

# پی سازی برای نصب ماشینهای ثابت

نگارش

مهندس ابراهیم شیرازی

## الف) نیروهای مؤثر

۱) بارهای دائمی مانند وزن پی - وزن ماشین روی پی و در مورد توربین ها نیروهای حاصله از Condenser و Transmission .

۲) انواع نیروهای دینامیکی بقرار زیر:

الف) نیروهای ضربتی در مورد پی - چکش ها Hammer foundation - آسانسورها - برج های انتقال و یا ضربات غیرمنظمی که از ماشین هائی مانند دستکاههای خردکننده از قبیل انواع سنگ شکن ها وغیره ... به جسم پی وارد می آیند .

ب) نیروهای periodic که هنگام کار ماشین طبق قانون سینوسی تغییر می نمایند از قبیل نیروهای جرمی ویا گانگ های یک و دو در مورد ماشین های پیستونی و یا مؤلفه های قائم وافقی که از نیروهای گریز از مرکز چرخ طیار ماشین ها بوجود می آیند .

۳) تبدیل نیروهای دینامیکی به استاتیکی معادل نیروهای مزبور .

برای این منظور با استفاده از یک ضریب دینامیکی و یا ارتعاشی مانند  $D$  یک نیروی استاتیکی بدست می آورند که میزان آن معادل تاثیراتی است که از نیروهای دینامیکی در پی بوقوع می پیوندد واز اینرو نیروی ساکن معادل نیروی دینامیکی نامیده میشود .

واما چون در نتیجه نیروهای دینامیکی که یا بطور periodic ویا ارتعاشی میباشند از استحکام ماده بعلت خستگی سریع آن کاسته میشود لازم است برای جبران این امر نیروی ساکن معادل نیروی دینامیکی بوسیله ضربی مانند  $\mu$  که ضریب خستگی نامیده میشود افزایش یابد - معمولاً برای ماشین هائی که باید دائماً در کار باشند ضریب خستگی  $\mu=3$  و برای ماشین هائی که باید بطور متناوب بکار انداخته شوند  $\mu=2$  انتخاب میشود و باین ترتیب با افزایش دادن نیروی دینامیکی بوسیله ضریب خستگی و با در نظر گرفتن ضریب دینامیکی ویا ارتعاشی  $D$  نیروی ساکن معادل نیروی دینامیکی و یا ارتعاشی را بنام  $P_s$  بدین قرار بدست می آورند .

$$P_s = \mu \cdot D \cdot G$$

ع) حاصل جمع نیروهای دائمی و نیروی ساکن معادل نیروهای دینامیکی ویا ارتعاشی رقم نیروهای خارجی مؤثرا تشکیل میدهند که با استفاده از قوانین استاتیکی (ایستائی) معمول در محاسبه مقاومت مصالح ابعاد پی مورد نظر را محاسبه نموده مشخص میسازند. و برای احتراز از نشست های ناموزون زمین زیر پی سعی میکنند که مرکز ثقل سطح قاعده پی با برآیند نیروهای وارده حتی الامکان برهم منطبق گردند. البته بدیهی است که در مورد برآیند نیروهای وارده بایستی جمیع حالات ممکنه تأثیر نیرو (مؤلفه های نیروهای افقی در جهات راست و چپ) در نظر گرفته شود.

### ب) طرز محاسبه

برای بدست آوردن نیروی ساکن معادل نیروی دینامیکی و ارتعاشی قبلاً اصطلاحات فرمولی زیر در نظر گرفته میشود:

$$G = \text{وزن جسم پی با انضمام وزن ماشین های روی آن به } t$$

$$\text{وزن تقسیمات جسم پی به } t = \begin{cases} G_1 \\ G_2 \end{cases}$$

$$J_g = \text{لنگر لختی وزنی قطبی مربوط به } G \text{ نسبت به آسه ثقل عمود بر سطح تصویر واحد } \text{cm}^2$$

$$B = \text{وزن چکش یا تخماق یا پتک به } t$$

$$v = \text{تندی (ثانیه/متر) به } \text{m sk}^{-1}$$

$$k = \text{ضریب ضریب } (0 < k < 1)$$

$$a = \text{فاصله وزن ها یا نیروها به } m$$

$$\delta = \text{ضریب ارتجاعی حرکات جزئی}$$

$$\delta_0 = \text{ضریب ارتجاعی حرکات جزئی جسم پی در امتداد نیروی ثقل در اثر وزن جسم پی به } m$$

$$n_c = \text{رقم مخصوص ارتعاش به (دقیقه/1) } \text{l/min}$$

$$n_m = \text{تعداد جهش پیستون ویا تعداد دور به } \text{l/min}$$

$$K = \text{مقدار نیروی دینامیکی ویا دامنه (Amplitude) نیروی periodic واحد } t$$

$$\mu = \text{ضریب خستگی}$$

$$D = \text{ضریب دینامیکی بعلت ارتعاشات}$$

$$P = \text{نیروی حاصله در نتیجه خاصیت فنری واحد به } t$$

$$P_s = \text{نیروی ساکن معادل نیروی مؤثر دینامیکی یا ارتعاشی به } t$$

ضمناً فرض میشود که جسم پی مانند صفحه سختی که بطور ارتجاعی و یا فنری متکی شده باشد.

ب قسمی که نیروها همه در سطح قرص (سطح تصویر) مؤثر باشند و بعلاوه آسه قائم نیروی ثقل بعنوان یک محور اصلی ارتجاعی در نظر گرفته میشود با فرض اینکه امتداد قائم مار بر مرکز نیروی ثقل فقط باعث حرکات قائم بدون چرخش میگردد.

برای عملی ساختن این امر لازم است که مرکز ثقل سطح انکاء و یا مرکز ثقل منطقه شمع کوبی برای نصب پی در زمین های سست و یا باطلاتی روی محور ثقل دستگاه آورده شود که با اتخاذ تدابیر خاص حتی در مورد پی سازی با استفاده از شمع کوبی پیوسته امکان پذیر است.

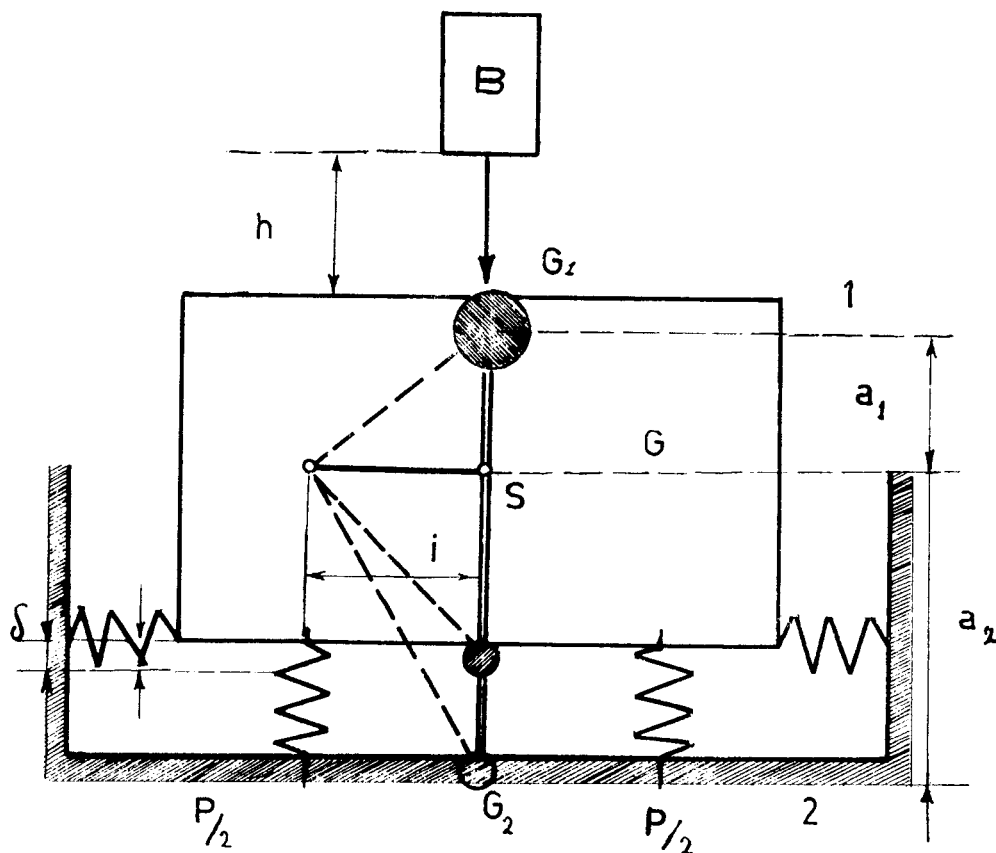
جسم پی با ساشین های روی آن را میتوان در دو نقطه جرسی بوزن های  $\begin{cases} G_1 \\ G_2 \end{cases}$  بقسمیکه بطور صلیب با یکدیگر اتصال یافته باشند در امتداد آسه قائم مطابق شکل تقسیم نمود. فواصل  $a_1$  و  $a_2$  تابع نوع تکیه گاه ارتجاعی است که برای پی در نظر گرفته شده و در صورتیکه جهت مثبت بطرف بالا باشد برابر است با:

$$a_{1,2} = a_0 \pm \sqrt{a_0^2 + i^2}$$

$$a_0 = (i^2 \delta_{zz} - \delta_{xx}) / 2\delta_{xz}$$

که در آن

در فرمول اخیر  $\delta_{xx}$  حرکت جزئی نقطه گرانیگاه (مرکز ثقل)  $S$  در نتیجه نیروی افقی واحد است که در نقطه وارد شده باشد (واحد  $m/t$ ).



شکل ۱

هم چنین  $\delta_{xz}$  مانند  $\delta_{xx}$  حرکت جزئی است که در نتیجه گشتاور واحد مؤثر در سطح تصویر بوجود آمده باشد (واحد  $l/tm$ ). و بهمین ترتیب  $\delta_{zz}$  میزان چرخش جسم در اثر یک گشتاور است (واحد  $l/tm$ ). از آنجائیکه  $a_1 a_2 = i^2$  است ارتفاع سه گوشه گونیائی (قائم الزاویه) حاصله مطابق مشکل برابر  $i$  است. و اما اجزاء وزنی  $G$  یعنی  $G_1$  و  $G_2$  برابرند با:

$$G_1 = Ga_2 / (a_1 + a_2)$$

$$G_1 = \frac{Gi^2}{(a_1^2 + i^2)}$$

$$G_2 = \frac{Ga_1}{(a_1 + a_2)} = \frac{Gi^2}{(a_2^2 + i^2)}$$

ضربات وارده بروی پی بوسیله ماشین ها را میتوان به دودسته دسته بندی نمود:

- ۱) ضرباتی که بطور تک تک و گاه و بیگاه وارد می آیند و آثار نامنظمی را در پی بوجود می آورند.
- ۲) نیروهائی که بطور periodic و منظم بوسیله ماشین ها ایجاد می گردند. ویی را تحت تأثیر خود قرار میدهند.

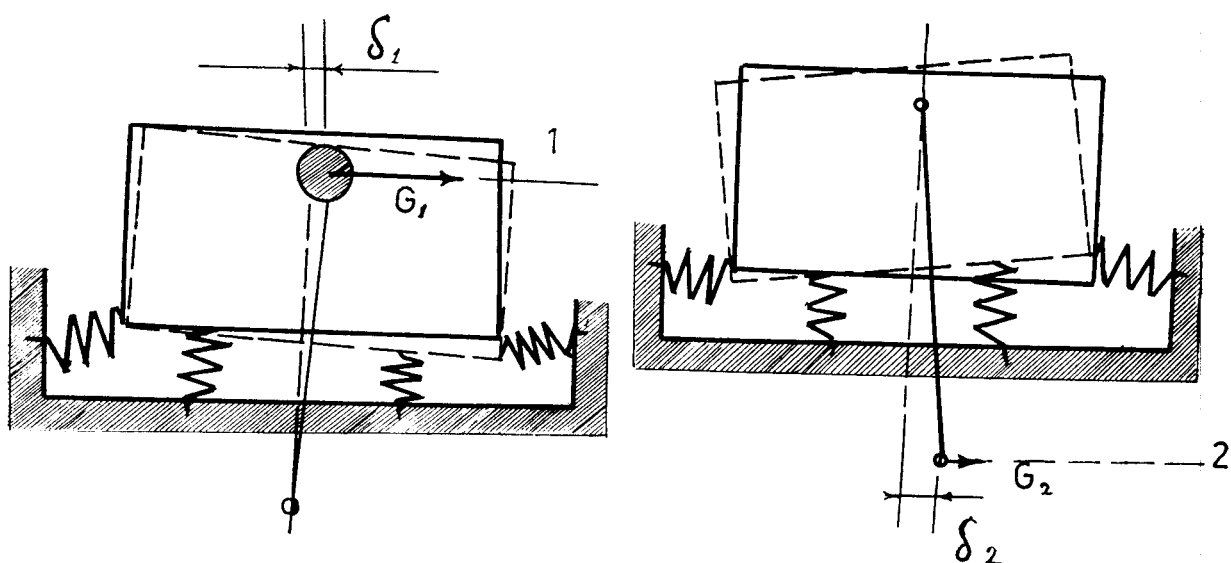
### ۱) ضربات یگانه با آثار نامنظم

چنانچه ضربتی بطور قائم بروی پی فرود آید در اثر وزن کل موجود  $G$  ضربت مزبور در امتداد محور قائم لرزش ها و ارتعاشاتی را بوجود می آورد. و این امر بعلمت آنست که ظهور انرژی ب شکل خاصی در مدت زمان معینی بنوع انرژی دیگری مبدل میگردد و باز ب شکل اول بر میگردد و قس علیهذا... البته ممکن است این انرژی مکانیکی ویا الکتریکی باشد. که خارج از بحث ما میباشد. هم چنین یک ضربت افقی در ارتفاع  $G_1$  یک نوع ارتعاشات افقی را بوجود می آورد که فقط از  $G_1$  سرچشمه گرفته اند. در اینحال  $G_2$  بعنوان قطب چرخش بحال سکون باقی می ماند. به همین منوال یک ضربت افقی در تراز  $G_2$  ارتعاشاتی افقی را بوجود می آورد که تنها  $G_2$  عامل مؤثر آنها بوده و  $G_1$  بطوری که از شکل میتوان استنباط نمود طبق قانون ارتعاشات پاندولی بحال سکون باقی می ماند.

هر ضربتی که بوسیله چکش یا تخماق ویا پتک روی پی وارد می آید یکی وزن  $B$  تخماق است که روی پی تأثیر دارد و دیگری میزان سرعت  $V_B$  تخماق  $B$  است هنگام اصابت روی پی. برای سقوط آزاد  $V_B = \sqrt{2gh}$  است. بلافاصله پس از تصادم تخماق سرعت اولیه جسم پی برابر است با:

$$V_G = \frac{V_B(1+k)B}{(B+G)}$$

در مقابل این حرکت و جنبشی که در نتیجه تصادم تخماق در پی بوجود آمده تلاش و مقاومتی از تکیه گاه بروز میکنند که بصورت نیروی فتری تزییدی بوده و در لحظه بزرگترین انحراف  $\delta$  برابر  $P$  میگردد.



شکل ۲

و اما از معادله کارچنین نتیجه میشود:

$$\delta = V_G \sqrt{\frac{\delta_0}{g}}$$

و بزرگترین نیروی فنری پی برابر است با:

$$\begin{aligned} P &= G \cdot \frac{\delta}{\delta_0} = \\ &= G \cdot \frac{V_G}{\sqrt{g\delta_0}} = \\ &= DG \end{aligned}$$

$$D = \frac{V_G}{\sqrt{g\delta_0}}$$

با فرض

باین ترتیب ملاحظه میشود که تا چه اندازه در نتیجه تصادم ضربت و ایجاد عوامل محرکه دینامیکی فشار وارده بر روی زمین زیر پی در حال سکون و آرامش افزایش می یابد.

فشار ساکن و استاتیکی هم تراز نیروی فنری معادل است با:

$$P_s = \mu \cdot D \cdot G$$

و بعلاوه از روی معادلات:

$$V_G = \frac{V_B(1+k)B}{(B+G)}$$

$$D = V_G / \sqrt{g\delta_0}$$

و

پس خوبی استنباط میگردد که هر قدر جرم پی بزرگتر باشد و هم چنین ساده زیر پی دارای فنریت بیشتری باشد

ضریب دینامیکی کوچکتر میگردد. و به همین جهت اغلب برای ایجاد یک چنین خاصیت فنری از قشر چوب پنبه طبیعی مسلح که در زیر سطح پی جایگزین میگردد استفاده میشود.

در مورد محاسبه جسم پی و میزان آرماتور مورد نیاز همانطوریکه قبلاً اشاره شد نیروی ساکن معادل نیروی دینامیکی را در رگه های مختلف جسم پی بدست میآورند که میزان آن در رگه های فوقانی به مراتب بزرگتر از مقدار بست که در سطح زمین زیر پی دارا میباشد. و به همین جهت نبایستی هیچگاه از بتون غیر مسلح برای پی سازی ماشین استفاده نمود و بعلاوه توصیه میشود که در سطح زیر پتک از یک آهن ضد ضربه جهت حفاظت پی استفاده شود و جهت احتراز از نشست های غیر یکسان لازم است شکل پی طوری در نظر گرفته شود که ضربات بطور مرکزی بر آن فرود آیند و بالاخره باید قابلیت تحمل فشار زمین زیر سطح پی را جهت محاسبه سطح مورد نیاز پی در نظر گرفت.

(بقیه دارد)