

Esami di Stato – II Sessione 2008

Sezione A (laurea specialistica)

Ramo chimico – 27/S

Prova pratica del 09/01/2008

Sia data una corrente di $5000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ di N_2 (a 20°C e 1 bar) contenente $500 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ di una miscela di VOC costituita dal 25% (in massa) di isopropanolo ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$) e dal 75% (in massa) di acetone (CH_3COCH_3).

Tale corrente viene alimentata ad un sistema che rimuove i VOC presenti mediante combustione catalitica: la temperatura di alimentazione dei reagenti al reattore catalitico deve essere di 500°C ed il reattore opera, in condizioni adiabatiche, con un valore di GHSV (*Gas Hourly Space Velocity*) pari a 10000 h^{-1} .

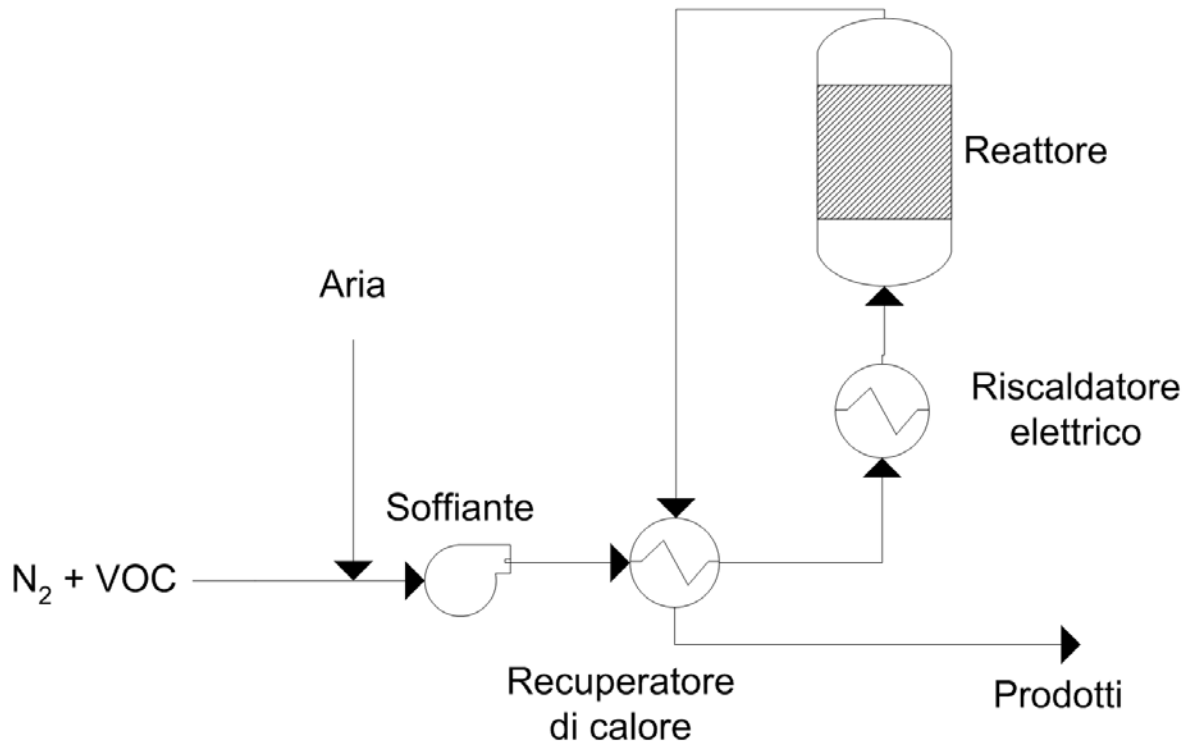
I gas caldi in uscita vengono inviati all'interno di uno scambiatore di calore per pre-riscaldare l'alimentazione, prima di essere scaricati all'atmosfera.

Il calore necessario per portare i reagenti alla temperatura di reazione viene fornito mediante un riscaldatore elettrico.

Si dimensiona l'impianto, ovvero:

- si calcoli il quantitativo di aria (in Nm^3/h) da introdurre come co-reagente, tenendo conto che nei fumi scaricati all'atmosfera si deve avere almeno il 2% (in volume) di O_2 ;
- si calcoli la lunghezza ed il diametro del reattore, assumendo che il catalizzatore sia presente sotto forma di particelle sferiche aventi diametro 4 mm;
- si dimensiona la soffiante che è necessario impiegare per movimentare la corrente gassosa in esame (per il recuperatore di calore si assuma una perdita di carico di 15 mbar per il fluido caldo e 15 mbar per il fluido freddo; per il riscaldatore elettrico si assuma una perdita di carico di 10 mbar; per il reattore le perdite di carico sono conseguenza del dimensionamento effettuato al punto precedente; si trascurino le perdite di carico nel *piping*).
- si dimensiona il recuperatore di calore presente nell'impianto, ovvero se ne determini l'area di scambio (si assuma un coefficiente globale di scambio termico pari a $20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$);
- in conseguenza del dimensionamento del recuperatore di calore, si determini la quantità di energia che deve essere ancora fornita al gas per portarlo nelle condizioni desiderate in ingresso al reattore;
- si proponga uno schema di controllo per il processo in esame.

Schema del processo:



Per il calcolo delle perdite di carico nel reattore si impieghi la correlazione di Ergun:

$$\frac{-\Delta P}{L} = 150 \frac{\mu v_s}{d_p^2} \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} + 1.75 \frac{\rho v_s^2}{d_p} \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3}$$

ρ densità del fluido, kg m^{-3}

μ viscosità del fluido, $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$

d_p diametro delle particelle costituenti il letto, m

ε porosità del letto

L lunghezza del letto, m

v_s velocità superficiale del fluido, calcolata mediante il rapporto tra la portata volumica di fluido (Q , $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) e la sezione del letto (S , m^2), m s^{-1}

ΔP perdita di carico attraverso il letto, Pa

Si assuma che la corrente gassosa da trattare abbia un calore specifico pari a 1040 J/kg K ed una viscosità pari a $3.5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m s}$. Per l'aria si assuma la seguente composizione percentuale (in volume): 21% Ossigeno, 79% Azoto.

Si usino le unità di misura del Sistema Internazionale per esprimere i risultati e si motivino le assunzioni eventualmente fatte.