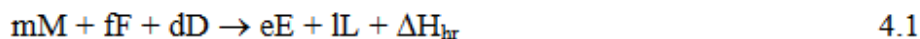


MATERIJALNI I ENERGETSKI BILANS

Tehnološki proračuni imaju za cilj najracionalnije iskorišćenje sirovina i energije i maksimalni prinos gotovog proizvoda. Projektovanje bilo koje proizvodnje, po pravilu, odvija se u dva stadijuma. U prvom stadijumu, koji se zove projektni zadatak, bira se metod proizvodnje, tipovi reaktora i njihove dimenzije, izvori i rashodi sirovina, resursi energije i razrađuje principijelna tehnološka šema. Zatim se vrše osnovni proračuni procesa i aparata, određuje proizvodnost aparata, kapacitet i stabilnost proizvodnje. Posle svestranog razmatranja i utvrđivanja projektnog zadatka i tehnološke šeme proizvodnje, pristupa se završnom stadijumu projektovanja, tj. izradi projektne dokumentacije, sa detaljnim crtežima čitavog hemijsko-tehnološkog sistema, sa termin planovima nabavke i montaže opreme, izgradnje infrastrukture itd. Osnovu svakog tehnološkog proračuna čine materijalni i energetski bilans

Materijalni bilans

Materijalni bilans se zasniva na zakonu o održanju mase, prema kojem u svakom zatvorenom sistemu masa supstance koja stupa u reakciju mora biti jednaka masi supstanci koje se dobijaju reakcijom. Primenjeno na tehnološki proces, to znači da je masa supstanci koje ulaze u tehnološku operaciju, jednaka masi supstance dobijene reakcijom. Materijalni bilans se sastavlja po jednačini za glavnu reakciju, uz uračunavanje paralelnih i sporednih reakcija. Pošto u industriji imamo posla sa sirovinama koje nisu čiste, onda se mora uračunavati masa svih komponenata. Predpostavimo da se tehnološki proces bazira na reakciji koja protiče po jednačini:



gde su: M, F, D - polazne sirovine, E, L - glavni produkti, m, f, d, e, l - stehiometrijski koeficijenti, ΔH_{hr} - toplotni efekat reakcije.

Materijalni bilans se svodi na jedinicu mase gotovog proizvoda. To znači da je za dobijanje G_E kg gotovog produkta neophodno utrošiti G_M , G_F i G_D kg sirovina. Pri tome se neizbežno dobija G_L kg sporednog produkta. Tada jednačina materijalnog bilansa ima oblik:

$$G_M + G_F + G_D = G_E + G_L + G_{np}$$

gde je: G_{np} - količina neutrošene sirovine i rashod gotovog produkta pri transportu i čuvanju sirovina i produkata.

Energetski bilans

Energetski bilans se sastavlja prema zakonu o održanju energije, po kome je u zatvorenom sistemu suma svih vidova energije konstantna. Obično se u hemijsko-tehnološkim procesima razmatra toplotni bilans. Primenjen na toplotni bilans, zakon o održanju energije se može formulirati na sledeći način: utošak toplote u datom ciklusu proizvodnje mora biti tačno jednak količini toplote koja je dovedena u taj ciklus. Toplotni bilans se, takođe, izražava jednačinom:

$$Q_f + Q_{hr} + Q_{fp} + Q_{pr} = Q_f' + Q_{hr}' + Q_{fp}' + Q_{ok}$$

gde je: Q_f - fizička toplota materijala koji stupaju u proces, Q_{hr} - toplota izdvojena hemijskom reakcijom, Q_{fp} - toplota izdvojena fizičkim preobražajem supstance (apsorpcija, adsorpcija, kristalizacija, odnosno latentne toplote tih transformacija), Q_{pr} - toplota uneta u reaktor, Q_f' - fizička toplota produkta, koji izlazi iz reaktora, Q_{hr}' - toplota utrošena na endotermnu reakciju, Q_{fp}' - toplota utrošena na fizičke preobražaje (topljenje, isparavanje, desorpcija), Q_{ok} - razmenjena toplota sa okolinom.

Toplotu unetu sa materijalom obično računamo po formuli:

$$Q_f = G \bar{c}_{sr} T$$

gde je: G - masa materijala, \bar{c}_{sr} - srednji toplotni kapacitet materijala, T - temperatura.

Toplotni efekat reakcije u standardnim uslovima može se odrediti po Hesovom zakonu, kao razlika između slobodne entalpije obrazovanja produkata i slobodne entalpije obrazovanja reaktanata:

$$\Delta H_{hr}^{\circ} = (e\Delta H_E^{\circ} + l\Delta H_L^{\circ}) - (m\Delta H_M^{\circ} + f\Delta H_F^{\circ} + d\Delta H_D^{\circ})$$

a za bilo koju temperaturu:

$$(\Delta H_{hr}^{\circ})_T = (\Delta H_{hr}^{\circ})_{298} + \int_{298}^T \Delta c_p dT$$

Ako se energetski bilans odnosi na hemijsku reakciju 4.1, onda na jednu tonu produkta E, toplota hemijske reakcije Q_{hr} iznosi:

$$Q_{hr} = \frac{(\Delta H_{hr}^{\circ})_{T} \cdot 10^3}{eM_E}$$

gde je: M_E - molarna masa supstance E u kg.

Toplota unesena u reaktor Q_{pr} se određuje po formuli:

$$Q_{pr} = G \cdot c (T_{poč} - T_{kraj}) \quad 4.8$$

Ako se toplota unosi preko razmenjivača toplote, onda važi odnos:

$$Q_{pr} = k_T \cdot F \cdot \Delta T \quad 4.9$$

Jednačina 4.9 predstavlja jednačinu za razmenu toplote i slična je jednačini za brzinu tehnološkog procesa koji ide sa razmenom mase tj. poređenjem dobijamo:

$$u = \frac{dG}{d\tau} = k \cdot F \cdot \Delta c \quad 4.10$$

$$Q_{pr} = \frac{dQ}{d\tau} = k_T \cdot F \cdot \Delta T \quad 4.11$$

gde je: k_T - koeficijent razmene toplote, ΔT - razlika temperature, F - površina kroz koju se razmenjuje toplota.