

บทที่ 5

ข้อมูลที่ไ้จากการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลที่ทดลองได้

5.1 ข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง

จากการทดลองตามวิธี 4.8 ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ทดลองได้

ตัวเลขที่วิเคราะห์โดยแยกตามหน่วยต่างๆได้แสดงในตารางที่ 2 และได้วิเคราะห์แยกเป็นหน่วยๆดังกล่าวคือ

5.2.1 ที่ตัวกำเนิก

ตัวกำเนิก เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนเพื่อทำให้สารละลายลิเทียมโบรไมด์เดือดขึ้นไปตามท่อนำสารถึงตัวแยกเพื่อแยกเอาสารทำความเย็นคือ น้ำ ออกจากสารอุกคกสิ้นคือ สารละลายลิเทียมโบรไมด์เข้มข้น ดังนั้นจึงเป็นหน่วยที่สำคัญมากหน่วยหนึ่งของระบบ โดยที่จะขับเคลื่อนสารละลายให้ระบบสามารถทำงานได้

ในการออกแบบเพื่อหาพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนที่ตัวกำเนิก เนื่องจากยังไม่มีผู้ศึกษาถึงสภาพการเดือดของสารละลายลิเทียมโบรไมด์ โดยเฉพาะที่สภาพความดันต่ำกับอุณหภูมิและความร้อนที่ให้ต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้นในการออกแบบจากสมการของ Berqles & Rohsenow, Mc Adams และ Jens & Lotts ซึ่งเสนอค่าความร้อนต่อหน่วยพื้นที่กับผลต่างของอุณหภูมิ เพื่อใช้ในการเดือดของน้ำที่สภาพความดันต่างๆ ซึ่งต่างก็อยู่ในรูป Power model แต่สมการ Berqles & Rohsenow ได้เสนอที่สภาพความดันต่ำกว่าและมีค่าความดันเป็นตัวแปรในสมการ จึงใช้เป็นสมการในการคำนวณ

จากการทดลองโดยทราบผลต่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิที่ผนังท่อ กับอุณหภูมิที่จุดเดือดของสารละลาย และความร้อนที่ให้ต่อหน่วยพื้นที่ที่ตัวกำเนิก เมื่อนำข้อมูลที่ไ้ไปหาความสัมพันธ์ทางสถิติโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ พบว่าความสัมพันธ์อยู่ในรูปของ Power model (ดังแสดงในภาคผนวก) ซึ่งสอดคล้องกับสมการของ Berqles & Rohsenow, Mc Adams และ Jens & Lotts ที่เสนอสำหรับสภาพการเดือดของน้ำ เมื่อนำข้อมูลใส่ค่า "ln" สามารถหาความสัมพันธ์ได้ในรูปแบบสมการเส้นตรง โดยเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถหาความสัมพันธ์ได้คือ

$$\ln q_{1b}'' = 0.64 \ln(T_w - T_{sat}) + 8.11$$

ดังแสดงในกราฟรูปที่ 14 และ 15 ซึ่งความสัมพันธ์ขึ้นศึกษาในช่วงความดัน 45-62 ทอร์ และอุณหภูมิ อยู่ในช่วง 156.20-178.70 องศาฟาเรนไฮต์

ทั้งยังพบว่าเมื่อเปิดวาล์วควบคุมการไหลของสารละลายเจือจางเต็มที่ โดยที่อุณหภูมิของน้ำ ที่ให้ความร้อนกับตัวกำเนิดค่า อัตราการไหลของสารละลายจะต่ำลงด้วยและเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น จะสามารถทำให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้นด้วยดังแสดงในกราฟรูปที่ 16 แต่จากการทดลองพบว่าถ้าอุณหภูมิ ของน้ำที่ให้ความร้อนแก่ตัวกำเนิดค่ากว่า 156.20 องศาฟาเรนไฮต์ ระบบจะไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากการเดือดของสารละลายไม่มากพอที่จะดันไปถึงตัวแยกได้ ทำให้ระบบไม่มีการไหลเวียน และ สำหรับเครื่องมือชุดนี้พบว่าถ้าให้ความร้อนของน้ำถึง 191.30 องศาฟาเรนไฮต์ จะเกิดการเดือดของ สารละลายอย่างรุนแรงและทำให้มีสารถูกกลั่นปะปนออกไปกับสารทำความเย็นด้วย ทำให้สูญเสียความ สามารถในการทำความเย็นลงไป

5.2.2 ที่ตัวแยก

จากความต้องการประหยัดสารลิเทียมโบรไมด์ซึ่งมีราคาแพงมากถึงกิโลกรัมละ 1,300 บาท (ราคาในปี พ.ศ. 2526) จึงได้ออกแบบให้สารละลายไหลอยู่ในชกท่อที่ตัวกำเนิดแทนการออกแบบ แบบหม้อต้มซึ่งต้องใช้สารมาก แล้วจึงต่อเข้ากับท่อนำสารขึ้นไปสู่ตัวแยก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทดลองได้ พบว่าความเร็วที่เกิดจากการเดือดอย่างรุนแรงที่ท่อนำ สารมีค่าสูงอยู่ในช่วง 24.48-146.43 ฟุต/วินาที ซึ่งจะมีการกระแทกอย่างรุนแรงที่ตัวแยก และเมื่อ หากความเร็วของไอที่ตัวแยกที่ผ่านพื้นที่ที่แคบที่สุดได้ สามารถนำไปคำนวณหาขนาดของหยดสารละลาย เข้มข้น (สารถูกกลั่น) ที่ใหญ่ที่สุดที่มีโอกาสออกไปกับไอของสารทำความเย็นได้ ซึ่งมีขนาดระหว่าง 171.73-647.57 ไมครอน จึงเป็นไปได้ว่าอาจมีสารละลายเข้มข้นปะปนรวมไปกับไอของสารทำความ เย็นได้

5.2.3 ที่ตัวควบแน่น

จากข้อมูลที่ได้เมื่อทราบอัตราการไหลของสารละลายเจือจางและสารละลายเข้มข้นสามารถ หาอัตราการไหลของสารทำความเย็นได้คือ

$$\text{สารทำความเย็น} = \text{สารละลายเจือจาง} - \text{สารละลายเข้มข้น}$$

เมื่อทราบปริมาณสารทำความเย็นและอุณหภูมิของสารในสภาวะไอและของเหลวแล้ว สามารถหาปริมาณ



ความร้อนที่ต้องระบายออกได้

การออกแบบที่ตัวความแน่นใต้ออกแบบใ้ผนังตัวถังเปิดสูบรรยากาศภายนอก ทั้งนี้เพื่อเป็นการช่วยระบายความร้อนที่เกิดขึ้นออกอีกทางหนึ่งด้วย เพื่อลดภาระของน้ำระบายความร้อนลง ซึ่งพบว่าตัวความแน่นสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี

5.2.4 ที่ตัวระเหย

จากการทดลองพบว่าความดันที่ไคสูงกว่าความดันที่ไคในการออกแบบ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาและทดลอง ดังนั้นจึงไคทำการเจาะและติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆถึง 10 จุด รวมทั้งการติดตั้งวาล์วควบคุมการไหล วาล์วทางเคี้ยว เครื่องวัดอัตราการไหลของสารละลายและท่อท่อสำหรับวัดความดัน รวมทั้งหมัก 9 จุด และพยายามออกแบบให้เครื่องมือชุดนี้สามารถศึกษาแยกแต่ละหน่วยได้ ทำให้มีรอยเชื่อมและรอยต่ออยู่มาก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการรั่วซึมขึ้นไค และไคมีการแก้ไขมาโดยตลอดแต่ก็ไม่สามารถลดความดันของระบบให้ต่ำเท่ากับความดันที่ออกแบบไว้ไค

จากสาเหตุนี้ทำให้อุณหภูมิในการระเหยของสารทำความเย็นที่ตัวระเหยมีค่าสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิที่ไคในการออกแบบถึงประมาณ 25-39 องศาฟาเรนไฮด์ ซึ่งทำให้ไคใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำที่ไคต้องการทำให้เย็น รวมทั้งไคใช้อัตราการไหลของน้ำที่ไคต้องการทำให้เย็นน้อย เพื่อให้ไคเห็นความแตกต่างของอุณหภูมิที่จุด 6 และจุด 7 ไคอย่างชัดเจน จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนลดลง 7-17 เท่าของค่าที่ไคในการออกแบบ ไคแสดงตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก

ในการทดลองเมื่อทราบปริมาณสารทำความเย็นและความดัน สามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นไคในการระเหยจากสภาพของเหลวกลายเป็นไอไคหมด ซึ่งก็คือปริมาณความเย็นที่ไคตามทฤษฎีที่ควรจะได้ไคแสดงในตารางที่ 2 และจากการคำนวณโดยใช้สภาวะที่เกิดขึ้นจริงในการทดลอง พบว่าความเย็นที่ไคตามทฤษฎีของเงื่อนไขในการปฏิบัติจริงมีค่าลดลงมาก ซึ่งไคค่าไคใกล้เคียงกับความเย็นที่ไคจากการทดลองที่ไคไคจริง ไคแสดงในตารางที่ 2

5.2.5 ที่ตัวดูดกลืน

ความร้อนที่เกิดขึ้นที่ตัวดูดกลืนเกิดจากการกลั่นตัวของไอของสารทำความเย็นและความร้อนจากการเจือจางลงของสารดูดกลืน ซึ่งจากการทดลองสามารถหาไคจากความร้อนที่ระบายออกโดยน้ำหล่อเย็น จากจุด 8 ไปจุด 9 และสามารถคำนวณหาไคตามทฤษฎี โดยการสมมูลพลังงานของ

ระบบ

ความร้อนที่เข้าในระบบ = ความร้อนที่ออกจากระบบ

คือ ; ความร้อนที่ตัวกำเนิด + ความร้อนที่ตัวระเหย = ความร้อนที่ตัวควบกลั่น + ความร้อนที่ตัวควบแน่น

ดังนั้น

ความร้อนที่ควบกลั่น = ความร้อนที่ตัวกำเนิด + ความร้อนที่ตัวระเหย - ความร้อนที่ตัวควบแน่น

ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นตามทฤษฎีนี้ได้ค่าน้อยกว่าความร้อนที่ระบายออกโดยน้ำหล่อเย็น (ดังแสดงในตารางที่ 2) ทั้งนี้ความร้อนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีสารทำความเย็นระเหยภายนอกตัวระเหยบางส่วน เนื่องจากมีการระเหยภายในตัวระเหยไม่หมด

5.2.6 ที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน

การที่มีตัวแลกเปลี่ยนความร้อนนี้เพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้น โดยทำให้สารละลายเจือจางระหว่างสารทำความเย็นกับสารควบกลั่นที่ออกมาจากตัวควบกลั่นร้อนขึ้นก่อนเข้าไปสู่ตัวกำเนิด และทำให้สารละลายเข้มข้นของสารควบกลั่นที่ออกมาจากตัวกำเนิดและถูกแยกที่ตัวแยกเป็นลงก่อนเข้าสู่ตัวควบกลั่น

สำหรับอัตราการไหลแบบช้าๆ (laminar flow) การไหลในชุดท่อให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าการไหลในท่อตรงธรรมดา (26) ดังนั้นในการออกแบบจึงกำหนดให้เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบขดท่อ (coil) และท่อหุ้ม (shell) จากการทดลองพบว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี โดยมีค่าประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 64.57 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1

<u>การทดลองที่</u>	1	2	3	4	5
<u>อัตราการไหล(ปอนด์/ชม.)</u>					
สารละลายเข้าสู่ตัวกำเนิด	52.79	70.96	58.54	60.31	104.66
สารละลายเข้าสู่ตัวดูดกลืน	49.34	66.31	53.68	55.72	97.82
น้ำหล่อเย็น	452.54	905.08	396.00	452.54	1188.00
น้ำที่ถูกทำให้เย็น	7.70	7.70	4.95	14.94	19.80
<u>ความดัน(ทอร์)</u>					
ด้านความดันสูง	57	57	46	45	55
ด้านความดันต่ำ	25	25	16	22	22
<u>อุณหภูมิ(องศาฟาเรนไฮต์)</u>					
ตัวกำเนิด	167.90	178.70	167.90	167.90	178.70
จุดที่ 1	109.40	109.40	105.80	107.60	111.20
จุดที่ 2	131.00	138.20	131.00	131.00	138.20
จุดที่ 3	98.60	100.40	105.80	104.90	100.40
จุดที่ 4	91.40	91.40	91.40	91.40	87.80
จุดที่ 5	87.80	89.60	89.60	87.80	86.90
จุดที่ 6	84.20	84.20	80.60	84.20	80.60
จุดที่ 7	80.60	78.80	66.20	77.00	75.20
จุดที่ 8	84.20	84.20	80.60	84.20	80.60
จุดที่ 9	86.00	86.00	83.30	86.90	82.40
จุดที่ 10	90.50	90.50	90.80	91.40	87.20

ตารางที่ 1(ต่อ)

<u>การทดลองที่</u>	6	7	8	9	10
<u>อัตราการไหล(ปอนด์/ชม.)</u>					
สารละลายเข้าสู่ตัวกำเนิด	17.74	74.50	93.31	31.58	28.60
สารละลายเข้าสู่ตัวกักเก็บ	16.60	69.64	86.26	29.17	26.71
น้ำหล่อเย็น	234.74	469.48	1188.00	234.74	229.57
น้ำที่ถูกทำให้เย็น	47.74	47.74	47.74	47.74	94.29
<u>ความดัน(ทอร์)</u>					
ด้านความดันสูง	45	55	62	62	60
ด้านความดันต่ำ	20	20	21	22	24
<u>อุณหภูมิ(องศาฟาเรนไฮต์)</u>					
ตัวกำเนิด	156.20	167.90	175.10	175.10	166.10
จุดที่ 1	100.40	109.40	111.20	109.40	104.00
จุดที่ 2	129.20	129.20	130.10	131.00	134.60
จุดที่ 3	98.60	102.20	100.40	105.80	107.60
จุดที่ 4	86.00	93.20	95.00	93.20	89.60
จุดที่ 5	82.40	86.90	86.90	82.40	83.30
จุดที่ 6	80.60	80.60	78.80	78.80	80.60
จุดที่ 7	77.00	75.20	75.20	76.10	78.80
จุดที่ 8	80.60	80.60	78.80	78.80	80.60
จุดที่ 9	82.40	83.30	80.60	81.50	83.30
จุดที่ 10	86.00	90.50	85.10	87.20	87.80

ทำการทดลองโดยบังคับวาล์วควบคุมการไหลของสารละลายเข้าสู่ตัวกำเนิด

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ทดลองได้

การทดลองที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>ที่ตัวกำเนิด</u>										
ความร้อนที่ให้										
(q_{sup} , Btu/hr)	4609.73	6468.34	5550.16	5383.34	9442.66	1561.64	6374.50	7955.04	2758.68	2618.88
ความร้อนที่ไหลต่อหน่วยพื้นที่										
(q''_{1b} , Btu/hr/ft ²)	11215.89	15738.05	13504.04	13098.15	22974.84	3799.61	15509.73	19355.33	6712.12	6371.97
$\ln q''_{1b}$	9.33	9.66	9.51	9.48	10.04	8.24	9.64	9.87	8.81	8.76
$\ln(T_w - T_{sat})$	1.59	2.75	2.56	2.63	2.82	0.79	1.78	2.21	2.21	0.74
<u>ที่ตัวแยก</u>										
ความเร็วของสารละลาย										
เคื่อกที่พ่นน้ำสาร (ft/sec)	73.86	99.28	87.67	84.38	146.43	24.48	104.23	130.55	44.18	40.01
ความเร็วของไอที่ตัวแยก										
(ft/sec)	13.58	18.28	15.89	15.50	26.91	4.51	19.14	23.84	8.09	7.40
ขนาดของหยดสารละลายเข้มข้นที่ใหญ่ที่สุดที่มีโอกาสออกไป										
กับไอของสารทำความเย็น	342.19	423.69	389.33	374.76	647.57	171.73	404.65	487.31	239.34	209.32
(micron)										

ตารางที่ 2(ต่อ)

การทดลองที่ ที่ควบคุมแบบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อัตราการไหลของสารทำ ความเย็น(ปอนด์/ชม.)	3.76	5.06	4.40	4.29	7.45	1.25	5.30	6.60	2.24	2.05
ความร้อนที่ตรงระบายออก (q_{cond} , Btu/hr)	3994.62	5381.92	4666.64	4557.70	7944.08	1333.79	5631.46	7015.27	2391.85	2199.22
ความร้อนที่ระบายออกโดย น้ำหล่อเย็น(บีทียู/ชม.)	2036.43	4072.86	2970.00	2036.43	5702.40	845.06	3380.26	5346.00	915.50	1033.07
ความร้อนที่ระบายออกโดย การสูญเสียความร้อน (บีทียู/ชม.)	308.83	308.83	271.86	267.32	304.14	267.32	304.14	322.94	322.94	315.57
ที่ตัวระเหย ความเย็นที่ได้ตามทฤษฎี (บีทียู/ชม.)	3846.37	5176.33	4505.51	4414.41	7617.10	1284.66	5412.15	6717.68	2281.35	2092.44
ความเย็นที่ได้ตามทฤษฎี ของเงื่อนไขในการปฏิบัติ จริง(บีทียู/ชม.)**	118.72	91.33	229.76	214.80	128.37	392.96	342.52	210.77	154.72	184.75

ตารางที่ 2(ต่อ)

การทดลองที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความเย็นที่ได้จากการทดลองที่วัดได้จริง(บีทียู/ชม.)	27.72	41.58	71.28	107.55	106.92	171.86	257.80	171.86	128.90	169.73
<u>ที่ตัวถูกกลืน</u>										
ความร้อนที่ระบายออกโดยน้ำหล่อเย็น(บีทียู/ชม.)	814.57	1629.14	1069.20	1221.86	2138.40	422.53	1267.60	2138.40	633.80	619.84
ความร้อนที่เกิดขึ้นตามสมการพลังงาน(บีทียู/ชม.)	642.83	1128.00	954.80	933.19	1605.50	399.71	1000.84	1111.63	495.73	598.39
<u>ที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน</u>										
อุณหภูมิที่ลดลงของสารละลายเข้มข้น(ฟ)	32.40	37.80	25.20	26.10	37.80	30.60	27.00	29.70	25.20	27.00
ความร้อนที่ถ่ายเทออกของสารละลายเข้มข้น(บีทียู/ชม.)	717.78	1125.43	607.38	652.98	1660.22	228.07	844.25	1150.30	330.05	323.81
อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของสารละลายเจือจาง(ฟ)	18.00	18.00	14.40	16.20	23.40	14.40	16.20	16.20	16.20	14.40
ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสารละลายเจือจาง(บีทียู/ชม.)	454.21	610.54	402.94	467.02	1170.64	122.11	576.90	722.56	244.54	196.86

ตารางที่ 2(ต่อ)

การทดลองที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ประสิทธิภาพของตัวแลกเปลี่ยนความร้อน(๗)	63.28	54.25	66.34	71.52	70.71	53.54	68.33	62.82	74.09	60.80
<u>สมคูลย์พลังงานของระบบ</u>										
<u>ความร้อนที่เข้าระบบ</u>										
ความร้อนที่ให้ที่ตัวกำเนิด (บีทียู/ชม.)	4609.73	6468.34	5550.16	5383.34	9442.66	1561.64	6374.50	7955.04	2758.68	2618.88
ความร้อนที่ให้ที่ตัวระเหย (บีทียู/ชม.)	27.72	41.58	71.28	107.55	106.92	171.86	257.80	171.86	128.80	169.73
ความร้อนทั้งหมดที่เข้าระบบ (บีทียู/ชม.)	4637.45	6509.92	5621.44	5490.89	9549.58	1733.50	6632.30	8126.90	2887.48	2788.61
<u>ความร้อนที่ออกจากระบบ</u>										
ความร้อนที่ของระบายออก ที่ตัวความแนน(บีทียู/ชม.)	3994.62	5381.92	4666.64	4557.70	7944.08	1333.79	5631.46	7015.27	2391.85	2190.22
ความร้อนที่ของระบายออก ที่ตัวควบกลั่นโดยสมคูลย์พลังงาน (บีทียู/ชม.)	642.83	1128.00	954.80	933.19	1605.50	399.71	1000.84	1111.63	495.73	598.39



ตารางที่ 2(ต่อ)

การทดลองที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความร้อนที่ระบายออกที่หัว ความแน่นโดยน้ำหล่อเย็น (บีทียู/ชม.)	2036.43	4072.86	2970.00	2036.43	5702.40	845.06	3380.26	5346.00	915.50	1033.07
ความร้อนที่ระบายออกที่หัว ความแน่นโดยการสูญเสีย ความร้อน(บีทียู/ชม.)	308.83	308.83	271.86	267.32	304.14	267.32	304.14	322.94	322.94	315.57
ความร้อนที่ระบายออกที่หัว ความแน่นรวมทั้งหมด(บีทียู /ชม.)	2345.26	4381.69	3241.86	2303.75	6006.54	1112.38	3684.40	5668.94	1238.44	1348.64
ความร้อนที่ระบายออกที่หัว ถูกกลืนโดยน้ำหล่อเย็น (บีทียู/ชม.)	814.57	1629.14	1069.20	1221.86	2138.40	422.53	1267.60	2138.40	633.80	619.84
<u>ค่าสัมประสิทธิ์ในการทำ ความเย็น (COP)</u>										
ความเหมาะสมที่ทดลองได้	0.834	0.800	0.812	0.820	0.807	0.823	0.849	0.845	0.827	0.799
ความเงื่อนไขที่ปฏิบัติจริง	0.006	0.006	0.013	0.020	0.011	0.110	0.040	0.022	0.047	0.065

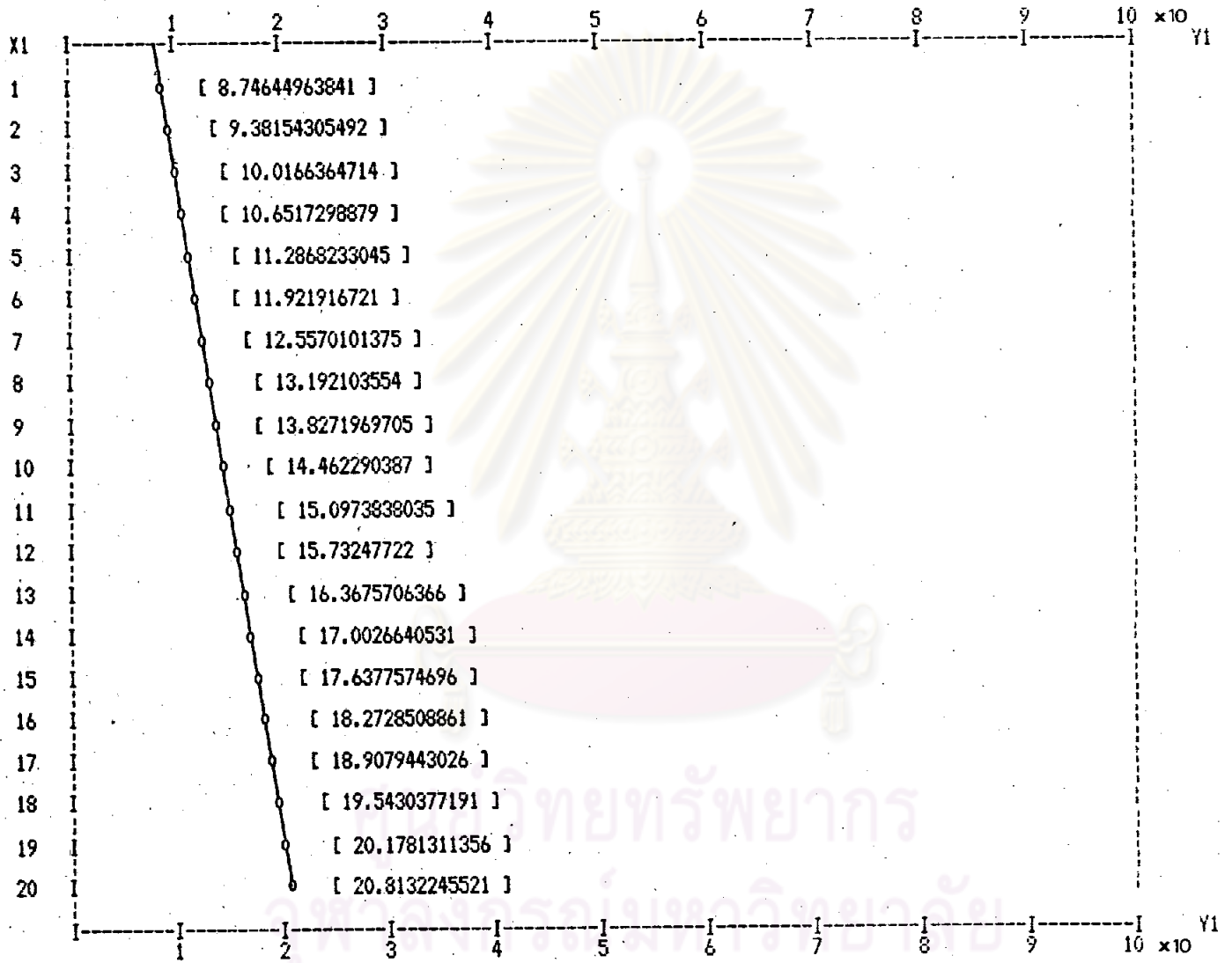
A0 = 8.11135622189

A1 = .635093416513

$$Y1 = 8.11135622189 + .635093416513X1$$

$$Y1 = \ln q''_{lb}$$

$$X1 = \ln(T_w - T_{sat})$$



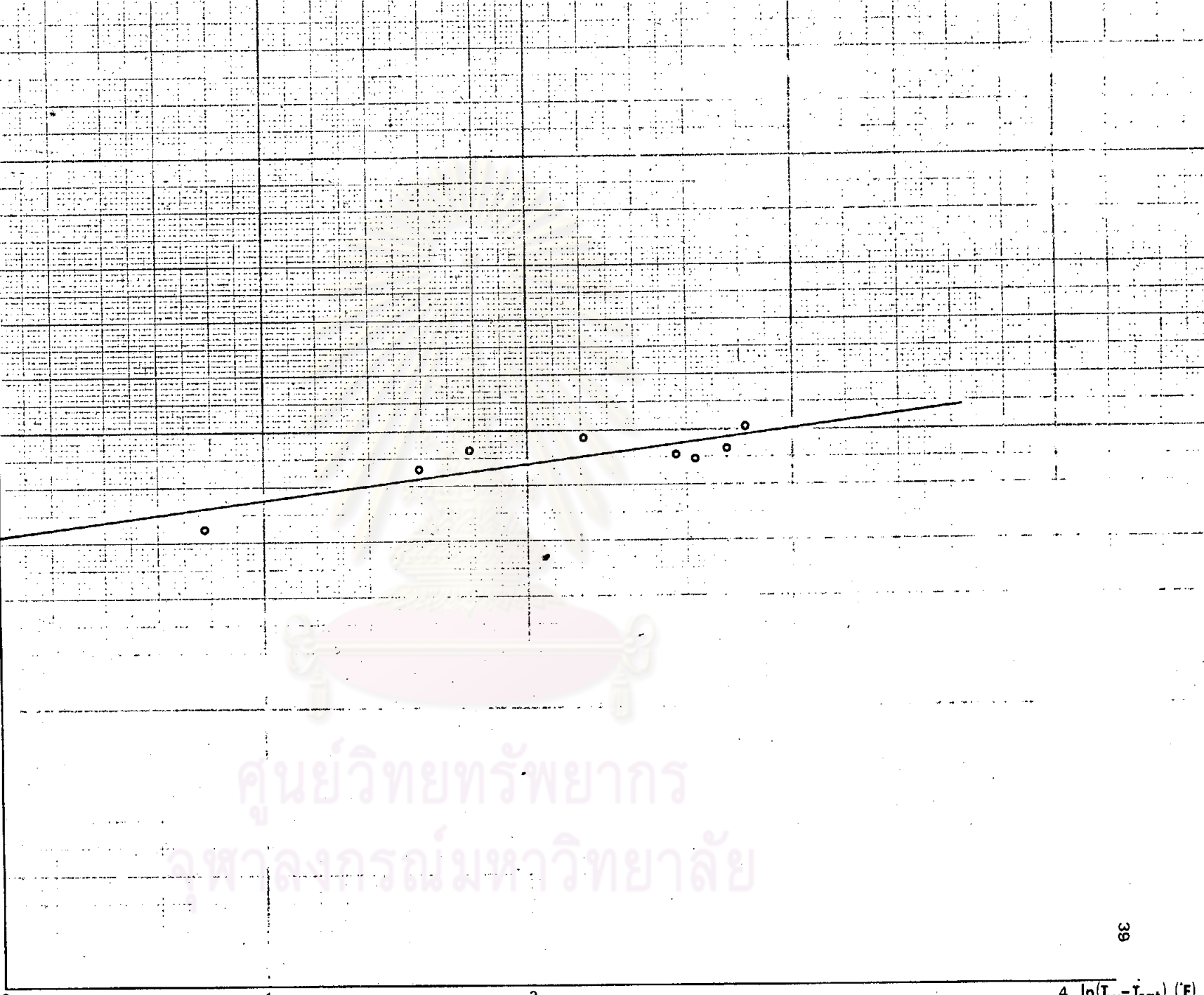
RATIO IS 1 COLUMN : 1

$\ln q''_{lb} \text{ (Btu/hr.ft}^2\text{)}$

15

10

5



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

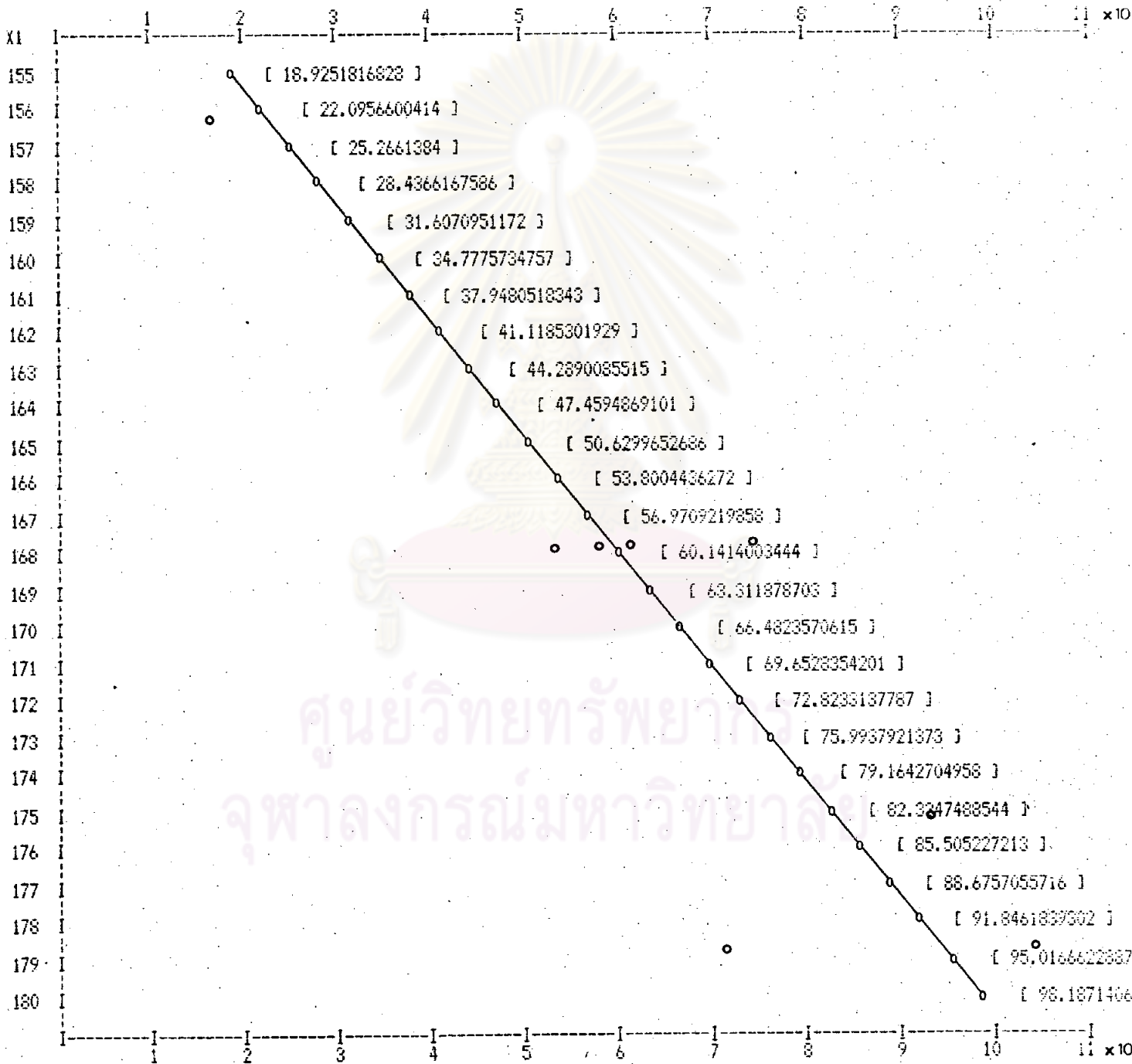
A0 = -472.498963897

A1 = 3.17047835858

$$Y1 = -472.498963897 + 3.17047835858X1$$

Y1 = flowrate [lb/hr]

X1 = temperature [°C]



RATIO IS 1 COLUMN : 1

รูปที่ 16