

Vaganje posuda i gravimetrijsko merenje nivoa

Kada govorimo o vaganju posuda, mislimo na merenje mase u silosima, tankovima, mikserima, itd... Razlog za vaganje može biti: pravljenje određene recepture, određivanje nivoa tečnosti ili zrnastog materijala u posudi, doziranje materijala za prodaju....

Merne ćelije se mogu koristiti za vaganje različitih posuda. Međutim, prilikom instrumentiranja određenog rezervoara, potrebno je ispoštovati nekoliko osnovnih pravila, kako bi dobili sistem koji precizno vaga, bez naše intervencije.

U ovom članku će se opisati načini instrumentiranja rezervoara, negativnih uticaja na naš sistem i tačnosti koje možemo očekivati.

Mehanički preduslovi

Česta je zabluda posmatrati merne ćelije kao komad metala ili samo kao stopu preko koje se oslanja posuda. Sila kojom je opterećena ćelija i koju ona treba da izmeri, zavisi od toga koliko će se ponovljivo ćelija deformisati odnosno vraćati u prvobitno stanje pod opterećenjem i rasterećenjem. Zbog toga treba obratiti pažnju na sledeće:

- što su krući temelji gde se ćelije oslanjaju, to će biti veća tačnost merenja
- izbegavati tzv. „parazitska opterećenja“ između temelja i posude koliko god je to moguće
- obezbediti dovoljno rastojanje oko posude i između temelja i posude
- obratiti pažnju na koji način materijal ulazi i izlazi iz posude; izbegavati udarce
- cevi koje su povezane sa rezervoarom bi trebale da su što fleksibilnije
- uzeti u obzir uticaj vetra ukoliko je posuda na otvorenom
- obezbediti mere zaštite posude od prevrtanja, odizanja, odkačinjanja i padanja...
- uzeti u obzir promenu i uticaj temperature na posudu i ćelije

Način oslanjanja rezervoara

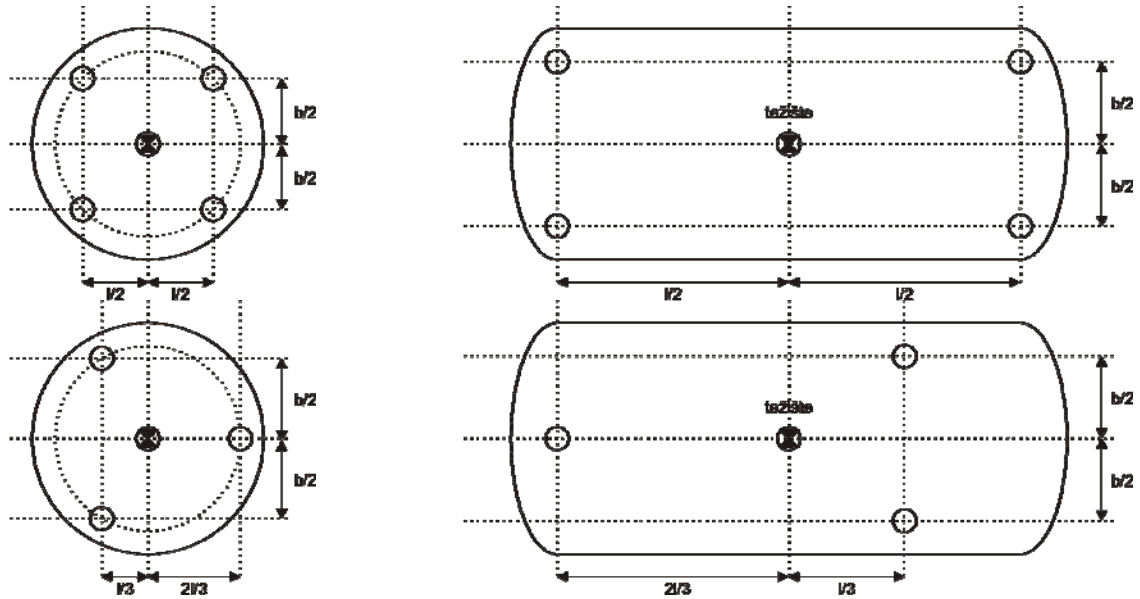
U zavisnosti od tipa, merne ćelije se mogu opteretiti na istezanje, savijanje i pritisak; za manja, srednja i veća opterećenja.

Tip ćelija i način oslanjanja koji ćemo izabrati, zavisi od mehaničke konstrukcije oko rezervoara i jednostavnosti implementacije sistema. Ukoliko imamo oko rezervoara čeličnu konstrukciju i rezervoar nije teži od 15 tona, najrađe ćemo ga okačiti preko mernih ćelija za istezanje, ali ukoliko je rezervoar na otvorenom ili je teži, oslonićemo ga na betonski fundament preko ćelija za pritisak. Broj ćelija koji ćemo pri tome koristiti je najčešće od tri do četiri, mada je idealan slučaj za viseći rezervoar, da koristimo samo jednu ćeliju. Ćelije koje rade na principu savijanja mogu da posluže u oba slučaja.

Broj mernih ćelija

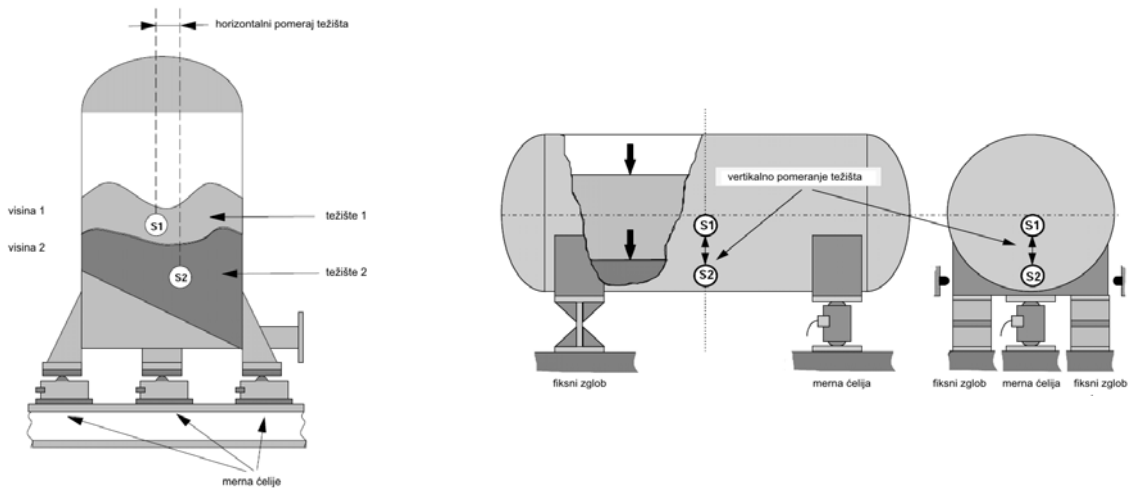
Broj mernih ćelija preko kojih se oslanja posuda, obično zavisi od konstrukcije posude, naročito ako instrumentiramo postojeći sistem. Idealno je osloniti rezervoar na tri ćelije. Ukoliko se rezervoar oslanja na četiri ili više ćelija i pri tome je izrazito krut (visoki rezervoari, zatvoreni od gore), može se desiti da konstrukcija oslanjanja bude statički neodređena i da u najgorem slučaju samo dve ćelije od četiri primaju kompletno opterećenje, što može prouzrokovati preopterećenje. Ovakve situacije se izbegavaju istovremenim praćenjem signala sa svake ćelije i podmetanjem odgovarajućih distantnih limova ispod stopa rezervoara.

Ćelije je potrebno rasporediti tako da svaka prima približno isto opterećenje, pošto nije moguće jednu konstrukciju oslanjati na ćelije različitih nosivosti. Logika koja se pri tom primenjuje je da proizvod sile koja deluje na ćeliju i normalnog rastojanja od ose ćelije do težišta rezervoara bude isti za sve oslonce.



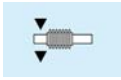




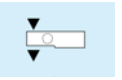


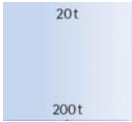




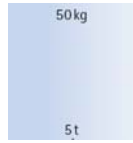
Vaganje posuda sa fiksnim zglobovima

U nekim slučajevima je moguće vagati samo polovinu posude, dok se druga polovina oslanja preko fiksnog zgloba. Fiksni zglob treba da je takav da skoro uopšte ne prima jednu komponentu opterećenja osled momenta, i to onog momenta koji deluje osled težišta rezervoara. Ovakav metod je moguće koristiti samo kod vaganja simetričnih posuda u kojima se vaga tečnost. Čvrsti materijali će se nagomilati na neku stranu i pomeriće težište po horizontali. Tačnost koja se pri tome ostvaruje je manja nego kada se rezervoar kompletno oslanja preko ćelija, ali je zato rešenje ekonomično. Aktivnu ćeliju je potrebno postaviti na što veće rastojanje od težišta, radi veće osetljivosti sistema. Ovaj način vaganja se ne može koristiti za rezervoara koji su na otvorenom ili miksera, zbog uticaja vetra, odnosno vibracija.



Izbor merne ćelije i načina ugradnje

HBM nudi raznovrsne ćelije opsega nosivosti od 5 kilograma do 470 tona. Sve ćelije su napravljene od nerđajućeg čelika.

princip							
oznaka	Z6F	C16A	C2	RTN	U2A	HLC	RSC
nosivost							
zaštita	IP68	IP68	IP68	IP68	IP68	IP68	IP68
deformacija	<0.6mm	<1.6mm	<1.0mm	<1.0mm	<0.1mm	<0.5mm	<0.5mm

Izbor nosivosti ćelije zavisi od sledećih faktora:

- maksimalno opterećenje koje će se pojaviti odn. „živ teret“ – F_{zt}
- masa prazne posude i konstrukcije odn. „mrtav teret“ – F_{mt}
- broj ćelija preko kojih će se rezervoar oslanjati - n
- faktor sigurnosti usled neravnomernog oslanjanja na sve ćelije – $F_s=1.3$
- faktor sigurnosti usled dinamičkog opterećenja (zavisi od tipa ćelije) - $F_d=1+1.3$
- za posude koje se nalaze na otvorenom, izračunati silu koja potiče od vetra – F_v (zavisi od oblika rezervoara – koeficijent opstrujavanja, kvadrata brzine vetra i projektovane površine rezervoara na koju nailazi vetar)

Minimalna nosivost pojedinačne merne ćelije se zatim određuje po obrascu:

$$F_{\min} = F_v + \frac{(F_{mt} + F_{zt}) \cdot F_s \cdot F_d}{n}$$

Način na koji se opterećenje prenosi kroz mernu ćeliju direktno utiče na tačnost i ponovljivost mernog sistema. Zato je od izuzetne važnosti ugraditi mernu ćeliju tačno po preporuci proizvođača.

Opterećenje se mora uvek prenositi vertikalno kroz ćeliju, tačno na način na koji je predviđeno da ćelija prima opterećenje. Oslonci merne ćelije su tako dizajnirani da izbegavaju sedeće efekte:

- bočne sile
- momente savijanja
- momente uvijanja
- ekscentrična opterećenja ćelije

Ovi nepoželjni efekti mogu biti prouzrokovani termičkim dilatacijama posude ili usled ugibanja posude pod opterećenjem. Za posude koje se nalaze na otvorenom je potrebno obezbediti zaštitu od prevrtanja usled sile vetra. Izuzetno je važno obezbediti da su površine na koje se montiraju ćelije ako ne u istoj ravni bar međusobno paralelne. Limovi za podmetanje služe za korekciju visinske razlike po ravnima.