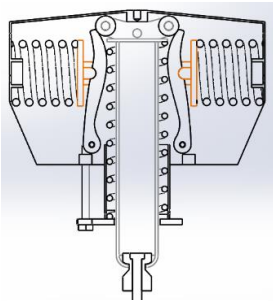


محاسبات، طراحی و تحلیل دستگاه Spring hanger/support

۱- Constant Spring Hanger

۱-۱- محاسبات اولیه



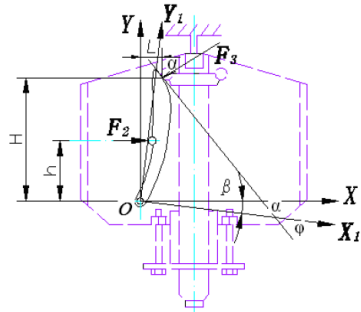
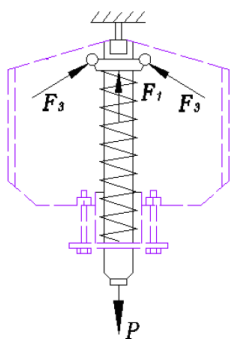
شکل ۱

کلیدی ترین بخش در طراحی تجهیز CSH محاسبه‌ی پروفیل بادامک خنجری شکل است. تناسب شکل پروفیل بادامک و ضریب سختی فنرهای دستگاه شرط اصلی ایجاد نیروی خروجی ثابت است. قبل از محاسبه‌ی پروفیل بادامک، میزان سختی و پیش‌فشار دو فنر جانبی پیش بینی می‌شود. سپس پروفیل قابل قبول محاسبه و مشخصات فنر جانبی معین می‌شود.

ورودی های مسئله:

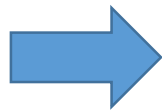
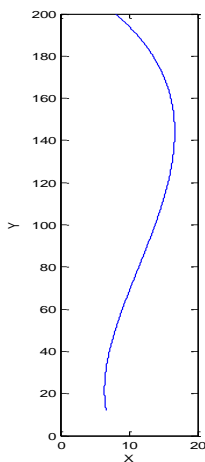
P, L, k_1 and k_2 (spring pre-compression) h, H

$$K1 = \frac{2 \times \text{Minimum Load}}{\text{Maximum travel}}$$



شکل ۲ نیروها و ابعاد مهم در طراحی و محاسبه بادامک ها

معادلات تعادل استاتیکی برای محاسبه پروفیل بادامک به صورت زیر است که با محاسبه تغییرات زاویه تماس پیستون متحرک با بادامک، پروفیل بادامک به کمک برنامه نویسی رایانه ای بدست می‌آید. همچنین عرض بادامک طوری انتخاب می‌شود که بادامک توانایی تحمل بارهای خمشی را داشته باشد و از طرفی کمترین فضا را اشغال کند و با دیسک نگهدارنده فنر جانبی تداخل پیدا نکند.



$$\sum F_y = 0, \quad F_1 + 2F_3 \cos \alpha - P = 0$$

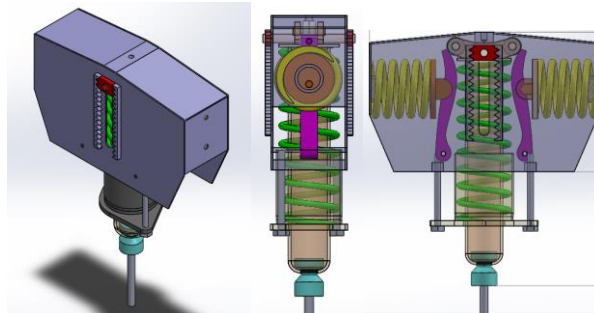
$$\sum M_o = 0, \quad F_3 y \sin \alpha - F_3 L \cos \alpha - F_2 h = 0$$

$$F_1 = k_1(H - y) = k_1 \left(H - \frac{x_1^2 + y_1^2 - x_1 L}{y_1} \right)$$

$$F_2 = k_2(a - h \sin \beta) = k_2 \left| a - h \frac{L - x_1}{y_1} \right|$$

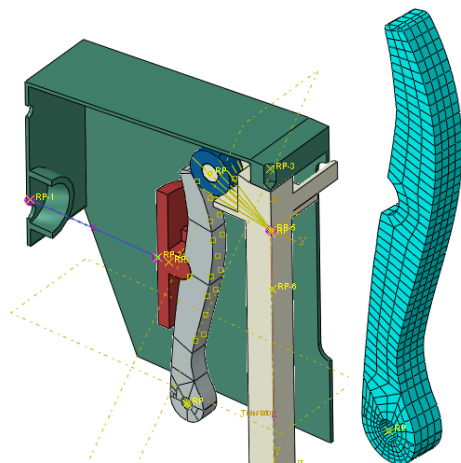
شکل ۳ طراحی بادامک از روی پروفیل بدست آمده از کد برنامه نویسی

۲-۱- مدل سازی CAD در نرم افزار سالدورکس



شکل ۴ مدل 3D تجهیز constant spring hanger

۳-۱- تحلیل المان محدود

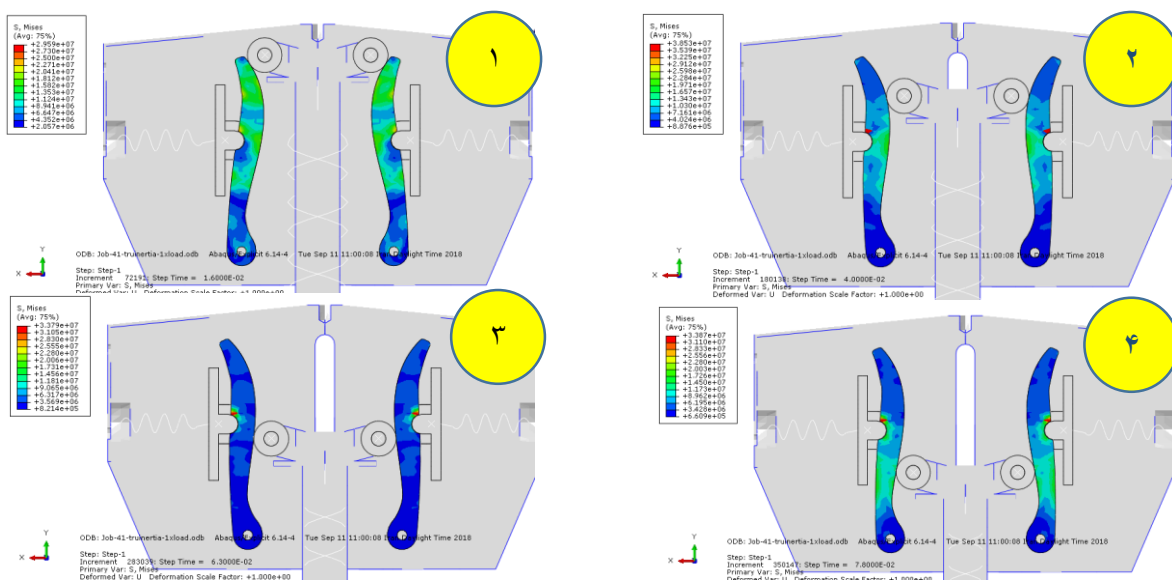


شکل ۵

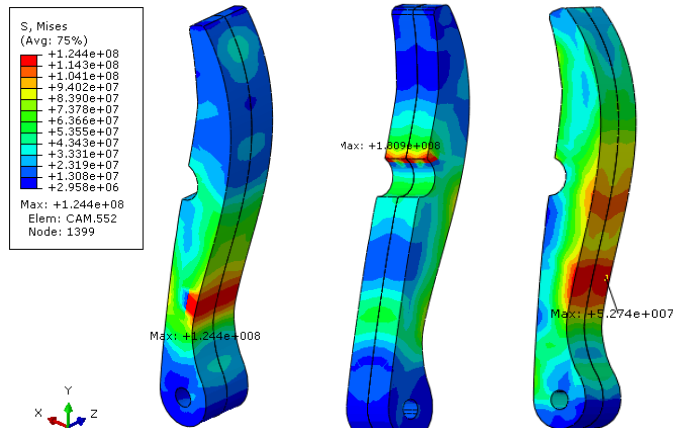
قطعه کلیدی در این تجهیز یعنی بادامک خنجری به صورت دینامیکی در یک کورس رفت مورد آنالیز المان محدود قرار گرفت. جنس بادامک از استیل معمولی تعریف شد. همچنین فنر اصلی و فنرهای جانبی به صورت مجازی و با همان ضریب سختی واقعی تعریف شدند.

با پایین آوردن تدریجی پیستون، مقدار تنشها در قسمت های مختلف بادامک مشخص شد.

مقدار تنش بیشینه در لحظات شروع حرکت دیده شد. که مقداری کمتر از یک سوم تنش تسلیم ماده مورد انتخاب دارد. بنابراین در بدترین حالت و موقعیت، بادامک طراحی شده با ضریب اطمینان ۳ قابل قبول است.



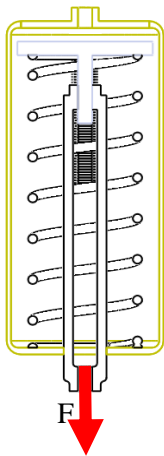
شکل ۶ مراحل حرکت پیستون و تغییرات تنش در بادامک در نرم افزار Abaqus



شکل ۷ شرایط و نقاط دارای ماکزیمم تنش (رنگ قرمز) در بادامک در یک کورس حرکت

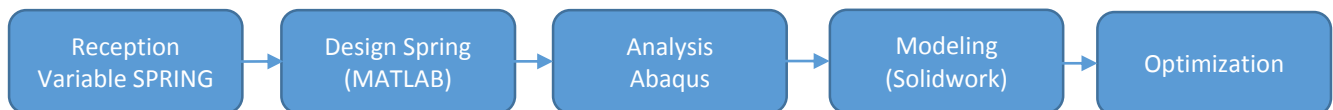
Variable Spring hanger – ۲

۱-۲- محاسبه و طراحی فنر



آویز فنری نیروی متغیر دارای مکانیزم ساده تری نسبت به نوع نیرو ثابت دارد. مهمترین بخش این تجهیز فنر دورن آن است که لازم است ضریب سختی، طول کورس و ابعاد مورد نظر را داشته باشد. همچنین پلیت منتقل کننده نیرو به فنر نیز باید استحکام لازم را داشته باشد.

روند طراحی فنر:



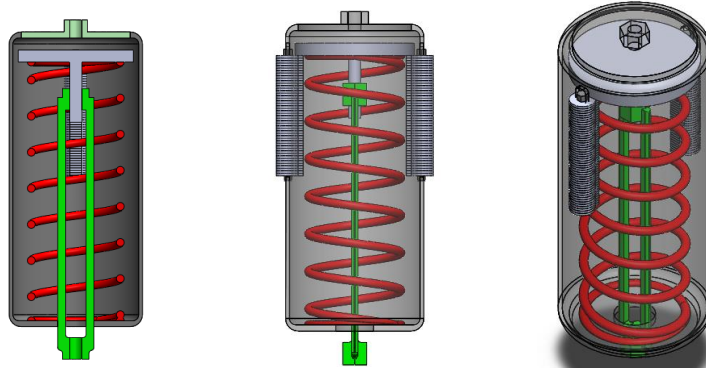
معادلات طراحی فنر:

$$\tau_{max} = K_B \frac{8F_{max}C}{\pi d^2} \quad K_B = \frac{4C + 2}{4C - 3}$$

$$n_s = \frac{S_{sy}}{\tau_{max}} \rightarrow n_s = \frac{S_{sy}\pi d^2}{K_B 8F_{max}C} \rightarrow n_s = \frac{S_{sy}\pi d^2(4C - 3)}{8F_{max}C(4C + 2)}$$

$$K = \frac{d^4 G}{8D^3 N_a}$$

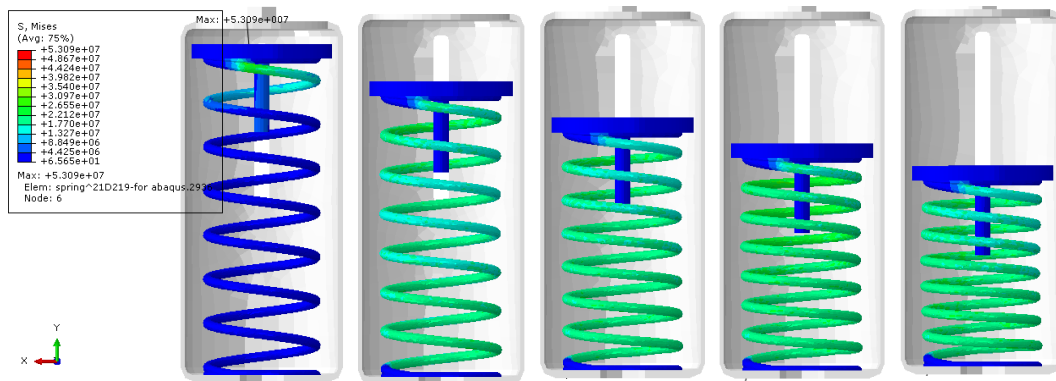
۲-۲- مدلسازی سه بعدی:



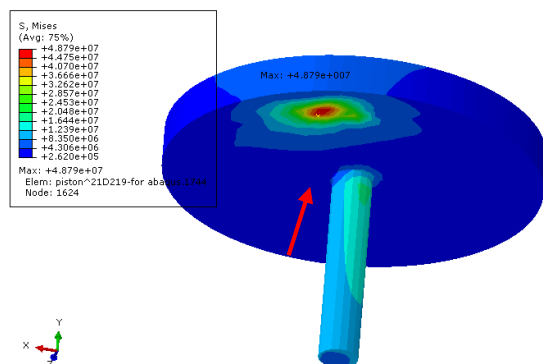
شکل ۸ نماهای تجهیز VSH در نرم افزار SolidWorks

۲-۳- آنالیز المان محدود دینامیکی

در این آنالیز تمرکز بر روی تنش ها و تغییر شکل فنر و پلیت روی آن است. آنالیز به صورت دینامیکی و در یک کورس دستگاه انجام می شود. در هر لحظه تنش و تغییر شکل دو قطعه مذکور بررسی میشود. بررسی تنش در هر لحظه نشان می دهد که تنش بیشینه در فنر در ۸ برابر کمتر از تنش تسلیم آن است.



شکل ۹ کانتور تنش روی فنر در یک طول کورس دستگاه



تنش بیشینه در قطعه پلیت روی فنر در حدود 487Mpa است که در حدود ۱۰ برابر کمتر از تنش تسلیم فولاد است.

شکل ۱۰ کانتور تنش پلیت روی فنر (محل تنش بیشینه مشخص شده است)