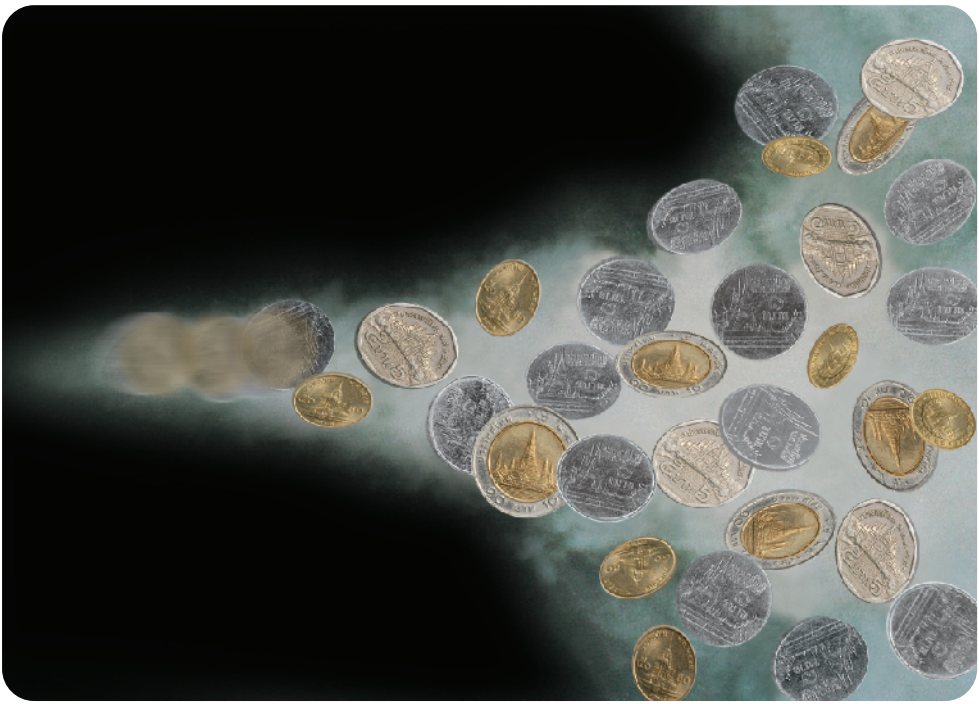
เอกสารเผยแพร่

คู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ

6
หมายเลข

ไอน้ำ
Steam



คู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ FE-TD-TRC-44006

โครงการที่ประสบผลสำเร็จ
ด้านการอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

"เอกสารนี้แปลและเรียบเรียงมาจากหนังสือ Fuel Efficency Booklet
เรื่อง **Steam**
ภายใต้โครงการ UK Government's Energy Efficiency
Best Practice Programme
ของ Department of The Environment Transport and Regions,London UK."

แนะนำหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กองฝึกอบรม ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการสนับสนุนการพัฒนาบุคลากร ด้านการอนุรักษ์พลังงานได้เปิดหลักสูตรอบรมต่างๆ ในช่วงแต่ละปี ตัวอย่างของหลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน หลักสูตรเทคโนโลยีพลังงาน หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในขบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน และหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร เป็นต้น

ผู้ที่สนใจสามารถติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

หมายเลขโทรศัพท์ 0 2577 7035-41 โทรสาร 0 2577 7047

แนะนำ WEB SITE ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้พัฒนา WEB SITE เพื่อเป็นช่องทางให้ผู้ที่สนใจเข้าไปหาข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานที่ *http : // www. dedp.go.th* และ *http : // www.teenet-dedp.com*

ภายใน WEB SITE ผู้ที่สนใจสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน / ตัวอย่างโรงงานที่ประสบความสำเร็จ / รายชื่อที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงาน ที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน / พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และกฎกระทรวง

ไอน้ำ

Steam

คำนำ

ในสภาวะปัจจุบันรูปแบบการใช้พลังงานได้เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเป็นมูลเหตุให้อัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นทุกๆปี นับเป็นภาระหนักต่อฐานะการเงินการลงทุนของทุกประเทศที่จะต้องจัดหาพลังงานมาให้เพียงพอและเหมาะสม นอกจากนี้ยังจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปจากการใช้พลังงานจำนวนมหาศาลดังกล่าวด้วย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และทักษะเพื่อเสริมรากฐานในการปฏิบัติงานตามอำนาจหน้าที่ภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมีกองฝึกอบรมเป็นหน่วยงานหนึ่งที่สนับสนุนกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานภายใต้แผน อนุรักษ์พลังงานของประเทศ เพื่อทำหน้าที่ฝึกอบรมพัฒนาความรู้ด้านการจัดการและเทคโนโลยีด้านพลังงานแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และสนับสนุนส่งเสริมให้ความรู้ด้านเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานเพื่อให้มีการใช้เครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นการช่วยลด ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเห็นว่าหากได้นำแนวทางการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพที่ได้รับความร่วมมือจาก Department of Environment Transport and Regions, London ประเทศสหราชอาณาจักรให้ความสนับสนุนเอกสารภายใต้โครงการ UK Government's Energy Efficiency Best Practice Programme เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานอันจะเป็นการเสริมสร้างประโยชน์ต่อการพัฒนาบุคลากรและเพิ่มศักยภาพของบุคลากรได้อย่างเป็นรูปธรรมจึงได้จัดทำเอกสารดังกล่าวมาเรียบเรียงเป็นภาษาไทยเพื่อเผยแพร่แก่ผู้เกี่ยวข้องต่อไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานขอขอบคุณ Department of Environment Transport and Regions, London ประเทศสหราชอาณาจักร ที่ให้ความสนับสนุนเอกสาร และคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ที่ได้ให้การสนับสนุนในการจัดทำและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่านในฐานะเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน สมตามเจตนารมณ์ของ การจัดการจัดทำคู่มือนี้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน

*** *อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ประจำวันที่ 14 พฤศจิกายน 2544*
สหราชอาณาจักร ปอนด์สเตอร์ลิง ตั๋วเงิน : 63.5765 บาท ทางโทรเลข : 63.7353 บาท
อัตราขายถัวเฉลี่ย :64.3911 บาท

สารบัญ

1. บทนำ 1
ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง 3
2. การระบายน้ำทิ้ง (Blowdown) 7
วิธีการระบายหม้อไอน้ำทิ้ง 8
ปริมาณการระบายหม้อไอน้ำทิ้ง 9
ค่าใช้จ่ายในการระบายหม้อไอน้ำทิ้ง 11
3. การใช้ไอน้ำ 13
การรั่วของไอน้ำ 17
พื้นผิวที่ไม่ได้หุ้มฉนวน 17
การลดความต้องการของการใช้ไอน้ำให้น้อยที่สุด 18
การสูญเสียความร้อนของระบบการให้ความร้อน 19
การสูญเสียความร้อนของระบบการส่งจ่ายไอน้ำ 22
การสูญเสียความร้อนในกระบวนการผลิต 23
การสูญเสียความร้อนจากการใช้อุณหภูมิกระบวนการผลิตที่สูงเกินไป 24
4. การถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำ 25
การจัดการกับฟิล์มอากาศ 27
ตำแหน่งของการระบายอากาศออกจากระบบไอน้ำ 29
ฟิล์มคอนเดนเสต 31
ไอน้ำเปียก และไอน้ำแห้ง 31
การบำรุงรักษากับดักไอน้ำ (Steam trap) 34
ตัวกรอง (Stainer) 35
ตำแหน่งการติดตั้งกับดักไอน้ำ (Steam trap) 37
การสะสมอากาศภายในกับดักไอน้ำ (Steam trap) 39
การอั้นและการกระแทกของน้ำ (Water Hammer) 23
5. เทคนิคการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ 44
การนำความร้อนจากคอนเดนเสตกลับมาใช้ใหม่ 45
การลำเลียงคอนเดนเสต 47
การต่อท่อ 47
การยกระดับคอนเดนเสต และความดันย้อนกลับ 49
การสูบคอนเดนเสต 51
อุณหภูมิคอนเดนเสต 53

การหุ้มฉนวนคอนเดนเสต 55
การนำความร้อนจากไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ 59
ตัวอย่างการนำความร้อนจากไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ 61
การควบคุมไอน้ำแฟลช 64
วิธีการนำความร้อนจากไอน้ำกลับมาใช้อย่างง่าย 65
6. สรุป/รายการตรวจสอบสำหรับการดำเนินงานขั้นต่อไป **66**
7. แหล่งของข้อมูลเพิ่มเติม **68**
ภาคผนวกที่ 1 ตารางไอน้ำ
แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

1. บทนำ

ไอน้ำถูกนำมาใช้ในการให้ความร้อน และใช้ในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ไอน้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการพาและถ่ายเทความร้อน ข้อดีของการใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อนมี 3 ประการ คือ

- ไอน้ำสามารถถ่ายเทความร้อนที่อุณหภูมิคงที่คุณสมบัติ ดังกล่าวนี้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการให้ความร้อนกับวัสดุที่มีความไวต่ออุณหภูมิ
- อุณหภูมิของไอน้ำขึ้นอยู่กับความดันของไอน้ำ จากหลักการนี้ทำให้การควบคุมอุณหภูมิง่ายขึ้น
- ไอน้ำต่อหน่วยปริมาตรสามารถสะสมพลังงานได้เป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้ทำให้สามารถใช้ระบบท่อส่งผ่านไอน้ำได้อย่างไม่ยุ่งยาก

บ่อยครั้งที่การใช้ไอน้ำอย่างไม่ระมัดระวังส่งผลให้ระบบมีการใช้งานไม่ดีเท่าที่ควรและประสิทธิภาพต่ำ ถึงแม้ว่าโรงงานจะมีการปรับปรุงการใช้ไอน้ำที่ดีเพียงใดก็จะมีการสูญเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้อยู่จำนวนหนึ่ง หากการสูญเสียมีจำนวนน้อยก็เป็นสิ่งที่ยอมรับได้ สำหรับในส่วนของความร้อนที่เหลือ ถ้ามีมากพอก็ควรจะพิจารณานำความร้อนที่เหลือกลับมาใช้งานให้ดีที่สุด คู่มือนี้จะอธิบายเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้ความร้อนจากไอน้ำ

ประสิทธิภาพการใช้ไอน้ำไม่ได้เป็นสิ่งที่วัดได้ง่าย เช่นเดียวกับประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ จึงทำให้มีการละเลยกันอยู่บ่อยๆ (สำหรับรายละเอียดการคำนวณของประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ ให้ดูคู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพเล่ม 1, 2 และ 3 ซึ่งครอบคลุมการใช้หม้อไอน้ำอย่างประหยัดโดยใช้น้ำมัน, ใช้ก๊าซ, และใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงตามลำดับ)

บ่อยครั้งที่ไม่ได้มีการสังเกตไอน้ำที่รั่วจากข้อต่อฉนวนซึ่งขาดหายไป กับดักไอน้ำ (Steam Trap) ปล่อยให้ไอน้ำรั่ว เจ้าหน้าที่ดูแลหม้อไอน้ำระบายน้ำโบวล์ดาวน์ทิ้งด้วยวิธีปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง ทำให้อุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำทำงาน

ไม่ได้สมรรถนะที่สูงสุด เนื่องจากมีอากาศหรือน้ำอั้นเป็นเหตุให้กับดักไอน้ำ (Steam Trap) ทำงานอย่างผิดพลาด ส่งผลให้อัตราการผลิตไอน้ำลดลงได้

ไอน้ำหลังจากคายความร้อนแล้วจะกลั่นตัวเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ซึ่งเรียกว่า **คอนเดนเสต** คอนเดนเสตนี้ยังคงมีพลังงานเหลืออยู่จำนวนหนึ่ง

เมื่อสูบคอนเดนเสตกลับเข้าหม้อไอน้ำจะทำให้อุณหภูมิน้ำป้อนหม้อไอน้ำสูงขึ้น เป็นการลดพลังงานที่ปล่อยทิ้งและลดเชื้อเพลิงที่จะใช้ในการต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอ

ในระบบไอน้ำที่มีการดูแลบำรุงรักษาเป็นอย่างดีมีจะลดค่าใช้จ่ายในขบวนการผลิตทั้งในรูปของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและต้นทุนผลิตจะลดลงอย่างมาก การใช้ไอน้ำอย่างเหมาะสมเป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยากแก้ไขปรับปรุงลงทุนไม่มาก สถานประกอบการน้อยรายที่ทราบถึงเรื่องนี้ สถานประกอบการทั่วไปคิดค่าใช้จ่ายไอน้ำโดยนำไปคิดรวมกับค่าบริหารงานโดยคิดว่าเป็นรายจ่ายที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่ความเป็นจริงคือต้นทุนส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผลตอบแทนที่ได้กลับคืนจากการปรับปรุงระบบไอน้ำจะได้ผลตอบแทนสูงคุ้มค่าต่อการลงทุนอีกด้วย

มีหลายวิธีในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ไอน้ำ โดยทั่วไปสามารถอธิบายได้ในสามหัวข้อดังต่อไปนี้

- การผลิตไอน้ำ
- การใช้ไอน้ำ (ตอนที่ 3)
- การนำความร้อนกลับมาใช้ (ตอนที่ 5)

สิ่งสำคัญในการผลิตไอน้ำอย่างประหยัดคือ การควบคุมการสูญเสียความร้อนของก๊าซไอเสีย วิธีการนี้ได้อธิบายไว้ในคู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ เล่ม 1, 2 และ 3 และอีกวิธีการหนึ่งของการควบคุมที่มีผลต่อปริมาณความร้อนสูญเสีย คือ การควบคุมการสูญเสียจากการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown)

การสูญเสียความร้อนจากการใช้ไอน้ำสามารถแบ่งได้เป็นการสูญเสียความร้อน

ในระบบ (การรั่ว เป็นต้น) และการสูญเสียความร้อน เนื่องจากการใช้งานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ณ จุดใช้งาน

ท้ายสุดเป็นการอธิบายถึงเทคนิคการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการใช้ความร้อนที่เหลือในไอน้ำ เมื่อคายความร้อนแฝงแล้ว

ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

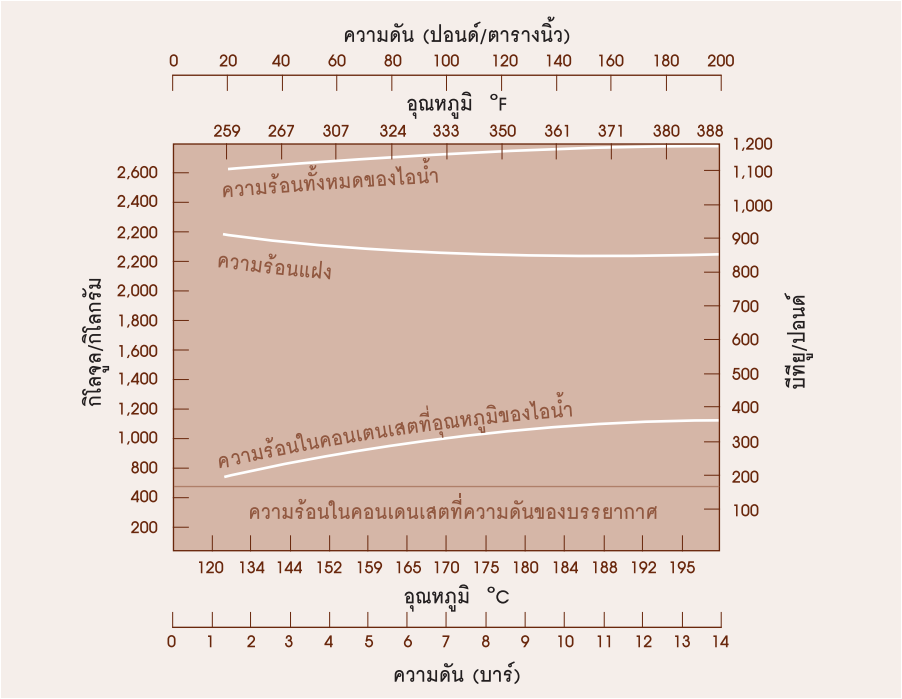
ก่อนที่จะอธิบายเรื่องการประหยัดพลังงานของระบบไอน้ำทั้งหมด ควรชี้แจงให้เข้าใจก่อนว่าไอน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร และทราบก่อนว่าความร้อนของไอน้ำมีสองชนิด คือ ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

เมื่อเพิ่มความร้อนให้แก่น้ำทุกอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.5°C จะใช้ความร้อนที่ป้อนเข้า 2 กิโลจูล/กิโลกรัม(1บีทียู/ปอนด์) อุณหภูมินี้สามารถรู้สึกได้และเรียกว่า **"ความร้อนสัมผัส"** (ความร้อนจำนวน 419 กิโลจูล/กิโลกรัม เพื่อ เปลี่ยนน้ำจาก 0°C เป็น 100°C)

การเพิ่มความร้อนให้แก่น้ำที่ 100°C ที่ความดันบรรยากาศอุณหภูมิจะไม่เพิ่มขึ้นแต่จะทำให้น้ำเดือดและน้ำส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ การที่จะเปลี่ยนน้ำให้เป็นไอน้ำทั้งหมดจะต้องเพิ่มความร้อนจำนวน 2,257 กิโลจูล/กิโลกรัม (971 บีทียู/ปอนด์) ความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่สามารถจะรู้สึกได้จึงเรียกว่า **"ความร้อนแฝงของการระเหย"** คือ ความร้อนทั้งหมด 2,676 กิโลจูล/กิโลกรัมที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำที่ 0°C เป็นไอน้ำ

หากน้ำมีความดันสูงกว่าความดันปรกติ ความดันบรรยากาศน้ำจะไม่เดือดกลายเป็นไอน้ำที่ 100°C (212°F) จะต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่านี้

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความดันของไอน้ำ สามารถดูได้ในรูปที่ 1 เมื่อความดันของไอน้ำลดลง ความร้อนแฝงต่อหน่วยน้ำหนักของไอน้ำจะเพิ่มขึ้น สิ่งนี้เป็นความจริงทางฟิสิกส์ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการที่จะบอกและแสดงผลการประหยัดเชื้อเพลิง



รูปที่1 ความร้อนที่อยู่ในไอน้ำ

จากรูปที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของความดันเมื่อสูงขึ้น อุณหภูมิของไอน้ำก็จะเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นตามไปด้วยความสัมพันธ์นี้สามารถนำไปใช้เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการของกระบวนการผลิต กรณีที่เป็นจุดวิกฤตการใช้ความดันและอุณหภูมิจะต้องสอดคล้องกัน สำหรับงานที่ต้องการความละเอียดให้ดูรายละเอียดได้จากตารางไอน้ำ ซึ่งอยู่ในภาคผนวกที่ 1 ดังนั้นการลดอุณหภูมิเพื่อให้ได้ผลประหยัดจะต้องแน่ใจว่าผลผลิตจะไม่เสียหายเมื่อลดอุณหภูมิลง

มีหลายกระบวนการผลิตที่ใช้ไอน้ำเป็นสารตัวกลางในการให้ความร้อน ซึ่งใช้ประโยชน์เฉพาะส่วนของความร้อนแฝงเท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการผลิตไอน้ำให้เหมาะสมในการใช้งาน โดยการควบคุมความดันไอน้ำที่ถูกต้อง

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบความร้อนแฝงของไอน้ำที่กลั่นตัวที่ความดันบรรยากาศ และที่ 7 บาร์ (100 ปอนด์/ตารางนิ้ว)

เพื่อที่จะรักษาค่าความร้อนแฝงให้ได้ค่าที่เหมาะสมและถูกต้อง การที่จะเพิ่มความร้อนให้คอนเดนเสตจะต้องเพิ่มความดันของไอน้ำให้สูงขึ้น ดังนั้นถ้ามีการใช้ความดันไอน้ำสูงในกระบวนการผลิตมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำความร้อนจากคอนเดนเสตกลับมาใช้เพื่อที่จะรักษาระดับประสิทธิภาพการใช้งานให้สูงขึ้น

รูปที่ 1 ความร้อนแฝงของไอน้ำลดลง เมื่อความดันของไอน้ำเพิ่มขึ้นนั้นหมายความว่า ความดันไอน้ำยิ่งสูงค่าความร้อนแฝงต่อหน่วยกิโลกรัม (ความร้อนที่ใช้ประโยชน์) จะมีจำนวนน้อยลง

ดังนั้นถ้าต้องการที่จะใช้ความร้อนสัมผัสซึ่งเป็นความร้อนจาก คอนเดนเสตที่มีจำนวนมากจะต้องเพิ่มค่าความดันของไอน้ำให้สูงขึ้น

ดังนั้นในมุมมองของการประหยัดไอน้ำ คือถ้าผลิตไอน้ำที่ความดันยิ่งต่ำ ก็จะได้ไอน้ำจำนวนน้อยลง สิ่งนี้เป็นความจริงอย่างไรก็ตามเมื่อความดันไอน้ำต่ำ อุณหภูมิก็ต่ำเช่นกัน ดังนั้นอัตราของปริมาณความร้อนที่จะถ่ายเทก็จะลดลงซึ่งก็เป็นเรื่องยากที่จะเพิ่มพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนให้มากขึ้นในการให้ความร้อนกับพื้นที่ผิว

ตัวอย่าง ผลของการเพิ่มพื้นที่ผิวความร้อน

ระบบทำความร้อนแห่งหนึ่งทำงานที่ความดัน 5.5 บาร์ (80 ปอนด์/ตารางนิ้ว) สามารถที่จะปรับแรงดันเป็น 2.4 บาร์ (35 ปอนด์/ตารางนิ้ว) เพื่อที่จะให้ความร้อน กับงานได้เหมือนเดิมด้วยวิธีการง่ายๆ นี้จะต้องเพิ่มพื้นที่ผิวความร้อนอีก 25%

ถ้าต้องการทำความร้อนให้ห้องหนึ่งที่มีท่อทำความร้อนอยู่ 4 ท่อ และเมื่อต้องเพิ่มพื้นที่ผิวความร้อนขึ้น 25% จำเป็นต้องเพิ่มท่อทำความร้อนอีกหนึ่งท่อ การกระทำเช่นนี้จะทำให้มีผลประหยัดได้ 4% แต่ถ้าต้องการลดความดันลงอีก 0.34 บาร์ (5 ปอนด์/ตารางนิ้ว) และเพิ่มพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนอีก 75% ทำให้ประหยัดได้เพิ่มขึ้นเป็น 7%

ต้องนึกถึงอยู่เสมอเมื่อทำการออกแบบระบบทำความร้อน ตัวอย่างเช่น การใส่ขดท่อทำความร้อนในถังน้ำร้อน และการติดตั้งท่อทำความร้อนสำหรับการให้ความร้อนแก่บริเวณที่ต้องการ

- มีสองจุดที่ต้องพิจารณา

เมื่อความดันที่ใช้งานของหม้อไอน้ำลดลง ปริมาตรจำเพาะของไอน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อความดันลดต่ำกว่า 7 บาร์ (100 ปอนด์/ตารางนิ้ว) การเพิ่มปริมาตรจำเพาะของไอน้ำส่งผลให้มีหยดน้ำติดไปกับไอน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำเป็นตัวนำความร้อนไม่ดี จะทำให้การถ่ายเทความร้อนลดลง

- เป็นไปไม่ได้ที่จะเพิ่มพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนให้กับทุกๆ โรงงานและทุกๆอุปกรณ์

2. การระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown)

การระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของหม้อไอน้ำ เพื่อที่จะรักษาระดับค่าต่างๆของน้ำหม้อไอน้ำ เนื่องจากน้ำป้อนที่เข้าหม้อไอน้ำมีสารละลายอยู่จำนวนหนึ่ง เมื่อน้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำจะทิ้งสารละลายเหล่านี้ไว้ในหม้อไอน้ำทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น อาจจะเป็นทั้งอยู่ในสภาวะสารละลายและสารแขวนลอย

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องควบคุมระดับความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ โดยมีกระบวนการที่เรียกว่า **"การโบล์วดาวน์"** (Blowdown) ซึ่งก็คือการระบายน้ำจำนวนหนึ่งออกจากหม้อไอน้ำ ขณะเดียวกันจะต้องป้อนน้ำเข้ามาทดแทนน้ำส่วนที่ระบายทิ้งโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษาระดับของสารละลายทั้งหมดในน้ำ (TDS) หากไม่มีการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) หม้อไอน้ำอาจจะเสียหายได้ เนื่องจากมีน้ำและสิ่งอื่นปะปนตลอดจนฟองอากาศติดไปกับไอน้ำทำให้ละอองน้ำจำนวนมากลอยติดไปกับไอน้ำที่เรียกว่า **"แคร์รี่โอเวอร์" (Carry over)** เข้าไปในระบบท่อจนถึงกระบวนการผลิต ปัญหานี้ต้องการการเอาใจใส่ดูแลติดตามอย่างสม่ำเสมอตลอดจนการให้คำแนะนำเกี่ยวกับสภาพของน้ำในหม้อไอน้ำทุกเครื่อง โดยเฉพาะหม้อไอน้ำรุ่นใหม่ๆ ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานซึ่งอาจจะเสียหายได้ง่ายกว่าหม้อไอน้ำแบบเก่าๆ เนื่องจากหม้อไอน้ำแบบนี้จุน้ำได้น้อยและมีที่ว่างของไอน้ำอยู่จำนวนจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการผลิต สิ่งสำคัญที่ต้องระลึกเสมอว่าหากมีการระบายน้ำทิ้ง(Blowdown)ไม่ถูกต้องจะสูญเสียความร้อนได้มาก เป็นอันดับสองรองมาจากการสูญเสียความร้อนของก๊าซไอเสีย

มีข้อคิดเห็นที่ควรพิจารณาอยู่ 2 ประการ คือ

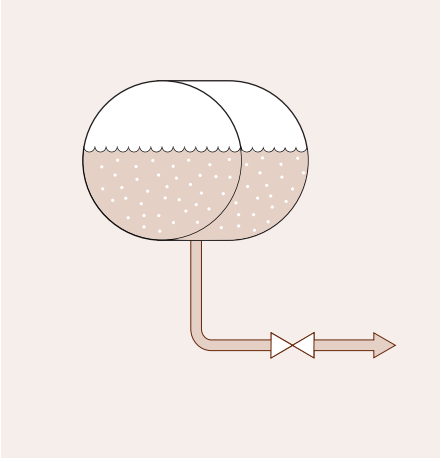
- ข้อแรกเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ปริมาณน้ำในหม้อไอน้ำที่ระบายทิ้ง (Blowdown) ต้องไม่มากเกินความจำเป็นขั้นต่ำ ถ้ามากเกินไปจะมีผลให้สิ้นเปลืองพลังงาน การควบคุมระดับในการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้งที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

■ เมื่อข้อแรกได้ดำเนินการได้แล้ว ความร้อนสูญเสียจากการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ควรนำกลับมาใช้ และต้องตรวจสอบว่าวิธีการนี้ว่ามีความเหมาะสมต่อการลงทุนหรือไม่ ซึ่งเรื่องนี้จะอธิบายอย่างละเอียดในตอนที่ 5 เกี่ยวกับการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ได้ 50% โดยประมาณจากความร้อนของน้ำหม้อไอน้ำที่ปล่อยออกไป (Blowdown)

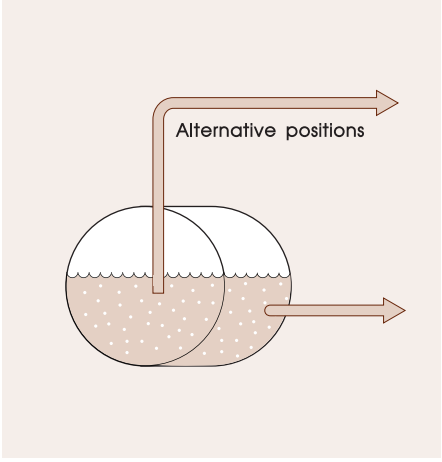
วิธีการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown)

มีวิธีการระบายน้ำทิ้งสองวิธีดังต่อไปนี้

■ การระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) เป็นครั้งคราวโดยการระบายน้ำออกจากด้านล่างหม้อไอน้ำ(ดูในรูปที่ 3) เพื่อระบายคราบโคลนที่ก่อตัวออกไป การดำเนินการโดยวิธีนี้ ผู้ควบคุมกะจะต้องกระทำทุกๆกะโดยการเปิดวาล์วหลายๆ ครั้ง ครั้งละสั้นๆ ปริมาณของน้ำที่จะระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) อาจจะประมาณจากระดับของน้ำในหลอดแก้ววัดระดับน้ำที่ลดลง วิธีการนี้เป็น



รูปที่ 3 วาล์วระบายน้ำทิ้ง (Blowdown)



รูปที่ 4 จุดระบายน้ำทิ้ง (Blowdown) ของหม้อไอน้ำ

วิธีการเดิมที่ใช้กับหม้อไอน้ำแบบถัง (Shell Boilers)

การระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) อย่างต่อเนื่องโดยระบายน้ำหม้อไอน้ำ ทิ้งที่จุดใกล้กับระดับน้ำปกติ (ดูในรูปที่ 4) วิธีการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) เป็นขั้นๆ อย่างต่อเนื่องนี้ (Step Continuous) วาล์วระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) จะเปิดหรือปิด เมื่อได้รับสัญญาณจากเวลาที่ตั้งไว้ หรือสัญญาณที่ได้จากการวัดคุณสมบัติของน้ำในหม้อไอน้ำ ตัวอย่างเช่น วัดค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ

แนวทางการปฏิบัติในปัจจุบันจะมีทั้งการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) เป็นครั้งคราว และการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) อย่างต่อเนื่อง วิธีการแรกเป็นการระบายของแข็งแขวนลอยซึ่งตกตะกอนลงมา และวิธีหลังเพื่อควบคุมระดับสารละลายทั้งหมดในน้ำ (TDS) สิ่งสำคัญในการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) เป็นครั้งคราวควรทำในช่วงที่หม้อไอน้ำมีภาระน้อย ซึ่งเป็นสิ่งที่ละเลยไม่ได้ มิฉะนั้นจะทำให้น้ำมีสภาพที่ไม่ดีส่งผลให้เกิดเมือกรวมตัวมากขึ้นจนท่วมท่อห้องเผาไหม้ ทำให้การถ่ายเทความร้อนได้น้อยลงและท่อห้องเผาไหม้เสียหายได้ สำหรับคำอธิบายเกี่ยวกับวิธีการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง(Blowdown) โดยละเอียดให้ดูคู่มือแนวทางการปฏิบัติงานที่ดี หมายเลข 10 การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพว่าด้วยการใช้งานหม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม

ปริมาณการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown)

การที่จะประเมินการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง(Blowdown) ปริมาณเท่าใดนั้น สามารถประเมินปริมาณน้ำที่ระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ได้จากรายการต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. ถ้าระดับสารละลายทั้งหมดในน้ำ (TDS) ของน้ำป้อน (เป็นส่วนผสมของคอนเดนเสตกับน้ำเติม) สามารถหาปริมาณการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ซึ่งคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ร้อยละของการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) $= \frac{S_f}{S_b - S_f} \times 100$

โดยที่

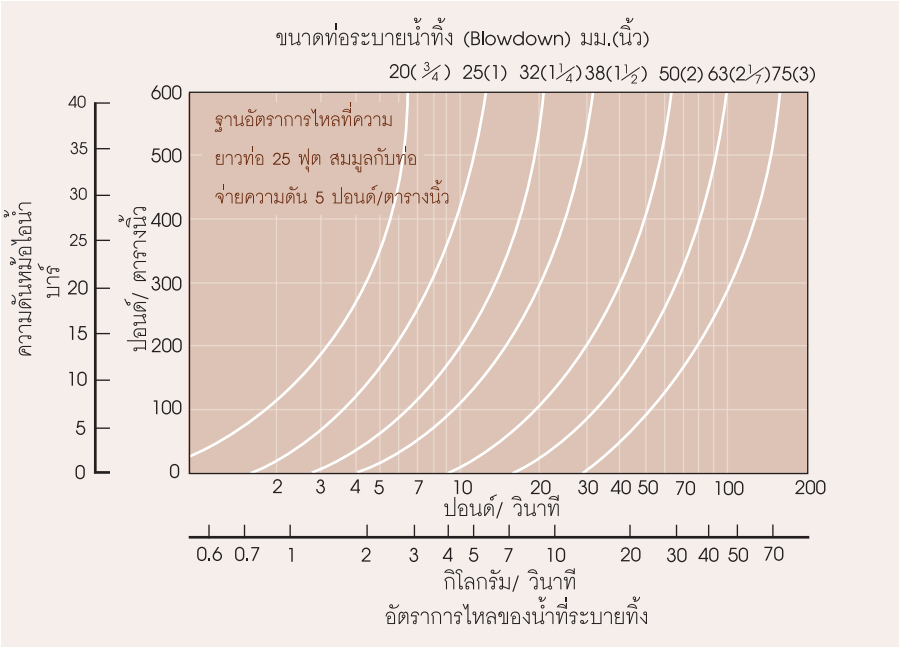
S_f = ค่าสารละลายในน้ำ (TDS)ของน้ำป้อนมีหน่วยเป็นหนึ่งในล้านส่วน (PPM)

S_b = ค่าสารละลายในน้ำ (TDS)ของน้ำในหม้อไอน้ำที่ต้องการมีหน่วยเป็นหนึ่งในล้านส่วน (PPM)

2. สำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้วิธีการคิดปริมาณการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ต้องคำนวนจากปริมาณการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ด้วยตัวอย่างเช่น มีระดับน้ำ 1 นิ้ว บนหลอดแก้วซึ่งค่านี้แปลงเป็นปริมาตรได้ โดยการประเมินจากพื้นที่ผิวหน้าของน้ำในหม้อไอน้ำ (กว้าง x ยาว) และคูณด้วยระยะความสูงของระดับบนหลอดแก้วแล้วคูณด้วยจำนวนครั้งการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) เมื่อได้ปริมาตรน้ำในหม้อไอน้ำแล้วนำมาคูณกับร้อยละของการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้งก็จะทราบ อัตราการไหลของการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown)อย่างต่อเนื่องซึ่งต้องพิจารณาอัตราการไหลนี้ต้องสัมพันธ์กับค่าอัตราการผลิตไอน้ำโดยเฉลี่ย

3. วิธีหาอัตราการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ของหม้อไอน้ำด้วยวิธีการเปิดวาล์วที่ด้านล่างของหม้อไอน้ำในช่วงเวลาหนึ่งและปิดเป็นระยะเวลาหนึ่งโดยใช้วาล์วแบบ Full Bore มาตรฐานอัตราการไหล ควบคุมโดยความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อระบายน้ำทิ้ง และความดันหม้อไอน้ำ

รูปที่ 5 อาจจะใช้สำหรับการประเมินอัตราการไหลเมื่อเปิดวาล์วระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง(Blowdown) และจากรูปจะคำนวณค่าเทียบเท่าอัตราการไหลของน้ำที่ระบายทิ้งอย่างต่อเนื่องได้

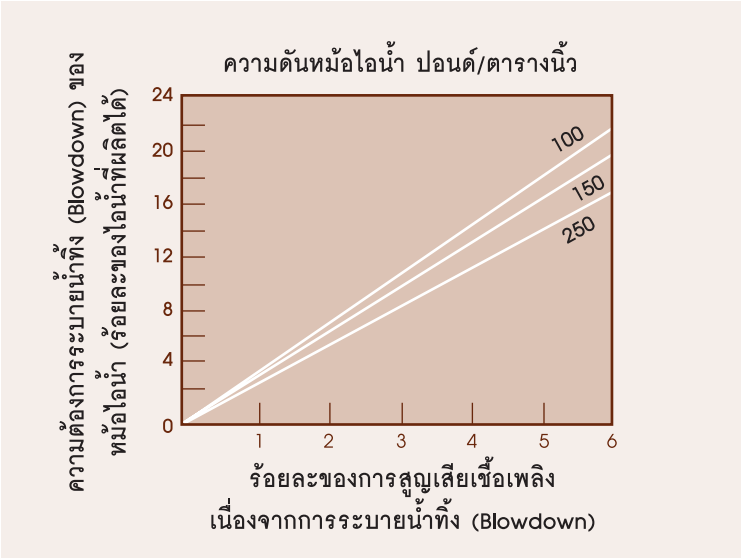


รูปที่ 5 อัตราการไหลของน้ำที่ระบายทิ้ง (Blowdown)

หมายเหตุ : อัตราการไหลของน้ำที่ระบายหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม/วินาที หรือปอนด์/วินาที ไม่ใช่หน่วยเป็นปอนด์/ชั่วโมง เพราะว่าหน่วยปอนด์/ชั่วโมงเป็นหน่วยบอกอัตรการผลิตไอน้ำ

ค่าใช้จ่ายในการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown)

ค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำปรับปรุงคุณภาพน้ำปั๊มน้ำเข้าหม้อไอน้ำการให้ความร้อนจนถึงจุดเดือดแล้วปล่อยทิ้งไปใต้เครื่อง เพื่อให้ได้ตามความต้องการของการผลิตไอน้ำ ถ้ามีการควบคุมที่เหมาะสมจะลดความสิ้นเปลืองของพลังงานและค่าใช้จ่ายได้มาก พึงระลึกเสมอว่าต้องทำคุณภาพของน้ำให้อยู่ในสภาพดีอย่างสม่ำเสมอ เพื่อมิให้การระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ผิดพลาดและยุ่งยาก สำหรับ



รูปที่ 6 ร้อยละของเชื้อเพลิงสิ้นเปลืองในการระบายน้ำทิ้ง (Blowdown)

ค่าใช้จ่ายของการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) ไม่ค่อยชัดเจนเพราะค่าใช้จ่ายนี้แฝงอยู่ในค่าใช้จ่ายรวมของโรงหม้อไอน้ำ ประกอบด้วยค่าน้ำ ค่าปรับปรุง คุณภาพและค่าเชื้อเพลิง

รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) กับร้อยละของเชื้อเพลิงที่สูญเสียทิ้งไปในรูปของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงในการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown)

โดยทั่วไปแล้วเชื้อเพลิงประมาณ 97.7 % ถูกใช้โดยตรงในการผลิตไอน้ำ และอีก 2.3% อยู่ในรูปของความร้อนในการระบายน้ำทิ้ง จำนวนเชื้อเพลิงที่ถูกปล่อยทิ้งไปกับการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) จำนวน 2.3 % นี้อาจจะดูว่าเป็นค่าที่เล็กน้อย แต่หากพิจารณาหม้อไอน้ำที่มีกำลังการผลิตไอน้ำ 4,500 กิโลกรัม/ชั่วโมง (10,000 ปอนด์/ชั่วโมง) ทำงานที่ 3,000 ชั่วโมงต่อปี จะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ประมาณได้ดังต่อไปนี้

- 24,000 ลูกบาศก์เมตรหรือ 8,600 เทอร์มของก๊าซธรรมชาติ (1 Therm = 100,000 BTU)
- 22,000 ลิตร หรือ 4,900 แกลลอน ของน้ำมันเตา
- 39 ตันของถ่านหิน

ค่าใช่จ่ายนี้จะต้องรวมปริมาณน้ำจำนวน 1,350,000 ลิตร หรือ 300,000 แกลลอน ค่าปรับปรุงสภาพน้ำ ปั๊มน้ำและค่าใช้จ่ายน้ำทิ้งซึ่งทั้งหมดถือเป็นค่าใช้จ่ายโดยรวม สำหรับราคาเชื้อเพลิงมีค่านี้อยู่ระหว่าง 150,000 ถึง 300,000 บาทต่อปี ขึ้นอยู่กับ ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ (อ้างอิงราคาปี พ.ศ. 2535) หากหม้อไอน้ำทำงาน 8,000 ชั่วโมงต่อปี ค่าใช้จ่ายก็อาจจะเป็น 360,000 ถึง 720,000 บาทต่อปี

3. การใช้ไอน้ำ

ปกติหม้อไอน้ำจะทำงานที่ประสิทธิภาพค่อนข้างสูง ประมาณ 75-84 %

ประสิทธิภาพการใช้ไอน้ำควรได้รับการพิจารณาเพิ่มให้สูงขึ้นตามไปด้วยรวมถึงปริมาณไอน้ำที่รั่วท่อไม่ได้หุ้มฉนวนกันความร้อน การไม่ได้นำคอนเดนเสตกลับมาใช้และการปล่อยไอน้ำแฟลชทิ้งไป โดยมิได้ใช้งานทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมลดลง

ตัวอย่างของผลการปรับปรุงประสิทธิภาพ

การปรับปรุงประสิทธิภาพจาก 45% เป็น 55%
ทำให้ประหยัดการใช้เชื้อเพลิง ลงได้ $\frac{10}{45}$ x100=22.2%

ไอน้ำแฟลช (Fash Steam) มีผลต่อการลดประสิทธิภาพโดยรวมจากเชื้อเพลิงที่ป้อนมีค่าต่ำกว่า 50 % มากก็มีโอกาสเป็นไปได้

การลดค่าใช้จ่ายให้ได้ผลสามารถทำได้ดังนี้

- ลดความร้อนสูญเสียจากท่อของระบบส่งจ่ายไอน้ำ และพื้นที่ผิวเปิดที่ไม่หุ้มฉนวนต่างๆ
- ให้แน่ใจว่าการจ่ายไอน้ำไม่ว่าใช้กับการทำความร้อนให้อาคารหรือการผลิตต้องรักษาและควบคุมเงื่อนไขให้ได้ตามที่ได้ออกแบบไว้

เนื่องจากไฟฟ้ามีมาตรวัดหน่วยที่ใช้และเรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้าโดยคิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมของทั้งโรงงานทำให้ไม่ทราบรายละเอียดค่าใช้ไฟฟ้าของแต่ละแผนกหรือแต่ละกระบวนการผลิตมีน้อยแห่งที่สามารถจะทราบค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในรายแผนกได้ อย่างไรก็ตามสามารถทราบค่าใช้จ่ายไอน้ำได้ก็จะทำให้สามารถคิดค่าใช้จ่าย ในส่วนสำคัญของแต่ละผลผลิตได้บ่อยครั้งจะคิดรวมเป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารงานซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ สำหรับบางกรณีค่าใช้จ่ายรวมของการให้บริการไม่เกิน 5 % ของค่าใช้จ่ายการผลิตรวม และบ่อยครั้งจะพิจารณาว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่เล็กน้อย อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงและเงินที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ผลที่ได้จากการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้การบริหารพลังงานในโรงงานมีความสัมพันธ์ต่อค่าใช้จ่ายของการผลิต ดังนั้นสามารถกำหนดได้เมื่อทราบค่าใช้จ่ายแต่ละรายการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการ ให้ดูคู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ เล่มที่ 4 การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดหรือค่าใช้จ่ายรวมยอดในการผลิตไอน้ำเป็นพื้นฐานในการคิดต้นทุนของผลผลิตแต่ละชนิด แต่ละชิ้นโดยจะต้องรวมค่าใช้จ่ายต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อมในการผลิตและจ่ายไอน้ำด้วย

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการผลิตไอน้ำต้องคำนึงถึงกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันจะใช้เครื่องมือ เพื่อทำการตรวจสอบว่าจะลดค่าใช้จ่ายได้อย่างไร แม้ว่าการวัดการใช้ไอน้ำอย่างต่อเนื่องจะเป็นสิ่งที่ได้ประโยชน์มาก แต่การวัดทุกๆกระบวนการผลิตอาจจะไม่เหมาะสมเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูง การวัดคอนเดนเสตที่เกิดขึ้น

จากแต่ละกระบวนการผลิตและกำหนดเป็น **"มาตรฐาน"** และนำไปเป็นข้อมูลในการประเมินค่าใช้จ่าย และพิจารณาลดค่าใช้จ่ายในการผลิตของแต่ละกระบวนการผลิตหรือของแต่ละอาคารสำหรับหลักการ วิธีการและข้อแนะนำสำหรับการวัดไอน้ำได้ให้ไว้ในแนวทางการปฏิบัติงานที่ดี 18 เรื่องการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน โดยการวัดปริมาณการใช้ไอน้ำ

การวัดการใช้ไอน้ำมีสองขั้นตอน ในขั้นแรกวัดไอน้ำที่ออกมาจากห้องหม้อไอน้ำ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อจำนวนไอน้ำที่ผลิตได้เท่ากับค่าใช้จ่ายไอน้ำต่อตัน ขั้นที่สองไอน้ำจะถูกวัด เมื่อไหลเข้าแต่ละแผนกหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำมากๆ วิธีการนี้จะมีส่วนต่างของผลรวมของการผลิตจ่ายไอน้ำ ต้องตรวจสอบการสูญเสียเหล่านี้เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ การเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหันของการใช้ไอน้ำอาจจะแสดงว่ามีความเสียหายของฉนวนความร้อนไอน้ำรั่วกับดักไอน้ำ (Steam trap) ทำงานไม่ปกติเกิดขึ้นได้

อย่างไรก็ตามสำหรับบางโรงงานการวัดไอน้ำในทางปฏิบัติอาจจะไม่เหมาะสม อีกวิธีหนึ่งนอกเหนือจากการวัดการใช้ไอน้ำโดยตรง คือ การพิจารณาว่าไอน้ำ 1 กิโลกรัม เมื่อกลั่นตัวกลายเป็นคอนเดนเสตก็ได้เป็นน้ำ 1 กิโลกรัม เช่นกัน ดังนั้นโรงงานสามารถที่จะวัดปริมาณคอนเดนเสตจากโรงงานหรือจากแผนกหนึ่งหรือจากครื่องหนึ่งแทนที่จะวัดไอน้ำที่จ่ายให้ ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธี "มาตรฐาน" ของการวัดปริมาณใช้ไอน้ำสำหรับแต่ละโรงงานหรือแต่ละอุปกรณ์ที่สามารถกระทำได้ ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ในการคิดค่าใช้จ่ายแต่สามารถทำการตรวจสอบผลการประหยัดที่ทำได้หลังมีการปรับปรุงแก้ไข

ถ้าการประหยัดทำได้ โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไอน้ำให้มากขึ้น จะมีผลต่อการลดค่าเชื้อเพลิง การลดการใช้ไอน้ำจาก 2,000 หน่วย/ชั่วโมง (ไม่ว่าหน่วยจะเป็นกิโลกรัมหรือปอนด์) การคิดค่าใช้จ่ายไม่ใช่คิดแต่ผลรวมของค่าใช้จ่ายไอน้ำทั้งหมด เพราะยังมีค่าเสื่อมราคาของโรงหม้อไอน้ำ ค่าประกันภัย

โรงงาน ค่าแรงงาน ฯลฯ ทั้งหมดนี้เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ซึ่งไม่ขึ้นกับปริมาณไอน้ำที่ผลิต ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการคิดค่าใช้จ่ายไอน้ำจะต้องอยู่บนพื้นฐาน ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง
- ค่าใช้จ่ายในการลำเลียงขนส่งเชื้อเพลิง
- ค่าน้ำและค่าการปรับปรุงคุณภาพน้ำ
- การลดค่าใช้จ่ายไอน้ำสามารถทำได้ โดยการลดการในการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์หม้อไอน้ำซึ่งได้แก่ การปั๊มน้ำป้อน ปั๊มเชื้อเพลิง เป็นต้น แต่ตามปกติค่าใช้จ่ายในส่วนนี้น้อยและประเมินได้ยากจึงสามารถตัดทิ้งได้
- ราคาเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นในปัจจุบันคิดเป็นค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงประมาณ 80%-85% ของค่าใช้จ่ายไอน้ำทั้งหมด การประเมินผลการประหยัดค่าเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว สามารถทำได้ง่ายแต่การใช้อย่างมีประโยชน์เป็นแนวทางที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ไอน้ำ
- เหตุผลส่วนใหญ่ของคนทั่วไปในการประเมินศักยภาพการประหยัด คือ พิจารณาจากค่าใช้จ่ายของแต่ละอุปกรณ์

วิธีการนี้สามารถทำได้อย่างง่ายๆ โดยการคำนวณการประหยัดเชื้อเพลิงแทนการคิดค่าใช้จ่ายพื้นฐานของไอน้ำ

ตัวอย่างของผลกระทบจากการรั่วของไอน้ำ *พิจารณาดังต่อไปนี้*

- การใช้งานที่ความดันไอน้ำ 7 บาร์

- รูรั่วขนาด 0.8 มม.

การสูญเสียเทียบได้เป็นดังนี้

- มากถึง 2.5 ตัน ของถ่านหินต่อปี

- มากถึง 1,500 ลิตรของน้ำมันต่อปี

- มากถึง 570 เทอร์มของก๊าซต่อปี (เทอร์ม = 100,000 บีทียู)

การรั่วของไอน้ำ

เป็นที่ชัดเจนแล้วว่าแหล่งของการสูญเสียความร้อนของโรงงานที่ใช้ไอน้ำคือการสูญเสียที่เกี่ยวกับไอน้ำรั่วจากวาล์ว การชำรุดหน้าแปลนท่อและข้อต่อท่อต่างๆ การรั่วนี้สามารถตรวจได้ง่าย และเมื่อพบการรั่วแล้วต้องรีบดำเนินการซ่อมแซมแก้ไข เนื่องจากการสูญเสียจากการรั่วเพียงเล็กน้อยก็มีผลมากต่อการประหยัดค่าใช้จ่ายอย่างมาก

พื้นผิวที่ไม่ได้หุ้มฉนวน

ความร้อนสูญเสียได้เนื่องจากการแผ่รังสีจากท่อไอน้ำ ทุกๆ ตารางเมตรของพื้นที่ผิวท่อไอน้ำร้อนที่ไม่ได้หุ้มฉนวน (ทั้งท่อไอน้ำและอุปกรณ์ใช้ไอน้ำ) ที่ความดัน 7 บาร์ (100 ปอนด์/ตารางนิ้ว) มีความร้อนสูญเสีย 9,300 กิโลจูล (8,850 บีทียู) ในหนึ่งชั่วโมง ซึ่งหมายถึง 5 กิโลกรัมต่อชั่วโมงหรือ 1 ปอนด์ของไอน้ำจากทุกตารางฟุต ของพื้นที่ผิวที่ไม่ได้หุ้มฉนวน

ลักษณะนี้เป็นเหตุบอกความสูญเสียของระบบไอน้ำที่เกิดขึ้นจากความร้อนสูญเสียจากพื้นผิวของท่อและเครื่องจักรที่ไม่ได้หุ้มฉนวน ซึ่งความร้อนที่สูญเสียทำให้ภาวะแวดล้อมของการทำงานร้อนขึ้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรจึงเปิดประตูให้อากาศเย็นเข้าโรงงาน เมื่ออากาศเย็นเข้ามาผ่านผิวท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวนก็ยิ่งทำให้การสูญเสียเพิ่มขึ้น

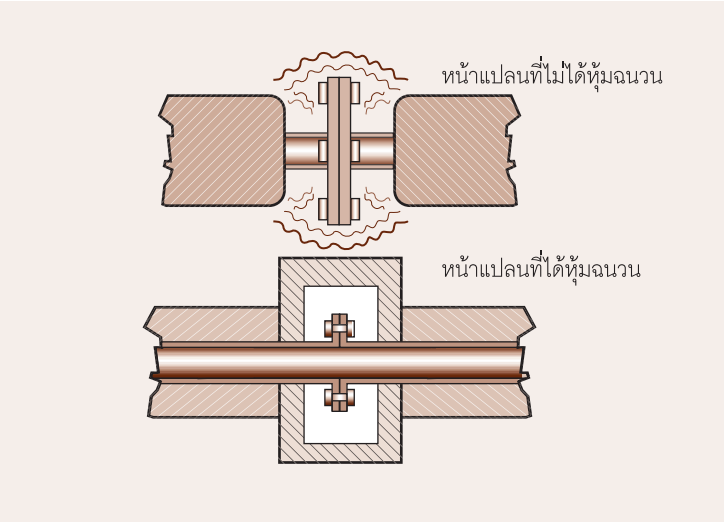
ตัวอย่างของการสูญเสียผ่านพื้นที่ผิวที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและหน้าแปลน

มีท่อยาว 3 เมตร(10 ฟุต) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม. ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน ส่งผ่านไอน้ำที่ความดัน 7 บาร์ ซึ่งทำให้มีการสูญเสียถ่านหิน 5 ตัน หรือใช้น้ำมัน 3,000 ลิตรต่อปี

ถ้ามีหน้าแปลนที่ไม่ได้หุ้มฉนวน 5 คู่อยู่บนท่อขนาด 150 มม. มีความร้อนสูญเสียเท่ากับการใช้ถ่านหิน 5 ตัน หรือใช้น้ำมัน 3,000 ลิตรต่อปี

วิธีการแก้ไขทำได้ง่ายโดยการหุ้มฉนวนพื้นที่ผิวเปิดของอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ เพื่อลดทั้งความร้อนสูญเสียและการเปิดหน้าต่าง

รูปที่ 7 แสดงการหุ้มฉนวนประเภทเป็นกล่องสำหรับหน้าแปลน สำหรับรายละเอียดให้ดูได้ที่คู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ เล่ม 8 เรื่องการใช้ฉนวนสำหรับท่อร้อน และ เล่มที่ 19 เรื่องขบวนการผลิตที่ต้องหุ้มฉนวนและการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพเพื่ออ้างอิงต่อไป



รูปที่ 7 ความร้อนสูญเสียผ่านหน้าแปลนที่ไม่ได้หุ้มฉนวน

การลดความต้องการของการใช้ไอน้ำให้น้อยที่สุด

การจ่ายไอน้ำผ่านท่อส่งจ่ายจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการสูญเสีย ในท่อจ่ายจนถึงจุดใช้งาน ดังนั้นการใช้ไอน้ำควรจะใช้ให้น้อยที่สุด ผู้ใช้ไอน้ำควรจะประเมินอย่างถูกต้อง เพื่อกำหนดค่าความต้องการให้น้อยที่สุด โดยการสำรวจอย่างต่อเนื่อง เพื่อกำหนดให้ชัดเจนถึงการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้ไอน้ำ หรือประมาณการใช้ไอน้ำที่แท้จริง

ตัวอย่างของการสูญเสียเชื้อเพลิงจากการใช้ความร้อนที่สูงเกินไป

อุณหภูมิห้อง 19°C

อุณหภูมิห้องที่ต้องการ 17°C

อุณหภูมิภายนอก 7°C

อัตราส่วน $\frac{19-7}{17-7} = 1.2$

อัตราส่วนจากรูปที่ 8 การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเป็น 16%-17%

หมายเหตุ จากตัวอย่างดังกล่าวถึงแม้จะเป็นกรณีของต่างประเทศที่เป็นเมืองหนาวแต่ก็แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ว่าอุณหภูมิเพียง 2°C มีผลทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงถึง 17%

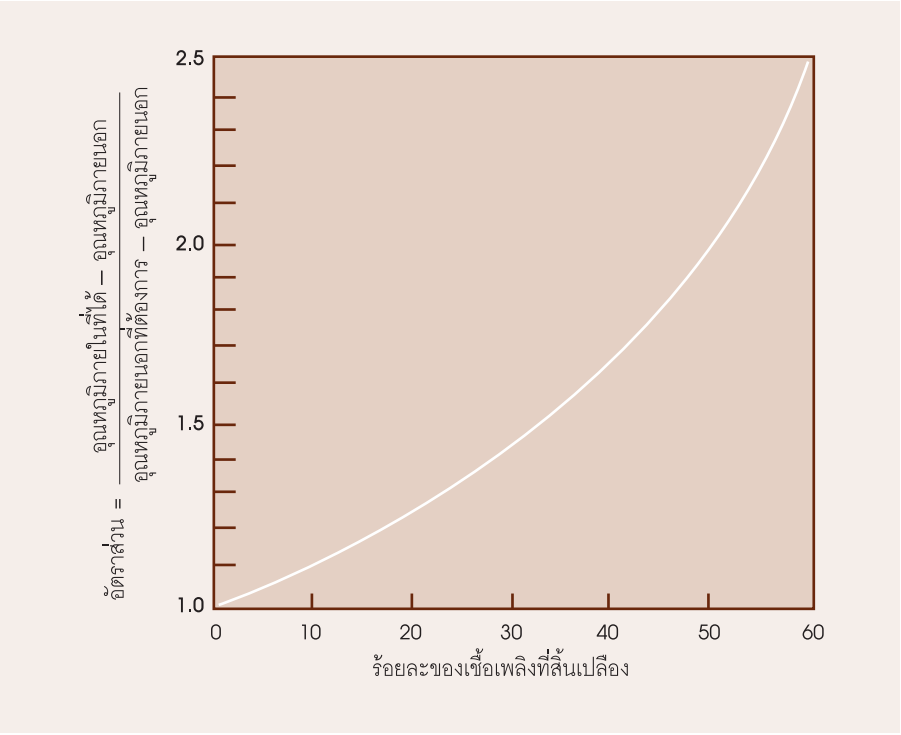
การสูญเสียความร้อนของระบบการให้ความร้อน

การควบคุมอุณหภูมิภายในส่วนที่ต้องการความร้อนอาจจะใช้การควบคุมด้วยคนหรือใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อลดอุณหภูมิที่สูงเกินความต้องการ ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณการใช้ไอน้ำลดลงได้อีกด้วยวิธีการลดหรืองดการทำความร้อนที่ไม่จำเป็น เช่นหม้อน้ำสำรองใช้งานที่ไม่มีความจำเป็นต้องให้ไอน้ำจากหม้อน้ำที่ใช้งานอยู่เข้าไปให้ความร้อน หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ไม่มีการใช้งานตามปกติ

รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการสูญเสียของเชื้อเพลิงเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปของระบบทำความร้อน ซึ่งตัวอย่างแสดงถึงการสูญเสียความร้อนภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน

วิธีการหนึ่งของโรงงานขนาดใหญ่ที่ต้องการทำความร้อน โดยการใช้อากาศเข้าเครื่องทำความร้อน (Heater) ตามที่แสดงในรูปที่ 9 ใช้แผ่นปรับอากาศชนิดปรับได้ (Damper) จนถึงเปิด 100 % ของอากาศที่ดูดเข้าในฤดูร้อนหรือปิดอากาศเข้าให้หมุนเวียนอากาศภายในเท่านั้นในฤดูหนาว

เงื่อนไขที่เหมาะสมของฤดูหนาวควรจะให้อากาศภายนอกเข้ามาเพียง 25% โดยประมาณและอากาศหมุนเวียนภายในประมาณ 75% แต่ค่านี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของการระบายอากาศของอาคารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นสิ่งที่



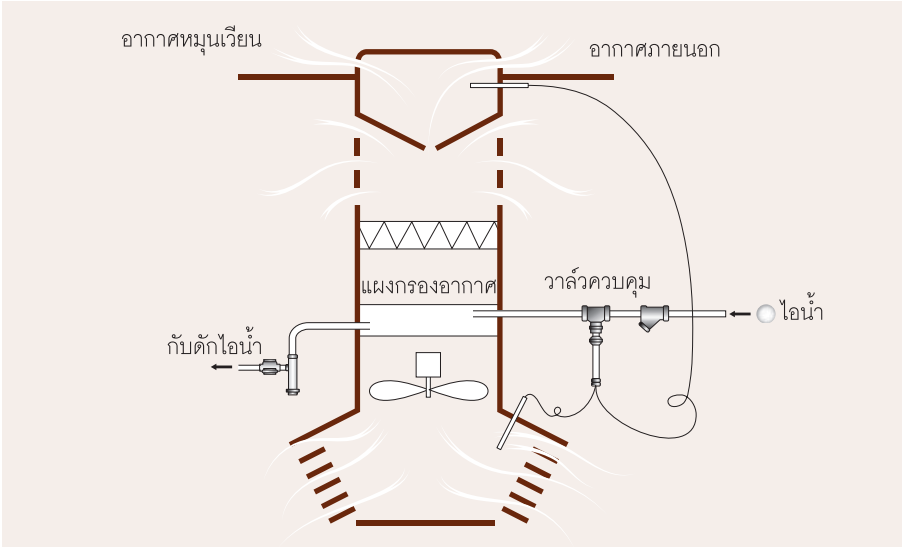
รูปที่ 8 เชื้อเพลิงสูญเสียเนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงเกินไป

แน่นอนว่าอากาศภายนอกที่ให้เข้ามาควรจะใหเข้ามาให้น้อยที่สุดสำหรับสภาวะการทำงานที่ดี

ถ้ามีส่วนเกินใดๆ เกิดขึ้นให้ตั้งข้อสังเกตุได้ว่าสิ่งนั้นเป็นสิ่งบอกเหตุการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น การปรับตั้งลิ้นอากาศควรอยู่ในการควบคุมของผู้ที่รับผิดชอบ

การควบคุมเครื่องทำความร้อนไม่ควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

- ปรับตั้งลิ้นอากาศ (Damper) ใหม่ โดยลิ้นอากาศ (Damper) จะต้องทำงานได้ไม่ค้าง
- พัดลมของเครื่องทำความร้อนปิดวาล์วไอน้ำจะต้องปิดด้วยไม่ลืมเปิดค้าง



รูปที่ 9 อากาศเข้าเครื่องทำความร้อน (Heater)

ตัวอย่างของการสิ้นเปลืองจากการใช้ไอน้ำที่ไม่จำเป็น

เครื่องทำความร้อนที่มีกำลัง 44 กิโลวัตต์ (150,000 บีทียู) ใช้ไอน้ำที่ความดัน 7 บาร์ เมื่อเดินเครื่องปรกติใช้ไอน้ำ 77 (Kg-Steam/Hour) เมื่อปิดพัดลมปริมาณไอน้ำที่ใช้ในเครื่องทำความร้อนนี้เป็น 4.5 (Kg-Steam/Hour) สิ่งนี้เป็นการสูญเสียความร้อนที่มองไม่เห็น เพราะความร้อนจะลอยขึ้นหลังคาอาคารและหลุดหนีออกไปโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์แต่อย่างใด

ตัวอย่างของการสูญเสียในระบบส่งจ่ายไอน้ำ

ท่อไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. ยาว 3 เมตร ทำให้เกิดการสูญเสียเชื้อเพลิง มีค่าสูงถึง 720 บาท/ปี เมื่อโรงงานมีการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์หรืออาจจะเป็น 4 เท่าเมื่อทำงานอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้ามีการหุ้มฉนวนจะลด การสูญเสียลงได้ประมาณ 70%-75%

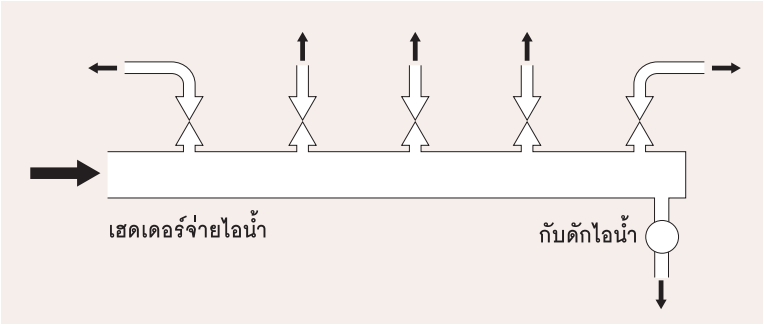
การสูญเสียความร้อนของระบบส่งจ่ายไอน้ำ

การติดตั้งระบบส่งจ่ายไอน้ำควรทำให้สั้นหรืออาจจะต้องเดินท่อเส้นทางใหม่ สำหรับโรงงานที่ติดตั้งระบบส่งจ่ายไอน้ำไม่ถูกต้องสามารถลดการสูญเสียความร้อนโดยไม่กระทบกระเทือนต่อกระบวนการผลิต ซึ่งผลตอบแทนที่ได้จะคุ้มค่าต่อการลงทุน สำหรับโรงงานที่ออกแบบใหม่ควรจะรวมกลุ่มอุปกรณ์เครื่องจักรใช้ไอน้ำให้ใกล้กับท่อจ่ายไอน้ำ เพื่อลดการสูญเสียความร้อนของระบบส่งจ่ายไอน้ำ

ตัวอย่างการสูญเสียจากการที่มีภาระไม่เต็มที่

โรงงานแห่งหนึ่งใช้ไอน้ำ 907 กิโลกรัม (2,000 ปอนด์) ต่อชั่วโมง ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 4 วันต่อสัปดาห์ เมื่อมีภาระเพียง 50% จะทำให้สิ้นเปลืองถ่านหินประมาณ 112 ตัน หรือ น้ำมัน 66,000 ลิตรต่อปี นอกจากนี้โรงงานอาจจะใช้ไฟฟ้าเพิ่มเป็นสองเท่าซึ่งมากเกินความจำเป็น

การแบ่งระบบส่งจ่ายไอน้ำออกเป็นกลุ่มตามความต้องการใช้ไอน้ำและใช้วาล์วแยกการทำงานอย่างเหมาะสมกับการใช้งาน (ให้ดูรูปที่ 10) สามารถจ่ายไอน้ำให้กับแผนกหนึ่งของโรงงานที่ทำงานล่วงเวลาโดยไม่มีผลกระทบต่อระบบการจ่ายไอน้ำของระบบหลักที่จ่ายไปยังหน่วยอื่น



รูปที่ 10 ระบบส่งจ่ายไอน้ำ

การสูญเสียความร้อนในกระบวนการผลิต

ในอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไอน้ำจะมีความร้อนที่สูญเสียโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์กับการทำงาน ตัวอย่างชุดทำความร้อนให้อากาศซึ่งจ่ายอากาศร้อนเพื่อการทำให้แห้งจะใช้ไอน้ำจำนวนเท่ากันไม่ว่าโรงงานมีภาระเต็มที่หรือมีภาระเพียงบางส่วน ดังนั้นหากโรงงานทำงานเพียง 50% เป็นเวลาเต็ม 8 ชั่วโมงในหนึ่งวัน จะมีการใช้เชื้อเพลิงมากกว่าที่ควรจะใช้สำหรับงานนั้นถึงสองเท่า จากการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อให้โรงงานได้ทำงานเต็มที่ตลอดเวลาการทำงานและหยุดโรงงานเมื่อวัสดุหมดลงทำให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานลงได้

การทำให้แห้งทางเชิงกลเป็นวิธีการที่ประหยัดที่สุดของการลดน้ำจำนวนมากออกจากวัสดุเปียก หลังจากนั้นใช้ไอน้ำเพื่อให้กระบวนการอบแห้งที่สมบูรณ์ เหตุผลนี้การแยกน้ำทางเชิงกล เช่น การปั่นแห้ง การใช้ลูกกลิ้งบีบ การบิด เป็นต้น โดยกระบวนการทำให้แห้งส่วนใหญ่จะเริ่มด้วยการลดมวลของน้ำ ประสิทธิภาพจากการทำงานในลักษณะนี้เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะลดการใช้ไอน้ำ การเฝ้าสังเกตอย่างระมัดระวังว่าการลดน้ำด้วยวิธีเชิงกลจะที่มีผลต่อประสิทธภาพที่ลดลง ถ้าการทำงานของเครื่องจักรหรือป้อนที่ไม่เหมาะสม เช่น สายพานลื่นและลูกกลิ้งสึกจะส่งผลให้การทำให้แห้งโดยวิธีเชิงกลประสิทธิภาพ ลดลงทำให้ใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

รูปที่ 11 แสดงตัวอย่างของกระบวนการอบผ้า ซึ่งในขั้นสุดท้ายมีการใช้ไอน้ำเพิ่มขึ้นถึง 9% เมื่อการลดความชื้นด้วยวิธีเชิงกลไม่เพียงพอไม่เหมาะสม

การสูญเสียความร้อนจากการใช้อุณหภูมิกระบวนการผลิตที่สูงเกินไป

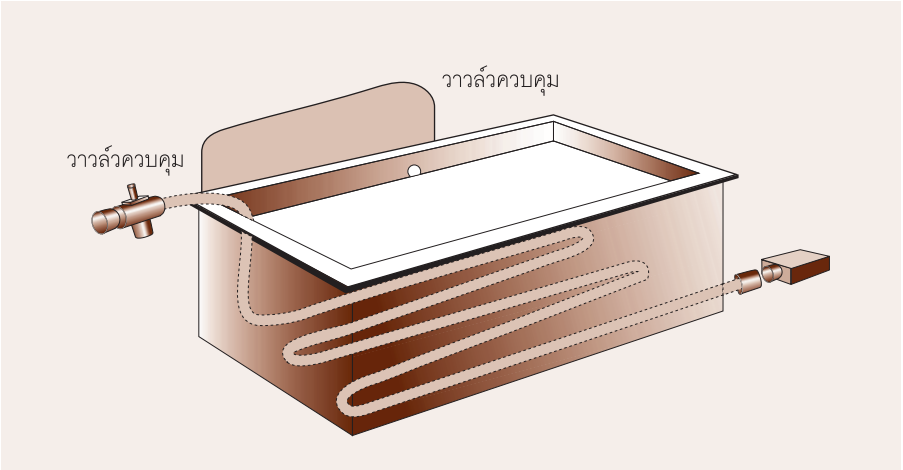
การใช้น้ำร้อนในอาคาร น้ำร้อนของกระบวนการผลิตกระบวนการย้อมหรือกระบวนการอื่นในทำนองเดียวกันจะต้องคำนึงระมัดระวังการใช้ไอน้ำอุณหภูมิสูงเกินความจำเป็น

รูปที่ 11 การสูญเสียไอน้ำจากการทำให้แห้งด้วยวิธีเชิงกลที่ไม่เพียงพอ

ตัวอย่างของการสิ้นเปลืองจากการใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไป

ตัวอย่างของการย้อมผ้าที่ใช้ถังน้ำย้อมขนาด 2,300 ลิตร โดยการทำให้ร้อนขึ้นถึง 100°C หมายถึงน้ำย้อมถูกทำให้ร้อนจากน้ำเย็นจนถึงน้ำมีอุณหภูมิ 100°C ตั้งแต่เริ่มทำงานวัสดุถูกทำให้ร้อนด้วยน้ำย้อมจนถึงอุณหภูมิ 100°C เช่นกัน และนำวัสดุออกจากถังที่อุณหภูมิ 100°C จาก \ประสบการณ์ พบว่าการย้อมจะทำได้ที่ 60°C โดยที่ผลผลิตเป็นที่พอใจวิธีนี้จะสามารถลดปริมาณการใช้ไอน้ำลงได้ ประมาณ 50 %

อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ ถังน้ำเปิดของกระบวนการผลิตจำนวน 5 ถัง ของโรงงานแห่งหนึ่ง มีการทำงานที่อุณหภูมิ 82°C เมื่อทราบว่าสามารถใช้อุณหภูมิ 65°C ก็เพียงพอ สำหรับกระบวนการผลิตนี้ การให้ความร้อนที่ไม่จำเป็นทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเตา 52,300 ลิตรต่อปี (11,500 แกลลอน) ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 378,000 บาท โดยโรงงานควรจะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งมีค่าใช้จ่าย 90,000 บาท ตามที่ แสดงไว้ในรูปที่ 12 สำหรับถังเปิดของกระบวนการผลิต

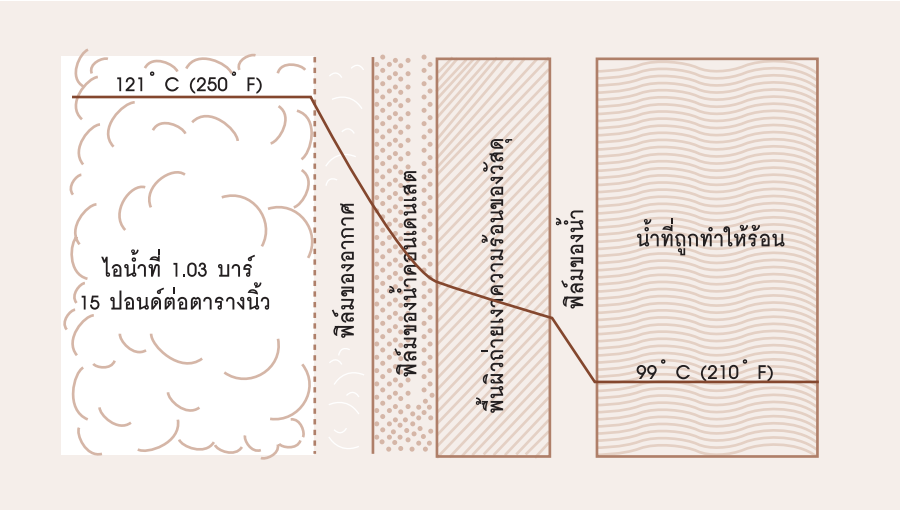


รูปที่ 12 การควบคุมอุณหภูมิของถังกระบวนการผลิต

4. การถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำ

อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเสตผ่านพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนมีปริมาณสูงมาก หากมีฟิล์มของอากาศหรือฟิล์มของน้ำเกาะติดที่พื้นผิวถ่ายเทความร้อนนี้ ก็จะเป็นฉนวนกั้นลดประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจึงจำเป็นต้องกำจัดอากาศและคอนเดนเสตที่เกาะติดที่ผิวถ่ายเทความร้อนนี้ โดยใช้วิธีการที่เหมาะสม จะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนโดยรวมได้

ส่วนกลางของรูปที่ 13 เป็นตัวอย่างวัสดุเช่นผนังโลหะเป็นพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนของเครื่องทำความร้อนในกระบวนการผลิตที่ให้ความร้อนด้วยการใช้ไอน้ำ ไอน้ำไม่สามารถสัมผัสโดยตรงกับผิววัสดุชิ้นงานที่ถูกทำให้ร้อนได้ เริ่มแรกจะเห็นได้ว่าผนังแต่ละด้านจะมีชั้นบางๆของตะกรัน ซึ่งเป็นฉนวนต้านทานการถ่ายเทความร้อนที่จะส่งไปยังชิ้นงานกั้นอยู่ หากเป็นไปได้ควรทำความสะอาดพื้นผิวถ่ายเทความร้อนอย่างสม่ำเสมอ (การทำความสะอาดมีผลคุ้มต่อการลงทุน) ชั้นที่สองฟิล์มถัดออกไปจะเป็นอากาศ และน้ำซึ่งจะต้องกำจัดออกให้เร็วที่สุด



รูปที่ 13 ผลของความต้านทานการถ่ายเทความร้อน

และออกให้หมดเท่าที่เป็นไปได้ มิฉะนั้นจะมีผลให้การถ่ายเทความร้อนน้อยลง และประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตก็จะลดลงด้วย

ฟิล์มของน้ำมีความต้านทานความร้อนมากกว่าเหล็กและเหล็กกล้า 60 ถึง 70 เท่า และมากกว่าของทองแดง 500 ถึง 600 เท่า

ผลกระทบของฟิล์มอากาศยิ่งรุนแรงมากคือมีค่าความต้านทานความร้อนมากกว่า 500 เท่าของเหล็กและเหล็กกล้า และมากกว่า 13,000 เท่าของทองแดง ฟิล์มของอากาศที่มีความหนา 0.025 มิลลิเมตร(0.0001 นิ้ว) มีความต้านทานความร้อนเท่ากับผนังทองแดงหนา 330 มิลลิเมตร (13 นิ้ว)

ฟิล์มของอากาศและน้ำ มีผลต่อกระบวนการผลิต ดังที่แสดงในรูปที่ 13 ไอน้ำที่ความดันประมาณ 1 บาร์ (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ใช้ในการให้ความร้อนแก่กระบวนการผลิตที่มีอุณหภูมิของการผลิตที่ 99^{o}C โดยการลดความหนาของฟิล์มทั้งสองด้านมีผลทำให้ความดันของไอน้ำลดลงที่อุณหภูมิการผลิตเท่าเดิมหรือ

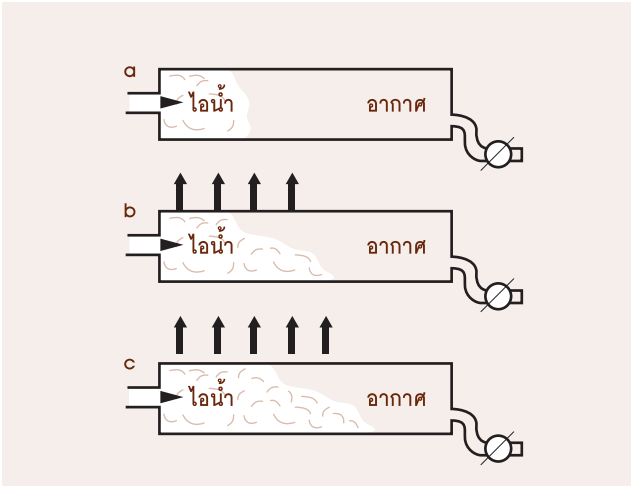
อุณหภูมิของการผลิตเพิ่มขึ้นที่ความดันไอน้ำเท่าเดิมได้

ฟิล์มอากาศและฟิล์มน้ำมีผลต่อกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นได้ในทุกๆ กระบวนการให้ความร้อนด้วยไอน้ำและชั้นความหนาจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เว้นแต่ว่าจะมีการลดความหนาของฟิล์มอากาศ และน้ำบนพื้นผิวถ่ายเทความร้อนด้านที่ไอน้ำกลั่นตัว

การจัดการกับฟิล์มอากาศ

เมื่อระบบหยุดการทำงาน อากาศจะเข้าไปแทนที่ในช่องของไอน้ำเมื่อ ระบบเย็นลง และเมื่อเปิดใช้ไอน้ำอีกครั้งหนึ่งอากาศ (รวมถึงก๊าซที่ไม่สามารถกลั่นตัวได้) จะต้องปล่อยเพื่อระบายทิ้งออกไปจากระบบมิฉะนั้นแล้วจะตกค้างผสมอยู่กับ ไอน้ำ

ดังนั้นจึงต้องแน่ใจก่อนว่าอากาศที่เข้ามาในระบบจะต้องระบายทิ้งออกจากระบบ ก่อนที่จะผสมกับไอน้ำเครื่องจักรของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่มีช่องว่างของไอน้ำอยู่น้อย โดยปรกติแล้วเมื่อไอน้ำผ่านเข้าไปในระบบก็จะไล่อากาศไปอยู่ด้านหน้าของไอน้ำ



รูปที่ 14 ลักษณะของอากาศที่ขังอยู่

รูปที่ 14 แสดงลักษณะของไอน้ำ เมื่อเปิดใช้งานไอน้ำๆ จะดันและอัดอากาศเข้าไปอยู่ส่วนที่ไกลที่สุด ซึ่งจะเป็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าส่วนอื่นๆ ของระบบ

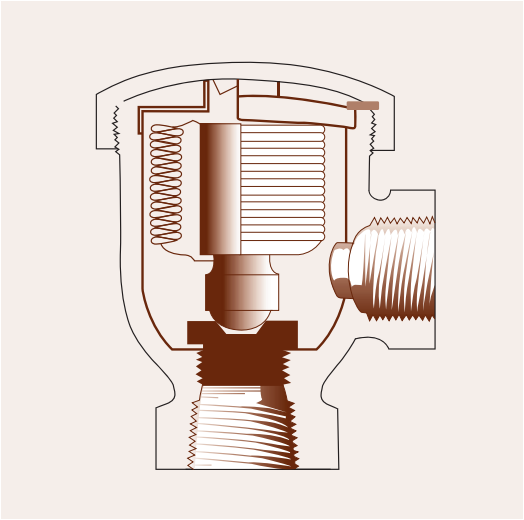
อากาศที่ค้างอยู่มีผลทำให้ความร้อนของระบบร้อนขึ้นได้ช้า และความร้อนไม่สม่ำเสมอ และในหลายๆ พื้นที่จุดที่เย็นนี้ทำให้เกิดการบิดงอได้ อากาศที่ไม่ถูกไล่ออกจากระบบจะเหลือตกค้างอยู่ในบริเวณที่เย็น การไหลของไอน้ำที่ปั่นป่วนจะกวนอากาศให้ผสมกันบางส่วนสะสมอยู่ในที่อันห่างไกล ส่วนผสมของอากาศและไอน้ำทำให้เกิดสิ่งที่ไม่ต้องการ ส่วนผสมนี้มีผลต่ออุณหภูมิของไอน้ำ จะทำให้ไอน้ำมีอุณหภูมิต่ำลงเนื่องจากความดันย่อยของไอน้ำลดลง นอกจากนี้ส่วนของไอน้ำในส่วนผสมนี้จะคายความร้อนแฝงผ่านผนังพื้นผิวถ่ายเทความร้อนของระบบ เมื่อไอน้ำกลั่นตัวก็จะปล่อยให้อากาศเป็นอิสระจากส่วนผสมแล้วอากาศจะเกาะเพิ่มให้กับฟิล์มอากาศที่มีอยู่เดิมแล้ว ให้หนาขึ้น

การกำจัดอากาศออกจากระบบเป็นสิ่งที่ต้องทำ สามารถทำได้ทั้งวิธีการควบคุมด้วยคน หรืออุปกรณ์ระบายอากาศแบบอัตโนมัติ การระบายอากาศออกโดยควบคุมด้วยคนมีข้อเสีย คือควบคุมการระบายอากาศออกให้หมด พอดีด้วยการเปิด - ปิดวาล์วให้พอดีกับอากาศหมดเป็นไปยากรวมถึงการระบายบ่อย แค่ไหนยากแก่การควบคุม โดยเฉพาะส่วนผสมอากาศและไอน้ำมีลักษณะคล้ายกับไอน้ำ จึงควรเลือกการระบายอากาศอย่างอัตโนมัติแทนการควบคุมด้วยคนจะเหมาะสมดีกว่า

การพิจารณาการระบายอากาศออกอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ ความเร็วของอากาศที่ระบายออกจะต้องนำมาพิจารณาด้วย ในระหว่างที่ไอน้ำไหลผ่านเข้าระบบต้องมีการระบายอากาศออกอย่างรวดเร็วเพื่อลดโอกาสที่อากาศแผ่เข้าไปผสมในไอน้ำ ยิ่งระบายอากาศออกได้เร็วเพียงใดก็ยิ่งทำให้ลดเวลาที่จะทำให้ระบบร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิการผลิตได้เร็วขึ้น

เนื่องจากอากาศและไอน้ำมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน จึงสามารถใช้วาล์วระบายอากาศแบบเทอร์โมสแตติคแบบง่ายได้ การใช้วาล์วระบายอากาศแบบเทอร์โมสแตติค

ที่มีขนาดใหญ่พอสามารถจะเปิดวาล์วจนกว่าอุณหภูมิส่วนผสมที่ถูกไล่ออกจะเข้าใกล้อุณหภูมิไอน้ำ แต่ไม่ควรใหญ่เกินไปเพราะจะทำให้การเปลี่ยนแปลงความดันไอน้ำลดลง



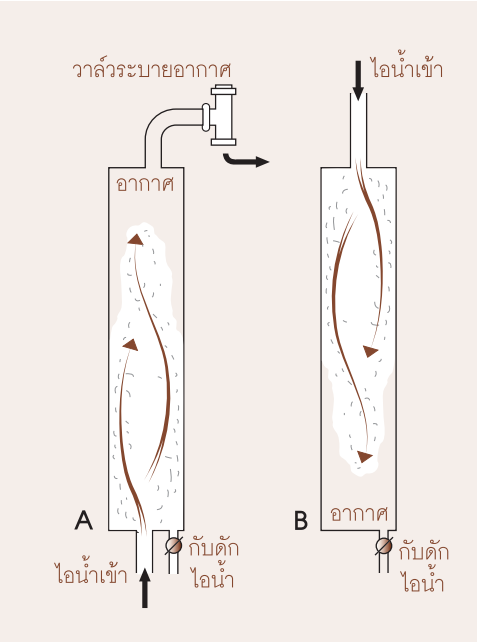
รูปที่ 15 วาล์วระบายอากาศแบบความดันสมดุล

ตัวอย่างคุณลักษณะของวาล์วระบายอากาศที่ทำงานด้วยหลักการความดันสมดุล แสดงในรูปที่ 15 วาล์วระบายอากาศแบบความดันสมดุล มีข้อดี คือ ส่วนผสมของอากาศและไอน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของไอน้ำที่ความดันเท่ากันจากข้อดีนี้ เมื่อมีไอน้ำวาล์วจะปิดและเปิดให้ส่วนผสมของอากาศและไอน้ำที่ไม่ต้องการปล่อยออกไป

ตำแหน่งของการระบายอากาศออกจากระบบไอน้ำ

ตำแหน่งของจุดต่อท่อไอน้ำเข้าและลักษณะของช่องเก็บไอน้ำมีความสำคัญต่อการกำหนดว่าอากาศจะไปสะสมอยู่ที่ใดซึ่งไม่มีกฎตายตัวในการกำหนดตำแหน่งของจุดระบายอากาศ

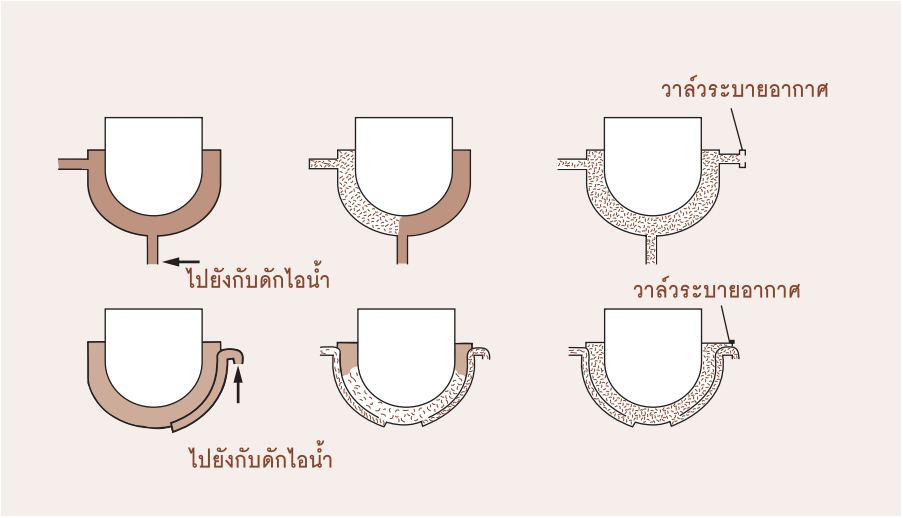
จุดสุดท้ายที่จะเลือกติดตั้งอุปกรณ์วาล์วไล่อากาศอัตโนมัติของรูปร่างของช่องเก็บไอน้ำและตำแหน่งของท่อไอน้ำเข้าจะสัมพันธ์กับช่องระบายคอนเดนเสต สิ่งสำคัญในการเลือกประเภทของกับดักไอน้ำ คือ การพิจารณาว่ากับดักไอน้ำมีความสามารถในการระบายอากาศได้ดีเพียงใด ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างของช่องที่ต่อกับดักไอน้ำและตำแหน่งของไอน้ำเข้าจะต้องพิจารณาร่วมกัน



รูปที่ 16 ตำแหน่งของการระบายอากาศ

รูปที่ 16 แสดงอุปกรณ์ที่มีรูปร่างและขนาดเท่ากัน อุปกรณ์ทั้งสองมีจุดระบายคอนเดนเสตออกจากด้านล่างอุปกรณ์ A ไอน้ำเข้าที่ด้านล่าง เมื่อเปิดการใช้ไอน้ำ ไอน้ำจะผลักดันให้อากาศไปอยู่ข้างหน้าให้ไปจุดไกลที่สุด ซึ่งเป็นส่วนบนของช่องไอน้ำ ดังนั้นจุดที่ติดตั้งวาล์วระบายอากาศที่ดีที่สุดควรจะเป็นจุดสูงสุดของช่องไอน้ำกับดักไอน้ำ (Steam trap) มีความจำเป็นเพียงเล็กน้อยต่อการระบายอากาศถ้ามีอากาศผ่านมาถึง สำหรับอุปกรณ์ B ไอน้ำเข้าทางด้านบนคอนเดนเสตและอากาศออกด้านล่างจะกำจัดด้วยวิธีการติดตั้งวาล์วระบายอากาศหรือ จะติดตั้งกับดักไอน้ำที่สามารถระบายอากาศได้ในตัวเองในปริมาณที่สูง ตัวอย่างเช่นกับดักไอน้ำแบบลูกลอย หรือแบบเทอร์โมสแตติค

ในรูปที่ 17 เป็นหม้อต้มด้วยไอน้ำแบบ 2 ชั้น มีการออกแบบ 2 ชนิด แถวบนแสดงแบบตายตัวอย่างง่าย แถวล่างแสดงให้เห็นช่องไอน้ำเข้าทางด้านหนึ่งคอนเดนเสตไหลออกอีกด้านหนึ่งของช่องตรงข้าม ภาพซ้ายภายในช่องไอน้ำถูกอากาศแทนที่อยู่เต็ม ภาพกลางไอน้ำเข้ามาในช่องไอน้ำเข้า แม้ว่าอากาศได้ถูกไล่ออกไปแล้วเป็นบางส่วน โดยผ่านกับดักไอน้ำ(Steam trap) แต่ยังมีอากาศอยู่จำนวนพอสมควรที่สะสมอยู่ส่วนบนของช่องไอน้ำ อากาศส่วนใหญ่จะอยู่อีกด้านตรงข้ามของช่องไอน้ำเข้าจึงมีความเหมาะสมมากที่จะใช้เป็นจุดติดตั้งวาล์วระบายอากาศ



รูปที่ 17 การระบายอากาศของหม้อต้มด้วยไอน้ำ

ภาพขวาแสดงให้เห็นการระบายอากาศได้ดีในตำแหน่งเหมาะสมไม่ให้อากาศเหลืออยู่ภายในช่องไอน้ำ

ฟิล์มคอนเดนเสต

เมื่อไอน้ำคายความร้อนแฝงออกเพื่อการถ่ายเทความร้อนหรือใช้ในกระบวนการผลิต คอนเดนเสตก็จะสะสม เมื่อสะสมมากขึ้นในที่สุดคอนเดนเสตจะคลุมพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนลดลงไป ดังนั้นต้องติดตั้ง Steam trap เพื่อระบายคอนเดนเสตออกไปจากช่องเก็บไอน้ำ

ไอน้ำเปียก และไอน้ำแห้ง

ไอน้ำบริสุทธิ์แต่ละกิโลกรัมที่ผ่านออกจากหม้อไอน้ำคือส่วนประกอบของไอน้ำ และน้ำเรียกว่า “อัตราส่วนความแห้ง” (ตัวอย่างเช่น ไอน้ำที่มีความชื้น 5% หมายความว่ามีอัตราส่วนความแห้ง 0.95) โดยที่หม้อไอน้ำจะมีน้ำเป็นของเหลวลอยติดขึ้นไปผสมไปกับไอน้ำเป็นหยดเล็กๆ ตามติดไปกับไอน้ำในขณะที่มีการ-

รูปที่ 18 แคร่โอเวอร์

เดือดกระจายขึ้นไปเรียกว่า แคร่โอเวอร์ (Carry Over Warte) (ดูรูปที่ 18) และการเกิดความชื้นในไอน้ำหมายถึงส่วนของความร้อนสัมผัสจะมีมากขึ้นแต่ค่าความร้อนแฝงจะลดลง

เมื่อไอน้ำสัมผัสกับพื้นผิวที่ถ่ายเทความร้อน ไอน้ำก็จะคายความร้อนแฝงและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำแล้วก่อตัวเป็นฟิล์มซึ่งต้านการถ่ายเทความร้อนนี้ เมื่อมีความชื้นเกิดขึ้นในไอน้ำก็จะช่วยเพิ่มความหนาของชั้นฟิล์มเพิ่มฉนวนกั้นความร้อน หม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพที่ดีไอน้ำที่ผลิตได้จะต้องมีความชื้นต่ำสุด

วิธีการแก้ปัญหาง่าย ๆ สามารถทำได้ในการลดความชื้นของไอน้ำ โดยการผลิตไอน้ำให้ถูกวิธีตั้งแต่ที่แหล่งผลิต คือที่หม้อไอน้ำนั้นเองและควรจะทำทุกวิธี-

รูปที่ 19 อุปกรณ์แยกไอน้ำ (steam separator)

ที่ทำให้คุณภาพของไอน้ำที่ออกจากหม้อไอน้ำดีขึ้น

ควรหลีกเลี่ยงการให้หม้อไอน้ำรับภาระเกินสมรรถนะ และให้ความระมัดระวังดูแลการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำด้วยการเติมเคมีป้องกัน และวิธีอื่น ๆ เพื่อการลดความชื้น และอนุภาคของน้ำลอยติดไปกับไอน้ำ แคร่ีโอเวอร์

โดยลักษณะทั่วไปของการผลิตไอน้ำภายใต้เงื่อนไขทางด้านธุรกิจและการออกแบบหม้อไอน้ำ ของไอน้ำเป็นสิ่งที่ยากในทางปฏิบัติที่จะไม่ให้อนุภาคของน้ำลอยติดไปกับไอน้ำ (แคร่ีโอเวอร์) ซึ่งจะมีอยู่บ้าง เมื่อไอน้ำไหลวิ่งในท่อก็จะพาคอนเดนเสตบางส่วนติดไปกับไอน้ำขณะที่ไหลผ่านไปตามท่อส่งจ่ายไอน้ำ

วิธีการแก้ปัญหาทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์แยกไอน้ำ (steam separator) (ดูรูปที่ 19) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งกับท่อไอน้ำประธาน และเปลี่ยนทิศการไหลของไอน้ำจะทำให้อนุภาคน้ำที่เป็นของเหลวที่ติดมากับไอน้ำแยกตัวออกและไหลไปยังจุดที่สามารถระบายออกไปได้ในรูปของคอนเดนเสต ซึ่งกับดักไอน้ำจะปล่อยออกจากท่อไอน้ำไป

ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์แยกไอน้ำเป็นสิ่งที่สำคัญ อุปกรณ์แยกไอน้ำควรจะอยู่ใกล้กับหม้อไอน้ำเพื่อทำให้ไอน้ำให้แห้งก่อนที่จะผ่านเข้าระบบท่อ กรณีที่ไอน้ำเกิดการสูญเสียความร้อนในระหว่างทางจะมีคอนเดนเสตเกิดขึ้นได้ และมีผลทำให้เกิดไอน้ำชื้นขึ้นที่จุดใช้งานได้ อุปกรณ์แยกไอน้ำที่ติดตั้งใกล้กับจุดใช้งานจะทำให้ ไอน้ำที่ป้อนเข้าอุปกรณ์ต่างๆ มีความแห้งพอสมควรและจำนวนคอนเดนเสตที่มีอยู่ก็จะลดลง

การบำรุงรักษากับดักไอน้ำ (Steam trap)

วิธีการที่ดีที่สุดในการระบายคอนเดนเสต คือ การปล่อยน้ำคอนเดนเสตออกตามภาระงานที่ปรับปริมาณอย่างอัตโนมัติโดยเลือกใช้กับดักไอน้ำ (Steam trap) ที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตามกับดักไอน้ำสามารถทำให้สูญเสียไอน้ำ หรือน้ำทิ้งระบายออกได้ เกิดจากสิ่งสกปรกที่ปนมากับไอน้ำสิ่งสกปรกและสนิมพบได้ในท่อไอน้ำเศษวัสดุต่างๆก็พบได้บ่อยๆ แม้กระทั่งน็อตและแป้นแหวนก็มี เมื่อสิ่งสกปรกเหล่านี้เข้าไปค้างอยู่ในบ่าวาล์วของกับดักไอน้ำ จะขวางการปิดของวาล์วทำให้วาล์วปิดไม่สนิท นอกจากนี้ยังอาจทำให้วาล์วเสียหายได้ทำให้มีไอน้ำรั่วอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะมีการซ่อมบำรุงกับดักไอน้ำ (Steam trap)

โดยทั่วไปการซ่อมบำรุงกับดักไอน้ำ (Steam trap) ไม่ได้เป็นงานประจำ จะกระทำเมื่อมีปัญหามากจนทนต่อไปไม่ได้จึงได้รับการดูแล ซึ่งเป็นความคิดที่ไม่ถูกต้องพึงระลึกเสมอว่ากับดักไอน้ำ (Steam trap) เป็นวาล์วอัตโนมัติ และมีผลต่อการประหยัดไอน้ำและช่วยให้การใช้ไอน้ำมีประสิทธิภาพ ดังนั้นต้องให้ความสำคัญและให้การดูแลกับดักไอน้ำสม่ำเสมอทั้งนี้เพราะมีผลต่อการประหยัดไอน้ำ

การติดตั้งกระจกมองการไหล (Sight Glasses) กับดักไอน้ำ (Steam trap) ก็เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ ตรวจดูว่ามีไอน้ำรั่วจากกับดักไอน้ำ (Steam trap) หรือไม่ และหลายๆ โรงงานก็มีการติดตั้งอุปกรณ์นี้

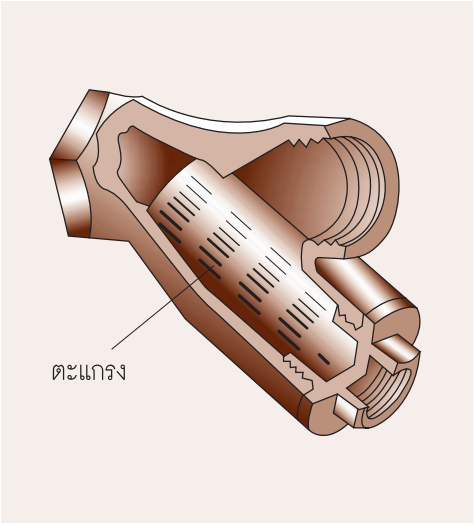
ข้อดีของการตรวจกับดักไอน้ำ (Steam trap) เมื่อมีการต่อร่วมหลาย ๆ ชุด ลงท่อร่วมคอนเดนเสตสามารถหากับดักตัวที่มีปัญหาได้รวดเร็วโดยการตรวจที่กระจกมองการไหล (Sight Glasses)

ตัวกรอง (Stainer)

เพื่อให้แน่ใจว่ากับดักไอน้ำ (Steam trap) ทำงานได้อย่างเหมาะสม จำเป็นจะต้องรักษากับดักไอน้ำ (Steam trap) ให้ปราศจากสนิมท่อ และสิ่งสกปรกที่เข้าไปในกับดักไอน้ำ (Steam trap) โดยสามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

- จัดให้มีที่เก็บสิ่งสกปรกด้านหน้าของกับดักไอน้ำ (Steam trap) (ติดตั้งท่อสั้นตั้งฉากเป็นบ่อดักรูปตัว T)
- ติดตั้งตัวกรองไว้ด้านหน้ากับไอน้ำ (Steam trap) แต่ละตัว

ข้อแรกใช้ได้ผลน้อยป้องกันสิ่งสกปรกชิ้นหนักๆ ใหญ่ๆ เท่านั้น ตัวกรอง (สเตรนเนอร์) (รูป 20) จึงเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า



รูปที่ 20 สเตรนเนอร์ หรือ ตัวกรอง (Stainer)

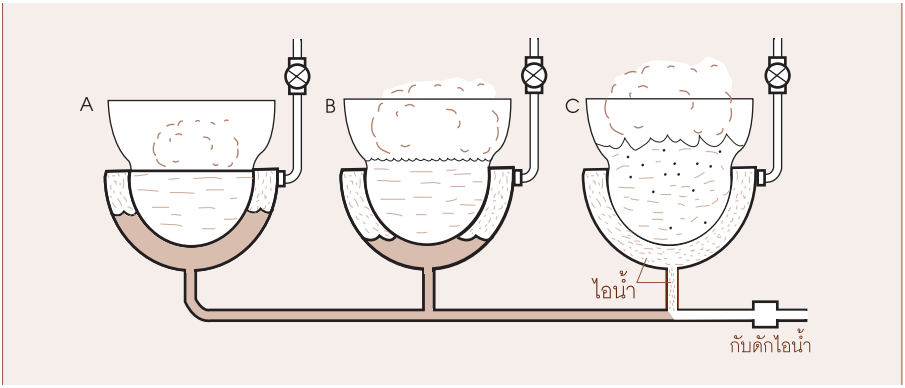
ตัวกรอง (สเตรนเนอร์) ประกอบด้วยชิ้นส่วนตะแกรงอยู่ในครอบโลหะ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกรองสิ่งแปลกปลอมไม่ให้ผ่านเข้าไปในระบบโดยการเก็บสิ่งสกปรกไว้ในตะแกรงซึ่งสามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้เป็นระยะๆ เพื่อป้องกันการอุดตัน

การใช้งานที่ผิดวิธีของกับดักไอน้ำ (Steam trap) เมื่อเลือกชนิดอย่างถูกต้อง

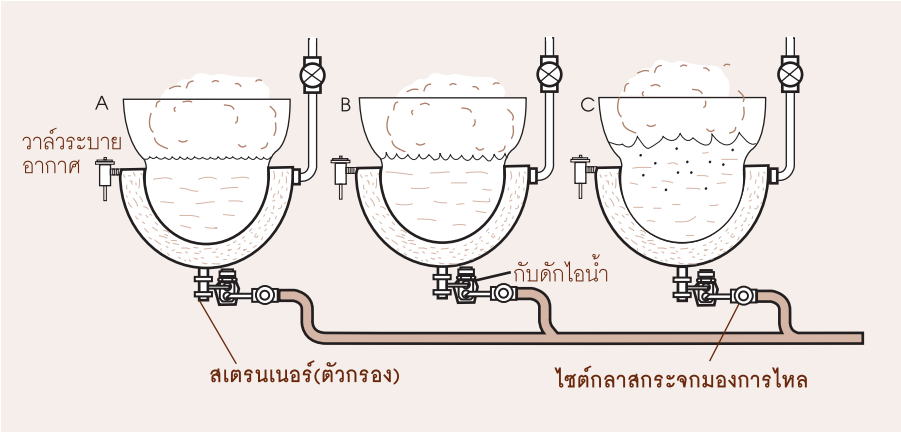
การใช้งานกับดักไอน้ำที่ผิด-

วิธีมีผลอย่างมากต่อการอั้นของน้ำ (Water Logging) ประสิทธิภาพการใช้งานลดลง-มากเกินกว่าจะคาดการณ์ได้

ตัวอย่างที่ตรวจพบบ่อยๆ คือ มีอุปกรณ์ใช้ไอน้ำหลายๆ เครื่องที่ทุกเครื่องต่อท่อ-คอนเดนเสตเข้าไปในกับดักไอน้ำ(Steam trap) เพียงตัวเดียว (การดักเป็นกลุ่ม)



รูปที่ 21a การติดตั้งกับดักไอน้ำแบบเป็นกลุ่ม



รูปที่ 21b การติดตั้งกับดักไอน้ำ (Steam trap) แบบแยก

รูปที่ 21a แสดงให้เห็นภาชนะที่ใช้ความร้อนด้วยไอน้ำที่เหมือนกันสามชุด (อาจจะเป็นกะทะต้ม 2 ชั้นหรือ อุปกรณ์ชุดทำความร้อนให้แก่อากาศ หรืออุปกรณ์อื่นที่ทำความร้อนด้วยไอน้ำ)

น้ำที่ระบายจากแต่ละอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับท่อคอนเดนเสตร่วมกันเพียงเส้นเดียวไปสู่กับดักไอน้ำ (Steam trap) เพียงตัวเดียว กับดักไอน้ำ (Steam trap) สามารถจะทำงานได้ดี และพอเพียงสำหรับการปล่อยคอนเดนเสตทั้งสามภาชนะรวมกัน แต่การติดตั้งในลักษณะนี้ทำให้เกิดการอั้นของน้ำได้

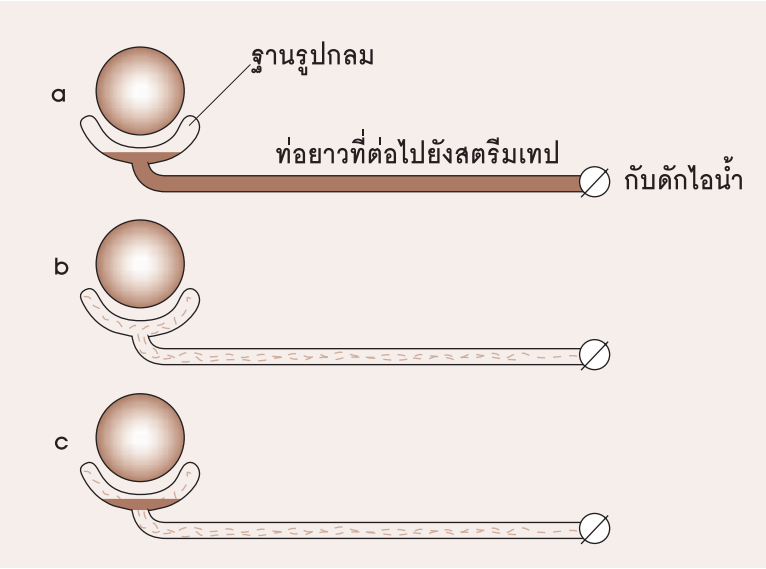
เนื่องจากความดันด้านออกภาชนะ C ที่อยู่ปลายท่อร่วมคอนเดนเสตอยู่ใกล้ทางออกกับดักไอน้ำ(Steam trap) มีความต้านทานน้อยกว่าคอนเดนเสตไหลออกได้ง่ายกว่า 2 ภาชนะแรกอยู่ ซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดน้ำอั้น (Water Log) ได้สูง โดยเฉพาะภาชนะ A อยู่ต้นทางที่มีภาระมาก แต่ห่างด้านทางออกจึงมีความต้านทานในท่อสูงกว่าภาชนะ B จึงเกิดการน้ำอั้นมากกว่าภาชนะ B ซึ่งอั้นบางส่วน ส่วนภาชนะ C ไม่มีการอั้นของน้ำปล่อยออกได้หมด

รูปที่ 21b แสดงให้เห็นวิธีการที่ถูกต้อง สำหรับการระบายคอนเดนเสตออกจากภาชนะแต่ละภาชนะมีการแยกน้ำโดยเฉพาะ โดยการติดตั้งกับดักไอน้ำ (Steam trap) แต่ละตัวสำหรับแต่ละภาชนะแล้วปล่อยลงในท่อร่วม วิธีการนี้ทำให้สามารถระบายคอนเดนเสตผ่านกับดักไอน้ำ(Steam trap) ของแต่ละตัวออกได้อย่างดีและเป็นอิสระซึ่งกันและกัน โดยระบายคอนเดนเสตได้อย่างต่อเนื่องไม่ว่าเงื่อนไขของภาชนะอื่นๆจะเป็นอย่างไร

รูปที่ 21a และ 21b แสดงให้เห็นว่ากับดักไอน้ำ (Steam trap) ตัวเดียวไม่สามารถทดแทนกับดักไอน้ำ (Steam trap) หลายตัวได้

ตำแหน่งการติดตั้งกับดักไอน้ำ (Steam trap)

อีกสาเหตุของการเกิดน้ำอั้นที่พบบ่อย คือ การติดตั้งกับดักไอน้ำ (Steam trap) โดยติดตั้งสถานที่ที่สะดวกมากกว่าการติดตั้งกับดักไอน้ำ (Steam trap) ในสถานที่ที่ถูกต้อง



รูปที่ 22 การใช้ไอน้ำในแจ็คเก็ตในรูปของไอน้ำ

รูปที่ 22 แสดงถึงลูกกลิ้งอบให้ความร้อนด้วยไอน้ำที่ระบายคอนเดนเสตออกจากฐานเครื่องโดยต่อท่อแยกแนวนอน รูป 22a เมื่อไอน้ำปิดคอนเดนเสตขังในฐานและท่อจนถึงกับดักไอน้ำ (Steam trap) รูป 22 b ไอน้ำถูกเปิดเข้าฐานดัน คอนเดนเสตออกจากฐาน และท่อแนวนอนผ่านกับดักไอน้ำ (Steam trap) เมื่อคอนเดนเสตหมด ทุกส่วนเต็มไปด้วยไอน้ำ กับดักไอน้ำ (Steam trap) ปิด แต่ในฐานมีการถ่ายเทความร้อนสูงจึงเกิดคอนเดนเสตในฐาน น้ำรวมตัวในฐานมีปริมาณมาก รูป 22 c น้ำคอนเดนเสตไม่สามารถปล่อยออกได้เพราะกับดักไอน้ำ (Steam trap) ถูกล๊อคด้วยไอน้ำ (Steam Lock) จนกว่าไอน้ำในท่อจะกลั่นตัวกับดักไอน้ำ (Steam Trap) จึงเปิด และจะปิดเมื่อมีไอน้ำเข้าแทรป) จึงเกิดการล๊อคที่แทรป (Steam Lock) และน้ำล๊อค (Water Lock) ที่ฐานเครื่อง

ลักษณะนี้จะเกิดขึ้นทุกๆ ครั้งที่ไอน้ำตามน้ำคอนเดนเสตเข้าไปสะสมในท่อ

วิธีการแก้ไขสตีมล๊อคทำได้ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

- เลื่อนกับดักไอน้ำ (Steam trap) ให้ใกล้กับจุดออกของฐานที่สุดเท่าที่เป็นไปได้
- ติดตั้งอุปกรณ์ปลดสตีมล๊อค เมื่อกับดักไอน้ำได้ถูกติดตั้งในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย เพื่อการบำรุงรักษาและมีท่อตามแนวนอนยาวที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

ตัวอย่างของการสูญเสียจากการเปิดวาล์วบาย-พาส (By-Pass Valve)

วาล์วขนาด 13 มิลลิเมตร ของไอน้ำที่ 7 บาร์ ถูกเปิดอย่างไม่ตั้งใจทำให้สูญเสียถ่านหินมากถึง 0.5 กิโลกรัมต่อนาที

การสะสมอากาศภายในกับดักไอน้ำ (Steam trap)

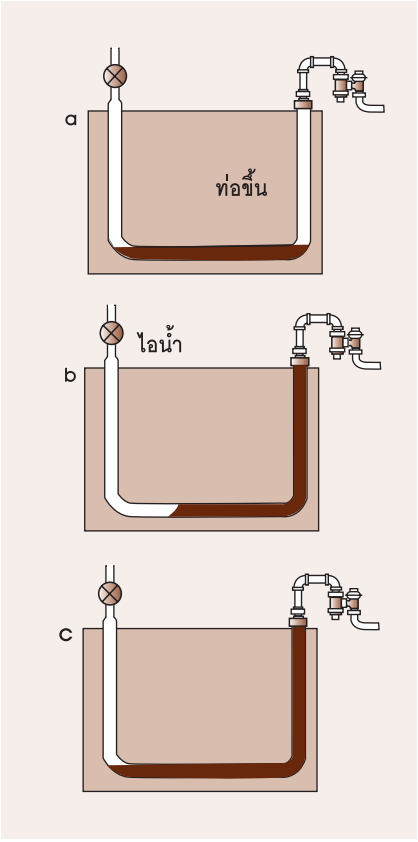
ปัญหาเดียวกันจะเกิดขึ้นได้อีกถ้ามีสะสมของอากาศภายในกับดักไอน้ำซึ่งผลกระทบที่ร้ายแรงกว่าสตีมล๊อค เนื่องจากอากาศไม่สามารถควบแน่นได้และกับดักไอน้ำ (Steam trap) ก็จะไม่เปิด เพื่อแก้ปัญหานี้ในทางปฏิบัติจะเปิดวาล์วบาย-พาส (by-pass valve) คร่อมกับดักไอน้ำ (Steam trap) เพื่อเปิดให้อากาศออกไปหรือใช้วาล์วระบายอากาศออกไป ปัญหาของอากาศที่ค้างอยู่ในกับดักไอน้ำ (Steam trap) แตกต่างกับอากาศสะสมอยู่ในอุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไอน้ำอย่างชัดเจน

กับดักไอน้ำ (Steam trap) แบบเทอร์โมสแตติคไม่มีปัญหาเกิดอากาศค้างกับดักไอน้ำ (Steam trap) แบบกลไก เช่น แบบลูกลอย หรือ แบบถ้วยจะเกิดอากาศค้างได้เว้นแต่กับดักไอน้ำ (Steam trap) เหล่านี้มีอุปกรณ์ระบายอากาศออกอย่างอัตโนมัติ แน่นอนกับดักไอน้ำ (Steam trap) แบบลูกลอยจะมีการติดตั้งเทอร์โมสตัทอยู่ภายในซึ่งจะเปิดกว้างในขณะที่เย็น เพื่อให้ไอน้ำที่เข้ามาครั้งแรกตอนเปิดใช้เครื่องดันไล่อากาศอยู่ภายในเครื่อง และกับดักไอน้ำ (Steam trap) และอากาศที่สะสมอยู่นี้จะถูกปล่อยออกอย่างรวดเร็วทำให้กับดักไอน้ำ (Steam trap) กลับมาทำงานได้อีกโดยไม่มีปัญหาการล๊อคด้วยอากาศ

กับดักไอน้ำ (Steam trap) แบบเทอร์โมไดนามิคส์จะมีการเกิดอากาศค้างได้ควรติดตั้งวาล์วระบายด้วยมือเช่นเดียวกับวาล์วระบายคอนเดนเสตขึ้นอยู่กับความ-

ชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน ถ้าหากผู้ปฏิบัติงานลืมเปิดก๊อกกับดักไอน้ำ (Steam trap) ก็จะเกิดอากาศค้างได้ หากผู้ปฏิบัติงานลืมเปิดก๊อกนี้ทิ้งไว้ก็ทำให้ไอน้ำจะเล็ดลอดออกไปและเป็นการสูญเสียอย่างมาก

วิธีที่มีประสิทธิภาพที่เอาชนะปัญหานี้ด้วยการติดตั้งวาล์วระบายอากาศอัตโนมัติที่แนวท่อทางลัดคร่อมกับดักไอน้ำ (Steam trap) หรือในกรณีของกับดักไอน้ำ (Steam trap) แบบลูกลอย การติดตั้งควรอยู่ในกับดักไอน้ำ (Steam trap) เอง และทำให้อากาศระบายออกได้อย่างอัตโนมัติ



รูปที่ 23 น้ำอั้นในขดท่อไอน้ำ

การอั้นของและการกระแทกของน้ำ (Waterlogging and Water Hammer)

ปัญหาอีกอันที่เกิดขึ้นในการระบายน้ำออกจากขดท่อทำความร้อน คือ การระบายคอนเดนเสตออกไม่หมด อั้นค้างในขดท่อทำความร้อนซึ่งจะลดประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนลงมาก

รูปที่ 23 a ถังทำความร้อนด้วยขดท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) มีทางเข้าด้านบนต่อลงก้นถังแล้วต่อยกขึ้นด้านบนอีกข้างแล้วลดขนาดท่อลงเพื่อต่อเข้ากับกับดักไอน้ำ (Steam trap) กรณีแบบนี้น้ำจะขังสะสมในท่อด้านล่าง

(รูปที่23 b) เมื่อเปิดวาล์วไอน้ำ น้ำจะถูกดันผ่านกับดักไอน้ำ (Steam trap) ไอน้ำจะผ่านจนถึงกับดักไอน้ำ (Steam trap) ทำให้กับดักไอน้ำ (Steam trap) ปิด คอนเดนเสต-

จะเกิดขึ้นอีก และสะสมอีกครั้งในส่วนล่างของขดท่อ และกลายเป็นน้ำอั้น มีผลให้การถ่ายเทความร้อนลดลง

ตัวอย่างเกี่ยวกับการกลั่นตัวของไอน้ำ

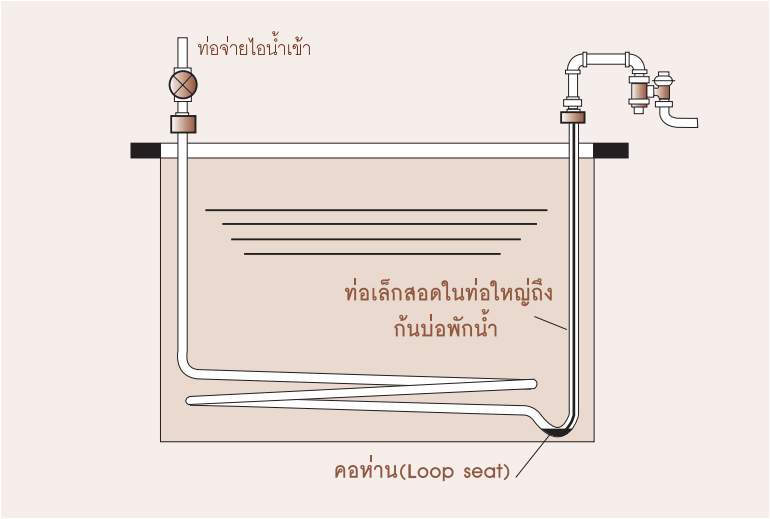
ท่อที่หุ้มฉนวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ยาว 30 เมตร ลำเลียงไอน้ำความดัน 7 บาร์ มีอุณหภูมิแวดล้อม 10°C มีการควบแน่นไอน้ำเป็นคอนเดนเสต จำนวน 16 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยประมาณ (ค่านี้อาจจะน้อยกว่า 1% ของความร้อนของไอน้ำที่ลำเลียงส่งผ่านในท่อประธาน) อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดหนึ่งชั่วโมง ท่อประธานไม่เพียงแต่มีไอน้ำเท่านั้นแต่ยังมีน้ำอยู่ถึง 16 ลิตร และเมื่อสิ้นสุดชั่วโมงที่สองก็จะกลายเป็น 32 ลิตร

เนื่องจากท่อด้านล่างของขดท่อทำความร้อนถูกยกขึ้นจึงมีน้ำเป็นซีลขังอยู่ ไอน้ำจะอยู่ระหว่างน้ำที่ซีลจนถึงกับดักไอน้ำ กับดักไอน้ำจึงปิดและไม่ปล่อยคอนเดนเสตออก

เมื่อเกิดการอั้นน้ำนานพอจนคอนเดนเสตขึ้นไปจนถึงกับดักไอน้ำ (Steam trap) น้ำจะถูกระบายออกไปบ้าง (รูป 23c) เมื่อไอน้ำดันคอนเดนเสตออกไปได้ก็จะเกิดการอั้นขึ้นอีกน้ำก็ไม่สามารถระบายออกได้หมด ด้วยเหตุผลนี้ทำให้ไม่ได้ความร้อนสูงสุดตามต้องการ

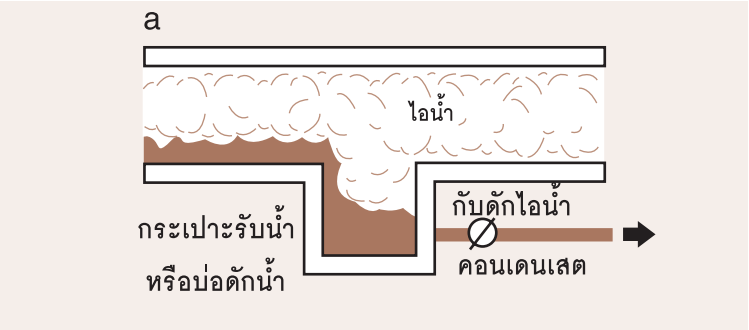
เนื่องจากน้ำที่อั้นมีผลทำให้ลดงานที่ได้ลงและน้ำกระแทกก็อาจจะเกิดขึ้นได้ตามลักษณะการจัดวางท่อในรูปที่ 23 น้ำกระแทกนี้สามารถทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อกับดักไอน้ำ (Steam trap) และข้อต่ออื่นๆ ได้ วิธีแก้ปัญหานี้ควรเปลี่ยนการวางท่อตามที่แสดงในรูปที่ 24

การกระแทกของน้ำเกิดร่วมกับคอนเดนเสต สามารถมองย้อนกลับไปยัง วิธีติดตั้งกับดักไอน้ำ (Steam trap) ที่ไม่ถูกต้อง เพื่อที่จะแก้ปัญหานี้ต้องพิจารณาการติดตั้งดังนี้

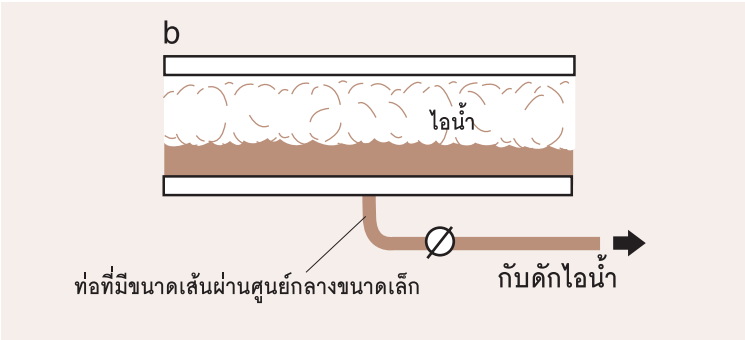


รูปที่ 24 การแก้ปัญหาน้ำขังในขดท่อทำความร้อน

- ท่อไอน้ำประธานควรวางเอียงลงตามทิศทางการไหลของไอน้ำไม่น้อยกว่า 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ต่อท่อยาว 3 เมตร (10 ฟุต)
- จุดระบายน้ำควรมีทุก ๆ 30-40 เมตร (100-150 ฟุต) ตามความยาวของท่อไอน้ำประธานเพื่อที่จะรวบรวมคอนเดนเสตและระบายออกไป สำหรับทุกๆจุดต่ำในท่อประธานที่ซึ่งน้ำจะไหลลงสะสมตามแรงโน้มถ่วงของโลกควรมีการระบายน้ำออกไป
- กระเปาะบ่อดักพักน้ำที่รวบรวมน้ำควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่พอที่ ให้น้ำที่สะสมอยู่ระบายออกไปได้ แนวคิดต่อปัญหานี้ควรทำกระเปาะบ่อดักพักน้ำให้มีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อประธาน กระเปาะควรจัดวางในตำแหน่งที่ดีที่สุดตามรูปที่ 25a การทำท่อแยกเล็กจากท่อใหญ่ (รูปที่ 25b) การแยกน้ำจะไม่ดี มีน้ำเหลือในท่อประธานจึงไม่ควรทำ



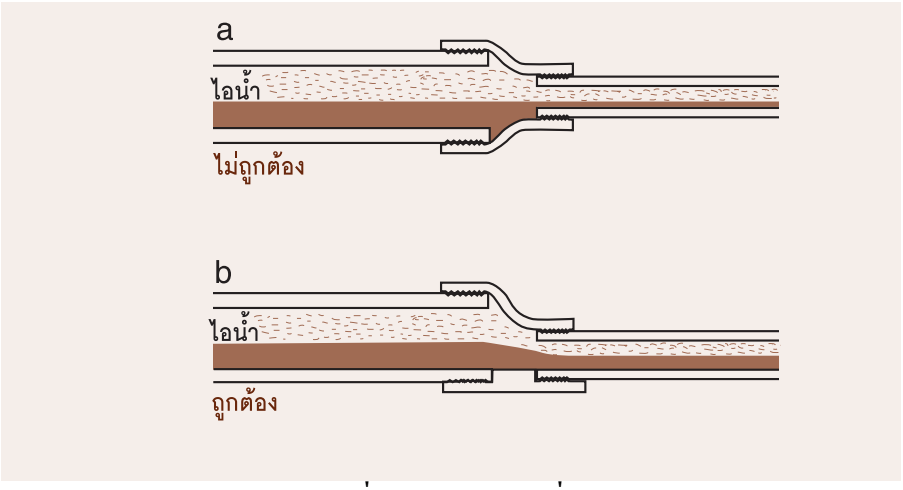
รูปที่ 25a ระบายน้ำออกอย่างถูกต้องจากท่อไอน้ำประธาน



รูปที่ 25b ระบายน้ำออกอย่างไม่ถูกต้องจากท่อไอน้ำประธาน

■ ในทางปฏิบัติการติดตั้งท่อลด เมื่อไอน้ำไหลจากท่อประธานและมาเจอกับท่อที่มีขนาดเล็กกว่า จะทำให้เกิดอาการของฆ้อนน้ำ (Water hammer) ซึ่งควรจะหลีกเลี่ยง ในรูป 26a ส่วนล่างของท่อจะเกิดการอั้นของน้ำซึ่งการเดินท่อแบบนี้ควรที่จะหลีกเลี่ยง ไม่ให้เกิดฆ้อนน้ำและการอั้นของน้ำจึงควรเดินท่อตามรูป 26b

■ การเกิดฆ้อนน้ำ (Water Hammer) จะเป็นสาเหตุทำให้วาล์วของไอน้ำที่จ่ายเข้ามาเปิดเร็วขึ้น การป้องกันวาล์วดันน้ำควรที่จะเปิดช้าและทำด้วยความระมัดระวัง



รูปที่ 26 การลดขนาดท่อ

5. เทคนิคการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่

การนำความร้อนกลับมาใช้สามารถทำได้ตลอดระบบไอน้ำ ดังนี้

- ที่หม้อไอน้ำ ความร้อนจากก๊าซไอเสียให้ดูรายละเอียดในคู่มือประสิทธิภาพที่ 1, 2 และ 3
- ความร้อนจากน้ำหม้อไอน้ำที่ระบายทิ้ง (Blowdown)
- จากความร้อนไอน้ำแฟลช
- จากการนำคอนเดนเสตกลับมาใช้

การนำความร้อนจากน้ำหม้อไอน้ำระบายทิ้ง (Blowdown) กลับมาใช้

ความร้อนปล่อยทิ้งจากระบบการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) อย่างต่อเนื่องสามารถจัดการได้ดีกว่าระบบที่ทำอย่างไม่ต่อเนื่อง เพราะความร้อนที่ได้กลับคืนสอดคล้องกับความต้องการความร้อนอย่างต่อเนื่อง

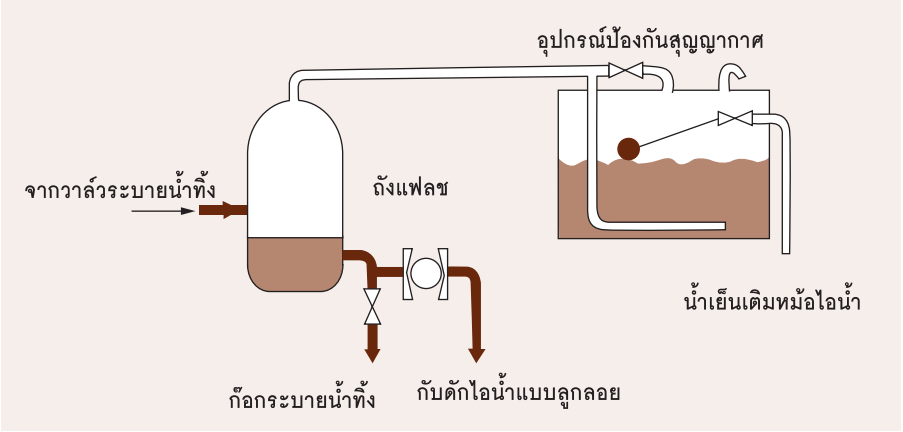
เมื่อมีหม้อไอน้ำหลายเครื่องทำงานพร้อมกัน การนำความร้อนกลับจากน้ำหม้อไอน้ำที่ระบายทิ้ง (Blowdown) สามารถใช้กับระบบระบายน้ำทิ้งอย่างไม่ต่อ-

เนื่องได้โดยให้ทำงานเป็นขั้น ๆ ที่ละเครื่องตามเวลาที่ตั้งอย่างอัตโนมัติ เพื่อดูดความร้อนกลับจากทุกเครื่องได้สม่ำเสมอ วิธีนี้ทำให้การนำความร้อนกลับมาใช้คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ยิ่งขึ้น

มีหลายวิธีการที่นำความร้อนจากน้ำหม้อไอน้ำที่ระบายทิ้ง (Blowdown) กลับมาใช้ มีรายละเอียดในคู่มือแนวทางการปฏิบัติงานที่ดี ฉบับที่ 10 การปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำในงานอุตสาหกรรม วิธีการที่ง่ายที่สุดที่จะนำความร้อนจากการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้ง (Blowdown) กลับ คือ การใช้ไอน้ำโดยตรงของไอน้ำแฟลช ซึ่งเกิดจากการระเหยเกิดจากการลดความดันของน้ำระบายทิ้งผ่านวาล์วระบายน้ำทิ้ง ไอน้ำนี้เป็นน้ำบริสุทธิ์ไม่มีของแข็งละลายปนอยู่สามารถใช้เพิ่มเข้าไปกับน้ำป้อนที่อยู่ในห้องหม้อไอน้ำได้เลย น้ำระบายทิ้งและไอแฟลชจะแยกจากน้ำในถังแฟลช เพื่ออุ่นน้ำไอน้ำแฟลชจะป้อนเข้าลงไปในท่อมีรูเล็กๆ จำนวนมากในถังน้ำป้อน (รูปที่ 27)

การนำความร้อนจากคอนเดนเสตกลับมาใช้ใหม่

คอนเดนเสตเป็นน้ำที่สะอาดเหมาะสมสำหรับใช้เป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ



รูปที่ 27 การนำความร้อนกลับจากไอน้ำแฟลชกลับมาใช้

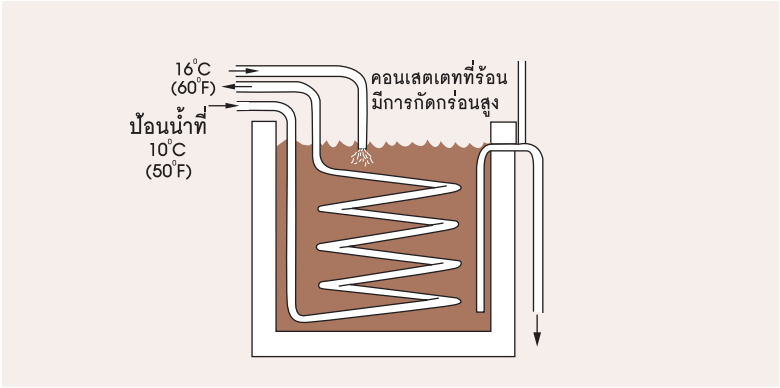
เนื่องจากน้ำคอนเดนเสตมีความร้อนและสารเคมีที่เหมาะสม อุณหภูมิน้ำป้อนยิ่งสูงเท่าไรยิ่งทำให้หม้อไอน้ำได้รับความร้อนมากขึ้นเท่านั้น ปริมาณคอนเดนเสตที่นำกลับสูงปริมาณความร้อนก็ยิ่งสูง ทำให้ใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงเพื่อให้แก่หม้อไอน้ำในการเปลี่ยนน้ำให้เป็นไอน้ำน้อยลงเท่านั้น

ผลการประหยัดจากการนำคอนเดนเสตกลับมาใช้

จากความจริงที่ว่า ทุกๆ 6°C (11° F) ของอุณหภูมิน้ำป้อนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำลดลง 1% การเพิ่มปริมาณคอนเดนเสตที่นำกลับยังทำให้ลดการใช้น้ำดิบที่ป้อนลงอีก นอกจากนี้ยังประหยัดการใช้สารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำอีกด้วย

อย่างไรก็ตามมีข้อยกเว้นในบางกรณีที่การนำคอนเดนเสตกลับมาใช้ไม่ได้สามารถแก้ไขด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- ระยะทางที่เกี่ยวข้องระหว่างจุดใช้งานกับห้องหม้อไอน้ำ ถ้าไกลมากความร้อนในคอนเดนเสตจะสูญเสียระหว่างทางย้อนกลับ ถึงแม้ท่อคอนเดนเสตจะมีการหุ้มฉนวนที่ดีแล้วก็ตามหลายๆ โรงงานไม่คุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ในการติดตั้งท่อนำคอนเดนเสตกลับ แต่บางโรงงานอาจเหมาะสมในการนำกลับถึงแม้คอนเดนเสตจะมีอุณหภูมิเย็นลงแล้วก็ตาม เนื่องจากน้ำคอนเดนเสตเป็นน้ำที่เหมาะสมจะสูบเข้าหม้อไอน้ำอีก และน้ำเป็นสิ่งที่หายาก หรือค่าใช้จ่ายในการปรุงแต่งปรับสภาพน้ำดิบมีค่าสูงมาก หากน้ำหาได้ง่ายและค่าใช้จ่ายไม่มาก ในการปรับสภาพน้ำดิบก็อาจนำคอนเดนเสตไปใช้ประโยชน์ในขบวนการผลิตอย่างอื่น เช่น ใช้ในรูปของน้ำร้อน
- บางกรณีคอนเดนเสตอาจจะถูกปนเปื้อนก็สามารถนำความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์ได้ โดยการถ่ายเทความร้อนผ่านอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน (ดูรูปที่ 28) อย่างไรก็ตามค่าความร้อนที่นำกลับมาได้ จะต้องได้รับการพิจารณาการลงทุนของอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนการนำความร้อนกลับถึงความเป็นไปได้ ถึงแม้สถานที่ติดตั้ง-



รูปที่ 28 วิธีการนำความร้อนกลับมาใช้อย่างง่ายจากคอนเดนเสตที่สกปรก

มีสภาพไม่น่าสนใจก็ตาม

การลำเลียงคอนเดนเสต

คอนเดนเสตที่ต่อท่อนำกลับต้องพิจารณาถึงขนาดของท่อ และการนำกลับด้วยความดันของคอนเดนเสตเอง หรือจะต้องใช้เครื่องสูบจุดย่อยต่าง ๆ จะต้องพิจารณาในการนำคอนเดนเสตกลับ

การต่อท่อ

สิ่งสำคัญที่ต้องให้ความระมัดระวังว่าท่อคอนเดนเสตจะสามารถลำเลียงคอนเดนเสตกลับได้ มีสิ่งที่ต้องพิจารณาอยู่สามประการ

1. เมื่อกระบวนการผลิต/เครื่องทำความร้อนเริ่มต้นขึ้นจะมีอากาศถูกปล่อยออกมาและเข้าไปในท่อคอนเดนเสต

2. เมื่อเริ่มต้นเครื่องยังเย็นจะมีคอนเดนเสตในปริมาณที่สูงกว่าปกติมาก (ประมาณ สองถึงสามเท่าของอัตราปกติ) มีไอน้ำแฟลชปนมาด้วยจำนวนเล็กน้อย หรืออาจจะไม่มีก็ได้ทำให้ลดความดันตกคร่อมที่กับดักไอน้ำ (Steam trap) ความดันที่จุดสุดท้ายสำคัญมาก เพราะบอกถึงความดันต้านกลับ (Back pressure) ของท่อคอนเดนเสต

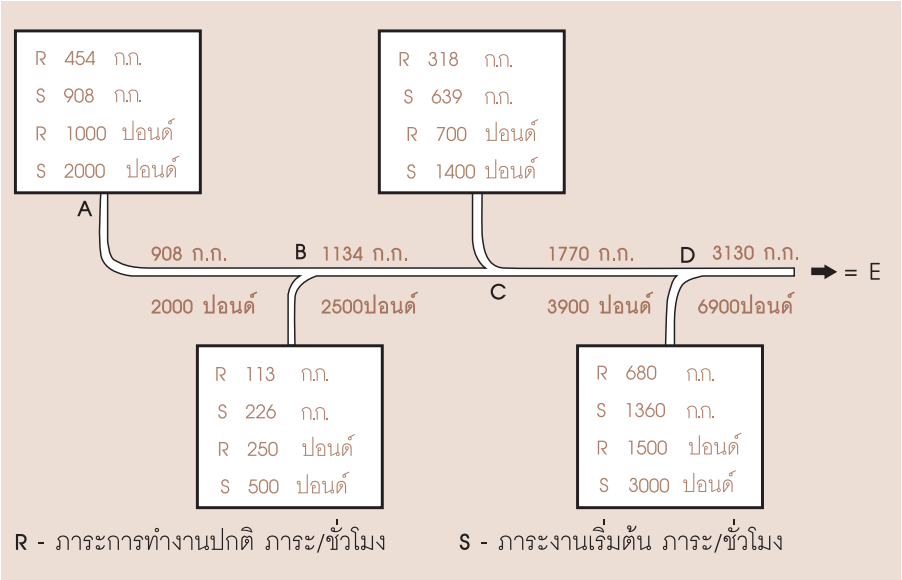
ตารางที่ 1 ขนาดท่อคอนเดนเสต (ภาระเริ่มต้น - เงื่อนไขปกติ			
ขนาดท่อ		ขนาดสูงสุด	ภาระเริ่มต้น
มม.	นิ้ว	(กิโลกรัม/ชั่วโมง)	(ปอนด์/ชั่วโมง)
15	1/2	160	350
20	3/4	370	820
25	1	700	1550
32	1 1/4	1500	3300
40	1 1/2	2300	5000
50	2	4500	9900
65	2 1/2	9000	20000
80	3	14000	31000
100	4	29000	63000

3.เมื่อเครื่องร้อนขึ้น จำนวนคอนเดนเสตจะลดลงเท่ากับค่าปกติที่ทำงาน แต่คอนเดนเสตมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของไอน้ำจะมีไอน้ำแฟลชเกิดขึ้น เมื่อคอนเดนเสตถูกปล่อยออกจากกับดักไอน้ำ (Steam trap)

ตารางที่ 1 แสดงขนาดของท่อในการลำเลียงคอนเดนเสตกลับ จำเป็นต้องกำหนดขนาดบนพื้นฐานของความต้านทานจากความเสียดทานจำนวน 0.8 มิลลิบาร์/เมตร (0.1 นิ้วน้ำ/ฟุต) รูปที่ 29 แสดงตัวอย่างการใช้งานทั่วไป

จากตารางที่ 1 ขนาดท่อสามารถกำหนดได้ดังต่อไปนี้

- จาก A ไป B มีภาระ 908 กิโลกรัม/ชั่วโมง(2,000 ปอนด์/ชั่วโมง) ขนาดท่อ 32 มม.(1 1/4 นิ้ว)
- จาก B ไป C มีภาระ1,134 กิโลกรัม/ชั่วโมง (2,500 ปอนด์/ชั่วโมง) ขนาดท่อ 32 มม.(1 1/4นิ้ว)
- จากC ไป D มีภาระ1,770 กิโลกรัม/ชั่วโมง (3,900 ปอนด์/ชั่วโมง)



รูปที่ 29 ตัวอย่างทั่วๆ ไปของการคำนวนภาระ

ขนาดท่อ 40 มม.(1 1/2นิ้ว)

- จาก D ไป E มีภาระ 3,130 กิโลกรัม/ชั่วโมง (6,900 ปอนด์/ชั่วโมง)
  ขนาดท่อ 50 มม. (2 นิ้ว)

เมื่อนำคอนเดนเสตกลับจากเครื่องที่ใช้ไอน้ำความดันสูงท่อนำคอนเดนเสตกลับ ควรจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อที่จะรับไอน้ำแฟลชที่มากขึ้นด้วย จะดียิ่งขึ้นเมื่อนำความร้อนจากไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ด้วย และใช้ได้ดีในลักษณะของไอน้ำความดันต่ำ มีข้อดีสองประการ คือ ใช้ความร้อนที่ยังมีประโยชน์อยู่ และในขณะเดียวกันเป็นการลดภาระของท่อนำคอนเดนเสตกลับ

การยกระดับคอนเดนเสตและความดันย้อนกลับ

เครื่องจักรของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับพื้น เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง การซ่อมบำรุง และหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางต่างๆ ท่อคอนเดนเสตควรจะติด-

ตั้งอยู่ในระดับสูง ความดันของไอน้ำที่กับดักไอน้ำ (Steam trap) สามารถยกคอนเดนเสตขึ้น และปล่อยออกในระดับสูงโดยความดันของไอน้ำเอง

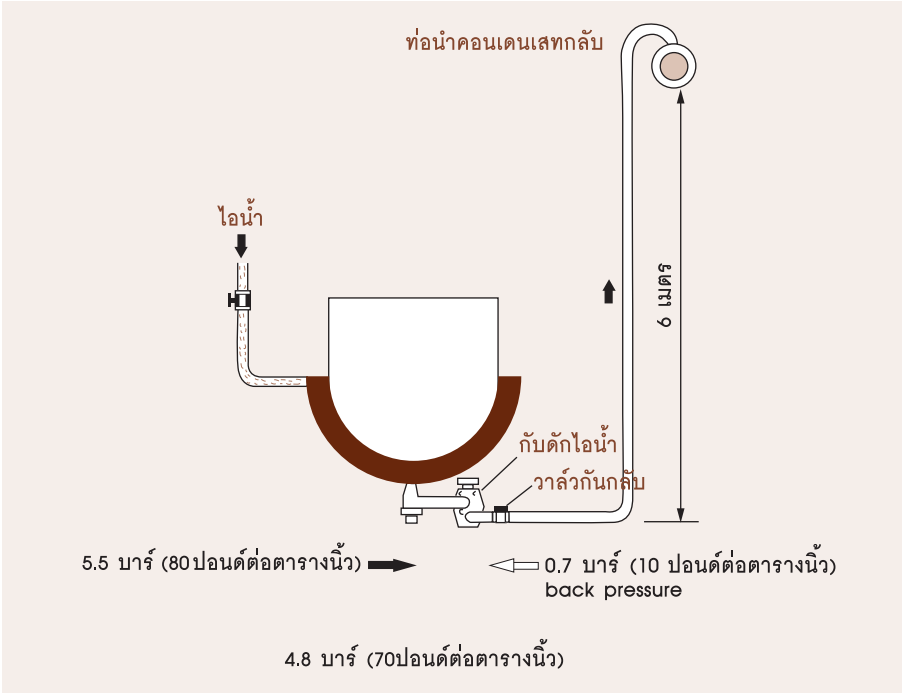
จากหลักการพื้นฐานความดันทุกๆ 0.1 บาร์ที่กับดักไอน้ำ (Steam trap) สามารถยกคอนเดนเสตได้ 1 เมตร (2 ฟุตสำหรับแต่ละ 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ความดันนี้ไม่ใช่ความดันย้อนกลับเพียงอย่างเดียวแต่เป็นการลดความดันแตกต่างที่คร่อมกับดักไอน้ำ (Steam trap) ดังนั้นต้องดูความดันของไอน้ำที่กับดักไอน้ำว่าเพียงพอที่จะเอาชนะความดันย้อนกลับหรือไม่และกับดักไอน้ำ (Steam trap) มีขนาดโตเพียงพอในการปล่อยคอนเดนเสตหรือไม่

ควรติดตั้งวาล์วกันกลับต่อจากกับดักไอน้ำ (Steam trap) ตามที่แสดงในรูปที่ 30 เพื่อป้องกันน้ำไหลย้อนกลับเข้าเครื่องในขณะปิดเครื่อง

เครื่องเดียวกันนี้ ถ้าได้รับไอน้ำที่ความดัน 1 บาร์ (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ตามทฤษฎีแล้วจะยังมีความดันเป็นบวกที่แตกต่างเพียงพอที่จะสู้กับความดันย้อนกลับ แต่เป็นการเสี่ยงอย่างมากเนื่องจากความดันที่แตกต่างในระหว่างที่ไอน้ำผ่านในเครื่องมีความต้านทาน ทำให้ความดันที่กับดักไอน้ำ (Steam trap) ต่ำลงไปกว่าความดันย้อนกลับจะมีผลให้เกิดน้ำอั้นในเครื่องได้

ตัวอย่างการกำหนดขนาดสตีมแทรป

หม้อกะทะ 2 ชั้น หุ้มฉนวนในกระบวนการผลิตทำงานที่ความดัน 5.5 บาร์ ประมาณว่าความดันที่กับดักไอน้ำ (Steam trap) ที่อยู่ในบริเวณนั้นก็มีความดันที่ 5.5 บาร์เช่นกัน เมื่อหม้อกะทะมีอุณหภูมิถึงจุดทำงานมีการยกคอนเดนเสต 6 เมตร ทำให้เกิดความดันย้อนกลับประมาณ 0.7 บาร์ หลังกับดักไอน้ำ (Steam trap) (ดูรูปที่ 30) ความดัน 5.5 บาร์ ที่กับดักไอน้ำ (Steam trap) ตามปกติจะมีความดันมากพอที่จะเอาชนะความดันย้อนกลับได้ อย่างไรก็ตามกับดักไอน้ำ(Steam trap) ต้องเลือกที่ความดันแตกต่าง 4.8 บาร์ และความดันแตกต่างนี้จะน้อยลงเมื่ออยู่ในช่วงเครื่องเริ่มต้นทำงาน



รูปที่ 30 หม้อกระทะ 2 ชั้นหุ้มฉนวนในกระบวนการผลิต มีท่อยกคอนเดนเสต

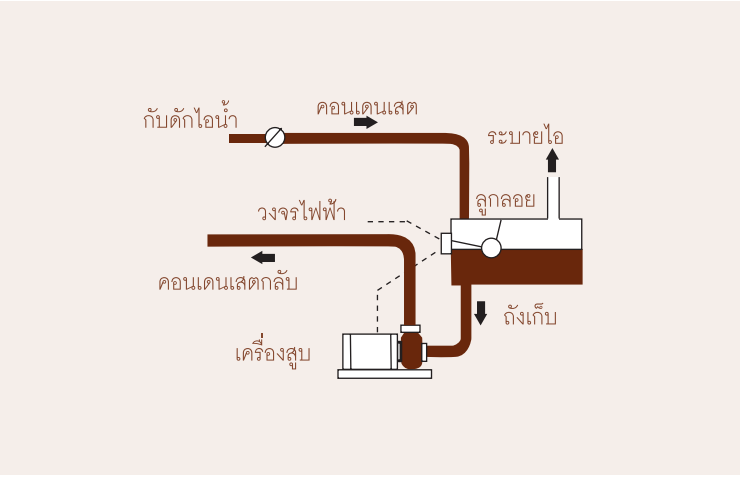
การสูบคอนเดนเสต

ในบางครั้งที่คอนเดนเสตไม่สามารถยกขึ้นได้ แม้ในเงื่อนไขที่ดีการยกคอนเดนเสตก็ยังมีปัญหาในช่วงเริ่มต้นทำงาน เนื่องจากความดันย้อนกลับคอนเดนเสตไหลช้าลงที่เพิ่มขึ้น และในขณะเมื่อมีความต้องการภาระงานน้อย ทำให้เครื่องทำงานช้าลง และในช่วงซ่อมแซมบำรุงรักษาจะมีปัญหาน้ำขังต้องระบายน้ำออก ปัญหานี้แก้ไขได้ด้วยการต่อท่อคอนเดนเสตเอียงลง เพื่อให้ไหลลงตามธรรมชาติไปยังถังเก็บ จากนั้นก็สูบไปยังห้องหม้อไอน้ำ ถังเก็บคอนเดนเสตจำเป็นต้องมีท่อหายใจเพื่อระบายไอน้ำให้เพียงพอ เพื่อให้ คอนเดนเสตไหลเข้าและออกจากถังเก็บได้อย่างอิสระ

ความดันมากเกินไปเป็นสาเหตุให้มีไอน้ำแฟลช การติดตั้งถังแฟลชจากท่อนำคอนเดนเสตกลับ ไอน้ำแฟลชสามารถแยกออกจากคอนเดนเสตนำไอน้ำแฟลชไปใช้งานได้และสามารถนำความร้อนกลับจากคอนเดนเสตกลับใช้งานได้อย่างเต็มที่

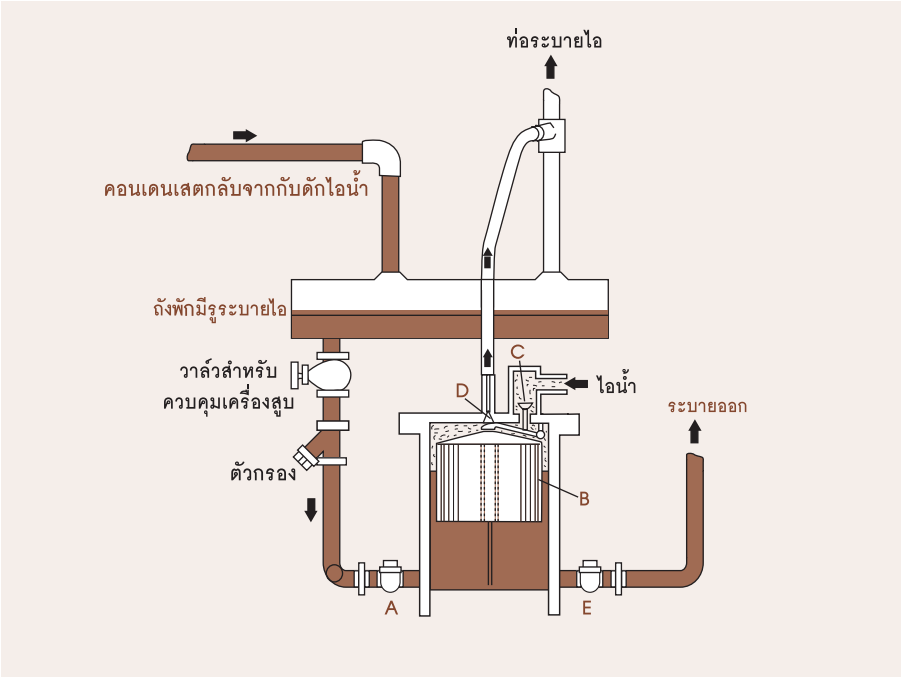
เมื่อคอนเดนเสตถูกรวบรวมอยู่ในถังเก็บ ตามปกติแล้วสามารถใช้เครื่องสูบไฟฟ้านำคอนเดนเสตกลับห้องหม้อไอน้ำ (รูปที่ 31) เครื่องสูบเหล่านี้มีความเหมาะสมเมื่อท่อนำคอนเดนเสตยาวและเรียวไปมา และมีปริมาณมาก ตามปกติแล้วคอนเดนเสตที่อยู่ในถังเก็บจะมีอุณหภูมิสูง ถ้ามีอุณหภูมิอยู่ประมาณที่น้ำเดือดจะมีปัญหาเกิดขึ้นสองประการ

- ต้องหาเครื่องสูบไฟฟ้าที่สามารถสูบคอนเดนเสตที่ร้อนได้
- ไม่มีไฟฟ้าที่สะดวกที่จุดรวบรวมคอนเดนเสต



รูปที่ 31 เครื่องสูบที่ขับด้วยไฟฟ้าสำหรับนำคอนเสตกลับไปยังห้องหม้อไอน้ำ

อีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมในทางปฏิบัติที่จะนำคอนเดนเสตกลับถังพักน้ำในห้องหม้อไอน้ำ คือปั๊มน้ำอัตโนมัติ Pumping Trap (รูปที่ 32)



รูปที่ 32 เครื่องสูบน้ำน้ำอัตโนมัติ Pumping Trap

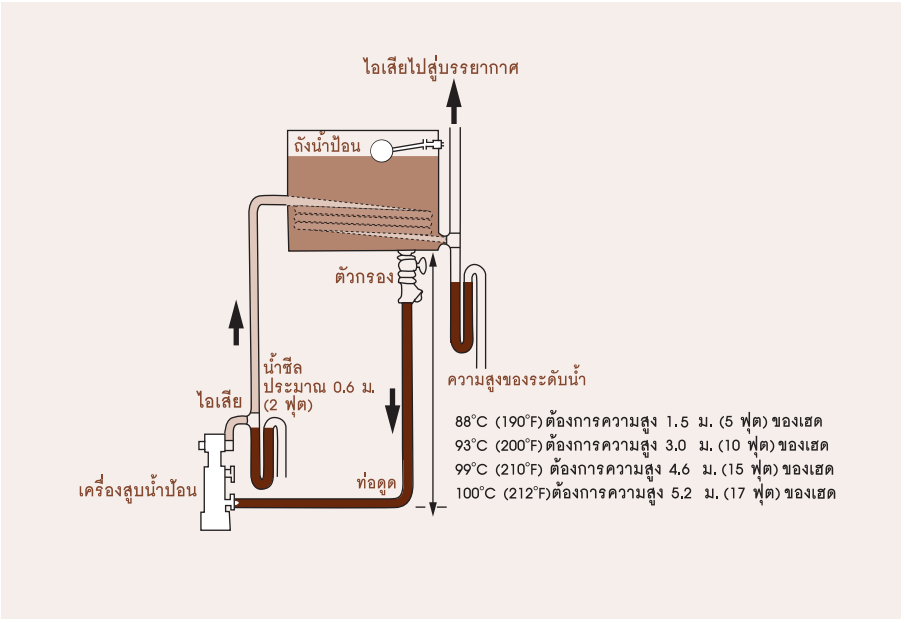
วิธีการนี้ใช้อุปกรณ์ที่ง่ายๆ โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางในขับเคลื่อน การติดตั้งให้คอนเดนเสตไหลตามแรงโน้มถ่วงจากถังเก็บเข้าไปยังตัวเครื่องสูบผ่านวาล์วกันกลับ A อากาศและไอระบายผ่าน D เมื่อระดับน้ำในเครื่องสูบสูงขึ้นจะยกลูกลอย B ซึ่งส่วนบนจะเคลื่อนที่ไปปิดช่องระบาย D และเปิดวาล์วไอน้ำ C ความดันของไอน้ำในตัวเครื่องสูบจะดันน้ำออกไป โดยผ่านวาล์วกันกลับ E เมื่อน้ำถูกดันออกไปในที่สุดลูกลอยจะตกลง และปิดวาล์วไอน้ำเข้าและเปิดวาล์วระบาย

อุณหภูมิคอนเดนเสต

ในบางกรณีการนำคอนเดนเสตกลับทั้งหมดอาจจะมีปัญหา เนื่องจากคอนเดนเสตที่มีอุณหภูมิสูงมากเกิน

จะเกิดโพรง (Cavitation) ขึ้นที่เครื่องสูบ การแก้ปัญหานี้โดยการหาเครื่องสูบมีความดันเป็นบวกที่มากพอท่อทางเข้าของเครื่องสูบความดันทางเข้าเปลี่ยนตามอุณหภูมิ หรือปั๊มมีความดันของน้ำทางเข้าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องสูบหรือปั๊มที่ใช้ หากไม่ทราบข้อมูลผู้ผลิตเครื่องสูบหรือปั๊ม หรือพิจารณาเลือกเครื่องสูบหรือปั๊มประเภทปริมาตรเป็นบวก (Position Displacement) ในรูปที่ 33 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงต่ำสุดและอุณหภูมิสำหรับเครื่องแบบสูบประเภทนี้

หากใช้เครื่องสูบที่ขับด้วยไอน้ำ ความร้อนที่ปล่อยทิ้งสามารถนำกลับ โดยให้ไอเสียนี้ไหลผ่านขดท่อในถังน้ำป้อนตามที่แสดงในรูปที่ 33 สำหรับเครื่องจักรที่ใช้



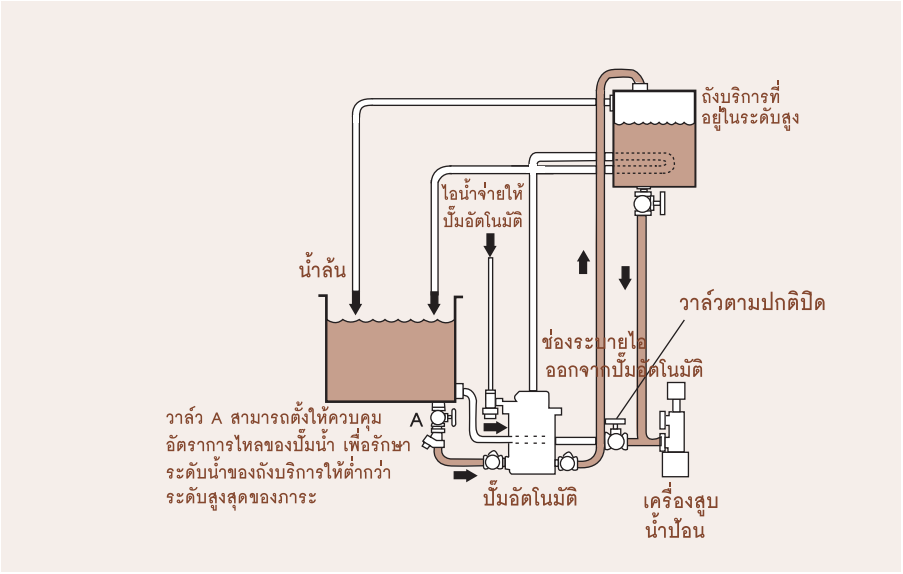
รูปที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการส่งคอนเดนเสตกลับไปยังถังในห้องหม้อไอน้ำ

อยู่อาจจะเป็นการยากที่จะยกถังน้ำป้อนขึ้นให้อยู่ในระดับสูงมีทางเลือกโดยการติดตั้งถังบริการในระดับสูงซึ่งเป็นถังขนาดไม่ใหญ่มาก และป้อนเข้าถังก่อนถังหลักโดยใช้ปั๊มอัตโนมัติสูบตามที่แสดงในรูปที่ 34

การหุ้มฉนวนคอนเดนเสต

ปกติพบว่างานท่อของระบบไอน้ำมีการหุ้มฉนวนแต่ท่อคอนเดนเสตมักจะไม่ได้หุ้มฉนวน แม้ว่าท่อคอนเดนเสตมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิไอน้ำ จุดประสงค์หลักของระบบนำคอนเดนเสตกลับ คือการนำความร้อนกลับมาใช้ ดังนั้นงานท่อคอนเดนเสตควรมีการหุ้มฉนวนด้วย

ตารางที่ 2 แสดงความร้อนสูญเสียจากท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวน ภายใต้เงื่อนไขโดยทั่วไป การหุ้มฉนวนจะสามารถลดการสูญเสียได้ประมาณ 75%



รูปที่ 34 ถังบริการอยู่ในระดับสูงถูกป้อนจากถังหลักด้วยปั๊มอัตโนมัติ

ตารางที่ 2 ความร้อนสูญเสียจากท่อ

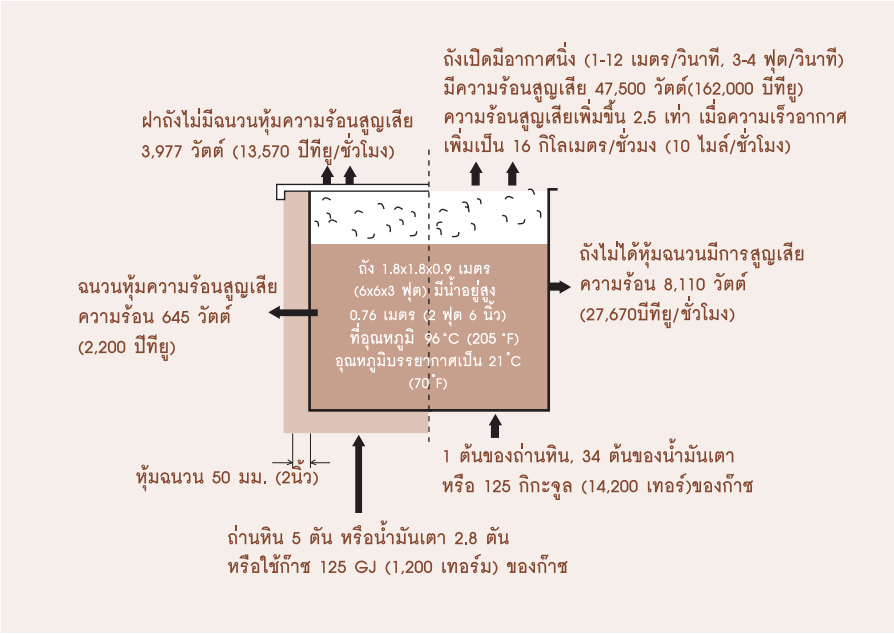
ความร้อนที่สูญเสียทางทฤษฎีจากท่อเดียวไม่ได้หุ้มฉนวนวางอยู่ในแนวนอนอยู่ในบรรยากาศที่มีอุหภูมิระหว่าง 10˚C ถึง 20˚C (50˚F ถึง 70˚F)

อุณหภูมิแตกต่าง ˚C	ขนาดท่อ								
	15 ม.ม.	20 ม.ม.	25 ม.ม.	32 ม.ม.	40 ม.ม.	50 ม.ม.	65 ม.ม.	80 ม.ม.	100 ม.ม.
	วัตต์/เมตร								
55	59	70	88	110	118	150	180	210	260
60	66	78	98	120	130	170	200	230	290
70	80	95	120	160	160	200	240	280	350
80	96	110	140	170	190	240	290	330	410
90	110	130	160	200	230	270	330	380	480
100	130	150	190	230	260	320	390	450	550
อุณหภูมิแตกต่าง อุณหภูมิ ˚F	ขนาดท่อ								
	½ นิ้ว	¾ นิ้ว	1 นิ้ว	1¼ นิ้ว	1½ นิ้ว	2 นิ้ว	2½ นิ้ว	3 นิ้ว	4 นิ้ว
	บีทียู/ความยาว ฟุต/ชั่วโมง								
100	63	76	93	114	127	153	187	215	265
120	79	97	117	142	160	193	235	270	335
140	97	118	143	175	195	235	290	330	415
160	115	140	170	210	235	280	345	395	495
175	130	157	190	230	260	315	385	445	550
200	154	185	228	275	310	380	460	530	660

ถังน้ำป้อนหม้อไอน้ำเป็นที่คอนเดนเสตเข้าไปถึงเป็นจุดสุดท้าย ควรจะได้รับการหุ้มฉนวนอย่างเพียงพอ และติดตั้งควรทำดังนี้

ฝาถังมีช่องระบายไอสู่บรรยากาศ

มีแผ่นคลุมที่ลอยได้หรือลูกบอลพลาสติกกลวงลอยอยู่บนผิวน้ำ วิธีการนี้เป็นการป้องกันการสูญเสียความร้อนจากผิวน้ำร้อนและลดการดูดซับออกซิเจนเข้าไปในน้ำ



รูปที่ 35 ความร้อนสูญเสียทั้งหมดต่อปีจำนวน 6,000 ชั่วโมง

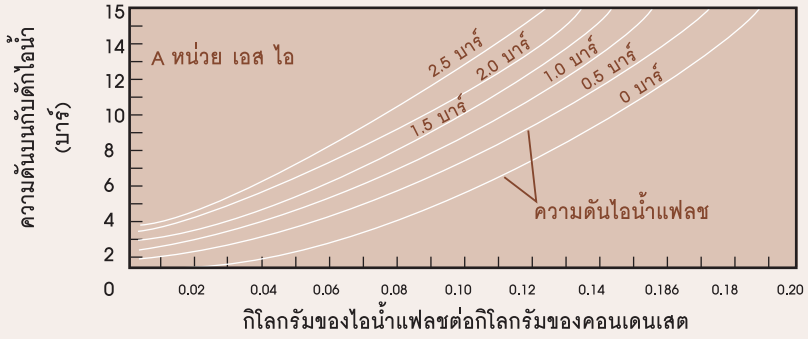
เพื่อให้แนวคิดถึงความแตกต่างของการสูญเสียความร้อนจากถังที่หุ้มฉนวน-และไม่ได้หุ้มฉนวน รูปที่ 35 แสดงถังที่ครึ่งหนึ่งไม่ได้หุ้มฉนวนและอีกครึ่งหนึ่งมีการ-หุ้มฉนวน แสดงให้เห็นคุณค่าของการหุ้มฉนวนได้อย่างดี

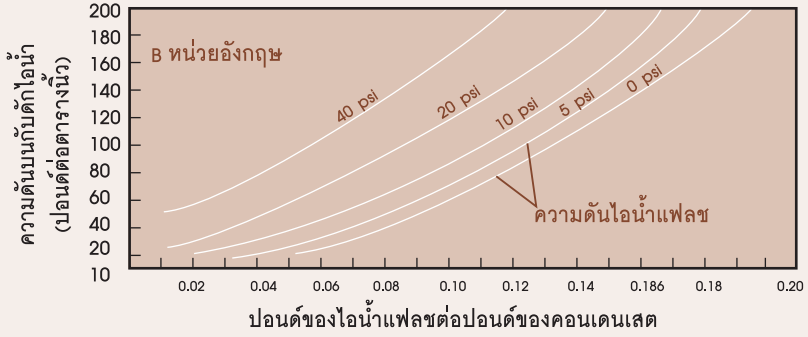
รายละเอียดที่มากกว่านี้อยู่ในงานการหุ้มฉนวนอย่างได้ผลอยู่ในคู่มือฉบับที่ 8 การใช้ฉนวนสำหรับท่อร้อน และฉบับที่ 19 การหุ้มฉนวนเครื่องจักรในกระบวน-การผลิตและประสิทธิภาพเชื้อเพลิง

ตัวอย่าง

ตารางไอน้ำในภาคผนวกที่ 1 แสดงว่าถ้าคอนเดนเสตมีความดันเป็น 7 บาร์ อุณหภูมิของคอนเดนเสตจะเป็น 170 ^{0}C และมีความร้อนสัมผัสเป็น 719 กิโลจูล/

กิโลกรัม น้ำภายใต้ความดันบรรยากาศไม่สามารถมีอุณหภูมิได้สูงกว่า 100 ^{0}C ซึ่งเป็นอุณหภูมิน้ำเดือด ดังนั้นน้ำที่เข้ากับดักไอน้ำ (Steam trap) ด้วยความร้อน 719 กิโลจูล/กิโลกรัม และออกจากกับดักไอน้ำที่ 419 กิโลจูล / กิโลกรัม มีความแตกต่างอยู่300กิโลจูล/กิโลกรัม ซึ่งน้ำไม่สามารถรับไว้ได้ ส่วนหนึ่งของพลังงานนี้ใช้ในการระเหยน้ำอีกครั้ง ดังนั้นน้ำส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำ ซึ่งเรียกว่า "ไอน้ำแฟลช"





รูปที่ 36 ปริมาณไอน้ำแฟลชที่เกิดขึ้นที่เงื่อนไขการทำงานต่างๆ

การนำความร้อนจากไอน้ำแฟลชกลับมาใช้

ไอน้ำแฟลชเป็นของดีเป็นสิ่งที่ใช้ประโยชน์ได้ปกติแห้งมากกว่าไอน้ำที่มาจากหม้อไอน้ำโดยตรง ในหลายๆ สถานการณ์สามารถจะนำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ได้และใช้ได้เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์กับอุปกรณ์ง่ายๆ

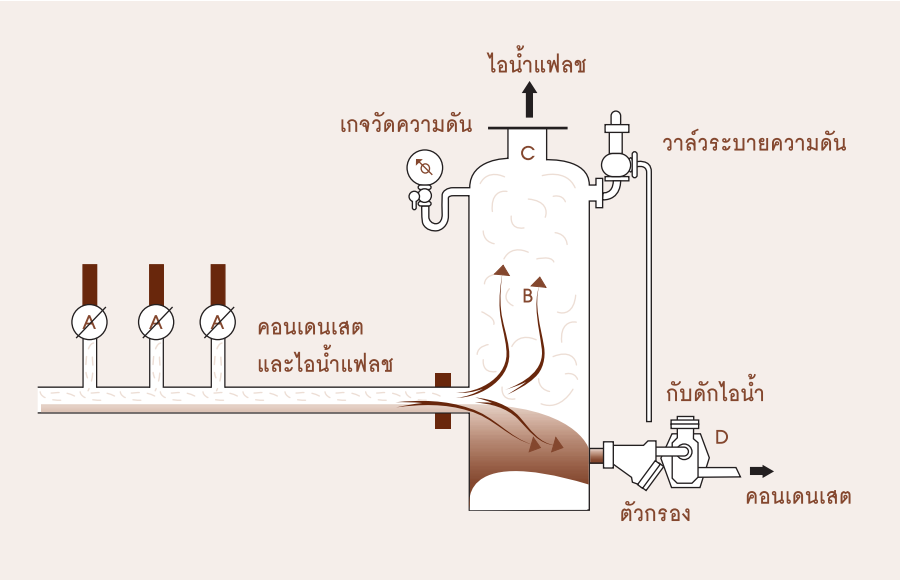
เมื่อคอนเดนเสตของไอน้ำอยู่ในท่อหรือภาชนะที่กลั่นตัวออกมา คอนเดนเสตมีอุณหภูมิเท่ากับไอน้ำ ความแตกต่างระหว่างความดันเริ่มต้นกับความดันของไอน้ำแฟลชมากยิ่งมีปริมาณไอน้ำแฟลชมาก

รูปที่ 36 แสดงให้เห็นว่าปริมาณไอน้ำแฟลชมีมากเท่าไหร่ ภายใต้เงื่อนไขการทำงานต่างๆ ความสำคัญการเกิดไอน้ำแฟลช คืออุณหภูมิและความร้อนที่อยู่ในคอนเดนเสตที่ออกจากกับดักไอน้ำ (Steam trap) หากใช้เทอร์โมสแตติค หรือกับดักไอน้ำ (Steam trap) อย่างอื่นที่เก็บคอนเดนเสตไว้จนกระทั่งคายความร้อนสัมผัสออกมาบางส่วน ในการคำนวณจำนวนไอน้ำแฟลชที่เกิดขึ้นจะต้องเผื่อในการนำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ที่ความดันต่ำจะเพิ่มความดันย้อนกลับต่อระบบการนำคอนเดนเสตกลับได้ ควรให้ความสำคัญในเครื่องจักรที่ไอน้ำเข้าที่ความดันสูง แต่ใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิแบบ Thermestatic

ไอน้ำแฟลชที่เกิดขึ้นในกับดักไอน้ำ(Steam trap) จะเคลื่อนที่มากับคอนเดนเสตตามท่อนำคอนเดนเสตกลับ ถ้าท่อไม่ได้หุ้มฉนวนไอน้ำแฟลชจะกลั่นตัวและสูญเสียความร้อนไปสู่บรรยากาศ

หากท่อมีการหุ้มฉนวนทำให้ไอน้ำจำนวนมากกลับมาถึงถังน้ำป้อน ถ้าหากคอนเดนเสตที่นำกลับท่อเข้ากับดักอยู่เหนือระดับน้ำ ไอน้ำแฟลชจะหนีผ่านท่อระบายออกไปสู่บรรยากาศ ถ้าหากคอนเดนเสตที่นำกลับท่อทางเข้าอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำไอน้ำแฟลช จะกลั่นตัวและทำให้อุณหภูมิน้ำป้อนสูงขึ้นสิ่งนี้จะเกิดขึ้นได้หากน้ำเย็นที่เติมเข้าผสมกับไอน้ำแฟลช

โดยทั่วไปวิธีมาตรฐานในการใช้ความร้อนจากไอน้ำแฟลชที่ได้จากคอนเดนเสต



รูปที่ 37 ถังแฟลช

ที่ออกจากกับดักไอน้ำ (Steam trap) จะถูกรวบรวม และต่อเข้าไปเข้าถังแฟลช เพื่อเก็บคอนเดนเสตที่มีความร้อนสูง และจากเครื่องที่ใช้น้ำความดันสูง ไอน้ำแฟลชที่ได้จากถังแฟลชนี้สามารถนำไปใช้กับเครื่องที่ใช้ไอน้ำความดันต่ำ

พิจารณาคอนเดนเสตความดันสูงผ่านกับดักไอน้ำ (Steam trap) A ไปยังถังแฟลช B ถังแฟลชมีความดันต่ำกว่า ดังนั้นคอนเดนเสตบางส่วนจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำแฟลช เมื่อออกจากกับดักไอน้ำ (Steam trap) ไอน้ำแฟลชถูกนำออกไปผ่าน C และมีคอนเดนเสตที่เหลือจาก B ออกไปผ่านกับดักไอน้ำ D ซึ่งควรจะเป็น กับดักไอน้ำ (Steam trap) ประเภทลูกลอยที่สามารถปล่อยคอนเดนเสตออกได้อย่างต่อเนื่อง

ถังแฟลชควรจะติดตั้งวาล์วระบายความดัน (Relief valve) เพื่อป้องกันความดันสูงเกินไปในขณะที่มีความต้องการไอน้ำความดันต่ำลดลงต่ำกว่าอัตราการเกิดไอน้ำแฟลช ในอุดมคติระบบผลิตไอน้ำแฟลช ควรจะติดตั้งใน สถานะการณ์ที่มีความต้อง-

การไอน้ำแฟลชทั้งหมดอย่างต่อเนื่อง การนำความร้อนกลับได้สูงสุด จะเป็นระบบที่มีท่อน้อย เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนสูญเสียโดยไม่จำเป็น

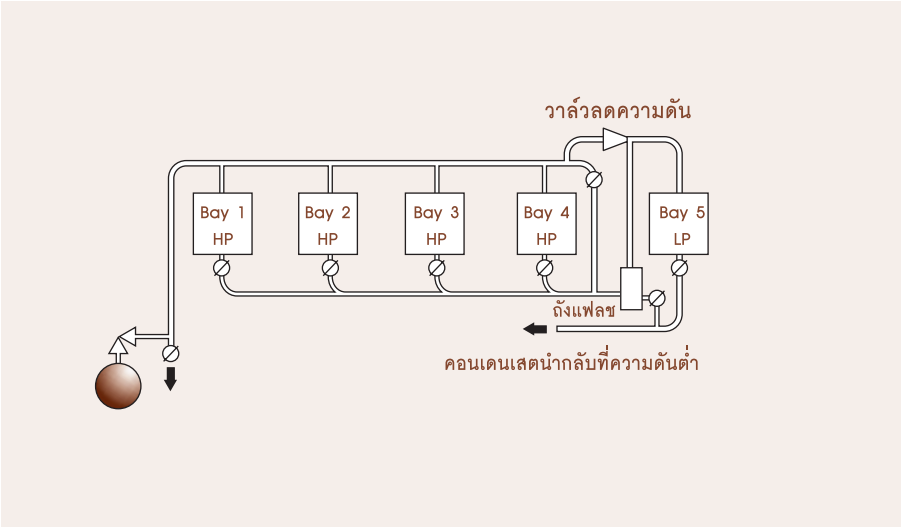
การนำไอน้ำแฟลชมาใช้กับอุปกรณ์ทำงานด้วยปริมาณไอน้ำน้อย หลาย ๆ เครื่องที่อยู่ในส่วนหรือแผนกเดียวกัน ที่มีความต้องการไอน้ำน้อยจะดีกว่านำมาใช้กับอุปกรณ์ทำงานด้วยไอน้ำที่มีความต้องการมากเพียงเครื่องเดียว ด้วยเหตุผลที่ว่าเมื่อใช้กับเครื่องใหญ่เพียงเครื่องเดียวเมื่อเครื่องหยุดทำงานจะทำให้ความต้องการของไอน้ำแฟลชหมดไปทันที และทำให้เสียสมดุลของไอน้ำแฟลชได้ ถังแฟลชและงานท่อควรมีการหุ้มฉนวน

ตัวอย่างของการการนำความร้อนจากไอน้ำแฟลชกลับมาใช้

เป็นสิ่งดีและมีเหตุผลที่ชัดเจนสำหรับการนำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ในโรงงานที่ทำงานอยู่แต่เป็นสิ่งที่ดีกว่าสำหรับการออกแบบตั้งแต่เริ่มต้นสำหรับโรงงานใหม่ในการนำไอน้ำแฟลชมาใช้งาน

ระบบทำความร้อนเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับการนำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ สามารถใช้ไอน้ำแฟลชได้เป็นอย่างดีในระบบที่ออกแบบตั้งแต่ต้น เช่น อาคารที่มีชุดทำความร้อนที่ประกอบด้วยเครื่องทำความร้อน 5 แถวแล้ว สี่แถวใช้กับไอน้ำความดันสูง จากแถวเหล่านี้นำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ในแถวที่ห้าโดยให้เป็นไอน้ำความดันต่ำ ตามที่แสดงในรูปที่ 38 วิธีการนี้เป็นการลงทุนน้อยและเป็นการลงทุนที่มีเหมาะสม ใช้ความร้อนแฝงของระบบอย่างเต็มที่

ตัวอย่างที่สองของการนำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ คือลูกกลิ้งรีดผ้าสองลูก รูปที่ 39a แสดงเครื่องรีดผ้าก่อนการปรับปรุงการใช้ไอน้ำแฟลชสำหรับลูกกลิ้งรีดผ้าไอน้ำ ถูกป้อนเข้าแท่นรองรีดที่ 7 บาร์ (100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และไปยังลูกกลิ้งรีดผ้าที่ 1 บาร์ (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ผ่านวาล์วลดความดันจากไอน้ำความดันสูงหลัก



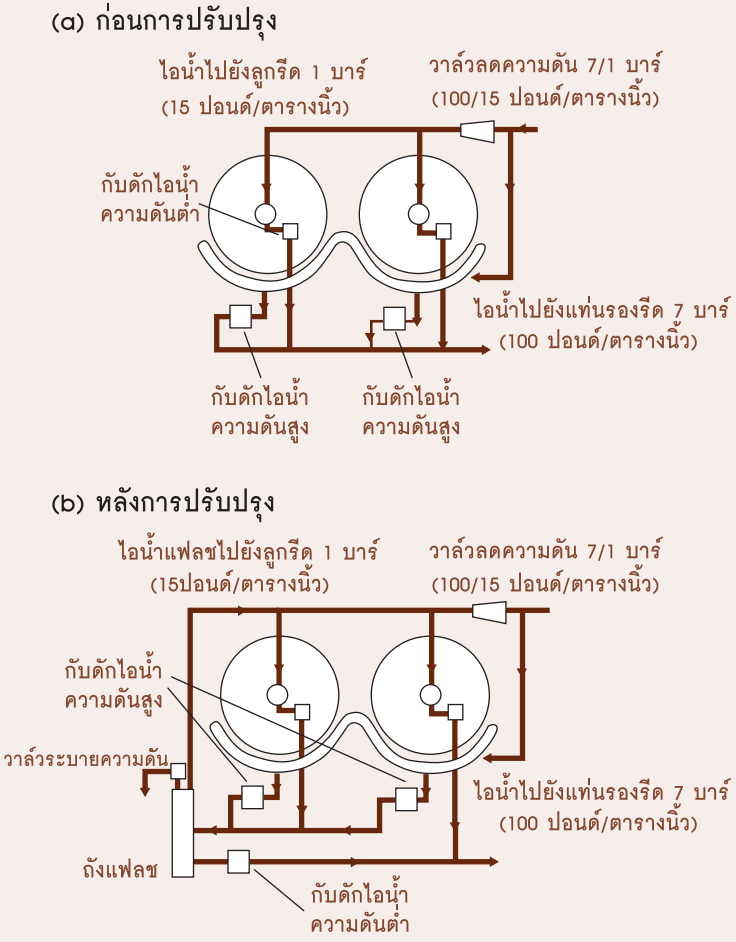
รูปที่ 38 วิธีการใช้ไอน้ำแฟลชในระบบทำความร้อน

กับดักไอน้ำ (Steam trap) ของแท่นรองรีด และลูกกลิ้งรีดปล่อยตรงมายังท่อคอนเดนเสตประธานร่วม ท่อประธานร่วมส่งกลับไปบ่อน้ำร้อนซึ่งระบายไอออกสู่บรรยากาศ

รูปที่ 39 b แสดงเครื่องจักรเดียวกันหลังการปรับปรุง คอนเดนเสตจากถังแฟลชผ่านกับดักไอน้ำ (Steam trap) ความดันต่ำ และเข้าท่อประธานร่วม

ถังแฟลชวาล์วระบายความดัน (Relief valve) วาล์วถูกติดตั้ง หากไม่ติดตั้งอาจจะมีปัญหาในช่วงที่ระบบความดันต่ำตัดการใช้งานลงในขณะที่ระบบความดันสูงยังทำงานอยู่และไม่จำเป็นต้องติดตั้งวาล์วระบายความดันหลังวาล์วลดความดันบนทางเข้าไอน้ำความดันต่ำ

อุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องการมีถังแฟลชหนึ่งถังกับดักไอน้ำ (Steam trap) หนึ่งตัว อาจจะมีวาล์วระบายความดันหนึ่งตัว ท่อตรงยาวสองสามท่อน ข้อต่อและฉนวนความร้อน ผลการประหยัดประมาณว่าเป็น 9% ของการใช้ไอน้ำ

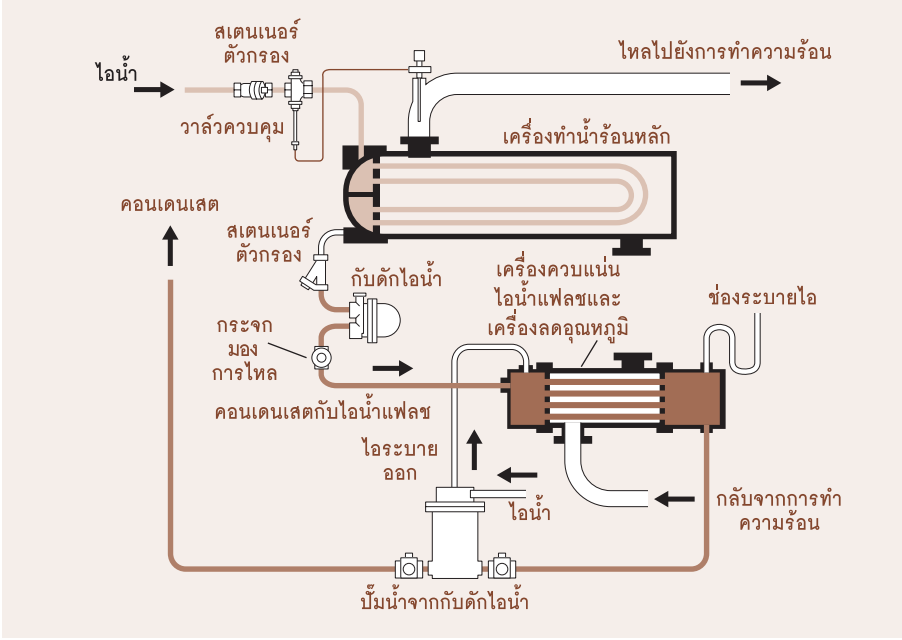


รูปที่ 39 วิธีการใช้ไอน้ำแฟลชในลูกรีดเครื่องรีดผ้า

การควบคุมไอน้ำแฟลช

ตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 38 และ 39 มีท่อต่อถึงกันระหว่างท่อจ่ายไอน้ำความดันสูงกับการนำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้ผ่านวาล์วลดความดัน วาล์วลดความดันควบคุมความดันของไอน้ำความดันต่ำที่จ่ายและเติมเมื่อไอน้ำแฟลชที่เกิดขึ้นไม่พอตามความต้องการ วาล์วลดความดันที่ใช้ต้องเป็นแบบที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของภาระและความดัน

การควบคุมความดัน และไอน้ำที่ป้อนเสริมอาจต้องการเป็นครั้งคราว ตัวอย่างเช่น ชุดทำน้ำร้อนด้วยไอน้ำ เพื่อใช้อบอุ่นอาคารเป็นวิธีที่ลงทุนน้อยในการออกแบบที่ใช้ไอน้ำความดันสูงเข้าถังทำน้ำร้อน แต่มีข้อเสียที่ต้องปล่อยความร้อนที่มีค่าไป-



รูปที่ 40 การจัดวางเครื่องทำน้ำร้อนสำหรับระบบทำความร้อน

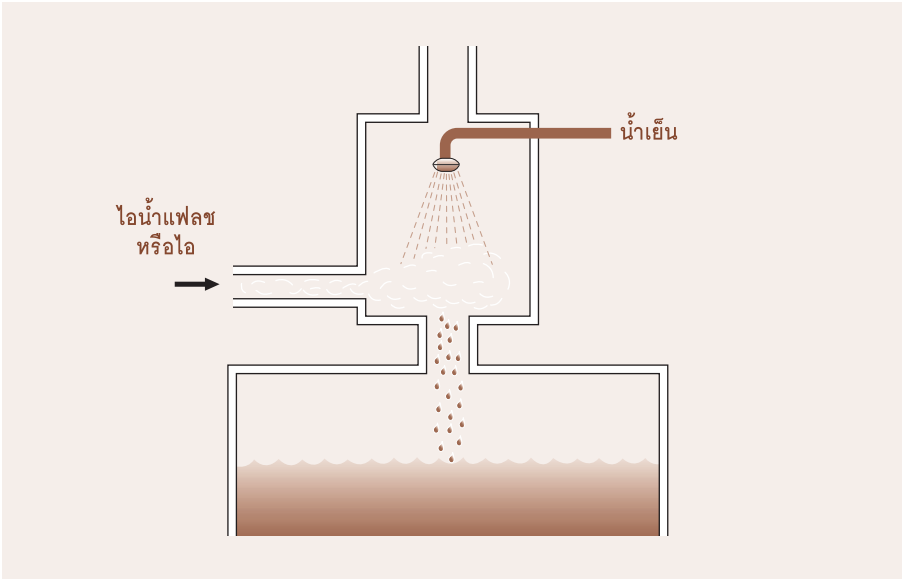
กับคอนเดนเสตอุณหภูมิสูง การสูญเสียนี้หลีกเลี่ยงได้โดยผ่านคอนเดนเสตนี้เข้าถังทำน้ำร้อนชุดที่ 2 เพื่อถ่ายเทความร้อนให้น้ำ ตามรูปที่ 40

วิธีการนี้ความร้อนบางส่วนจะถูกดูดออกมาจากคอนเดนเสตและไอน้ำแฟลช และส่งผ่านไปอุ่นน้ำหมุนเวียนและลดความต้องการไอน้ำของเครื่องทำน้ำร้อน

วิธีการนำความร้อนจากไอน้ำกลับมาใช้อย่างง่าย

ในหลายๆ กระบวนการผลิตที่ทำให้น้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการอบแห้งและการปรุงแต่ง หรือการทำให้ของเหลวข้นขึ้น

ไอที่ระเหยออกมามีค่าความร้อนแฝง ประมาณ 2,256 กิโลจูลต่อกิโลกรัม (970 บีทียูต่อปอนด์) ที่ความดันบรรยากาศ หากปล่อยทิ้งไปจากเครื่องจักรจะไม่เป็นเพียงการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์แต่ยังสร้าง 'หมอกควัน' รบกวน เป็นสาเหตุของการทำลายสิ่งห่อหุ้มอาคาร และสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 41 หัวฉีดให้ไอกลั่นตัวด้วยฝักบัวหรือหัวฉีดน้ำในสวน

เพื่อที่จะแก้ปัญหานี้ไอระเหยควรจะได้รับการรวบรวมผ่านท่อและฉีดน้ำให้ไอเกิดการควบแน่น โดยใช้ฝักบัวง่ายๆ หรือหัวฉีดน้ำในสวนตามที่แสดงในรูปที่41 วิธีการนี้จะทำให้ได้น้ำร้อนซึ่งสามารถจ่ายให้ตามความต้องการน้ำร้อนในกระบวนการผลิตหรือน้ำป้อนหม้อไอน้ำ ถ้ามีสิ่งสกปรกติดมากับไอน้ำจากกระบวนการผลิตก็ให้ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแทนการผสมโดยตรง

ไม่เป็นการดีที่จะใช้ประโยชน์จากไอหากไม่ได้ใช้กับการทำน้ำร้อน ข้อดีของการนำไอกลับมีมากจะต้องทำการศึกษาเป็นอย่างดีและให้ความระมัดระวังว่าที่ใดมีไอและการใช้ประโยชน์ของน้ำร้อนอยู่ที่ใด

6. สรุป/รายการตรวจสอบสำหรับการดำเนินงานขั้นต่อไป

1. มีการวัดการใช้ไอน้ำในแต่ละแผนกหรือไม่?
2. แต่ละแผนกมีการตรวจสอบปริมาณการใช้ไอน้ำเป็นประจำหรือไม่?
3. ท่อไอน้ำประธานมีขนาดเหมาะสม มีการวางท่อเหมาะสม มีการระบายคอนเดนเสตเหมาะสม และมีการระบายไออย่างเหมาะสมหรือไม่?
4. มีการเผื่อการขยายตัวของท่อพอเพียงหรือไม่?
5. สามารถใช้อุปกรณ์แยกเม็ดน้ำออกจากไอน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพไอน้ำหรือไม่?
6. มีการรั่วของไอน้ำจากข้อต่อ ซีล หรือรั่วจากวาล์วและวาล์วนิรภัยหรือไม่?
7. ท่อไอน้ำหน้าแปลนวาล์วทั้งหมดมีการหุ้มฉนวนหรือไม่?
8. สามารถตัดการใช้งานลดท่อไอน้ำส่วนเกินหรือตัดออกไปจากระบบได้หรือไม่?
9. สามารถลดความชื้นทางเชิงกล โดยเครื่องปั่นแบบสลัดก่อนการอบแห้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้หรือไม่?
10. หาวิธีที่เหมาะสมนำความร้อนที่ปล่อยทิ้งอุ่นวัสดุก่อนเข้าขบวนการผลิตได้หรือไม่?

11. เครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่ไม่ได้หุ้มฉนวนจะหุ้มฉนวนได้หรือไม่?
12. ยอมให้ลมเย็นผ่านห้องร้อนหรือผิวร้อนหรือไม่?
13. เครื่องจักรในกระบวนการผลิตเดินเต็มที่เต็มภาระเท่าที่เป็นไปได้ การทำงานเบา ทำงานน้อยจะต้องน้อยที่สุดหรือไม่?
14. เครื่องทำให้แห้งด้วยอากาศร้อนมีการหมุนวนอากาศร้อนมากที่สุด และหลีกเลี่ยงอากาศเย็นเล็ดลอดเข้าให้เหลือน้อยหรือไม่?
15. อุณหภูมิในกระบวนการผลิตมีการควบคุมหรือไม่?
16. ความดันไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตสูงเกินความจำเป็นหรือไม่?
17. เมื่อการทำของเหลวให้ร้อนด้วยการฉีดพ่นไอน้ำเข้าโดยตรงนั้น ใช้ความดันไอน้ำต่ำสุดเท่าที่เป็นไปได้แล้วหรือไม่?
18. ไอน้ำที่จ่ายให้เครื่องจักรของกระบวนการผลิตมีความแห้งเท่าที่จำเป็นแล้วหรือไม่? ความต้องการไอน้ำสูงสุดสามารถหลีกเลี่ยง และหากหลีกเลี่ยงไม่ได้หม้อไอน้ำมีการเตือนที่ดีเพียงพอหรือไม่?
19. ความต้องการของไอน้ำสูงสุดสามารถแยกเป็นส่วนๆ ได้หรือไม่?
20. ใช้กับดักไอน้ำ (Steam trap) ถูกประเภทกับแต่ละงานที่ใช้หรือไม่? หากการติดตั้งถูกต้องแล้วมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอแล้วหรือไม่?
21. กับดักไอน้ำ (Steam trap) แต่ละตัวมีการป้องกันด้วยตัวกรองและตามด้วยไซท์กลาส (กระจกมองการไหล) แล้วหรือไม่?
22. มีการติดตั้งวาล์วกันกลับหลังกับดักไอน้ำ (Steam trap) โดยเฉพาะถ้าต่อท่อคอนเดนเสตกลับเหนือศรีษะหรือไม่?
23. มีการติดตั้งท่อทางลัด (By -pass) ผ่านกับดักไอน้ำ (Steam trap) เท่าที่มีความจำเป็นหรือไม่ และใช้งานอย่างถูกต้องหรือไม่?
24. กับดักไอน้ำ (Steam trap) อาจจะถูกทำลายเสียหายด้วยความเย็นจนน้ำแข็ง มีการป้องกันด้วยการหุ้มฉนวนเมื่อติดตั้งในที่เปิดหรือไม่?

25. มีการระบายอากาศออกจากช่องไอน้ำอย่างเหมาะสมเพื่อการใช้งานที่ให้ผลสูงสุดและการทำความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอหรือไม่ ?
26. เมื่อคอนเดนเสตมีการยกโดยตรงจากกับดักไอน้ำ (Steam trap) สามารถปรับปรุงโดยทำให้คอนเดนไหลตามแรงโน้มถ่วงไปยังถังเก็บและสูบยกคอนเดนเสตได้หรือไม่ ?
27. ปล่อยทิ้งไอน้ำแฟลชหรือไม่?
28. สามารถนำความร้อนจากไอน้ำแฟลชไปใช้ในเครื่องที่ใช้ไอน้ำความดันต่ำเพื่ออุ่นวัสดุเย็นเพื่ออุ่นน้ำ หรือนำกลับเข้าถังน้ำป้อนหม้อไอน้ำหรือไม่ ?
29. คอนเดนเสตทิ้งไปอย่างไม่จำเป็นหรือไม่ ?
30. ระบบนำคอนเดนเสตกลับและป้อนเข้าถังมีการหุ้มฉนวนหรือไม่ ?
31. นำความร้อนกลับจากการระบายน้ำทิ้งของหม้อไอน้ำหรือไม่ ?
32. สามารถนำความร้อนจากของเหลวร้อนหรือคอนเดนเสตที่สกปรกผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนได้หรือไม่ ?

7. แหล่งของข้อมูลเพิ่มเติม

- เอกสารของกระทรวงสิ่งแวดล้อม :
  คู่มือแนะนำการฝึกปฏิบัติที่ดีฉบับที่ 18
  การลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานโดยการวัดปริมาณไอน้ำ
  คู่มือแนะนำการฝึกปฏิบัติที่ดีฉบับที่ 30
  การใช้หม้อไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ
  กรณีศึกษาการฝึกปฏิบัติที่ดีฉบับที่ 153
  การระบายที่แตกต่างกันหลายๆ แบบ และระบบการนำกลับหม้อไอน้ำ
- เอกสารเผยแพร่เหล่านี้ และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการใช้ไอน้ำอย่างเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์หาได้จาก :

  Energy Efficiency Enquires Bureau,

ETSU,

Harwell,

Didcot,

Oxfordshire

OX11 0RA

โทรศัพท์ : 01235 436747 โทรสาร : 01235 433066

- ข่าวสารล่าสุดเกี่ยวกับเทคโนโลยีประสิทธิภาพพลังงาน

'Energy Management' เป็นวารสารที่ออกโดยกระทรวงสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีข้อมูลล่าสุดเกี่ยวกับการพัฒนาในด้านประสิทธิภาพพลังงาน รายละเอียดของกิจกรรม เพื่อที่จะส่งเสริมการดำเนินงาน

- เอกสารของ 'Energy Management' หาได้จาก:

Emap Maclaren Ltd.

Maclaren House

19 Scarbrook Road

Croydon

Surrey

CR9 1QH

ภาคผนวก 1 ตารางไอน้ำ (IS UNITS)*

เอนทัลปีปริมาณจำเพาะ					
ความดัน (บาร์)	อุณหภูมิ (°c)	น้ำ (กิโลจูล/กิโลกรัม)	การระเหย (กิโลจูล/กิโลกรัม)	ไอน้ำ (กิโลจูล/กิโลกรัม)	ไอน้ำ (m^3/กิโลกรัม)
Bsolute					
0.30	69.10	289.23	2,336.1	2,625.3	5.229
0.50	81.33	340.49	2,305.4	2,645.9	3.240
0.75	91.78	384.39	2,278.6	2,663.0	2,217
0.95	98.20	411.43	2,261.8	2,673.2	1.777
Gauge					
0	100.00	419.04	2,257.0	2,676.0	1.673
0.10	102.66	430.2	2,250.2	2,680.4	4.533
0.20	105.10	440.8	2,243.4	2,684.2	1.414
0.30	107.39	450.4	2,237.2	2,687.6	1.312
0.40	109.55	459.7	2231.3	2,691.6	1.225
0.50	11.61	468.3	2225.6	2,63.9	1.149
0.60	113.56	476.4	2,220.4	2,696.8	1.083
0.70	115.40	484.1	2,215.4	2,699.5	1.024
0.80	117.14	491.6	2,210.5	2,702.1	0.971
0.90	118.80	498.9	2,205.6	2,704.5	0.923
1.00	120.42	505.6	2,201.1	2,706.7	0.881
1.10	121.96	512.2	2,197.0	2,709.2	0.841
1.20	123.46	518.7	2,192.8	2,711.5	0.806
1.30	124.90	524.6	2,188.7	2,713.3	9.773
1.40	126.62	530.5	2,184.8	2,715.3	0.743
1.50	127.62	536.1	2,181.0	2,717.1	0.714
1.60	128.89	541.6	2,177.3	2,718.9	0.689
1.70	130.13	547.1	2,173.7	2,720.8	0.665
1.80	131.37	552.3	2,170.1	2,722.4	0.643
1.90	132.54	557.3	2,166.7	2,724.0	0.622
2.00	133.69	562.2	2,163.3	2,725.5	0.603
2.20	135.88	571.7	2,156.9	2,728.6	0.568
2.40	138.01	580.7	2,150.7	2,731.4	0536
2.60	140.00	589.2	2,144.7	2,733.9	0.509
2.80	141.92	597.4	2,139.0	2,736.4	0.483
3.00	143.75	605.3	2,133.4	2,738.7	0.461

3.20	145.46	612.9	2,128.1	2,741.0	0.440
3.40	147.20	620.0	2,122.9	2,742.9	0.422
3.60	148.84	527.1	2,2117.8	2,744.9	0.405
3.80	150.44	634.0	2,112.9	2,746.9	0.389
4.00	151.96	640.7	2,108.1	2,748.8	0.374
4.50	155.55	656.3	2,698.7	2,753.0	0.342
5.00	158.29	670.9	2,086.0	2,756.9	0.315
5.50	162.08	684.6	2,075.7	2,769.3	0.292
6.00	165.04	697.5	2,066.0	2,763.5	0.272
6.00	165.04	697.5	2,066.8	2,763.5	0.272
6.50	167.83	709.7	2,056.8	2,766.5	0.255
7.00	170.50	721.4	2,047.7	2,769.1	0.240
7.50	173.02	735.5	2,039.2	2,771.7	0.227
8.00	175.43	743.1	2,030.9	2,774.0	0.215
8.50	177.75	753.3	2,022.9	2,776.2	0.204
9.00	179.97	763.0	2,015.1	2,778.1	0.194
9.50	182.10	772.5	2,007.5	2,780.0	0.185
10.00	184.43	781.6	2,000.1	2,781.7	0.177
10.50	186.05	790.1	1,99.3.0	2,783.3	0.171
11.00	188.02	798.8	1,986.0	2,784.8	0.163
11.50	189.82	807.1	1,979.1	2,786.3	0.157
12.00	101.68	815.1	1,972.5	2,787.6	0.151
12.50	193.43	822.9	1,965.4	2,788.8	0.148
13.00	195.10	830.4	1959.5	2,790.0	0141
13.50	196.62	837.9	1,953.2	2,791.1	0.136
14.00	198.35	845.1	1,947.1	2,792.2	0.132

* เป็นการทำให้เป็นหน่วยเมตริกของตารางไอน้ำ ข้อกำหนดเดิมของระบบอังกฤษของความร้อนสัมผัสปัจจุบันหมายถึงเอนทัลปีจำเพาะของน้ำ ความร้อนแฝงปัจจุบันหมายถึงเอนทัลปีจำเพาะของการระเหย และความร้อนทั้งหมดหมายถึงเอนทัลปีจำเพาะของไอน้ำ

ตารางไอน้ำ (IMPERIAL UNITS)*

ความดัน	อุณหภูมิ (°C)	ความร้อนสัมผัส (บีทียู/ปอนด์)	ความร้อนแฝง (บีทียู/ปอนด์)	ความร้อนทั้งหมด (บีทียู/ปอนด์)	ไออิ่มตัวแห้ง ปริมาตรของ (ฟุต³/ปอนด์)
นิ้วสุญญากาศ					
15	179	147	991	1,138	51.41
10	192	160	983	1,143	39.41
5	203	171	976	1,147	31.80
0	212	180	971	1,151	26.80
ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (เกจ)					
1	215	183	969	1,152	22.20
3	221	190	964	1,154	22.50
5	227	196	961	1,156	20.10
7	232	201	958	1,158	18.49
9	237	206	954	1,160	17.00
11	241	210	951	1,162	15.90
13	246	214	949	1,163	15.10
15	250	218	946	1,164	13.90
17	253	222	943	1,165	12.30
19	257	226	941	1,167	12.30
21	260	229	939	1,169	11.10
23	264	233	937	1,169	11.10
25	267	236	935	1,170	10.60
27	270	239	932	1,171	10.30
29	273	242	931	1,172	9.70
31	275	244	929	1,173	9.30
33	278	247	927	1,174	8.90
35	281	250	925	1,175	8.60
37	283	252	923	1,175	8.25
39	286	255	921	1,176	7.95
41	288	257	920	1,177	7.70
43	290	260	918	1,177	7.44
45	292	262	916	1,178	7.21
47	295	264	915	1,179	6.99
49	297	266	913	1,179	6.78
51	299	968	912	1,180	6.60

53	300	270	910	1,181	6.40
55	303	272	909	1,181	6.23
60	308	278	905	1,183	5.84
65	312	282	902	1,184	5.50
70	316	287	898	1,185	5.19
75	320	290	896	1,186	4.91
80	324	295	892	1,187	4.67
85	327	298	890	1,188	4.45
90	331	302	887	1,189	4.24
95	335	305	884	1,189	4.06
100	338	309	882	1,190	3.89
105	341	312	879	1,191	3.74
110	344	316	876	1,192	3.59
115	347	319	874	1,194	3.46
120	350	322	872	1,193	3.34
125	353	325	869	1,194	3.23
130	356	328	867	1,195	3.12
135	358	330	865	1,195	3.02
140	361	333	862	1,196	2.93
145	363	336	860	1,196	2.84
150	366	339	858	1,197	2.76
155	368	341	856	1,197	2.68
160	371	344	854	1,198	2.61
165	373	346	852	1,198	2.54
170	375	348	850	1,198	2.47
175	377	351	848	1,199	2.41
180	380	353	846	1,199	2.35
185	382	355	844	1,199	2.29
190	384	358	842	1,200	2.24
195	386	360	840	1,200	2.19
200	388	362	838	1,200	2.14

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งเป็น หน่วยงานหลักแห่งหนึ่งของรัฐบาลในการประชาสัมพันธ์ ส่งเสริม และกำหนดแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในประเทศไทยเดิมคือ การพลังงานแห่งชาติ จัดตั้งขึ้นโดยมีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติการพลังงานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2496 และมีประกาศพระราชบัญญัติในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 70 ตอนที่ 3 เมื่อวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2496 ให้มีผลบังคับใช้พระราชบัญญัติ ตั้งแต่วันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2496 จึงอาจถือได้ว่าการพลังงานแห่งชาติ หรือ สำนักงานพลังงานแห่งชาติกำเนิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 7 มกราคม 2496

เมื่อเริ่มก่อตั้งโดยพระราชบัญญัติการพลังงานแห่งชาติ พ.ศ. 2496 เรียกชื่อว่า *"การพลังงานแห่งชาติ"* สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี และมีสำนักงานชั่วคราวอยู่ที่ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ต่อมาเมื่อปี พ.ศ.2497 ได้ย้ายสำนักงานไปอยู่ที่ศาลาลูกขุนในพระบรมมหาราชวัง และได้ย้ายมาอยู่ที่บ้านพิบูลธรรม เชิงสะพานกษัตริย์ศึก เมื่อ พ.ศ.2502 ซึ่งเป็นที่อยู่ในปัจจุบัน

วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2506 การพลังงานแห่งชาติได้โอนมาขึ้นอยู่กับกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติโดยพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2506 วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2515 ย้ายมาสังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี และเปลี่ยนชื่อเป็น "สำนักงานพลังงานแห่งชาติ"

วันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2535 เปลี่ยนชื่อเป็น "กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน" สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน ตามพระราช-บัญญัติการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ.2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 109 ตอนที่ 9 ลงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2535 และในวันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2535 เปลี่ยนชื่อสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงานเป็น "กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน เป็น "กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ

สิ่งแวดล้อม”

วันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2545 เปลี่ยนชื่อเป็น “กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน” สังกัดกระทรวงพลังงาน โดยพระราชบัญญัติระเบียบ บริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2545 และพระราชบัญญัติปรับปรุง กระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 ซึ่งประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 119 ตอนที่ 99ก ลงวันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2545

1. กองฝึกอบรม และสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

อำนาจหน้าที่ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดโดย พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ครอบคลุมประเด็นต่างๆ เกี่ยวกับพลังงาน

ตัวอย่างเช่น การวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทน การสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพลังงาน การค้นคว้า พัฒนาและสาธิตการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น ดังนั้น พพ. จึงประกอบด้วยหน่วยงานหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับความพยายาม ในการอนุรักษ์พลังงาน และรับผิดชอบต่อการ ปฏิบัติตามกฎหมาย ในการอนุรักษ์พลังงานของอุตสาหกรรม ได้แก่ กองฝึกอบรมและสำนักกำกับ และอนุรักษ์พลังงาน

1.1. กองฝึกอบรม มีอำนาจหน้าที่

- ดำเนินการเกี่ยวกับการฝึกอบรมและพัฒนาความรู้ด้านการจัดการ และเทคโนโลยีด้านพลังงานแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน
- ฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริม การอนุรักษ์พลังงาน
- ปฏิบัติงานร่วมกับหรือสนับสนุนการปฏิบัติงานหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง หรือที่ได้รับมอบหมาย

ผู้ที่สนใจสามารถติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 0 2577 7035-41 โทรสาร 0 2577 7047

1.2. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน มีอำนาจหน้าที่

- พัฒนาเทคโนโลยี ส่งเสริม ช่วยเหลือ และกำกับดูแลการอนุรักษ์พลังงานและดำเนินการอื่นที่เกี่ยวข้องตาม กฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
- ดำเนินการเกี่ยวข้องกับการอนุญาตการผลิตและการขยายการผลิตพลังงาน ควบคุม รวมทั้งกำกับดูแลงานและกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรฐานด้านการ พลังงาน-ควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
- ประสานงานและวางแผนเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน
- ปฏิบัติงานร่วมกับ หรือสนับสนุนการปฏิบัติงานหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง หรือได้รับมอบหมาย

ผู้ที่สนใจสามารถติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เลขที่ 17 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก ถ.พระราม1 แขวงรองเมือง

เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ 0 2223 0021-9 โทรสาร 0 2226 1416

2. การประชาสัมพันธ์ข้อมูลด้านการอนุรักษ์พลังงานของพพ.

การอนุรักษ์พลังงานหมายความว่า ผลิตและใช้พลังงานอย่างมี ประสิทธิภาพและประหยัด

จุดเริ่มต้นของการอนุรักษ์พลังงานในประเทศไทยมีมาตั้งแต่ปี 2516 ซึ่งขณะนั้นทั่วโลกเกิดวิกฤตการณ์พลังงาน ราคาน้ำมันมีราคาสูงขึ้นมาก ประเทศไทยเป็นหนึ่งในหลายประเทศที่ประสบปัญหาด้านพลังงานเชื้อเพลิง จึงได้กำหนดมาตรการเพื่อ-

แก้ไขการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศขึ้นมา อาทิเช่น การปิดสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเวลากลางคืน ลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง ในทาง สาธารณะลงร้อยละ 50 เป็นต้น ซึ่งมาตรการเหล่านี้ได้ถูกยกเลิกไปแล้ว จวบจนกระทั่งเกิดวิกฤตการณ์พลังงานของโลกครั้งที่ 2 จึงเป็นจุดที่ก่อให้เกิด แนวความคิดที่จะต้องออกกฎหมายเพื่อการอนุรักษ์พลังงานใช้บังคับกัน อย่างจริงจังเช่นในหลายๆ ประเทศที่มีกฎหมายลักษณะนี้ขึ้นมา

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดให้ กลุ่มเป้าหมาย คือโรงงาน อาคารธุรกิจต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบ โดยรัฐจะให้การสนับสนุนทางเทคนิคและวิชาการทางเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งให้ความสนับสนุนทางการเงินในการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อเป็นการ สนับสนุนมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน พพ. จึงจัดตั้งศูนย์บริการ ลูกค้า สัมพันธ์ (One Stop Service) โดยมีแนวคิดในการดำเนินการ ดังนี้

ศูนย์บริการลูกค้าสัมพันธ์ (One Stop Service)

ศูนย์บริการลูกค้าสัมพันธ์ (One Stop Service) เป็นหน่วยงานที่จัดตั้งขึ้นเพื่อให้มีการแก้ไขปัญหาของโรงงานและอาคารควบคุมอย่างต่อเนื่องและเบ็ดเสร็จ โดยจะให้บริการคำปรึกษาช่วยเหลือและติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงานตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ของโรงงานและอาคารควบคุม ตลอดจนรับทราบปัญหา และช่วยแก้ไขปัญหาให้อย่างรวดเร็วและทันท่วงที รวมทั้งยังให้บริการข้อมูลข่าวสารอื่นๆที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตาม พ.ร.บ. สถานภาพการดำเนินการ อนุรักษ์พลังงานของโรงงาน/อาคารควบคุม และสถานภาพการดำเนินงานของ ที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงาน (RC) เป็นต้น นอกจากนี้ยังจะนำปัญหาต่างๆ ที่ได้รับทราบจากโรงงานและอาคารควบคุมมาวิเคราะห์และกำหนดแนวทางในการป้องกัน ปัญหาดังกล่าวเพื่อไม่ให้เกิดซ้ำและกำหนดกิจกรรมต่างๆที่จะกระตุ้นและช่วยเหลือ โรงงานและอาคาร-

ควบคุมในการดำเนินงานตาม พ.ร.บ.

สถานที่ดำเนินการ : อาคาร 8 ชั้น 1

โทรศัพท์ : 0 2223 0021 - 9 ต่อ 1650, 1668, 1411, 1427 (ในเวลาราชการ)

Email : dedeoss@dedp.go.th

3 แนะนำหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานของ พ.พ.

กองฝึกอบรม ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรด้านการอนุรักษ์พลังงานได้เปิดหลักสูตรอบรมต่างๆ ในช่วงแต่ละปี ตัวอย่างของหลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน หลักสูตรเทคโนโลยีพลังงาน หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในขบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน เป็นต้น

ผู้ที่สนใจสามารถติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

หมายเลขโทรศัพท์ 0 2577 7035-41 โทรสาร 0 2577 7047

4 แนะนำ WEB SITE ของ พ.พ. ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้พัฒนา WEB SITE เพื่อเป็นช่องทางให้ผู้ที่สนใจเข้าไปหาข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานที่

http : // www. dedp.go.th และ http : // www.teenet-dedp.com

ภายใน WEB SITE ผู้ที่สนใจสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับ รายชื่อโรงงาน/อาคารควบคุม รายชื่อที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับ พ.พ. ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีพลังงานและรายละเอียดเกี่ยวกับการฝึกอบรม

แบบสั่งจองเอกสารเผยแพร่

"แนวทางการปฏิบัติงานที่ดีในการจัดการด้านพลังงาน"

ผู้สนใจสั่งจองเอกสารเผยแพร่ *"แนวทางการปฏิบัติงานที่ดีในการจัดการด้านพลังงาน"* สามารถกรอกรายละเอียดตามแบบฟอร์มด้านล่าง และส่งเอกสารพร้อมแสตมป์เป็นค่าจัดส่ง 10 บาทต่อเล่ม มายัง

ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กองฝึกอบรมตามที่อยู่ในปกหลังของเอกสาร

หน่วยงาน.....
ชื่อ.....
ที่อยู่.....
โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

โปรดใส่เครื่องหมาย ✔ สำหรับเอกสารที่ท่านสั่งจอง

เอกสารเผยแพร่แนวทางการปฏิบัติงานที่ดี

- ☐ 1. คู่มือจัดการพลังงานที่ดี (The Good energy manager's guide)
- ☐ 2. รูปแบบของการจัดการด้านพลังงาน (Aspects of energy man gement)
- ☐ 3. กลยุทธ์ในการจัดการด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อม (A strategic approach to energy and environmental management)
- ☐ 4. การจัดการโครงการด้านประสิทธิภาพให้ประสบผลสำเร็จ (Successful project management for energy efficiency)
- ☐ 5. การสอดแทรกเรื่องพลังงานเข้าไปในระบบคุณภาพทั่วทั้งองค์กร - แนวทางสำหรับผู้จัดการพลังงาน (Putting energy into Total Quality - A giude for energy managers)
- ☐ 6. การจัดการและการสร้างแรงจูงใจทีมงานเพื่อการประหยัดพลังงาน (Manging and motivating staff to save energy)
- ☐ 7. การฝึกอบรมด้านการจัดการพลังงาน (Energy manament training)
- ☐ 8. การนำความร้อนทิ้งในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมมาใช้ใหม่ (Waste heat recovery in the process industries)
- ☐ 9. เทคนิคการนำความร้อนทิ้งจากก๊าซเสียที่มีอุณหภูมิสูงกลับมาใช้ใหม่ (Waste heat recovery from high remperature gas strams)
- ☐ 10.การปฏิบัติงานว่าด้วยการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับหม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม (Energy efficient operation of industrial boiler plant)
- ☐ 11.การบริหารงานบุคคล และการบริการด้านการพลังงาน (Managinf people, Managinf energy)

คู่มือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

- ☐ 1. คู่มือการใช้หม้อไอน้ำชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงอย่างประหยัด
  (Economic use of oil - fired boiler plant)
- ☐ 2. คู่มือการใช้หม้อไอน้ำชนิดใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงอย่างประหยัด
  (Economic use of gas - fired boiler plant)
- ☐ 3. คู่มือการใช้หม้อไอน้ำชนิดใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงอย่างประหยัด
  Economic use of coal - fired boiler plant
- ☐ 4. การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม FE-TD-TRC-44004
  (Energy Audits For Industry)
- ☐ 5. การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร FE-TD-TRC-44005
  (Energy Audits For Building)
- ☐ 6. ไอน้ำ FE-TD-TRC-44006 (Steam)
- ☐ 7. การใช้พลังงานในเครื่องอัดอากาศ FE-TD-TRC-44007
  (Compressed Air And Energy Use)
- ☐ 8. การใช้ฉนวนสำหรับท่อร้อน FE-TD-TRC-44008
  (The Economic Thickness of Insulation For Hot Pipe)
- ☐ 9. การใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างประหยัด FE-TD-TRC-44009
  (Economic Use Electricity in Industry)
- ☐ 10. การประหยัดพลังงานในระบบทำความเย็น FE-TD-TRC-44010
  (The Economic Use of Refrigertion Plant)
- ☐ 11. การจัดการพลังงานและระบบแสงสว่าง FE-TD-TRC-44011
  (Enrrgy Management And Good Lighting Practices)
- ☐ 12. มาตรการลดความสูญเสีย FE-TD-TRC-44012
  (Waste Avoidance Measures)
- ☐ 13. การใช้ฉนวนในกระบวนการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ
  FE-TD-TRC-44013 (Process Plant Insulation And Fuel Efficiency)

รวมเอกสารเผยแพร่ทั้งหมดที่สั่งจอง ..... เล่ม
พร้อมแสตมป์เป็นค่าจัดส่ง จำนวน ..... บาท

ลงชื่อ.....ผู้สั่งจอง
( )
วันที่.....

แบบสอบถามเกี่ยวกับเอกสารเผยแพร่
" ไอน้ำ "

ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานขอความร่วมมือจากท่านผู้อ่านในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเอกสารฉบับนี้ เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว ขอความกรุณาส่งกลับ

กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120 โทรสาร 0 2577 7047

หน่วยงาน.....
ชื่อ.....
ที่อยู่.....
โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

กรุณากรอกข้อมูล

1. ท่านคิดว่าท่านได้รับความรู้จักจากเอกสารฉบับนี้เพียงไร
   - มากที่สุด
   - มาก
   - พอใช้
   - ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

2. ท่านคิดว่ารูปเล่มของเอกสารฉบับนี้เป็นอย่างไร
   - ดีมาก
   - ดี
   - พอใช้
   - ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

3. ท่านคิดว่ารูปภาพในเอกสารฉบับนี้มีความเหมาะสมหรือไม่
   - เหมาะสมมาก
   - เหมาะสม
   - พอใช้
   - ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

4. ท่านคิดว่าภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่ายหรือไม่
   - เข้าใจได้ดีมาก
   - เข้าใจดี
   - พอใช้
   - ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

5. รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในระดับที่สามารถที่จะนำไปใช้งานได้หรือไม่

ดีมาก พอใช้
ดี ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

6. ความสะดวกในการรับเอกสารฉบับนี้

ดีมาก พอใช้
ดี ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

7. ความรวดเร็วในการได้รับการติดต่อก่อนได้รับเอกสาร

ดีมาก พอใช้
ดี ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

8. ท่านคิดว่าการจัดลำดับเนื้อหาในเอกสารฉบับนี้เป็นอย่างไร

เหมาะสมมาก พอใช้
เหมาะสม ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

9. ท่านคิดว่าเอกสารในหมวดใดควรต้องปรับปรุงมากที่สุด

ปก รูปภาพ
เนื้อหา รูปเล่ม

ข้อเสนอแนะ.....

ข้อเสนอแนะที่อยากจะให้ทำเพิ่มเติมในครั้งต่อไป

.....
.....
.....
.....