

# Appunti Tank

Lorenzo Pasqui

4 maggio 2024

## Indice

### 1 Volume del Tank

Il volume del tank deve essere maggiore di quello del volume del propellente richiesto.

Il tank è composto da 4 componenti:

1.  $V_{pu}$ : volume propellente (extra per emergenze).
2.  $V_{ull}$ : volume *libero per espansione del propellente o contrazione strutturale* (.01/0.03).  $V_{bo}$ : per criogenici, permette l'ebollizione a causa del rifornimento e dello scolo.
3.  $V_{trap}$ : volume del propellente che rimane intrappolato nelle feed lines (tipicamente volume del feed system).

Dunque:

$$V_{tot} = V_{pu} + V_{ull} + V_{bo} + V_{trap}$$

### 2 Forma del Tank

Di solito sono:

- Sferici
- Cilindrici

I primi massimizzano il volume rispetto all'area, ma i cilindrici hanno forma migliore per razzi e migliorano la rigidità strutturale.

La pressione ha il maggior effetto sui limiti strutturali del tank. Per il design preliminare consideriamo solo i carichi di pressione:

La design burst pressure del tank è:

$$p_b = f_s \text{MEOP}$$

con:

- $p_b$ : design bust pressure (in Pa).
- $f_s$ : fattore sicurezza (2.0 per veicoli pressurizzati)
- MEOP: Maximum Expected Operating Pressure del tank (Pa).

Quale materiale? serve densità ( $\rho$ ), sforzo elastico ( $F_{tu}$ ). Indice di merito:

$$\frac{F_{tu}}{\rho g_0}$$

Altre cose da considerare nel materiale sono interazione chimica e lavorazione (controllare in appendice B).

## 2.1 sezione cilindrica

$$t_s = \frac{p_b r_s}{2 F_{all}}$$
$$m_s = A_s t_s \rho_{mat}$$

con:

- $r_s$  raggio della sfera
- $A_s$  superficie della sfera
- $V_s$  volume della sfera
- $t_s$  spessore
- $p_b$  DBP
- $F_{all}$  sforzo elastico permesso
- $m_s$  massa
- $\rho_{mat}$  densità del materiale

## 2.2 Sezione sferica

$$t_c = \frac{p_b r_c}{F_{all}}$$
$$m_c = A_c t_c \rho_{mat}$$

### 2.2.1 Parti finali cilindriche

Non abbiamo ellissi perchè lo sforzo sul punto di contatto tra ellissi e cilindro si formano sforzi alti. Abbiamo calotte sferiche. Non considerando i diversi loads dati da altri fattori che non siano la pressione interna sottostimiamo di circa 2/2.5 volte.

### 3 Stima della massa con il metodo $pV/W$

Approccio puramente empirico. Considero  $\phi_{tank}$ , fattore della massa del tank:

$$\phi_{tank} = \frac{p_b V_{tot}}{g_0 m_{tank}}$$

*Per tank completamente metallici questo valore è 2500 metri!!* Posso quindi risolvere per la massa del tank.

#### 3.1 Isolazione termica

Devo isolare liquidi criogenici o propellenti che potrebbero congelarsi in orbita. Di solito questo è fatto tramite una lamina di metallo che copre una schiuma isolante (oppure materiale non metallico a nido d'ape).

#### 3.2 Dispositivi di espulsione di carburante

I serbatoi devono essere in grado di fornire e controllare il propellente in tutte le fasi della missione. Parte di questa capacità deriva anche dalla rimozione di gas dal propellente che viene fornito al sistema propulsivo, e espellere parte del propellente per eliminare i residui. Oltre a questo devono essere evitate forze trasmesse dal propellente alla navicella (slosh). Devo evitare che negli inlet finisca gas.

Posso avere:

- sistemi di espulsione passivi
- sistemi di espulsione positivi

I primi meno costosi ed efficienti sfruttano la tensione superficiale del liquido, e sono dunque meno affidabili ma meno costosi e complicati, mentre i secondi usano barriere fisiche, valvole, pistoni, diaframmi etc. e sono quindi più efficaci a scapito di costo e complessità. **PAGINA 299 e precedenti** Posso inoltre usare gas per pressurizzare