**هوالمحبوب**

**فصل پنجم**

**سیستم های مکانیکی**

**مسعود زهتاب**

**دانشجوی ترم دوم رشته مکاترونیک**

**مقطع کارشناسی ارشد**

**استاد مربوطه: جناب آقای دکتر محلوجی**

**عناوین**

پس از مطالعه این فصل، شما باید قادر به:
• درک خواص استاتیک، لغزشی، و ویسکوزیته اصطکاک.
• تمایز در میان انواع مختلفی از فنرها و محاسبه نیروی ناشی از فنر .
• استفاده از معادلات اساسی خطی و حرکت دورانی برای محاسبه فاصله،
سرعت و شتاب یک جسم توسط یک نیروی اعمال شده
• تبدیل مقدار معادل انرژی مورد استفاده در مواد شیمیایی، حرارتی، مکانیکی،
و سیستم های الکتریکی و محاسبه راندمان تبدیل انرژی است.
• درک مفهوم انتقال حرارت و انجام محاسبات انتقال حرارت ساده.
• درک خواص underdamped، overdamped و
سیستم های مکانیکی میرا شده بحرانی .
• محاسبه فرکانس های مکانیکی.
• درک استفاده از انواع مختلف چرخ دنده و اصطلاحات آنها و انجام
محاسبات چرخ دنده ها.
دانستن ویژگی های تسمه و زنجیر غلتکی مورد استفاده برای انتقال قدرت.

**مقدمه**

 برای درک مجموعه سیستم الکترومکانیکی ، ما نیاز به درک برخی از اصول اساسی مکانیکی داریم. در برخی از روشها، درک مکانیک ساده تر از الکترونیک چرا که حداقل شما می توانید ببینید آنچه که بخش های مکانیکی انجام می دهند. مردم امروزه مشاهده میکنندهمه چیز حرکت یک موتور، چرخ دنده، اهرم، فنرها و غیره رو، و برخی احساس میکنند که چه می گذرد. در این فصل، ما ابتدا به اصول اساسی میپردازیم که دیکته شودچگونه سیستم های مکانیکی به نیروها و حرکات مختلف پاسخ را میدهد. سپس مفاهیم انتقال انرژی، بهره وری و انتقال حرارت معرفی خواهد شد. ما نمیخواهیم بررسی کنیم چگونگی استحکام یا نحوه طراحی آن را. انها در کتاب های درسی مهندسی مکانیک موجود هست.

بخش مهمی از هر سیستم مکانیکی این است که چگونه نیرو منتقل می شود از منبع قدرت به آنچه که هدایت می شود. ما سه راه انجام این کار را بررسی میکنیم: چرخ دنده ها، تسمه ها، و زنجیر غلتکی. شما ممکن است متوجه باشید که بسیاری از بحث های مکانیکی مفهوم آنالوگ الکتریکی بدهند. به عنوان مثال، در یک سیستم مکانیکی، نیرو باعث حرکت می شود . در یک سیستم الکتریکی، ولتاژ باعث جریان است اصطکاک مشابه مقاومت است، و رزونانس مکانیکی شبیه به مدار تشدید است. همین مجموعه ای از اصول را می توان در بسیاری از زمینه ها استفاده نمود.

**5.1 رفتار قطعات مکانیکی**

 **بررسی اجمالی**

خروجی یک کنترلر الکترونیکی سیگنالها هستند که یا آنالوگ یا دیجیتال هستند. هنگامی که این سیگنال ها به حرکت مکانیکی تبدیل میشوند، آن یک سیستم الکترومکانیکی می شود، و ما نیاز است که با مجموعه ی کاملی از شرایط جدید روبرو شویم. سیستم های مکانیکی در معرض اصطکاک، خمکاری شدن قطعات، عکس العمل و اثر وزن و اینرسی هستند. اثر کلی این عوامل به کاهش سرعت زمان واکنش و / یا دشوار شدن حرکت به یک موقعیت خاص و با دقت منجر میشود. علاوه بر این، قطعات مکانیکی تحت شرایط خاصی، می تواند به قطعات اسیب بزنند و باعث لرزش شوند و نیز بارگزاری سیستم بی فایده است.

**اصطکاک**

 **اصطکاک لغزشی،** نیروی درگ است که همیشه درمواقعی که قطعات در برروی هم می لغزند ایجادمیشود، نقاط بالا بر روی سطوح کشویی با یکدیگر تداخل ایجاد می شود. شکل 5.1 این را نشان می دهد. نقاط بالا تمایل به "گرفتن" هر یک از دیگرنقاط رو دارند و مقاومت در برابر حرکت میکنند. نیروی اصطکاک متناسب با نیروی نرمال (N) است، که نیروی هل دادن است.قطعات با نیروی نرمال به سادگی می تواند وزن بخش لغزشی شوند [شکل 5.2 ()]، و یا نیروی که می تواند از یک پیچ یا فنر آمده باشد، فشردن سطوح کشویی با هم، به عنوان مثال در پیچ تا حدی سخت تر در شکل 5.2 (ب). اغلب، قطعات نیاز به حرکت آزادانه در برابر یکدیگر، و این می تواند یک معضل باشد.یکی از خوبیهای این چسبندگی برای کاهش جغجغه مطلوب است، اما اصطکاک بیشتراست وقتی قطعات براحتی میچسبند.

اصطکاک بزرگترین معضل در هنگام راه اندازی است. نیروی بیشتری میخواهد برای شروع یک قسمت در حال حرکت که منجر به نگه داشتن از حرکت شده، گاهی اوقات تا دو برابر. اصطکاک اولیه ایجاد شده به عنوان اصطکاک استاتیک شناخته میشود.

شکل 5.1

توسط سطوح ناهموار

اصطکاک ایجاد شده است

 "جاذبه."

به ویژه برای سیستم های کنترل دردسرساز است زیرا، یک بار نیروی کافی است برای غلبه بر اصطکاک استاتیک اعمال می شود، مقاومت بلافاصله ترک و بخشی که تمایل به پرت شدن دارد مقصد آن است. ما در مورد چگونگی مقابله با این مشکل در فصل 11 بحت خواهیم کرد. همانطور که شما ممکن است تصور کنید، ارزش واقعی نیروی لازم برای غلبه بر اصطکاک بستگی به نوع مواد درگیر و همچنین در نیروی نرمال لاستیک نرم دارای اصطکاک بیشتر از فولاد است. مواد را می توان برای اصطکاک تست نمود و اختصاص یک مقدار به نام ضریب اصطکاک (μ). جدول 5.1 ضریب اصطکاک برای برخی از مواد رایج نشان می دهد، اما توجه داشته باشید که این مقادیر می تواند به طور گسترده ای از آزمونهای متفاوت باشد برای آزمایش باید تقریبی در نظر گرفته شود. با استفاده از ضریب اصطکاک و نیروی نرمال، ما می توانیم نیروی برای غلبه بر اصطکاک از معادله 5.1 محاسبه نماییم.

 F = μN

که در آن F = نیروی برای غلبه بر اصطکاک

 μ = ضریب اصطکاک (وابسته به مواد)

 N = نرمال نیروی است که، نیروی هل دادن مواد با هم

شکل 5.2

اصطکاک متناسب

 به نیروی نرمال (N) ناشی میشود

درشکل (a) وزن و درشکل (b)

از سفت کردن پیچ و مهره

(ب) اصطکاک از سفت کردن پیچ

(a) اصطکاک (F) متناسب با وزن

جدول 5.1

ضریب اصطکاک برای مواد مختلف

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| مواد | استاتیک | کشویی |
|  فولاد در فولاد | 0.78 | 0.42  |
| آلومینیوم در فولاد | 0.61 | 0.47  |
| شیشه در شیشه | 0.94 | 0.40  |
| بلوط در بلوط | 0.62 | 0.48  |
| لاستیک در پیاده رو | 0.9 | 0.85  |
| الماس در الماس | 0.2  |  |
| تفلون در تفلون | 0.04 |  |

از کتاب استاندارد مارکس برای مهندسان مکانیک 1967 و دیگران

مثال 5.1

یک بلوک فولادی با وزن 1.5 پوند بر روی یک سطح فولاد قرار گرفته است.

 چقدر نیروی لازم است برای آغاز حرکت کشویی؟

ب. چقدر نیرو لازم است برای نگه داشتن کشویی یک بار دیگر در حال حرکت ؟

راه حل

اگر بلوک وزن £ 1.5دارد، پس نیروی بین بلوک و سطح فولاد £ 1.5است ، که بدان معنی است که نیروی نرمال £ 1.5 است برای حل این مسئله ، ما معادله 5.1 دو بار با استفاده از ضریب بکار میبریم، اولین بار اصطکاک برای اصطکاک استاتیک، بار دوم با استفاده از مقدار برای اصطکاک لغزشی.

برای حرکت بلوک از حالت بی حرکت استفاده از مقدار اصطکاک استاتیک μ (برای فولاد)

F = μN = 0.78 1.5 lb = 1.17 lb

برای نگه داشتن بلوک کشویی زمانی که در حال حرکت است ، استفاده از مقدار کشویی اصطکاک برای μ.

F = μN = 0.45 1.5 lb = 0.68 lb

بنابراین، می توان گفت که £ 1.17 نیروی لازم برای به حرکت درآوردن بلوک از وقفه است ، اما تنها £ 0.68 نیرو لازم است برای نگه داشتن آن کشویی زمانی که در حال حرکت است.

روانکاری بین قطعات تا حد زیادی می تواند به کاهش اصطکاک و تغییر کاراکتر آن منجر شود. در حالت ایده آل، روان کننده قطعات مانع میشود در واقع از لمس کردن یکدیگر، و جنبش است که پشتیبانی می کند توسط لایه هایی از روان کننده از لغزش بیش از حد با یک از دیگر . روانکار کشیده شده برروی قسمت ها به عنوان اصطکاک چسبناک شناخته شده است،و آن نیروی به طور مستقیم متناسب است با سرعت نسبی بین قطعات متحرک .

(این متفاوت است از اصطکاک کشویی که در آن نیروی کشیدن نسبتا ثابت است.) روان کننده خوب باید به اندازه کافی جذب شود به چسبندگی مواد، اما نه آنچنانکه چسبنده به عنوان مانع حرکت باشد. یک مشکل بالقوه است که آلودگی در ناحیه مانند خاک و شن و ماسه تمایل دارند که بچسبند به روان کننده، که در آن اصطکاک افزایش خواهد یافت و احتمالا آسیب بخش است. برخی از برنامه های کاربردی استفاده "خشک" روان کننده است، که وجود دارد در یک قوطی اسپری و به عنوان یک پوشش نچسب نازک در یک قسمت استفاده شود. برخی از مفاصل مکانیکی طراحی شده اند برای اجرای "خشک" بدون هیچ گونه روانکار. بنابراین، بررسی کنید کتابچه راهنمای قبل از اینکه شما با روغن روانکاری کنید هر مفصل در حال حرکتی که می بینید. نورد اصطکاک تولید میکند خیلی کمتر از اصطکاک لغزشی. به عنوان مثال، با استفاده از یک واگن برای حمل چیزی نیاز کمتر " نیروی کشیدن" از کشیدن آن. بلبرینگها و رولبرینگها (شکل 5.3) بکاررفته، این ویژگی برای رسیدن به مقدار اصطکاک بسیار کم است. بخشی از انرژی صرف غلبه بر اصطکاک به گرما تبدیل می شود. هر سیستم حمل و نقل که انرژی مکانیکی است، مانند بلبرینگ و یا یک جعبه دنده، دارای بازده خاص. راندمان می گوید که چند درصد از قدرت مکانیکی که در واقع خارج میشود، و بقیه بابت اصطکاک از دست میدهد.بلبرینگ می تواند 99٪ موثرباشد، زنجیر دوچرخه حدود 96٪ کارآیی دارد، اما یک چرخ دنده ی حلزونی ممکن است تنها 60٪ کارآمد می باشد. (انرژی و بهره وری در ادامه در این فصل بحث شده است.)

فنر

فنر عضو متداول در سیستم های مکانیکی، فنر جذب میکند ضربه را (برای مثال، فنر شاسی خودرو )، ذخیره انرژی در فنر سیم پیچی موتور، و ارائه یک فشار ثابت (به عنوان مثال، در یک گیره لباس).

شکل 5.3

بلبرینگ و رول

 بلبرینگ. (بلبرینگ غلتکی

حسن نیت ارائه میدهد از TIMKEN شرکت)

نیرویی که یک فنر تولید میکند توان پیش بینی نمود با استفاده از قانون هوک، که پیروی میکند طبق قاون ریاضی زیر:

*F* = *kx*

درجایی که:

F = فشار یا نیروی کشیدن فنر

K = ثابت فنر و برای هر اندازه فنر متفاوت است

x = فاصله فنر گسترش داده شده است "طول باقیمانده"

معادله 5.2 به ما می گوید که بیشتر فنر کشیده شده و یا فشرده شده،بعلاوه نیرو تولید شده. از آنجا که نیروی خطی افزایش می یابدبرای دریافت دو برابر نیرو، شما باید آن را دو بار تا آنجا ادامه دهید این رابطه یک محدودیت دارد، البته. در برخی موارد، فنر خواهد شد کج و معوج و هرگز به شکل اولیه خود باز نمی گردند. استفاده از قانون هوک در مثال نشان داده شده 5.2.

مثال 5.2فنر سیم پیچ با ثابت فنر 10 پوند / اینچ. به طول باقی 2.0 اینچ. در یک ماشین، موجود است فشار ثابت بر روی پولی تسمه کشش (شکل 5.4). طول فنر در دستگاه 2.5 اینچ. چقدر نیروی فنر ایجاد شده است؟

راه حل

 ابتدا، ما محاسبه میکنیم فاصله فنر درحال کشیدن را با پیدا کردن اختلاف بین طول کشیده شده و طول باقیمانده:

*x* = 2.5 in. – 2.0 in. = 0.5 in.

حالا بکار میبریم ثابت فنر k 10پوند / اینچ. در معادله 5.2 برای محاسبه نیروی فنر اعمال در پولی:

*F* = *kx*

$\frac{10ib}{in}$\*0.5in = 5ib

فنر هست درحال اعمال فشار 5 پوندی برروی پولی تحت فشار.

بسیاری از انواع مختلف فنرها در حال استفاده هستند. رایج ترین فنر مار پیچ است. فنر می تواند کشیده و یا از انواع فشرده باشد [شکل 5.5 ()]. فنرها کشیده شده ممکن است به طور کامل بسته و در حالت استراحت باشد. آنها استفاده می شود برای ارائه یک کشش در مثال 5.2 شرح داده شده. فنرهای فشرده معمولا در انتها تخت میشوند و

شکل 5.4

فنر مورد استفاده به

منظور کشش در

 تسمه کشنده

پولی (به عنوان مثال 5.2).

شکل 5.5

انواع فنرها

(a) فنر متراکم و فنر کشیده شده (b) فنرهای موتور

(C) فنر پیچشی (d) فنر تخت (نواری)

(e) فنرهای تخت ( تسمه ای)

فشرده به نظر میرسند. نمونه هایی از این هستند فنر سوپاپ ها در موتور و فنرهای کوچک در زیر هر کلید در کیبورد.

 شکل 5.5 (ب) نشان می دهد فنر موتور، نوار مسطحی که در هم پیچیده شده بودر پایان رول ثابت شده است. ظرفیت انرژی ذخیره شده در فنربالاتر نیست بماننده یک باتری نسبت به وزنش. با این حال، فنر نمی شود تخلیه "در قفسه،" و خروجی آن مستقیم است حرکت مکانیکی میباشد. فنرهای پیچشی استفاده می شود به منظور ارائه گشتاور و یا پیچ و تاب. شکل 5.5 (C) یک نمونه را نشان می دهد.گیره لباس به طور معمول از فنر چرخش.فنر تخت، یک قطعه تخت نازک از فلز است [شکل 5.5 (D)]، یک دستگاه ساده است با کاربردهای بسیار گسترده که در آن یک فشار ثابت مورد نیاز است و فاصله انحراف کم است. فنر تخت (تسمه ای) [شکل 5.5 (E)] است از چند فنر بزرگ مسطح ساخته شده است.فنر تسمه ای دارای تحمل بار زیادی بوده بخاطراینکه ترکیبی از فنرهای تخت تکی است.

در نهایت، مهم است که درک کنیم که هر قسمت مکانیکی که فنر دارد، که آیا آن در نظر گرفته شده بود یا نه. هر قسمت از مواد (به خصوص فلز) تحت فشار منحرف میشود و پس از آن فنر برمیگردد هنگامی که فشار برداشته می شود. ثابت فنر واقعی یک بخش بستگی دارد به اجزای تشکیل دهنده آن، شکل آن، و چگونگی نیروی اعمال شده. به طور کلی، بخش باریک و بلند خیلی بیشتر فنری هستند از بخش ضخیم و کوتاه تر (شکل 5.6). همانطور که ما بعدا در این فصل خواهیم دید، فنرهای اجزای جزئی سیستم می تواند اثر نامطلوبی در عملکرد دستگاه بگذارد.

جرم و اینرسی

هر قسمت مکانیکی دارای جرم است که اندازه گیری از میزان ماده وجود به آن بستگی دارد. واحد اصلی جرم کیلوگرم (کیلوگرم) است، (وجودندارد واحد متداولی از جرم در واحدهای عامیانه). جرم وابسته است به مفهوم آشنا وزن. وزن نیروی رو به پایین اعمال به یک شی به دلیل جاذبه گرانشی است. وزن اندازه گیری میشود در واحد نیرو، مانند پوند (پوند). در سیستم SI، نیروی محاسبه میشود برحسب نیوتن (N)، که در آن 1 N معادل 1 کیلوگرم است · m / s2 . نیوتن هست معادل ib0.224

در زمین، جرم و وزن به طور مستقیم با یکدیگر تناسب دارند و اغلب به جای یکدیگر توسط عموم مردم استفاده می شود. به عنوان مثال، در اروپا، مردم خرید پرتقال توسط کیلوگرم است، در حالی که پرتقال به تعریف پوند در ایالات متحده به فروش می رسد. با این حال، از نقطه نظر مهندسی، جرم و وزن (نیروی) مفاهیم متفاوتی است و باید به این ترتیب بکاررود.

F=ma

که در آن
f = نیروی اعمال شده
m = جرم جسم در حال نقل مکان
= a شتاب جسم

رابطه بین وزن و جرم می تواند به عنوان یک مورد خاص از معادله 5.3 بیان شود، داده شده

*w* = *mg*

که در آن

W = وزن (نیروی رو به پایین به دلیل نیروی جاذبه)

m = جرم

G = شتاب جاذبه (32 ft/s2 or 9.8 m/s2)

درمعادله 5.3a ، وزن جایگزین شده است برای نیرو ، و ثابت گرانش (G) جایگزین شده است برای شتاب . همانطور که خواهید دید، معادله 5.3a استفاده خواهد شد برای حل مسائل عددی.

 شتاب یک ویژگی از یک شی در حال حرکت است. طول می کشدو تلاش بیشتری نیاز است برای جلوگیری از یک ماشین نورد از یک کودک واگن-ما می گوییم که اتومبیل در حال حرکت شتاب بیشتری دارد. شتاب به عنوان سرعت زمانی جرم تعریف شده و مقدار انرژی زیادی صرف میشود برایاز حرکت گرفتن بخش درحال حرکت. این همان مقدار انرژی ایست که باید مصرف شود زمانی میخواهیم که بخشی متوقف شود.

 شتاب = mv

که دران

M = جرم جسم درحال حرکت

V = سرعت شی

اینرسی، مشخصه اساسی جرم است، یک جسم را در حالت استراحت و یا در حرکت باقی می ماند مگر اینکه توسط یک نیروی خارجی عمل کرده است. به عنوان مثال می توان به پرتاب توپ. هنگامی که توپ از دست رها میشود، همچنان حرکتش ادامه پیدا میکند در هوا بعلت اینرسی.

شکل 5.7

نمایشی از نیرو

و اینرسی.

شکل 5.7 با استفاده از یک ماشین برای نشان دادن مفاهیم اولیه حرکت خطی (در حال حرکت در یک خط مستقیم).

اینرسی نیز نشان داده هنگامی که یک شی در مورد یک محور می چرخد. چرخ دوچرخه و چرخ یک ماشین در نظر بگیرید. هر دو در مورد قطر هستند، اما چرخ ماشین سنگین تر است اینرسی بیشتر و در نتیجه انرژی بیشتری برای به دست آوردن چرخش است. با این حال، اینرسی بخشی چرخش یک تابع از شکل و جرم است، نه فقط جرم تنها، و با توجه به یک نام خاص: ممان اینرسی (i). شکل 5.8 چند اشکال را نشان می دهد. به طور کلی، قطعات که بخش عمده ای از جرم آنها در یک فاصله از محور باشند اینرسی چرخشی بیش از قطعات که در آن بخش عمده ای از جرم نزدیک به محور است. معادلات موجود برای محاسبه ممان اینرسی برای اشکال مختلف هستند. توجه کنید که چرخ طیار در شکل 5.8 (a) است اینرسی چرخشی به مراتب بیشتر از چرخ جامد از شکل 5.8 (b)، حتی اگر هر دو چرخ باشند از جرم مشابه. دلیل این است که بیشتر جرم در چرخ طیار متمرکز به عنوان دور از محور به عنوان امکان پذیر است. شکل 5.8 (C) را نشان می دهد اینرسی چرخشی در بیم بلند . یک بخش لازم نیست شبیه یک چرخ باشد برای اینرسی چرخشی ؛ تنها شرط این است که آن را در حول یک محور می چرخد. در شکل 5.8 (C)، بیشتر جرم است دور از محور، به طوری که ممان اینرسی بالاتر از وضعیت در شکل 5.8 (D) است که در آن محور است از وسط. در برخی شرایط، اینرسی چرخشی بالا مطلوب است، که در این صورت چرخ لنگ استفاده می شود. به عنوان مثال، در یک موتور خودرو، چرخ لنگ صاف و روان از پالس های قدرت بالایی در پیستون است. با این حال، در اغلب موارد، اینرسی مشکلات برای سیستم های کنترل الکترومکانیکی ایجاد می کند زیرا بخاطر ازدیاد اینرسی نیروی بیشتر نیاز است برای حرکت و نیروی بیشتری برای متوقف کردن آن. این نتایج در زمان واکنش کندتر است و وضعیتی ناصحیح دارد

سوال این است، چرا قطعات طراحی نمیشوند که اینرسی کمتری دارند؟ مشکل این است که اینرسی تابعی از وزن است، و وزن یک تابع از قدرت است. بدیهی است، بخشی باید به اندازه کافی قوی برای حمل بار است، بنابراین مقدار مشخصی از اینرسی اجتناب ناپذیر است. مجموعه ای از معادلات اساسی اجازه می دهد تا شما را به محاسبه موقعیت، سرعت، و مدت زمان لازم برای بدست آوردن مکانی، برای یک شی متاثر از نیرو. شاید دیده اید و یا قبلا در کلاس فیزیک استفاده می ده، اما ارزشش به تکرار دارد چون ما در اینجا خواهیم کرد استفاده از آنها را زمان به زمان در متن به توضیح رفتار مکانیکی میپردازیم.

ما آغاز خواهیم کرد با تکرار معادله 5.3 :

*F* = *ma*

این معادله مورد استفاده است برای محاسبه نیروی مورد نیاز برای سرعت بخشیدن به یک شی. سرعت یک شی است که در حال شتاب یکنواخت است را می توان از معادله 5.5 محاسبه می شود. به یاد داشته باشید که یک شتاب یکنواخت بدان معنی است که سرعت در یک نرخ ثابت افزایش یابد:

*v* = *at*

که در آن

V = سرعت

a = شتاب

t = زمان لازم برای رسیدن از حالت ساکن به سرعت v

فاصله ای که یک شی با سرعت ثابت در یک زمان مشخص سفر میکند را می توان به شرح زیر محاسبه کرد:

*d* = *vt*

که در آن

d = فاصله شی منتقل شده

v = سرعت شی

t = زمانیکه شی در حال حرکت بوده

فاصله ای که یک شی تحت شتاب یکنواخت در یک زمان معین سفرمیکند محاسبه به شرح زیر است:

 $at^{2}$ d=$\frac{1}{2}$

که در آن

d = فاصله شی منتقل شده

a = شتاب

t = زمان پس از شتاب آغاز شده

در نهایت، ما می توانیم معادله 5.8 برای محاسبه سرعت اگر فاصله بیش از حد یک شی تحت شتاب از معادله شناخته شده زیر استفاده کنید:

*v* = $\sqrt{2ad}$

که در آن

v = سرعت

a = شتاب

d = فاصله جسم نقل مکان کرده تحت شتاب

مثال 5.3

سیلندر پنوماتیک قراراست قطعات انتقال دهد به وسیله تسمه نقاله (شکل 5.9). این قسمت باید بتواند وزن بالاتر از 10 پوند، وباید تحت فشارقرار دهد فاصله ی 1 فوت را در 1 ثانیه یا کمتر. چه نیروی ثابتی از سیلندر مورد نیاز برای انجام این کار؟ (پنوماتیک در فصل 10. توضیح داده شده)

راه حل

 ما داریم فاصله بخشی که باید حرکت کند و مدت زمان انجام انرا. هیچ یک از معادلات قبلی مربوط به فاصله، زمان، و نیروی مستقیم نیست، اما معادله 5.7 مربوط به زمان، فاصله و شتاب است. هنگامی که ما می دانیم که شتاب لازم چقدراست، ما می توانیم نیروی مورد نیاز را محاسبه کنیم، با استفاده از معادله 5.3. بنابراین، شروع میکنیم با معادله 5.7،

d=$\frac{1}{2}at^{2}$

ما اول حل میکنیم برای a:



شتاب را میدانیم، ما در حال حاضر محاسبه میکنیم نیروی مورد نیاز را با شتاب، با استفاده از معادله 5.3:

*F* = *ma*

اما در ابتدا ما باید جرم را از وزن با استفاده ازمعادله 5.3a محاسبه نماییم



در نهایت، ما محاسبه میکنیم نیروی مورد نیاز از سیلندر را از معادله 5.3:



سیلندر باید با یک نیروی حداقل پوند0.62 فشار تولید کند

شکل 5.9

 پنوماتیک

 سیلندر باید

 فشار نولیدکند

 بخش نوار نقاله را

 در 1 ثانیه یا کمتر

 (به عنوان مثال 5.3).

مثال مثل قبل فقط در سیستم si

مثال 5.4

استوانه سلفی الکترونیکی استفاده شده در چاپگرها بعنوان چکش در سرعت های بالا. چکش پرس نوع چاپ به نوار جوهر، که باید بر روی کاغذ (شکل 5.10) چاپ کند. وزن چکش 0.1 پوند است. باید نوعی ضربه با سرعت 60 اینچ بر ثانیه بزند و انتقال دهد از یک فاصله 0.5 اینچی. چقدر باید نیروی مغنا طیسی به چکش وارد شود؟

راه حل
در این مسئله، ما فاصله و سرعت داده می شود و نیاز به پیدا کردن نیروی هل دادن چکش. همانطور که در مثال 5.3، این مشکل دو مرحله است: ما برای اولین بار نیاز به پیدا کردن شتاب مورد نیاز و سپس نیروی برای ایجاد که شتاب. ما معادله 5.8 تغییر خواهد برای محاسبه شتاب، اما ما برای اولین بار نیاز به تبدیل وزن به جرم:

جایگزینی دوباره معادله 5.8 برای حل شتاب، ما بدست میاریم

حالا، از معادله 5.3، ما می توانیم محاسبه کنیم نیروی مربوط به فشار چکش:

معادلات اساسی حرکت برای سیستم های دورانی

حرکت دورانی اشاره دارد، البته، به چیزهایی که در اطرافند. چرخ، چرخ دنده ها، اکسل، و موتور تمام قوانین حرکت دورانی را دنبال کنید. معادلات اساسی برای سیستم های چرخشی تقریبا همان هایی هستند که برای حرکت خطی استفاده میشوند. هر مقدار مورد استفاده در حرکت خطی است آنالوگ در حرکت دورانی. به جای نیروی، ما باید گشتاور. در عوض شتاب و سرعت، ما باید شتاب زاویه ای و سرعت زاویه ای. به جای جرم، ما داریم ممان اینرسی (I). ممان اینرسی، که قبلا مورد بحث، وابسته به جرم، شکل و محل محور است. معادلات برای محاسبه اینرسی برای چند شکل استاندارد در شکل 5.8 داده شده است. معادلات برای اینرسی اشکال مختلف به راحتی در کتابچه های در دسترس است.

گشتاور نوع نیرو است که موتور تولید میکند . گشتاور نیروی پیچش عمل در فاصله شعاعی خاص از مرکز چرخش (شکل 5.11) است. معادله گشتاور به شرح زیر است:

شکل 5.11

گشتاور ناشی

 از یک نیروی (F)

باعث شده

حرکت کند با

فاصله از محور.

قانون اساسی حرکت دورانی در معادله 5.10 داده شده است و به همان شکل به عنوان F = MA. این به ما می گوید که اگر گشتاور ثابت به یک چرخ اعمال می شود، که شتاب چرخ در زمان چرخیدن خواهد بود :

موقعیت زاویه ای از یک شی دوار در یک سرعت زاویه ای ثابت را می توان از معادله 5.11 محاسبه می شود:

θ = موقعیت زاویه ای بر حسب رادیان

ω = سرعت زاویه ای

سرعت زاویه ای از یک شی تحت شتاب زاویه ای ثابت را می توان از معادله 5.12 محاسبه می شود:

\* \* \* \* رادیان یک نوع واحد طبیعی زاویه است. عددی کلی، رادیان 2π در 360 درجه، رادیان و یا π در 180 درجه، رادیان و یا 1 = 57.3 درجه وجود دارد. زاویه باید به رادیان تبدیل هنگامی که این معادلات استفاده شده است (در غیر این صورت، معادلات کار نخواهد کرد)

موقعیت زاویه ای از یک شی تحت شتاب ثابت را می توان از معادله 5.13 محاسبه می شود:

سرعت زاویه ای از یک شی است که به موقعیت خاص با شتاب زاویه ای خاص منتقل می توان از معادله 5.14 محاسبه می شود:

مثال 5.5

موتور استفاده شده است برای باز کردن و بستن یک دمپر در مجرای هوا (شکل 5.12.) موتور می گشتاور 30 در تولید کند. · پوند، و ممان اینرسی (I) از دمپر £ 0.8 · S2 · در . چه مدت طول خواهد کشید که دمپر برای باز کردن، و آنچه را که حداکثر سرعت زاویه ای از دمپر ؟ در این سیستم ساده، موتور در می آید گشتاور کامل و باقی می ماند تا زمانی که دمپر بازدید سوئیچ محدود می کند.

راه حل

 از آنجا که ما می دانیم چقدر گشتاور موتور می تواند عرضه کند و اینرسی روی بارچقدراست ، ما ابتدا محاسبه شتاب زاویه ای دمپر از معادله 5.10 انجام میدهیم:

ما در حال حاضر شتاب، اما ما به دنبال زمان دمپر طول می کشد تا (که شده است، زمان برای دمپر به چرخش 90 درجه). معادله 5.13 زمان، موقعیت، و شتاب مربوط است، اما باید در موقعیت رادیان باشد، بنابراین ما برای اولین بار از 90 درجه به رادیان تبدیل کنید. یادآوری که رادیان π در 180 درجه وجود دارد، پیدا کنیم که

محاسبات نشان می دهد که دمپر در حدود یک سوم از یک ثانیه باز خواهد شد. ما همچنین خواسته شد تا پیدا حداکثر سرعت زاویه ای از دمپر. از آنجا که موتور را فراهم می کند گشتاور ثابت، دمپر شتاب تمام وقت آن است که به باز کردن و حداکثر سرعت در 0.29 ثانیه رخ می دهد. ما در حال حاضر محاسبه شتاب و زمان، بنابراین ما معادله 5.12 استفاده به دلیل آن مربوط به سرعت، شتاب و زمان:

تبدیل درجه / ثانیه به ما می دهد

بنابراین، سریع ترین سرعت زاویه ای دمپر 623 درجه / s است

مثال 5.5 (مکرر با SI واحد)
موتور استفاده شده است برای باز کردن و بستن یک دمپر در مجرای هوا (شکل 5.12). موتور می گشتاور 3 N · متر، و ممان اینرسی (I) از دمپر تولید 0.08 کیلوگرم · M2 است. چه مدت طول خواهد کشید که دمپر برای باز کردن، و آنچه را که حداکثر سرعت زاویه ای از دمپر ؟ در این سیستم ساده، موتور در می آید گشتاور کامل و باقی می ماند تا زمانی که دمپر بازدید سوئیچ محدود می کند.

راه حل

 اول، محاسبه شتاب زاویهای از دمپر از معادله 5.10:

در حال حاضر، استفاده از معادله 5.13 برای محاسبه مدت زمان لازم برای باز کردن دمپر (چرخش 90 درجه). با این حال، ما باید برای اولین بار از 90 درجه به رادیان تبدیل کنید. یادآوری که رادیان π در 180 درجه وجود دارد، پیدا کنیم که

محاسبات نشان می دهد که دمپر در حدود یک سوم از یک ثانیه باز خواهد شد. استفاده از معادله 5.12 برای محاسبه حداکثر سرعت چرخش، که در 0.29 ثانیه رخ می دهد: