

SVT - PROBEKLAUSUR

LÖSUNG

AUFGABEN

AUFGABE 1

Aus der Bilanz für einen Rührkessel

$$\frac{d(c_A V_R)}{dt} = c_{A,0} \dot{V} - c_A \dot{V} + R V_R \quad (1)$$

folgt mit $V = \text{const.}$ (volumenbeständige Reaktion) und $R = -k c_A$ (Reaktion 1. Ordnung) die stationäre Beziehung

$$\frac{\dot{V}}{V_R} (c_{A,0} - c_A) = k c_A \quad (2)$$

$$\frac{c_A}{c_{A,0}} = \frac{1}{1 + k \frac{V_R}{V}} \quad (3)$$

Für n in Reihe geschaltete Rührkessel gleichen Volumens $V_{R,i} = \frac{V_R}{n}$ ergibt sich analog

$$\frac{c_A}{c_{A,0}} = \frac{1}{\left(1 + \frac{k}{n} \frac{V_R}{V}\right)^n} \quad (4)$$

Die zu minimierende Zielfunktion unter Berücksichtigung von $\dot{V}_3 = \dot{V}_0 - \dot{V}_1 - \dot{V}_2$ lautet dann

$$Z = \frac{Z^*}{c_{A,0}} = \frac{\dot{V}_1}{1 + k_1 \frac{V_{R,1}}{V_1}} + \frac{\dot{V}_2}{\left(1 + \frac{k_2}{2} \frac{V_{R,2}}{V_2}\right)^2} + \frac{\dot{V}_0 - \dot{V}_1 - \dot{V}_2}{1 + k_3 \frac{V_{R,1}}{V_0 - V_1 - V_2}} \quad (5)$$

Tab. 1: Lösung mittels Gauß-Seidel-Verfahren

Schritt-Nr.	\dot{V}_1	\dot{V}_2	$Z(\dot{V}_1, \dot{V}_2)$	Bewertung
1	1,7	1,4	0,182	Startwert
2	1,8	1,4	0,183	-
3	1,6	1,4	0,184	-
4	1,7	1,5	0,179	+
5	1,7	1,6	0,177	+
6	1,7	1,7	0,177	-
7	1,8	1,6	0,179	-
8	1,6	1,6	0,176	+
9	1,5	1,6	0,177	-
10	1,6	1,7	0,175	+
11	1,6	1,8	0,176	-
(6)	1,7	1,7	0,177	-
12	1,5	1,7	0,174	+
13	1,4	1,7	0,176	-
14	1,5	1,8	0,174	-
(9)	1,5	1,6	0,177	-

Die Iterationsschritte sind in Tabelle 1 dargestellt. Das Optimum (Schritt-Nr. 12) liegt bei $\dot{V}_1 = 1,5$; $\dot{V}_2 = 1,7$ und $\dot{V}_3 = 0,8$.

AUFGABE 2

a)

Dies kann durch Einführung eines zum ersten Reaktor parallelen zweiten Reaktor geschehen. Damit verbunden ist auch die Einführung einer Verzweigung (SP1) und eines Mischpunktes (M).

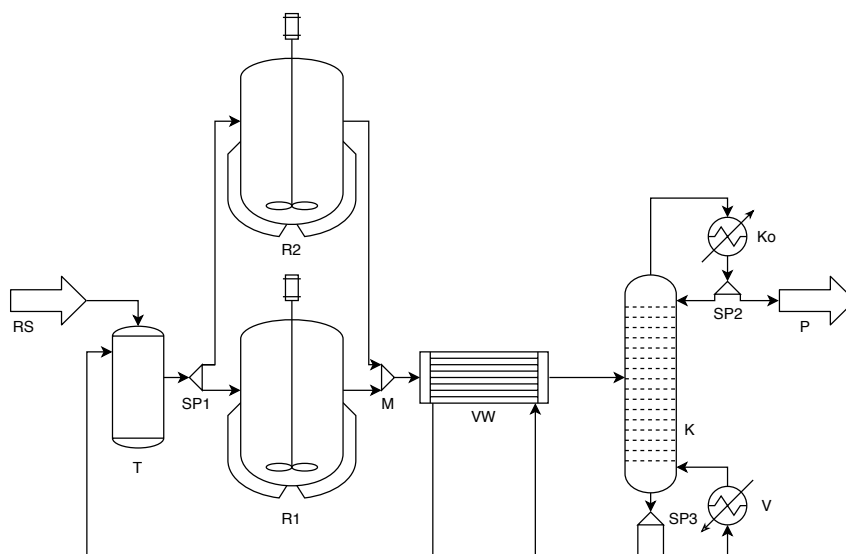


Abb. 1: Fließschema der modifizierten Prozessschaltung

b)

Tab. 2: Koppelmatrix des Systems

von nach	RS	T	SP1	R1	R2	M	VW	K	SP3	V	Ko	SP2	P
RS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
R1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
VW	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
SP3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ko	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SP2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

c)

Tab. 3: Eingangs- (links) und ausgangsseitige (rechts) Koppelliste

RS	-	RS	T
T	RS, VW	T	SP1
SP1	T	SP1	R1, R2
R1	SP1	R1	M
R2	SP1	R2	M
M	R1, R2	M	VW
VW	M, SP3	VW	T, K
K	VW, V, SP2	K	SP3, Ko
SP3	K	SP3	VW, V
V	SP3	V	K
Ko	K	Ko	SP2
SP2	Ko	SP2	K, P
P	Ko	P	-