

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ฉ
ลำดับสัญลักษณ์	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาในการทำโครง	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 เป้าหมาย	1
1.4 ระยะเวลาในการทำโครงการ	1
1.5 ประโยชน์	2
บทที่ 2 การผลิตน้ำยาเรซินและน้ำยาไบน์เดอร์	
2.1 ส่วนหลอมแก้ว	3
2.2 ส่วนผลิตเส้นใยแก้วขั้นแรก	
2.3 หน่วยอบแห้ง	3
2.4 ม้วนใย	3
2.5 น้ำยาเรซิน (Resin)	5
2.6 น้ำยาไบน์เดอร์ (Binder)	8
บทที่ 3 หลักการควบคุม	
3.1 แนวคิดและลักษณะของการควบคุม	10
3.2 ระบบป้อนสารเคมีเข้าใน Reactor และถังผสม	10
3.3 ระบบควบคุมอุณหภูมิของถัง Reactor ของน้ำยา Resin	11
3.4 ขั้นตอนการควบคุมการผลิต	12
3.5 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับระบบการผลิตและระบบรองรับการแก้ปัญหา	15
3.6 สรุปและวิจารณ์	15

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การออกแบบถัง	
4.1 ออกแบบถัง Formalin	16
4.2 สรุปและวิจารณ์	20
บทที่ 5 การคำนวณชุดไบกวนของเหลว	
5.1 ถัง Formalin	22
5.2 ถัง Sulfuric Acid	25
5.3 ถัง Urea และ Dicy	26
5.4 ถัง Reactor	26
5.5 ถังผสม Binder และ Ammonium Sulphate	27
5.6 สรุปและวิจารณ์	27
บทที่ 6 คำนวณหาขนาดของเหล็กที่ใช้ในการทำารองถัง	
6.1 การคำนวณ	28
6.2 สรุปและวิจารณ์	32
บทที่ 7 การคำนวณแบบชุดเพื่อทดสำหรับกวนสาร (ชุดห้องนอน)	
7.1 การคำนวณ	33
7.2 สรุปและวิจารณ์	38
บทที่ 8 การคำนวณหาขนาด ท่อและ Pump	
8.1 ทฤษฎีพื้นฐาน	39
8.2 การคำนวณหาขนาดท่อ	40
8.3 การคำนวณหาขนาด Pump	45
8.4 สรุปและวิจารณ์	65
บทที่ 9 สรุปและวิจารณ์โครงการ	
9.1 ระบบควบคุมในการป้อนสารเคมีเข้าถังผสมของน้ำยาเรซินและ ไบน์เดอร์	68
9.2 ระบบการเพิ่มและลดอุณหภูมิ	68
9.3 ท่อและปั๊ม	68
9.4 ถังบรรจุและถังผสม	68
9.5 วิจารณ์โครงการ	69
บรรณานุกรม	70
ภาคผนวก ก	72
ภาคผนวก ข	79

**สารบัญ(ต่อ)**

	หน้า
ภาคผนวก ค	82
ภาคผนวก ง	85
ภาคผนวก จ	91

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงเวลาในการทำโครงการ	1
ตารางที่ 6.1 คุณสมบัติเหล็กตัวไอ	30
ตารางที่ 6.2 คุณสมบัติเสาเหล็ก	31
ตารางที่ 8.1 ตารางแสดงขนาดท่อและวัสดุ	65
ตารางที่ 8.2 ตารางแสดงชนิดและคุณสมบัติของ Pump	66
ตารางที่ 8.3 ตารางแสดงคุณสมบัติสารที่ใช้ในการผลิต	66
ตารางที่ ก.1 ตารางการเลือกวัสดุของปั๊ม	73
ตารางที่ ก.2 วัสดุปั๊ม	74
ตารางที่ ค.1 ช่วงของความเร็วที่เหมาะสมของไอน้ำภายใต้เงื่อนไขต่างๆ	83
ตารางที่ ค.2 ค่าคุณสมบัติของไอน้ำ	83
ตารางที่ ค.3 ขนาดท่อไอน้ำ	84

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตฉนวนใยแก้ว	4
รูปที่ 2.2 Phenolic Resin	6
รูปที่ 2.3 H.T.T. & H.P.I. Resin	6
รูปที่ 2.4 Phenolic Resin High-Temp	7
รูปที่ 3.1 Block diagram ของระบบป้อนสารเคมีเข้าใน Reactor และถังผสม	11
รูปที่ 3.2 Block diagram ของระบบ Heating and Cooling	12
รูปที่ 4.1 ถังสารเคมีด้านบน	19
รูปที่ 4.2 ถังสารเคมีด้านหน้า	19
รูปที่ 4.3 ถังบรรจุ Formalin	20
รูปที่ 4.4 ถังบรรจุ Phenol	20
รูปที่ 4.5 ถังผสมน้ำยาไบน์เคอร์	20
รูปที่ 4.6 ถังผสมน้ำยาเรซิน	20
รูปที่ 5.1 ไบกวน	23
รูปที่ 5.2 ไบกวนสารของน้ำยาไบน์เคอร์	27
รูปที่ 5.2 ไบกวนสารของถังผสมสาร	27
รูปที่ 6.1 หน้าตัดเหล็ก	30
รูปที่ 6.2 ฐานรองถังบรรจุ	32
รูปที่ 6.3 ฐานรองถังผสม	32
รูปที่ 7.1 เกลียวนอน	34
รูปที่ 7.2 เฟืองนอน	36
รูปที่ ข.1 แผนภาพโมคี่	80
รูปที่ ข.2 ตารางแสดงค่า Absolute roughness	81
รูปที่ ง.1 Flow meter UM3K-/UR3K-paddle	86
รูปที่ ง.2 Flow Rate Transmitter RRI-Rotor	87
รูปที่ ง.3 Flow Rate Transmitter RT-Turbine	88
รูปที่ ง.4 Flow Rate Transmitter VHZ-Gear	89
รูปที่ ง.5 Liquid Flow Meters	90

### ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
$\eta$	ค่าประสิทธิภาพ	
$\rho$	ความหนาแน่นของสารเคมี	$kg / m^3$
$\tau$	ความต้านทานแรงเฉือน	$ksi$
$\tau_d$	ความต้านทานแรงเฉือนออกแบบ	$ksi$
$\sigma_n$	ความต้านทานแรงดึง	$ksi$
$\sigma_y$	ความต้านทานแรงดึงคราก	$ksi$
$\sigma_t$	ความเค้นออกแบบ	$N / mm^2$
$\sigma_{td}$	ความเค้นออกแบบสำหรับแรงดึง	$N / mm^2$
$\lambda_w$	มุมหลักของซัคเพื่อหนอน	$degree$
$\epsilon$	ค่า Absolute roughness	
$\nu$	ความหนืดเชิงจลน์	$Pa \cdot s$
$A$	พื้นที่รับแรงเฉือน	$mm^2$
$b$	ความหนาของเฟืองหนอน	$mm$
$C$	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง	$m$
$C_D$	สัมประสิทธิ์แรงดูด	
$d_1$	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกถึง	$m$
$d_2$	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในถึง	$m$
$d_g$	หาเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของเฟืองหนอน	$mm$
$d_w$	เส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์	$mm$
$D$	เส้นผ่านศูนย์กลางของใบกวน	$m$
$E$	โมดูลัสความยืดหยุ่นของเหล็ก	$N / m^2$
$f$	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	
$f_\mu$	ตัวประกอบค่าลึงที่แปรตามความหนืดของของเหลว	
$F$	แรง	$N$

### ลำดับสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
$F_d$	แรงพลวัต	$N$
$F_D$	แรงจุดเนื่องจากแรงดัน	$N$
$F_t$	ค่าแรงที่ส่งผ่านของเฟืองเฉียง	$N$
$g$	ค่าความเร่ง เท่ากับ 9.81	$m/s^2$
$h$	ความสูงของถัง	$m$
$h_f$	Head loss	$ft$
$I$	โมเมนต์ความเฉื่อยของเหล็ก	$m^4$
$k_w$	ค่าคงที่ประกอบสมการขึ้นอยู่กับชนิดเหล็ก และค่ามุกคนอนมัด	
$K$	ค่ามาตรฐานการใช้งานของเกลียวตัวหนอน	
$L$	เหล็กของเฟือง	$m$
$L_b$	ความยาวของเกลียวตัวหนอน	$mm$
$L_c$	ความยาวสมมูล	$m$
$m_w$	อัตราทดของชุดเฟืองหนอน	
$M, m$	น้ำหนักของสารเคมี	$kg$
$N_y$	ค่าความปลอดภัยที่ใช้งาน	
$n_1$	ความเร็วรอบของมอเตอร์	$rpm$
$n_2$	ความเร็วรอบที่ต้องการ	$rpm$
$n_g$	จำนวนรอบของเฟืองในหนึ่งวินาที	$rpm$
$N$	ความเร็วรอบของใบกวน	$rpm$
$N_g$	จำนวนฟันของเฟืองหนอน	ฟัน
$N_p$	ตัวเลขกำลังหรือตัวประกอบกำลัง	
$N_w$	จำนวนปากของเกลียวตัวหนอน	ปาก
$N_{Re}$	ตัวเลขเรย์โนลด์ของใบกวน	
$P$	กำลังที่ใช้ขับใบกวน	$kW$

## ค่าสัมบูรณ์ลักษณะ(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
$P_a$	แอมป์เรียดพิคซ์	mm
$P_n$	นอมัลเซอควลาพิคซ์	mm
$Q$	อัตราการไหล	ft <sup>3</sup> / s
$R$	Reynolds's number	
$t$	ความหนาของถัง	mm
$U$	ความเร็วของของเหลวในขณะนั้น	m / s
$V$	ปริมาตรของสารเคมี	m <sup>3</sup>
$w$	ความถี่ของไบกวาน	m
$y$	ค่าตัวประกอบสมการของลูอิส	