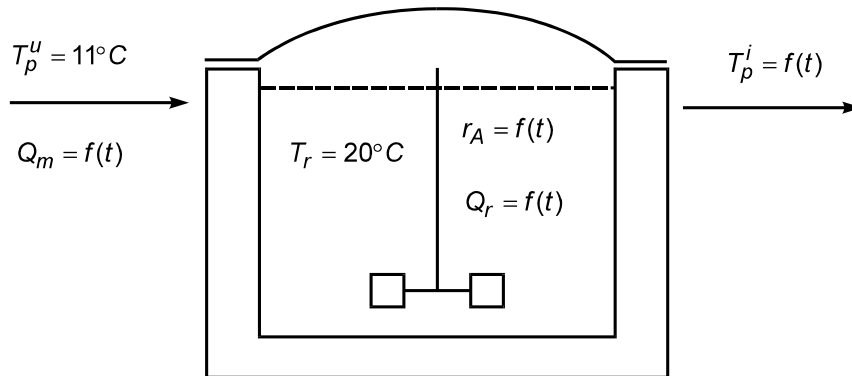


Primjer 1. Izoterman način rada kotlastog reaktora

U kotlastom reaktoru provodi se polimerizira stirena na stalnoj temperaturi od 20 °C.



Predložen je kinetički model: reakcija prvog reda,

$$r_A = kC_A \quad (1)$$

Specifična brzina, k na temperaturi od 20 °C iznosi

$$k = 0.0387 \left[\frac{1}{\text{min}} \right]$$

- Polimerizacija je egzotermna reakcija – reaktor je potrebno hladiti kroz plašt reaktora!
- Rashladni medij - voda.
- Tijekom reakcije, količina oslobođene topline se mijenja ($f(t)$), pa je potrebno regulirati dotok rashladne vode u plaštu uz neku izabranu ulaznu temperaturu.

Potrebno je izračunati profile koncentracije i protoka kao i izlazne temperature rashladne vode tijekom reakcije, uz uvjet da je temperatura u reaktoru stalna i iznosi 20 °C.

Potrebni podaci za proračun:

$C_{A_0} = 2 \text{ mol dm}^{-3}$ (početna koncentracija stirena u benzenu),

$V_r = 0.4 \text{ dm}^3$ (volumen reakcijske smjese),

$c_{pv} = 4.18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (toplinski kapacitet vode),

$U = 85 \text{ W dm}^{-2} \text{ K}^{-1}$ (ukupni koeficijent prijenosa topline),

$A_p = 3.25 \text{ dm}^2$ (površina prijenosa),

$(-\Delta H_r) = 69.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ (toplina reakcije po molu polimeriziranog stirena),

$G_p = V_p = 0.1 \text{ kg}$ ili 0.1 dm^3 (masa (volumen) rashladnog medija - vode),

$t_r = 50 \text{ min}$ (vrijeme reakcije).

Pretpostavke o sustavu:

- miješanje unutar reaktora je idealno,
- miješanje unutar plašta je idealno,
- nema promjene gustoće za vrijeme reakcije.

Rješenje:

Potrebno je predložiti matematički model sustava reaktora i plašta na osnovi fizičke slike.

Model sadrži bilancu *množine tvari A*, bilancu *topline reakcijske smjese* te bilancu *topline za rashladnu vodu*.

Bilanca množine tvari

$$-\frac{dC_A}{dt} = r_A = kC_A = 0.04C_A \quad (2)$$

Bilanca topline za reakcijsku smjesu

Za izotermni rad kotlastog reaktora vrijedi

$$UA_p(T_p - T_r) = r_A V_r (-\Delta H_r) \quad (3)$$

Bilanca topline za vodu u plaštu

Idealno miješanje vode u plaštu - temperatura vode unutar plašta jednaka je onoj na izlazu

količina topline prenijete iz reaktora na rashladnu vodu
↓

$$\underbrace{Q_m c_{p_v}}_{\substack{\text{razlika entalpije vode od ul. do izl.} \\ \nearrow}} (T_u - T_p) - UA_p (T_p - T_r) = V_p c_{p_v} \underbrace{\frac{dT_p}{dt}}_{\substack{\text{akumulacija topline} \\ \downarrow}} \quad (4)$$

Tri jednačbe (2-4) su matematički model sustava i moraju se simultano rješavati.

Nepoznate veličine zavisne o vremenu:

- koncentracija tvari *A*,
- izlazna temperatura rashladne vode *te*
- protok vode.

- **Vremenska promjena koncentracije tvari A** nalazi se numeričkim rješavanjem jed. (2) metodom Runge - Kutta. Iteracijski korak je 1 min.
- Na osnovi jed. (3)- bilance topline za reakcijsku smjesu, **računa se za svako vrijeme reakcije, t potrebna temperatura vode u plaštu, T_p** kako bi temperatura u reaktoru uvijek iznosila 20 °C.

$$T_p = T_r - \frac{V_r(-\Delta H_r)}{UA_p} r_A \quad (5)$$

$$r_A = f(t)$$

- **Protok vode u pojedinim reakcijskim vremenima** računa se iz bilance topline za vodu u plaštu, jed. (4).
- Potrebno je povezati jed. (4) i jed. (5). Nakon uvrštavanja izraza za brzinu reakcije jed. (5) može se napisati u kao

$$T_p = T_r - \frac{V_r(-\Delta H_r)}{UA_p} k C_A \quad (6)$$

a zatim derivirati po vremenu,

$$\frac{dT_p}{dt} = - \frac{V_r(-\Delta H_r)}{UA_p} k \frac{dC_A}{dt} \quad (7)$$

- Ako se uvrsti desna strana jed. (7) umjesto derivacije u jed. (4), može se neposredno izraziti **protok vode u plaštu kao funkcija vremena**,

$$Q_m(t) = \frac{V_p V_r (-\Delta H_r)}{UA_p (T_u - T_p)} k \frac{dC_A}{dt} + \frac{UA_p}{c_{p_v} (T_u - T_p)} (T_p - T_r) \quad (8)$$

Izraz dC_A/dt je brzina reakcije koja se računa u svakoj iteraciji procedure Runge - Kutta.

- Parametri u jednadžbama mogu se grupirati u konstante.

$$K_1 = \frac{V_r (-\Delta H_r) k}{UA_p}, \quad K_2 = V_p K_1, \quad K_3 = \frac{UA_p}{C_{p_v}}$$

V_p – volumen rashladnog medija (vode)

- U svakoj iteraciji procedure Runge - Kutta računaju se vrijednosti za brzinu reakcije u vremenu t_i i koriste za izračunavanje temperature u plaštu, jed. (5) i protoka vode, jed. (8).

Algoritam rješenja na računalu može se prikazati jednačbama:

$$\frac{dC_A}{dt} = F(t_i) = -kC_A(t_i)$$

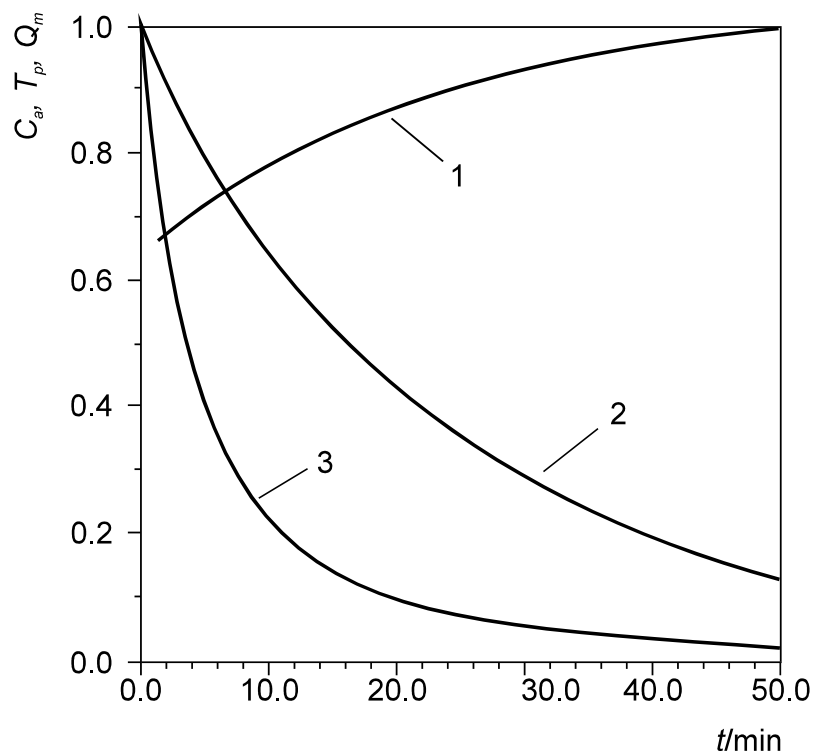
$$T_p(t_i) = T_r - K_1 F(t_i)$$

$$Q_m(t_i) = \frac{K_2}{T_u - T_p(t_i)} F(1) + \frac{K_3(T_p(t_i) - T_r)}{T_u - T_p(t_i)}$$

Zavisnost protoka rashladne vode i njene temperature o reakcijskom vremenu:

Vrijeme / min	X_A	$T_p / ^\circ\text{C}$	$Q_m /$ (ml/min)
0	0.00	12.57	404.70
5	0.21	13.67	157.16
10	0.36	14.82	89.95
15	0.47	15.75	59.09
20	0.57	16.52	41.64
25	0.65	17.15	30.60
30	0.71	17.67	23.12
35	0.76	18.09	17.80
40	0.81	18.44	13.90
45	0.84	18.72	10.96
50	0.87	18.95	8.71

Temperatura od 11 °C izabrana je za ulaznu temperaturu vode u plašt.
(Zadana temperatura u reaktoru iznosi 20 °C).



Zavisnost koncentracije reaktanta A, temperature u plaštu i protoka rashladne vode o reakcijskom vremenu;

1 - temperatura u plaštu,

2 - koncentracija reaktanta A,

3 - protok vode; (sve su veličine normalizirane)

Primjer 2. PKR - Prijenos topline kroz plašt – izoterman rad

Reakcija polimerizacije stirena želi se voditi kontinuirano u idealnom PKR reaktoru uz početnu koncentraciju stirena od 2 mol/dm^3 . Reakcija je prvog reda,

$$r_A = kC_A = 0.0387C_A$$

Reakcija se želi voditi **izotermno** na 20°C i uz to postići konverziju od 80 %. Voda za hlađenje plašta ima ulaznu temperaturu od 15°C , a volumen reaktora je $0,4 \text{ dm}^3$. Potrebno je naći:

- a) protok monomera (stirena) da se postigne konverzija od 80 % i
- b) protok rashladne vode za izotermni rad reaktora i odgovarajuću konverziju.

Rješenje

- a) Iz osnovne jed. PKR-a za izoterman rad:

$$\frac{V}{v_0} = \frac{C_{A0} X_A}{r_A}$$

dolazi se do

$$v_0 = \frac{Vr_A}{C_{A0} X_A} = \frac{VkC_{A0}(1 - X_A)}{C_{A0} X_A} = \frac{Vk(1 - X_A)}{X_A}$$

ili

$$v_0 = \frac{0.4 \text{ dm}^3 \cdot 0.0387 \frac{1}{\text{min}} (1 - 0.8)}{0.8} = 3.87 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$$

- b) Ako se reakcija vodi izotermno to znači da su temperature na ulazu i izlazu iz PKR reaktora iste, pa osnovna bilanca topline ima sljedeći oblik

$$r_A V (-\Delta H_r) = UA_p (T_p - T_r) = Q_r$$

Lijeva strana jedn. predoduje reakcijsku entalpiju. Ako se umnožak $r_A V$ izrazi kao

$$r_A V = v_0 C_{A_0} X_A$$

iz bilance količine tvari, tada je ta toplina,

$$Q_r = v_0 C_{A_0} X_A (-\Delta H_r) = 3.87 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 0.8 \cdot -69.39 = -0.429 \text{ kJ min}^{-1}$$

Temperatura vode u plaštu tada se može izračunati iz bilance

$$Q_r = UA_p (T_p - T_r)$$

odnosno

$$T_p = T_r + \frac{Q_r}{UA_p}$$

Umnožak UA_p izračunat je u prethodnom primjeru (za izotermni rad kotlastog reaktora) i iznosi $0.276 \text{ kJ min}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Prema tome je temperatura u plaštu:

$$T_p = 293 \text{ K} + \frac{-0.429 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}}{0.276 \frac{\text{kJ}}{\text{min K}}} = 291.44 \text{ K} = 18.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Protok vode, Q_{m_v} nalazi se iz bilance topline za medij (vodu) u plaštu,

$$Q_{m_v} c_{p_v} (T_u - T_p) = Q_r$$

tj.

$$Q_{m_v} = \frac{Q_r}{c_{p_v} (T_u - T_p)} = \frac{-0.429 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}}{4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{dm}^3 \text{K}} (15 - 18.4) \text{K}} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$$

Primjer 3. PKR - Adijabatski rad

Pretpostavimo da se u PKR reaktoru istog volumena kao u prethodnom primjeru, $V = 0.4 \text{ dm}^3$ reakcija polimerizacije stirena vodi adijabatski. Reakcijska smjesa sastoji se od 7 % stirena, 92.9 % otapala i 0.1 % inicijatora (u vol. %). Ulazna temperatura je 25°C .

Kinetički model je isti kao ranije:

$$r_A = k C_A$$

uz

$$k = 1.72 \cdot 10^{13} \exp \left[\frac{78.5}{R_g T} \right] \text{ min}^{-1}$$

Prema tome, energija aktivacije, E_a iznosi 78.5 kJ mol^{-1} . Srednja molekulska masa ulazne smjese iznosi 85.4 kg mol^{-1} , srednji toplinski specifični kapacitet smjese je $1.75 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, a gustoća, ρ iznosi 9.23 mol dm^{-3} .

Potrebno je izračunati izlaznu temperaturu reakcijske smjese te volumni protok, v_0 uz uvjet da se postigne $X_A = 80\%$ konverzija.

Rješenje:

- a) U **adijabatskom radu** ne postoji izmjena topline s okolinom, pa je u tom slučaju, za idealni PKR reaktor, bilanca topline dana

$$T = T_u - \frac{(-\Delta H_r)}{Q_{m_0} c_p} V r_A$$

Iz bilance za množinu tvari za PKR reaktor može se dobiti

$$V r_A = F_{A_0} X_A$$

Isto tako, volumni protok se može izračunati na sljedeći način:

$$v_0 = \frac{F_0 M_s}{\rho_s} \left[\frac{\frac{\text{mol}}{\text{min}} \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{\frac{\text{g}}{\text{dm}^3}} = \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} \right]$$

gdje je F_0 ukupni molni protok reakcijske smjese na ulazu, a ρ_s je srednja molna gustoća smjese. Tada se može pisati sljedeće:

$$T = T_u - \frac{Y_A X_A (-\Delta H_r)}{M_s c_p}$$

gdje je molni udio stirena, $Y_A = \frac{F_{A_0}}{F_0}$ (= 7 % stirena u reakcijskoj smjesi, tj. $Y_A=0.07$). Slijedi da je

$$T = 25 - \frac{0.07 \cdot 0.8 \cdot (-69.38)}{85.4 \cdot 1.75} = 51.1 \text{ } ^\circ\text{C} = 324.1 \text{ K}$$

- b) **Volumni protok** računa se iz bilance množine tvari, odnosno

$$v_0 = \frac{Vr_A}{C_{A0}X_A} = \frac{VkC_{A0}(1-X_A)}{C_{A0}X_A} = \frac{Vk(1-X_A)}{X_A}$$

$$v_0 = Vk \frac{1-X_A}{X_A}$$

Specifična konstanta brzine dana je izrazom:

$$k_s = kC^{\frac{1}{2}} = 1.72 \cdot 10^{13} \cdot 0.01^2 \exp\left[\frac{78.49}{8.13 \cdot 324.1}\right] = 0.374$$

gdje je C koncentracija inicijatora (koja iznosi 0.1 %), pa je prema tome

$$v_0 = 0.4 \cdot 0.374 \frac{(1-0.8)}{0.8} = 3.74 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$$

Primjer 4 - Kotlasti reaktor u izotermnom radu

Egzotermna elementarna reakcija u tekućoj fazi:



provodi se u kotlastom reaktoru sa zmijačom da bi se održao izoterman rad reaktora pri temperaturi od 27 °C. Reaktor se inicijalno puni s jednakim koncentracijama reaktanata A i B, bez prisutnosti produkta C na ulazu u reaktor, tj. $C_{A0} = C_{B0} = 2 \text{ mol dm}^{-3}$ i $C_{C0} = 0 \text{ mol dm}^{-3}$.

- Koliko vremena je potrebno provoditi reakciju da se postigne konverzija od 95 %?
- Koliko je ukupno potrebno ukloniti topline (u kcal) pomoću zmijače do postizanja te konverzije?

- c) Koja je maksimalna brzina kojom se uklanja toplina (u kcal/min) i koliko je vremena potrebno da se taj maksimum ostvari?
- d) Koliko je adijabatski porast temperature u reaktoru i njegova važnost?

Zadani su sljedeći podaci:

Konstanta brzine, $k = 0,01725 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$, pri $T = 27^\circ \text{C}$

Toplina reakcije, $\Delta H_r = -10 \text{ kcal mol}^{-1} \text{ A}$, pri $T = 27^\circ \text{C}$

Parcijalni molarni toplinski kapaciteti,

$$\overline{C_{pA}} = \overline{C_{pB}} = 20 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\overline{C_{pC}} = 40 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Volumen reaktora, $V_r = 1200 \text{ dm}^3$

Rješenje:

a) Vrijeme reakcije potrebno za postizanje željene konverzije?

Uz pretpostavku konstantne gustoće bilanca tvari za komponentu A može se napisati u sljedećem obliku:

$$\frac{dC_A}{dt} = -kC_A C_B$$

Iz stehiometrije reakcije i bilance tvari za komponentu B slijedi:

$$C_A - C_B = C_{A0} - C_{B0} = 0$$

tj. $C_A = C_B$. Prema tome, supstitucijom u bilancu tvari za komponentu A dobiva se:

$$-\frac{dC_A}{dt} = kC_A^2$$

Separacijom varijabli i integriranjem slijedi:

$$t = \frac{1}{k} \left[\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} \right]$$

Supstitucijom izraza $C_A = 0,05C_{A0}$, tj. $C_A = C_{A0}(1 - X_A)$ i uvrštavanjem $X_A = 95\%$ te vrijednosti za k i C_{A0} u prethodni izraz dobiva se:

$$t = 551 \text{ min}$$

b) Koliko je potrebno ukloniti topline pomoću zmijske do postizanja željene konverzije?

Ako se toplina razvijena reakcijom uklanja da bi se održala konstantna temperatura u reaktoru tada vrijedi sljedeće:

$$\dot{Q} = \Delta H_r r_A V_r$$

Supstitucijom izraza za brzinu: $r_A = -\frac{dC_A}{dt}$ u prethodni izraz i deriviranjem po vremenu t slijedi:

$$dQ = -\Delta H_r V_r dC_A$$

Integriranjem prethodnog izraza s obadvije strane dobiva se:

$$Q = -\Delta H_r V_r (C_A - C_{A0}) = -2,3 \cdot 10^4 \text{ kcal} \approx -96.14 \text{ kJ}$$

c) Maks. brzina kojom se uklanja toplina?

Supstitucijom izraza $r_A = kC_A^2$ u izraz za $\dot{Q}$ dobiva se:

$$\dot{Q} = \Delta H_r k C_A^2 V_r$$

Desna strana će biti maksimum po apsolutnoj vrijednosti (negativan iznos), kada je C_A maksimalna, što se dešava za $C_A = C_{A0}$ iz čega slijedi:

$$\dot{Q}_{\max} = \Delta H_r k C_{A0}^2 V_r = -828 \text{ kcal min}^{-1} \approx -3.461 \text{ kJ min}^{-1}$$

d) **Adijabatski porast temperature**

izračunava se iz toplinske bilance uz izuzetak člana za prijenos topline:

$$V_r \rho \overline{C_p} \frac{dT}{dt} = -\Delta H_r r_A V_r$$

Nakon supstitucije izraza za bilancu tvari

$$\frac{dn_A}{dt} = -r_A V_r$$

u prethodni izraz slijedi:

$$V_r \rho \overline{C_p} dT = -\Delta H_r dn_A$$

S obzirom da su zadani parcijalni molarni toplinski kapaciteti za reaktante A i B i produkt C:

$$\overline{C_{pj}} = \left(\frac{\partial \overline{H_j}}{\partial T} \right)_{p, n_k}$$

Uobičajeno se procjenjuje **ukupni toplinski kapacitet** na sljedeći način:

$$V_r \rho \overline{C_p} = \sum_{j=1}^{n_s} \overline{C_{pj}} n_j \quad (*)$$

Za kotlasti reaktor broj molova povezuje se sa stupnjem napredovanja reakcije na sljedeći način:

$$n_j = n_{j0} + \nu_j \varepsilon$$

Prema tome desnu stranu izraza (*) možemo napisati na sljedeći način:

$$\sum_{j=1}^{n_s} \overline{C_{pj}} n_j = \sum_j \overline{C_{pj}} n_{j0} + \varepsilon \Delta C_p$$

pri čemu je

$$\Delta C_p = \sum_j \nu_j \overline{C_{pj}}$$

Ako pretpostavimo da su parcijalni molarni toplinski kapaciteti nezavisni o temperaturi i sastavu slijedi da je:

$$\Delta C_p = 0$$

$$i \quad V_r \rho \overline{C_p} = \sum_{j=1}^{n_s} \overline{C_{pj}} n_{j0}$$

Integriranjem izraza $V_r \rho \overline{C_p} dT = -\Delta H_r dn_A$ uz konstantan toplinski kapacitet slijedi:

$$\Delta T = \frac{\Delta H_r}{\sum_j \overline{C_{pj}} n_{j0}} \Delta n_A$$

Prema tome, **maksimalna temperatura koja odgovara potpunoj konverziji reaktanata ($X_A=100\%$)** može se izračunati na sljedeći način:

$$\Delta T_{\max} = \frac{-10 \cdot 10^3 \text{ cal / mol}}{2(2 \text{ mol / dm}^3)(20 \text{ cal / molK})} (0 - 2 \text{ mol / dm}^3)$$

$$\Delta T_{\max} = 250 \text{ K}$$

Napomena: Adijabatski porast temperature od 250 K ukazuje na potencijalnu opasnost u sustavu ukoliko dođe do problema s izmjenom topline (u ovom slučaju putem zmijače).

Primjer 5. Usporedba kotlastog (KR), PKR i CR reaktora s obzirom na brzinu dovodenje/odvođenja topline razvijene kemijskog reakcijom

Reakcija $A \rightarrow B$, $r_A = k C_A$ provodi se u reaktoru volumena $V = 5 \text{ dm}^3$ uz $C_{A0} = 2 \text{ mol/dm}^3$ te pri temperaturi od 300 K. Kojom brzinom treba odvoditi toplinu da reaktor može raditi izotermno pri $T = 300 \text{ K}$ uz 95 % tnu konverziju:

- a) u kotlastom reaktoru,
- b) u PKR-u i
- c) u CR-u?

Zadano je sljedeće:

$$k = 2 \text{ min}^{-1}$$

$$\Delta H_r = -30 \text{ kcal/mol}$$

$$V = 5 \text{ dm}^3$$

$$C_{A0} = 2 \text{ mol/dm}^3$$

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$X_A = 95 \%$$

Osnovne bilance:

$$V \frac{dC_A}{dt} = -Vr_A$$

$$V \rho C_p \frac{dT}{dt} = V(-\Delta H_r)r_A - UA_s(T - T_c)$$

Sređivanjem:

$$\frac{dC_A}{dt} = -r_A$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{(-\Delta H_r)}{\rho C_p} r_A - \frac{UA_s}{V \rho C_p} (T - T_c)$$

a) Kotlasti reaktor u izotermnom radu

$$V\rho C_p \frac{dT}{dt} = 0$$

$$V(-\Delta H_r)r_A = \dot{Q}(t)$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = kC_A$$

$$C_A = C_{A0}e^{-kt}$$

$$\dot{Q}(t) = V(-\Delta H_r)kC_{A0}e^{-kt} = 5dm^3 \cdot 30 \frac{kcal}{mol} 2 \frac{1}{min} 2 \frac{mol}{dm^3} e^{-2t}$$

$$\dot{Q}(t) = 600e^{-2t} \frac{kcal}{min}$$

Uz $X_A = 95\%$ slijedi:

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A) = C_{A0}e^{-kt}$$

$$t = \frac{\ln(1 - X_A)}{-k} = \frac{\ln(1 - 0,95)}{-2} = 1,498 \text{ min}$$

$$\dot{Q}(t)_{\text{prosj.}} = \frac{1}{\Delta t} \int_0^t \dot{Q}(t) dt = \frac{1}{1,498} \int_0^{1,498} 600e^{-2t} dt = 190 \frac{kcal}{min}$$

b) PKR u izotermnom radu uz $X_A = 95\%$

$$\dot{Q}(\tau) = V(-\Delta H_r)kC_A = 5 \text{ dm}^3 \cdot 30 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}} \cdot 2 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\dot{Q}(\tau) = 30 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}$$

(konstantno uklanjanje topline)

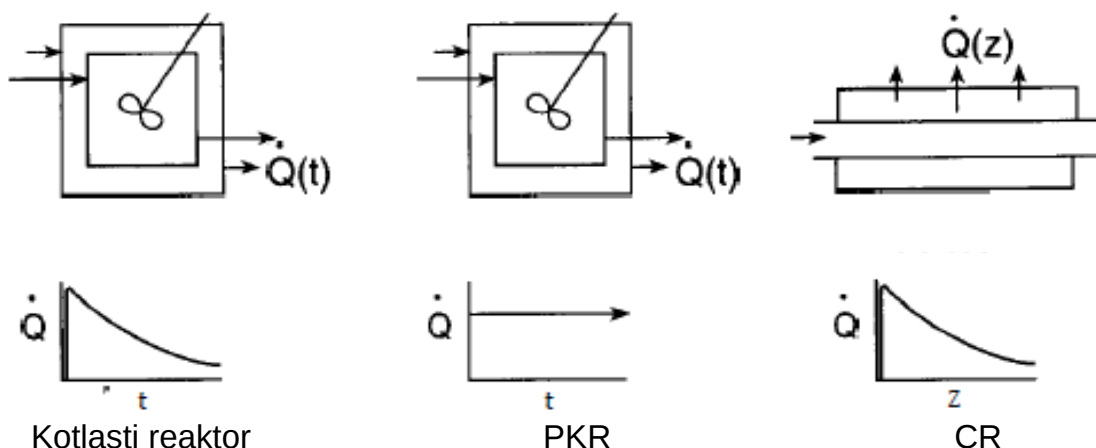
c) CR u izotermnom radu uz $X_A = 95\%$

$\Rightarrow$ isto kao u kotlastom reaktoru, samo se varijabla t zamijeni s varijablom τ

$$\dot{Q}(\tau) = 600e^{-2\frac{\tau}{u}} \frac{\text{kcal}}{\text{min}}$$

$$\tau = \frac{z}{u}$$

U ovom slučaju (CR) uklanjanje topline zavisi o položaju unutar reaktora, z .



Kada bi reakcija bila endotermna u prethodnom izrazu imali bismo negativan predznak. Prema tome kotlasti reaktor zahtijeva programiranje $\dot{Q}(t)$, a cijevni reaktor za izoterman rad zahtijeva ili

jako velik produkt UA_c (da se osigura $T(z)$) ili programiranje $\dot{Q}(z)$.

PKR radi s konstantnom vrijednošću $\dot{Q}$, jer je temperatura jednolika u svakoj točki reaktora pri danim uvjetima i pri stacionarnom radu $\dot{Q}$ ne zavisi o vremenu. Zbog toga je PKR mnogo jednostavnije dizajnirati za stabilnu izmjenu topline.

Za PKR su karakteristične i nešto veće vrijednosti koeficijenata prijenosa topline s obzirom da se s miješanjem povećava konvektivni prijenos topline, pa je stoga i ukupni koeficijent prijenosa topline, U često viši u PKR-u.

S obzirom da je generiranje topline reakcijom proporcionalno volumenu reaktora i grijanje/hlađenje će biti proporcionalno s površinom izmjene topline, A . Zbog toga je kod velikih reaktora teško postići izoterman rad i stoga veliki reaktori često rade adijabatski. Proračun adijabatskih reaktora izuzetno je važan zbog sigurnosnih razloga, posebice kod egzotermnih reakcija.