

هیدرودینامیک کمک فنر اتومبیل ها

دکتر مرتضی غفاری

استادیار گروه مهندسی زراعی دانشگاه ارومیه

فیلیپو

دانشجوی دکتری در آزمایشگاه تجربی مکانیک سیالات اورسی پاریس^۱

چکیده:

در این کار تحقیقی نخست تغییر شکل یک ورقه فلزی مدور تحت بارگذاری یکنواخت و موضعی به طور نظری بررسی شده است ، به طور تجربی هم در روی چندین ورقه فلزی مدور که به عنوان مدل انتخاب شده است ، تحت تاثیر بارهای موضعی متقارن مطالعاتی انجام گرفته ، سپس چند پلاک واقعی کمک فنر در مقابل عبور جریان روغن قرار داده شده و تغییر شکل آنها در مقابل عبور روغن اندازه گیری شده است ، آنگاه نتایج حاصل در روی مدل و پروتوتیپ^۳ مورد مقایسه قرار گرفته و ملا حظہ گردیده که این نتایج با هم سازگار می باشند .

مقدمه:

بنابراین در اثر دست اندازهای جاده و با توجه به هوای متراکم موجود در قسمت فوقانی استوانه روغن به طور نوسانی در امتداد قائم حرکت خواهد نمود و بدین نحو انرژی جنبشی ناشی از دست اندازهای جاده در اثر خاصیت ویسکوالاستیسیته^۴ روغن به انرژی حرارتی تبدیل خواهد شد . در این مطالعه استحکام پلاکها مورد نظر خواهد بود و تعیین ابعاد و جنس پلاکها موضوع اصلی این مقاله می باشد . بدین منظور بایستی تغییر شکل یک پلاک تحت نیروی وارده مورد مطالعه قرار گیرد .

کمک فنر اتومبیل هارل جذب انرژی جنبشی ناشی از دست اندازهای جاده و تبدیل آن به انرژی حرارتی را به عهده دارند . ساختمان آن به طور ساده از یک استوانه پر از روغن تشکیل شده که در داخل آن پیستون سوراخ داری مجهز به یک میله وجود دارد . در ابتدا و انتهای این پیستون دو پلاک که دارای سوراخهای زوج و متقارن می باشند قرار گرفته است . چون سوراخهای دو پلاک در یک امتداد نیستند بنابراین عبور روغن از پایین به بالا موجب تغییر شکل در پلاک فوقانی در حالت عکس موجب تغییر شکل در پلاک تحتانی می شود (شکل ۱) .

۱- فرمول نظری برای تعیین تغییر شکل یک ورقه فلزی مدور تحت بارگذاری موضعی

در این حالت مطابق شکل (۲) نیروی p در چهار نقطه متقارن وارد می شود در کتب مکانیک و مقاومت مصالح فرمولی در این مورد ارائه نگردیده و در عمل تعیین فرمول از جنبه نظری مشکل می باشد ، بنابراین در این مطالعه برای پیدا نمودن صورت کلی رابطه مورد نظر از تئوری بوکینگهام (۳) استفاده می کنیم . می دانیم که تغییر شکل یک ورقه فلزی مدور تابع بارهای وارده p ، شعاع R ، مدول سختی D و زاویه θ عبارت است از زاویه بین هر نقطه دلخواه واقع در محیط ورقه فلزی مدور از یک محور مقایسه) می باشد بنابراین خواهیم داشت .

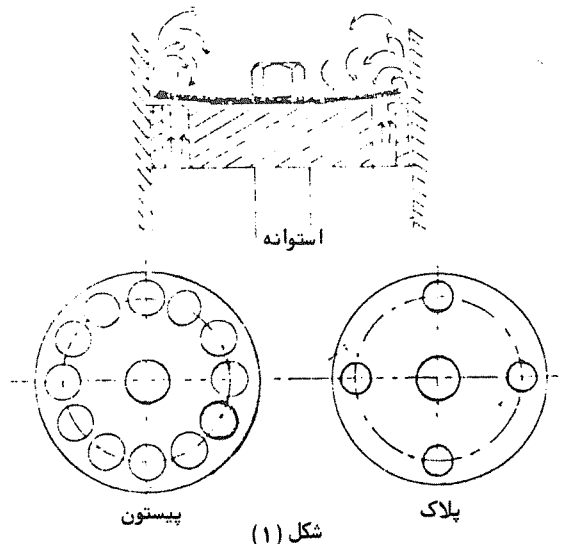
$$W = f(P, R, D, \theta)$$

پارامترهای بی بعد به صورت زیر محاسبه می گردد .

$$\pi_1 = \frac{R^2}{D}, \pi_2 = \frac{W}{a}, \pi_3 = \theta$$

و در نتیجه

$$\varphi\left(\frac{PR^2}{D}, \frac{W}{a}, \theta\right) = 0$$



شکل (۱)

شعاعی که تحت آن ورقه‌های مدور محکم شده است .

$$r = 6.8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$h = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$E_1 = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$E_2 = 0.92 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$E_3 = 0.333 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

ضخامت ورقه‌ها

مدول یانگ فولاد

مدول یانگ برنج

مدول یانگ پلکس گلاس

مقادیر نیروهای وارده در روی منحنی‌ها مشخص گردیده و نتایج

محاسبات در جدول زیر خلاصه شده است :

جنس ورقه‌های انتخابی	ضرایب K ماکزیمم و می‌نیمم									
	K ₁ max	K ₂ max	K ₃ max	K ₄ max	K̄ max	K ₁ min	K ₂ min	K ₃ min	K ₄ min	K̄ min
فولادی	۲۰	۱۸	۱۸/۷	۲۰	۱۹	۳۰	۳۰	۲۸	۳۰	۱۹/۵
برنجی	۱۹/۷	۱۸/۵	۱۹	۱۹/۷	۱۹/۲	۲۹	۳۰	۲۹	۲۸/۳	۲۹/۶
پلکسی گلاس	۱۹/۷	۱۹/۳	۲۰	۲۰	۱۹/۷۵	۲۰	۲۹/۲	۳۰	۳۰	۲۹/۸
K̄ _{max} = ۱۹/۲۴					K̄ _{min} = ۲۹/۳۴					

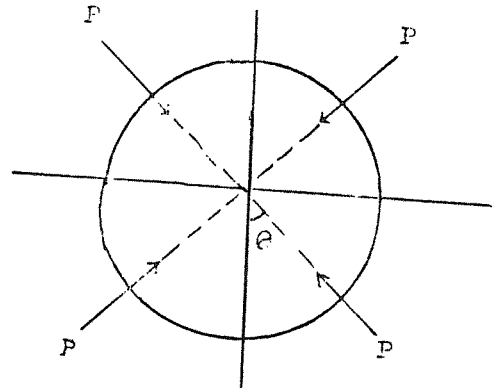
$$W = \frac{PR^2}{KD} f(\theta)$$

و یا

چنانچه به جای مدول سختی (D) مقدار آن را قرار دهیم ، خواهیم

داشت :

$$W = \frac{PR^3}{KEI} f(\theta)$$



شکل (۲)

با توجه به منحنی‌های $W=f(\theta)$ می‌توان نوشت :

$$W = W_1 + W_2 \cos n\theta$$

که در آن n تعداد نقاط اعمال نیروهای موضعی می‌باشد بنابراین در حالت فوق $n=4$ خواهد بود .

$$W_{\max} = W_1 + W_2, \theta = 0$$

پس می‌توان نوشت :

$$W_{\min} = W_1 - W_2, \theta = \frac{\pi}{4}$$

و یا

$$W = \frac{W_{\max} + W_{\min}}{2} + \frac{W_{\max} - W_{\min}}{2} \cos 4\theta$$

$$I_{\text{min}} = 23d$$

۲- روش آزمایش

۲-۱- شش ورقه مدور به شعاع $R = 165 \text{ mm}$ و به ضخامت $h = 2 \text{ mm}$ به عنوان مدل با اشل ۱۰ مورد مطالعه قرار گرفته که از این شش ورقه سه ورقه بدون سوراخ و سه ورقه دیگر مطابق پلاک‌های واقعی کمک فنر سوراخ‌دار بوده است ، جنس ورقه‌ها به ترتیب از فولاد ، برنج و پلکسی گلاس انتخاب شده که دارای مدول‌های الاستیسیته متفاوت می‌باشند . با اعمال وزنه‌های مشخص به‌طور موضعی مطابق شکل (۲) نیروهای P در چهار و یا شش نقطه متقارن وارد شده است سپس تغییر شکل ورقه‌های مدور با میکرومترهای حساس اندازه‌گیری شده است . در این قسمت تحقیقات نکات زیر مورد توجه واقع شده است :

۲-۱-۱- سری منحنی‌های $W=f(P, D)$

این منحنی‌ها در شکل (۳) رسم گردیده و به‌وضوح مشاهده می‌گردد که تغییر شکل ورقه‌ها تابعی است خطی نسبت به P و E و بین ورقه‌های سوراخ‌دار و بدون سوراخ اختلاف جزئی در تغییر شکل دیده می‌شود ، این اختلاف با توجه به مدول الاستیسیته قابل ملاحظه می‌باشد .

۲-۱-۲- سری منحنی‌های $W=f(\theta)$

این منحنی‌ها در شکل (۴) نمایش داده شده است ، فرم منحنی‌ها سینوسی بوده و دامنه نوسانات با مقدار نیروی وارده نسبت مستقیم و با مدول الاستیسیته نسبت معکوس دارد .

۲-۱-۳- تعیین تجربی ضریب K در فرمول عمومی

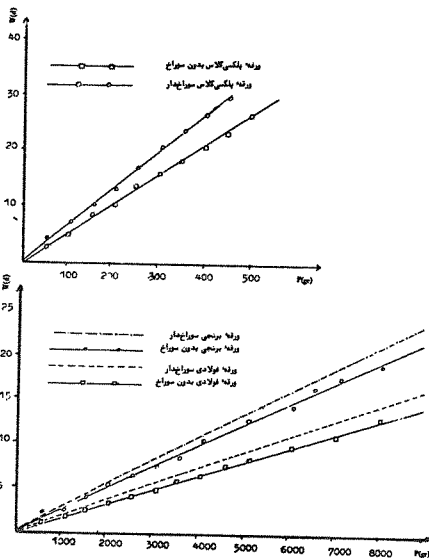
با در نظر گرفتن منحنی‌های $W=f(\theta)$ می‌توان تغییر شکل ماکزیمم

و می‌نیمم را تعیین نمود :

مقادیر عددی :

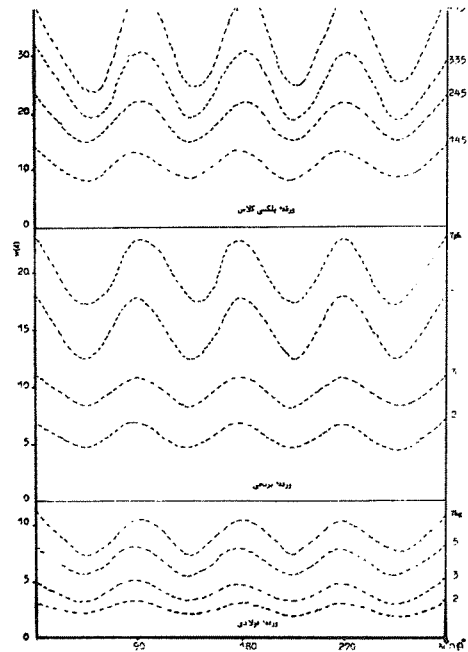
$$R = 12.30 \times 10^{-2} \text{ m}$$

شعاع توزیع نیروها



شکل ۳

می‌گیرد و تحت فشار وارده از مخزن (A) که محتوی گاز نیتروژن می‌باشد از قسمت (E) که در آن پلاک‌های واقعی قرار گرفته عبور می‌کند و در پلاک‌ها تغییر شکل بوجود می‌آورد. سپس روغن به مخزن (G) جهت توزین و اندازه‌گیری دبی جریان بر می‌گردد و بعد از اندازه‌گیری دومرتبه توسط پمپ‌های مخصوص به مخزن (B) بر می‌گردد در این قسمت مطالعه بیشتر منحنی‌های $W=f(\theta)$ به منظور مقایسه با منحنی‌های حاصل از آزمایش‌های قبلی شکل (۴) مورد نظر بوده است. این منحنی‌ها نیز در شکل (۶) نمایش داده شده.



شکل ۴

چنانچه به‌جای W_{max} و W_{min} مقادیر تجربی آنها را جایگزین نمائیم بعد از محاسبات لازم خواهیم داشت:

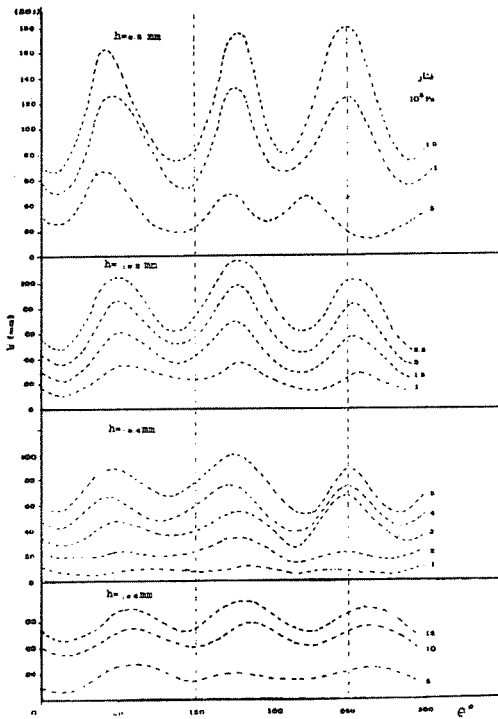
$$W = \frac{PR^3}{EI} (0.042 + 0.008 \text{ Cas } 4\theta)$$

این فرمول بار فرمول‌های نظری قابل مقایسه می‌باشد. اشتباهات ناشی برای تعیین تغییر شکل ورقه‌های مدور از این فرمول کمتر از ۸٪ است که از نظر عملی قابل قبول می‌باشد. این محاسبات در این مقاله آورده نشده است.

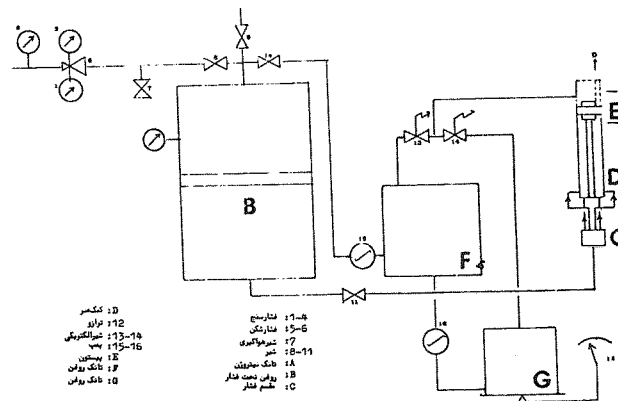
۲-۲- تعیین تجربی تغییر شکل در پلاک واقعی کمک فنر

در این حالت مطابق

در این حالت مطابق شکل (۵) روغن در یک مخزن (B) قرار



شکل ۶



شکل ۵

۱: مخزن گاز
۲: شیر
۳: شیر
۴: شیر
۵: شیر
۶: شیر
۷: شیر
۸: شیر
۹: شیر
۱۰: شیر
۱۱: شیر
۱۲: شیر
۱۳: شیر
۱۴: شیر
۱۵: شیر
۱۶: شیر
۱۷: شیر
۱۸: شیر
۱۹: شیر
۲۰: شیر
۲۱: شیر
۲۲: شیر
۲۳: شیر
۲۴: شیر
۲۵: شیر
۲۶: شیر
۲۷: شیر
۲۸: شیر
۲۹: شیر
۳۰: شیر
۳۱: شیر
۳۲: شیر
۳۳: شیر
۳۴: شیر
۳۵: شیر
۳۶: شیر
۳۷: شیر
۳۸: شیر
۳۹: شیر
۴۰: شیر
۴۱: شیر
۴۲: شیر
۴۳: شیر
۴۴: شیر
۴۵: شیر
۴۶: شیر
۴۷: شیر
۴۸: شیر
۴۹: شیر
۵۰: شیر
۵۱: شیر
۵۲: شیر
۵۳: شیر
۵۴: شیر
۵۵: شیر
۵۶: شیر
۵۷: شیر
۵۸: شیر
۵۹: شیر
۶۰: شیر
۶۱: شیر
۶۲: شیر
۶۳: شیر
۶۴: شیر
۶۵: شیر
۶۶: شیر
۶۷: شیر
۶۸: شیر
۶۹: شیر
۷۰: شیر
۷۱: شیر
۷۲: شیر
۷۳: شیر
۷۴: شیر
۷۵: شیر
۷۶: شیر
۷۷: شیر
۷۸: شیر
۷۹: شیر
۸۰: شیر
۸۱: شیر
۸۲: شیر
۸۳: شیر
۸۴: شیر
۸۵: شیر
۸۶: شیر
۸۷: شیر
۸۸: شیر
۸۹: شیر
۹۰: شیر
۹۱: شیر
۹۲: شیر
۹۳: شیر
۹۴: شیر
۹۵: شیر
۹۶: شیر
۹۷: شیر
۹۸: شیر
۹۹: شیر
۱۰۰: شیر

در قسمت نظری فرمول تغییر شکل ورقه مدور به صورت

$$W_{max} = \frac{PR^3}{KEI}$$
 بوده که با فرمول عمومی تغییر شکل یک میله قابل
 مقایسه می‌باشد در قسمت اول مطالعات تجربی هم آزمایش‌های انجام
 شده در روی شش ورقه مدور که به‌عنوان مدل انتخاب شده بود نشان
 داد که تغییر شکل تابع خطی نسبت به نیروی وارده P و تابع سینوسی
 نسبت به زاویه θ می‌باشد در حالت اخیر دامنه نوسانات نسبت مستقیم
 با نیروی وارده و نسبت عکس با مدول الاستیسیته دارد. در قسمت دوم
 مطالعات تجربی که آزمایش‌های مختلف روی پلاک‌های واقعی انجام
 گرفته منجر به همان نتایجی شده است که در مورد مدل بدست آمده
 بود. با این تفاوت که در مورد مدلها منحنی‌های بدست آمده کاملا"

سینوسی بوده ولی در حالت پلاک‌های واقعی این منحنی‌ها تقریباً " به
 طور سینوسی می‌باشد و از این‌که این منحنی‌ها کاملاً " سینوسی نمی‌باشند
 ممکن است ناشی از خطاهای اندازه‌گیری تغییر شکل در پلاک‌های واقعی
 بدلیل تغییر شدت جریان برق شهر باشد.

با توجه به آزمایش‌های تجربی که منجر به تعیین فرمول تجربی در
 مورد تعیین تغییر شکل یک پلاک به‌دست آمد می‌توان ابعاد و جنس
 پلاک‌ها را در کمک‌فکر طوری انتخاب نمود که اولاً " استحکام پلاک‌ها
 مطلوب، ثانياً " نرم بودن ماشین نیز مورد توجه قرار گیرد و در عین
 حال ابعاد پلاک‌ها طوری باشد که در رابطه تجربی بدست آمده صدق
 نماید.

پاورقی :

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. L.M.E.F ORASY--PARIS, | 5. Module du rigidite, |
| 2. Deformation, | 6. Plexiglasse, |
| 3. Prototype | 7. Conclusion |
| 4. Visqueux elasticite, | |

منابع :

- | | |
|---|--|
| 1. Les ressorts auto-amortisseurs hydrostatique d'elastomere
par: M. Jean JARRET AV. 1958. | GIET' L' GEMINARD Dunod Ed. |
| 2. Mecanique de l'ingenieur S.P. Timoshenko D.H. Young Librairie
Polytechnique. | 5. Resistance des materiaux par COURBON Tome I, Dunod
Paris, 1971. |
| 3. Resistance des materiaux tome I,2, S.P. Timoshenko | 6. Serie Schaum par. WILLIAM' A' NASH Copyright, McGraw-
Hill the New York, 1974. |
| 4. Mecanque appliquee tome I, Resistance des Materiaux par: A. | |

