

POLITECNICO DI TORINO
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE
DI INGEGNERE INDUSTRIALE

II Sessione 2011 - Sezione A

Settore industriale

Classe 27/S – Ingegneria chimica

Prova pratica del 19 dicembre 2011

Si vuole produrre un syn-gas con un limitato contenuto di CO mediante combustione parziale di oli pesanti, seguita da una reazione catalitica di shift, ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$) al fine di ridurre il contenuto di CO ed aumentare quello di idrogeno.

La composizione dell'olio è 88.4% in peso di C e 11.6% in peso di H₂. Per la combustione parziale è disponibile una miscela di ossigeno e azoto al 95% di ossigeno a 25°C ed una pressione di 2 bar.

In seguito alla combustione parziale si può ipotizzare che l'olio pesante venga convertito tutto in CO ed idrogeno e che la quantità di CO₂ e acqua prodotta dalla reazione possa essere considerata trascurabile. La temperatura all'uscita del combustore deve essere mantenuta sotto a 1300°C.

L'alimentazione del reattore catalitico deve invece essere a circa 200°C con una percentuale di vapore acqueo presente nel gas pari ad almeno il 35% per favorire la reazione di shift. Il catalizzatore, composto da pellet cilindrici di 1 cm di diametro e 1 cm di altezza, qualora utilizzato secondo le sue specifiche (un rapporto tra portata volumica del gas (a 200°C), e volume del letto catalitico pari a 15000 h⁻¹) permette di avvicinarsi molto all'equilibrio termodinamico ($K_p=263$)

Tutto il processo avviene a pressione prossima all'atmosferica.

- Proporre un flow sheet dell'impianto.

Sapendo che la portata di olio da trattare è di 1 kg/s:

- determinare portate e composizioni delle principali correnti;
- definire i flussi di calore di eventuali riscaldamenti/raffreddamenti necessari e le eventuali utilities necessarie;
- dimensionare il reattore catalitico, e calcolarne le perdite di carico;
- calcolare la composizione del gas uscente dal reattore catalitico;
- proporre un sistema di controllo dell'impianto, tenendo conto che l'olio viene prelevato da un serbatoio e che l'ossigeno viene fornito da un altro impianto;
- calcolare i consumi di elettricità dovuti a soffianti/pompe eventualmente necessarie.