
در این نسخه با دکتر پورسینای عزیز و گرامی گپ و گفت کوتاهی داریم.
سپس سامانه‌های ناوبری در وسایل نقلیه زیرسطحی را بررسی می‌کنیم و
سری به توربین‌های آبی می‌زنیم و با عملکردشان آشنا می‌شویم. در ماشین
باز این نسخه به گیربکس‌های CVT می‌پردازیم و در بخش هوافضا مقاله‌ی
جذابی داریم به نام ماورای صوت.
دو بخش جذاب به نشریه اضافه کردیم:
اولی معرفی شرکت‌های خاص که قطعات خاص تولید می‌کنند.
دومی که نامش زیپ است خلاصه‌ای از یکی از واحدهای دروس مکانیک
را خدمتتان ارائه می‌کند.
امید است از خواندن این نسخه از نشریه، لذت ببرید.

ارادتمند شما

یگانه جمالی

مدیر مسئول نشریه فیدار و دبیر کمیته نشریه و مجلات انجمن علمی
مکانیک

یدره مبارک...!



مصاحبه با استاد

مصاحبه با
جناب دکتر پورسینا

مصاحبه گر:
یگانه جمالی، دانشجوی
سال سوم
مهندسی مکانیک

مهرداد پورسینا فارغ التحصیل دکترای مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی از دانشگاه صنعتی اصفهان است. او بعد از دریافت مدرک کارشناسی در صنایع و شرکت های مختلفی از جمله صنایع اپتیک و لیزر، فولاد تکنیک، شرکت مهندسی کفاف، ذوب آهن و مجتمع فولاد مبارکه فعالیت داشته است. وی از سال ۱۳۹۰ به طور تخصصی فعالیت های پژوهشی و صنعتی خود را بر روی سیستم های انتقال قدرت معطوف نموده است.

مصاحبه در تاریخ ۱۰ آبان ماه ۱۴۰۰ بصورت مجازی انجام شد.





از خودتان بگویید، چه دانشگاه‌هایی درس خواندید؟
مقطع لیسانس، فوق لیسانس و دکتری در دانشگاه صنعتی
اصفهان بودم. البته در دوره دکتری، برای یک فرصت
مطالعاتی به مدت شش ماه دانشگاه پورتو^۱ پرتغال بودم.

دانشجوها چطور می‌توانند با صنعت ارتباط بگیرند؟

الان وظیفه اصلی بچه‌ها درس خواندن است. خب دانشگاه
این‌ها را پیش‌بینی کرده که شما در تابستان سال سوم،
کارآموزی بروید و با صنعت آشنا شوید. ولی واقعا اگر
کسی علاقه‌مند است می‌تواند در شرکت‌های خصوصی یا
کارگاه‌های سطح شهر، کار پاره‌وقت پیدا کند و از همین
حالا شروع کند. اما من بر حسب تجربه‌ای که دارم می‌گویم
به نفع‌تان است که تا می‌توانید روی درستان تمرکز کنید و
تابستان در دوره‌های فنی حرفه‌ای یا شرکت‌های خصوصی
شرکت کنید تا برای ورود به صنعت آماده شوید. قطعاً اگر
شما این درس‌ها را خوب پاس کنید، هم سریع‌تر و هم قوی‌تر
می‌توانید وارد صنعت شوید.

چرا تدریس را انتخاب کردید؟

به تدریس علاقه‌مند بودم و البته ژن این کار را هم دارم.
خیلی از اقوام پدری‌ام معلم، دبیر و استاد دانشگاه بودند. من
خودم علاقه زیادی به تدریس دارم و لذت می‌برم.

در حال حاضر آیا غیر از فعالیت در دانشگاه در صنعت یا
حوزه‌های دیگری فعال هستید؟

بله من فعالیت‌های غیر از دانشگاه هم دارم. همیشه با صنعت
ارتباط داشتم، چه حالا که استاد دانشگاه هستم و چه قبل از
تدریس در دانشگاه، در صنعت فعالیت داشتم. در حال حاضر
دو پروژه فعال با فولاد مبارکه دارم، یک پروژه با شرکت توبا
در تهران دارم. رئیس کمیته متناظر چرخ‌دنده‌ها^۲ در ایران
هستم. تا خاطر من هست در رابطه با ارتباط با صنعت همیشه
علاقه‌مند بودم.

University of Porto ۱

iso TC۶۰۲





از تجربه‌های کاری و درس‌هایی که از آنها گرفتید صحبت کنید.

در سال هفتاد و شش، خیلی زودتر از اینکه مدرک دکتری بگیرم، با فولاد مبارکه همکاری می‌کردم. سال هشتاد، یک سری داکت^۱ در ارتفاع سی متری بود و مرتب ترک می‌خورد. داکت یک چیزی مثل کانال کولر است ولی خیلی بزرگ‌تر و مقطع آن گرد است. چندین مهندس نظر داده بودند که جنس این‌ها را عوض کنند تا ترک نخورند و خب عوض کردن جنس‌شان، هزینه‌ی خیلی زیادی داشت. بعد با یک دوربین ترمو ویژن^۲ که دمای این قطعات را نشان می‌داد، فیلم‌برداری کردیم و نشان داد که دمای متفاوت در نقاط مختلف این داکت‌ها باعث تنش

۱ Duct (نوعی کانال و اگزوز صنعتی)

۲ Thermovision

مثل همان مباحثی که در مقاومت یک می‌خواندیم. در واقع تنش‌های حرارتی باعث می‌شود این داکت‌ها ترک بخورد. بعد دنبال عامل این اختلاف دما که گشتیم متوجه شدیم یک‌سری غبار کف این داکت‌ها می‌نشیند که باعث بروز این ترک‌ها می‌شود. راهکارش این بود که کسی هرچند یک‌بار داخل این داکت را تمیز کند. بعد از این راهکار، حدود بیست سال است که این داکت‌ها ترک نخورده‌اند. دلیل این‌که این خاطره را برایتان گفتم این است که همیشه نباید به یک مسئله پیچیده نگاه کرد. گاهی یک مهندس می‌تواند با کمی فکر کردن و استفاده از تجارب قبلی، یک کار را به ساده‌ترین شکل ممکن انجام دهد و یک مشکل را برطرف کند.



به نظر شما در رشته‌های مهندسی به‌ویژه مهندسی مکانیک یا هوافضا (که معمولاً رشته‌ای مردانه شناخته می‌شوند) جایگاه خانم‌ها به چه صورتی است؟

نه. این حرف‌ها دیگر مطرح نیست. دوره‌ی این افکار گذشته است. یک زمانی که ما دانشگاه صنعتی اصفهان قبول شدیم، از هفتاد هشتاد نفر ورودی، فقط دو نفر خانم بودند. اما الان این جوری نیست. خودتان می‌دانید که تعداد بیشتر است و خانم‌ها وارد صنعت شدند و نقش عمده‌ای را هم بازی می‌کنند. یعنی این جوری نیست که بگوییم کار زنانه است یا مردانه. حال امکان دارد در بعضی شرکت‌های مهندسی که در سطح شهر هستند، نسبت به ذوب‌آهن یا فولاد مبارکه، تعداد خانم‌ها بیشتر باشد. ولی من در مصاحبه‌ی ذوب‌آهن چند ماه پیش جز مصاحبه‌کنندگان بودم، چندین نفر خانم برای استخدام آمده بودند. ذوب‌آهن یک کارخانه زمخت و خشن است و به قول شما که لفظ مردانه را شما استفاده کردید، شرایط خیلی مردانه‌تر و خشن‌تر از فولاد مبارکه است. ولی من دیگر اعتقادی به زنانه و مردانه بودن ندارم. خانم‌ها به جامعه وارد شدند و هر جا شما بروید، می‌بینید که مهندس‌های خانم فراوان هستند.

ممنون از وقتی که گذاشتید و ما را همراهی کردید.

خاطره‌ای از دوران تحصیل خود دارید.

چون ما دانشگاه صنعتی می‌رفتیم و دانشگاه صنعتی هم طوری بود که از صبح که سرویس سوار می‌شدیم عصر بر می‌گشتیم و دسترسی به شهر نبود. من همیشه سعی می‌کردم که درس‌هایم را به‌گونه‌ای بگیرم که در هفته سه روز بیشتر دانشگاه نباشم. برای خودم هم جالب بود که اکثر ترم‌ها می‌شد این کار را کرد که سه روز بیشتر دانشگاه نبودم. این خاطره‌ای است که هنوز در ذهن من مانده است.





بررسی سامانه‌های ناوبری در وسایل نقلیه زیرسطحی

مهندس محمد جواد بدیعی
- دانشجوی سال دوم دکتری
مهندسی مکانیک

چکیده: مبحث شبیه‌سازی و ناوبری یکی از مباحث مهم و ضروری وسایل متحرک دریایی است. با توجه به اینکه سامانه‌های ناوبری، بخصوص ناوبری‌های تلفیقی دارای کاربردهای زیادی هستند، به معرفی مختصر این سامانه‌ها اقدام می‌پردازیم.

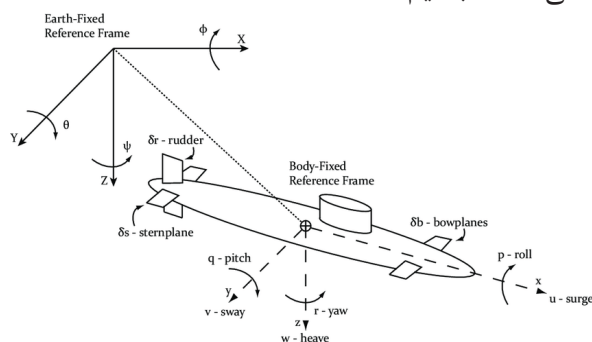
پردازش اولیه ناوبری^۵ دقت تعیین موقعیت بیشتر می‌شود. در زیردریایی‌ها روش‌های مختلف ناوبری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مأموریت‌های نظامی مثل مین‌ریزی و پرتاب اژدر یا موشک به یک سامانه تعیین موقعیت دقیق و بدون وابستگی به سامانه ماهواره‌ای نیاز داریم. در زیردریایی‌های مدرن طراحی سامانه ناوبری باید به گونه‌ای باشد که بتواند برای مدت طولانی و با دقت بالا در زیر آب حرکت کند. در تعریف ناوبری می‌توان دو مفهوم کلی زیر را در نظر گرفت:

الف) مشخص نمودن موقعیت، وضعیت و سرعت به طور صحیح نسبت به یک دستگاه مرجع مشخص

ب) تصمیم‌گیری در مورد مانورهای مورد نیاز برای رسیدن به موقعیت‌های مورد نظر

مقدمه: در سامانه‌های پیشرفته ناوبری، از ترکیب سامانه ناوبری اینرسی^۱ (INS) با سامانه‌های ناوبری دیگر برای افزایش دقت ناوبری استفاده می‌شود. با توجه به این که تجدید اطلاعات موقعیت در پریودهای خاص و زمان‌های محدود، امکان‌پذیر است، باید ابزارهای اندازه‌گیری با دقت بالایی برای زیردریایی‌ها وجود داشته باشند. در زیردریایی‌های مدرن تکنیک‌های قوی و انعطاف‌پذیری برای بالا بردن دقت ناوبری استفاده شده است. تجدید موقعیت توسط GPS، در سطح، تعیین موقعیت ترانسپوندر زیر سطحی^۲ (UTP) و ناوبری بتی متریک بر اساس تکنولوژی SAS^۳ و سرعت سنج داپلری^۴ (DVL) از جمله سامانه‌های ناوبری هستند که با تلفیق با INS می‌توانند دقت ناوبری را افزایش دهند. همچنین به‌وسیله سامانه

رفتار دینامیکی شناور زیرسطحی یکی از مسائل قابل توجه برای سالیان متمادی بوده است. روش‌های مدرن دینامیک غیرخطی ابزارهای تحلیلی هستند که درکی جدید در مورد دینامیک پیچیده و کنترل شناور زیرسطحی ارائه می‌کنند. مهم‌ترین سهم مطالعات استاتیک یک جسم زیرسطحی در دو هزار سال پیش توسط ارشمیدس انجام شد که به استخراج معادلات هیدرواستاتیک شناوری^۱ منجر شد. نتایج آن مطالعات، پایه و اساس تحلیل پایداری استاتیکی اجسام زیرسطحی است. پاپولیاس^۲ و همکاران مطالعاتی روی پایداری شناورهای زیرسطحی انجام داده‌اند. لئونارد^۳ روش‌هایی برای مطالعه دینامیک مختصات کلی و کنترل غیر خطی اجسام صلب زیر آب ارائه کرده است. فوسن^۴ و همکاران در مورد متغیرهای کنترل غیر خطی در شناورهای زیرسطحی مطالعاتی انجام داده‌اند. این مطالعات ادامه پیدا کرده تا بتوان درک درستی از حرکت یک وسیله متحرک زیر سطحی داشته باشیم.



شکل (۱) نمایشی از یک زیردریایی با شش درجه آزادی

دستگاه‌های مختصات: یک وسیله نقلیه متحرک در زیر آب (به عنوان مثال زیردریایی) دارای ۶ درجه آزادی است. بنابراین ۶ مختصات مستقل برای تعیین موقعیت و جهت جسم مورد نیاز است. ۳ مختصه اول و مشتقات زمانی آنها برای موقعیت و حرکت خطی و ۳ مختصه آخر و مشتقات زمانی آنها بیان‌کننده حرکت و جهت زاویه‌ای، بکار برده می‌شود. دستگاه‌های مختصات مورد استفاده در ناوبری یک جسم شش درجه آزادی دو دستگاه مختصات متصل به زمین^۵ و دستگاه مختصات بدنی (متصل به جسم) است. تعاریف به کار رفته در توصیف حرکت یک وسیله نقلیه‌ی زیر سطحی به صورت زیر است:

۴ Hydrostatic Bouyancy

۵ Papoulias

۶ Leunard

۷ Fossen

۸ Earth-fixed feame

۹ Body-fixed frame

بررسی تاریخچه وسایل نقلیه زیر سطحی و معادلات حرکت آن: اختراع وسایل نقلیه زیرسطحی از مهم‌ترین تحولات در صنایع دریایی به‌شمار می‌رود. در بعد تجاری و تحقیقاتی انسان را با دنیای شگفت‌انگیز زیردریا آشنا کرده است و در بعد نظامی، استراتژی جنگ و دفاع را در دریا متحول ساخته است. انسان در ۹ قرن قبل از میلاد مسیح تلاش کرده است به زیر دریا دسترسی پیدا کند (کتیبه آشوری). آنان از پوست باد کرده حیوانات به عنوان مخزن هوا استفاده می‌کردند. اولین قایق پارویی که توانست به زیر آب برود در سال ۱۹۸۰ میلادی توسط ویلیام بورنه^۱ ساخته شد. این قایق از روکش چرمی ساخته شده بود که کاهش حجم آن باعث غوطه‌ور شدن آن به زیر آب می‌گردید. نخستین زیر دریایی را فیزیک‌دان آلمانی کورنیلوس وان دریبل^۲ ساخت که با پارو حرکت می‌کرد و تا عمق ۵ متر به زیر آب می‌رفت. در سال ۱۸۰۲ مهندس آمریکایی روبر فلوتن^۳ زیردریایی ساخت که با نیروی بخار کار می‌کرد و توانایی پرتاب اژدر را داشت. بعد از جنگ جهانی دوم زیر دریایی‌ها بزرگ‌تر و سریع‌تر و عمق استفاده از آنها بیش‌تر شد. [۹] امروزه زیردریایی‌هایی با وزن ۳۰ هزار تن و سرعت ۲۶ گره و عمق غوص نامحدود ساخته شده است. مهم‌ترین اهدافی که با استفاده از زیر دریایی می‌توان شمرده عبارتند از:

۱- تحقیقات زیرسطحی برای زلزله، خاک، اکتشاف منابع

طبیعی و آبزیان

۲- نقشه‌برداری بستر دریا

۳- نصب سکوها‌ی نفتی، لوله‌گذاری و کابل کشی

۳- حمل کالا و نفر

۴- دفاع در مقابل حملات دشمن و انجام عملیات نظامی

۵- تعمیر و نگهداری تجهیزات زیرسطحی

۶- کشف و نجات اجساد و اجسام زیردریا

۱ Wiliam Bourne

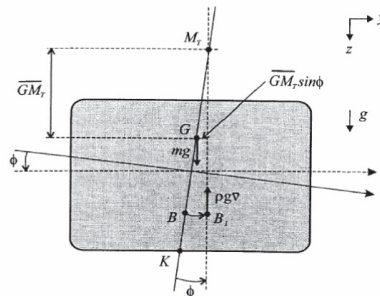
۲ Comellus Van Drebel

۳ Robert Floton

Surge: حرکت در جهت محور x
Sway: حرکت در جهت محور y
Heave: حرکت در جهت محور z
Roll: حرکت حول محور x
Pitch: حرکت حول محور y
Yaw: حرکت حول محور z

شکل (۱) یک زیردریایی با شش درجه آزادی و دستگاه‌های مختصات مختلف برای توصیف حرکت آن را نشان می‌دهد. برای تعیین رفتار فیزیکی وسیله نقلیه زیر سطحی در یک سیال، تعریف‌های مناسبی از سامانه‌های مختصات لازم است. همان‌طور که در بالا گفته شد دو سامانه مختصات وجود دارد، که باید مستقلاً بررسی شوند: سامانه مختصات متصل به زمین، ثابت است و سامانه مختصات متحرکی که متصل به جسم است. سامانه مختصات متصل به زمین نسبت به زمین تعریف می‌شود و همچنین گاهی اوقات به عنوان مرجع سامانه مختصات زمینی یا سامانه مختصات اینرسی استفاده می‌شود. سامانه مختصات متحرک نسبت به بدنه وسیله نقلیه مورد بررسی، تعریف می‌شود و به دستگاه مختصات بدنه معروف است. با توجه به شکل (۱) سه محور وسیله نقلیه به صورت زیر تعریف می‌شود: محور طولی در جهت پیشروی وسیله نقلیه (جهت آن از عقب به جلو)، محور عرضی (جهت آن به سمت راست وسیله نقلیه است)، محور عمودی (جهت آن از بالا به پایین است). مبداء سامانه مختصات بدنه‌ای معمولاً یا در مرکز شناوری (C.B) قرار دارد، که این مرکز شناوری همان مرکز حجم جابه‌جا شده حاصل از وسیله نقلیه غوطه‌ور است، و یا در مرکز ثقل (C.G) است. برای اطمینان از پایداری استاتیکی وسیله نقلیه مرکز

ثقل زیردریایی همیشه طوری طراحی می‌شود که در زیر مرکز شناوری قرار گیرد. شکل (۲) محل قرارگیری مرکز جرم، مرکز شناوری و مرکز تعادل شناور را نشان می‌دهد.



شکل (۲) محل قرارگیری مرکز جرم، مرکز شناوری و مرکز تعادل جسم شناور [۸]

اختلاف عمودی بین مرکز C.B و C.G. گشتاور بازگرداننده نامیده می‌شود. غیر صفر بودن گشتاور بازگرداننده هنگامی ایجاد می‌شود که مرکز شناوری و مرکز ثقل در یک راستای عمودی قرار نگیرند. در هر وسیله نقلیه دریایی که مرکز ثقل بالای مرکز شناوری قرار داشته باشد، ناپایداری درونی به وجود می‌آید و حتی تحت شرایط استاتیکی نیز تمایل به معکوس شدن دارد.

هدف‌هایی که برای یک ناوبری ایده‌آل مطرح است به شرح زیر است:
High Accuracy: دقت ناوبری زیاد باشد.

Self contained: تجهیزات و حسگرهای ناوبری در خود وسیله موجود باشد و نیازی به برقراری ارتباط با خارج از وسیله نباشد.

Autonomous: شرایط محیطی مختلف، تأثیری بر روی سامانه نداشته باشد و وسیله نقلیه بتواند در شرایط محیطی مختلف، بطور خودگردان ناوبری دقیق و مناسبی داشته باشد.

Passive: تنها به عنوان گیرنده

Un jammable: کسی نتواند از بیرون، سامانه ناوبری را بلوکه کند. موارد فوق اهداف و آرمان‌هایی است که باید با استفاده از تکنیک‌های مختلف در سامانه ناوبری مورد استفاده قرار گیرد. سامانه‌های ناوبری از لحاظ دقت، محدوده عملکرد، قیمت، حجم، وزن و... متفاوت هستند و از این‌رو سامانه ناوبری مناسب باید با توجه به نوع مأموریتی که وسیله نقلیه زیرسطحی دارد، انتخاب شود. برخی از سامانه‌های ناوبری که در این مقاله آورده شده است برای وسایل سطحی و هوایی و وسایل زیر سطحی به‌صورت مشترک استفاده می‌شوند. اما برخی از این سامانه‌ها نیز تنها برای وسایل زیرسطحی کاربرد دارند. در این مقاله ضمن بررسی کلی سامانه‌های ناوبری، سامانه‌های ناوبری خاص زیردریایی را نیز توضیح خواهیم داد.

سامانه ناوبری (Dead Reckoning) (DR)

در این سامانه ناوبری موقعیت هر نقطه بر اساس میزان جابجایی آن نسبت به نقطه قبلی تعیین می‌شود. بنابراین در این روش برای تعیین موقعیت هر نقطه، باید موقعیت قبلی و نیز میزان جابه‌جایی نسبت به آن را به‌طور دقیق بدانیم. در واقع در این سامانه ناوبری، با استفاده از اندازه‌گیری جابجایی‌های متوالی و دانستن نقطه شروع اولیه، موقعیت و وضعیت وسیله در هر لحظه از زمان مشخص می‌شود.



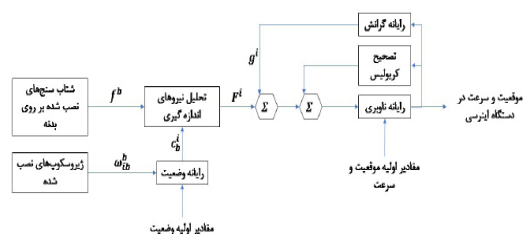
۱- سامانه ناوبری Dead Reckoning که در ادامه سامانه ناوبری اینرسی به عنوان مهم‌ترین عضو این گروه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- سامانه ناوبری آکوستیک خارجی ((SBL, USBL, SBL

۳- سامانه‌های مبتنی بر تصویر و الگوریتم نقشه برداری.

سامانه ناوبری اینرسی:

در تعریف کلی از سامانه ناوبری اینرسی می‌توان گفت سامانه ناوبری اینرسی، روش تخمین موقعیت، وضعیت و سرعت یک جسم با استفاده از شتاب‌های خطی و سرعت‌های زاویه‌ای آن است. سامانه‌ی ناوبری اینرسی یکی از قدیمی‌ترین و پرکاربردترین روش‌های ناوبری و تعیین موقعیت است و در اکثر سامانه‌های ناوبری مطرح در جهان این سامانه به عنوان مبنا به کار برده شده و از سامانه‌های ناوبری دیگر، به عنوان ناوبری کمکی برای کاهش خطای این سامانه استفاده می‌کنند. در سامانه ناوبری اینرسی تعیین سرعت، موقعیت و وضعیت به صورت پیوسته و بلادرنگ صورت می‌گیرد. این سامانه بدون هیچ‌گونه ارتباطی با دنیای خارج و فقط با استفاده از سنسورهای مختلف اینرسی موقعیت و وضعیت متحرک را تعیین می‌کند. همان‌طور که گفته شد یکی از اشکالات این نوع سامانه ناوبری افزایش خطای تعیین موقعیت با گذشت زمان است، زیرا خطاها در هر مقطع با یکدیگر جمع می‌شود و به علت افزایش خطای این سامانه‌ها با زمان، معمولاً با سایر سامانه‌های ناوبری بصورت تلفیقی به کار برده می‌شوند و به کار بردن تنهایی این سامانه در ناوبری طولانی مدت خطای زیادی برای موقعیت وسیله ایجاد می‌کند. در شکل (۳) نمای شماتیک از سامانه ناوبری اینرسی نشان داده شده است.



شکل ۳ شمای کلی از سامانه ناوبری اینرسی [۱]

نوعی از سامانه اینرسی که در زیردریایی‌ها بصورت معمول استفاده می‌شود (SD-INS) است.

از مزایای این روش این است که وسیله نقلیه از منابع خارجی اطلاعات نمی‌گیرد و به جایی نیز اطلاعات ارسال نمی‌کند، بلکه تنها با استفاده از ابزارهای موجود در وسیله نقلیه زیر سطحی به ناوبری می‌پردازد و به همین خاطر امکان رهگیری کم‌تری دارد. کاربرد اصلی این سامانه در موارد نظامی است. رکن اصلی این نوع سامانه‌ها، سامانه ناوبری اینرسی بوده که در ادامه به بررسی این سامانه و سامانه‌های مجتمع با آن می‌پردازیم.

سامانه ناوبری (PFS) positioning fix system:

در این سامانه‌ها موقعیت هر نقطه به طور مستقل از نقاط قبل تعیین می‌شود و در نتیجه دقت تعیین موقعیت در هر نقطه به دقت تعیین موقعیت دفعه‌ی گذشته بستگی ندارد، به عبارت دیگر با گذشت زمان خطای تعیین موقعیت افزایش نمی‌یابد. در این سامانه‌ها اطلاعات ناوبری از نقطه خاص و معینی دریافت می‌شود. این اطلاعات از طریق سیگنال ارسال و دریافت می‌شود و حتماً به یک منبع خارج از وسیله نقلیه وابسته است. این سامانه از لحاظ حجم و وزن مزیت زیادی نسبت به سامانه ناوبری (DR) دارد. نمونه‌هایی از این نوع سامانه ناوبری مانند GPS, LBL, USBL, GIB, SBL) است. بنابراین برای کاربردهای مختلف و همچنین دقتی که برای ناوبری زیردریایی مورد نیاز است می‌توان از هر کدام از سامانه‌های فوق استفاده کرد. از طرفی برای افزایش دقت ناوبری می‌توان از ترکیب سامانه‌های فوق به صورت سامانه ناوبری تلفیقی استفاده کرد.

یکی از مشکلات اصلی سامانه‌های ناوبری (DR) این است که همان‌طور که برای دشمن قابل ردگیری نیستند (مزیت)، برای خود ما نیز قابل مشاهده نبوده و چون تنها متکی بر محاسبات و سوابق مسیر و ابزار آلات اندازه‌گیری درون وسیله نقلیه‌اند، رفته رفته خطای آنها زیاد می‌شود. به همین دلیل اگر بتوان سامانه‌های ناوبری گروه (DR) را با سامانه‌های ناوبری گروه (PFS) بصورت مجتمع استفاده کرد دقت بسیار خوبی حاصل می‌شود که امروزه کاربرد زیادی در اکثر سامانه‌های ناوبری رایج در دنیا دارند.

دسته‌بندی روش‌های ناوبری که به صورت خاص برای وسایل زیرسطحی مطرح می‌شوند، به صورت زیر است:

(SBL) Short Base Line

(USBL) Ultra- short Base Line

(LBL) Lang Base Line

سامانه ناوبری SBL :

سامانه ناوبری SBL ساده‌ترین نوع سامانه‌های ناوبری اکوستیکی خارجی هستند، که برای رهگیری یا ناوبری زیردریایی در بردهای کوتاه استفاده می‌شود. سامانه SBL اولیه در سال‌های ۱۹۹۳ با موفقیت مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این سامانه‌ها شامل ترانسپوندر یا ترانسدیوسر نصب شده بر روی زیردریایی و یک شبکه اکوستیکی نصب شده بر روی بدنه کشتی است. شبکه اکوستیکی از سه (یا بیش‌تر از سه) ترانسپوندر نصب شده بر روی بدنه کشتی تشکیل شده است. ترانسپوندرهای موجود در شبکه اکوستیکی باید حتی الامکان در بیش‌ترین فاصله ممکن از هم نصب شوند، تا اثرات تداخلی کمتری داشته باشند. معمولاً فاصله ترانسپوندرها، ۱۰ تا ۲۰ متر است. نصب اولیه این سامانه‌ها بر روی کشتی باید به‌صورت دقیق انجام می‌پذیرد.

سامانه ناوبری USBL:

در سال ۱۹۷۰ سامانه‌های USBL پا به پای سامانه‌های ناوبری SBL پیشرفت کردند. در این سامانه وسیله نقلیه با استفاده از یک ترانسپوندر اکوستیکی خارجی ناوبری می‌شود. در این سامانه ناوبری، یک ترانسپوندر بر روی کشتی و یک ترانسپوندر بر روی وسیله نقلیه زیر سطحی نصب شده که به این طریق وسیله نقلیه موقعیت خود را نسبت به موقعیت کشتی مشخص می‌کند. در این سامانه ناوبری، موقعیت خود کشتی نیز مهم است، زیرا همان‌طور که گفته شد، USBL موقعیت زیر دریایی را نسبت به کشتی اندازه‌گیری کرده و کشتی نیز موقعیت خود را با روش‌های مختلف مثل GPS پیدا می‌کند. سامانه USBL در فرکانس‌های حدود ۱۰۰ کیلوهرتز عمل می‌کند و این دامنه‌ی فرکانسی باعث می‌شود که این سامانه، ناوبری‌هایی برد کوتاه در حدود ۵۰-۱۰۰ متر داشته باشد. سامانه‌های دیگری از USBL وجود دارند که در اقیانوس‌های عمیق به‌کار می‌روند. این سامانه‌ها که تا عمق ۶۰۰۰ متر نیز موثراند، دارای محدوده فرکانسی ۱۴.۵ تا ۱۷.۵ کیلوهرتز هستند. تفاوت اصلی سامانه USBL و دیگر سامانه‌های موقعیت‌یاب اکوستیکی این است که

ساختار ناوبری (SD-INS) به‌صورت اتصال به بدنه بوده، به این معنی که ژيروسکوپ و شتاب سنج به‌طور مستقیم به بدنه متصل است و هیچ‌گونه کنترل فعالی جهت قرار دادن قاب در راستای از پیش تعیین شده وجود ندارد. این سامانه نیازمند نرم‌افزارهای پیچیده‌ای برای محاسبه و استخراج شتاب خطی وسیله و زوایایی بدنی می‌باشد. همچنین نیازی به محاسبات دقیق در زمان واقعی^۱ دارند و دقت بالایی در تکنولوژی اندازه‌گیری حسگرهای آن مورد نیاز است.

سامانه ناوبری (SD-INS) از سه جایرو^۲ و سه شتاب سنج تشکیل گردیده، که خروجی این سنسورها وارد معادلات ناوبری (معادلات دینامیکی سامانه) شده و با انتگرال‌گیری و حل این معادلات موقعیت وسیله نقلیه به‌دست می‌آید. در این سامانه قسمتی که شامل سنسورهای اندازه‌گیری است را واحد اندازه‌گیری اینرسی^۳ (IMU) می‌گویند.

سامانه‌های ناوبری اینرسی از لحاظ دقت به سه گروه تقسیم می‌شوند: دقت کم، دقت متوسط و دقت بالا. گروه کم‌دقت خطایی بیش‌تر از ۲ تا ۴ کیلومتر بر ساعت می‌دهد. گروه متوسط، خطایی در حدود ۱ تا ۳ کیلومتر بر ساعت و گروه پردقت، خطایی حدود ۰.۲ تا ۰.۴ کیلومتر بر ساعت می‌دهد. عملاً در حوزه‌ی کاری وسایل نقلیه زیر سطحی که سرعت کم و زمان طولانی می‌باشد، این سامانه ناوبری اینرسی خطای زیادی می‌دهد. برای تصحیح خطای سامانه ناوبری اینرسی سعی می‌شود پارامترهای مختلف خروجی از سامانه ناوبری اینرسی را به‌وسیله ابزارآلات اندازه‌گیری دیگر تصحیح کنند. **سامانه ناوبری اکوستیکی خارجی^۴:**

در این سامانه‌ها، موقعیت براساس اطلاعات فاصله یا سمت و فاصله بین ترانسپوندرهای^۵ صوتی و ترانسدیوسر^۶ نصب شده بر روی وسیله، اندازه‌گیری می‌شود. اگرچه این روش بر خلاف روش‌های ناوبری دیگر به تعدادی سامانه صوتی خارجی و ترانسپوندرهای نصب شده در بستر آب نیاز دارد، اما مزیت اولیه این نوع سامانه‌ها این است که اندازه و منبع نیروی مورد نیازشان در وسایل زیرسطحی کمتر از روش‌های دیگر ناوبری است. برای سامانه‌های ناوبری اکوستیکی سه هندسه اولیه متفاوت می‌توان در نظر گرفت:

۱ Real-time computing

۳ Inertial Measurement Unit

۴ Acoustic

۵ Transponder: فرستنده-گیرنده سیگنال که فرکانس خاص را فرستاده و پاسخ آن را دریافت می‌کند.

۶ Transducer: دستگاه گیرنده ای که به محض دریافت سیگنال امکان ارسال سیگنال به صورت خودکار را دارد.



کند و ناوبری زیردریایی را بهبود ببخشد، اما بخاطر نصب و کالیبراسیون دقیق، این روش بسیار مشکل و هزینه‌بر است و استفاده از روش‌های دیگر مثل روش (UTP) بیشتر به کار می‌آید و به نظر می‌رسد با آمدن تکنیک‌های جدید ناوبری زیردریایی کاربرد این روش به صورت زیادی کاهش یابد و غیر قابل استفاده گردد.

سامانه ناوبری تعیین موقعیت ترانسپوندر زیر آبی (UTP):

در این روش دو عدد ترانسدیوسر به طور مجزا در طول بدنه زیر دریایی در حداکثر فاصله ممکن نصب می‌شود. [۶] به این روش تعیین موقعیت ترانسپوندر زیر آبی گفته می‌شود. در این روش اطلاعات به فیلتر کالمن INS وارد شده و موقعیت دقیق محاسبه می‌شود. این سامانه فقط با یک ترانسپوندر زیر سطحی کار می‌کند. اما می‌توان هر تعدادی ترانسپوندر را در یک مسیر مناسب قرار داد. نسبت به سامانه قدیم، UTP LBL در ترکیب با INS دقت را بهبود و منطقه عملیاتی را نیز وسعت می‌دهد و قیمت کمتری دارد.

سامانه تعیین موقعیت بویه‌های هوشمند^۱ (GIB):

در این سامانه اطلاعات GPS دریافت شده و به صورت اکوستیکی به زیر آب ارسال می‌گردد. سامانه GIB بر اساس یک شبکه بویه‌های سطحی عمل می‌کند. به گونه‌ای که زمان طی مسیر سیگنال اکوستیکی ارسالی به وسیله پینگری که بر روی زیردریایی نصب شده است، اندازه گیری می‌شود. [۶] سامانه GIB شامل حداقل ۴ بویه، یک پنیگر اکوستیکی (با فرکانس ۸ تا ۵۰ کیلوهرتز) و یک واحد کنترل سطحی (شامل یک کامپیوتر، یک واحد الکترونیکی و سه آنتن) است. نصب سامانه بسیار ساده و سریع است. در حدود نیم ساعت بطور کامل نصب می‌شود. در صورتی که در سامانه LBL نصب پینگرها و کالیبراسیون آنها بسیار مشکل و هزینه‌بر است.

سامانه ناوبری ژئوفیزیکی:

یکی دیگر از روش‌های ناوبری وسایل نقلیه زیرسطحی، ناوبری ژئوفیزیکی است، که بوسیله پارامترهای اندازه‌گیری شده ژئوفیزیکی، انجام می‌پذیرد. این پارامترها همچون خصوصیات آب از نظر عمق و حرارت یا انحراف مغناطیسی، ضمن همسان‌سازی آنها با یک نقشه از سطح عملکرد مقایسه شده و ناوبری انجام می‌شود.

۱ GPS Intelligence Bouy

در سامانه USBL با استفاده از اختلاف فاز، سیگنال رسیده به وسیله سنسورهای ترانسدیوسر علاوه بر دامنه، جهت را نیز اندازه‌گیری می‌کند. نصب دقیق ترانسپوندرها بر روی کشتی و وسیله نقلیه زیر سطحی در دقت ناوبری اهمیت دارد. از طرفی نصب آنها بسیار مشکل و هزینه‌بر است.

سامانه ناوبری LBL:

سامانه ناوبری LBL شبیه SBL معکوس است. با این تفاوت که ترانسپوندرها به طور مجزا در کف دریا پخش شده‌اند. در نتیجه هندسه شبکه ترانسپوندرها به اندازه گیری دقیق در کف دریا نیاز دارد. در انواع سامانه‌های SBL بین ۴ تا ۱۲ ترانسپوندر اکوستیکی استفاده می‌کنند. در حالی که سامانه‌های LBL می‌توانند با حداقل ۲ ترانسپوندر نیز کار کنند. مهم‌ترین منبع خطا در سامانه های ناوبری LBL کالیبراسیون ترانسپوندرها است، که این کالیبراسیون بوسیله بازرسی مکرر و پی‌درپی از هریک از ترانسپوندرها انجام می‌شود. موقعیت وسیله از راه‌های مختلفی محاسبه می‌شود. اطلاعات عمق توسط سنسورها یا ترانسپوندرهای خارجی بدست می‌آیند. در LBL با دو ترانسپوندر خارجی فاصله از دو ترانسپوندر محاسبه شده و بدین وسیله موقعیت جسم مشخص می‌شود. با داشتن ۳ (یا بیشتر) ترانسپوندر می‌توان موقعیت منحصر بفردی را با استفاده از روش‌های مختلف مثل Least squares برای وسیله بدست آورد. طرز کار این سامانه به این صورت است که هندسه سه بعدی شبکه ترانسپوندرها به دقت اندازه‌گیری شده و موقعیت هر یک از ترانسپوندرها بصورت دقیق به زیردریایی فرستاده می‌شود. در حقیقت ابتدا فرستنده‌ای که روی زیر دریایی قرار دارد سیگنالی ارسال می‌کند و ترانسپوندرها با دریافت آن سیگنال پاسخی ارسال می‌کنند و با انجام پردازش موقعیت دقیق وسیله نقلیه زیر سطحی مشخص می‌شود. در LBL با استفاده از چهار ترانسپوندر که به طور دقیق در کف دریا نصب شده است و نصب یک گیرنده فرستنده بر روی زیردریایی، تعیین موقعیت دقیقی برای زیر دریایی فراهم می‌شود. ابتدا فرستنده زیردریایی سیگنالی ارسال می‌کند و ترانسپوندرها با دریافت آن، سیگنال پاسخ را ارسال می‌کنند با انجام پردازش در واحد الکترونیکی زیردریایی، موقعیت دقیق محاسبه می‌شود. ترکیب LBL با INS دقت مناسبی در حد ۱ تا ۱۰ متر را ایجاد می‌کند. و منطقه‌ای در حدود ۱۰ کیلومتر مربع را می‌پوشاند. بطور کلی این سامانه می‌تواند به راحتی با سامانه ناوبری اینرسی بصورت یکپارچه کار

سامانه‌های ناوبری GPS قابلیت ناوبری سه بعدی و مسائل سطحی و هوایی را فراهم می‌کنند اما سیگنال آن از نوع رادیویی بوده و قابلیت نفوذ در آب را ندارد و نمی‌توان مستقیماً توسط زیردریایی در عمق اقیانوس‌ها استفاده شوند. بنابراین برای استفاده از این سامانه ناوبری، زیردریایی‌هایی که قابلیت آمدن به سطح آب را دارند، می‌توانند در پریودهای زمانی مشخصی به سطح آب آمده و موقعیت خود را توسط سامانه جهانی GPS چک کنند. نوعی از این نوع سامانه ناوبری که کاربردهای عمومی‌تری نیز دارد DGPS است که با سامانه‌های دیگر ناوبری نیز تلفیق شده و ناوبری بهینه‌ای را برای زیردریایی ایجاد می‌کند.

سامانه ناوبری تلفیقی INS+DVL

در این روش، سرعت خروجی از INS بوسیله سرعت-سنج داپلری تصحیح شده و باعث افزایش دقت ناوبری می‌شود. برای تصحیح سرعت از ابزار سرعت سنج داپلری استفاده می‌شود، که سرعت سنج داپلری با استفاده از آنالیز هم‌بستگی از ۴ سونار محیطی که زوایای آنها معلوم است، سرعت را اندازه‌گیری می‌کند. کاربردهای سرعت سنج داپلری بیشتر مخصوص زیردریایی‌ها است. سرعت سنج داپلری با استفاده از پرتوهایی که ارسال کرده و تاخیر در دریافت این پرتوها می‌تواند سرعت را با دقت نسبتاً خوبی اندازه‌گیری کند و با این کار می‌توان خروجی سرعت INS را با خروجی سرعت سنج داپلری مقایسه کرده و آن را تصحیح کند و از این طریق دقت کلی سامانه ناوبری را ارتقاء ببخشد.

از سرعت سنج داپلری در نزدیکی بستر دریا استفاده می‌شود و متناسب با فرکانسی که دارد، برد سرعت سنج داپلری تغییر می‌کند؛ هر چه فرکانس کمتر باشد زیر دریایی می‌تواند از کف دریا فاصله بیشتری داشته باشد ولی مشکل این است که دقتی که سرعت-سنج داپلری در این حالت دارد کاهش می‌یابد و سرعت را با دقت کم‌تری نشان می‌دهد، و هر چه فرکانس بیشتر باشد زیر دریایی باید بیشتر به بستر دریا نزدیک باشد و از طرف دیگر دقت اندازه‌گیری سرعت افزایش می‌یابد. بنابراین متناسب با کاربردی که از زیر دریایی می‌خواهیم و موقعیتی که زیردریایی نسبت به بستر دریا دارد می‌توانیم از فرکانس مختلف سرعت سنج داپلری استفاده کرد، که مطابق با آن دقت‌های مختلفی برای سرعت خواهیم داشت. اصولاً مواقعی که مأموریت زیر دریایی در بستر دریا است، مثل مین‌یابی از INS به کمک سرعت سنج داپلری استفاده می‌شود و هنگامی که مأموریت زیردریایی در نزدیکی سطح باشد از روش‌های دیگر مثل INS به کمک DGPS استفاده خواهد شد. البته نوع دیگر از سرعت-سنج داپلری نیز وجود دارد که سرعت نسبی وسیله نقلیه زیرسطحی را نسبت به سطح (جریان) بدست می‌آورد، اما دقت کم‌تری دارد و دقت کلی سامانه ناوبری را به مقدار کمی بهبود می‌بخشد. ولی به هر صورت در مواقعی که مأموریت در فاصله زیاد از بستر دریا انجام می‌شود و امکان استفاده از دیگر سامانه‌های ناوبری نباشد، از این سامانه به عنوان کمک ناوبری استفاده می‌شود.

سامانه ناوبری
INS + Compass:
در این روش
خروجی heading
(جهت) از INS،
توسط قطب‌نمای
مغناطیسی تصحیح
می‌شود.

سامانه ناوبری
INS + Pressure:
sensor عمقی
که INS به ما
می‌دهد با عمقی
که سنسورهای
فشاری می‌دهند
تصحیح شده
و باعث کاهش
خطای تعیین
موقعیت می‌شود.

سامانه ناوبری INS + GPS این حالت وقتی استفاده می‌شود که زیردریایی بتواند برای لحظاتی به سطح آب بیاید و موقعیت خود را با GPS چک کند و بعد دوباره با تصحیح موقعیت به عمق رفته و در عمق با استفاده از سامانه ناوبری اینرسی در بازه‌ی زمانی کوتاهی ناوبری انجام شود. به این معنی که بعد از مدتی که خطاهای سامانه ناوبری اینرسی رشد کرد، دوباره به سطح آب آمده و موقعیت خود را به روز کند. این لحظه به عنوان نقطه‌ی اولیه برای سامانه ناوبری اینرسی استفاده شده و به همین طریق ناوبری را ادامه می‌یابد. این نوع ناوبری به علت اینکه دقت GPS محدوده مشخصی دارد و با افزایش زمان زیاد نمی‌شود از ناوبری‌های قبلی مثل ناوبری INS/DVL در زمان‌های طولانی دقت بالاتری را نشان می‌دهد.



سامانه ناوبری GPS/INS/DVL یکی از مباحث مهم در زمینه ناوبری دقیق وسیله نقلیه زیر سطحی است. با استفاده از یک فیلتر کالمن توسعه یافته، یک روش برای سامانه ناوبری وسیله نقلیه زیر سطحی، پیشنهاد شده است. در این روش، گیرنده GPS Strap down INS، و سرعت سنچ داپلر (DVL) به دور از هم، روی شناور مورد آزمایش نصب می‌گردند. نتایج آزمایش نشان می‌دهد که با GPS و DVL که به نحو مناسب کار کنند می‌توان تا دقت حدود یک متر را به دست آورد. بدون GPS، که در کاربرد روبات‌های زیر سطحی معمولاً چنین است، در صورتی که DVL کارکرد مورد انتظارش را داشته باشد می‌توان به دقت سه متر رسید. دقت و قابلیت اطمینان وسایل ناوبری، عملکرد مانور دقیق را به شدت محدود می‌کنند.

سامانه ناوبری DGPS- USBL : این سامانه ناوبری در نقشه‌برداری بستر دریا‌های عمیق استفاده می‌شود و سامانه ناوبری دقیق و پر کاربردی به شمار می‌آید. در این سامانه همراه وسیله نقلیه زیر سطحی، یک شناور همراه وجود دارد. شناور مجهز به DGPS بوده و موقعیت خود را از این طریق بدست می‌آورد. وسیله نقلیه زیر سطحی نیز دارای سامانه USBL است و همانطور که در شرح سامانه ناوبری USBL گفته شد این سامانه موقعیت را نسبت به کشتی بدست می‌آورد. ترکیب این دو سامانه ناوبری روش خوبی برای پیشینه کردن دقت موقعیت یابی است. موقعیت اندازه‌گیری شده در فاصله زمانی منظم به وسیله نقلیه زیر سطحی مخابره شده و به این ترتیب خطای انحراف از مسیر وسیله محدود می‌شود.

منابع

- [1] Titterton, D.H; Weston, L. Strapdown inertial navigation Technology. Lavenham press Ltd. 1997
- [2] Fossen, T.I. Guidance and Control of Ocean Vehicle. New York: John Wiley & Sons. 1994
- [3] Fossen, T.I. Marine Control System. 2002
- [4] Jekeli, C. Inertial Navigation System with Geodetic Applications. Walter De gruyter, Berlin. New York. 2001
- [5] Lapointe, E.G. Virtual Long Baseline (VLBL) Autonomous Underwater Vehicle Navigation Using a Single Transponde. 2007
- [6] Karstein, Vestgård; Jalving, Bjørn. A Toolbox of Aiding Techniques for the HUGIN Integrated Inertial Navigation System. 2003
- [7] Kenneth, Gade. NAVLAB, a Generic Simulation and Postprocessing Tool for Navigation. European Journal of Navigation. 2004
- [۸] محمد مونسان. کتاب جامع مهندسی معماری دریا. کانون پژوهش، ویرایش دوم، ۱۳۹۱
- [9] Submarine Warfare An Illustrated History. Brown Books. 1998

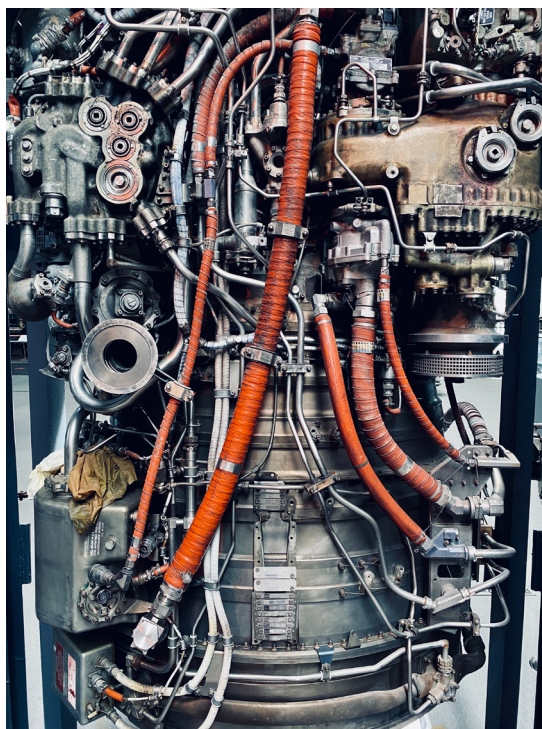
سامانه ناوبری INS+LBL برای اندازه‌گیری موقعیت دقیق، وسیله نقلیه زیرسطحی استفاده می‌شود. سامانه LBL به راحتی می‌تواند با سامانه ناوبری اینرسی به صورت یک پارچه عمل کند و ناوبری زیردریایی را بهبود ببخشد. همان‌طور که گفته شد، سامانه LBL فرکانس پایین می‌تواند محدوده‌ای به شعاع km ۱۰ را تحت پوشش قرار دهد. در این سامانه ابتدا ناوبری توسط INS انجام شده و بعد از مدتی در محدوده‌ی عملیات زیردریایی موقعیت خود را با LBL چک کرده و خطای سامانه ناوبری اینرسی را تصحیح می‌کند. ترکیب این دو سامانه، ناوبری دقیقی با دقت ۱ تا ۱۰ متر، ایجاد میکند.



معرفی شرکتهای صنعتی با تولیداتی خاص سیدعلیرضا شیدا - دانشجوی سال سوم مهندسی مکانیک

مقدمه:

اهمیت اجزای مختلف یک سیستم و همکاری آنها برای به سرانجام رساندن یک هدف بر کسی پوشیده نیست. اما ما ممکن است با تمامی اجزای آن آشنا نباشیم. اجزایی که نبود آنها خلل بزرگی محسوب می شود. برای مثال همیشه از موتور خودرو به عنوان قلب تپنده ی آن سخن می گوئیم. اما کمتر کسی به ما از اهمیت دریچه گاز، دنده دیشلی و سیبک فرمان سخن می گوید. در این مقاله به صورت مختصر، به شرکتهای تولیدکننده همین قطعات کمتر دیده شده و همچنین وظیفه آنان پرداخته می شود.





شرکت شونک^۱:



فردریش شونک^۲ در سال ۱۹۴۵ در ساده‌ترین شرایط، «کارگاه مکانیکی» خود را در گاراژی در لافن آم نکا^۳ آلمان تأسیس کرد. این شرکت هم‌اکنون در تولید قطعات رباتیک و پنوماتیک حرف زیادی برای گفتن دارد و در بیش از ۵۰ کشور دارای نمایندگی فعال است.



تصویر ۱ مقر مرکزی شرکت در لافن آم نکا در ایالت بادن-وورتمبرگ در کشور آلمان

این شرکت بیش از ۷۵ سال سابقه در ساخت قطعات مختلف دارد. ما اما به یکی از تولیدات خاص و مهم شرکت شونک در صنعت رباتیک می‌پردازیم: گریپر پنوماتیکی!

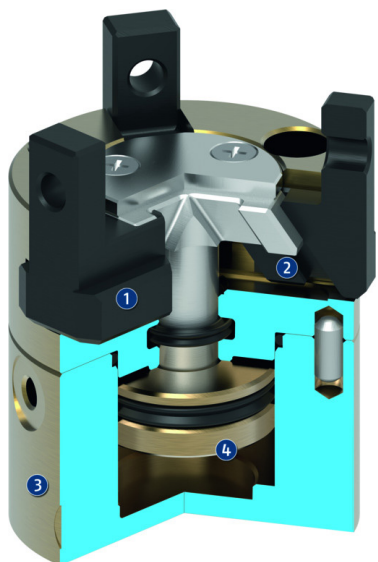
SCHUNK Company ۱

Friedrich Schunk ۲

Lauffen Am Neckar ۳



تصویر ۲: گریپر مرکزی سه فکه^۴

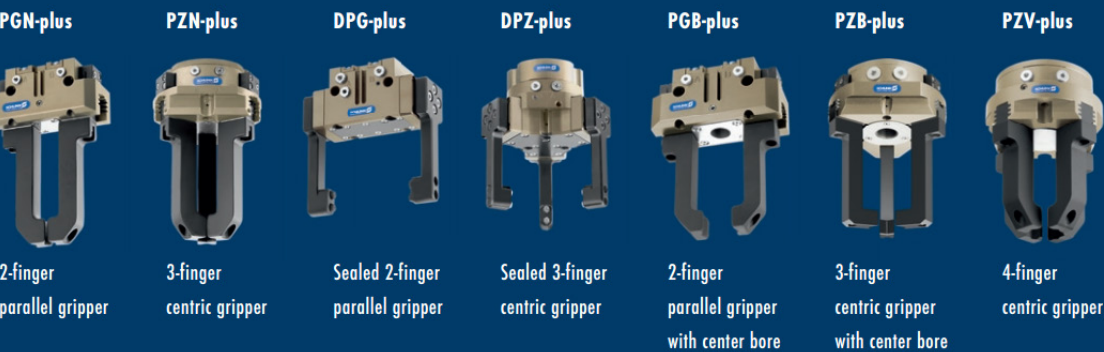


گریپرهای روی ربات‌های اتوماسیون خطوط تولید نصب شده و به ربات اجازه می‌دهند تا شیئی را برداشته و نگه دارد. گریپرها با استفاده از کوبات‌ها^۱ این امکان را به تولید کننده می‌دهند تا عملیات‌های بازرسی^۲، مونتاژ^۳، برداشت و گذاشت^۴ قطعه را به طور خودکار، بدون کمک نیروی انسانی انجام دهند.

گریپر پنوماتیکی با استفاده از نیروی هوای فشرده و پیستون باز و بسته می‌شود.

پیستون ۴ توسط هوای فشرده به سمت بالا و پایین حرکت می‌کند. با حرکت آن شکاف‌های T شکل ۲ حرکت کرده و فک‌ها جهت گرفتن شیء باز و بسته می‌شوند.

تصویر ۴: برداشت بلوک سیلندر موتور توسط گریپر PGN-plus-P شونک^۴



انواع بسیار زیادی از گریپر با توجه به هدف و محل استفاده وجود دارد. همچنین قابلیت سفارشی سازی نیز در وبسایت شرکت شونک موجود است.

تصویر ۵: تولیدات مختلف گریپر شونک

۱ Collaborative(or' cobot)Industrial Robot Arm

۲ Inspection

۳ Assembly

۴ Pick & Place

۵ Motor block handing with the new SCHUNK gripper

PGN-PLUS-p



این شرکت در سال ۱۹۵۹ در آلمان پایه‌گذاری شد. شرکت اینترول، تولیدکننده قطعاتی برای فضای لجستیک^۱ و اتوماسیون^۲، از دیگر کمپانی‌های تولیدکننده است. یکی از مهم‌ترین قطعه تولید شده توسط اینترول، موتور استوانه‌ای^۳ است.

این موتور جهت حرکت قطعات تولیدی روی خطوط تولید بکار برده می‌شود.

تصویر ۷: موتور استوانه‌ای به همراه تسمه نقاله



تصویر ۸: همگام‌سازی سطح و اندازه با توجه به خط تولید



Logistics ۱

Automation ۲

Drum Motor ۳

این موتور با توجه به نوع خط تولید می‌تواند همگام‌سازی شود.



تصویر ۹: نمای داخلی موتور استوانه‌ای همراه با گیربکس

منابع:

<https://schunk.com>

<https://www.universal-robots.com/blog/types-of-grippers-used-in-manufacturing/#:~:text=What%20is%20a%20gripper%3F,pick%20%26%20%20place%20and%20machine%20tending.>

Fig1) https://schunk.com/de_en/company/about-us/our-locations/

Fig3&2) https://schunk.com/de_en/gripping-systems/series/mpz/

Fig4) <https://www.eplan.kr/en/company/news/all-news/view/article/schunk-gmbh-co-kg-superior-clamping-and-gripping1-38767/>

Fig5) <https://sieuthitudong.wordpress.com/category/brands-product/schunk-vietnam/>

<https://www.interroll.com/>

Fig6) <https://www.interroll.com/products-solutions/product/dm-0138-drum-motor/>

Fig7) <https://www.interroll.com/products-solutions/industries/food-beverage/>

Fig8) <https://www.interroll.com/drum-motors-dm-series/>

Fig10&9) https://www.hsssearch.co.uk/page_768237.asp

تصویر ۱۰: شستشوی آسان
خط تولید بدون آسیب به
موتورها





بررسی گیربکس CVT^۱
فاطمه بوشهری دانشجوی سال سوم مهندسی مکانیک
محمد رجبیان دانشجوی سال سوم مهندسی مکانیک

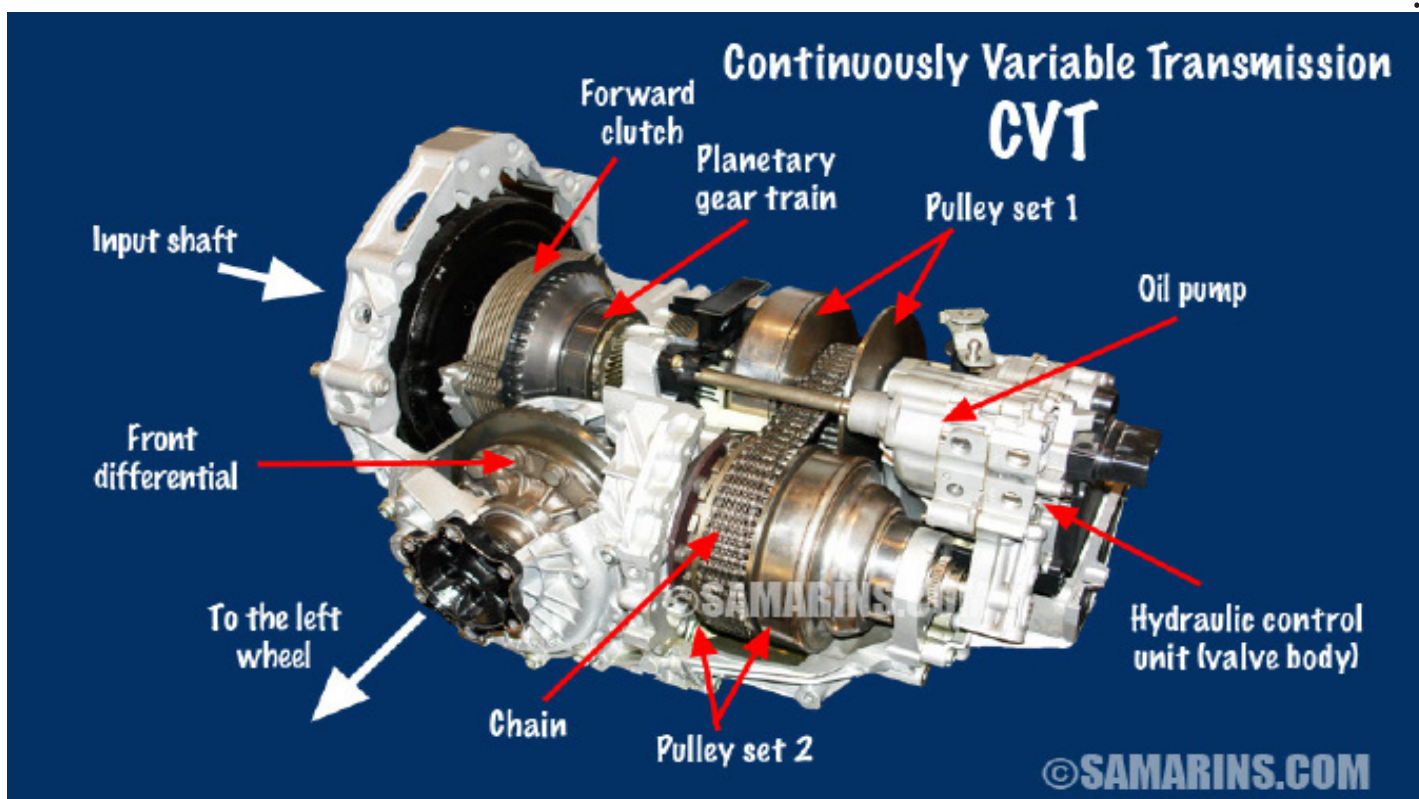
Continuously variable transmission ۱

گیربکس CVT یک سیستم انتقال قدرت ضریب متغیر است که بر اساس عملکرد مبتکرانه‌ی قرقه‌ها عمل می‌کند. این گیربکس به صورت خودکار نسبت دنده را تغییر داده و این کار را با تنوع بسیار بالایی انجام می‌دهد. در این گیربکس ترتیب قرار گرفتن تسمه‌ها و قرقه‌ها باعث می‌شود یک درایو بتواند در یک محدوده، به تعداد بی‌نهایت نسبت دنده تولید کند. گیربکس CVT انواع مختلفی دارد که در ادامه به بررسی و نحوه کارکرد آنها می‌پردازیم.

• گیربکس CVT معمولی:

۲) قرقره خروجی ثابت این قرقره هم ویژگی‌های گفته شده قسمت قبل را دارد با این تفاوت که در سمت چپ خودرو بر روی شفت خروجی نصب شده است.

در ابتدا اجزای تشکیل دهنده آن را بررسی می‌کنیم اجزای اصلی گیربکس CVT عبارتند از: پولی ورودی (محرک)، پولی خروجی (متحرک) و تسمه‌ی مخصوص که از جنس فلز یا پلاستیک است. هر کدام از پولی‌های محرک و متحرک از دو مخروط تشکیل شده‌اند که توسط چند دستگاه الکترونیکی به هم متصل شده‌اند. این مخروط‌ها می‌توانند به هم نزدیک یا از هم دور شوند. به همین علت گیربکس CVT می‌تواند نسبت دنده متفاوتی را ایجاد کند و این ویژگی سبب تفاوت آن با سایر گیربکس‌های اتوماتیک شده است. در ادامه با انواع قرقره‌ها در گیربکس CVT آشنا می‌شویم



۳) قرقره محرک و متحرک قرقره محرک (ورودی) در گیربکس CVT در سمت چپ خودرو قرار دارد و دارای خطوط داخلی بوده که به خطوط شفت ورودی متصل است. به گونه‌ای که می‌تواند به جلو و یا عقب حرکت کند و یا اینکه بر

۱) قرقره ورودی ثابت این قرقره‌ی مخروطی بر روی شفت ورودی (سمت راست) نصب شده است. قرقره‌ی ورودی ثابت به جلو یا عقب حرکت نمی‌کند بلکه بر اساس محور ورودی در جای خود می‌چرخد. معمولاً قرقره‌های ثابت اندازه‌ی کوچک‌تری دارند.

(کلاچ اولیه

این کلاچ نوع پیشرفته‌ای از کلاچ گریز از مرکز است و معمولاً در انتهای خروجی میل لنگ موتور نصب شده است. این کلاچ دارای دو صفحه قرقره است، که یکی از قرقره‌ها ثابت است و قرقره‌ی دیگری برای درگیر شدن سایر اجزا با موتور، به داخل و خارج حرکت می‌کند.

در اکثر سیستم‌ها این قرقره‌ها هنگام شروع به کار، در بیش‌ترین فاصله از هم قرار می‌گیرند و تسمه‌ها بر روی پایه یا شفت در قسمتی که کلاچ قطر کم‌تری دارد، قرار می‌گیرند. همه‌ی این‌ها یک موقعیت «خنثی» را ایجاد می‌کند که موتور گیربکس CVT، بدون انتقال نیرو به چرخ‌ها برای مدت کوتاهی آزاد و غیر فعال است.

(۵) کلاچ ثانویه

این کلاچ در قسمت شفت ورودی گیربکس CVT قرار دارد. کلاچ ثانویه در سیستم‌های مدرن از جمله CVT، دو وظیفه دارد. به اصطلاح برده‌ی کلاچ اولیه است. به این معنی که برای کار کردن پیرو کلاچ اولیه عمل می‌کند. کلاچ ثانویه یک عنصر حسگر گشتاور را ارائه می‌دهد.

(۶) شفت‌ها

شفت عضو دورانی است که گیربکس برای انتقال نیرو از موتور به درایو نهایی مانند محورهای گیربکس CVT به آن نیاز دارد. در ادامه با دو نوع شفت و عملکرد آن‌ها آشنا می‌شویم.

شفت ورودی:

این شفت در گیربکس CVT همانند گیربکس‌های دستی، دارای خطوطی در سطح مقطع خود است که قرقره‌ها روی آن قرار می‌گیرند. منبع تغذیه‌ی این محور، ورودی موتور و عملکرد آن است. به این معنی است که گیربکس CVT اطلاعات بخش ورودی را از موتور به وسیله‌ی شفت ورودی دریافت می‌کند.

شفت خروجی:

شفت خروجی موازی با شفت ورودی است که در گیربکس CVT قرار می‌گیرند. این شفت همانند شفت ورودی در سطح خود دارای شیار یا خطوطی است که قرقره‌های متحرک روی آن قرار گرفته‌اند. محور خروجی وظیفه‌ی انتقال نیرو و قدرت نهایی را به درایو دارد.

(تسمه‌ها

تسمه‌ها در اکثر سیستم‌های CVT مانند یک «کمر بند V شکل» هستند. برخی از تسمه‌های پلاستیکی از جنس کولار هستند، در واقع کولار باعث دوام بیش‌تر این تسمه‌ها می‌شود. در گیربکس CVT از زنجیر یا تسمه فلزی شکل برای انتقال نیرو از قرقره‌های ورودی به قرقره‌های خروجی استفاده می‌کنند.

قرارگیری این تسمه‌ها به شکل V، باعث می‌شود دنده‌ها از گشتاور بالا برای داشتن سرعت زیاد استفاده کنند.



نحوه عملکرد CVT معمولی: در مقایسه با سیستم‌های گیربکس دستی یا اتوماتیک، گیربکس CVT طراحی ساده‌تری دارد. زیرا تعداد قطعات استفاده شده در آن کم‌تر است.

این گیربکس بر اساس هماهنگی و حرکات قرقره‌ها عمل می‌کند. در این سیستم قطعات اصلی قرقره‌های ورودی با قطر متغیر، قرقره‌های خروجی و کمر بند V شکل است.

در گیربکس CVT معمولی، قطر قرقره‌ها را می‌توان با حرکت دادن قرقره‌های مخروطی تغییر داد. ارتباط بین قرقره‌ها در این گیربکس از طریق تسمه‌ی V شکل است. در واقع تسمه با قرار گرفتن در بین این دو قرقره باعث می‌شود یک طرف قرقره بالاتر برود و طرف دیگر پایین بیاید. پس در تغییر قطر آن‌ها نقس مهمی دارد.

توجه داشته باشید که فاصله قرقره‌ها و طول تسمه تغییر نمی‌کند. بنابراین هر دو قرقره باید به طور همزمان تنظیم شوند و حرکت کنند تا مقدار کشش بر روی تسمه حفظ شود.

تسمه‌های V شکل در گیربکس CVT معمولی:

تسمه‌های V شکل در گیربکس CVT معمولی، باید در جهت حرکت محوری قرقره بسیار سفت باشند تا در هنگام حرکت قرقره‌ها به داخل و خارج، تنها حرکات شعاعی کوتاهی انجام دهند.



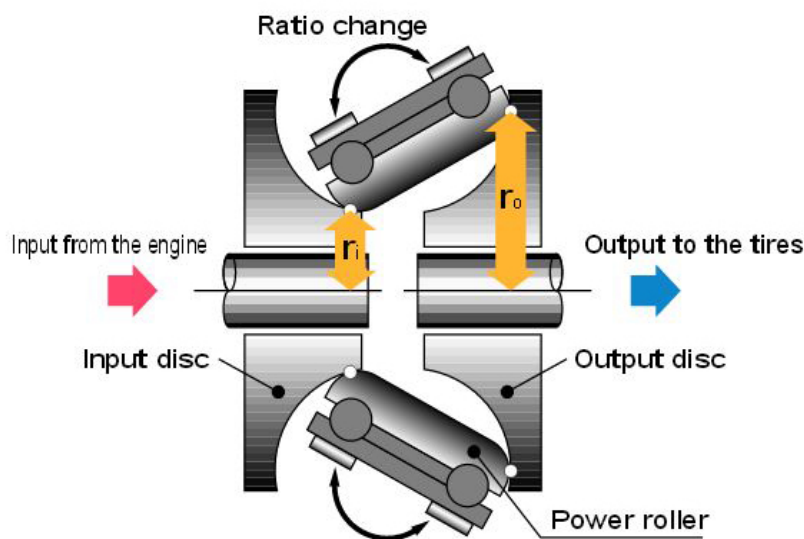
ضخامت قرقره و حرکت شعاعی تسمه باعث ایجاد حداکثر نسبت دنده و گشتاور در این گیربکس می‌شود. برای حرکت متناسب قرقره‌ها و حرکت شعاعی کمربند، هر یک از عناصر این زنجیره باید دارای کناره‌های مخروطی شکل باشند. با حرکت زنجیره‌ها به سمت قرقره منطقه‌ای تماس کوچک‌تر می‌شود. از آنجا که ناحیه‌ی تماس متناسب با تعداد اجزا است، کمربندهای زنجیره‌ای به عناصر با اندازه‌هایی بسیار کوچک نیاز دارند.

طراحی این کمربند در گیربکس CVT، توانست ۸۸ درصد بازدهی مؤثر ایجاد کند. بنابراین موتور این گیربکس در هنگام فعال شدن بدون در نظر گرفتن سرعت خودرو، در بهترین RPM کار می‌کند.

در این سیستم از گیربکس CVT، عناصر زنجیره‌ای باید حدود ۱۲ نوار فولادی را تثبیت کنند. این نوارها نازک هستند و به راحتی خم می‌شوند. نوارهای بیرونی در کنار یکدیگر می‌لغزند و برای عملکرد بهتر به روغن نیاز دارند، اما نوارهای مرکزی برای اتصال زنجیره استفاده می‌شوند.

قرقره‌های مخروطی هم در سطح خود دارای شیارهای شعاعی هستند، که برای مطابقت داشتن با الگوی حرکت، به جلو و عقب حرکت می‌کنند. قرقره‌ها با توجه به به قفل شدن سطوح، گشتاور قابل توجهی را منتقل می‌کنند، بنابراین برای کاربردهای صنعتی بسیار مفیداند.

صفحات کشویی در بین این قرقره‌ها، با گذر زمان فرسوده می‌شوند، تنها راه حل آن روغن کاری مداوم است. البته در هر بار روغن کاری این محفظه تا حدی از روغن پر می‌شود.



• گیربکس CVT چنبره‌ای

طراحی این نوع سیستم در گیربکس CVT کمی متفاوت‌تر از قسمت قبل است. قطعات موجود در گیربکس CVT چنبره‌ای، غلتک‌ها و دیسک‌ها هستند. در واقع به جای قرقره و تسمه، دو دیسک و دو غلتک در این نوع گیربکس وجود دارد.

نسبت دنده در گیربکس CVT چنبره‌ای، با استفاده از یک مکانیزم مبتکرانه که شامل ترتیب خاصی از دیسک‌ها و غلتک‌ها است، تغییر می‌کند. غلتک‌ها پراکندگی گشتاور را کنترل می‌کنند و نسبت دنده را در حالت تعادل قرار می‌دهند.

دیسک‌های موجود در گیربکس CVT چنبره‌ای را می‌توان به صورت دو قسمت تقریباً مخروطی شکل در نظر گرفت. کناره‌های این دیسک‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که می‌توانند حفره مرکزی یک توروس (چنبره) را پر کنند.

این گیربکس یک دیسک ورودی و یک دیسک خروجی دارد. بین دیسک‌ها، غلتک‌هایی وجود دارد که نسبت و اندازه آن‌ها متفاوت است و قدرت را به قسمت‌های مختلف منتقل می‌کنند. هنگامی که محور غلتک عمود بر محور دیسک‌ها است، قطر مؤثر برای دیسک‌های ورودی و دیسک‌های خروجی یکسان است.

در نتیجه نسبت درایو ۱:۱ ایجاد می‌شود. برای سایر نسبت‌ها، غلتک‌ها در امتداد محور دیسک‌ها حرکت می‌کنند و در نتیجه غلتک‌ها با دیسک‌ها در قسمتی که قطر بزرگ‌تر یا کوچک‌تر دارند در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند و نسبت‌هایی غیر از ۱:۱ را ایجاد می‌کنند.

• گیربکس CVT الکتریکی

گیربکس CVT الکتریکی یا خودروهای برقی هیبریدی^۱ دارای سه تا چهار عنصر اصلی هستند که در ادامه با آن‌ها آشنا می‌شویم.

اجزای اصلی این گیربکس:

منبع تغذیه (Power Source)

ژنراتور (دینام)

موتور الکتریکی

باتری

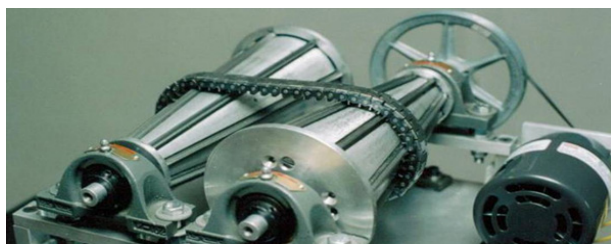
عملکرد اصلی گیربکس CVT الکتریکی مشابه گیربکس CVT هیدرواستاتیک است. که در آن منبع تغذیه هنگامی که موتور الکتریکی به شفت خروجی متصل می‌شود، ژنراتور (دینام) الکتریکی را به حرکت در می‌آورد.

ژنراتور و موتور توسط یک مدار هیدرواستاتیک به گیربکس CVT الکتریکی متصل می‌شوند. اما گیربکس الکتریکی برخلاف گیربکس هیدرواستاتیک، با افزودن یک بسته باتری می‌تواند انرژی اضافی که در حین کار کردن خودرو هدر می‌رود را ذخیره کند.

ژنراتور (دینام) در این گیربکس قدرت و نیروی موتور را از طریق نوعی کنترل سرعت الکترونیکی تامین می‌کند.

گیربکس CVT الکتریکی، خاصیت انعطاف پذیری دارد، زیرا ژنراتور در این گیربکس می‌تواند در هر فاصله یا جهتی از موتور قرار بگیرد. علاوه بر این هرگونه نیروی اضافی که تولید می‌شود را در باتری ذخیره می‌کند تا در مواقع ضروری یا حمل بارهای زیاد از آن استفاده کند.

HEV ۱



• گیربکس CVT مخروطی

در نوعی از گیربکس‌های CVT، مخروط‌ها عنصر اصلی محسوب می‌شوند که اصطلاحاً به آن گیربکس مخروطی می‌گویند. در واقع در این گیربکس با حرکت کمر بند به بالا و پایین محور غلتک‌ها به کمک مخروط‌ها، نسبت حرکت تغییر می‌کند.

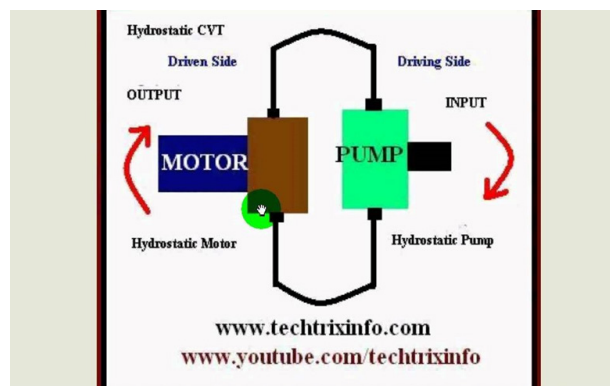
ساده‌ترین نوع گیربکس CVT مخروطی، نسخه‌ی تک مخروطی آن است که از چرخ‌هایی که در امتداد شیب مخروط‌ها است، استفاده می‌کند. با این کار تنوع زیادی در بین قطرهای باریک و گسترده مخروط ایجاد می‌کند.

• گیربکس CVT هیدرواستاتیک

این نوع سیستم از گیربکس CVT، از پمپ‌ها و موتورهای هیدرواستاتیک به عنوان اجزای تشکیل دهنده استفاده می‌کند. توزیع گشتاور از طریق جابه‌جایی سیال‌ها امکان‌پذیر است و شما می‌توانید طیف وسیعی از نسبت دنده‌ها را داشته باشید.

مشکلات گیربکس CVT در این سیستم به دلیل استفاده از هیدرولیک و کاهش مقدار اصطکاک در اثر تماس اجزا با یکدیگر، به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند.

اجزای اصلی در این گیربکس موتور هیدرولیکی و پمپ‌ها هستند. بنابراین این گیربکس فشار هیدرولیک را به چرخش محوری تبدیل می‌کند. گیربکس CVT هیدرواستاتیک از پمپ‌های جابه‌جایی مثبت، کوپلینگ‌های سیال مانند مبدل‌های گشتاور و پمپ‌های روتودینامیکی برای انتقال گشتاور استفاده می‌کند.



مزایای گیربکس CVT هیدرواستاتیک:

(۱) می‌تواند ظرفیت گشتاور را که توسط یک موتور هیدرولیک بدست می‌آید افزایش دهد.

(۲) قدرت از طریق شیلنگ‌های انعطاف‌پذیر به چرخ‌ها منتقل می‌شود که سیستم تعلیق انعطاف‌پذیرتری را ایجاد می‌کند.

(۳) گیربکس CVT هیدرواستاتیک، به گیربکس آرام معروف است زیرا می‌تواند سرعت‌های خود را با استفاده از یک اهرم کنترل کند.

به طور کلی گیربکس CVT هیدرواستاتیک در مقایسه با سایر گیربکس‌ها بسیار گران‌تر است. البته مایع هیدرولیک در این گیربکس‌ها به علت ایجاد گشتاورهای بالا در مدت زمان طولانی، نیاز به خنک شدن دارد.

• گیربکس CVT سیاره‌ای^۱

در گیربکس CVT سیاره‌ای^۱، نسبت چرخ‌دنده‌ها با کج شدن محورهای کره به صورت مداوم تغییر کرده و شعاع‌های تماس متفاوتی را ایجاد می‌کند. این کار باعث هدایت دیسک‌های ورودی و خروجی می‌شود. در این گیربکس نسبت پایین درایو هنگامی تولید می‌شود که سرعت چرخش محور خروجی برابر با تفاوت دو سرعت دیگر در گیربکس CVT باشد. در این شرایط CVT به عنوان تنظیم‌کننده‌ی سرعت در هر سه سیستم عمل می‌کند. از این گیربکس در تویوتا پریوس که در سال ۱۹۹۷ از آرونمایی شد، استفاده شده است.

تاریخچه گیربکس CVT

CVT در سال‌های اخیر بسیار محبوب‌تر شده است. اما ایده‌ی طراحی این گیربکس‌ها قرن‌هاست که وجود دارد. اولین طرح آن توسط لئوناردو داوینچی در سال ۱۴۹۰ ساخته شد و اولین بار توسط دیاملر و بنز در سال ۱۸۸۶ اختراع و ثبت شد.

داوینچی در ابتدا طراحی دستی از یک سیستم انتقال نیرو با ضریب متغیر را انجام داد. شرکت خودروسازی هلندی داف از این سیستم در خودروهایش استفاده می‌کرد. در حقیقت گیربکس اتوماتیک CVT که امروزه از آن در خودروها و موتورسیکلت‌ها استفاده می‌کنیم، توسط مهندس هلندی هاب فن دورن طراحی شده است.

در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ و اوایل دهه‌ی ۹۰ میلادی، سوپارو در خودروهای کوچک خود از گیربکس اتوماتیک CVT استفاده کرد و این خودرو در تویو به بازار عرضه شد. پس از مدت زمان کوتاهی از ورود این گیربکس به ایالات متحده، اکثر تولیدکنندگان حداقل در یک مدل از خودروهای خود از گیربکس CVT استفاده کردند. همین اتفاق باعث شد این گیربکس به سرعت شناخته شود.

گیربکس‌های CVT پیشرفته و ارتقا یافته در اواخر دهه‌ی ۹۰ و اوایل سال ۲۰۰۰ به بازار آمدند. این گیربکس‌ها توانستند توجه خودروسازان بیش‌تری را نظیر نیسان، آئودی، هوندا و میتسوبیshi به خود جلب کنند.

میزان صدای تولیدی گیربکس CVT:

اولین خودروهایی که به گیربکس از نوع CVT مجهز بودند، مثل برخی از خودروهای ساخته شده توسط شرکت خودرو سازی DAF، با افزایش سرعت، به صدای غرش خودروهایشان آشنا بوده و عادت داشتند.

امروزه، جدیدترین خودروهایی که به گیربکس CVT مجهز هستند، از سیستم ضد صدا برای اطمینان از بهبود شرایط پالایش خودرو برخوردارند.

نکته جالبی در مورد شرکت خودرو سازی DAF وجود دارد. آن نکته این است که خودروهای دارای گیربکس CVT به راحتی به صورت معکوس کار می‌کردند. این یعنی، خودرو چه برای حرکت به سمت جلو و چه برای حرکت به سمت عقب به یک میزان شتاب می‌گیرد.

چرا گیربکس CVT؟

گیربکس CVT قطعات محرک زیادی ندارد. بنابراین تا حد قابل توجه‌ای قابل اطمینان است. اکثر شرکت‌های خودروسازی در خودروهایی که می‌خواهند کم‌مصرف باشد، از این نوع گیربکس استفاده می‌کنند.

تا زمانی که شما از برنامه منظمی برای رسیدگی و روغن کاری گیربکس استفاده کنید؛ هیچ جای نگرانی در مورد این نوع گیربکس، وجود ندارد. تنها مسئله‌ای که ممکن است با آن رو به رو شوید، این است که کمربند محرک بین دو قرقره، در گذر زمان فرسوده شود.

فرسوده شدن کمربند محرک می‌تواند منجر به لغزش شود. این موضوع با دور موتور مشخص می‌شود. در این صورت خودرو به سرعتی نرمال نخواهد رسید. این مشکل هم با تعویض کمربند محرک قابل حل بوده و هیچ جای نگرانی نیست.

اصلی‌ترین مزیت گیربکس CVT، بهره‌وری آن است. موتورهای احتراق که در بخش داخلی خودروها قرار دارند، اسب بخار، مصرف سوخت و گشتاور را در بهینه‌ترین میزان قرار می‌دهند. در واقع هیچ جعبه دنده‌ای (گیربکس) نمی‌تواند چنین کنترلی بر موتور داشته باشد. اما گیربکس‌های CVT با تغییر پیوسته ضریب دنده این امکان را فراهم می‌کند.

در واقع CVT ضمن اینکه شتاب سریع را فراهم می‌کند، نسبت به سایر گیربکس‌ها مصرف سوخت پایین‌تری دارد. یکی دیگر از مزایای CVT این است که در هنگام بالا رفتن از شیب‌های تند شما سواری راحت‌تری را تجربه می‌کنید و تعویض دنده بسیار نرم انجام می‌شود.

معایب گیربکس CVT

در حالی که عدم تغییر و افزایش ناگهانی نیرو از مزایای CVT محسوب می‌شود، برخی از رانندگان با خودروهای دارای گیربکس CVT، لذت رانندگی را از دست می‌دهند. اگر تجربه رانندگی اسپرت‌تری را ترجیح می‌دهید، کمبود چرخ دنده ثابت در CVT باعث می‌شود رانندگی برای شما جذابیت کمتری داشته باشد.

شکایت دیگری که رانندگان نسبت به گیربکس CVT دارند، صدایی بلند، همانند صدای پهلپاد است که در هنگام شتاب‌گیری ایجاد می‌شود. دلیل این اتفاق این است که CVT هنگام رسیدن به سرعت، موتور را مجبور می‌کند که به طور پیوسته در یک RPM ثابت مرتباً کار کند. همانطور که متخصصین خودرو گفته‌اند، به دلیل تفاوت در درک صدا از گیربکس مکانیکی یا پله‌ای اتوماتیک، عموم مردم کمتر CVT را پذیرفته‌اند.

از دیگر معایب CVT این است که تعمیر یا تعویض CVT در مقایسه با گیربکس اتوماتیک معمولی می‌تواند گران باشد.

از مشکلات رایجی که برخی مالکان خودروهای دارای گیربکس CVT با آن روبرو می‌شوند عبارت است از:

گرم شدن بیش از حد

لغزش

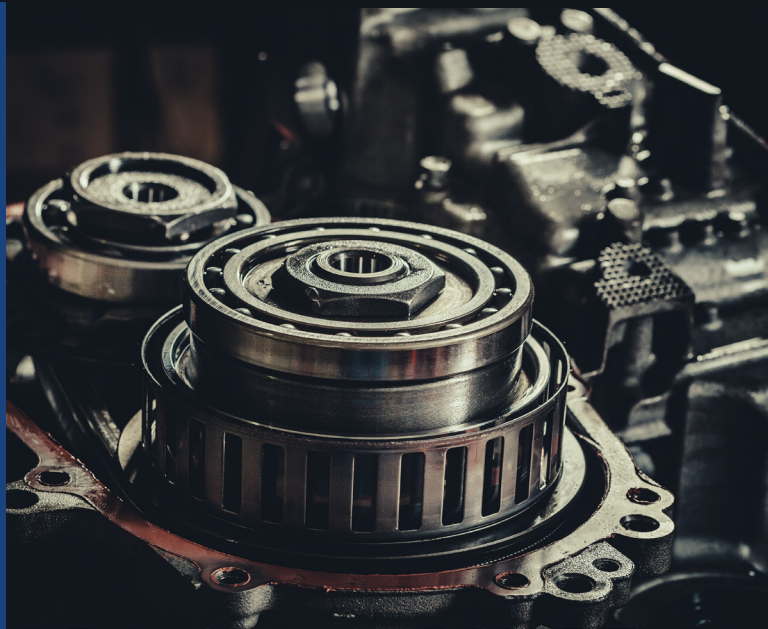
از دست دادن ناگهانی شتاب.

از آنجا که گیربکس CVT برای کار به کمربندها بستگی دارد، اگر کمربندها نتوانند کشش زیاد یا ساییدگی زیاد را تحمل کنند، عملیات انتقال می‌تواند دچار مشکل شود و یا کاملاً خراب شود. هنگام شتاب‌گیری خودروهای دارای گیربکس CVT، هیچ ارتباطی بین گاز و موتور وجود ندارد.

موتورهایی که می‌توانند با CVT کار کنند از نظر قدرت و اندازه محدودیت‌هایی دارند.

دوام CVT به اندازه انتقال معمولی نیست.

کار بر روی CVT‌ها سخت‌تر است. حتی تعمیرات اساسی نیز اغلب باید توسط یک مکانیک ماهر انجام شود.





برخی از ماشین های بازار ایران که به گیربکس CVT مجهز اند:
(۱) تیگو ۵

به طور کلی مصرف کنندگان، SUV2 متوسط و بزرگ را برای خودرو ترجیح می دهند. خودرو تیگو ۵ دارای نمونه ای از استاندارد اصلی مدل های SUV3 است. علاوه بر این کیفیت حسی تیگو ۵، با تاثیر مستقیم بر روی کیفیت خودرو، جذابیت آن را چند برابر می کند.

تیگو ۵، خودرویی با بهترین و بالاترین تجهیزات ایمنی است که در سال ۲۰۱۵ پنج ستاره ایمنی از NCAP1 دریافت کرد. اما این خودرو اگر چه از گیربکس CVT که نسبتاً گیربکس خوبی است، استفاده می کند اما عملکرد متوسطی دارد. شرکت چری ۴ همواره برای کاهش آسیب ها و تصادفات تلاش کرده تا استانداردهای ایمنی بین المللی را رعایت کند. به همین علت خودروی قابل اعتمادی است. مشخصات فنی تیگو ۵

تیگو ۵ مجهز به موتور دو لیتری VVT است. این موتور حداکثر قدرت ۱۰۲ کیلووات و حداکثر گشتاور ۱۸۲ نیوتن متر را ارائه می دهد. نوع دنده خودکار تیگو ۵ به گیربکس CVT مجهز است. در صورت استفاده در حالت تیپ ترونیک ۵، هفت ضربه دنده تعیین شده در اختیار راننده قرار می گیرد.

مورانو قدرت خود را از یک موتور ۳،۵ لیتری V-6 که به گیربکس CVT متصل است، می گیرد. با استفاده از این گیربکس، نیسان



مورانو دارای شتاب گیری عالی در عین حال آرام و بی صدا است. کمپانی نیسان در سال ۲۰۲۱ تصمیم گرفت به افزایش ایمنی در نیسان مورانو بپردازد. ویژگی های ایمنی در نیسان مورانو: دارای هشدار استاندارد و اتوماتیک در هنگام تصادفات و ترمز اضطراری. دارای سیستم هوشمند و استاندارد برای نظارت بر نقاط کور و هشدار در هنگام ترافیک. در هنگام خروج خودرو از خط، برای حفظ ایمنی، اخطارهایی را به شما تذکر می دهند.

مشخصات فنی نیسان مورانو

موتور این خودرو دارای ۶ سیلندر و ۲۴ سوپاپ است. حداکثر قدرت و گشتاور موتور ۲۶۶ کیلو وات و ۳۳۶ نیوتن متر است. انتقال نیرو در این خودرو از طریق دو دیفرانسیل بوده و گیربکس CVT در آن شش سرعته است.

1	tiggo5
2	Sport utility vehicle
3	China New Car Assessment Programme
4	Chery
5	Tiptronic

نيسان قشقايي^۱ يك خودروي كراس اوور^۲ از شركت ژاپني نيسان است. در سال ۲۰۰۷، نيسان قشقايي تركيبی كه از هاچ بك و SUV کاربردی است، به بازار عرضه شد. در ابتدا طراحی اين نيسان بسيار ساده بود اما زشت به نظر نمی رسید.



مشخصات فنی نيسان قشقايي اين خودرو از موتور توربوشارژ استفاده می کند كه ۴ سیلندر دارد. اين دستگاه از يك باتري ليتيومی ۱۲ ولت برای ايجاد گشتاور مناسب، تغذيه سيستم و كمك به خودرو در هنگام حركت استفاده می کند.

اما پس از مدتی، نيسان فناوری جديد E_Power را اضافه كرد كه از موتور بنزینی ۱،۵ لیتری به عنوان

ژنراتور، برای تولید برق موتور استفاده می کند. با كمك اين برق چرخ های خودرو به حركت در می آیند.

Nissan Qashqai ۱

Crossover ۲

نيسان جوک^۱

اگر به دنبال خودرویی با کیفیت بالا و عكس العملی سریع هستید، ما نيسان جوک را به شما پیشنهاد می کنیم. در طراحی نيسان جوک از موتورهای اسپورت استفاده شده است كه باعث می شود خودرو اصطلاحاً زنده به نظر برسد.

چند نکته راجع نيسان جوک

برخلاف بسیاری از اتومبیل های امروزی، هر نيسان جوک دارای يك دوربین استاندارد برای دید عقب است تا ایمنی شما را تضمین کند.

اگر در اين خودرو سطح متوسط SV را انتخاب كنید، نيسان جوک در تنظیمات خود سه حالت مختلف رانندگی را به شما ارائه می دهد. اين حالات عبارتند از: اقتصادی^۲، معمولی^۳، اسپورت^۴. با انتخاب هر کدام از

حالات، تنظیمات مربوط به عملکرد گاز، حساسیت فرمان و پاسخگویی

گیربکس CVT تغییر می کند.

این خودرو به صورت استاندارد

دارای موتور توربوشارژ ۱،۶

لیتری است كه قدرت ۱۸۸

اسب بخار و گشتاور ۱۷۷

نیوتن متر را تولید

Nissan Juke ۱

ECO (Economy) ۲

Normal ۳

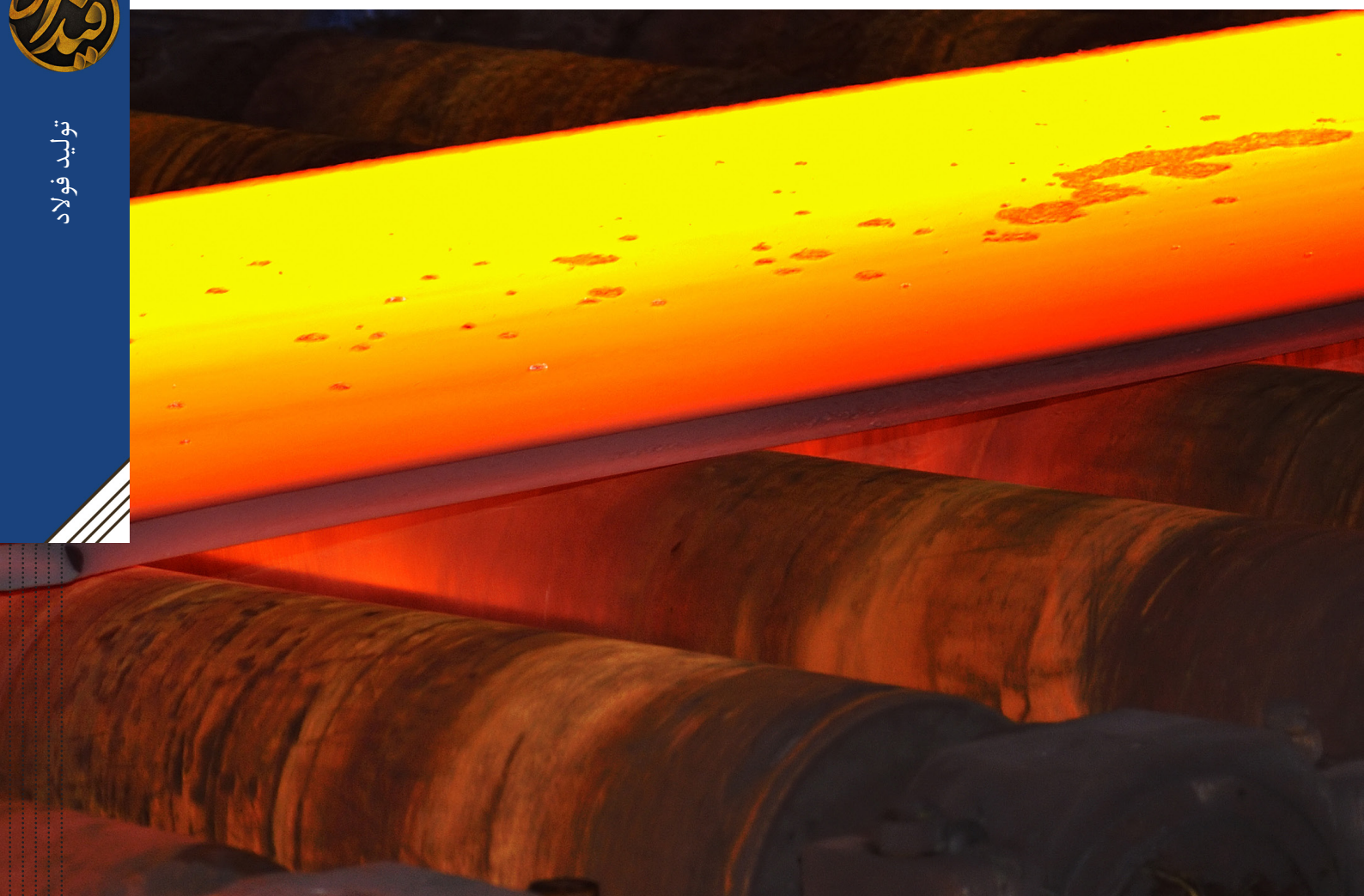
Sport ۴





تولید فولاد مهدیه خسروی دانشجوی سال سوم مهندسی مکانیک

تولید ورق فولادی در کنار دیگر مقاطع یکی از نشانه‌های افزایش توانمندی یک کشور در صنعت است. ظرفیت تولید بیش از ۳۰ میلیون تنی فولاد در ایران نشان از قدرت علمی و اجرایی کشور در زمینه صنعت دارد. ایران با داشتن منابع بسیار غنی سنگ آهن مسیر خود را به سمت فراوری و ایجاد ارزش افزوده از طریق آن پیش می‌گیرد. مراحل تولید ورق فولادی آنچنان به ظرافت و پیش نیازهای متعدد وابسته است که کشورهای محدودی این توانایی را در اختیار دارند. ایران نیز در بین این کشورها قرار گرفته است.



قفسه‌های دو غلتکه به سرعت گام‌های تکامل خود را پیمودند و به زودی افزون بر نورد فلزهای نرم، نورد گرم فولاد نیز عملی شد. تنگنای نیرو و توان، ایده‌ی استفاده از غلتک‌های کوچک‌تر را مطرح کرد؛ زیرا صنعتگران به تجربه متوجه شده بودند که نورد با غلتک‌های کوچک‌تر نیرو و توان کم‌تری احتیاج دارد. از این رو استفاده از غلتک‌های کاری کوچک‌تر که به وسیله غلتک‌های بزرگ‌تر پشتیبانی می‌شدند متداول شد و در اصطلاح قفسه‌های چهار غلتکه به وجود آمدند.

پس از پیدایش ماشین بخار و از بین رفتن تنگنای نیرو و توان، قفسه‌های نورد دوباره بزرگ‌تر شدند و موتورهای با توان بسیار بالا، در اندازه ۱۵۰۰ اسب برای نوردهای سنگین شمش‌های فولادی به کار گرفته شدند. موتور و قفسه‌های نورد به تندی گام‌های تکامل خود را پیمودند به گونه‌ای که فرآورده‌های نورد، به ویژه فولادها، به مهمترین فرآورده‌های جهان تبدیل شدند. برای بسیاری از فرآورده‌ها، روش‌های نورد، جایگزین دیگر روش‌های شکل دادن فلزها، همانند آهن‌گری و ریخته‌گری شدند.

تاریخ «نوردکاری» به مفهوم امروزی آن برای تولید انواع ورق آهن و مقاطع فولادی، ولی در شکل‌های بسیار ساده و اندازه‌های بسیار کوچک به آغاز سده هفدهم میلادی بر می‌گردد؛ به این صورت که دو غلتک چدنی، در یک چارچوب چوبی قرار داده می‌شد و فلزهایی مانند قلع و سرب را نورد می‌کردند. هرچند پیش از این، از غلتک‌ها برای صاف کردن و فشردن مواد استفاده می‌شد، ولی ایده‌ی استفاده از غلتک به منظور کاهش سطح مقطع فلز، در این دوره به وجود آمد. پس از آن کوشش شد از غلتک‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر استفاده شود و گشتاور لازم برای به چرخش درآوردن آن‌ها به وسیله نیروی اسب و یا پره‌های آبی تامین می‌شد. ایده‌ی ایجاد شیار روی غلتک‌ها به منظور شکل دادن به مقاطع میل‌گرد و تیرآهن نیز به همین دوران بر می‌گردد.



ناحیه آهن سازی:

ناحیه آهن سازی در شرکت فولاد مبارکه از ۴ واحد تشکیل شده است:

۱- واحد انباشت و برداشت مواد خام

وظیفه اصلی واحد انباشت و برداشت، همگن سازی و مخلوط سازی مواد، ایجاد ذخیره مناسب و مستقل کردن عملکرد واحدهای گندله سازی و احیاء مستقیم از یکدیگر است. واگن های ورودی توسط باسکول ریلی وزن شده و برای تخلیه به محوطه واگن برگردان وارد می شوند. عمل حرکت دادن واگن ها به طرف واگن برگردان و تنظیم موقعیت آنها در داخل واگن برگردان می تواند توسط دستگاه واگن گیر و یا لوکوموتیو انجام شود. واگن ها یک به یک توسط دستگاه واگن برگردان تخلیه شده و از طریق تغذیه کننده های لرزشی و نوار نقاله به محوطه انباشت (پارک ها) انتقال می یابند. وظیفه انباشت را سه دستگاه انباشت کننده و وظیفه برداشت را سه دستگاه برداشت کننده به عهده دارند.



عکس ۱ واحد انباشت و برداشت - واگن برگردان

۳- واحد گندله سازی

در واحد گندله^۱ سازی سنگ آهن درشت دانه پس از ورود به آسیاب‌های گندله‌سازی از اندازه ۹۵ درصد کمتر از یک میلی‌متر، به اندازه ۷۵ تا ۸۰ درصد زیر ۴۵ میکرون می‌رسند. در ادامه سنگ آهن آسیاب شده با سنگ آهن ریزدانه با اندازه ۸۰ تا ۸۵ درصد زیر ۴۵ میکرون، بنتونیت (به عنوان چسب) و رطوبت، مخلوط شده و پس از آماده سازی به دیسک‌های تشکیل گندله خام ارسال می‌شود. در دیسک‌های گندله سازی، مخلوط سنگ آهن به گندله خام با اندازه ۵ تا ۲۵ میلی‌متر تبدیل می‌شود. پس از سرند کردن گندله خام توسط سرند غلطکی، گندله‌ها با اندازه ۸ تا ۱۶ میلی‌متر وارد کوره‌ی پخت می‌شوند. در کوره‌ی پخت، گندله خام با عبور از مراحل خشک کردن، پیش‌گرم، پخت و خنک کردن، به استحکام مناسب جهت استفاده در فرایند احیاء مستقیم رسیده و از کوره‌ی پخت خارج می‌شود. گندله اکسیدی تولیدی، در ادامه جهت مصرف، به واحد احیاء مستقیم و یا جهت انباشت، به واحد انباشت و برداشت ارسال می‌شود.



عکس ۲ واحد گندله سازی - دیسک‌های گندله سازی

۳- واحد آهک‌سازی

برای پخت آهک، ابتدا سنگ آهک با دانه بندی ۱۸ تا ۵۰ میلی‌متر از معدن حوض ماهی وارد کوره‌های دوار شده و در مجاورت حرارت ۱۲۵۰ تا ۱۳۵۰ درجه سانتی‌گراد با انجام عمل کلسیناسیون گاز دی اکسید گوگرد از سنگ آهک خارج می‌شود، آهک پخته پس از خارج شدن از کوره، سرند شده و اندازه ۵ تا ۵۰ میلی‌متر آن برای استفاده در کوره‌های ذوب به سمت فولادسازی فرستاده می‌شود. اندازه کمتر از پنج میلی‌متر آهک پخته، به واحد هیدراسیون فرستاده می‌شود. با اضافه کردن آب به آهک، آهک هیدراته تولید می‌شود که از آن در واحدهای گندله‌سازی، بریکت‌سازی و تصفیه‌خانه استفاده می‌شود.

۱ گلوله‌های تولید شده از نرمه سنگ آهن

۲ فرآیند تبدیل کاتالیستی

۴- واحد احیاء مستقیم
در ناحیه احیاء مستقیم، گندله اکسیدی تولید شده در واحد گندله سازی، پس از کنترل خواص شیمیایی و فیزیکی، از بالا وارد کوره‌ی احیاء شده و در دمای حدود ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد و در تبادل با گاز احیاء کننده که از سمت پایین به طرف بالا در جریان است، اکسیژن خود را از دست می‌دهد. ترکیب اولیه گاز احیاء کننده، دارای بیش از ۹۰ درصد منواکسیدکربن و هیدروژن است که نسبت هیدروژن به منواکسیدکربن حدود ۱.۵ تا ۱.۷ است. هیدروژن و منواکسیدکربن، اکسیژن موجود در گندله را جذب و به آب و دی‌اکسیدکربن تبدیل کرده و از قسمت بالای کوره خارج می‌شوند. دو سوم گاز خروجی پس از خنک کاری و شست و شو با آب، با افزودن گاز طبیعی به آن وارد ریفرمر شده و در مجاورت کاتالیست نیکل مجدداً به منواکسیدکربن و هیدروژن تبدیل و دوباره وارد کوره می‌شود. یک سوم گاز که در اثر افزایش حجم ناشی از عمل ریفرمینگ تولید شده، از سیکل خارج و در ریفرمر به عنوان منبع انرژی با هوا سوزانده شده و حرارت لازم برای عمل ریفرمینگ (Reforming)^۲ را فراهم می‌کند. در نهایت محصول احیاء مستقیم گلوله‌های آهن اسفنجی با متالیزاسیون (Metallization)^۳ بالای ۹۲ و کربن بالای ۷.۱ درصد است که پس از خنک کاری با گاز خنک کننده از پایین کوره در دمای محیط تخلیه شده و پس از جداسازی ریزدانه آن، به فولادسازی ارسال می‌شود.



عکس ۳ مدول‌های احیاء مستقیم فولاد مبارکه اصفهان

ناحیه فولادسازی

ناحیه فولادسازی از ۵ واحد تشکیل شده است:

واحد حمل مواد،

واحد کوره‌های قوس الکتریکی،

واحد کوره‌های پاتیلی^۴ و متالورژی ثانویه،

واحد ریخته‌گری پیوسته،

واحد خنک سازی و اصلاح شمش

۳ متالیزاسیون یک اصطلاح کلی است که به اعمال پوشش فلزی بر روی سطح فلزی یا غیر فلزی دیگر اشاره دارد. بسته به نتیجه مطلوب، پوشش می‌تواند از فلزاتی مانند روی، طلا، آلومینیوم یا نقره تشکیل شود.

۴ عملکردی همانند کوره های قوس الکتریکی دارند با این تفاوت که از خود پاتیل به عنوان کوره استفاده می‌شود.

ناحیه نورد سرد ۱ به طور کلی از ۷ واحد زیر تشکیل شده است:

۱. خطوط اسیدشویی
۲. واحد تاندم میل
۳. واحد نورد دو قفسه‌ای
۴. واحد شستشوی الکترولیتی
۵. واحد تمپر میل
۶. واحد قلع اندود
۷. کارگاه غلتک
۸. واحد اسیدشویی ۱ و ۲



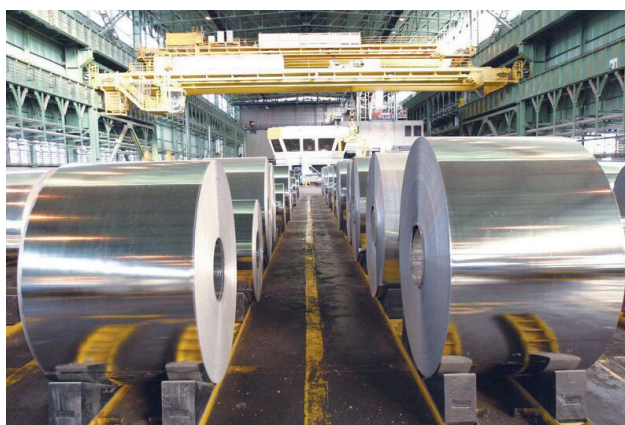
عکس ۴ ناحیه فولادسازی فولاد مبارکه اصفهان

واحد نورد گرم

تختال‌ها^۱ به واحد نورد گرم منتقل شده و پس از گرم شدن تا ۱۲۸۰ درجه سانتی‌گراد در کوره‌های پیشگرم کن و پوسته زدایی، در نوردهای اولیه و نهایی نورد شده و در نهایت ضخامت آن به ۱.۵ تا ۱۶ میلی‌متر می‌رسد که به صورت کلاف تولید می‌شود. کلاف گرم دارای مشخصات ابعادی ضخامت از ۱.۵ تا ۱۶ میلی‌متر، عرض از ۶۵۰ تا ۱۸۵۰ میلی‌متر، وزن بسته بندی محصولات از ۵ تا ۳۰ تن و با کیفیت سطح فولاد سیاه با صافی سطح کمتر از ۸۵IU است.

- واحد تکمیل نورد گرم

۵۲ درصد از کلاف‌ها به واحد تکمیل نورد گرم منتقل می‌شوند. در این واحد، عملیاتی از قبیل کم کردن وزن کلاف، بهبود خواص مکانیکی، تسطیح ورق، برش سبک و سنگین ورق در طول‌های یک تا ۱۲ متر انجام می‌شود.



عکس ۶ واحد نورد سرد فولاد مبارکه اصفهان

۱ قطعه ای مکعب مستطیلی فولادی که محصول میان خطی و نیمه نهایی است که از فرآیند نورد شمش یا ریخته گری پیوسته تولید می‌شود.

از نصب خطوط اسیدشویی، اهداف زیر دنبال می‌شود:

- حذف اکسیدهای سطحی از روی ورق با عبور دادن آن از حوضچه‌های هیدروکلریک اسید

- کناره‌بری ورق برای رسیدن به عرض نهایی و حذف هرگونه عیوب احتمالی موجود در کناره‌های ورق

- روغن کاری سطح ورق با استفاده از ماشین الکترواستاتیک

- اصلاح شکل ورق گرم با استفاده از دستگاه استرچ لولر که این دستگاه دو وظیفه اصلی را بر عهده دارد:

- الف - پوسته‌های اکسیدی را می‌شکند و در نتیجه کارایی اسید شویی را بهبود می‌بخشد.
- ب - عیوب شکلی ورق را اصلاح می‌کند. بنابراین کیفیت عملیات بعدی را بهبود می‌بخشد.

-واحد نورد دو قفسه‌ای

هدف از نصب خط واحد نورد دو قفسه‌ای کاهش ضخامت ورق در درجه حرارت محیط است. در این خط، کلاف پس از باز شدن توسط دستگاه کلاف باز کن از دو قفسه چهار غلتکی به صورت رفت و برگشتی عبور می‌کند و در اثر کشش و فشار زیاد از حداقل ۶۰ درصد تا حداکثر ۹۰ درصد و بر مبنای تعداد دو یا سه پاس نورد، کاهش ضخامت پیدا می‌کند و در پایان توسط دستگاه کلاف پیچ به شکل کلاف در می‌آید. محصولات این خط به کلاف‌های خام موسوم هستند و به سه بخش کلاف‌های خام جهت خط قلع‌اندود، کلاف‌های خام جهت واحد بازپخت و ادامه چرخه نورد سرد و کلاف‌های خام جهت گالوانیزه و ورق رنگی تقسیم می‌شوند. خط نورد دو قفسه‌ای یکی از مهم‌ترین مراحل در چرخه کاری زنجیره قلع‌اندود بوده و وظایف فناورانه آن کاهش ضخامت تا مقدار نهایی و ایجاد شکل مناسب برای چرخه کاری پیش بینی شده برای محصول نهایی است.

-واحد شست‌وشوی الکترولیتی

در واحد شست‌وشوی الکترولیتی، عملیات شست و شوی سطح ورق نورد شده جهت رفع آلودگی‌ها و چربی‌های سطحی طی دو مرحله غوطه‌وری در محلول قلیایی انجام گرفته و محصول تولیدی پس از شست‌وشوی نهایی و خشک کردن کامل و کلاف پیچی، جهت برنامه‌ریزی و انجام عملیات پخت، به واحد بازپخت هیدروژنی منتقل می‌شود. به طور کلی وظیفه خط شست‌وشوی الکترولیتی، تمیز کردن ورق به منظور حذف تمام امولسیون باقی‌مانده، پودر آهن و ذرات غیرآهنی جامد ناشی از فرآیند نورد سرد است.

-واحد بازپخت هیدروژنی

در واحد بازپخت هیدروژنی عملیات حرارت‌دهی و پخت کلاف‌ها به منظور یکنواخت‌سازی ساختار متالورژیکی ورق و همچنین دستیابی به کیفیت‌های متالورژیکی مورد نظر انجام گرفته و کلاف‌ها پس از طی عملیات حرارتی و خنک‌کاری نهایی جهت ادامه چرخه به واحد تمپر میل منتقل می‌شوند. با توجه به این که کلاف‌های خام تولید از خط تاندم میل و نورد دو قفسه‌ای مستقیماً فرم‌پذیری لازم را ندارند، برای فرایندهای بعدی ضرورت انجام آنیل در درجه حرارت بالا وجود دارد.

-بازرسی کلاف برای بررسی و کنترل تمام اطلاعات اصلی کلاف (شماره ذوب، شماره برنامه، وزن، ضخامت، عرض، نوع فولاد، درجه حرارت کلاف پیچی و غیره) و روشن کردن هر گونه اشکال ناشی از فرایندهای قبلی (خارج از ضخامت در سر و انتهای کلاف، لبه بری، عیوب سطحی، آخال غیر فلزی، پوسته‌های اکسیدی، ترک، زنگ‌زدگی و ...).

در خطوط اسیدشویی کلاف‌ها پس از باز شدن توسط قرقره‌های بازکننده وارد حوضچه‌های اسید از نوع هیدروکلریک‌اسید (با فرمول HCl و نام صنعتی جوهر نمک) شده و در آنجا جهت اکسیدزدایی شسته می‌شوند. این کلاف‌ها پس از شسته شدن و خارج شدن از حوضچه‌های اسید توسط آب شسته شده و با عبور از تونل هوای گرم خشک می‌شوند و پس از روغن کاری، مجدداً به شکل کلاف در می‌آیند و در انبار نگهداری می‌شوند.

محصولات اسیدشویی شده به سه بخش زیر تقسیم می‌شوند

- کلاف‌های ارسالی جهت واحد تاندم میل
- کلاف‌های ارسالی جهت واحد نورد دو قفسه‌ای
- کلاف‌های ارسالی جهت مشتری

-واحد تاندم میل

هدف از نصب واحد تاندم میل، کاهش ضخامت ورق در درجه حرارت محیط است. در این خط کلاف پس از باز شدن توسط دستگاه کلاف باز کن و عبور از پنج قفسه چهار غلتکی که در یک امتداد عمودی روی هم قرار گرفته‌اند و در اثر کشش فشار زیاد، از حداقل ۵۰ درصد تا حداکثر ۸۵ درصد کاهش ضخامت پیدا می‌کند و در پایان توسط دستگاه کلاف پیچ به شکل کلاف در می‌آید که شامل ورق‌هایی با ضخامت‌های ۰.۳ تا ۳ میلی‌متر است. محصولات حاصل از خط نورد سرد به کلاف‌های خام موسوم هستند و به سه بخش ارسال کلاف‌های خام برای مشتری، کلاف‌های خام جهت خط گالوانیزه و کلاف‌های خام جهت واحد بازپخت تقسیم می‌شوند.

عکس ۷ واحد تاندم میل ناحیه نورد سرد



واحد تمپر میل شامل دو قفسه چهار غلتکی (هر قفسه شامل دو غلتک کاری و دو غلتک پشتیبان) است که به منظور سخت کردن سطح ورق و حصول خواص مکانیکی مناسب پس از عبور از کوره‌های بازپخت ایجاد شده است. به طور کلی اهداف این خط عبارتند از:

- صاف کردن ورق و کاهش موج

- دادن سختی مناسب به ورق

- دادن زبری مناسب به ورق، بر اساس درخواست مشتری و جهت فرآیند قلع‌اندود برای به دست آوردن سطوح براق، استون و مات.

محصولات این واحد می‌توانند به سه بخش عمده زیر تقسیم شوند:

۱. کلاف‌های تمپر شده برای خطوط برش
۲. کلاف‌های تمپر شده برای خط قلع‌اندود
۳. کلاف‌های تقلیل ضخامت داده شده جهت خط

واحد قلع‌اندود

خط قلع‌اندود، بر اساس روش الکترولیت اسیدی با محلول فرواستان طراحی شده که در این روش ورق پس از عبور از حوضچه‌های شست‌وشوی الکترولیتی و شسته شدن با آب و عبور از حوضچه اسیدشویی الکترولیتی و دو مرحله شست و شو با آب وارد حوضچه‌های محتوی محلول الکترولیت شده و طی پنج مرحله، در حالی که شمش خالص قلع آند، و ورق کاتد را تشکیل می‌دهد، به روش الکترولیتی هر دو سطح ورق قلع‌اندود می‌شود. در این خط امکان پوشش دهی قلع با ضخامت‌های متفاوت در دو سطح ورق نیز وجود دارد. پس از انجام عملیات پوشش‌دهی قلع، ورق با عبور از کوره‌ای به نام کوره مافل تا درجه حرارت بالای نقطه ذوب قلع (۲۳۲ درجه سانتی گراد) داغ شده، سپس در حوضچه‌ای سریعاً سرد می‌شود که علاوه بر افزایش چسبندگی قلع، باعث درخشندگی سطح ورق قلع‌اندود نیز می‌شود. ورق قلع‌اندود شده سپس به منظور رسوب دادن لایه‌ای از کروم بر روی آن، از یک حوضچه عملیات شیمیایی عبور داده می‌شود. این عمل برای جلوگیری از اکسیداسیون بیشتر و تغییر رنگ سطح ورق در طول نگهداری در انبار انجام می‌شود. ضمن این که قابلیت چسبندگی رنگ و لحیم کاری را افزایش

می‌دهد. در پایان این مرحله و پس از شست‌وشوی ورق با آب و خشک شدن با هوای گرم، عمل روغن زنی به روش الکترواستاتیک به منظور محافظت ورق از آسیب‌های بسته‌بندی و حمل‌ونقل در حد لایه بسیار نازکی بر روی هر دو سطح ورق صورت می‌گیرد. برای تداوم عملیات قلع‌اندود در هر دو قسمت ورودی و خروجی خط، برج ذخیره‌کننده ورق در نظر گرفته شده است. محصولات این خط به صورت کلاف یا شیت (ورق) به بازار مصرف عرضه می‌شود. ورق قلع‌اندود دارای کاربردهای زیادی است و غالباً در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی، شیمیایی، دارویی، رنگ‌ها و ورنی‌ها و با درصد اندکی نیز در ساخت سایر مصنوعات از قبیل فیلتر روغن، گازوئیل، هوا و آب برای کامیون، اتوبوس، تراکتور و ماشین آلات سنگین، اتومبیل‌های سواری، صنایع اسباب بازی، باتری سازی و ... به کار می‌رود.

-کارگاه غلتک:

کارگاه غلتک وظیفه سنگ‌زنی کلیه غلتک‌ها و تیغه‌های نواحی نورد سرد و نیز واحد تکمیل نورد گرم را به عهده دارد. در این ارتباط کلیه غلتک‌ها به کارگاه وارد شده و پس از دمونتاژ چوک، غلتک‌ها جهت سنگ‌زنی روی ماشین سنگ، سوار می‌شود. پس از اتمام سنگ‌زنی در صورتی که نیاز به ایجاد زبری باشد از طریق دستگاه گریت بلاست این کار انجام می‌شود. در این کارگاه از ماشین‌های سنگ زنی پیشرفته برای غلتک‌ها استفاده می‌گردد و برای ایجاد زبری روی غلتک‌ها نیز از تکنولوژی ایدیتی استفاده می‌شود.

ناحیه نورد سرد ۲

ناحیه نورد سرد ۲ با هدف تولید محصول نهایی دایر شده و محصولات این ناحیه در نهایت برای مشتریان ارسال می‌شود. این ناحیه از واحدهای باکس آنیلینگ شماره ۱ با گاز محافظ H₂، HNX، واحد باکس آنیلینگ شماره ۲ با گاز محافظ H₂، واحد اسکین پاس شماره ۱، واحد اسکین پاس شماره ۲، واحد اصلاح ورق شماره ۱، واحد اصلاح ورق شماره ۲، واحد برش طولی به منظور برش کلاف به صورت طولی و تبدیل کلاف به چند کلاف باریک با عرضهای مورد درخواست مشتری، خط بسته‌بندی کلاف، واحد برش سبک (برای ضخامت‌های بین ۰,۳ تا ۱,۵ میلیمتر)، واحد برش سنگین (برای ضخامت‌های بین ۰,۶ تا ۳ میلی‌متر) و خط بسته‌بندی ورق تشکیل شده است. همچنین این ناحیه شامل دو خط نهایی گالوانیزه و ورق رنگی است.



ماورای صوت

علیرضا زرنوشه
دانشجوی سال سوم مهندسی هوافضا

در ماه‌های گذشته کشورهای مختلفی اقدام به پرتاب یا آزمایش موشک‌های ماورای صوت (هایپرسونیک) نموده‌اند. در کنار ابعاد فنی این آزمایش‌ها، شاهد پس‌لرزه‌های سیاسی چشمگیرشان نیز هستیم.

اظهارات مقامات سیاسی و نظامی این کشورها کار را به جایی رسانده که برخی کارشناسان از شروع یک «جنگ سرد جدید» خبر می‌دهند.

روز چهارشنبه، ششم مهرماه ۱۴۰۰، رسانه‌های دولتی کره‌ی شمالی با انتشار این تصویر از آزمایش موفقیت‌آمیز موشک ماورای صوت این کشور خبر دادند.

یک مسابقه‌ی قدیمی

قرن‌ها پیش، زمانی که مردم مشرق‌زمین در حال تفریح با اختراع جدید خود «باروت» بودند، هیچ‌کس تصورش را هم نمی‌کرد که آن راکت‌های چوبی کوچک، روزی به غول‌هایی از جنس فولاد و الیاف کربن تبدیل شوند و سرنوشت میلیاردها انسان در سراسر جهان، به حرکت این غول‌ها در آسمان وابسته شود. به هر ترتیب، امروز ما برای انجام دادن بسیاری از امور، از جمله ارتباطات، تبادلات مالی، آموزش، کشاورزی، حمل و نقل و... به ماهواره‌ها نیازمندیم و بدون کمک فناوری موشکی، هیچ ماهواره‌ای به جایگاه از پیش تعیین شده خود در مدار زمین نخواهد رسید. البته موشک‌ها همواره پیام‌آور صلح و پیشرفت نیستند و این قدرت را دارند که برای همیشه



شکل ۱- نگاره‌ای از یک سرباز چینی در حال روشن کردن فیتیله‌ی راکت آتش

ریشه‌ها بازی

مانند بسیاری از فناوری‌ها، وسایل نقلیه‌ی ماورای صوت نیز زاده‌ی جنگ هستند. در اواخر جنگ جهانی دوم، موشک وی-۲ آلمان نازی^۵، به کابوسی برای جبهه‌ی متفقین تبدیل شده بود. نخستین نمونه از آن، در سال ۱۹۴۲ پرتاب شد. پاریس و لندن در سال ۱۹۴۴ مورد هدف این موشک قرار گرفتند و ظرف مدت یک سال، بیش از هزار و صد فروند از این موشک به سمت انگلستان شلیک شد. وی-۲، نخستین موشک سوخت مایع جهان در ابعاد بزرگ بود. البته اشتباه نکنید! سرعت این موشک ۱۴ متری، به هیچ وجه به ۵ ماخ نمی‌رسید. اما مقدمه‌ای برای ورود بشر به عصر هایپرسونیک بود.

۱ Hypersonic

۲ ۶۱۷۴km/h= five mach (در سطح دریا و دمای ۲۰ درجه سلسیوس)

۳ Supersonic

۴ <5, m :speed of sound

۵ Vergeltungs waff- به آلمانی : سلاح تلافی جویانه(V-۲)

۶ Bumper-۵

۷ Wac Corporal

تعریف

منظور از سرعت ماورای صوت^۱، سرعتی برابر ۵ ماخ یا بیشتر از آن (تا حداکثر ۱۰ ماخ) است. هر ماخ^۲، برابر با سرعت صوت در آن محیط است و مهندسان به طور تقریبی سرعت صوت در هوا را ۳۰۰ متر بر ثانیه در نظر می‌گیرند. به همین دلیل به متحرکی با این سرعت که چندین برابر سرعت صوت است، ماورای صوت گفته می‌شود.

متاسفانه در اکثر منابع فارسی‌زبان، دو عبارت «ما فوق صوت» و «ماورای صوت^۳» با یکدیگر اشتباه گرفته می‌شوند و از ترکیب ما فوق صوت برای هر دو مورد استفاده می‌شود. این در حالی است که عبارت ما فوق صوت دارای تعریف



شکل ۳- پرتاب یکی از موشک‌های تحقیقاتی بامپر



شکل ۲- لحظه پرتاب یک فروند موشک وی-۲

آلمان نازی

پس از پایان جنگ آلمان به یک پایگاه نظامی بزرگ برای آمریکا تبدیل شد. به موازات حضور نظامی، آمریکا به دنبال تصاحب صنایع، فناوری و دانشمندان آلمان نیز بود.

در ۲۴ فوریه ۱۹۴۹ ایالات متحده یک موشک جدید به نام بامپر-۵ را آزمایش کرد که به عنوان اولین موشک ماورای صوت جهان شناخته می‌شود.^۶ سرعت این موشک به بیش از ۸ هزار کیلومتر در ساعت یا تقریباً ۵ و نیم ماخ می‌رسید. بامپر-۵ در واقع ترکیبی از طبقه‌ی اول موشک وی-۲ آلمان و طبقه دوم یک موشک آزمایشی^۷ دیگر از آمریکا بود. پروژه‌ی موشکی بامپر از سال ۱۹۴۸ آغاز شده بود اما در ۴ پرتاب اول موفقیت کامل به دست نیامده بود. این پروژه سعی داشت مشکلات و چالش‌های موشک‌های دو طبقه را پیدا کرده و مسیر توسعه‌ی آن‌ها را هموارتر کند.

در سال ۱۹۶۱ و در بحبوحه‌ی جنگ سرد، اتحاد جماهیر شوروی با استفاده از موشک وستوک-۱^۱ نخستین انسان را به فضا فرستاد. در آن زمان اهمیت فراوان این خبر و تبلیغات گسترده‌ی سبقت روس‌ها از آمریکا در مسابقه‌ی فضایی-اگرچه موقت بود- باعث شد بسیاری از ابعاد فنی این سفر فضایی به حاشیه برود. یکی از این نکات، تجربه کردن سرعت‌های بالای ۵ ماخ برای یک وسیله‌ی سرنشین‌دار بود. البته سرعت محفظه‌ای که یوری گاگارین^۲ روس درون آن قرار داشت، به بیش از ۲۷ هزار کیلومتر بر ساعت (۲۲ ماخ و بالاتر از دسته‌بندی هایپرسونیک) هم رسید! گفته می‌شود گاگارین در این سفر شتابی معادل ۱۰ جی را تجربه کرده است.



شکل ۴- یوری گاگارین در حال آماده شدن برای سفر فضایی خود

چند ماه بعد و در همان سال، ایالات متحده آمریکا هم اقدام به فرستادن انسان به فضا کرد. آلان شفرد^۳، دومین انسان فضانورد است که از جو زمین بالاتر رفت و در هنگام بازگشت از سفر زیر مداری‌اش بر فراز اقیانوس اطلس، با سرعتی بیش از ۵ ماخ وارد اتمسفر شد.

تا پیش از این سفرها، دانشمندان نگرانی‌های زیادی پیرامون وضعیت جسمی انسان در شرایط فضا داشتند. آن‌ها نگران بودند که شرایط بی‌وزنی، وجود پرتوهای الکترومغناطیسی، سرعت و شتاب بالا و... موجب اختلال در عملکرد فضانورد و یا حتی جنون انسان شود. بعد از این سفرها بود که راه برای اکتشافات فضایی بعدی هموار شد. البته، رقابت‌های دو ابرقدرت با یکدیگر هم بی‌تاثیر نبود!

۱ Vostok

۲ Yuri Alekseyevich Gagarin

۳ Alan Bartlett Shepard Jr



از اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی، تلاش‌ها برای دستیابی به تسلیحات و وسایل نقلیه هایپرسونیک افزایش یافت. یکی از اولین پروژه‌ها، هواپیمای سرنشین‌دار ایکس-۱۵^۱ بود. نخستین نمونه از این هواپیمای آموزشی-پژوهشی، در سال ۱۹۵۹ ساخته شده بود و در سال‌های بعد توانست رکورد جدیدی در سرعت هواپیماهای سرنشین‌دار ثبت کند، سرعتی در حدود ۶/۷ ماخ یا بیش از ۸ هزار کیلومتر بر ساعت^۲ که همچنان «پرسرعت‌ترین هواپیمای سرنشین‌دار» در جهان است. ایکس-۱۵ برای سال‌ها دروازه‌ی ورود خلبانان آمریکایی به عرصه فضاوردی بود. معروف‌ترین فضاورد آمریکایی، نیل آرمسترانگ^۳ هم پرواز با این پرنده‌ی پر سرعت را تجربه کرده است. پرنده‌ای که بیشتر شبیه به موشک است تا هواپیما؛ یک موشک سوخت مایع، که از قضا بال هم دارد! نورث امریکن ایکس-۱۵.

شکل ۵- نیل آرمسترانگ در کنار هواپیمای ایکس-۱۵

این هواپیما از موتور ایکس‌ال‌آر-۱۱ استفاده می‌کرد^۴. اولین موتور موشکی سوخت مایع در ایالات متحده که به منظور استفاده در هواپیماها ساخته شده بود. اما پرواز با یک «موشک بالدار» چندان ساده نیست. این را می‌توان از آمار پروازهای این هواپیما فهمید. در طول همه‌ی سال‌های فعالیت ایکس-۱۵، یعنی از سال ۱۹۵۹ تا ۱۹۶۸، فقط ۸ خلبان توانستند با این هواپیما به ارتفاع بالای ۸۰ کیلومتر برسند و مجوز

حضور در سفرهای فضایی را دریافت کنند. از دیگر چالش‌های پرواز با این هواپیما، می‌توان به برخاستن^۵ و نشست^۶ آن اشاره کرد. واضح است که کنترل یک موشک سوخت مایع در حرکت افقی بر روی زمین نشدنی است. به همین دلیل خلبانان ایکس-۱۵، چیزی به عنوان تاکسی کردن (خزش روی باند فرود جهت افزایش سرعت و تامین نیروی برآ^۷ که برای برخاستن از زمین لازم است) نداشتند. در عوض، در یک حرکت خلاقانه،



هواپیما را به یک «هواپیمای مادر» متصل کرده و پس از قرار گرفتن در ارتفاع مناسب، جدا می‌کردند. نشستن این هواپیما هم غیرعادی بود. به جای استفاده از ارابه‌فرودهای متداول، یک چرخ در زیر دماغه و یک سورتمه در قسمت دم هواپیما تعبیه کرده بودند. وجود سورتمه، برای اصطکاک بیشتر با زمین و کاهش سرعت هواپیما بود؛ اما به کارگیری آن باعث شده بود که ایکس-۱۵ نتواند در یک باند فرود معمولی (از جنس بتن) بنشیند. به همین دلیل در یک «باند خاکی» مخصوص به زمین می‌نشست. برنامه‌ی ایکس-۱۵، به اکتشاف فضا سرعت بخشید و زمینه‌ساز نوآوری‌های بیشتری شد.

Lift Force ۷

۴ XLR-۱۱ liquid-propellant rocket engine

۱ North American X-۱۵

۵ Take-off

۲ William J. Knight-۱۹۶۴

۶ Landing

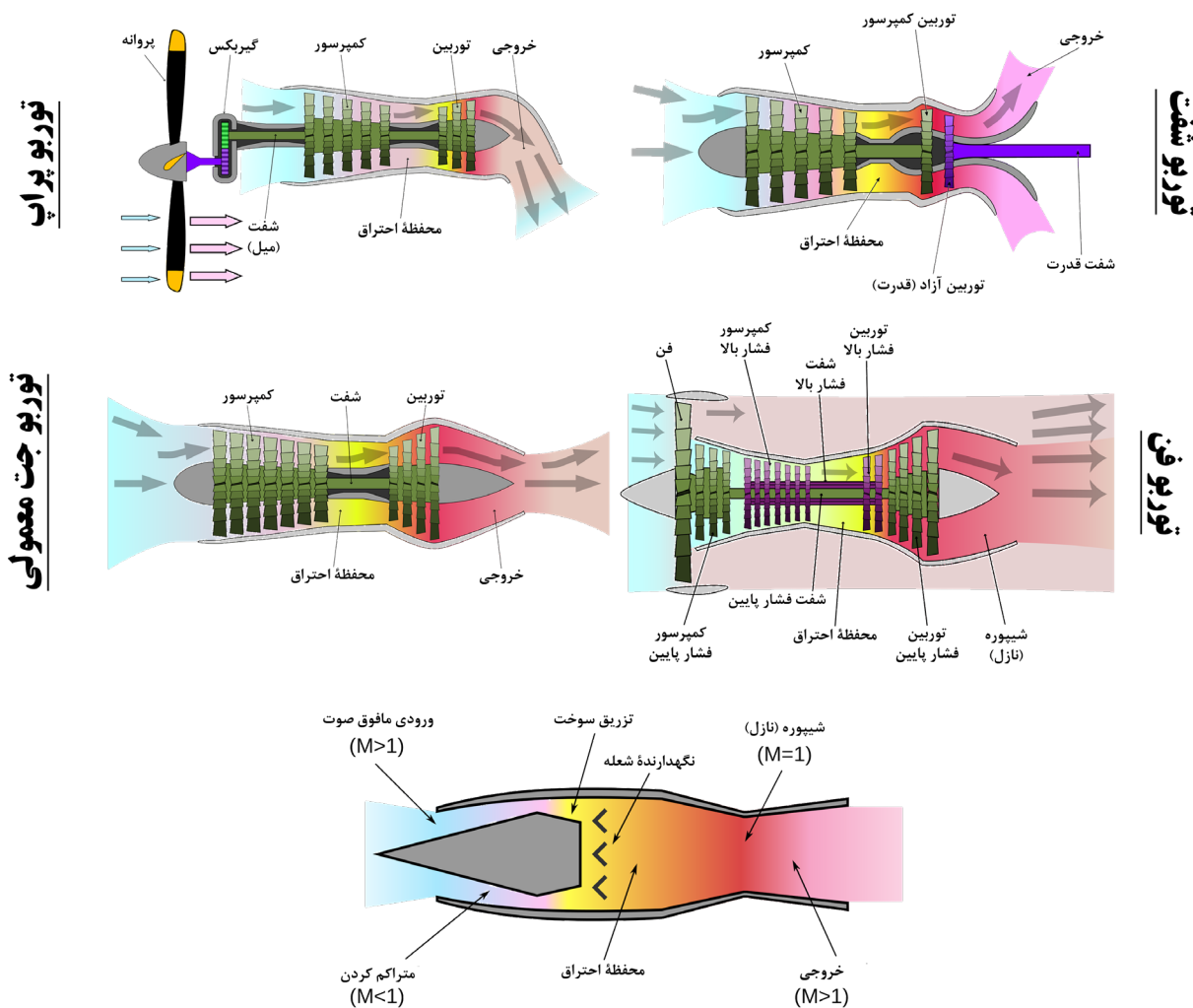
۳ Neil Alden Armstrong

رمجت^۱ وارد می‌شود!

با پیشرفت فناوری موشکی و گسترش استفاده از موتورهای سوخت مایع و جامد در جهان، رسیدن به سرعت ماورای صوت برای تجهیزات سرنشین‌دار و البته تسلیحات جنگی آسان‌تر شد. موشک‌های ماهواره‌بر، سفینه‌های فضایی، ماهواره‌ها، موشک‌های بالستیک، هواپیماهای تحقیقاتی و... از جمله وسایلی بودند که می‌توانستند از مرز ۵ ماخ عبور

که در سرعت‌های بالای ۳ ماخ با امواج ضربه‌ای^۳ مافوق صوت مواجه شده و کارایی خود را از دست می‌دادند. رمجت، قرار بود بدون استفاده از کمپرسور، هوای فشرده را به محفظه‌ی احتراق برساند. اما برای این کار، لازم بود سرعت هوای ورودی به قدری بالا برود که در عمل نیازی به کمپرسور نباشد. به عبارت دیگر، رمجت توانایی ایجاد نیروی پیشران در حالت

ساختار کلی برخی سامانه‌های پیشران



شکل ۷- شمای کلی برخی سامانه‌های پیشران

رمجت

ایستا را نداشت و به یک نیروی محرکه‌ی اولیه جهت رسیدن به سرعت حداقل برای فعال شدن نیاز داشت. آزمایش‌ها نشان داد که این «سرعت حداقل» صد کیلونات (حدود ۱۸۵ کیلومتر بر ساعت) است اما برای آن که نیروی پیشران قابل توجهی توسط این موتور تولید شود، سرعت هوای ورودی باید به حدود نیم ماخ برسد. موتور رمجت در تعدادی از موشک‌ها، هواپیماهای سرنشین‌دار و بدون سرنشین و حتی برخی از بالگردها استفاده شده است. اگر چه در مواردی محدود (در برخی موشک‌ها) رمجت توانست سرعت ۶ ماخ را هم برای وسیله‌ی پرنده‌اش ثبت کند، اما در اغلب موارد سرعتش در محدوده‌ی سوپرسونیک قرار می‌گرفت.

کنند. اما این پایان ماجرای هایپرسونیک‌ها نبود. یکی از ایده‌های دانشمندان برای رسیدن به سرعت‌های بالاتر از ۵ ماخ، استفاده از سامانه‌های پیشران جدیدی همچون رمجت بود که برخلاف موتورهای معمول در صنعت هوافضا، از کمپرسور (متراکم کننده)^۲ استفاده نمی‌کرد. به طور خلاصه، در موتورهایی از قبیل توربوجت، توربوفن و توربوپراپ که به طور گسترده در صنایع هوایی استفاده می‌شوند، قطعه‌ای به نام کمپرسور وجود دارد که هوای ورودی را متراکم کرده و نیروی پیشران بیشتری فراهم می‌کند. مشکل این سامانه‌ها این بود.

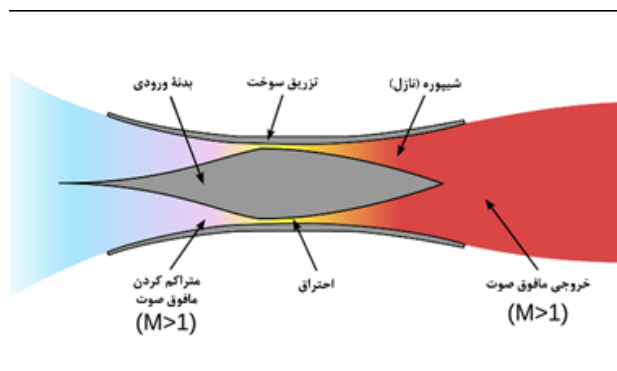


شکل ۸- هواپیمای بدون سرنشین لاکهید دی-۲۱ با پیشرانش رمجت و سرعت ۴ هزار کیلومتر بر ساعت.

رمجت، با وجود اینکه فناوری منحصر به فردی به‌شمار می‌رفت، اما نتوانست به تنهایی انسان را به ماورای صوت برساند. برای رسیدن به سرعت ماورای صوت، احتراق مافوق صوت نیاز بود؛ احتراقی که در آن، هوای مخلوط شده با سوخت، سرعت مافوق صوت داشته باشد. اما در ساختار رمجت، امکان احتراق هوای سوپرسونیک وجود نداشت. تصور این ایده مانند آن بود که بخواهید درون یک گردباد کبریتی روشن کنید! در طول قرن بیستم، تلاش‌های زیادی برای دستیابی به یک موتور رمجت با قابلیت احتراق هوای مافوق صوت صورت گرفت، اما علی‌رغم تلاش‌ها، نتیجه‌ی چشمگیری به دست نیامد.

قرن بیست و یکم

هایپر-ایکس نیز مانند ایکس-۱۵ برای پرواز به یک نیروی محرکه‌ی اولیه نیاز داشت. ناسا یک هواپیمای بی-۵۲ را به کار گرفته بود تا هایپر-ایکس را به ارتفاع مناسبی برساند و در زمان و سرعت مناسب آن را رها کند. ایکس-۴۳ رکورد بیشترین سرعت یک پرنده جت ۹/۶ ماخ را به خود اختصاص داده است.



شکل ۹- شمای کلی سامانه پیشران اسکرمجت

با گذشت زمان، دانشمندان توانستند با ارتقای رمجت امکان احتراق مافوق صوت در آن را فراهم کنند. آنان نام این فناوری جدید را «رمجت با احتراق مافوق صوت»^۱ یا به اختصار، اسکرمجت گذاشتند. موتور اسکرمجت می‌توانست امواج ضربه‌ای هوا را منحرف کند و در سرعت‌های بالای ۵ ماخ هم عملکرد خوبی از خود نشان دهد. پس از چند دهه تحقیق در کشورهای مختلف، در نهایت در سال ۲۰۰۱ بود^۲ که آمریکا اعلام کرد نخستین پرواز با پیشران اسکرمجت را انجام داده است. وسیله‌ی پرنده‌ای که به اسکرمجت تجهیز شده بود، یک پرنده‌ی بدون سرنشین به نام ایکس-۴۳ یا هایپر-ایکس بود.



شکل ۱۰- هواپیمای هایپر-ایکس که به یک مدل بی-۵۲ متصل شده است.



شکل ۱۱- یک طرح
مفهومی^۳ از گلايدر ماورای
صوت در مرحله‌ی جداسدن
از موشک بوستر خود

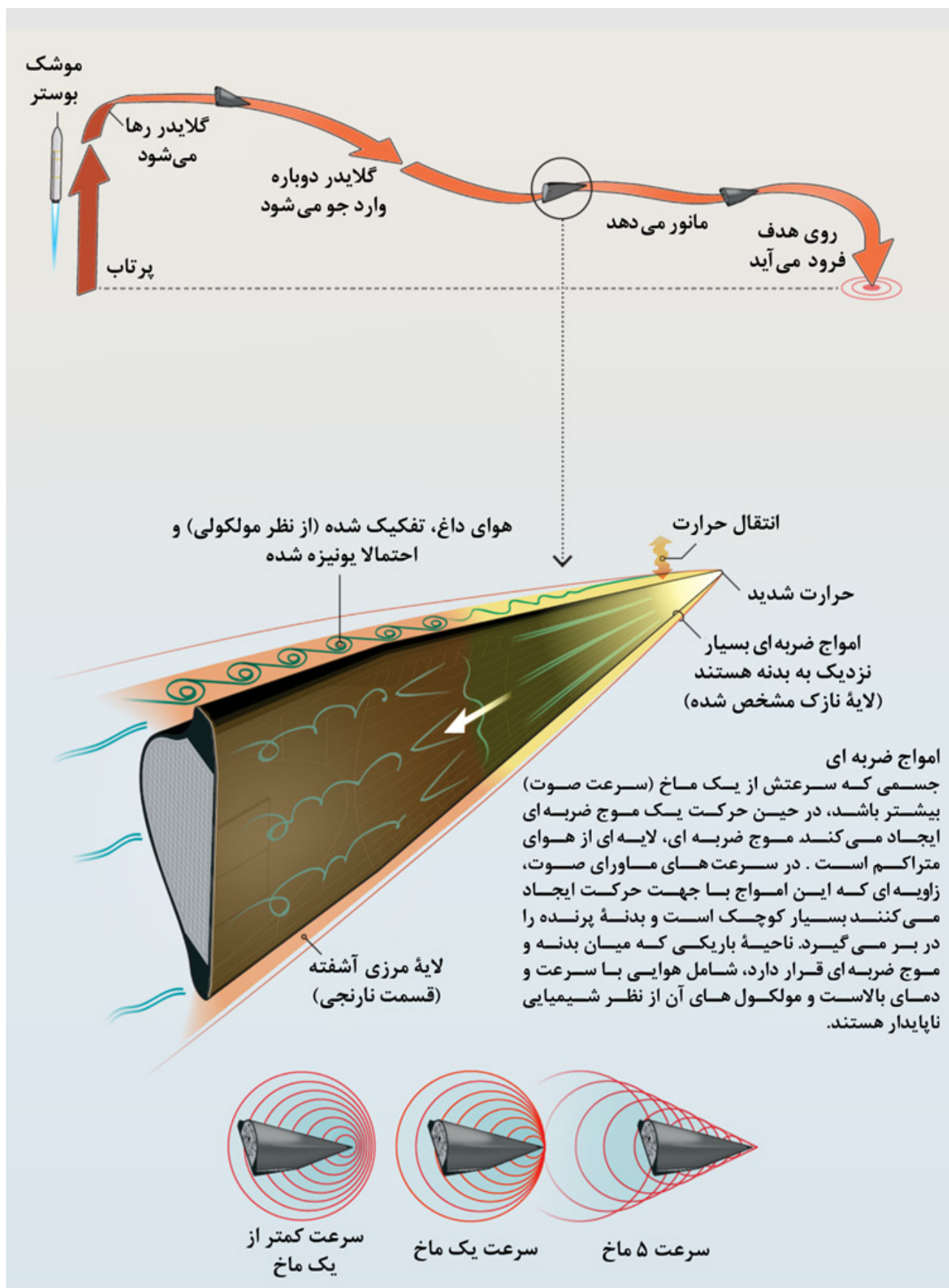
همان‌طور که انتظار می‌رفت، نظامی‌ها از عصر هایپرسونیک عقب‌نماندند و جایگاه خود در این فناوری را پیدا کردند. تسلیحات ماورای صوت، اغلب از نوع موشک هستند و به‌طور کلی از دو نوع سامانه‌ی حمل و نقل استفاده می‌کنند:

۱- وسایل نقلیه‌ی ماورای صوت از نوع بوست-گلايد^۴
این دسته از تسلیحات، ابتدا با یک موشک معمولی که «بوستر» یا تقویت‌کننده نام دارد، به ارتفاع ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتری منتقل و بعد جدا می‌شوند. سپس، مانند یک گلايدر، از آن ارتفاع شروع به پرواز می‌کنند و بدون استفاده از هیچ نیرو و سامانه‌ی پیش‌رانی، هزاران کیلومتر را طی کرده و پس از نزدیک شدن به هدف، مانند موشک‌های بالستیک به صورت عمودی به سمت هدف شیرجه می‌زنند و با سرعتی ماورای صوت بر سر هدف فرود می‌آیند. نکته‌ی مهم در طراحی این گلايدها^۵، نسبت بالای نیروی برآ به نیروی پسا است. بدنه‌ی آن‌ها، به گونه‌ای طراحی شده که از حداکثر نیروی برآ در اتمسفر استفاده کرده و بتوانند خود را به مقصد برسانند. تفاوت عمده‌ی بوست-گلايد با موشک‌های بالستیک، ارتفاع عملکرد آنهاست. یک سامانه‌ی بوست-گلايد اغلب در ارتفاع زیر ۱۰۰ کیلومتر فعالیت می‌کند، اما موشک‌های بالستیک قاره‌پیما ممکن است بیش از هزار کیلومتر از اتمسفر بالاتر بروند. همین موضوع، باعث می‌شود که رادارهای روی زمین و سامانه‌های دفاع ضد موشکی، تسلیحات بوست-گلايد را بسیار دیرتر از موشک‌های بالستیک شناسایی کنند. علاوه بر این، موشک‌های بالستیک از یک مسیر و قوس سهمی‌وار مشخص عبور می‌کنند؛ این در حالیست که گلايدر هایپرسونیک می‌تواند چندین بار در طول پرواز خود مانور بدهد. بنابراین رهگیری و انهدام سامانه‌ی بوست-گلايد به مراتب سخت‌تر از موشک‌های بالستیک است. این نکته را هم در نظر داشته باشید که سرعت هر دو سامانه در هنگام رسیدن به هدف، یکسان است.

Concept ۳

Hypersonic boost-glide vehicles ۴

L/D Ratio ۵



شکل ۱۲- اینفوگرافی مربوط به بوست گلايدر



شکل ۱۳- موشک بویینگ ایکس-۵۱ که به بال هواپیمای بی-۵۲ متصل شده است.

۲- موشک‌های ماورای صوت از نوع کروژ^۱

موشک‌های کروژ هایپرسونیک، مانند موشک‌های کروژ معمولی در ارتفاع پایین (حدود ۳۰ کیلومتر) عمل می‌کنند. این موشک‌ها از سامانه‌ی پیش‌ران اسکرمت‌جت که در بخش‌های قبلی معرفی کردیم استفاده می‌کنند. دقت این تسلیحات نسبت به موشک‌های بالستیک قاره‌پیما بیشتر است، ابعاد کوچک‌تری دارند، ارزان‌تر هستند و علاوه بر کلاهک‌های هسته‌ای، می‌توانند به کلاهک‌های معمولی و متعارف هم تجهیز شوند. افزون بر این ویژگی‌ها، ارتفاع پایین‌تر نسبت به موشک‌های بالستیک باعث شده مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گیرند و ساخت و استفاده از آن‌ها رادر برنامه‌ی صنایع نظامی خود قرار داده‌اند. موشک زیرکن^۲ (روسیه) و بویینگ ایکس-۵۱ (آمریکا)^۳ معروف‌ترین موشک‌های کروژ ماورای صوت هستند. آمریکا، روسیه و چین در سال‌های اخیر به این فناوری‌ها دست یافته‌اند و بسیاری از کشورهای دیگر همچون آلمان، فرانسه، هند، ژاپن و کره‌ی شمالی در مرحله‌ی پژوهش و آزمایش هستند.

سیاست

شکی نیست که تسلیحات و وسایل نقلیه‌ی ماورای صوت، نقش مهمی در آینده‌ی جهان ایفا خواهند کرد. به همین دلیل است که در طول یک دهه‌ی گذشته، سه قدرت بزرگ جهانی، در یک رقابت کم‌سابقه، به تکاپو افتاده‌اند تا در این مسابقه‌ی جدید، از دیگر بازیگران مهم جهان باز نمانند. در سال‌های اخیر، واکنش‌های سیاسی، نظامی و البته رسانه‌ای به آزمایش‌های هایپرسونیک، بسیار پررنگ -حتی بیش از آزمایش‌های هسته‌ای- بوده است. در هفته‌های گذشته نیز رسانه‌های جهان از آزمایش موشک‌های ماورای صوت (از نوع بوست-گلاید) توسط سه کشور چین، روسیه و کره‌ی شمالی خبر داده‌اند. فقط انتشار یک گزارش از خبرگزاری فایننشال تایمز^۴ در مورد آزمایش ماورای صوت چین کافی بود تا سلیلی از واکنش‌ها در محافل علمی و سیاسی سرازیر شود. در روزهای گذشته، حتی سخن از یک مسابقه‌ی تسلیحاتی جدید و تحلیل‌های گوناگون در مورد امکان حمله به خاک آمریکا با این فناوری نیز به میان آمده است. کار تا جایی بالا گرفت که ژنرال مارک میلی، رییس ستاد مشترک نیروهای مسلح ایالات متحده، در یک اظهار نظر جنجال برانگیز گفت: «من نمی‌دانم که این -شرایط- یک لحظه‌ی اسپوتنیک^۵ است یا نه، اما فکر می‌کنم که خیلی به آن نزدیک است. این مسئله تمام توجه ما را به خود جلب کرده است.»

البته چین این موضوع را «تکذیب» کرده است و گفته آزمایش نظامی نبوده و یک «وسیله‌ی حمل و نقل فضایی با قابلیت استفاده‌ی مجدد» را آزموده است. اما حتی این تکذیب هم نتوانست آتشی که به پا شده است را خاموش کند. این را می‌توان از گزارش‌های متعدد مرکز پژوهش‌های کنگره‌ی آمریکا در مورد تسلیحات ماورای صوت و لزوم برنامه‌ریزی و اختصاص بودجه به فعالیت‌های «بازدارنده» فهمید. به گفته‌ی کارشناسان، ظاهراً در دو فناوری موشک‌های کروژ ماورای صوت و گلايدر هایپرسونیک، آمریکا کمی از رقابیش عقب افتاده است.

^۱ Hypersonic

^۲ ۲M۲۲ Zircon

^۳ X-۵۱-Boeing Waverider

^۴ Financial Times

^۵ Sputnik Moment

۲۸ سپتامبر-ششم مهر سال جاری بود که کره شمالی با انتشار تصاویری اعلام کرد یک آزمایش موفقیت‌آمیز موشک ماورای صوت داشته است. کارشناسان می‌گویند با توجه به عکس‌های منتشر شده و شکل خاص طبقه‌ی فوقانی موشک، احتمالاً با یک گلایدر ماورای صوت مواجه هستیم.



تصویر ۱۵- لحظه پرتاب موشک زیرکن روسیه



شکل ۱۴- نمای دیگری از موشک هایپرسونیک کره شمالی

نگاهی به آینده

تاریخ خط پایان ندارد. تا زمانی که حیات بشر ادامه دارد، شاهد نوآوری‌های مختلف در حوزه‌های گوناگون خواهیم بود. اما در مورد فناوری‌های ماورای صوت، به جرات می‌توان گفت که بله! «شروع شده است». وضعیت فعلی در این بخش، شبیه به وضعیت صنعت فضایی در ابتدای دهه ۶۰ میلادی است. احتمالاً در دو دهه آینده شاهد بلوغ فناوری‌های هایپرسونیک خواهیم بود و به هیچ وجه دور از ذهن نیست که در آینده‌ای نه چندان دور سرریز فناوری‌های این حوزه به بخش تجاری، تحول عظیمی را در حمل و نقل هوایی ایجاد کند. آنچه که اهمیت دارد، جبران عقب‌ماندگی‌های شدید صنعت کشورمان در زمینه‌های هوایی و فضایی است. فاصله‌ای که اگر کم نشود، می‌تواند یک خطر امنیتی بزرگ برای ایران در رویارویی با قدرت‌های جهانی و حتی رقیبان منطقه‌ای باشد.



شکل ۱۶- ایران

۱۶ اکتبر -۲۴ مهر فایننشال تایمز خبر داد که چین در ماه آگوست-مرداد یک سلاح سری ماورای صوت (از نوع بوست-گلاید) آزمایش کرده است که می‌تواند دور زمین پرواز کرده و آمریکا را هدف قرار دهد!

۲۸ اکتبر-۶ آبان رویترز اعلام کرد که آزمایش موتور بوستر یک سلاح ماورای صوت در ایالت یوتا در آمریکا موفقیت‌آمیز بوده است.

۳ نوامبر- ۱۲ آبان ولادیمیر پوتین، رئیس‌جمهور روسیه اعلام کرد که این کشور قصد دارد در سال آینده میلادی، ناوگان دریایی روسیه را به موشک ماورای صوت زیرکن 'مجهز کند. زیرکن، نام موشک کروز ضد ناو و هایپرسونیک روسیه است که در طول یک سال گذشته و در چندین مرحله، آزمایش‌های مختلفی بر روی آن صورت گرفته و از تجهیزات مختلفی مانند ناو و زیردریایی پرتاب شده است. این موشک از پیشران اسکرم‌جت استفاده می‌کند. البته اگر متن را تا اینجا به خوبی مطالعه کرده باشید، حتماً این سوال برای‌تان ایجاد خواهد شد که چگونه ممکن است موتور اسکرم‌جت، موشک را از حالت سکون به حرکت درآورد؛ درحالی‌که برای احتراق نیاز به هوای فشرده یا سرعت بالا دارد؟ پاسخ این است که این موشک دارای یک موتور بوستر از نوع سوخت جامد است و سرعت اولیه‌ی مورد نیاز برای فعال شدن موتور اسکرم‌جت از این طریق تامین می‌شود.

- <https://partyardmilitary.com/hypersonic-missiles-what-are-they-and-can-they-be-stopped/>
- <https://www.bbc.com/news/world-asia59001850->
- <https://www.space.com/china-hypersonic-weapon-test-august>
- <https://www.space.com/north-korea-tests-hypersonic-vehicle-hwasong8->
- <https://www.space.com/us-military-launches-hypersonic-rockets-test-flights>
- <https://www.space.com/south-korea-nuri-rocket-launch-failure>
- <https://www.cnn.com/21/10/2021/politics/us-hypersonic-test-fails/index.html>
- <https://www.indiatoday.in/science/story/explained-what-is-hypersonic-glide-missile-that-china-likely-tested18-10-2021-1866049->
- <https://hcarbieri.it/18/10/2021/who-is-winning-hypersonic-missile-race-beijings-entry-into-fray-leaves-us-and-russia-scrambling/>
- <https://www.britannica.com/technology/V-2-rocket>
- https://airandspace.si.edu/collection-objects/v-2-missile/nasm_A19600342000
- <http://www.astronautix.com/v/v2-.html>
- <https://www.newscientist.com/article/mg-100-22329851myths-and-reality-of-the-nazi-space-rocket/>
- <https://v2rockethistory.com/>
- <https://www.airforcemag.com/article/0605fobs/>
- https://military.wikia.org/wiki/Fractional_Orbital_Bombardment_System
- <https://www.reuters.com/world/us/us-successfully-tests-hypersonic-booster-motor-utah29-10-2021/>
- <https://www.nytimes.com/27/10/2021/us/politics/china-hypersonic-missile.html>
- <https://www.bloomberg.com/news/articles/27-10-2021/hypersonic-weapons-who-has-them-and-why-it-matters-quicktake>
- <https://www.ft.com/content/ba0a3cde719-b93-4040-cb-a486e1f843fb>
- <https://www.thedepensepost.com/05/10/2021/russia-submarine-launched-hypersonic-missile/>
- <https://salten.cz/19/10/2021/who-is-winning-hypersonic-missile-race-beijings-entry-into-fray-leaves-us-and-russia-scrambling/>
- <https://www.factinate.com/things/-24mind-exploding-facts-rocket-science/2/>
- <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k4-/stories/nasa-knows/who-was-alan-shepard-k4.html>
- <https://www.space.com/-17385alan-shepard-first-american-in-space.html>
- <https://www.nasa.gov/topics/history/milestones/earthinspace.html>
- <https://www.skybrary.aero/index.php/Ramjet>
- <https://www.uq.edu.au/news/article/07/2002/milestones-history-of-scramjets>
- <https://www.grc.nasa.gov/www/k12/airplane/scramjet.html>
- <https://www.aerospace-technology.com/projects/x43/><https://www.scientificamerican.com/article/the-physics-and-hype-of-hypersonic-weapons/>
- <https://sgp.fas.org/crs/weapons/R45811.pdf>
- <https://www.usatoday.com/in-depth/graphics/04/11/2021/china-hypersonic-missile-sputnik-moment-icbm-mach-5-weapon/8581971002/>
- <https://www.thedrive.com/the-war-zone/11177/heres-how-hypersonic-weapons-could-completely-change-the-face-of-warfare>
- <https://www.wsj.com/articles/u-s-military-chief-says-chinas-hypersonic-missile-test-is-close-to-sputnik-moment11635344992->
- <https://www.theguardian.com/world/2021/oct/22/hypersonic-glider-weapons-china-new-arms-race>
- <https://www.armscontrol.org/act/11-2021/news/north-korea-claims-test-hypersonic-missile>

ZIP

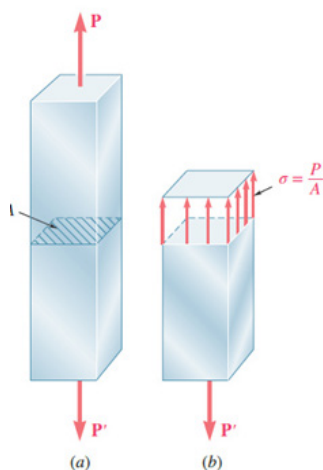
زیپ!

مهدی رستمی دانشجوی سال
سوم مهندسی مکانیک

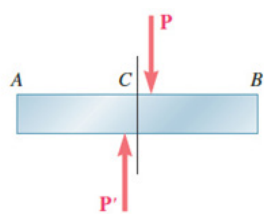
اگر با رایانه کار کرده باشید حتماً با
اصلاح زیپ آشنایی دارید و می دانید که
به معنای فایل فشرده است!
حالا در بخش جدید مجله فیدا به اسم
زیپ! در هر نسخه یکی از واحدهای
مهندسی مکانیک را به صورت خیلی
فشرده جمع بندی می کنیم.
ناگفته نماند این بخش قصد آموزش ندارد
و فقط نکات و فرمول های اصلی برای
مرور آورده می شود.

در این نسخه مقاومت مصالح یک را بررسی می کنیم؛

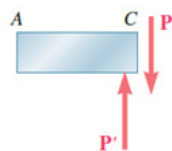
تنش عمودی:



$$\sigma = \frac{P}{A}$$



(a)

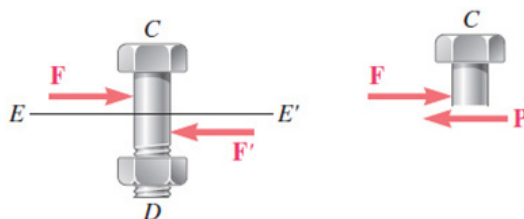


(b)

$$\tau_{ave} = \frac{P}{A}$$

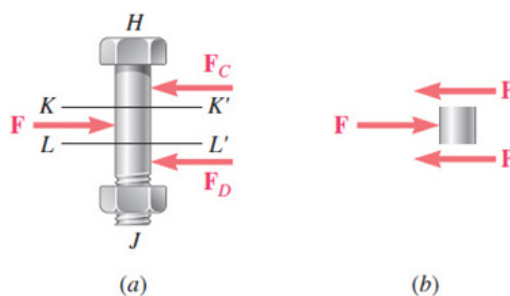
تک برش:

$$\tau_{ave} = \frac{P}{A} = \frac{F}{A}$$



$$\tau_{ave} = \frac{P}{A} = \frac{F/2}{A} = \frac{F}{2A}$$

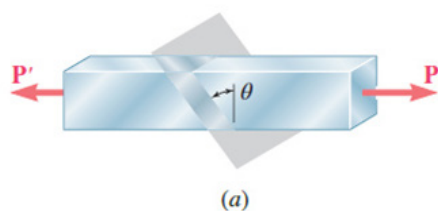
دو برشه:



(a)

(b)

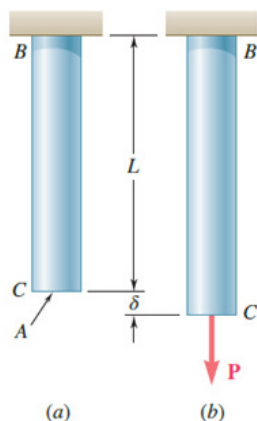
تنش روی صفحه مورب تحت بارگذاری محوری:



(a)

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \cos^2 \theta \quad \tau = \frac{P}{A_0} \sin \theta \cos \theta$$

تنش محوری:



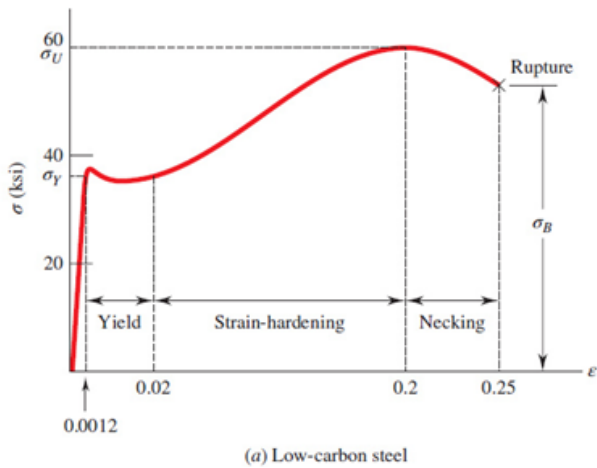
(a)

(b)

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

$$\delta = \frac{PL}{AE}$$

نمودار تنش کرنش برای ماده شکل پذیر:



$$\sigma = E\varepsilon$$

قانون هوک:

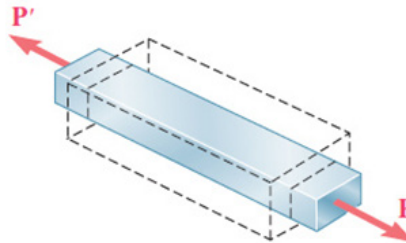
نکته: اگر عضو از جنسها و سطح مقطعهای مختلفی تشکیل شده بود، برای کرنش محوری داریم:

$$\delta = \sum_i \frac{P_i L_i}{A_i E_i}$$

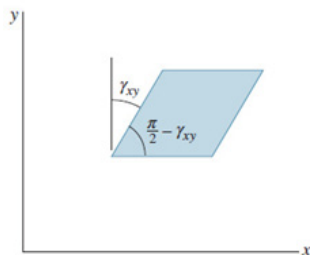
$$\nu = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} = -\frac{\varepsilon_z}{\varepsilon_x}$$

نسبت پواسون:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} \quad \varepsilon_y = \varepsilon_z = -\frac{\nu \sigma_x}{E}$$



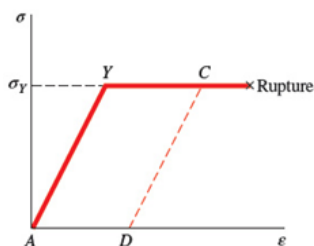
کرنش برشی:



$$\tau_{xy} = G\gamma_{xy}$$

نکته: مدول برشی را می توان از روی نسبت پواسون و مدول الاستیسیته محاسبه کرد

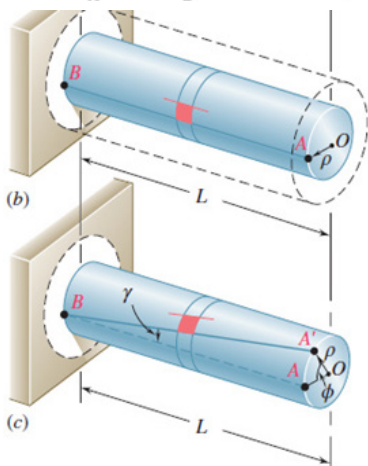
نکته: اگر تنش از حد تسلیم ماده عبور کند، تغییر شکل پلاستیک خواهیم داشت و از نمودار ایده آل زیر استفاده می کنیم:



$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

کرنش برشی در پیچش:

$$\gamma = \frac{\rho \phi}{L}$$



$$\gamma_{\max} = \frac{c\phi}{L}$$

$$\gamma = \frac{\rho}{c} \gamma_{\max}$$

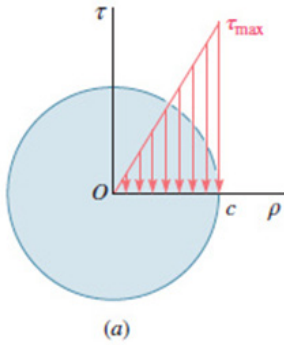
تنش برشی حاصل از پیچش:

$$\tau_{\max} = \frac{Tc}{J}$$

گشتاور لختی قطبی مقطع دایره‌ای:

$$\tau = \frac{T\rho}{J}$$

$$J = \frac{1}{2}\pi c_2^4 - \frac{1}{2}\pi c_1^4 = \frac{1}{2}\pi(c_2^4 - c_1^4)$$

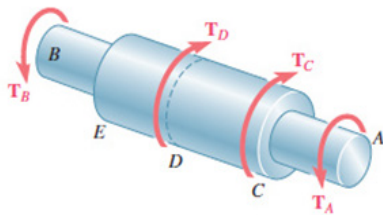


زاویه پیچش:

$$\phi = \frac{TL}{JG}$$

برای حالت کلی:

$$\phi = \sum_i \frac{T_i L_i}{J_i G_i}$$

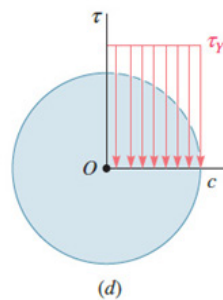
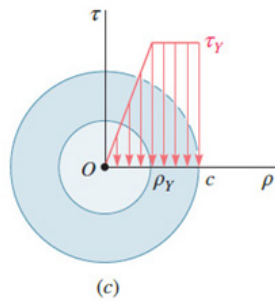
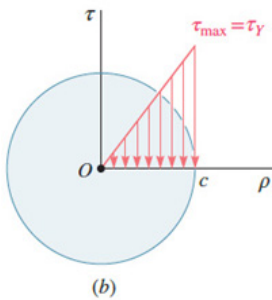


اگر تغییر شکل پلاستیک داشته باشیم:

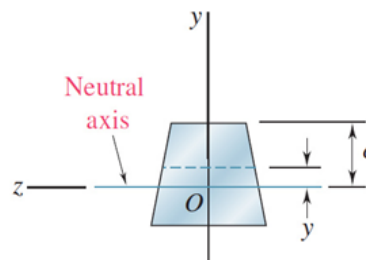
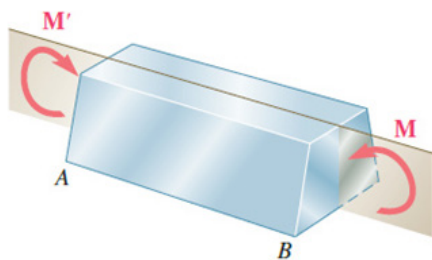
$$T = \frac{4}{3}T_Y \left(1 - \frac{1}{4} \frac{\rho_Y^3}{c^3}\right)$$

در حالت حدی:

$$T_p = \frac{4}{3}T_Y$$

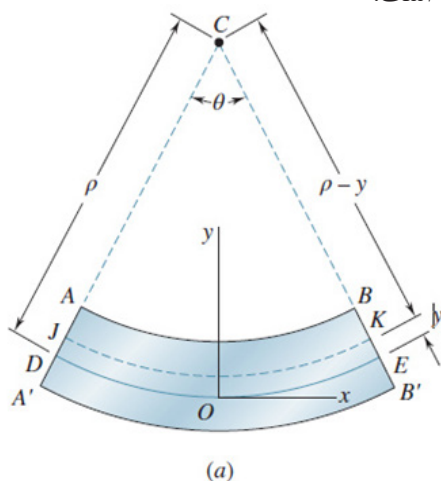


خمش خالص:



تار خنثی

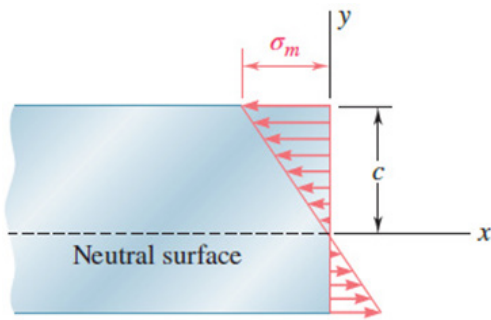
خط یا صفحه‌ای از عضو تحت خمش خالص که نه کشیده و نه فشرده شده است.



$$\epsilon_x = -\frac{y}{\rho}$$

$$\sigma_x = -\frac{y}{c} \sigma_m$$

نکته: المان بالایی عضو روبه‌رو تحت تنش عمودی فشاری و المان پایینی تحت تنش عمودی کششی است.



$$\sigma_m = \frac{Mc}{I}$$

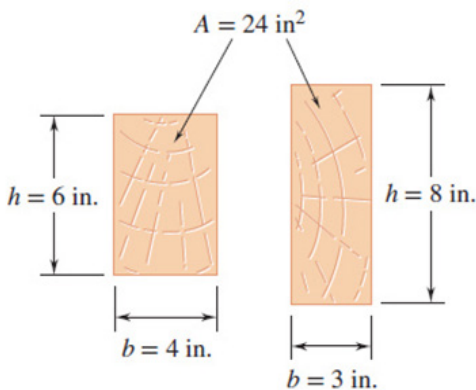
$$\sigma_x = -\frac{My}{I}$$

با تعریف مدول الاستیک سطح مقطع می توان نوشت:

Elastic section modulus = $S = \frac{I}{c}$

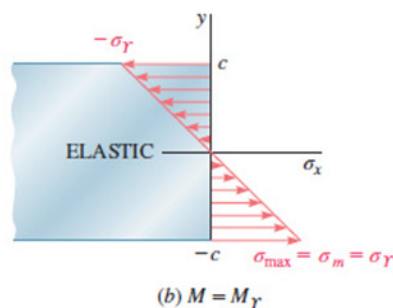
$$\sigma_m = \frac{M}{S}$$

مدول سطح مقطع مستطیل:



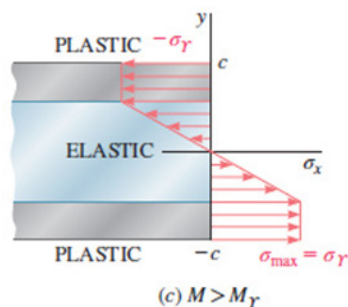
$$S = \frac{I}{c} = \frac{\frac{1}{12}bh^3}{h/2} = \frac{1}{6}bh^2 = \frac{1}{6}Ah$$

اگر تغییر شکل پلاستیک داشته باشیم:

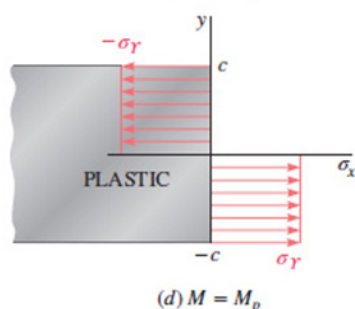


$$M = bc^2\sigma_Y \left(1 - \frac{1}{3} \frac{y_Y^2}{c^2}\right)$$

حالت حدی (حالتی که تماماً ماده پلاستیک است):



$$M_p = \frac{3}{2} M_Y$$



نکته: M_Y ماکسیمم ممان الاستیک است.



پاسخ خود را به صورت کامل
نوشته و به ایمیل نشریه
ارسال کنید

برندگان مسابقه قبل:
آقای رضا محسنی گل از دانشگاه ملایر
و آقای زمانی

مسابقه

◆ FidarMagazine@gmail.com

کیک تولد

سه نفر برای خرید کیک تولد به شیرینی فروشی رفتند.
قیمت کیک ۳۰ هزار تومان بوده و هرکدام نفری ۱۰ هزار تومان پرداخت کردند و کیک تولد را خریدند. بعد از رفتن آنها، شیرینی فروش به شاگردش می گوید قیمت آن کیک ۲۵ هزار تومان بوده، این ۵ هزار تومان را بگیر و به آنها برگردان.
شاگرد ۲ هزار تومان را برای خود بر می دارد و ۳ هزار تومان را به آنها برمی گرداند. (نفری هزار تومان).
حال هرکدام نفری ۹ هزار تومان پرداخت کرده اند که $9 \times 3 = 27$ می شود.
این مقدار به علاوه آن ۲ هزار تومانی که پیش شاگرد است می شود ۲۹ هزار تومان، پس هزار تومان باقی مانده کجاست؟



نشریه علمی دانشجویی فیدار - پاییز ۱۴۰۰ □ سال اول □ شماره سه