การศึกษาระบบบำบัดไอน้ำควบแน่นเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเคมีขนาดกลาง

STUDY OF STEAM CONDENSATION TREATMENT SYSTEM TO GENERATE STEAM FOR MEDIUM-SIZED PETROCHEMICAL PLANT

อภินันท์ สีเขียว

APINAN SEEKHIEO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-EN-M-027-158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY OF STEAM CONDENSATION TREATMENT SYSTEM TO GENERATE STEAM FOR MEDIUM-SIZED PETROCHEMICAL PLANT

APINAN SEEKHIEO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2023

KMITL-2023-EN-M-027-158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาระบบบำบัดไอน้ำควบแน่นเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเคมีขนาดกลาง
นักศึกษา	นายอภินันท์ สีเขียว
รหัสประจำตัว	64601168
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ

บทคัดย่อ

ในโรงงานอุตสาหกรรมเคมีขนาดเล็กและขนาดกลางของประเทศไทย โดยเฉพาะโรงงานที่ตั้งภายในนิคมอุตสาหกรรมเคมี มีการซื้อน้ำเพื่อใช้สำหรับผลิตไอน้ำจากผู้จำหน่ายภายนอกเพื่อส่งเข้าหน่วยเผาไหม้เพื่อผลิตไอน้ำ และ เมื่อไอน้ำที่ใช้แล้วเกิดการควบแน่นก็จะทำการขายคืนแก่ผู้จำหน่าย จากการตรวจสอบพบว่าน้ำที่ทำการบำบัดนำกลับมาใช้หมุนเวียน สามารถลดต้นทุนมากกว่าการซื้อจากผู้ขายภายนอกเพื่อมาใช้ทั้งหมด

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเรื่องการศึกษา/ปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อนำกลับมาใช้งานให้ได้อย่างเหมาะสม ด้วยการสร้างหน่วยบำบัดน้ำขนาดย่อย เพื่อนำไปสู่การลดต้นทุนการดำเนินการของโรงงาน อุปกรณ์หลักที่มีความจำเป็นกับหน่วยบำบัดน้ำนี้จะประกอบด้วย ตัววิเคราะห์คุณภาพน้ำ, อุปกรณ์ควบคุมการทำงานย่อย, ระบบกำจัดออกซิเจนและระบบปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง เพื่อใช้ในตรวจวัดและการควบคุมระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำได้ที่ช่วงเวลาใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study of Steam Condensation Treatment System to Generate Steam for Medium-Sized Petrochemical Plant
Student	Mr. Apinan Seekhieo
Student ID.	64601168
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical and Computer Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Sirichai Tammaruckwattana

ABSTRACT

In Thailand's petrochemical industrial estate which has a small or medium-size plant, boiler feed water is bought from the external boiler feed water provider to use in an incinerator to make steam for plant use, and the steam condensate water that comes after the incinerator process is sold back to the provider as well. The cost gap between bought water and sold water is considered a waste since the income gained from selling post-boiled water is less than expenses from bought water. In this thesis to improve the steam condensate water quality and reuse the water has been proposed. This application is to be considered to build the steam condensate treatment unit for treating water potential to reduce the overall operation cost (OPEX). The online analyzer is being used to control the chemical dosing package via a plant control system to check the quality of water and treat it in real-time so the water can be reused.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับกรุณาจากบุคคลผู้มีพระคุณหลายท่านที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ตลอดจนแนวความคิดทางวิชาการอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และความร่วมมือของบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และกรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนดูแลเอาใจใส่ ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร.วันชัย ริ้วรุจา และ รศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา ชี้แนะการทำงานวิจัย ความช่วยเหลือ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์ และอาจารย์ท่านอื่นๆ ตลอดจนสมาชิก ในห้องปฏิบัติการ Sirichai Lab ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในด้านต่างๆ อีกทั้งยังเป็นกำลังใจที่ดีให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษาและทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และเพื่อนๆ ที่สนับสนุน ช่วยเหลือ และคอยเป็นกำลังใจ ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ได้มอบความรู้และประสบการณ์ด้านต่างๆ ให้แก่ข้าพเจ้า

และขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้โอกาสในการศึกษาต่อจวบจนทำวิจัยและวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างที่มุ่งมั่น ตั้งใจ ได้เป็นผลสำเร็จ

อภินันท์ สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 3

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 3

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ 5

2.1 กล่าวนำ 5

2.2 ระบบบำบัดไอน้ำควบแน่นเพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ 6

2.2.1 ระบบอุปกรณ์เครื่องมือวัดเพื่อรู้คุณสมบัติของน้ำก่อนและหลังการปรับปรุง 6

2.2.2 ระบบการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำและควบคุมค่าความเป็นกรด/ด่าง 19

2.2.3 ระบบควบคุมและแสดงผลการทำงาน 21

2.2.4 ระบบป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 24

3.1 กล่าวนำ 24

3.2 คุณสมบัติน้ำนำเข้าจากภายนอกเพื่อผลิตไอน้ำ 24

3.2.1 คุณสมบัติน้ำนำเข้าตามข้อกำหนดของโรงงาน 24

3.2.2 คุณสมบัติน้ำนำเข้าจากการเก็บตัวอย่างของน้ำที่โรงงาน 25

3.2.3 ปริมาณของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ 25

3.3 คุณสมบัติของไอน้ำควบแน่นส่งออกเพื่อบำบัดภายนอก 26

3.3.1 คุณสมบัติน้ำนำเข้าตามข้อกำหนดของโรงงาน 26

3.3.2 คุณสมบัติไอน้ำควบแน่นจากการเก็บตัวอย่างของน้ำที่โรงงาน 27

3.3.3 ปริมาณของไอน้ำควบแน่นเพื่อส่งขายคืนผู้จัดหา 27

3.4 การศึกษาทางเลือกและการออกแบบระบบปรับคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ 28

3.4.1 การตั้งเป้าหมายหลักของการออกแบบระบบ 28

3.4.2 แผนภาพขบวนการทำงานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ 29

3.5 การพิจารณาอุปกรณ์หลักเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพไอน้ำควบแน่น 31

บทที่ 4 ผลของการดำเนินงาน 40

4.1. การเปรียบเทียบต้นทุนการออกแบบและจุดคุ้มทุนเบื้องต้น 40

4.2. การคิดต้นทุนเบื้องต้นของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ 40

4.3. จุดคุ้มทุนเบื้องต้นของการสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลสรุปและข้อเสนอแนะ 45

5.1. บทสรุป 45

5.2. ข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยต่อ 45

เอกสารอ้างอิง 46

ภาคผนวก 47

บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ 48

ประวัติผู้เขียน 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ. 8
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ....9
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าความนำไฟฟ้า.... 11
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าค่าไฮโดรคาร์บอนในน้ำ.... 12
ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ.... 15
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ระบบ 15
ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าระดับของเหลวในถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ.... 17
ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติเบื้องต้นของอุปกรณ์ควบคุมอัตราน้ำไหลเข้าระบบ.... 18
ตารางที่ 3.1 ค่าคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ.... 25
ตารางที่ 3.2 ค่าการเก็บตัวอย่างคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ.... 25
ตารางที่ 3.3 ค่าของปริมาณน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ.... 26
ตารางที่ 3.4 ค่าคุณสมบัติของไอน้ำควบแน่นส่งออกไปยังผู้จัดหาน้ำ.... 27
ตารางที่ 3.5 ค่าการเก็บตัวอย่างคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ.... 27
ตารางที่ 3.6 ค่าของปริมาณไอน้ำควบแน่นเพื่อส่งคืนผู้จัดหา.... 28
ตารางที่ 4.1 รายการอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ.... 41
ตารางที่ 4.2 การศึกษาราคาอุปกรณ์จากข้อมูลเบื้องต้น 42
ตารางที่ 4.3 การคำนวนค่าใช้จ่ายการซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ.... 43
ตารางที่ 4.4 การคำนวนค่าใช้จ่ายการซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำในกรณีใช้น้ำ 100,000 ลูกบาศ์เมตร/ปี.... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 การผลิตไอน้ำในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง 2
รูปที่ 2.1 ภาพรวมของระบบบำบัดหมุนเวียนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ 5
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพของน้ำ 6
รูปที่ 2.3 การติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในสารละลาย 8
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างอุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในสารละลายในระบบ 9
รูปที่ 2.5 การติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด/ด่าง และ ค่าความนำไฟฟ้า 10
รูปที่ 2.6 อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณ ความเป็นกรด/ด่าง และ ค่าความนำไฟฟ้าในระบบ 11
รูปที่ 2.7 การติดตั้งเครื่องมือวัดค่าไฮโดรคาร์บอนในน้ำและวัดปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ 13
รูปที่ 2.8 อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณ ปนเปื้อนของสารไฮโดรคาร์บอนในระบบ 14
รูปที่ 2.9 การติดตั้งเครื่องมือวัดค่าอัตราการไหลของน้ำควบแน่นเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ 16
รูปที่ 2.10 การติดตั้งเครื่องมือวัดระดับของน้ำควบแน่นเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ 17
รูปที่ 2.11 การติดตั้งวาล์วเพื่อเติมน้ำเข้าถังเพื่อปรับปรุงคุณภาพ 19
รูปที่ 2.12 ระบบเติมสารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน และการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง 21
รูปที่ 2.13 การเชื่อมโยงสัญญาณและอุปกรณ์ใหม่เข้ากับระบบควบคุมส่วนกลาง 22
รูปที่ 2.14 การเชื่อมโยงสัญญาณและอุปกรณ์ใหม่เข้ากับระบบป้องกันส่วนกลาง 23
รูปที่ 3.1 การวางตำแหน่งของระบบปรับคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำในระบบโรงงานเดิม 29
รูปที่ 3.2 รายละเอียดของหน่วยระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ 30
รูปที่ 3.3 ระบบการทำงานของระบบเติมสารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน 33
รูปที่ 3.4 ระบบการทำงานของระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง 34
รูปที่ 3.5 ถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ 35
รูปที่ 3.6 ปั๊มป้อนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ 36
รูปที่ 3.7 กลุ่มของระบบควบคุมการทำงาน 38
รูปที่ 3.8 กลุ่มของระบบป้องกันความสูญเสีย 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

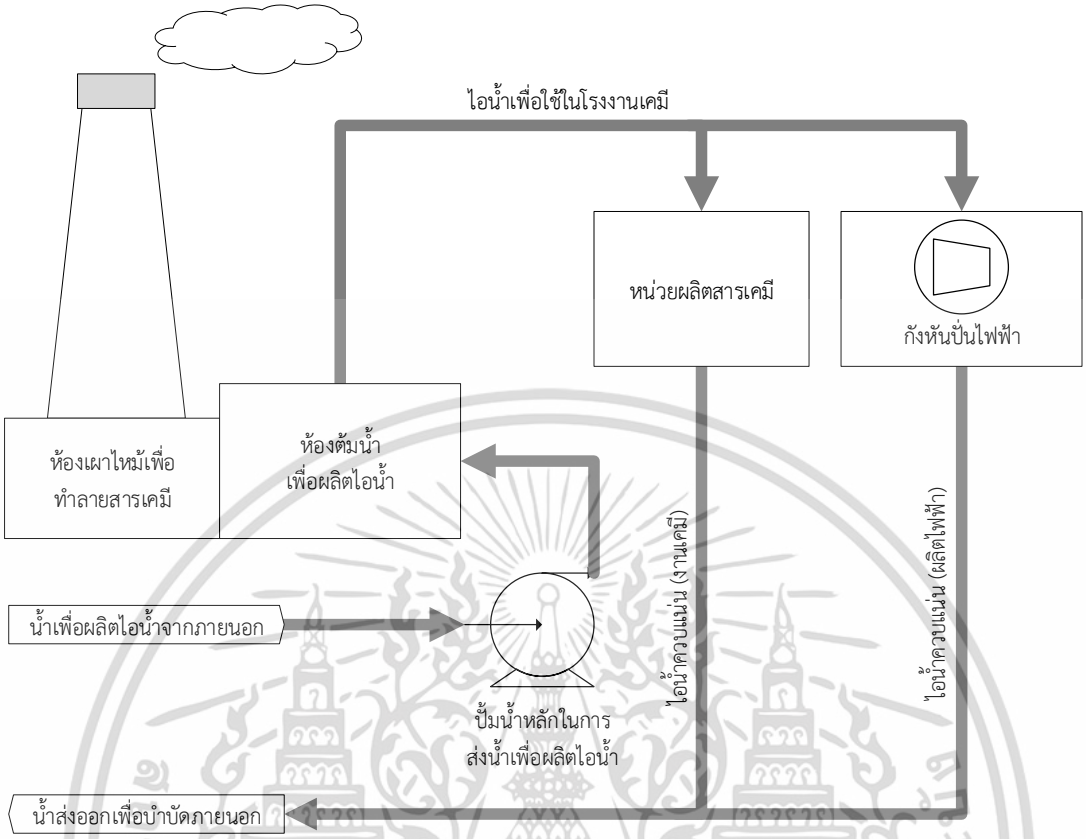
ในอุตสาหกรรมเคมีขนาดเล็ก และ ขนาดกลางในนิคมอุตสาหกรรมในประเทศไทยนั้นน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ จะถูกซื้อและจัดส่งผ่านทางระบบท่อมาจากภายนอกโดยบริษัทผู้ผลิตน้ำเฉพาะทาง เพื่อใช้งานทั่วไป รวมถึงเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ผ่านหน่วยเผาไหม้เพื่อผลิตไอน้ำ ได้ถูกส่งไปใช้งานที่หน่วยต่างๆของโรงงานไม่ว่าจะเป็นการให้ความร้อน ปั๊มไอน้ำ หรือ กังหันไอน้ำ เป็นต้น ไอน้ำควบแน่นที่เกิดจากการใช้งานจะถูกรวบรวมเพื่อส่งขายคืนแก่ผู้จำหน่ายน้ำโดยปราศจากการบำบัดภายในโรงงาน ดังแสดงตามรูปที่ 1.1

โรงงานอุตสาหกรรมเคมีที่เราเข้าไปทำการศึกษา ถือว่าเป็นโรงงานขนาดกลางด้วยพื้นที่ประมาณ 3 แสนตาราเมตร ที่กำลังการผลิตสารเคมีได้ที่ 100,000 Ton/Year (การพิจารณาขนาดของโรงงานเบื้องต้นดังนี้: โรงงานขนาดใหญ่จะมีขนาดการผลิตมากกว่า 500,000 ton/year และ โรงงานขนาดเล็กจะมีขนาดการผลิตมากกว่า 20,000 Ton/Year)

เป็นที่ทราบและเข้าใจโดยทั่วกัน การที่จะก่อสร้างโรงงานนั้นจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาออกแบบก่อสร้างให้ประหยัดการลงทุนให้ได้มากที่สุด ถ้ามองลงไปที่ระบบผลิตไอน้ำนั้นการสร้างระบบหมุนเวียนเพื่อบำบัดน้ำแบบเต็มรูปแบบที่ประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ เช่น ถังเพื่อแยกอากาศออกจากน้ำ, หม้อต้มเพื่อผลิตไอน้ำ, ปั๊มน้ำป้อนเพื่อผลิตไอน้ำ, หน่วยเติมสารเคมี, ระบบกรองน้ำ, เครื่องมือวัด/วิเคราะห์, เครื่องมือที่ใช้ควบคุมปลายทาง และ ระบบควบคุมมีต้นทุนรวมในการก่อสร้างโรงงาน สูงจนอาจจะทำให้ยากต่อการที่จะขออนุมัติในการก่อตั้งโรงงานนั้นได้ ซึ่งจะพบว่า โรงงานปิโตรเคมีขนาดเล็กและขนาดกลาง จะใช้วิธีการซื้อน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำจากภายนอกโรงงาน และ ส่งไอน้ำควบแน่นจากการใช้ในโรงงานกลับขายคืนเพื่อบำบัดออกภายนอก เพราะจะช่วยลดต้นทุนวันก่อสร้างโรงงานได้มากที่สุด

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ โดยพัฒนาให้เป็นหลักการออกแบบเพื่อลดการส่งไอน้ำควบแน่นไปบำบัดภายนอก ซึ่งส่งผลให้โรงงานต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายซ้ำซ้อนและยังเป็นการช่วยบริหารทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดผลประโยชน์กับโรงงานสูงสุด ผู้วิจัยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาการออกแบบเพิ่มเติมระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำใหม่เพื่อลดต้นทุนการบริหารการผลิตรวมของโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง ทำให้การใช้น้ำในโรงงานประะหยัดและมีประสิทธิภาพที่มากขึ้น สำหรับการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนอย่างมีประสิทธิภาพ มีการศึกษาจำนวนมากแต่การศึกษานี้จะเน้นที่การวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 การผลิตไอน้ำในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อเสนอวิธีที่จะสามารถหมุนเวียนและนำไอน้ำควบแน่นภายในโรงปิโตรเคมีขนาดกลางที่โดยปกติไม่มีระบบบำบัดน้ำภายในโรงงาน ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการซื้อน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำจากภายนอกและพยายามหมุนเวียนไอน้ำควบแน่นให้มากที่สุดแทนที่การส่งออกไปบำบัดภายนอก ด้วยการพิจารณาเพิ่มหน่วยบำบัด/ควบคุมคุณภาพน้ำเบื้องต้น โดยพยายามออกแบบพิจารณาเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่สามารถจะนำไปใช้งานจริง และให้เห็นในภาพรวมของต้นทุนการก่อสร้างหน่วยบำบัดเปรียบเทียบกับการซื้อน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำจากภายนอก เป็นภาพรวมในเชิงเศรษฐศาสตร์ของการพิจารณาออกแบบหน่วยบำบัดนี้

การวิเคราะห์และศึกษาจะประกอบไปด้วย ขบวนการทำงานของระบบเบื่องต้น ชุดเครื่องมือวัด/วิเคราะห์ , เครื่องมือที่ใช้ควบคุมปลายทาง, ระบบเติมสารเคมี, ระบบควบคุม และ ระบบป้องการความเสียหาย เมื่อได้ภาพรวมทั้งหมดแล้ว ก็ใช้เพื่อตรวจสอบกับโรงงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ร่วมกับขบวนการทำงานเดิมของโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับสุดท้าย คือ การเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมีการกล่าวถึง อุปกรณ์ที่มีความจำเป็น การพิจารณาเงินลงทุนเบื้องต้น และ จุดคุ้มทุนที่โรงงานปิโตรเคมีขนาดกลางจะได้รับในระยะยาว ไม่ว่าจะเป็นการลดต้นทุน/การลดรายจ่าย และเสถียรภาพของโรงงาน รวมถึงความน่าเชื่อถือของระบบหลัก ผลลัพธ์ของการศึกษาจะกล่าวถึงในบทถัดๆ ไป

1.3 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การออกแบบและสร้างระบบเพื่อหมุนเวียนการใช้น้ำและพลังงานเป็นที่แพร่หลายในปัจจุบันเพราะเป็นการประหยัดและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ภายในโรงงานให้คุ้มค่าที่สุด ซึ่งระบบที่ใช้งานในปัจจุบันของโรงงานผลิตสารเคมีขนาดกลางและขนาดเล็ก จะใช้การซื้อน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำจากภายนอก และ ส่งไอน้ำความแน่นออกไปบำบัดภายนอกโรงงาน เพื่อเป็นการลดต้นทุนการปฏิบัติการของโรงงานให้ลดลงเท่าที่จะทำได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการออกแบบระบบบำบัดและหมุนเวียนไอน้ำควบแน่นเบื้องต้น เพื่อให้เป็นการหมุนเวียนภายใช้ในโรงงาน แทนที่จะซื้อน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำทั้งหมดจากภายนอกโรงงาน ซึ่งระบบบำบัดไอน้ำควบแน่นที่ทำการเลือกใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ระบบกำจัดออกซิเจน และ ระบบปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง ระบบบำบัดนี้จะถูกออกแบบการใช้งานควบคู่กับระบบน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำจากภายนอกโรงงานเดิม เพื่อทำงานเสริมซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดความซับซ้อน และมีค่าใช้จ่ายน้อย

ระบบการบำบัดหมุนเวียนการใช้น้ำเพื่อผลิตไอน้ำนั้น จากที่ศึกษามาพบว่าระบบดังกล่าวยังขาดการนำมาใช้งานในโรงงานผลิตสารเคมีขนาดกลางและเล็ก ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำการออกแบบเพื่อให้เห็นถึงความคุ้มค่าที่จะออกแบบและนำมาใช้ในระบบเพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพและความคุ้มทุนที่มากขึ้น

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการศึกษาระบบบำบัดไอน้ำควบแน่นเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเคมีขนาดกลาง โดยใช้ ระบบกำจัดออกซิเจน และ ระบบปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง รวมถึงอธิบายระบบการหมุนเวียนเพื่อการทำงานร่วมกันของระบบการทำงานเดิมของโรงงาน และ ระบบหมุนเวียนปรับคุณภาพไอน้ำควบแน่นใหม่ เพื่อศึกษาให้ได้ข้อมูลมาเปรียบเทียบกันของการทำงาน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของระบบ รวมถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของระบบหมุนเวียนปรับคุณภาพไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบแน่น เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและมีประสิทธิภาพ

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บท โดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ และรายละเอียดในบทต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์แต่ละบท

บทที่ 2 กล่าวถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความจำเป็นในระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ตั้งแต่เครื่องมือวัด/วิเคราะห์, เครื่องมือที่ใช้ควบคุมปลายทาง, ระบบกำจัดออกซิเจน, ระบบปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง, ระบบควบคุม, ระบบป้องกัน เพื่อนำมาออกแบบติดตั้งระบบและได้ถูกนำมาอธิบายหลักการการทำงานเบื้องต้น เนื้อหาจะอธิบายในบทนี้ ผ่านการพิจารณาทางเทคนิคเพื่อความเหมาะสมในการเลือกใช้งานตามรูปแบบเฉพาะ

บทที่ 3 กล่าวถึงการสำรวจคุณสมบัติ และ ปริมาณของน้ำในระบบ เพื่อทราบถึงคุณลักษณะปัจจุบันของน้ำที่ใช้ในระบบการผลิตไอน้ำ ทั้งน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ และ ไอน้ำควบแน่น ไม่ว่าจะเป็นการสืบค้นจากการออกแบบเดิมตั้งแต่ก่อสร้างโรงงาน และการเก็บตัวอย่างของน้ำจากสถานที่จริงเพื่อให้ได้ผลจากห้องทดลอง โดยตัวแปรที่ได้มานั้นจะถูกใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการเป็นตัวแปร/การออกแบบ/การกำหนดเงื่อน ในการพิจารณาระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

บทที่ 4 กล่าวถึงการศึกษาทางเลือกเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ เพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ให้เกิดการหมุนเวียนและนำกลับมาใช้งานภายในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลางให้มากที่สุด โดยที่การพิจารณานั้นจะต้องพิจารณาภาพรวมของโรงงาน โครงสร้างพื้นฐานเดิมของโรงงาน ให้สามารถทำงานได้ในแต่ละส่วน ทำงานร่วมกันกับระบบเดิมของโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้ได้ผลลัพธ์ของการทำงานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำตามเป้าหมายที่วางไว้

บทที่ 5 กล่าวถึง ภาพรวมของการเปรียบเทียบต้นทุนของการออกแบบและจุดคุ้มทุนเบื้องต้นของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ เพื่อหมุนเวียนนำกลับมาใช้ในการผลิตไอน้ำ และผลลัพธ์ที่ได้ของระบบวิทยานิพนธ์

บทที่ 6 กล่าวถึงประเด็นอภิปรายอย่างครอบคลุมตามผลลัพธ์ที่ได้ดำเนินการ และผลการวิจัยที่ได้รับจะชี้แจงในรายละเอียดในบทนี้

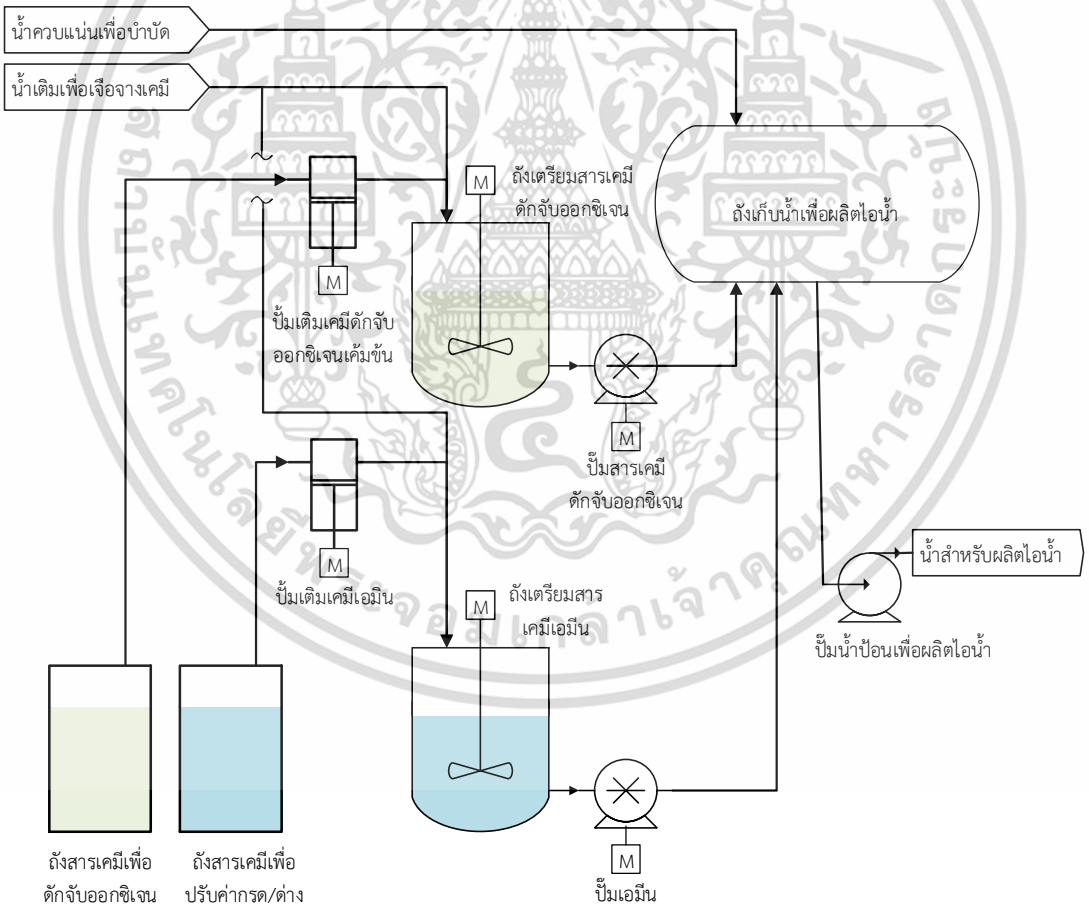
ภาคผนวก ก บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวกับน้ำที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ และ การปรับปรุงคุณภาพของไอน้ำควบแน่นเพื่อให้สามารถนำกลับมาหมุนเวียนในการผลิตไอน้ำได้อีกครั้ง หรือเรียกว่า ระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ด้วยกรรมวิธีของ ระบบกำจัดออกซิเจนและระบบปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง ดังแสดงตามรูปที่ 2.1 เพื่อใช้ควบคุมปริมาณของออกซิเจนในน้ำและควบคุมค่าความเป็นกรด/ด่างให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งระบบที่ได้กล่าวมาในข้างต้นเป็นส่วนสำคัญในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้



รูปที่ 2.1 ภาพรวมของระบบบำบัดหมุนเวียนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ

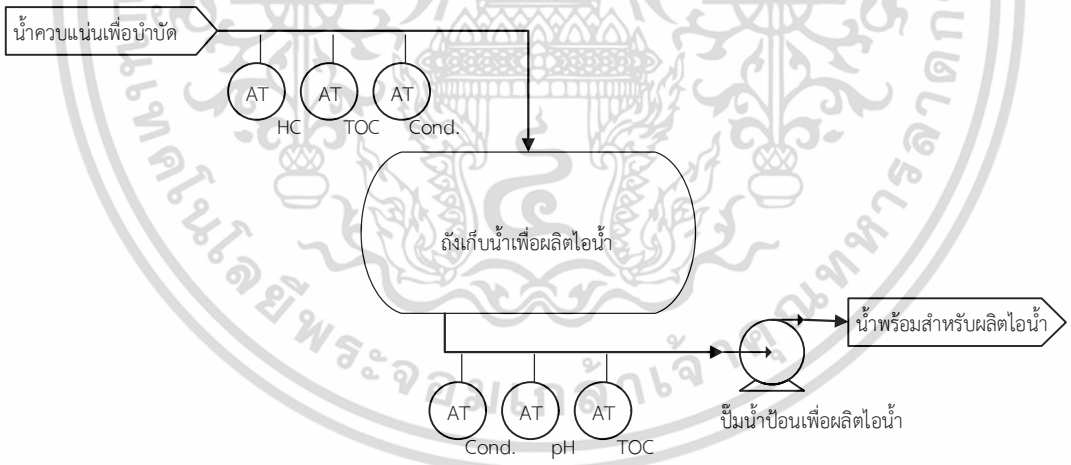
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบบำบัดไอน้ำควบแน่นเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

การแบ่งแยกส่วนต่างๆ ของระบบหมุนเวียนระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำเพื่อให้สามารถหมุนเวียนนำไอน้ำควบแน่นกลับมาใช้ได้อีก ถูกแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ได้ ดังนี้

2.2.1 เครื่องมือวัดคุณสมบัติของน้ำก่อนและหลังการปรับปรุง

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ โดยมีสิ่งที่ต้องทำการควบคุม คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ และ ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ ดังนั้นเครื่องมือที่มีความจำเป็นที่ต้องติดตั้งในระบบมีดังนี้ เครื่องมือวัด/วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ ดังแสดงตาม [1] รูปที่ 2.2 เพื่อที่จะทำให้ทราบถึงผลของการปรับปรุงคุณภาพของน้ำว่าตรงตามข้อกำหนดของโรงงานหรือไม่ ทั้งนี้ยังมีอุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญเพื่อให้ระบบทำงานอย่างต่อเนื่อง คือ เครื่องมือวัดอัตราการไหล, เครื่องมือวัดระดับของเหลว, วาล์วควบคุมอัตราการไหลในระบบ และ สุดท้ายคือเครื่องมือวัด [1] เพื่อที่จะป้องกันความเสียหายในกรณีที่มีความผิดปกติ/การปนเปื้อนเข้าสู่ระบบ ซึ่งการเลือกประเภทและการทำงานของเครื่องมือวัดที่เหมาะสม จึงมีความจำเป็นอย่างมาก โดยมีคุณสมบัติดัง ตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การพิจารณาการเลือกคุณสมบัติเบื้องต้นของทุกอุปกรณ์

รายละเอียด	ข้อกำหนดเบื้อต้น
ของเหลวที่ทำการวัด	เพื่อเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของสาร
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่มีความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	อุณหภูมิที่จุดวัดต้องมีการแจ้งชัดเจนเพราะมีความเป็นไปได้ว่าระบบทำความเย็นอาจมีความจำเป็นเพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือวัด
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	ค่าความดันในระบบเพื่อเลือกลักษณะการติดตั้ง
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	เพื่อให้เหมาะกับระบบที่จะใช้ในการควบคุม (4-20mA และดิจิตอล)

การกำหนดคุณสมบัติและรายละเอียดของเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับใช้ในการวัดและควบคุมระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง มีรายระเอียดมีดังต่อไปนี้

1) <u>เครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ</u>

จากการออกแบบระบบที่ต้องมีการวัดและควบคุมปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำอย่างต่อเนื่องนั้น [2] การละลายของออกซิเจนในน้ำเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำว่าเป็นอย่างไร ซึ่งในการออกแบบระบบผลิตไอน้ำของโรงงานมีการกำหนดปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อยู่ที่ไม่เกิน 0.01 ppm ดังนั้นจึงมีการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องมือสำหรับการวัดดังนี้

ในการกำหนดรายละเอียดของเครื่องมือวัดปริมาณการละลายของออกซิเจนในของเหลวนั้นมีข้อสังเกตุคือ ย่านการวัดที่ใช้ในการควบคุมควรที่จะต่ำกว่าค่าที่ยอมรับในการใช้งานจริงเพื่อให้แน่ใจว่าการวัดและควบคุมมีค่าที่เหมาะสม, คาบเวลาของการวัด มีความจำเป็นอย่างมากเพราะทำให้แน่ใจได้ว่าข้อมูลที่ได้มาถูกตรวจสอบอย่างต่อเนื่องและสามารถเปรียบเทียบกับค่าจริงทำให้ทราบถึงความล่าช้าของข้อมูลการวัด เพื่อปรับค่าเพื่อการเติมสารเคมีในระบบ และ เพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวว่ามีความน่าเชื่อถือของการวัดและควบคุมของระบบโดยรวมหรือไม่

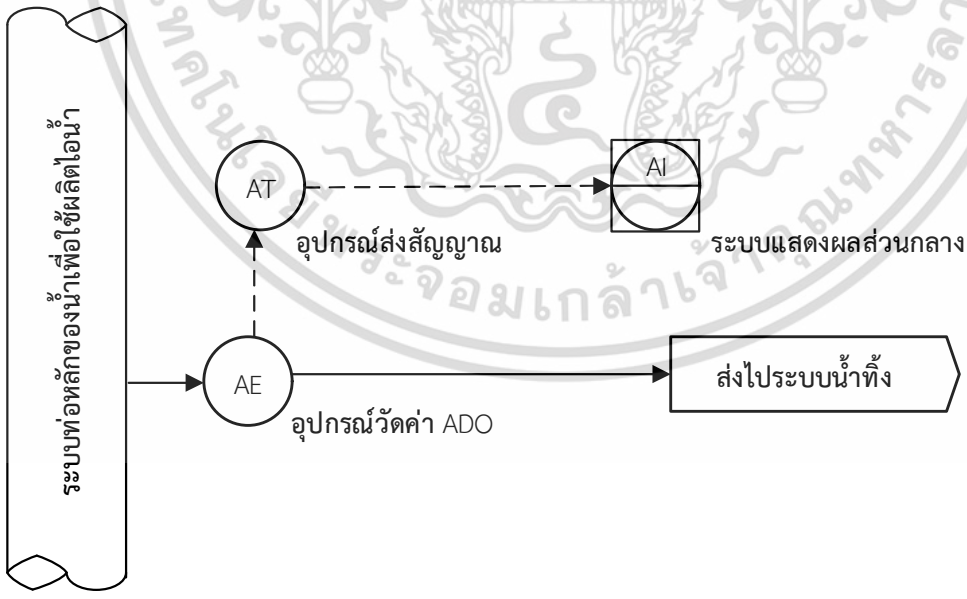
โดยวิธีการวัดด้วยการปล่อยของเหลวผ่านเครื่องมือเพื่อวัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งค่าที่วัดได้จะแปรผันไปตามกระแสไฟฟ้าที่ทำปฏิกิริยากับของเหลว เพื่อนำค่าที่วัดอย่างต่อเนื่องมาใช้ในการพิจารณาคุณสมบัติและเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยสัญญาณและอุณหภูมิจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมเครื่องแสดงผลการละลายของออกซิเจนในของเหลวโลคอลอินดิเคเตอร์ (Local Indicator) เพื่อใช้สำหรับการลดอุณหภูมิในระบบหล่อเย็น ซึ่งมีความจำเป็นในการยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือที่ใช้ในระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ และในปัจจุบันเครื่องมือสามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 50°C ดังนั้นการติดตั้งเครื่องมือวัดด้วยวิธีการดึงตัวอย่างน้ำจากจุดวัดออกมาภายนอกจะทำการลดอุณหภูมิของเหลวก่อนทำการวัดค่า โดยมีคุณสมบัติของเครื่องมือวัดดัง ตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ย่านการวัด	0 – 50 ppb (ย่านการควบคุม 0 – 0.005 ppm)
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่ความเสี่ยงการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟอุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	105 – 130 °C
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	2 – 3.5 Kg/cm^2
คาบเวลาการวัด (Response time)	30 sec. / Continuous
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 2% of Full scale
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA



รูปที่ 2.3 การติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์วิเคราะห์และ
ส่งสัญญาณ (Ex type)

อุปกรณ์วิเคราะห์และ
ส่งสัญญาณ (Panel type)

อุปกรณ์วัดค่า/เซนเซอร์
วัดปริมาณออกซิเจน

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างอุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในสารละลายในระบบ

2) <u>เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ</u>

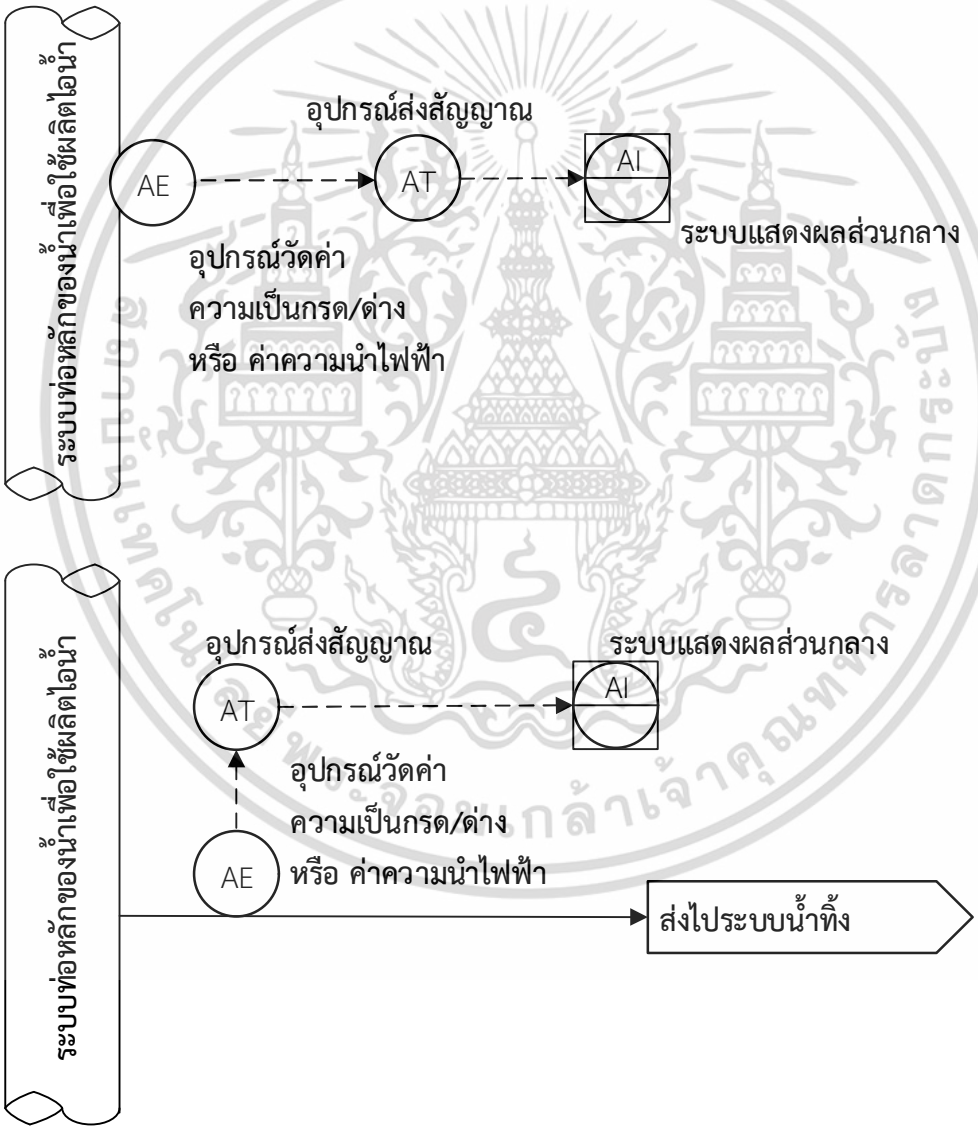
คุณสมบัติอย่างหนึ่งที่สำคัญ และต้องได้รับการควบคุมคือ ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ [6] เพราะคุณสมบัติของความเป็นกรด/ด่างของน้ำที่เหมาะสมนั้น ต้องไม่มีความเป็นกรด/ด่าง สูงเกินไป ที่จะนำมาซึ่งการกัดกร่อนวัสดุอุปกรณ์ภายในระบบหม้อต้มไอน้ำ/เตาเผา ดังนั้นช่วงของค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ ตามมาตรฐานของน้ำควรจะมีค่าที่เหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าและวิจัยข้อมูลของโรงงานปิโตรเคมีมีการกำหนดค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำไว้ ที่ช่วงค่า pH 8.5-9.5 ดังนั้น จึงมีการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องมือการวัดตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ย่านการวัด	pH 0 – 14 (ย่านการควบคุม 7.5-9.5)
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่มีความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	105 – 130 °C
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	2 – 3.5 Kg/cm^2
คาบเวลาของการวัด	30 sec. / Continuous
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 0.2 pH
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกำหนดคุณสมบัติของเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ โดยมีหลักคือการวัดปริมาณของไฮโดรเจนไอออนในสารละลายผ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเทียบกับอิเล็กโทรดหัววัดอ้างอิง โดยย่านการวัดแบบต่อเนื่องที่ใช้ในการควบคุมเต็มย่านจะอยู่ในช่วง คือ pH 0 – 14 เพื่อใช้ในการควบคุม และเติมสารเคมี ด้วยค่าอุณหภูมิที่ใชในควรไม่เกิน 130°C ดังนั้นสามารถเลือกติดตั้งเครื่องมือในการวัดแบบของเหลวผ่านอุปกรณ์โดยตรง และ แบบติดตั้งสอดแกนที่ผิวของท่อ โดยการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ดังแสดงตามรูป ที่ 2.5 และ รูปที่ 2.6 [3] ตามความเหมาะสมของการใช้งานและดูแลรักษาต่อไป ซึ่งการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดและควบคุมในภาพรวมของระบบว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่



รูปที่ 2.5 การติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด/ด่าง และ ค่าความนำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์วัดค่า/เซนเซอร์
วัดความเป็นกรด/ด่าง

อุปกรณ์วัดค่า/เซนเซอร์
วัดค่าความนำไฟฟ้า

รูปที่ 2.6 อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณ ความเป็นกรด/ด่าง และ ค่าความนำไฟฟ้าในระบบ [9]

3) <u>เครื่องมือวัดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำ</u>

ค่าคุณสมบัติที่สำคัญและต้องได้รับการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาคือ ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำ [2] เพราะคุณสมบัติความนำไฟฟ้านั้นจะแสดงถึงการปนเปื้อนของสารต่างๆ ที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนประจุบวก/ลบ ได้รวมไปถึงของแข็งและโลหะหนักที่ละลายในน้ำ ดังนั้นพบว่าน้ำยิ่งสะอาดบริสุทธิ์จะส่งผลให้ค่าความนำไฟฟ้ายิ่งต่ำ จากการศึกษาโรงงานปิโตรเคมีได้มีการกำหนดค่าความนำไฟฟ้าจะต้องมีค่าไม่เกิน 8 µS/cm ดังนั้น จึงมีการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องมือการวัดตามตาราง ที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าความนำไฟฟ้า

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ย่านการวัด	0 – 20 µS/cm (ย่านการควบคุมต่ำกว่า 8 µS/cm)
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่ความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดได้
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	105 – 130 °C
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	2 – 3.5 Kg/cm^2
คาบเวลาของการวัด	30 sec. / Continuous
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 1.0 µS/cm
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกำหนดคุณสมบัติของเครื่องมือวัดค่าความนำไฟฟ้าหลักการเคลื่อนที่ของไอออนในอิเล็กโทรไลต์ภายใต้สนามแม่เหล็กที่กำหนด ค่าที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนและความเข้มข้นของไอออน เพื่อมาวิเคราะห์เป็นค่าความนำไฟฟ้า สำหรับตรวจสอบว่าค่าความนำไฟฟ้าควรไม่ให้เกินค่าที่กำหนด โดยการวัดค่าให้วัดแบบต่อเนื่อง เพื่อการควบคุมและเติมสารเคมี และอุณหภูมิที่ใชในการวัดไม่ควรเกิน 130°C ดังนั้นในลักษณะเดียวกับเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ ทำให้สามารถติดตั้งเครื่องมือวัดได้ทั้งแบบของเหลวผ่านอุปกรณ์โดยตรง และแบบติดตั้งสอดแกนที่ผิวของท่อ ตามความเหมาะสมของการใช้งานและการดูแลรักษาต่อไป ซึ่งการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดและควบคุมในภาพรวมของระบบว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่

4) <u>เครื่องมือวัดค่าไฮโดรคาร์บอนในน้ำ</u>

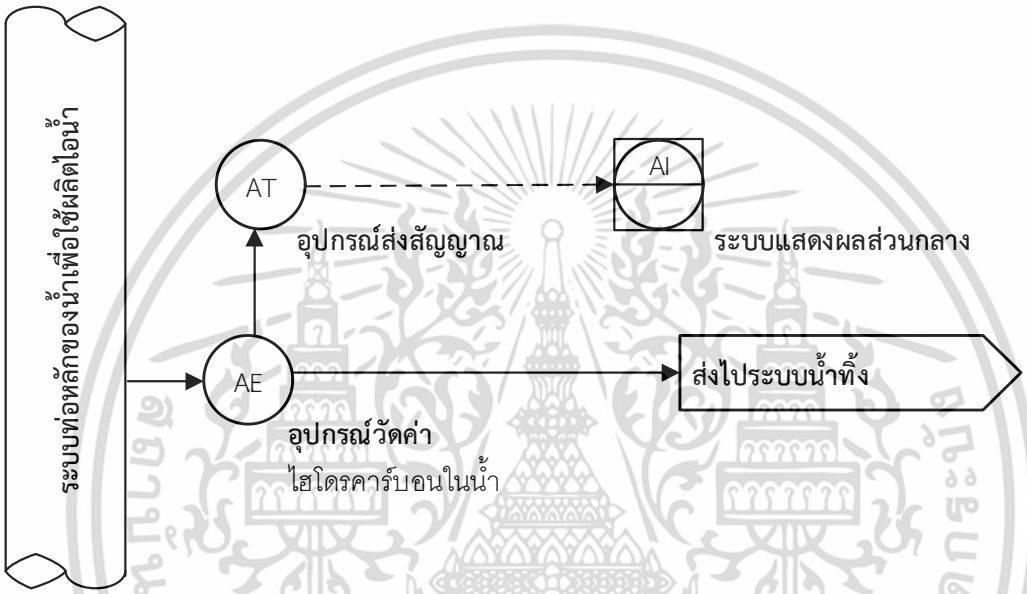
คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำโดยเฉพาะภายในโรงงานปิโตรเคมีจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วไหลปนเปื้อนของสารไฮโดรคาร์บอนในน้ำ เพราะสารไฮโดรคาร์บอนเป็นสารไวไฟติดระเบิดจะนำมาซึ่งความเสี่ยงของโรงงาน [2] โดยการวัดค่าการปนเปื้อนมีหน่วยเป็นปริมาณเปอร์เซ็นต์ของสารไวไฟขั้นต่ำที่ผสมในอากาศ ทำให้สามารถติดระเบิดได้ (%LEL) จากการศึกษาพบว่าโรงงานปิโตรเคมี มีการกำหนดค่าการวัดอยู่ในช่วง 0-100 %LEL (โดยระบบควรแจ้งเตือน และให้หยุดการทำงานที่ค่า 40 %LEL) ซึ่งการออกแบบระบบได้มีการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องมือการวัด ตามตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าค่าไฮโดรคาร์บอนในน้ำ

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ย่านการวัด	0 – 100 %LEL หรือ 0 – 5 ppm (ย่านการควบคุมต่ำกว่า 40 %LEL หรือ 2 ppm)
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่มีความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	105 – 130 °C
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	2 – 3.5 Kg/cm^2
คาบเวลาของการวัด	60 sec. / Continuous
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 4% of Full scale
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกำหนดคุณสมบัติของเครื่องมือวัดค่าการเปื้อนของสารไฮโดรคาร์บอนในน้ำ โดยมีหลักการเก็บตัวอย่างของน้ำโดยวิธีใช้แสงอัลตราไวโอเลต และระบบเมมเบรน ซึ่งมีการติดตั้งเครื่องมือด้วยลักษณะการเก็บตัวอย่างแบบต่อเนื่อง ดังนั้นการดึงตัวอย่างน้ำจากจุดวัดออกมาภายนอกเพื่อทำการลดอุณหภูมิก่อนทำการวัดค่า จึงถูกนำมาใช้กับระบบ และยังช่วยในการลดอุณหภูมิจากตำแหน่งที่ดึงของเหลวที่ทำการวัดด้วย ดังแสดงตามรูป ที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การติดตั้งเครื่องมือวัดค่าไฮโดรคาร์บอนในน้ำและวัดปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณ ปนเปื้อนของสารไฮโดรคาร์บอนในระบบ [10]

5) <u>เครื่องมือวัดปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ</u>

คุณสมบัติของน้ำที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำที่สำคัญอีกค่าหนึ่งคือน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ โดยการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ยิ่งมีปริมาณมาก ก็จะส่งผลกระทบแสดงถึงความไม่บริสุทธิ์ของน้ำ โดยการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในน้ำเกิดจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญ เช่น สารเคมีปิโตรเคมี และจากระบบน้ำอื่น ๆ ที่เข้ามาในระบบบำบัด ดังนั้นจึงมีการติดตั้งเครื่องมือวัดค่าการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ เพื่อตรวจจับการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ที่มาจากกระบวนการผลิตของโรงงานปิโตรเคมี โดยเครื่องมือวัดการปนเปื้อนของสารอินทรีย์มีรายละเอียดคุณลักษณะดังตาราง ที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ย่านการวัด	0 – 0.5 mg/l (ย่านการควบคุม 0.3 mg/l)
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่มีความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	105 – 130 °C
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	2 – 3.5 Kg/cm^2
คาบเวลาของการวัด	7 min. / Continuous
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 5% of Full scale
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA

ในการกำหนดคุณสมบัติของเครื่องมือวัดค่าปนเปื้อนของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ หลักการเก็บตัวอย่างสามารถเลือกวิธี ใช้แสงอินฟราเรด หรือ ใช้แสงอัลตราไวโอเลตในลักษณะเดียวกับการวัดค่าสารไฮโดรคาร์บอนในน้ำ จึงสามารถติดตั้งอุปกรณ์ใช้ลักษณะเดียวกันได้

6) <u>เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ</u>

ในการออกแบบการใช้งานระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำนั้น ปริมาณอัตราการไหลของน้ำมีความจำเป็นที่จะต้องทราบเพื่อใช้ในการควบคุมภาพรวมของระบบ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมระดับของน้ำในถัง รวมถึงการวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้งานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำอีกด้วย การกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องมือวัดดัง ตารางที่ 2.7

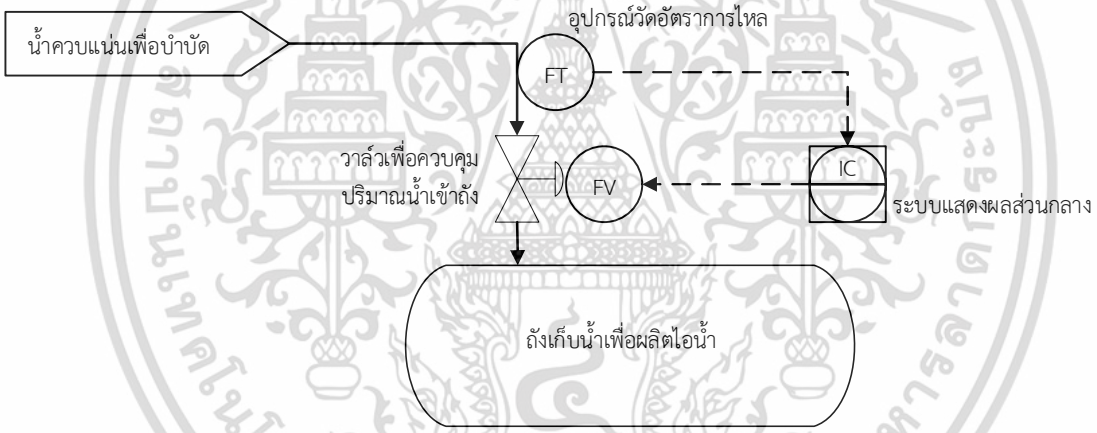
ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ระบบ

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ย่านการวัด	0 – 5,000 kg/hr
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่มีความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	105 – 130 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	62 - 67 Kg/cm^2
คาบเวลาของการวัด	1 sec. / Continuous
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 0.5% of Full scale
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA

จากคุณสมบัติข้างต้น ของไหลที่ต้องการวัดมีลักษณะสำคัญคือ ไม่มีของแข็งปน ค่อนข้างสะอาด อัตราการไหลต่อเนื่อง อุณหภูมิและค่าความดันปกติ พบว่าจากคุณสมบัติข้างต้นเครื่องมือ ที่เหมาะสมสำหรับการวัดนี้ คือ เครื่องมือวัดอัตราการไหลด้วยหลักการความดันแตกต่าง หรือ เครื่องมือวัดอัตราการไหลด้วยหลักการวอร์เท็ค [4] โดยเครื่องมือวัดจะต้องมีการติดตั้งไว้ที่ด้านขาเข้าของไอน้ำควบแน่นของโรงงานก่อนเข้าถังหลักเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ ดังแสดงตามรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การติดตั้งเครื่องมือวัดค่าอัตราการไหลของน้ำควบแน่นเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ

7) <u>เครื่องมือวัดระดับของเหลวในถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ</u>

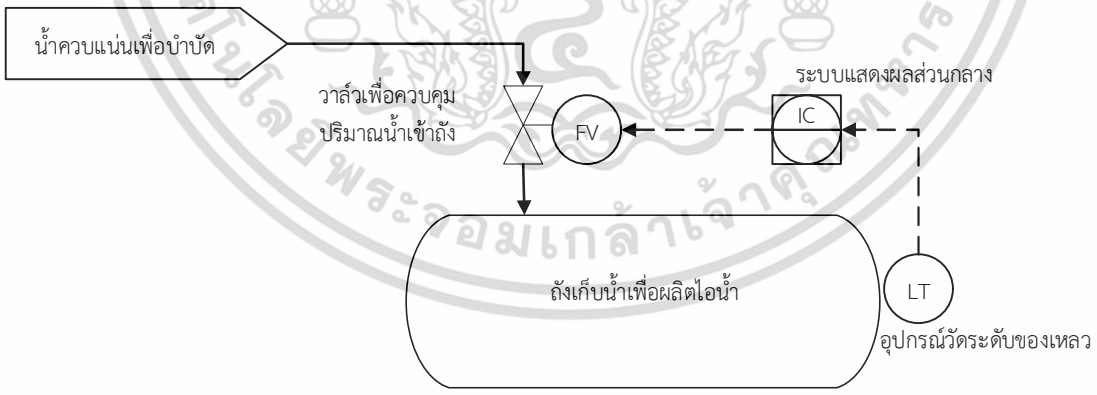
ในการออกแบบการใช้งานระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำนั้น ปริมาณของน้ำในถังต้องถูกควบคุมเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำในถังของระบบปรับปรุงคุณภาพมีน้ำอยู่เพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ทั้งยังเป็นตัวตรวจสอบปริมาณน้ำเพื่ออนุญาตให้ใช้ระบบปรับปรุงคุณภาพ และ เพื่อใช้ในการเติมน้ำเข้าถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงเห็นว่าด้วยความสำคัญข้างต้น ในการออกแบบได้มีการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องมือวัดโดยมีคุณสมบัติดัง ตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าระดับของเหลวในถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ

รายละเอียด	ค่าคุณสมบัติ
ย่านการวัด	0 – 100% หรือ 0 – 1,500 mm
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่มีความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำการวัด	105 – 130 °C
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำการวัด	3.5 Kg/cm^2
คาบเวลาของการวัด	1 sec. / Continuous
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 0.5% of Full scale
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA

จากคุณสมบัติข้างต้น ของเหลวที่ต้องการวัดมีลักษณะสำคัญของเหลวที่ค่อนข้างสะอาดไม่มีของแข็งเจือปน ขนาดของถังที่เลือกเบื้องต้นที่มีความสูงไม่เกิน 2 เมตร ค่าอุณหภูมิและค่าความดันปกติ เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการวัดนี้ คือ เครื่องมือวัดระดับของเหลวด้วยวิธีใช้ความดันแตกต่าง หรือเครื่องมือวัดระดับของเหลวด้วยวิธีแม่เหล็กเหนี่ยวนำ โดยมีการติดตั้งไว้ที่ด้านข้างของถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ ดังแสดงตามรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การติดตั้งเครื่องมือวัดระดับของน้ำควบแน่นเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) <u>วาล์วควบคุมปริมาณน้ำเพื่อเติมเข้าถังของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ</u>

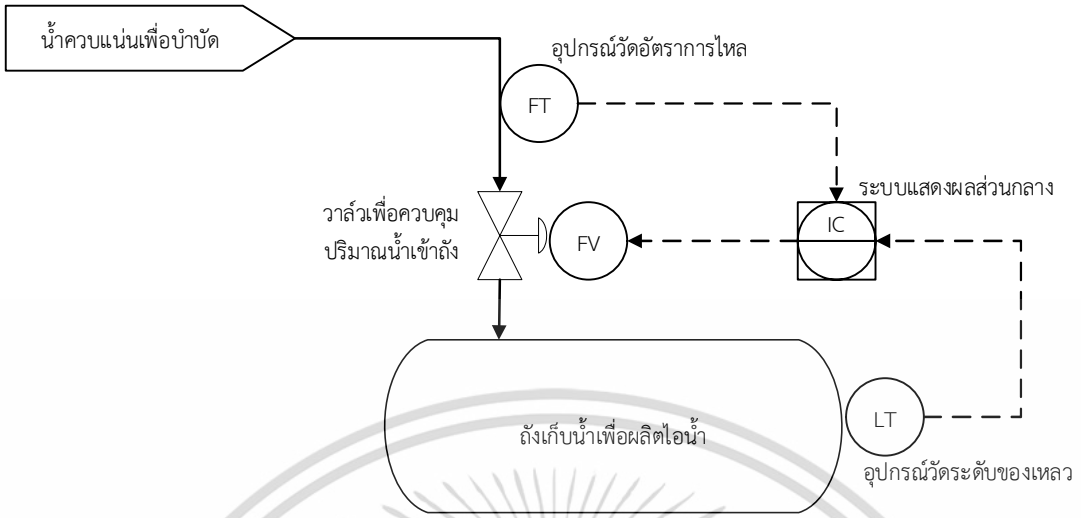
ในการออกแบบการใช้งานระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ปริมาณของน้ำในถังต้องทำการควบคุมเพื่อให้มั่นใจว่าน้ำในถังของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ มีของเหลวอยู่อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ วาล์วควบคุมปริมาณน้ำจะเป็นตัวสั่งการเปิด/ปิดน้ำเข้าระบบ เพื่อควบคุมน้ำเข้าถังให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมอยู่เสมอ ด้วยความสำคัญข้างต้น ในการออกแบบได้มีการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของวาล์วควบคุมให้มีคุณสมบัติดัง ตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 คุณสมบัติเบื้องต้นของอุปกรณ์ควบคุมอัตราน้ำไหลเข้าระบบ

รายละเอียด	**ค่าคุณสมบัติ**
ย่านการทำงาน	3,000 – 13,000 kg/hr
การจำแนกพื้นที่อันตราย	พื้นที่มีความเสี่ยงเกิดการรั่วไหลของสารที่สามารถระเบิดและติดไฟ อุปกรณ์ที่เลือกต้องสามารถป้องกันการระเบิดสำหรับโรงงานปิโตรเคมี
ของเหลวที่ต้องการวัด	น้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
อุณหภูมิของน้ำในจุดที่ทำงาน	105 – 130 °C
ค่าความดันของน้ำในจุดที่ทำงาน (In/Out)	65 Kg/cm^2 : 3.5 Kg/cm^2
สัญญาณเพื่อส่งเข้าระบบควบคุม	4-20 mA
อัตราการรั่วไหล	Class III หรือ ยอมให้มีการรั่วไหลเล็กน้อย
สถานะกรณีระบบมีปัญหา	Fail open

จากคุณสมบัติข้างต้น ของเหลวที่มีลักษณะค่อนข้างสะอาด ไม่มีของแข็งเจือปน อัตราการไหลปกติ สามารถทำงานร่วมกับระบบควบคุม อัตราการไหล/ระดับของเหลวในย่านที่เหมาะสม อุณหภูมิและค่าความดันปกติ เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับระบบนี้ คือ ออโตเมติกคอนโทรลวาล์ว โดยมีการติดตั้งไว้ที่ด้านขาเข้าของถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ ดังแสดงตามรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การติดตั้งวาล์วเพื่อเติมน้ำเข้าถังเพื่อปรับปรุงคุณภาพ

2.2.2 ระบบการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำและควบคุมค่าความเป็นกรด/ด่าง

สารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน และ การปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง สำหรับหน่วยผลิตไอน้ำ (หม้อต้มน้ำ หรือ เตาเผา) ที่เรียกรวมๆว่า ระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับสภาพน้ำ ใช้ในการกำจัดออกซิเจนที่ละลายในระบบน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ คือออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมีฤทธิ์กัดกร่อนมากที่อุณหภูมิและความดันที่สูงขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่การผุกร่อนของอุปกรณ์ของระบบหม้อไอน้ำและระบบท่อ เป็นผลให้เกิดการรั่วไหลในส่วนงานท่อและอุปกรณ์ของระบบไอน้ำ ทำให้เกิดความเสียหาย และ ทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์หม้อไอน้ำลดลง รวมไปถึงปัญหาการเกิดตะกรันซึ่งเป็นเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนลดลงส่งผลไปถึงคุณภาพของการใช้งานระบบไอน้ำและหม้อต้มน้ำ

การควบคุมคุณภาพของน้ำ โดยการใช้สารเคมีดักจับออกซิเจน และการปรับค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ นำเข้าไปในระบบน้ำป้อนเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ มีหลักการทำงานพื้นฐานเบื้องต้นดังนี้

1) สารเคมีดักจับออกซิเจน ใช้ควบคุมคุณภาพน้ำโดยการวัดค่าการละลายของออกซิเจนในระบบน้ำป้อนหม้อน้ำ สารเคมีจะใช้ในการควบคุมค่าการละลายของออกซิเจนให้น้อยกว่า 0.020 ppm สารเคมีอย่างหนึ่งที่นิยมใช้เป็นสารดักจับออกซิเจน คือ โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำตามสมการด้านล่าง

$$2Na_2SO_3 + O_2 \rightarrow 2Na_2SO_4 \quad (1)$$

เมื่อ Na_2SO_3 = โซเดียมซัลไฟต์ (Sodium sulfite)

Na_2SO_4 = โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulfate)

O_2 = ออกซิเจน (Oxygen)

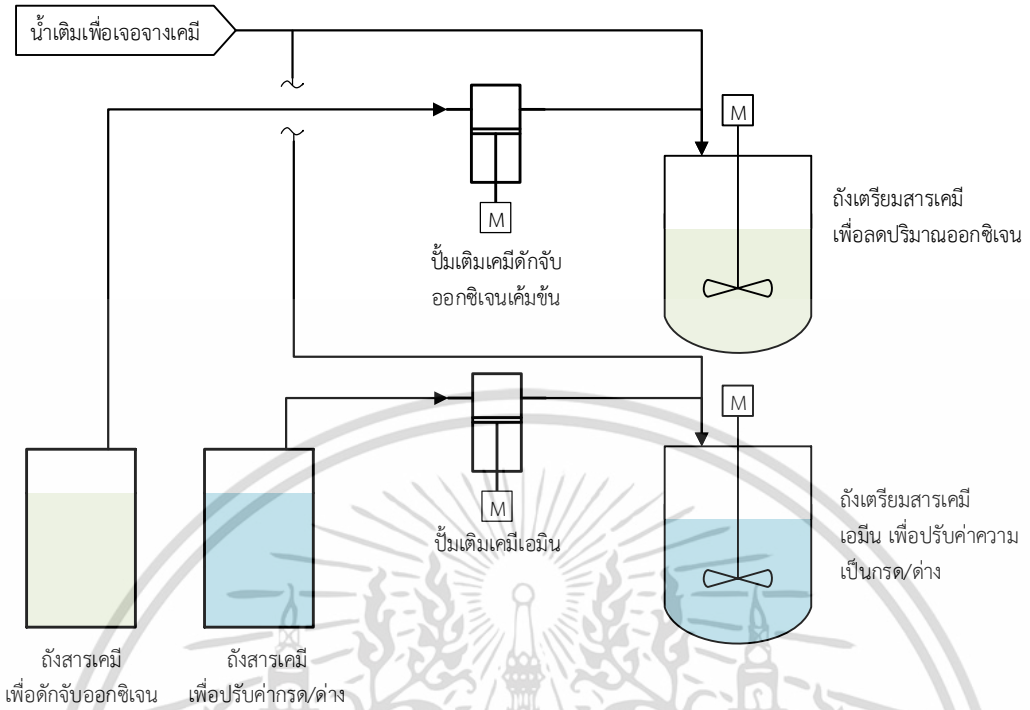
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การปรับค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ ใช้ควบคุมคุณภาพน้ำโดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในระบบน้ำเพื่อผลิตไอน้ำและระบบไอน้ำ ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง pH 7.5 – 9.5 สารเคมีอย่างหนึ่งที่นิยมใช้เป็นสารปรับค่าความเป็นกรด/ด่างคือ เอมิน ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยา ปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง ในน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ

สารเคมีดักจับออกซิเจนเข้มข้น จะถูกปั๊มไปเก็บไว้ที่ถังเตรียมสารเคมีโดยนำไปผสมกับน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ การเตรียมสารละลายเคมีเพื่อดักจับออกซิเจนที่ความเจือจางที่เหมาะสมก่อนที่จะถูกป้อนไปยังถังน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ซึ่งระบบควบคุมคุณภาพน้ำป้อนเพื่อใช้ผลิตไอน้ำจะใช้ค่าตรวจวัดการละลายออกซิเจนในน้ำทางด้านขาออกของถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำเป็นค่าที่ใช้ในการควบคุม หากค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวิเคราะห์มีค่าการละลายออกซิเจนในน้ำค่อนข้างมาก สารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจนจะถูกเติมเข้าไปที่ถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ หากค่าการการละลายออกซิเจนในน้ำอยู่ในค่าที่เหมาะสม ระบบจะทำการหยุดปั๊มสารละลายเพื่อไม่ให้สารเคมีดักจับออกซิเจนถูกป้อนเข้ามายังถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ

สารเคมีปรับค่าความเป็นกรด/ด่างเข้มข้น จะถูกปั๊มไปเก็บไว้ที่ถังเตรียมสารเคมีโดยนำไปผสมกับน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ การเตรียมสารละลายเคมีเพื่อปรับค่าความเป็นกรด/ด่างที่ความเจือจางที่เหมาะสมก่อนที่จะถูกป้อนไปยังถังน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ซึ่งระบบควบคุมคุณภาพน้ำป้อนเพื่อใช้ผลิตไอน้ำจะใช้ค่าตรวจวัดความเป็นกรด/ด่าง เป็นค่าควบคุม หากมีค่าความเป็นกรด/ด่างในน้ำน้อยกว่าที่ควบคุม (pH < 7.5) สารละลายเคมีปรับค่าความเป็นกรด/ด่างจะถูกเติมเข้าไปที่ถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ หากค่าความเป็นกรด/ด่างในน้ำไม่เกินค่าควบคุม ระบบจะทำการหยุดปั๊มเพื่อไม่ให้สารละลายสารเคมีปรับค่าความเป็นกรด/ด่างถูกป้อนเข้ามายังถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ ดังแสดงตามภาพระบบเติมสารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน และ การปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง ดังแสดงตาม รูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

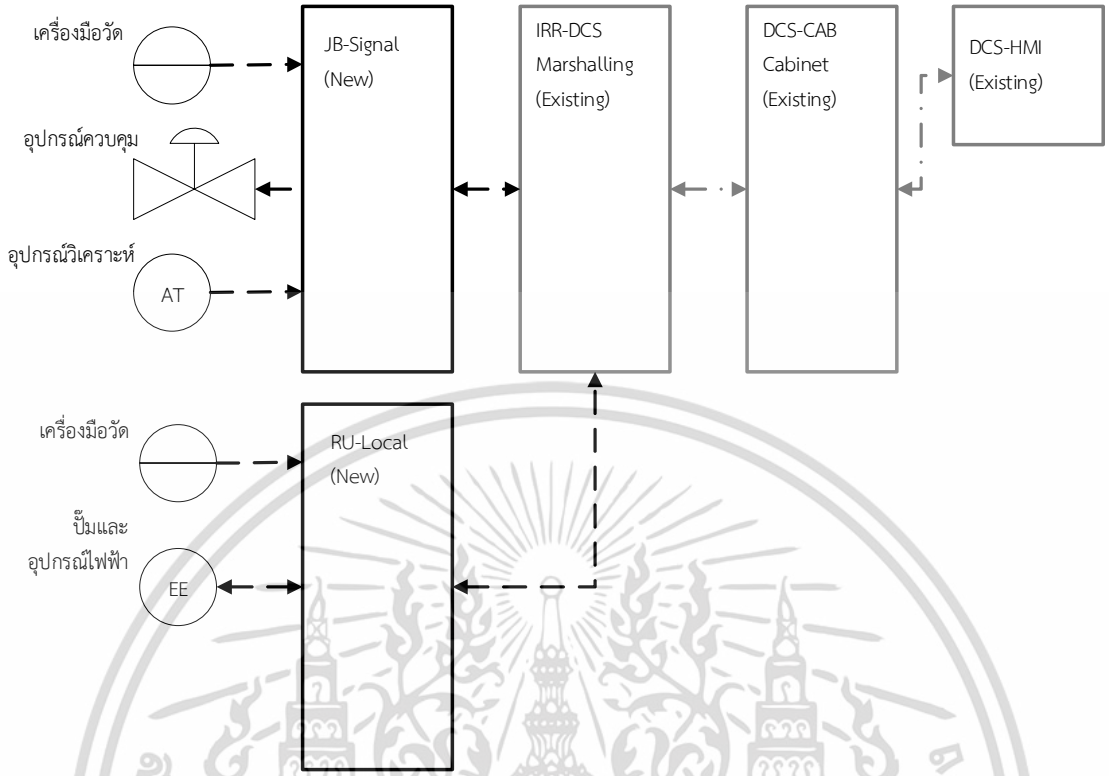


รูปที่ 2.12 ระบบเติมสารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน และการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

2.2.3 ระบบควบคุมและแสดงผลการทำงาน

ระบบควบคุมการทำงานที่ถูกพิจารณานำมาใช้สำหรับระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ จะต้องทำงานได้อย่างถูกต้องมีเสถียรภาพ การควบคุมการทำงาน [2] ของระบบอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อที่สามารถใช้งานได้ในแบบการควบคุมอิสระ (Standalone controller: PLC) หรือ ควบคุมระบบผ่านศูนย์กลางการควบคุม (Central controller: Plant DCS) ซึ่งในการศึกษานี้ การพิจารณาเลือกระบบควบคุมแบบการควบคุมผ่านศูนย์กลาง เพราะเนื่องด้วย ปกติแล้วโรงงานปิโตรเคมีที่เลือกทำการศึกษานั้นนิยมที่จะใช้การควบคุมทั้งหมดผ่านศูนย์กลางเพื่อต้องการให้ผู้ควบคุมสามารถที่จะสามารถตรวจสอบการทำงานได้ตลอดเวลา และ สามารถใช้ผู้ควบคุมที่มีอยู่แล้วที่เชี่ยวชาญได้อย่างทันทีไม่ต้องมีการอบรมเพิ่มเติมในส่วนของระบบควบคุม ตามลักษณะการเชื่อมโยงของสัญญาณจะพบว่า สามารถใช้ตู้รวมสัญญาณ, ระบบควบคุม และ เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลางเดิมได้ ทั้งยังส่งผลดีเรื่องเสถียรภาพการทำงานและการเข้าถึงการควบคุมในเชิงลึกอีกด้วย การเชื่อมโยงระบบเครื่องจักรใหม่เข้ากับส่วนควบคุมเดิม ดังแสดงตาม รูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การเชื่อมโยงสัญญาณและอุปกรณ์ใหม่เข้ากับระบบควบคุมส่วนกลาง

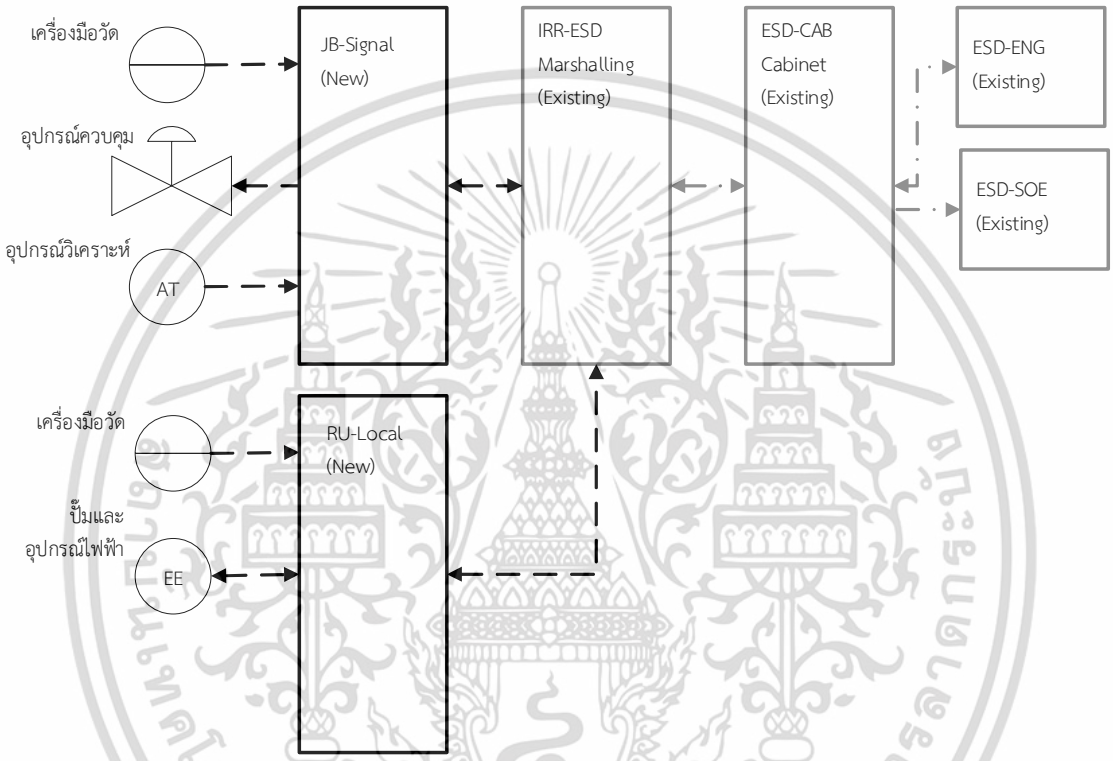
ระบบการควบคุมส่วนกลางเดิมของโรงงานปิโตรเคมีคือ Distributed Control System (DCS) เป็นระบบที่แพร่หลายและนิยมใช้เพื่อใช้ในการควบคุมขบวนการทำงานของโรงงานปิโตรเคมี เพราะการควบคุมแต่ละหน่วยจะกระจายออกทำการควบคุมไปพร้อมๆกัน มีความสะดวกเพราะสามารถควบควบแบบต่างๆ ตามความหลากหลายของขบวนการผลิต ที่มีความซับซ้อนน้อยไปจนถึง ซับซ้อนมาก โครงร่างของ DCS จึงประกอบด้วยส่วนหลักๆสำคัญ คือ ระบบเชื่อมต่อ, ส่วนประมวลผล, อินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (HMI), ระบบสื่อสาร, การเก็บข้อมูลที่ช่วงเวลาต่างๆ และ หน่วยจ่ายไฟฟ้า ดังนั้นการพิจารณารวมระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำใหม่เข้ากับระบบเดิม ถือว่าเป็นทางออกที่เหมาะสมที่สุด

2.2.4 ระบบป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น

ในโรงงานปิโตรเคมีมีระบบสนับสนุนอีกระบบ เพื่อที่จะมาใช้ดูแลป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ในโรงงาน ที่จะแตกต่างจากการควบคุมที่จะเน้นไปที่ประสิทธิภาพของหน่วยผลิต การทำงานของระบบป้องกันถูกเน้นไปที่การป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย หรือ หยุดระบบก่อนสูญเสียไม่ว่าจะเป็น ชีวิต / ทรัพย์สิน / สิ่งแวดล้อม ในทางเดียวกันในการพิจารราระบบป้องกันความเสียหายของระบบบำบัดไอน้ำที่ทำการศึกษาอยู่นั้น มีระบบการทำงานเดิมคือ Emergency shutdown system (ESD) หรือ Protective

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

instrument system (PIS) การทำงานของระบบ ESD/PIS ปกติแล้วจะไม่ทำงานแบบปรับเปลี่ยน/ควบคุม แต่จะทำงานเป็นไปในแนวทางของ ตรรกะ หรือ ผลกระทบ เพื่อต้องการความแน่นอนรวมถึงการตัดและหยุดการทำงานอย่างทันท่วงที มีความน่าเชื่อถือสูง การพิจารณาออกแบบภาพรวมดังนี้ การใช้งานอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสม รูปด้านล่างแสดงถึงการเชื่อมโยงระบบเครื่องจักรใหม่เข้ากับส่วนควบคุมเดิม ดังแสดงตาม รูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การเชื่อมโยงสัญญาณและอุปกรณ์ใหม่เข้ากับระบบป้องกันส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการพิจารณาคุณสมบัติและปริมาณของไอน้ำควบแน่นที่มีอยู่ในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง ไม่ว่าจะเป็นการเก็บตัวอย่าง และ การสืบค้นข้อมูลจากเอกสารเดิมของโรงงานปิโตรเคมีตั้งแต่ต่อนก่อสร้างโรงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าคุณสมบัติเฉพาะทางเคมี และ ปริมาณการใช้น้ำเพื่อผลิตไอน้ำ ว่ามีข้อจำกัดหรือความต้องการเบื้องต้นอย่างไร

การสำรวจนี้ยังครอบคลุมไปถึง ความพร้อมของโรงงานปิโตรเคมีในการใช้งานระบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ในรูปแบบไหน สถานที่รวมถึงสาธารณูปโภคสนับสนุน

ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนศึกษาและสำรวจนี้ จะมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ / ศึกษาระบบในภาพรวมต่อไป

3.2 คุณสมบัติน้ำนำเข้าจากภายนอกเพื่อผลิตไอน้ำ

การพิจารณาคุณสมบัติของน้ำนำเข้าจากภายนอกเพื่อผลิตไอน้ำ ในการศึกษามีความจำเป็นที่จะต้องเข้าไปสืบค้น ไปถึงการออกแบบตอนก่อสร้างโรงงานว่ามีการระบุข้อจำกัดไว้ว่าอย่างไรเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องจักร (หม้อต้มผลิตไอน้ำ, หน่วยเผาทำลาย, งานทั่วไป เป็นต้น) เพื่อเป็นตัวตั้งต้นในการเก็บข้อมูลในทำการศึกษา/ออกแบบ ทั้งยังเพื่อให้แน่ใจในการออกแบบว่าได้ค่าคุณสมบัติที่ถูกต้องด้วยการเก็บตัวอย่างของน้ำจากหน้างาน เพื่อเปรียบเทียบว่าข้อกำหนดของโรงงานนั้นตรงกับน้ำที่นำเข้าจากภายนอกหรือไม่

3.2.1 คุณสมบัติน้ำนำเข้าตามข้อกำหนดของโรงงาน

จากการสืบค้นคุณสมบัติทางเคมีของน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ในช่วงการออกแบบก่อสร้างโรงงาน ได้สืบค้นข้อมูลตามเอกสารข้อกำหนดเบื้องต้น โดยมีคุณสมบัติดัง ตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ค่าคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ

รายละเอียด	ค่า	หน่วย
ความเป็นกรด/ด่าง	8.5-9.5	pH
ความนำไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 25°C	< 8	µS/cm
ปริมาณคลอไรด์	< 0.5	ppm
ปริมาณซิลิกา	< 0.02	ppm
ปริมาณธาตุเหล็ก	< 0.1	ppm
ปริมาณธาตุทองแดง	< 0.05	ppm
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในของเหลว	< 0.01	ppm

3.2.2 คุณสมบัติน้ำนำเข้าจากการเก็บตัวอย่างของน้ำที่โรงงาน

จากการเข้าไปเก็บตัวอย่างคุณสมบัติทางเคมีของน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ในช่วงการออกแบบก่อสร้างโรงงาน ได้ข้อมูลตามเอกสารข้อกำหนดเบื้องต้นของคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ ตาม ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าการเก็บตัวอย่างคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ

รายละเอียด	ค่า	หน่วย
ความเป็นกรด/ด่าง	9.38	pH
ความนำไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 25°C	5.69	µS/cm
ปริมาณคลอไรด์	< 0.10	ppm
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในของเหลว	< 0.001	ppm

พบว่าการเก็บตัวอย่างของน้ำจากหน้างานและทำการส่งไปที่ห้องทดลองเพื่อทดสอบคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำนั้น ตรงตามความต้องการของคุณสมบัติน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ดังนั้น ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบต่อไปได้

3.2.3 ปริมาณของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ

ปริมาณของน้ำนำเข้าเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ เป็นตัวแปลสำคัญที่จำเป็นที่จะต้องทราบเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ว่าควรมีขนาดเท่าใด เพื่อเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไปน้ำ และ ไอน้ำควบแน่นเพื่อส่งไปบำบัดมีปริมาณต่างกันเท่าใดให้เห้นภาพความต้องการ รวมถึงน้ำที่สูญเสียในระบบอีกด้วย

เนื่องด้วยที่ทางโรงงาน ได้มีการติดตั้งเครื่องมือวัด อัตราการไหล / ความดัน / อุณหภูมิ อยู่แล้วที่ระบบของโรงงานจึงสามารถที่จะเก็บข้อมูลจากหน่วยควบคุมกลางของโรงงาน (DCS) ได้ทันทีว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการใช้งานเบื้องต้นได้ข้อมูล ตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าของปริมาณน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ

รายละเอียด	ค่า	หน่วย
สถานะของเหลว	Liquid	-
อัตราการไหล	99	Ton / hr.
ความดัน	8.5	Kg/cm^2
อุณหภูมิ	125	^oC

3.3 คุณสมบัติของไอน้ำควบแน่นส่งออกเพื่อบำบัดภายนอก

การพิจารณาคุณสมบัติของไอน้ำควบแน่นที่โรงงานปิโตรเคมีขนาดกลางได้ทำการส่งน้ำออกภายนอกเพื่อไปบำบัดนั้น ได้มีการสืบค้นข้อมูลการออกแบบตอนก่อสร้างโรงงาน ซึ่งมีการระบุข้อจำกัดที่เป็นข้อตกลงระหว่างผู้จัดหาว่าน้ำควรมีคุณสมบัติอย่างไรในการรับซื้อคืน ข้อมูลตัวนี้มีความจำเป็นเพื่อใช้ทำการศึกษาและออกแบบ ทั้งยังทำให้แน่ใจว่าในการออกแบบระบบสามารถบำบัดน้ำให้มีคุณสมบัติที่ถูกต้องด้วยการเก็บตัวอย่างของน้ำจากสถานที่จริง เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าตรงตามข้อกำหนดของโรงงาน ที่นำเข้าน้ำจากภายนอกหรือไม่

3.3.1 คุณสมบัติไอน้ำควบแน่นตามข้อกำหนดของโรงงาน

จากการสืบคุณสมบัติทางเคมีของไอน้ำควบแน่นเพื่อส่งออกและขายคืนผู้จัดหาน้ำนั้น ในช่วงการออกแบบและการก่อสร้างโรงงาน ได้ข้อมูลคุณสมบัติตามเอกสารข้อกำหนดเบื้องต้น ตามตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ค่าคุณสมบัติของไอน้ำควบแน่นส่งออกไปยังผู้จัดหาน้ำ

รายละเอียด	ค่า	หน่วย
ความเป็นกรด/ด่าง	7.5-9.5	pH
ความนำไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 25°C	< 10	µS/cm
ปริมาณซิลิกา	< 0.02	ppm
ปริมาณธาตุเหล็ก	< 0.1	ppm
ปริมาณธาตุทองแดง	< 0.05	ppm
ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน	< 0.3	ppm

3.3.2 คุณสมบัติไอน้ำควบแน่นจากการเก็บตัวอย่างของน้ำที่โรงงาน

เพื่อความถูกต้องของข้อมูล การเข้าไปเก็บข้อมูลคุณสมบัติของไอน้ำควบแน่นก่อนส่งออกไปยังผู้จัดหา เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่า ในการทำงานปกติของโรงงาน ไอน้ำควบแน่นเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ไม่ได้มีข้อจำกัดอื่นที่อาจนอกเหนือความคาดหมาย โดยมีคุณสมบัติตาม ตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าการเก็บตัวอย่างคุณสมบัติของน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ

รายละเอียด	ค่า	หน่วย
ความเป็นกรด/ด่าง	8.95	pH
ความนำไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 25°C	4.87	µS/cm
ปริมาณคลอไรด์	< 0.10	ppm
ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน	< 0.22	ppm

จากการเก็บตัวอย่างของน้ำในสถานที่จริง และส่งไปที่ห้องทดลองเพื่อทดสอบคุณสมบัติของไอน้ำควบแน่น ตรงตามคุณสมบัติของข้อกำหนดที่ผู้จัดหาน้ำจะรับซื้อคืน ดังนั้นถือว่าข้อมูลนี้ ถูกต้องสามารถนำไปใช้ในการออกแบบต่อไปได้

3.3.3 ปริมาณของไอน้ำควบแน่นเพื่อส่งขายคืนผู้จัดหา

ปริมาณของไอน้ำควบแน่น เป็นตัวแปลสำคัญที่จำเป็นที่จะต้องทราบเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำว่าควรมีขนาดเท่าใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบขนาดของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องด้วยทางโรงงาน ได้มีการติดตั้ง เครื่องมือวัดอัตราการไหล ความดัน และ อุณหภูมิ จึงสามารถที่จะเก็บข้อมูลจากระบบควบคุมส่วนกลางได้ทันทีว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการใช้งานน้ำเพื่อผลิตไอน้ำเป็นปริมาณเท่าได้จากข้อมูลของสถานที่จริงดังแสดงตาม ตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่าของปริมาณไอน้ำควบแน่นเพื่อส่งคืนผู้จัดหา

รายละเอียด	ค่า	หน่วย
สถานะของไอน้ำควบแน่น	ของเหลว	-
อัตราการไหล	83	Ton / Hr
ค่าความดัน	7.3	Kg/cm^2
ค่าอุณหภูมิ	50	^oC
ปริมาณการไหลของ ของเหลว	262,000	m3/Year

3.4 การศึกษาทางเลือกเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

การออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนและนำกลับมาใช้งานของน้ำภายในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลางให้ได้มากที่สุด โดยที่การพิจารณานั้นจะต้องพิจารณาภาพรวมของโรงงาน โครงสร้างพื้นฐานเดิมของโรงงาน ให้ระบบในแต่ละส่วนสามารถทำงานร่วมกันกับระบบเดิมของโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการทำงานตามเป้าหมายที่วางไว้

3.4.1 การตั้งเป้าหมายหลักของการออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ สิ่งสำคัญที่ต้องใช้ตั้งต้นเพื่อเป็นเป้าหมายหลักในการออกแบบ ใช้หลักการศึกษาที่สำคัญสำหรับการออกแบบระบบดังนี้

1) พยายามที่จะนำไอน้ำควบแน่นกลับมาใช้หมุนเวียนในระบบให้มากที่สุด
2) ลดต้นทุนของการปฏิบัติการณ์ของโรงงาน โดยการลดการซื้อน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำ
3) ไม่ลดหรือไม่สูญเสียความมีเสถียรภาพของการทำงานในโรงงานปิโตรเคมีเดิม

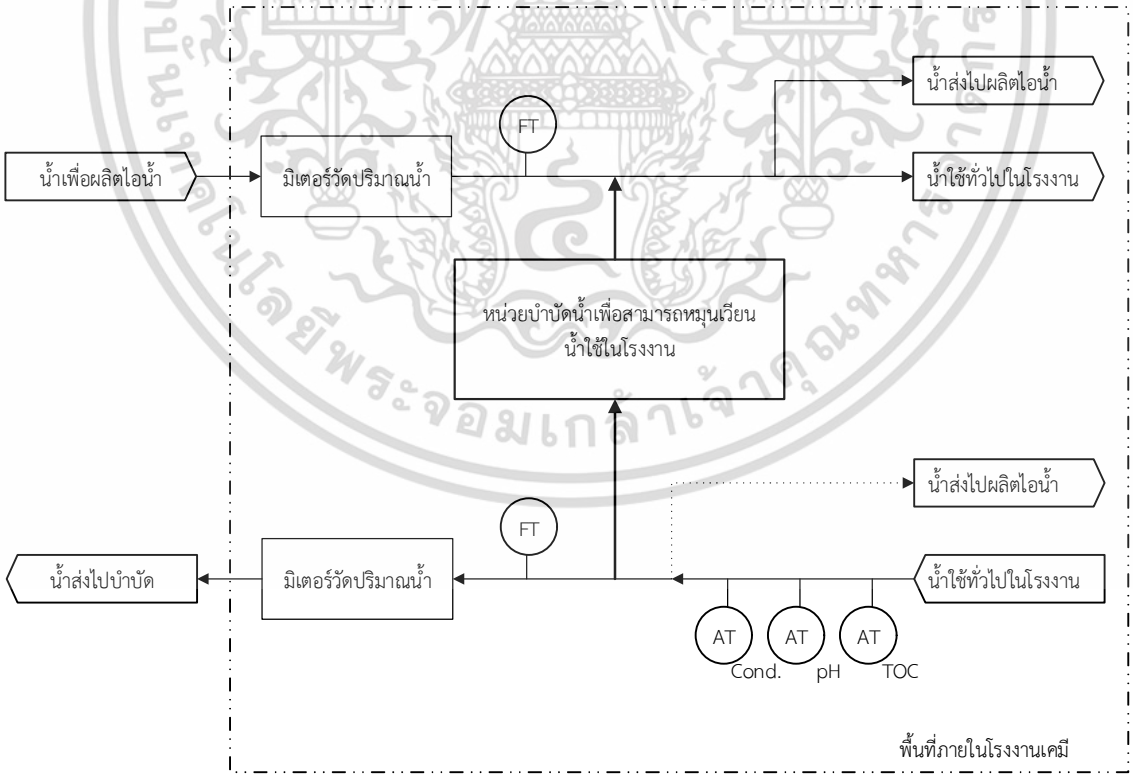
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานที่ใช้ในการศึกษานี้ คือโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง ดังนั้นการผลิตไอน้ำจะได้มาจาก เตาเผาทำลายสารเคมี หรือ หน่วยต้มไอน้ำ เพราะในโรงงานเคมีจะมีการเผาทำลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอยู่แล้วจึงใช้ความร้อนที่เกิดขึ้นบางส่วนมาทำการผลิตไอน้ำ อีกทั้งไอน้ำบางส่วนจะถูกนำไปใช้ในโรงงานดังนั้นระหว่างการใช้งาน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีการปนเปื้อสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ออกมาที่ไอน้ำควบแน่นระหว่างการส่งกลับมาที่ถังรวบรวมไอน้ำควบแน่น

3.4.2 การออกแบบแผนภาพขบวนการทำงานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

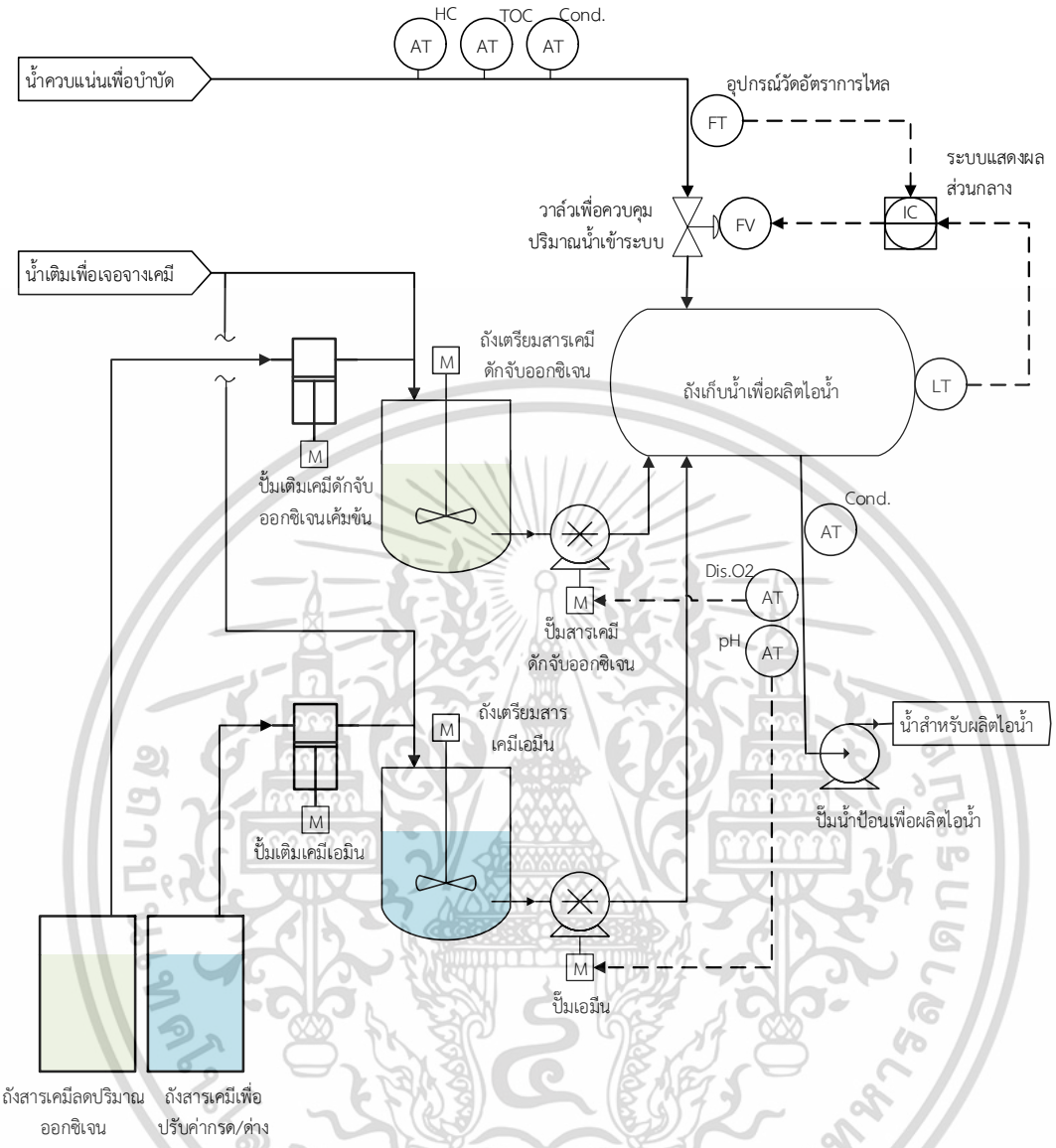
การออกแบบการทำงานของขบวนการผลิต มีจุดเริ่มต้นที่สำคัญหลังจากได้เป้าหมายหลักของการสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อผลิตไอน้ำแล้วคือการสร้างแผนภาพของขบวนการทำงานทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การดำเนินการออกแบบในส่วนย่อยเกิดประสิทธิภาพ และ สอดคล้องในรายละเอียด รวมไปถึงทิศทางการทำงานอย่างเป็นระบบ

ในการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำได้อีกครั้งนั้น จะใช้การดึงไอน้ำควบแน่นที่จะต้องส่งคืนผู้จัดหา และ ส่งไปแทนที่หรือสนับสนุนกับน้ำนำเข้าเพื่อผลิตไอน้ำตามแผนภาพดังแสดงตาม รูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 การวางตำแหน่งของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำในระบบโรงงานเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 รายละเอียดของหน่วยระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

จะเห็นได้ว่าตำแหน่งต่อพ่วงท่อ ที่เลือกติดตั้งในระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ จะเป็นลักษณะระบบสนับสนุน เพื่อเป็นที่จะทำให้มั่นใจว่าระบบที่ทำการออกแบบนั้น จะไม่ทำให้ประสิทธิภาพของโรงงานเดิมลดลง อีกทั้งยังสามารถซ่อมบำรุง หรือเลือกที่จะตัดในส่วนของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำนี้ ออกจากการทำงานได้ตลอดเวลา โดยไม่ส่งผลกระทบใดๆทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ตำแหน่งพ่วงระบบท่อของ ระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำแล้ว การออกแบบรายละเอียดในแผนภาพการไหลของกระบวนการมีข้อกำหนดว่าอุปกรณ์หลักใดบ้างที่มีความจำเป็นดังข้อมูลต่อไปนี้

1) อุปกรณ์หลัก
2) เครื่องมือการวัดและควบคุม
3) ระบบท่อและทิศทางการไหล
4) ระบบควบคุมการทำงานและป้องกันความสุญเสีย

จะเห็นได้ว่าแผนภาพการไหลของกระบวนการระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำที่ได้ทำการออกแบบนั้น ได้ถูกนำมาทำเป็นแผนภาพ เพื่อให้แสดงถึงทิศทางการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ อย่างชัดเจน และใช้ในการพิจารณาอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์หลัก และ เครื่องมือวัด ในรายละเอียดปลีกย่อยต่อไป

3.5 การพิจารณาอุปกรณ์หลักเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพไอน้ำควบแน่น

การพิจารณาปรับปรุงไอน้ำควบแน่นให้มีคุณภาพที่เหมาะสมเพื่อให้กลับมาเป็นน้ำคุณภาพดีที่พร้อมสำหรับผลิตไอน้ำ เพื่อให้สามารถนำกลับมาผลิตไอน้ำได้ ในการศึกษานี้เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้งานในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง จะเกิดอุปกรณ์สำคัญดังต่อไปนี้

1) ระบบเติมสารเคมีเพื่อกำจัดออกซิเจน
2) ระบบเติมสารเคมีเอมีนเพื่อปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง
3) ถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ
4) ปั๊มป้อนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ
5) เครื่องมือวัดและระบบควบคุม
6) ระบบป้องกันการสูญเสีย

งานวิจัยนี้พยายามที่จะศึกษา ความคุ้มค่าว่าการบำบัดเบื้องต้นของไอน้ำควบแน่น มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถทำให้ช่วยลดต้นทุนของโรงงานขนาดกลางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ระบบเติมสารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงหน่วยการเติมสารเคมี เพื่อทำการกำจัดออกซิเจนออกจากไอน้ำควบแน่นของน้ำในถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ เพื่อเป็นตัวกลางในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อให้ไอน้ำควบแน่นสามารถนำกลับมาผลิตไอน้ำได้โดยข้อมูลของอุปกรณ์ที่จำเป็นเบื้องต้น ดังแสดงต่อไปนี้

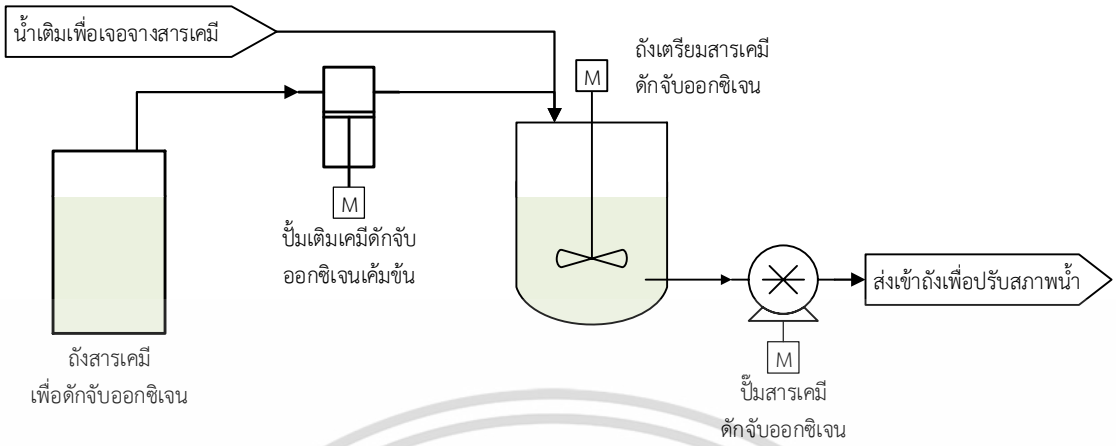
1) ถังเตรียม/ผสมสารเคมีที่ใช้กำจัดออกซิเจน
2) ถังสารเคมีที่ใช้กำจัดออกซิเจน (เข้มข้น)
3) ปั๊มสารเคมีเพื่อกำจัดออกซิเจน เข้าถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ
4) ปั๊มเติมสารเคมีเพื่อกำจัดออกซิเจนเข้าถังผสม

ข้อมูลสำคัญเพื่อใช้ในการหาอุปกรณ์จากผู้ผลิตในท้องตลาด เมื่อเทียบกับค่าของการเก็บตัวอย่างของไอน้ำควบแน่น ทำให้ได้ค่าของความต้องการเพื่อกำหนดการจัดหาหน่วยเติมสารเคมีได้ดังนี้

1) ค่าอัตราการไหลสูงสุดของไอน้ำควบแนนเพื่อปรับปรุงคุณภาพ: 40,200 kg/h
2) ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ของน้ำขาเข้า: <0.02 ppm
3) ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ของน้ำขาออก: <0.01 ppm
4) ระยะเวลาการเติมสารเคมีให้กับถังผสมสารเคมี: 1 สัปดาห์
5) การใช้งาน: ควบคุมแบบต่อเนื่อง
6) สถานที่ติดตั้ง: ภายนอกอาคาร

การทำงานเบื้องต้นของระบบเริ่มที่ทางปั๊มเติมสารเคมี จะทำการเติมสารเคมีเข้มข้นเข้าที่ ถังเตรียมสารเคมี หลังจากนั้นจะมีการเติมน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ เพื่อเจือจางให้ความเข้มข้นของสารเคมี อยู่ในระดับที่เหมาะสม พร้อมทั้งผสมให้เข้ากันที่สารเคมีเข้มข้น ก่อนที่จะส่งไปใช้ยังถังเตรียมสารเคมีต่อไป ถังเตรียมสารเคมีจะทำหน้าที่สุดท้ายคือส่งสารเคมีไปยังถังกักเก็บ เพื่อใช้งานในการดักจับออกซิเจน โดยที่ทำงานผ่านการควบคุมแบบย้อนกลับ จาก เครื่องมือวัดและวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ดังแสดงตามรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ระบบการทำงานของระบบเติมสารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน

3.5.2 ระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง

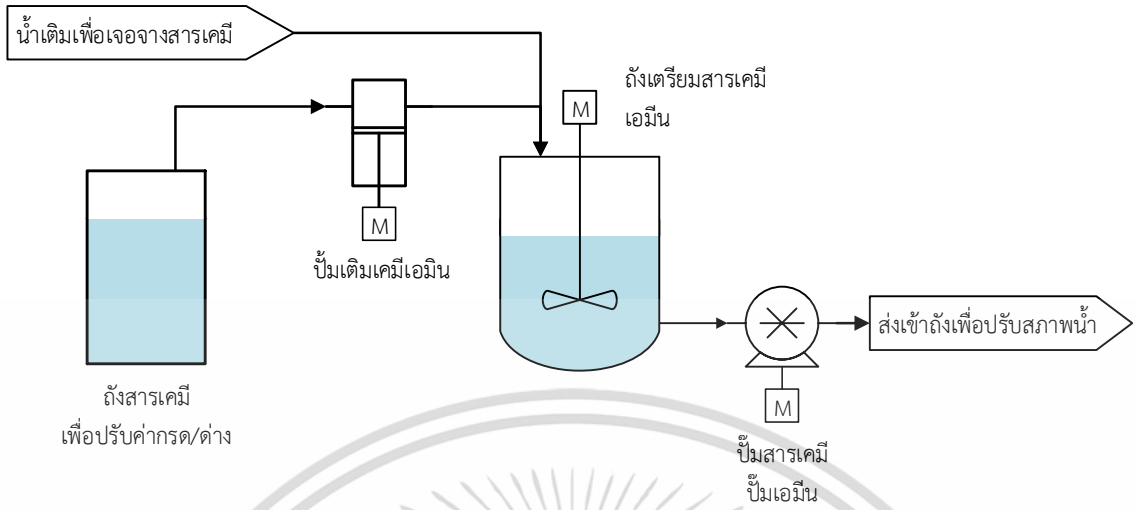
ระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับค่าความเป็นกรด/ด่างของไอน้ำควบแน่น ไปยังถังน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ สำหรับการปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อให้ไอน้ำควบแน่นสามารถนำกลับมาผลิตไอน้ำได้ ในการรักษาสภาพไม่ให้เกิดการกัดกร่อนขึ้นภายในหน่อยผลิตไอน้ำ โดยข้อมูลของอุปกรณ์ที่จำเป็นเบื้องต้น แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ถังเตรียม/ผสมสารเคมีที่ใช้ปรับสภาพความเป็นกรด/ด่าง
2) ถังสารเคมีที่ใช้ปรับสภาพความเป็นกรด/ด่าง (เข้มข้น)
3) ปั๊มสารเคมีเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด/ด่างเข้าถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ
4) ปั๊มเติมสารเคมีเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด/ด่างเข้าถังผสม

ข้อมูลสำคัญเพื่อใช้ในการหาอุปกรณ์จากผู้ผลิตในท้องตลาด เพื่อนำมาเทียบกับค่าของการเก็บตัวอย่างของไอน้ำควบแน่น ทำให้ได้ค่าตรงตามความต้องการสำหรับจัดหาหน่วยเติมสารเคมีมีรายละเอียดดังนี้

1) ค่าอัตราการไหลสูงสุดของไอน้ำควบแนนเพื่อปรับปรุงคุณภาพ: 40,200 kg/h
2) ค่า pH ขาเข้า: 7.5 – 9.5 ppm
3) ค่า pH ขาออก: 7.5 – 9.5 ppm (เป็นลักษณะในเชิงการควบคุม)
4) ระยะเวลาการเติมสารเคมีให้กับถังผสมสารเจอจางสารเคมี: 1 สัปดาห์
5) การใช้งาน: ควบคุมแบบต่อเนื่อง
6) สถานที่ติดตั้ง: ภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ระบบการทำงานของระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง

การทำงานของ ระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับค่าความเป็นกรด/ด่าง ทำงานเป็นแบบเดียวกับ ระบบเติมสารเคมีเพื่อดักจับออกซิเจน เริ่มจาก ปั๊มแรกเติมสารเคมีเข้มข้น เข้าที่ถังผสมเจือจางสารเคมี หลังจากนั้นจะมีการเติมน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำเพื่อเจือจางให้ความเข้มข้นของสารเคมีอยู่ในระดับที่เหมาะสม พร้อมทั้งผสมให้เข้ากันที่สารเคมีเข้มข้น ก่อนที่จะส่งไปใช้ยังถังเตรียมสารเคมีต่อไป ถังเตรียมสารเคมีจะทำหน้าที่สุดท้ายคือส่งสารเคมีไปยังถังกักเก็บ เพื่อใช้งานในการปรับค่าความเป็นกรด/ด่างต่อไป โดยที่ทำงานผ่านการควบคุมแบบย้อนกลับ จาก อุปกรณ์วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด/ด่าง ดังแสดงตาม รูปที่ 3.4

3.5.3 ถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว

ถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมไอน้ำควบแน่นเพื่อปรับปรุงคุณภาพและเป็นถังที่ใช้ในการพักน้ำและเติมสารเคมีเพื่อให้น้ำมีคุณภาพที่เหมาะสม ก่อนที่จะส่งออกไปยังหน่วยผลิตไอน้ำหมุนเวียนภายในโรงงาน

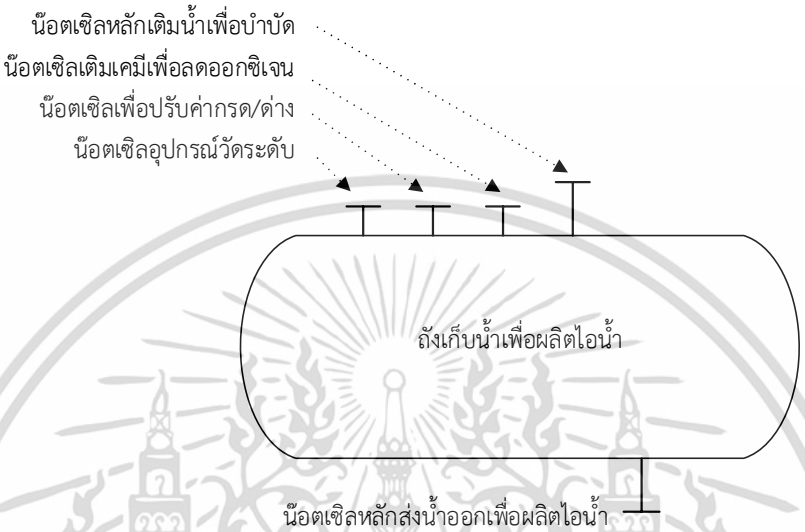
การออกแบบคุณลักษณะเฉพาะของถังน้ำเพื่อผลิตไอน้ำที่จะปรับปรุงคุณภาพมีการพิจารณาตามข้อกำหนดที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) อัตราการไหลสูงสุดของไอน้ำควบแนนเข้า/ออก: 83,000 kg/h
2) ค่าความดันภายในระบบ: 1.4 Kg/cm^2
3) ค่าอุณหภูมิในระบบ: 125 ^{o}C
4) วัสดุป้องกันการผุกร่อน: SS304 stainless steel

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าปริมาณน้ำ เข้า/ออก ในระบบอยู่ที่ 83,000 kg/h หรือ ประมาณ 83 m3/h เมื่อประมาณการการว่า ถ้าไม่มีการเติมน้ำเข้ามาที่ระบบ ควรจะมีเวลามากกว่า 10 นาที เพื่อที่หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมจะสามารถหยุดการทำงานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ก่อนที่ระบบจะสูญเสียความดัน จนนำไปสู่การหยุดผลิตไอน้ำในภาพรวมของโรงงานได้ เมื่อพิจารณาได้ดังนี้ จึงมีการคำนวนย้อนกลับได้ขนาดความจุของถังที่เหมาะสมประมาณ 18 m^3 ดังแสดงตาม รูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ

น๊อตเซิลพื้นฐานที่จำเป็นหลักของถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ ประกอบด้วยน๊อตเซิล ดังนี้

1) น๊อตเซิลของไอน้ำควบแน่นเติมเข้าระบบ
2) น๊อตเซิลของน้ำเพื่อผลิตไอน้ำที่พร้อมนำไปผลิตไอน้ำ
3) น๊อตเซิลสำหรับติดตั้งเครื่องมือวัดระดับ
4) น๊อตเซิลสำหรับเติมสารเคมีเพื่อกำจัดออกซิเจนในน้ำ
5) น๊อตเซิลสำหรับเติมสารเคมีเพื่อปรับค่ากรด/ด่าง

3.5.4 ปั๊มน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำกลับเข้าสู่ระบบ

ปั๊มป้อนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการปั๊มน้ำที่ปรับปรุงคุณภาพพร้อมใช้สำหรับการผลิตไอน้ำกลับคืนหมุนเวียนสู่ระบบการผลิตไอน้ำในโรงงาน

การกำหนดคุณลักษณะของปั๊มน้ำเพื่อใช้ในระบบจำเป็นต้องมีการออกแบบและพิจารณาในด้านต่างๆ ตามข้อกำหนดที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) อัตราการไหลของระบบจ่ายน้ำรวม: 83 Ton/h
2) ค่าความดันขาเข้า: 2 Kg/cm^2

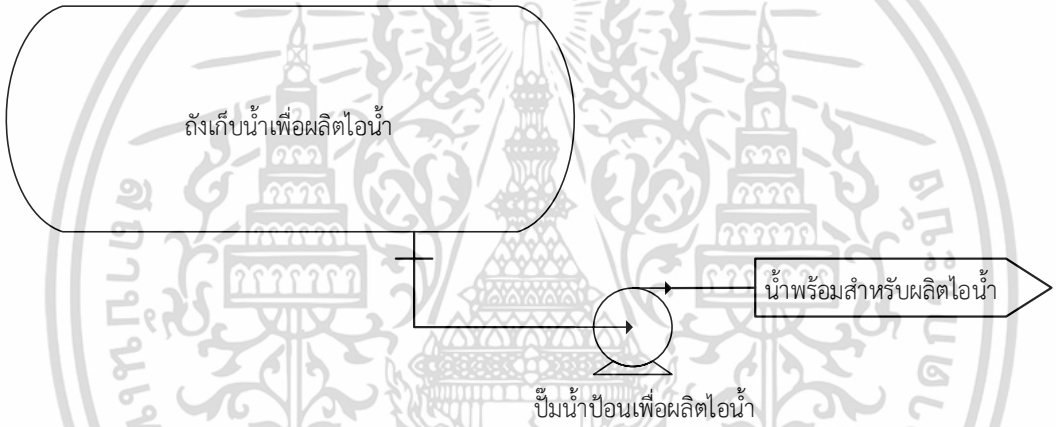
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ค่าความดันขาเข้า: 66 Kg/cm^2

4) ค่าอุณหภูมิในระบบ: 125 °C

5) ระบบการทำงาน: ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า

เมื่อการพิจารณาการทำงานอย่างต่อเนื่องขนาดของปั๊มน้ำและการเลือกใช้ปั๊มที่มีความสามารถขนาด 50/50 (ใช้ปั๊ม 2 ตัว) จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมมากกว่าในกรณีถ้าตัวใดตัวหนึ่งชำรุด หรือ ต้องการการซ่อมบำรุง ก็จะเห็นว่าระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำในการผลิตไอน้ำก็ยังสามารถทำงานได้ที่ 50% เป็นอย่างน้อยแทนที่จะต้องหยุดการทำงานทั้งระบบ ดังนั้น การเลือกปั๊มที่ขนาด 42 ton/h เป็นจำนวน 2 ตัว จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงตาม รูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ปั๊มป้อนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ

3.5.5 ระบบการวัดและควบคุม

ระบบการวัดและควบคุมการทำงานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำจะควบคุมการทำงานของระบบเป็นหลัก วงจรการควบคุมในแต่ละส่วนจะแสดง และอ้างถึงผ่านแผนภาพการไหลของกระบวนการ [7]

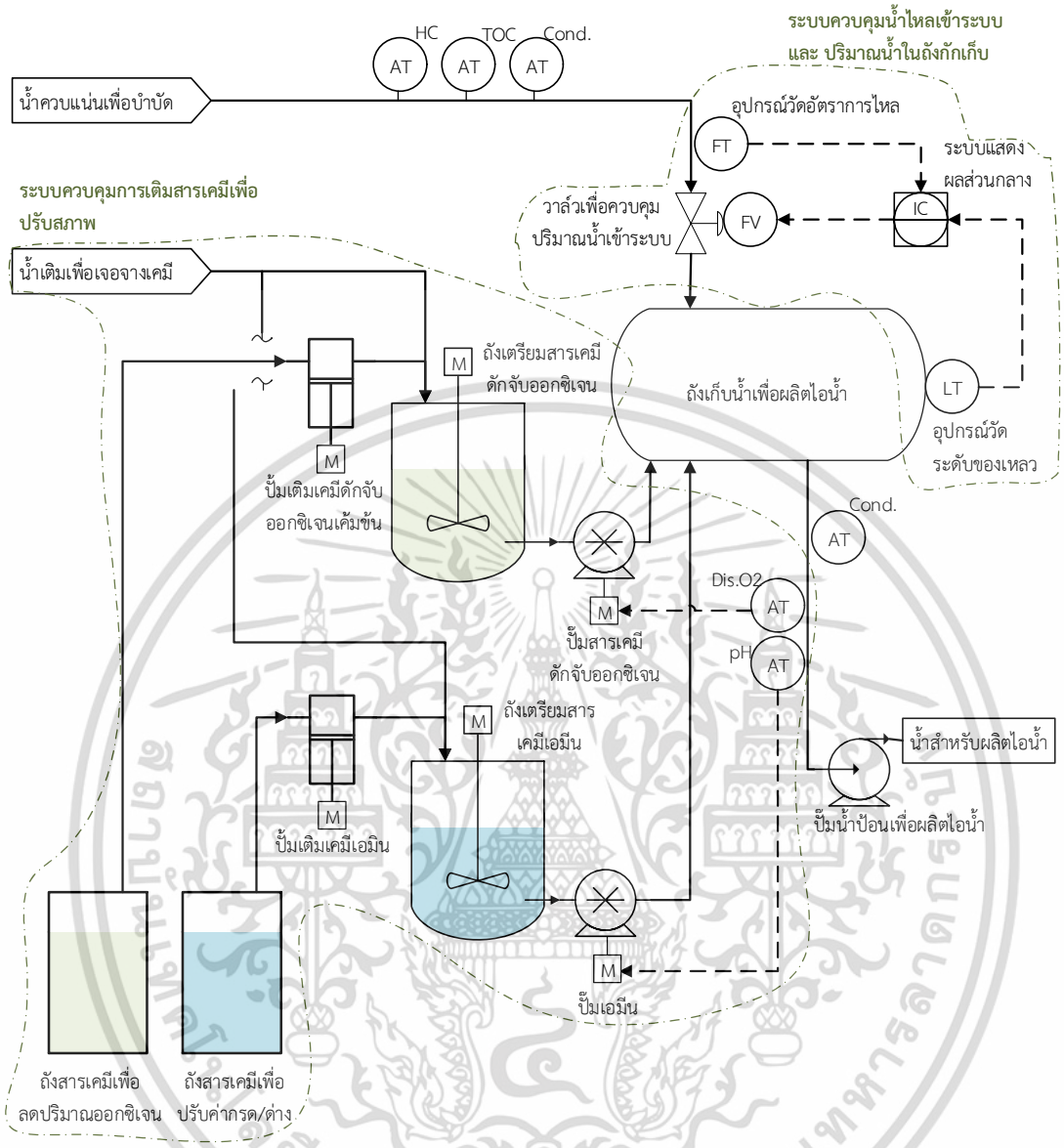
1) การควบคุมระดับของน้ำในถังน้ำ [1] เพื่อใช้ผลิตไอน้ำที่จะถูกส่งมาปรับปรุงคุณภาพในถังเก็บน้ำ โดยตัวควบคุมหลักคือ ระบบควบคุมระดับของเหลว เครื่องมือวัดระดับของเหลว ที่ติดตั้งบนถังเก็บน้ำ โดยที่จะทำงานควบคู่กับ เครื่องมือวัดอัตราการไหล เพื่อไปสั่งเปิดวาล์วให้มีอัตราการไหลที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับของน้ำในถังให้อยู่ในระดับที่สมดุลตลอดเวลาการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การควบคุมปริมาณการละลายของออกซิเจนของน้ำในถัง ในระหว่างการทำงานปกติไอน้ำควบแน่นที่ถูกส่งมาที่ถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำจะถูกควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำผ่าน ระบบควบคุมด้วยเครื่องมือวัดและวิเคราะห์ โดยที่สัญญาณจากระบบควบคุมจะถูกส่งไปที่ปั๊มจ่ายสารเคมี เพื่อเติมสารเคมีที่เหมาะสมเข้าไปยังถังเก็บน้ำให้ยังคงรักษาปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำให้อยู่ในที่ระดับเหมาะสม

3) การควบคุมค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำในถัง ในระหว่างการทำงานปกติ ไอน้ำควบแน่นที่ถูกส่งมาที่ถังจะถูกควบคุมปริมาณค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำผ่านระบบควบคุม ด้วยเครื่องมือวัดโดยที่สัญญาณจากระบบควบคุมจะถูกส่งไปที่ปั๊มจ่ายสารเคมี เพื่อเติมสารเคมีที่เหมาะสมเข้าไปที่ถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ ให้ยังคงรักษาค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำให้อยู่ที่ระดับเหมาะสม ดังแสดงตาม รูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 กลุ่มของระบบควบคุมการทำงาน

3.5.6 ระบบการป้องกันความสูญเสียของโรงงาน

ระบบป้องกันความสูญเสียของโรงงานถือว่าสำคัญและต้องถูกพิจารณา ดังนั้นการออกแบบจึงจำเป็นอย่างมากที่ต้องพิจารณาถึงความปลอดภัย การปนเปื้อน วัสดุติดไฟ และ วัสดุที่สามารถระเบิดได้ การพิจารณาการป้องกันภัยเบื้องต้นของระบบจะมุ่งเน้นไปที่การป้องกันและภาพรวมของโรงงาน โดยวงจรการป้องกันในแต่ละส่วนจะแสดง และ อ้างถึงผ่านแผนภาพการไหลของกระบวนการ

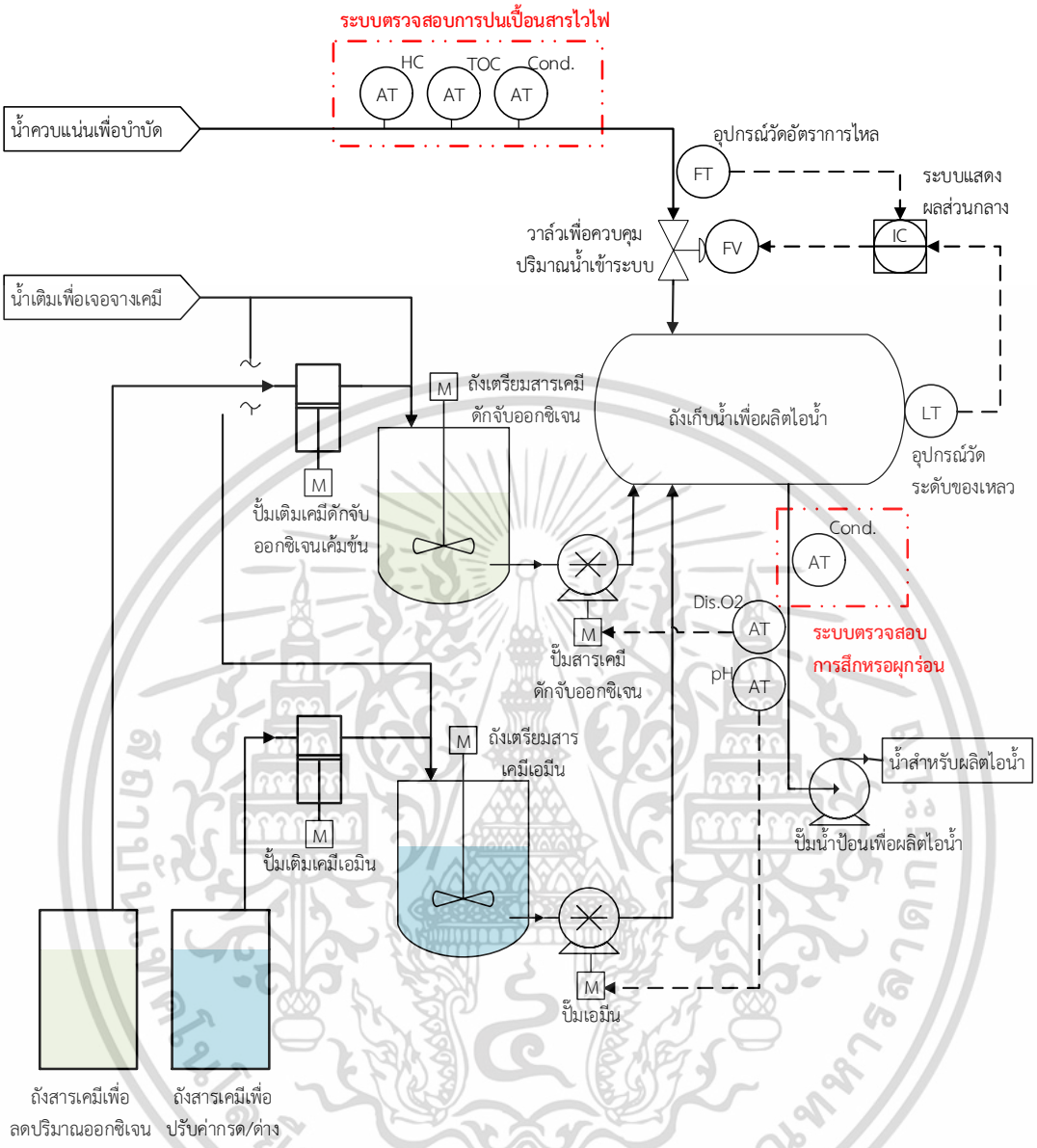
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลางมีการใช้ไอน้ำบางส่วนเพื่อเป็นตัวกลางส่งผ่านความร้อน และอุปกรณ์แรกเปลี่ยนความร้อน มีความเป็นไปได้ส่วนน้อยที่ว่าจะเกิดการรั่วไหลในอุปกรณ์และระบบท่อ ส่งผลให้มีการปนเปื้อน เข้าสู่ระบบน้ำ และ ไปน้ำ ทำให้คุณภาพของไอน้ำควบแน่นไม่พร้อมที่จะนำกลับมาใช้ได้อีก

1) ระบบป้องกันการปนเปื้อนของสาร ไฮโดรคาร์บอน และ สารอินทรีย์คาร์บอน [1] จากที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อเป็นการป้องกันระบบที่อาจเกิดการปนเปื้อนของ ไฮโดรคาร์บอน และ สารอินทรีย์คาร์บอน จากการใช้งานไอน้ำเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนจนนำมาซึ่งความเสี่ยงของการเกิดไฟไหม้และการระเบิด ในระบบป้องกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องติดเครื่องมือวัด/วิเคราะห์ หาค่าการปนเปื้อนของสารไฮโดรคาร์บอน เพื่อสั่งหยุดระบบก่อนที่จะเกิดความเสียหายร้ายแรงขึ้นผ่านอุปกรณ์วิเคราะห์ไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนและ อุปกรณ์วิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอน เพื่อเป็นการหยุดจ่ายน้ำเข้าระบบ และ ยกเลิกการทำงานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำต่อไป

2) ระบบป้องกันการปนเปื้อนของสารประกอบโลหะ และ อื่นๆ จากที่การใช้ไอน้ำบางส่วนเพื่อเป็นตัวกลางส่งผ่านความร้อน และ อุปกรณ์แรกเปลี่ยนความร้อน มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดรอยรั่วจนสารประกอบโลหะและอื่นๆจะปนเปื้อน จากการใช้งานไอน้ำเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนจนนำมาซึ่งความเสี่ยงของการเกิดความเสียหายที่คาดไม่ถึง ดังนั้นในระบบป้องกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องติดเครื่องมือวัด/วิเคราะห์ หาค่าการปนเปื้อนของสาร เหล่านี้ และเพื่อสั่งหยุดระบบก่อนที่จะเกิดความเสียหายร้ายแรงขึ้นผ่านอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าความนำไฟฟ้าทั้งในขาเข้าระบบจ่ายไปน้ำควบแน่นเข้าระบบ เพื่อตรวจคุณภาพน้ำจากภายนอก ทั้งยังติดที่ด้านขาออกของระบบปรับคุณภาพเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วไหลจากระบบที่ได้ออกแบบ หากมีการตรวจพบสิ่งแปลกปลอมจะมีการสั่งการให้หยุดจ่ายน้ำเข้าระบบ และ ยกเลิกการทำงานของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำต่อไป ดังแสดงตาม รูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 กลุ่มของระบบป้องกันความสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลของการดำเนินงาน

4.1. การเปรียบเทียบต้นทุนการออกแบบและจุดคุ้มทุนเบื้องต้น

จากการศึกษาทางเลือกเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ในบทนี้จะขอกล่าวถึงภาพรวมของการเปรียบเทียบต้นทุนของการออกแบบและจุดคุ้มทุนเบื้องต้นของระบบเพื่อหมุนเวียนนำกลับมาใช้ในการผลิตไอน้ำ

4.2. การคิดต้นทุนเบื้องต้นของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

การศึกษาเพื่อที่จะใช้งานระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ให้มีคุณสมบัติพร้อมเพื่อสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ผลิตได้อีกครั้งพบว่า การที่จะดำเนินโครงการนี้จะต้องเน้นไปที่การคุ้มทุนเป็นอันดับต้นๆ เมื่อใช้เปรียบเทียบกับต้นทุนการก่อสร้างของระบบ เพราะการที่สามารถหมุนเวียนการใช้น้ำในโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง ก็ยิ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตในภาพรวมของระบบได้มากขึ้น

4.2.1 รายการอุปกรณ์หลักที่มีความจำเป็นเบื้องต้นของระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

จากแผนภาพการไหลของกระบวนการ เบื้องต้นสามารถใช้ในการพิจารณาจำนวนอุปกรณ์หลักที่มีความจำเป็นจะต้องจัดหาสำหรับระบบ เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการประมาณราคา โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 รายการอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

รายละเอียดอุปกรณ์	จำนวน	หน่วย
ถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ	1	ชุด
ปั๊มป้อนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ	2	ชุด
ระบบเติมสารเคมีเพื่อกำจัดออกซิเจน	1	ชุด
ระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับค่ากรด/ด่าง	1	ระบบ
ระบบท่อ	1	ระบบ
ระบบโยธาและโครงสร้าง	1	ระบบ
ระบบไฟฟ้า	1	ระบบ
ระบบเครื่องมือวัด	1	ระบบ
ระบบควบคุม	1	ระบบ
ระบบป้องกันการสูญเสีย	1	ระบบ

ในการพิจารณาอุปกรณ์ย่อยข้างเคียงประเภทงานระบบท่อ, งานโครงสร้าง, งานระบบสายไฟฟ้า ใช้การประมาณการจากมูลค่าของอุปกรณ์หลักเป็นอัตราส่วนจากมูลค่ารวมเพราะในการหาค่าการใช้จ่ายเบื้องต้น (Concept screening or Feasibility study) จะเป็นการประมาณการความเป็นไปได้ของการก่อสร้าง, อุปกรณ์หลัก, แผนภาพขบวนการทำงาน และ การทำงานของขบวนการ

4.2.2 การหาต้นทุนของการทำโครงการ

เมื่อมีรายการของอุปกรณ์หลักในระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำสำหรับโครงการการแล้ว การศึกษาเพื่อหาราคาของอุปกรณ์หลักสามารถที่จะหาได้โดยการติดต่อขอรายละเอียดของราคาอุปกรณ์เบื้องต้นจากผู้ผลิตโดยตรง [8] และ ขอคำปรึกษาจากบริษัทวิศวกรรมเพื่อขอแนวทางการประมาณราคาอุปกรณ์ย่อยต่างๆ ของโรงงานในอนาคต โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การศึกษาราคาอุปกรณ์จากข้อมูลเบื้องต้น

รายละเอียดอุปกรณ์	ราคาวัสดุ	หน่วย
ถังเก็บน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ	8.0	ล้านบาท
ปั๊มป้อนน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำ	14.5	ล้านบาท
ระบบเติมสารเคมีเพื่อกำจัดออกซิเจน	4.25	ล้านบาท
ระบบเติมสารเคมีเพื่อปรับค่ากรด/ด่าง	4.25	ล้านบาท
ระบบท่อ	9.5	ล้านบาท
ระบบโยธาและโครงสร้าง	6.5	ล้านบาท
ระบบไฟฟ้า	7.5	ล้านบาท
ระบบเครื่องมือวัด	12	ล้านบาท
ระบบควบคุม	3.5	ล้านบาท
ระบบป้องกันการสูญเสีย	1.5	ล้านบาท
ต้นทุนงานก่อสร้าง	14.0	ล้านบาท
งานโครงการและการบริหารโครงการ	14.2	ล้านบาท
สำนักงาน และ ค่าใช้จ่ายย่อย	2.0	ล้านบาท
ต้นทุนของฝั่งผู้ตรวจงาน	10.0	ล้านบาท
รวม	**111.2**	**ล้านบาท**

ต้นทุนการสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำนั้น มีต้นทุนอย่างอื่นนอกจากค่าวัสดุที่ต้องทำการพิจารณา เช่น ค่าบริการวิศวกรรม การจัดหา การก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายส่วนสนับสนุนรายย่อย และค่าใช้จ่ายของเจ้าของโรงงานเพื่อเตรียมสถานที่และกำลังคน

4.3. จุดคุ้มทุนเบื้องต้นของการสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

การพิจารณาจุดคุ้มทุนของการใช้ระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ในการศึกษานี้ได้มีการเข้าไปศึกษาข้อมูลเพื่อให้ได้ทราบถึงข้อมูลที่จำเป็นเช่น ราคาซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำจากภายนอก, ราคาขายคืนของไอน้ำควบแน่น, อัตราการใช้น้ำเพื่อผลิตไอน้ำภายในหนึ่งปีโดยเฉลี่ย โดยที่ได้พิจารณาจากปริมาณการขายคืนของไอน้ำควบแน่นของโรงงานที่ศึกษาเป็นตัวตั้ง (262,000 ลูกบาศ์เมตร/ปี) ดังแสดงข้อมูลตาม ตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การคำนวนค่าใช้จ่ายการซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ

รายละเอียด	ค่าใช้จ่าย	หน่วย
ราคาซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำจากภายนอก	240	บาท/ลูกบาศ์เมตร
ราคาขายคืนไอน้ำควบแน่น	50	บาท/ลูกบาศ์เมตร
ปริมาณไอน้ำควบแน่นที่ส่งคืนและสามารถปรับปรุงได้	262,000	ลูกบาศ์เมตร/ปี
สามารถลดต้นทุนการซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ	62.88	ล้านบาท/ปี
สามารถขายคืนไอน้ำควบแน่นลดลง	13.1	ล้านบาท/ปี
ผลต่างที่ได้จากการสร้างหน่วยปรับปรุงคุณภาพ	49.8	ล้านบาท/ปี
ระยะเวลาการคุ้มทุน	6	ปี

จะเห็นว่าระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำนี้ เป็นระบบทำงานร่วมและสนับสนุนระบบเดิม ซึ่งระหว่างการก่อสร้าง โรงงานก็ยังคงสามารถทำงานได้อย่างปกติ และด้วยระบบนี้เป็นระบบเสริม โดยถ้าระบบนี้เกิดการขัดข้อง ก็จะไม่ส่งผลกระทบกับระบบเดิมของโรงงาน ถึงแม้ว่าระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำนี้จะให้ผลตอบแทนที่สูง แต่ระยะเวลาการคืนทุนของโครงการยังคงใช้เวลาถึง 6 ปี เพราะโดยรวมแล้วมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาระยะเวลาการออกแบบวิศวกรรม การจัดหาอุปกรณ์และการก่อสร้าง อีกประมาณ 2.5 ปี

ในกรณีเดียวกันถ้าโรงงานมีปริมาณการใช้น้ำต่ำกว่านี้ และมีปริมาณการขายคืนของไอน้ำควบแน่นของโรงงานเพียง 100,000 ลูกบาศ์เมตร/ปี ขนาดของอุปกรณ์ควรจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก ดังแสดงรายละเอียดข้อมูลตาม ตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การคำนวนค่าใช้จ่ายการซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำในกรณีใช้น้ำ 100,000 ลูกบาศ์เมตร/ปี

รายละเอียด	ค่าใช้จ่าย	หน่วย
ราคาซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำจากภายนอก	240	บาท/ลูกบาศ์เมตร
ราคาขายคืนไอน้ำควบแน่น	50	บาท/ลูกบาศ์เมตร
ปริมาณไอน้ำควบแน่นที่ส่งคืนและสามารถปรับปรุงได้	100,000	ลูกบาศ์เมตร/ปี
สามารถลดต้นทุนการซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ	24.00	ล้านบาท/ปี
สามารถขายคืนไอน้ำควบแน่นลดลง	5.0	ล้านบาท/ปี
ผลต่างที่ได้จากการสร้างหน่วยปรับปรุงคุณภาพ	19.0	ล้านบาท/ปี
ระยะเวลาการคุ้มทุน	10.5	ปี

จากการศึกษาพบว่าราคาของน้ำเพื่อใช้ผลิตไอน้ำที่ซื้อจากภายนอกค่อนข้างที่จะแพงเพราะ ผู้จัดหาได้มีการคิดค่าใช้จ่ายต่างๆ รวมค่าระบบจัดส่ง การดูแลรักษาระบบท่อภายนอก การสร้างความดันเพื่อส่งน้ำจากหน่วยผลิตของผู้จัดหา มาที่โรงงานปิโตรเคมี

ดังนั้นในขบวนการจัดซื้อจัดจ้างผู้ซื้อจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบระบบการขนส่งเอง ดังนั้นราคาก็จะถูกลง แต่ว่าต้นทุนอื่นๆ ก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และอาจลดเสถียรภาพของระบบ

จากภาพรวม โรงงานสามารถประหยัดงบประมาณไปได้ประมาณ 50 ล้านบาท ถือว่าคุ้มค่าที่จะลงทุนโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลางกับการสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1. บทสรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ เพื่อให้มีคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลาง โดยมุ่งเน้นไปที่ความคุ้มค่าของการสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำแทนที่การซื้อน้ำเพื่อใช้ผลิตไปน้ำและขายคืนไอน้ำควบแน่น โดยจะพิจารณาจากการใช้น้ำที่มีปริมาณประมาณในช่วง 100,000 ถึง 300,000 ลูกบาศ์เมตร/ปี

เมื่อเทียบมูลค่าการลงทุนของโรงงานเคมีขนาดกลางที่ต้องซื้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำจากภายนอกนั้น มีความคุ้มค่าที่จะสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำขนาดเล็กมากกว่าการส่งขายคืนให้ผู้จัดหา อีกทั้งการลงทุนสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ จะใช้เวลาในการคืนทุนที่ประมาณ 6ปี ถึง 10ปี ตามลำดับ

5.2. ข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยต่อ

ระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ ด้วยระบบการเติมสารเคมีเพื่อปรับคุณภาพของน้ำสำหรับใช้ในการผลิตไอน้ำ ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความเหมาะสมอย่างยิ่ง ทำให้สามารถทำงานร่วมกับระบบที่โรงงานมีอยู่เดิมได้ ในลักษณะของหน่วยหลัก และหน่วยสนับสนุน ซึ่งก็ยังต้องมีการพิจารณาในรายละเอียดปลีกย่อยอีกตามการศึกษาจากสถานที่ใช้งานจริง อีกทั้งในงานศึกษานี้ ไม่ได้ครอบคลุมทุกขนาดของหน่วยผลิต เพราะถ้าโรงงานขนาดเล็กมาก ระยะเวลาการคืนทุนอาจไม่คุ้มค่าเพราะใช้เวลาคืนทุนนาน ในทางเดียวกันโรงงานขนาดใหญ่ก็มักจะมีระบบอื่นๆอีก เช่น ถังดีงอากาศออกจากน้ำเป็นของตัวเอง สำหรับโรงงานปิโตรเคมีขนาดกลางก็มีความน่าสนใจที่จะทำการศึกษาต่อไปในอนาคต ถึงความคุ้มค่าของการก่อสร้างโรงงาน และระบบปรับปรุงคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Béla G. Lipták, "**Process Measurement and Analysis**", 4th Edition, 2010

[2] Béla G. Lipták, "**Process Control and Optimization**", 4th Edition, 2006.

[3] Robert E. Sherman, "**Process Analyzer Sample Conditioning System Technology**",1st Edition, 2001.

[4] American petroleum institute, API RP 551, **Process measurement**, 2nd Edition, 2016

[5] American petroleum institute, API RP 552, **Transmission System**, 1st Edition, 1994

[6] American petroleum institute, API RP 555, **Process analyzers**, 3rd Edition, 2013

[7] American national standard, ANSI/ISA-5.1-2009, "**Instrumentation symbols and Identification**"

[8] AACE International recommended practice, "**Cost estimate classification system**" AACE, Inc. 2005.

[9] Emerson / **Rosemount measurement-instrumentation, Liquid analytical solution**, 2020

[10] KECO **Liquid analyzer, Hydrocarbon in water for water treatment industries,** 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่ในวารสารวิชาการและรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2022 The 22nd International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2022)
BEXCO, Busan, Korea, Nov. 27~Dec. 01, 2022

Applied to reuse steam condensate water in Medium petrochemical plant to boiler feed water

S. Tammaruckwattana[1], A. Seekhieo[2] and N. Tammarugwattana[3*]

[1] School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand (sirichai.ta@kmitl.ac.th)
[2] School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand (64601168@kmitl.ac.th)
[3] School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand (narin.ta@kmitl.ac.th) * Corresponding author

Abstract: In Thailand's petrochemical industrial estate which has a small or medium-size plant, boiler feed water is bought from the external boiler feed water provider to use in an incinerator to make steam for plant use, and the steam condensate water that comes after the incinerator process is sold back to the provider as well. The cost gap between bought water and sold water is considered a waste since the income gained from selling post-boiled water is less than expenses from bought water. In this paper, the research to improve the steam condensate water quality and reuse the water has been proposed. This application is to be considered to build the steam condensate treatment unit for treating water potential to reduce the overall operation cost (OPEX). The online analyzer is being used to control the chemical dosing package via a plant control system to check the quality of water and treat it in real-time so the water can be reused.

Keywords: Boiler feed water (BFW); Boiler feed water pump (BFP); Steam condensate water; Online analyzer; Chemical dosing package; Incinerator.

1. INTRODUCTION

The small and medium petrochemical plants in the Thailand industrial estate of Thailand normally import the boiler feed water from an external boiler feed water (BFW) provider for plant utilization and used to produce steam through an incinerator, the steam produced by the incinerator is used for plant/steam turbine process. Used steam condensate water is collected and waited to cool down before returning to the BFW provider via transferred pumps without recirculating treatment.

There are many factors with building the plant during the design and construction especially economy consideration. The steam condensate treatment unit contains equipment such as a deaerator, boiler feed water pump, filter, chemical dosing unit, instruments, and control system which the treatment unit may increase the plant capital cost (CAPEX). Therefore, the small and medium petrochemical plants preferred to buy the BFW from an external provider to produce steam and sell it back to the BFW provider as well.

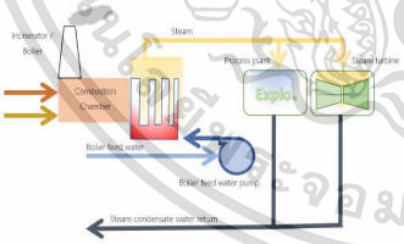


Fig. 1. System schematic of steam generation at a medium petrochemical plant.

This research aims to find a recovery solution/utilize the steam condensate water in a medium petrochemical plant to boiler feed water by the add an additional treatment unit. Evaluate the economic consideration of two main modes (with and without treatment unit) to find value to reduce the operation cost of the plant by reducing the need to buy the boiler feed water from external boiler feed water (BFW) provider.

2. SURVEY THE WATER PROPERTIES IN THE SYSTEM

2.1 Imported boiler feed water properties

In the first step, we start with determining import boiler feed water by the amount of water, and water properties that are specified for existing plant use. In this evaluation, in a plant that has been studied, an incinerator was used to produce steam. The main thing to know is fluid state/fluid volume/pressure/temperature and chemical properties, which is the preliminary information from plant history and sample collection. The studied petrochemical plant has specified / qualities of the imported boiler feed water as presented in Table 1

Table 1. Import boiler feed water qualities

Import Boiler feed water qualities		
pH	8.5-9.5	ppm
Specific conductivity @ 25°C	< 8	µm/cm
Chloride content	< 0.5	ppm
Silica content	< 0.02	ppm
Iron content	< 0.1	ppm
Copper content	< 0.05	ppm
Dissolved oxygen	< 0.01	ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

However, the actual data is also necessary to ensure that the fluid properties are as similar to the properties as the plant is specified. Sample correction of the imported boiler feed water is presented in Table 2

Table 2. Sample of boiler feed water qualities

Sample of Boiler feed water result		
pH @ 25°C	9.38	ppm
Specific conductivity @ 25°C	5.69	µm/cm
Chloride content	< 0.10	ppm
Dissolved oxygen	< 0.001	ppm

The next step is to measure the flow rate of imported water of boiler feed water that has been imported from external. The average data within a week of flow rate is being used. The flowrate, fluid quantities, and pressure are necessary to apply in the design of the process requirement, equipment sizing, and control system, which the actual site, the researchers have to collect flow rate, pressure, temperature, and fluid quantities data from measurements that have been installed, referring data can be captured at Central control room / Plant DCS. The measuring schematic of import boiler feed water from an external provider is shown in Fig.2 and the measuring data for the import of boiler feed water is presented in Table 3.

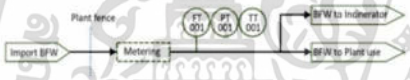


Fig. 2. Measuring schematic of import boiler feed water from an external provider.

Table 3. Measuring data of import boiler feed water

Boiler feed water measuring result	
Fluid state	Liquid
Flowrate	99 Ton / Hr.
Temperature and Pressure	125 DegC : 8.5 Kg/cm2

Fluid flowrate, that has been measured at a normal operating time may be less during work or weekends but the flowrate data in the peak demand is sufficient to design future systems.

According to the results, the quantity of imported boiler feed water in Table 3, although it is a medium petrochemical plant, the plant needs a lot of boiler feed water for plant operation. The improvement will benefit the overall operation cost of a plant.

2.2 Exported Steam condensate water properties

The next step is to determine the export of steam condensate water by the amount of water, and water properties that are specified that the plant returns to the boiler feed water provider. In this evaluation, the maximum quantities of the steam condensate water that can be treated required some information that are fluid state/fluid volume/pressure/temperature, and chemical properties. In the same way the preliminary information from plant history and sample collection. The studied petrochemical plant has specified / qualities of the exported steam condensate water as presented in Table 4

Table 4. Export steam condensate water qualities

Import Boiler feed water qualities		
pH	7.5-9.5	ppm
Specific conductivity @ 25°C	< 10	µm/cm
Silica content	< 0.02	ppm
Iron content	< 0.1	ppm
Copper content	< 0.05	ppm
Total organic carbon	< 0.3	ppm

The actual data about the fluid properties that will be used to design the treating system is presented in Table 5

Table 5. Sample of Steam condensate water qualities

Sample of Steam condensate water result		
pH @ 25°C	8.94	ppm
Specific conductivity @ 25°C	4.87	µm/cm
Iron content	< 0.10	ppm
Total organic carbon	< 0.22	ppm

Measure data of the flow rate of export steam condensate water to the boiler feed water provider, still use the average within a week of flowrate. The researchers collect flow rate, pressure, temperature, and fluid quantities from measurements that have been installed, referring to data that can be captured at the Central control room / Plant DCS. The measuring schematic is shown in Fig.3 and measuring data of export steam condensate water is presented in Table 6

Fig. 3. Measuring schematic of export steam condensate water to an external provider.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6. Measuring data of export steam condensate water

Steam condensate water measuring result	
Fluid state	Liquid
Flowrate	83 Ton / Hr.
Temperature and Pressure	50 DegC : 7.3 Kg/cm2
Fluid quantities	Approx. 262,000 m3/Yr

3. DESIGN STUDY

Under this design concept study, we intend to execute the following:

- To utilize the steam condensate water
- To reduce the cost of importing boiler feed water
- Increase reliability of equipment

The typical concept design for a steam condensate recovery system of condensate polishing package, deaerator, and oxygen scavenger dosing package. Referred with condensate water quantities and qualities If pH value and dissolved oxygen value can be controlled, then the treatment of steam condensate water to Boiler feed water is feasible and also will reduce the operation cost of a medium size petrochemical plant.

The plants we used for this study were medium-sized petrochemical plants therefore, steam production is used in many plant locations. The measurement and control systems must consider both stability and security

3.1 Process and control diagram for treatment unit

In design plan to connect steam condensate water from the export steam condensate water pipeline to the new treatment unit and return treatment water as boiler feed water to the import pipeline is shown in Fig.4.

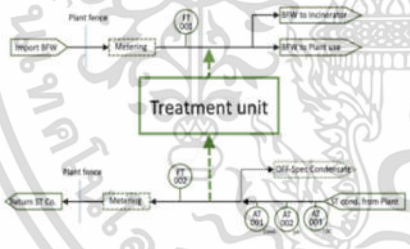


Fig. 4. The preliminary tie-in diagrams

The treatment unit minimum requires equipment is a boiler feed water drum (for fluid buffer and mixing area), a chemical dosing package (for balance oxygen and pH value [1].), a boiler feed water pump (for return treatment water to the system), (measurement for monitoring) and control system (for overall control) Detail of process diagram is shown in Fig.5.

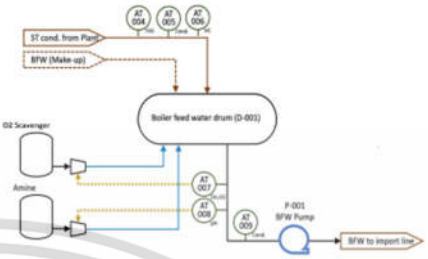


Fig. 5. Treatment unit process diagram

3.2 Measuring and control system

The major values which use as a comparison in measuring the quality of import boiler feed water and export steam condensate water are pH value and dissolved oxygen which needs to be controlled at the accepted value because there is a small change in value [2].

- Boiler feed water drum level control

  Steam condensate water from the condensate tank or export line is reused as boiler feed water inside the plant. During normal operation, the D-001 level is maintained by a master level controller (Level transmitter on D-001) and slave flow controller/valve (Feed-in Condensate to D-001)

- Boiler feed water drum dissolved oxygen control

  During normal operation, the amount of dissolved oxygen in boiler feed water is maintained by a dissolved oxygen analyzer controller which manipulates oxygen scavenger dosing pumps located inside the chemical dosing package.

- Boiler feed water pH control

  During normal operation, the pH of boiler feed water is maintained by a pH analyzer controller which manipulates amine dosing pumps located inside the chemical dosing package.

3.3 Safeguarding system

The design of the treatment unit must consider plant safety on health / environmental / property. Therefore, this preliminary design shall be aware of contamination which can develop into a potential hazard.

- Hydrocarbons contamination

  In a petrochemical plant, if tubes develop leaks or holes and if the pressure of the stream of fluid being heated is greater than the pressure of the steam, the steam could potentially become contaminated by

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hydrocarbons (HC). Steam containing the applicable amount of hydrocarbon can develop a potential hazard that may result in fire or explosion. If the Hydrocarbon or TOC analyzer is detected, the treating unit will be shut down.

- High conductivity detected

Steam is used as the heating medium in heaters or heat exchangers. It is unlikely but might occur that if tubes develop leaks or holes and if the pressure of the stream of fluid being heated is greater than the pressure of the steam, the steam could potentially become contaminated. If the Conductivity analyzer is detected, the Treating unit will be shut down.

3.4 Basic detail of equipment

Referred to the process control diagram showing what is necessary to design the system, the researchers consider all the main necessary equipment for a steam condensate treatment unit and a new treatment unit and will implement the equipment in the existing petrochemical plant. The equipment from the following conclusions can be shown in Table 7.

Table 7. Main equipment for the Treatment unit.

Main equipment list		
Boiler feed water drum	1	Ea.
Boiler feed water pump	2	Ea.
Chemical dosing package	1	Unit
Piping system	1	Lot.
Electrical system	1	Lot.
Civil and Structural system	1	Lot.
Measurement and Final element	1	Lot.
Control and Safeguarding system	1	Lot.

It is necessary to know the initial dimensions of the equipment, especially the drum and the pump. Therefore, the preliminary calculations are as follows:

- Boiler feed water pumps.

Boiler feed water pump size is determined by the flow rate of the export steam condensate water. In this case, 2 pumps have been chosen just in case of need to reduce the production or have one of them is damaged, it can work without stopping the system.

Maximum flowrate at 83 Ton/hr.

The pumping capability is 42 Ton / hr. per each

- Boiler feed water drum.

Boiler feed water drum size to be considered if no condensate water feed in and the system can continue to work for 10 minutes before it stops working.

Pump rating x Quantity of pump x Period = Drum size

(42 Ton / hr.) x (2) x (1/6 hr.) = 14 m3

Therefore, a capacity of approx. 18 m3 is to be selected. The utility requirement for operating the treatment unit is shown in Table 8.

Table 8. Utility requirement.

Utility requirement list		
Electrical power (400/230 3ph)	135	kW/hr
Cooling water	1,680	Kg/hr
Instrument air	15	Nm3/hr
Plant air	150	Nm3/hr
Nitrogen	1 2	Kg/hr

This utility list is estimated for use in ordering and controlling the operation of the system. Whether electric system to operate the pump/control system, instrument air for instrument/final element/dosing package, and plant air/nitrogen/cooling to support chemical dosing package.

4. COMPARISON OF DESIGN COST AND RATE OF RETURN

4.1 Project and Construction cost

The preliminary estimate of devices as a guideline for considering the investment value is presented in Table 9 [3].

Table 9. Preliminary project cost estimation

Project cost estimation	
Boiler feed water pumps	14.5 MTHB
BFW Drum	8.0 MTHB
Chemical dosing package	9.5 MTHB
Control system	3.5 MTHB
Piping and support steel	9.5 MTHB
Electric and Instrument	19.0 MTHB
Civil and Structural	6.5 MTHB
Construction cost	14.0 MTHB
Engineering/Project management	14.2 MTHB
Other	2.0 MTHB
Owner cost	10.0 MTHB
Total	111.2 MTHB

Equipment prices are based on consulting with vendors during the year 2021, in which the cost of construction including sub-equipment is likely to change slightly. Initially bulk material requirements from experts in that field (Such as piping / Electrical / Instrumentation etc.) which has some discrepancies according to the resolution. Actual will be done during detailed design engineering, however, the main equipment that is required for this system, the cost has been considered

4.2 Project rate of return

We have access to trading information of boiler feed water and steam condensate water to know the annual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

usage volume, and current trading price. The consideration shall include the construction period of this project which is expected to take about 2 years for construction. The preliminary information that will bring for effective study and period of return on the investment is shown in Table 10

Table 10: Preliminary project rate of return

Preliminary project rate of return	
Boiler feed water buy rate	240 THB/m3
Condensate water sell rate	- 50 THB/m3
Reduce buying from BFW	262,000 m3/Yr
Reduce selling Condensate	262,000 m3/Yr
BFW water buy cost	62.88 MTHB
Steam condensate sell	-13.1 MTHB
Benefit	49.8 MTHB
Simple payback	5.8 Year

As result, this project can pay back within 6-7 years, which is an interesting investment for use in a medium-sized petrochemical plant, and this system that we offer is a support system unit from the existing design. Therefore, the construction or the failure of this system will not affect the existing.

5. CONCLUSIONS

This paper research the solution to reusing steam condensate water. When comparing the investment value to build the steam condensate water treatment unit with the cost of buying boiler feed water from an external water provider, the result shows that building the treatment unit instead only buying externally for a medium-sized petrochemical plant is possible and will return the construction cost in building the system with 6-7 years with is acceptable that this system will last more than 7 years. From this research, if the sizes of plants required to import boiler feed water are about 100,000 to 300,000 m3 then this study can be applied.

This study does not cover all sizes of petrochemical plants because small-sized plants are difficult to assume the amount of boiler feed water, therefore it must be considered on a case-by-case basis.

REFERENCES

[1] Béla G. Lipták, Process Measurement and Analysis, 4th Edition, 2010
[2] Béla G. Lipták, Process Control and Optimization, 4th Edition, 2006
[3] AACE International recommended practice, Cost estimate classification system. AACE, Inc. 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายอภินันท์ สีเขียว

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 10 มีนาคม 2521

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2544 และในปี 2564 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้