

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ตารางสมุดมวล

ตารางผนวก ก.1 สภาวะที่ได้เมื่อกำหนดตัวทำละลายเฮกเซน เมล็ดดอกทานตะวัน ที่ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลาย
ต่อสารตั้งต้น 3 ต่อ 1

	CSO	SOL	MIC	PC	R1	R2	R3	R4	RAF	RE-H	SOL
Temperature F	95	95	96.8	230	230	230	95	95	100.8	95	95
Pressure psi	2103.05	2103.05	2103.05	0.6	0.6	2103.05	2103.05	14.7	2320.6	14.7	2103.05
Vapor Frac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mole Flow lbmol/hr	0.401	1.102	0.46	0.134	0.326	0.326	0.326	0.326	1.174	0.13	1.102
Mass Flow lb/hr	192.014	94.994	164.249	114.725	49.524	49.524	49.524	49.524	142.568	19.809	94.994
Volume Flow cuft/hr	1.283	2.347	4.74	2.037	4015.416	1.569	1.491	1.491	2.418	0.596	2.347
Enthalpy MMBtu/hr	-0.254	-0.093	-0.151	-0.098	-0.04	-0.043	-0.047	-0.047	-0.214	-0.019	-0.093
Mole Flow lbmol/hr											
TRIOL-01	0.17	0	0.155	0.129	0.027	0.027	0.027	0.027	0.025	0.011	0
N-HEX-01	0	1.102	0.3	0.002	0.299	0.299	0.299	0.299	0.921	0.119	1.102
DEXTR-01	0.231	0	0.004	0.004	0	0	0	0	0.228	0	0

ตารางผนวก ก.2 สภาวะที่ได้เมื่อกำหนดตัวทำละลายเอทานอล เมล็ดดอกทานตะวัน ที่ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลาย
ต่อสารตั้งต้น 3 ต่อ 1

	CSO	D-H	MIC	PC	R1	R2	R3	R4	RAF	RE-H	SOL
Temperature F	95	95	101.6	230	230	230	95	95	97	95	95
Pressure psi	2103.05	14.7	2103.05	0.6	0.6	2103.05	2103.05	14.7	2320.6	14.7	2103.05
Vapor Frac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mole Flow lbmol/hr	0.401	0.327	1.788	0.154	1.634	1.634	1.634	1.634	1.124	1.307	1.204
Mass Flow lb/hr	192.014	35.487	293.706	116.27	177.437	177.437	177.437	177.437	95.708	141.946	55.454
Volume Flow cuft/hr	1.283	0.989	8.315	2.001	20152.23	5.157	4.943	4.943	1.302	3.955	1.129
Enthalpy MMBtu/hr	-0.254	-0.055	-0.387	-0.104	-0.239	-0.264	-0.277	-0.277	-0.232	-0.222	-0.143
Mole Flow lbmol/hr											
ETHAN-01	0	0.302	1.524	0.013	1.511	1.511	1.511	1.511	0.889	1.209	1.204
TRIOL-01	0.17	0.024	0.249	0.128	0.122	0.122	0.122	0.122	0.018	0.097	0
DEXTR-01	0.231	0	0.015	0.014	0.001	0.001	0.001	0.001	0.217	0.001	0

ตารางผนวก ก.3 สภาวะที่ได้เมื่อกำหนดตัวทำละลายเมทานอล เมล็ดดอกทานตะวัน ที่ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลาย
ต่อสารตั้งต้น 3 ต่อ 1

	CSO	D-H	MIC	PC	R1	R2	R3	R4	RAF	RE-H	SOL
Temperature F	95	95	101.6	230	230	230	95	95	97.8	95	95
Pressure psi	2103.05	14.7	2103.05	0.6	0.6	2103.05	2103.05	14.7	2320.6	14.7	2103.05
Vapor Frac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mole Flow lbmol/hr	0.401	0.322	1.757	0.149	1.608	1.608	1.608	1.608	1.135	1.287	1.204
Mass Flow lb/hr	192.014	30.947	268.337	113.601	154.735	154.735	154.735	154.735	86.033	123.786	38.57
Volume Flow cuft/hr	1.283	0.842	7.301	1.929	19837.29	4.377	4.211	4.211	1.131	3.369	0.791
Enthalpy MMBtu/hr	-0.254	-0.05	-0.356	-0.101	-0.216	-0.237	-0.249	-0.249	-0.22	-0.199	-0.123
Mole Flow lbmol/hr											
TRIOL-01	0.17	0.024	0.246	0.125	0.121	0.121	0.121	0.121	0.02	0.097	0
DEXTR-01	0.231	0	0.014	0.013	0.001	0.001	0.001	0.001	0.218	0.001	0
METHA-01	0	0.297	1.497	0.01	1.487	1.487	1.487	1.487	0.896	1.189	1.204

ตารางผนวก ก.4 สภาวะที่ได้เมื่อกำหนดตัวทำละลายเฮกเซน เมล็ดสับดำ ที่ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายต่อสารตั้ง
 ต้น 3 ต่อ 1

	CSO	D-H	MIC	PC	R1	R2	R3	R4	RAF	RE-H	SOL
Temperature F	95	95	96.5	230	230	230	95	95	100.4	95	95
Pressure psi	2103.05	14.7	2103.05	0.6	0.6	2103.05	2103.05	14.7	2320.6	14.7	2103.05
Vapor Frac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mole Flow lbmol/hr	0.337	0.177	0.395	0.1	0.295	0.295	0.295	0.295	1.053	0.118	0.992
Mass Flow lb/hr	152.508	26.879	129.749	84.951	44.798	44.798	44.798	44.798	126.173	17.919	85.495
Volume Flow cuft/hr	0.932	0.809	3.808	1.501	3637.228	1.419	1.348	1.348	2.12	0.539	2.113
Enthalpy MMBtu/hr	-0.21	-0.025	-0.12	-0.073	-0.036	-0.039	-0.042	-0.042	-0.191	-0.017	-0.084
Mole Flow lbmol/hr											
TRIOL-01	0.13	0.015	0.119	0.095	0.024	0.024	0.024	0.024	0.02	0.01	0
N-HEX-01	0	0.162	0.272	0.001	0.271	0.271	0.271	0.271	0.828	0.108	0.992
DEXTR-01	0.207	0	0.003	0.003	0	0	0	0	0.204	0	0

ตารางผนวก ก.5 สภาวะที่ได้เมื่อกำหนดตัวทำละลายเอทานอล เมล็ดสับดำ ที่ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายต่อสาร
ตั้งต้น 3 ต่อ 1

	CSO	D-H	MIC	PC	R1	R2	R3	R4	RAF	RE-H	SOL
Temperature F	95	95	102.4	230	230	230	95	95	97.8	95	95
Pressure psi	2103.05	14.7	2103.05	0.6	0.6	2103.05	2103.05	14.7	2320.6	14.7	2103.05
Vapor Frac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mole Flow lbmol/hr	0.337	0.208	1.158	0.117	1.041	1.041	1.041	1.041	1.024	0.833	1.012
Mass Flow lb/hr	152.508	22.668	202.658	89.317	113.341	113.341	113.341	113.341	87.137	90.67	46.618
Volume Flow cuft/hr	0.932	0.632	5.743	1.562	12840.71	3.295	3.159	3.159	1.185	2.527	0.949
Enthalpy MMBtu/hr	-0.21	-0.035	-0.26	-0.079	-0.152	-0.168	-0.177	-0.177	-0.211	-0.141	-0.12
Mole Flow lbmol/hr											
ETHAN-01	0	0.193	0.972	0.009	0.963	0.963	0.963	0.963	0.81	0.77	1.012
TRIOL-01	0.13	0.016	0.176	0.099	0.078	0.078	0.078	0.078	0.016	0.062	0
DEXTR-01	0.207	0	0.01	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.198	0	0

ตารางผนวก ก.6 สภาวะที่ได้เมื่อกำหนดตัวทำละลายเมทานอล เมล็ดสับดำ ที่ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายต่อสาร
ตั้งต้น 3 ต่อ 1

	CSO	D-H	MIC	PC	R1	R2	R3	R4	RAF	RE-H	SOL
Temperature F	95	95	102.3	230	230	230	95	95	98.6	95	95
Pressure psi	2103.05	14.7	2103.05	0.6	0.6	2103.05	2103.05	14.7	2320.6	14.7	2103.05
Vapor Frac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mole Flow lbmol/hr	0.337	0.208	1.155	0.114	1.041	1.041	1.041	1.041	1.027	0.833	1.012
Mass Flow lb/hr	152.508	20.081	188.564	88.16	100.404	100.404	100.404	100.404	76.69	80.322	32.424
Volume Flow cuft/hr	0.932	0.547	5.125	1.517	12840.66	2.84	2.733	2.733	0.992	2.186	0.665
Enthalpy MMBtu/hr	-0.21	-0.032	-0.244	-0.078	-0.14	-0.154	-0.161	-0.161	-0.198	-0.129	-0.103
Mole Flow lbmol/hr											
TRIOL-01	0.13	0.016	0.176	0.097	0.078	0.078	0.078	0.078	0.017	0.063	0
DEXTR-01	0.207	0	0.009	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.198	0	0
METHA-01	0	0.192	0.97	0.008	0.962	0.962	0.962	0.962	0.812	0.77	1.012

ภาคผนวก ข
ตารางข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ใน ASPEN ICARUS

ตารางภาพผนวก ข Default of Equipment in ASPEN Icarus Process Evaluator

AspenTech's Aspen Plus Map Specs		
Model Name	Model Description	IPE Default
CCD	Countercurrent decanter	Rotary drum filter
CFUGE	Centrifuge filter	Centrifuge SOLID-BOWL
COMPR	Compressor/turbine	Centrifugal gas compressor / Gas turbine with combustion chamber
CRUSHER	Solids crusher	Jaw crusher
CYCLONE	Solid-gas cyclone	Cyclone Dust collector
DECANTER	Liquid-liquid decanter	Vertical vessel – process
DISTL	Shortcut distillation rating	Single-diameter trayed tower
DSTWU	Shortcut distillation design	Single-diameter trayed tower
ESP	Electrostatic precipitator	Low voltage electrical precipitator
FABFL	Baghouse filter	Cloth bay baghouse
FILTER	Continuous rotary vacuum	Rotary drum filter
FLASH2	Two-outlet flash	Vertical vessel – process
FLASH3	Three-outlet flash	Vertical vessel – process
FSPLIT	Stream splitter	
HEATER	Heater/cooler	Floating head heat exchanger
HEATX	Two-stream heat exchanger	Floating head heat exchanger
HYCYC	Solid-liquid hydrocyclone	Water only cyclones - mineral
PUMP	Pump/hydraulic turbine	Centrifugal single or multi-stage pump
RADFRAC	Rigorous fractionation	• Single-diameter trayed tower (column) • Floating head heat exchanger (condenser) • U-tube reboiler (reboiler) • Horizontal drum (accumulator) • Centrifugal single or multi-stage pump (reflux pump)
PETROFAC	Consists of 42 configurations. It has been confirmed that the following can be mapped to IPE: PREFLIF- preflash block with furnace, zero pumparounds and zero sidestrippers. CDUIOF – crude block with furnace, three pumparounds and three sidestrippers. CDU 3 – vacuum block with two pumparounds and two sidestrippers.	• Single-diameter trayed tower (column) • Floating head heat exchanger (condenser) • U-tube reboiler (reboiler) • Horizontal drum (accumulator) • Centrifugal single or multi-stage pump (reflux pump) • Furnace block
RBATCH	Batch reactor	Agitated Tank – enclosed, jacketed
RCSTR	Continuous stirred tank	Agitated Tank – enclosed, reactor jacketed
REQUIL	Equilibrium reactor	Agitated Tank – enclosed, jacketed
RGIBBS	Equilibrium reactor-gibbs	Agitated Tank – enclosed, energy jacketed minimization
RPLUG	Plug-flow reactor	Single diameter packed tower
RSTOIC	Stoichiometer reactor	Agitated Tank – enclosed, jacketed
RYIELD	Yield reactor	Agitated Tank – enclosed, jacketed
SCFRAC	Short-cut distillation	Single-diameter trayed tower
SCREEN	Wet or dry screen separator	Vibrating system
SWASH	Single-stage solids washer	Rotary drum filter
VSCRUB	Venturi scrubber	Washer dust collector

ภาคผนวก ค
กฎการออกแบบเครื่องสั้ด (RULE OF THUMB)

เครื่องสกัด

1. การกระจายของชั้นเฟสภายในหอสกัดควร ที่จะดูที่อัตราการไหลด้านปริมาตรที่สูงสุด นอกจากว่าจุดประสงค์ของอุปกรณ์จะมีการไหลกลับ
2. ไม่มีความรู้ใดที่เป็นการใช้การวอกกลับที่แน่นอนในกระบวนการสกัด แม้ว่าจะมีทฤษฎีที่เป็นที่นิยม เช่น treybel
3. เครื่องกวนผสมจะถูกจำกัดชั้นการสกัดสูงสุดที่ 5 ชั้น โดยการผสมจะประกอบด้วยใบพัดคอยหมุนหรือปั๊มแบบหมุนวน ตัว droplet จะเป็นตัวกำหนดการออกแบบเครื่องกวนซึ่งมักมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 150 ไมโครเมตร ในเครื่องสกัดแบบเปิด เวลาที่ใช้ในการสกัดจะอยู่ที่ 30-60 นาทีและความเร็วเหนือจุดวิกฤตที่ 0.5-1.5 ฟุตต่อวินาที ซึ่งจะได้ประสิทธิภาพจะอยู่ที่ร้อยละ 80
4. หอสกัดแบบเพ็คจะทำงานที่ 5- 10 ชั้น ขนาดของวงแหวนที่ดีที่สุดคือ 1- 1.5 นิ้ว การกระจายในแต่ละชั้นไม่ควรที่จะเกิน 25 เกลดต่อวินาที ความสูงในแต่ละชั้นอยู่ 5- 10 ฟุตจะถูกใช้มากที่สุด
5. ในแต่ละแผ่นจะมีรูซึ่งเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 3-8 มิลลิเมตร ความเร็วที่ผ่านรูจะต้องมีขนาดต่ำกว่า 0.8 ฟุตต่อวินาทีให้หลีกเลี่ยงการเกิดครอปหรือฟองเล็กๆ พื้นที่ของแต่ละถาดชั้นอยู่ที่ 6-24 นิ้ว ประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 20-30
6. อัตราการดำเนินการจะมีความถี่อยู่ที่ 90 รอบต่อวินาทีและความถี่สูง 6-25 มิลลิเมตร ในหอสกัดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่ ความสูงในแต่ละชั้นจะอยู่ 1 เมตรขึ้นไป แรงกดผิวหน้าจะมีค่าสูงถึง 30-40 ครายต่อเซนติเมตร

ภาคผนวก ง.

การคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ

1. สูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพและผลได้

$$\eta = \frac{\text{triolein} - \text{extracted}}{\text{total} - \text{triolein}} \times 100$$

$$\text{yield} = \frac{\text{oil} - \text{extracted}}{\text{total} - \text{feed}} \times 100$$

กำหนดให้

η = ประสิทธิภาพการสกัด

Yield = ค่าผลได้จากการสกัด

ตัวอย่าง ที่ตัวทำละลายเฮกเซน เมล็ดดอกทานตะวัน อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ อัตราส่วนตัวทำละลายต่อสารตั้งต้นเป็น 3 ต่อ 1 มีโมลของไตรโอเลอิน 0.17 โมลต่อชั่วโมง อัตราเข้ามวลเมล็ดพืชเป็น 192.014 ปอร์นต่อชั่วโมง สกัดไตรโอเลอินได้ 0.129 โมลต่อชั่วโมง และได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมา 114.725 ปอร์นต่อชั่วโมง

$$\eta = \frac{0.129}{0.17} \times 100 = 75.88\%$$

$$\text{yield} = \frac{114.725}{192.014} \times 100 = 59.75\%$$

เพราะฉะนั้นสามารถสกัดได้ประสิทธิภาพคือร้อยละ 75.88 และค่าผลได้คือร้อยละ 59.75

2. สูตรการคำนวณหาโมลของสาร

$$mol = \frac{mass}{M.W.}$$

กำหนดให้

Mol = อัตราการป้อนเข้าของโมลของแต่ละองค์ประกอบ

Mass = ปริมาณโดยมวลของแต่ละองค์ประกอบ

M.W. = น้ำหนักมวลโมเลกุล

ตัวอย่าง องค์ประกอบของเมสตีทานตะวันมีน้ำมันอยู่ร้อยละ 57 โดยมวล และกำหนดให้น้ำมันเป็นไตรโอเลอิน มวลโมเลกุลของไตรโอเลอินคือ 740.26

$$mol = \frac{0.57}{740} * 100 = 0.077$$

เพราะฉะนั้นอัตราโมลป้อนเข้าของไตรโอเลอินเป็น 0.077 โมลต่อชั่วโมง