EDIPO 2 – Helium release system / cryogenic circuit

H. Bajas

Swiss Plasma Center

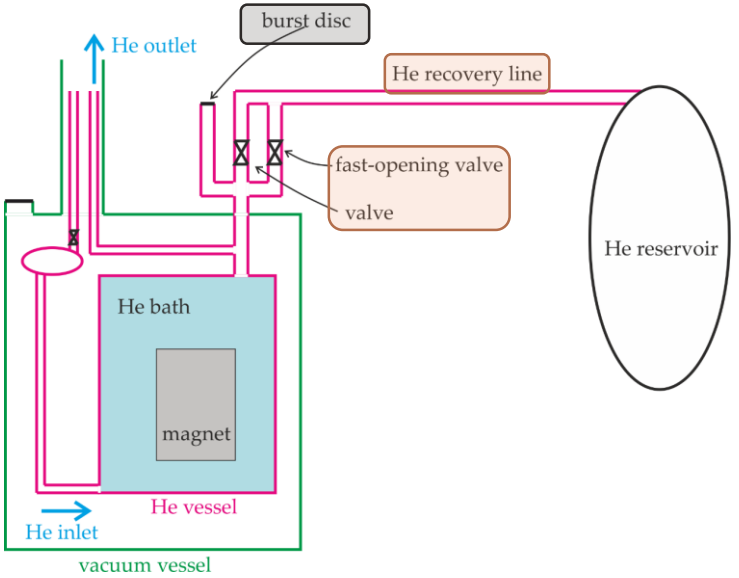
13.02.2024

Updates from my side

- Take a first view on H. Bajas's reports on:

  - He vessel pressure relief safety system
    - Avoid critical pressure built-up due to sudden Helium boil-off
      - The burst disk

  - He vessel pressure relief system in normal condition
    - Recuperate Helium in normal steady condition and during quench
      - The Helium outlet
      - The valves and recovery lines



Updates from my side

- He vessel pressure relief safety system

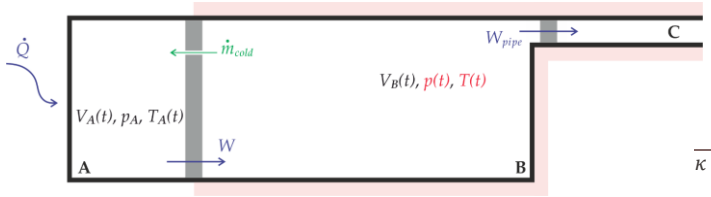
  - Helium initial conditions:
    - p_{op} = 1.01 bar and T_{op} = 4.225 K

  - The choice of the Worse Case Scenario:
    - "Unprotected quench" (dump resistor mis-fired) OR "Loss of vacuum"
      - Heat load determination
    - Input
      - for "unprotected quench":
        - Magnet Current and Power Supply Voltage: I_{op} = 17.1 kA and $U_{ps\ max}$ = 5 V
          - Heat power: $\dot{Q} = I_{op} V_{PS,max}$ = 85 kW
      - for "Loss of vacuum":
        - Heat power per unit of surface: Q' = 0.6 W cm^{-2}, $A_{vessel} \approx$ 14.24 m^2
          - Heat power: $\dot{Q} \approx$ 85.44 kW

  - The choice of the Burst Disk
    - The dimensioning of the disk using:
      - the maximum allowable working pressure ($p_s \sim p_{set}$ = 3 bar)
      - 3.00 bar and 5.9 K
      - the cross-section, A ~1900 mm^2
        - diameter 55 mm, DN65)

Updates from my side

- Valves and recovery lines
  - Three-volume model for the thermodynamic description of the system soon after opening the pressure relief valve.

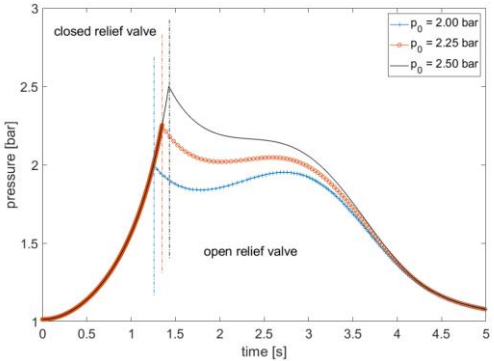


$$\frac{\mathrm{d}\left(m_A h_A(t)\right)}{\mathrm{d}t} = \dot{Q}(t)$$

$$\frac{\kappa}{\kappa+1} p(t) \rho_B \left[\left(\frac{p_b}{p(t)} \right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa}} - 1 \right] + \left(\frac{\dot{m}_{out}(t)}{A} \right)^2 \left[\frac{1}{\kappa} \ln\left(\frac{p(t)}{p_b} \right) + \frac{2fL}{D} \right] = 0$$

Quite dependent on the way the magnet stored energy (0.5*L*I²) is deposited in the bath during a quench $\dot{Q}(t)$

  - Pressure rise for closed then open valve
    - Dimensioning the pipe aperture and length
      - For various valve opening pressure
      - D = 55.0 mm, L = 12.5 m



NB: Importance of valve opening proper regulation (PID)

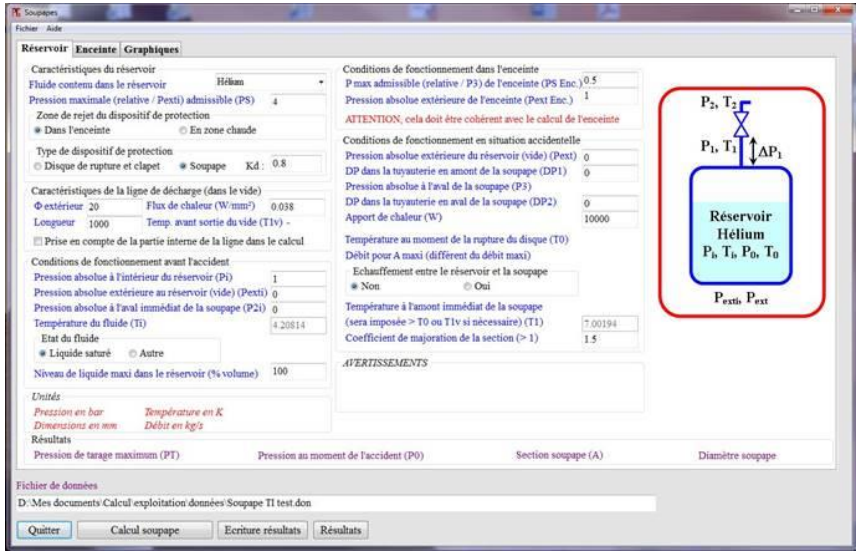
Exchange with CEA

Test Facility «on-line training» from last year

Standard ISO 21013-3

Exchange with CEA

Exisiting design software for cryogenics safety system



Yes…. But no ☹

RE: Besoin d'outil pour le design d'EDIPO2 au SPC

PONCET Jean-Marc <jean-marc.poncet@cea.fr>
To Hugues Marie Alain Bajas
Cc ERCOLANI Eric
Please treat this as Confidential.

Reply Reply All Forward
Thu 2/8/2024 11:14 AM

Bonjour,

Malheureusement, je crains que la chose soit compliquée. En premier lieu, cet outil utilise des licences pour les propriétés des fluides qui faut avoir et nous n'avons pas toujours suivi les mises à jour donc il faut exactement les mêmes versions que celles que nous utilisons.

Ensuite nous ne nous sommes pas positionnés pour rendre cet outil transmissible aisément, nous sommes toujours dans une phase de développement pour essayer de répondre au mieux aux différents cas que nous rencontrons. A tel point que même en interne, les calculs sont uniquement effectués par Eric ou moi-même et nous transmettons les résultats aux collègues qui nous en font la demande. Et évidemment, nous n'avons aucune notice d'utilisation.

L'effort à investir pour aboutir à un outil diffusable n'est pas compatible avec les ressources que nous sommes en capacité de mettre sur le sujet. Je suis donc au regret de ne pas pouvoir vous aider.

Bien cordialement,

Jean-Marc

Jean-Marc Poncet
IRIG / DSBT
33 (0)4 38 78 57 46
33 (0)6 81 03 85 85

Conclusion

- The report from Roberto are clear and are a good start for the dimensioning of the Burst disk and the Cryo-line.

- Need to get more familiar with literature and the tools we have at SPC for cryostat dimensioning.