

Posúdenie životnosti autoklávu

Zadanie

Autokláv je dvojplášťová tlaková nádoba pevne uchytaná na štyroch pätkách. Zariadenie sa používa ako polymerizačný autokláv. Úlohou výpočtovej analýzy bolo určenie statickej odolnosti zariadenia a určenie zostatkovej životnosti autoklávu s ohľadom na doterajšiu prevádzkovú históriu.

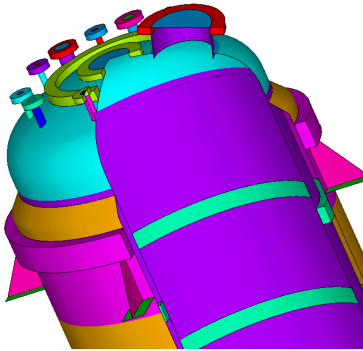
Metodika riešenia

Únavová životnosť autoklávu sa posúdila v dvoch krokoch. V prvom kroku sa výpočtovou analýzou metódou konečných prvkov (MKP) určilo namáhanie autoklávu pri charakteristických zaťažovacích stavoch.

Vplyv cyklického namáhania v najviac namáhaných oblastiach na únavovú životnosť sa posudzoval v súlade s normou EN STN 13445-3.

Výpočtová analýza

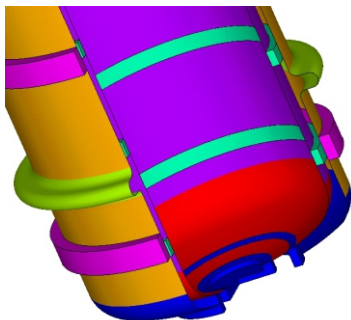
Na analýzu napäťovo-deformačného stavu autoklávu bol na základe výkresovej dokumentácie vytvorený priestorový výpočtový model (obr.1, 2). Model bol vytvorený pomocou škrupinových a priestorových konečných prvkov



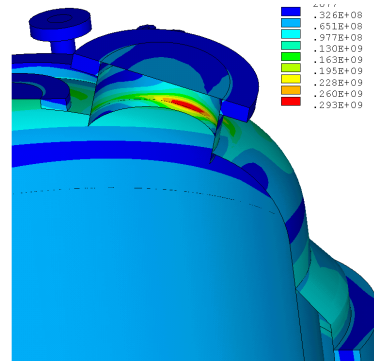
Obr.1 Priestorový výpočtový model, horná časť v reze

Z výsledkov výpočtovej analýzy vyplýva, že významným koncentrátorom napätia je eliptický prielez na hornom dne (obr.3) a oblasť prechodu dna duplikátora do spodnej blokovej príruby (obr.4). Maximálne hodnoty porovnávacích napätí spĺňajú základnú podmienku podľa STN EN 13445-3, teda

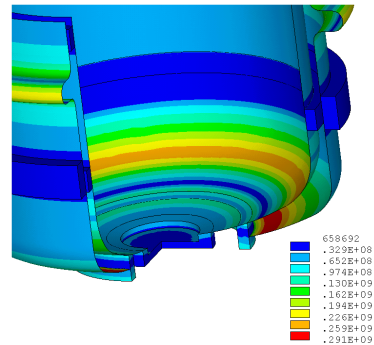
$$\sigma_{MAX} \leq 1,5R_{p02}$$



Obr.2 Priestorový výpočtový model, horná a spodná časť v reze



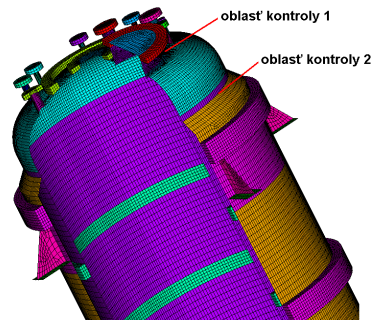
Obr.3 Porovnávacie napätie [Pa], prevádzkové podmienky, horná časť autoklávu



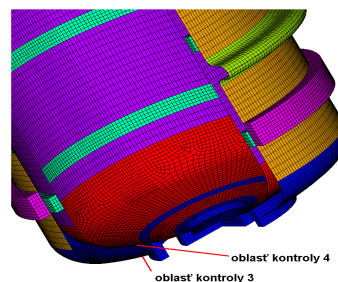
Obr.4 Porovnávacie napätie [Pa], prevádzkové podmienky, spodná časť autoklávu

Posúdenie únavovej životnosti

Na základe napäťovo - deformačných analýz boli pre posúdenie únavovej životnosti vybrané štyri oblasti kontroly (obr.5, 6). Pri určení únavovej životnosti sa zohľadňoval prevádzkový stav, tlaková skúška plášťa, tlaková skúška duplikátora, tesnostná skúška plášťa a tesnostná skúška duplikátora.



Obr.5 Detail modelu s vyznačením oblastí kontrolovaných na únavovú životnosť



Obr.6 Detail modelu s vyznačením oblastí kontrolovaných na únavovú životnosť

Z výpočtov kumulácií poškodenia v jednotlivých oblastiach kontroly vyplýva, že najviac vyčerpaným miestom z pohľadu únavovej životnosti je oblasť pripojenia duplikátora na spodnú blokujúcu prírubu (oblasť kontroly 3). Kumulácia poškodenia stanovená na základe výsledkov MKP analýz (obr.7) v tejto oblasti je

$$D_{1_2007} = \frac{N_P}{N_{PD}} + \frac{N_{TZ1}}{N_{TZ1D}} + \frac{N_{TZ2}}{N_{TZ2D}} + \frac{N_{TZ3}}{N_{TZ3D}} + \frac{N_{TZ4}}{N_{TZ4D}} =$$

$$= \frac{15847}{21685} + \frac{8}{161360} + \frac{8}{61321} + \frac{12}{544692} + \frac{12}{121839} = 0,7311$$

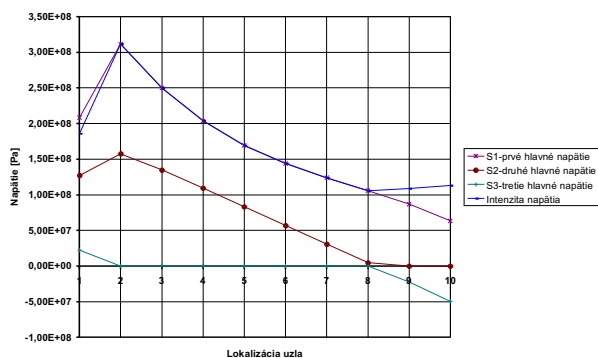
- kde N_P - počet nábehov autoklávu
 $N_{TZ1(2)}$ - počet tlakových skúšok
 $N_{TZ3(4)}$ - počet tesnostných skúšok
 N_{PD} - dov. počet cyklov (prevádzka)
 $N_{TZ1(2)D}$ - dov. počet cyklov (tlak. skúška)
 $N_{TZ3(4)D}$ - dov. počet cyklov (tes. skúška)

a čerpanie celkovej životnosti autoklávu je dané

$$D_{2007} + \frac{N_{PN}}{N_{PD}} + \frac{N_{TZ1N}}{N_{TZ1D}} + \frac{N_{TZ2N}}{N_{TZ2D}} \leq 1$$

$$0,73 + \frac{N_{PN}}{N_{PD}} + \frac{N_{TZ1N}}{N_{TZ1D}} + \frac{N_{TZ2N}}{N_{TZ2D}} \leq 1$$

- kde N_{PN} - počet cyklov po odstávke
 N_{TZ1N} - počet tlak. skúšok po odstávke
 N_{TZ2N} - počet tesnost. skúšok po odstávke



Obr.7 Príklad priebehu hlavných napätí [Pa], prevádzkový stav, oblasť kontroly 3

Záver

Podľa výsledkov numerickej analýzy autokláv vyhovuje pevnostným požiadavkám podľa STN EN 13445-3.

Poškodenie autoklávu cyklickým namáhaním sa najrýchlejšie kumuluje v oblasti pripojenia duplikátora na spodnú blokujúcu prírubu, v ktorej bola podľa STN EN 13445-3 životnosť vyčerpaná na 73%. Autokláv je teda schopný ďalšej prevádzky

Autor: Ing. Voštier Vladimír, PhD.

Investor: NCHZ a.s.