เปิดปั๊มแล้ว Balance น้ำได้หรือไม่

โดย ไชยวัฒน์ บิยัสสพันธุ์

Variable Flow with Direct return pipe สามารถ Balance Flow ขณะเดิน pumps ได้หรือ?

การออกแบบระบบท่อน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ ผู้ออกแบบส่วนใหญ่จะออกแบบมาเป็นระบบ Direct return เนื่องจากระบบ Reverse return มีต้นทุนที่สูงกว่า ประกอบกับการใช้ระบบ Variable Flow ด้วยการควบคุมรอบของปั๊มเพื่อประหยัดพลังงาน แต่เมื่อถึงเวลา Balance น้ำ มักจะเดินปั๊มน้ำแล้วก็วัดและปรับอัตราไหลด้วยการปรับตำแหน่งของ Balancing valve ไปพร้อมกัน

ก่อนจะตอบคำถามตามหัวข้อเรื่อง ขอให้ทำความเข้าใจกับวัตถุประสงค์และธรรมชาติของการทำงานแต่ละระบบของท่อน้ำก่อน ดังที่กล่าวต่อไปนี้

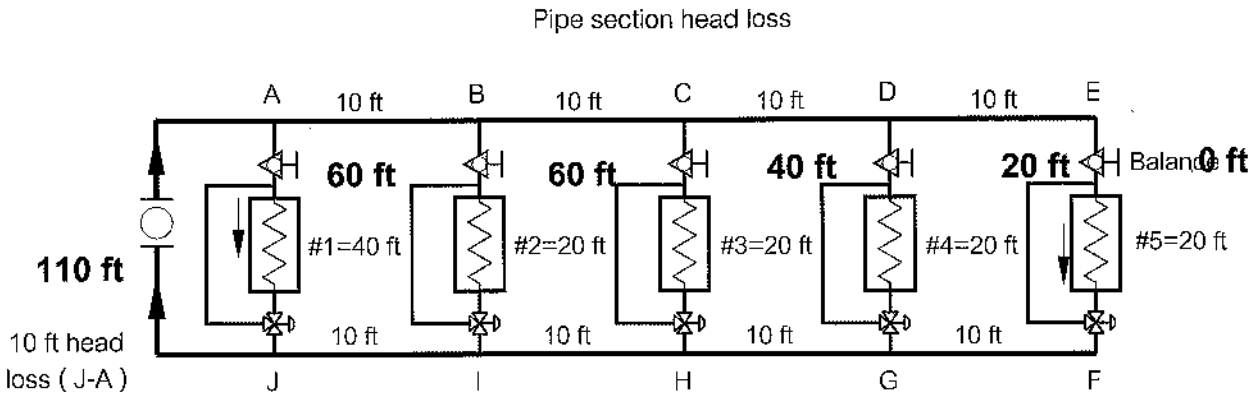
ในระบบ Piping ทุกแห่งที่มีการไหลของของเหลวผ่าน ย่อมต้องมีแรงเสียดทาน (Friction) หรือเกิดความดันตกคร่อม (Pressure drop) พลังงานที่ต้องใช้เท่ากับผลคูณของอัตราไหลและความดันตกคร่อม แต่พลังงานที่เสียไปบางส่วนก็มีจำเป็นต้องใช้เพื่อการทำให้ระบบทำงานได้คือ

1. การใช้พลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อส่งน้ำ (Transportation Loss) เพื่อส่งน้ำเย็นไปตามส่วนต่างๆ ของอาคาร
2. การใช้พลังงานเพื่อการควบคุมอัตราไหลเข้าสู่ Terminal unit โดย control valves
3. การการใช้พลังงานเพื่อการแบ่งกระจายอัตราไหลไปตาม Terminals (FCU, AHU) หรือ Branches ต่างๆ เกิดขึ้นที่ Balancing valves ที่ติดตั้งอยู่ตาม Branches ต่างๆ

ฉะนั้นหากมีอัตราไหลส่วนที่เกินความจำเป็นเกิดขึ้น ก็หมายถึงการใช้พลังงานไปตามข้อ 1 เกินจากความจำเป็น หลังจากนั้น ยังต้องมีการใช้เพื่อการควบคุมตามมาอีกที่เกิดขึ้นดังในข้อ 2 และ 3 ด้วย ซึ่งเป็นความสูญเสีย จึงทำให้มีการหาวิธีลดอัตราไหลส่วนเกินลง ทำให้เกิดการใช้ระบบ Variable Flow ขึ้น

Constant flow balance

ในระบบ Constant Flow จะมีการสูญเสียพลังงานส่วนเกินความจำเป็นอยู่ตลอดเวลา เพราะเป็นระบบที่มีอัตราไหลคงที่ตลอดเวลา แม้ว่าความต้องการน้ำของระบบจะลดลงแล้ว



รูปที่ 1

หลักการ ทำให้แรงดันตกคร่อมตั้งแต่ Discharge ของ pump ผ่าน AHU จนกลับมาถึง suction ของ pump เท่ากันทั้งหมดในแต่ละวงจร เช่น

Pressure drop-pd ในวงจรเครื่อง#1
เท่ากับ 60+40+10 = 110 ft.

Pressure drop-pd ในวงจรเครื่อง#2
เท่ากับ 10+60+20+10+10 = 110 ft.
เช่นกัน จนถึง

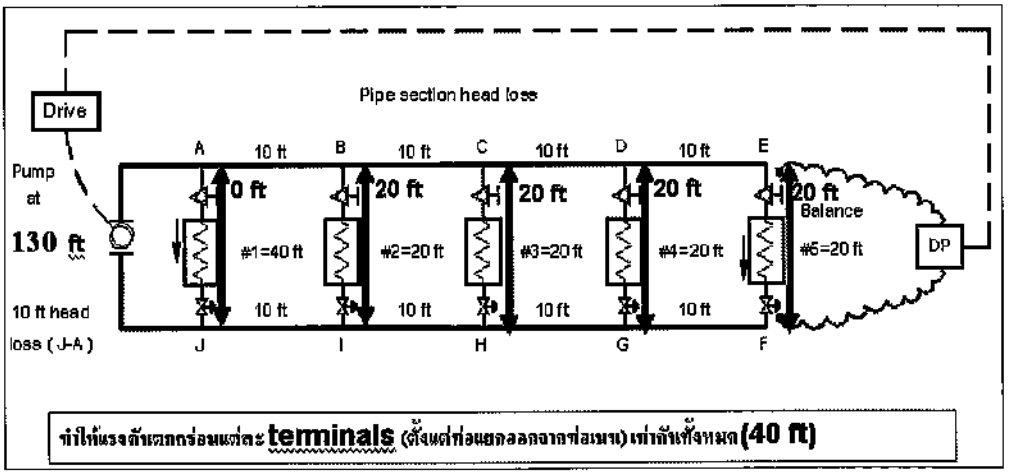
Pressure drop-pd ในวงจรเครื่อง#5
เท่ากับ 10+10+10+10+0+20+10+10+10+10+10 = 110 ft.

ทำให้ทุกวงจร (Loops) มีโอกาสที่จะได้รับอัตราไหลตามที่ออกแบบไว้ และอย่างเท่าเทียมกันโดยพร้อมกันด้วย แต่ให้สังเกต Terminal ที่อยู่ใกล้กับ pump จะต้องปรับ Balancing valve ให้มีค่า pd (Pressure drop) มากกว่าที่อยู่ไกลออกไป การสิ้นเปลืองเกิดขึ้นจากอัตราไหลที่ท่อเมนที่ไม่มีการลดลงแม้ความต้องการอัตราไหลรวมจะลดลงแล้ว นอกจากนี้ก็ยังเกิดขึ้นที่ Balancing valve ตัวใกล้ปั๊มที่ต้องสูญเสียพลังงานไปกับมันตลอดเวลา

Variable Flow with Direct Return piping

สามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ เนื่องจากปั๊มน้ำจะลดการใช้พลังงาน เมื่อปั๊มลดอัตราไหลส่วนเกินจำเป็น (ด้วยการลดรอบปั๊ม) ทำให้การสูญเสียที่เกิดขึ้นตามตำแหน่งต่อไปนี้ลดลง

1. **ท่อเมนส่งน้ำ** ลดลงเมื่ออัตราไหลที่ท่อเมนลดลง
2. **Balancing valves** ลดลง ให้สังเกตการณ์ปรับ pressure drop ที่ Balancing valves ที่ลดลงได้เมื่อเทียบกับการปรับแต่งแบบ Constant flow (แต่ภายหลังจะสูญเสียไปที่ control valves แทนเมื่อมีความต้องการน้ำเย็นลดลง)



รูปที่ 2

หลักการปรับแต่งและทำงาน ตามรูปที่ 2

a) การควบคุมรอบการทำงานของปั๊มน้ำใช้variable speed drive ที่ควบคุมด้วย DPT (Differential pressure transmitter-ความดันตกคร่อม) ที่ Terminal หรือ branch ที่ไกลที่สุดให้คงที่ (วัดด้วย Pressure Drop) เพื่อเป็นการมั่นใจว่าหากอัตราไหลเข้าเครื่องที่ไกลที่สุดพอเพียงแล้ว ก็ไม่ต้องกังวลกับเครื่องที่อยู่ใกล้กว่า

b) ปรับ Balancing valves แรงดันตกคร่อมแต่ละ Terminals ให้เท่ากันทั้งหมด (ตั้งแต่ท่อแยกออกจากท่อเมนท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับ โดยรวม Pressure drop ของ AHU, valves, control valve, และที่ท่อน้ำขณะที่มีอัตราไหลตามที่ออกแบบไว้ ให้เท่ากับ Terminal ที่มี pressure drop มากที่สุด ตามตัวอย่างคือที่ 40 ft. ของ Terminal #1) เพราะว่าหากเครื่องที่ไกลที่สุดถูกปิดไม่ได้ใช้งาน control valve จะปิด ไม่มีอัตราไหลเกิดขึ้น ทำให้ความดันตกคร่อม EF จะเท่ากับความดันตกคร่อมที่ DG (เป็นการควบคุมเครื่องที่ไกลรองลงมาแทน)

c) Terminals ที่ใกล้ปั๊มจะมี Pressure drop ในวงจรน้อยกว่า ทำให้ได้เปรียบ Terminals ที่อยู่ไกลกว่า ทำให้ได้รับอัตราไหลมากกว่า Terminals ที่อยู่ไกลออกไป แต่ Terminal ที่ไกลที่สุดจะเป็นผู้ควบคุมรอบของปั๊มน้ำ เพื่อให้ตัวมันเองมีอัตราไหลที่เพียงพอต่อความต้องการ

ธรรมชาติของ Variable Flow with Direct Return piping

1. <u>เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง</u> ดูรูปที่ 2 อัตราไหลของน้ำเย็นเข้าเครื่องที่อยู่ใกล้จะมากกว่าเครื่องที่อยู่ไกลออกไป (**เนื่องจากในในวงจรที่**อยู่ใกล้จะมี Pressure Drop น้อยกว่า เช่น pressure drop ของ AHU#1 มี 50 ft. ของ AHU#2 มี 70 ft ของ AHU#3 มี 90 ft ของ AHU#4 มี 110 ft ของ AHU#5 มี 130 ft) ดังนั้น <u>เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง</u> น้ำเย็นจะเข้าเครื่องใกล้มากกว่าที่ออกแบบไว้ เครื่องท้ายๆ จะได้รับน้ำน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ ทำให้เครื่อง ต้นทางเข้าสู่จุดควบคุมได้เร็ว ส่วนเครื่องท้ายๆ จะเข้าสู่จุดควบคุมได้หลังจากที่เมื่อเครื่องต้นทางลดน้ำลงโดยเริ่มหรี่ 2-way valve แล้ว นี่จัดว่าเป็นธรรมชาติของระบบ

2. ตัว motor ของ control valves จะต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อต้องการหรี่เพื่อลดอัตราไหล (เพราะปรับ Balancing valve ให้มี pd. น้อยลงกว่าเดิม)

3. Head ของปั๊มน้ำจะสูงขึ้นมากกว่าระบบ constant flow (มีผลให้การคำนวณหา Head ของปั๊มน้ำด้วยวิธีคำนวณแบบเดิมไม่พอเพียง)

การปรับแต่งหรือ Commissioning

การปรับแต่งด้วยการ<u>ให้ปั๊มทำงาน</u>เต็มรอบ (เหมือนกับที่ทำกับแบบ Constant Flow balance) แล้วปรับแต่งที่ Balancing valves ให้แต่ละ Terminals มีอัตราไหลตามที่ได้ออกแบบไว้ ก็คือการลดอัตราไหลของเครื่องที่ใกล้ ด้วยการเพิ่มค่า pressure drop ที่ Balancing valve <u>ให้แต่ละวงจร (ไม่ใช่ Terminals)</u> มีค่า pressure drop เท่ากันนั่นเอง จะทำให้ได้รับอัตราไหลเท่าที่ออกแบบไว้ และยังเท่าเทียมพร้อมกันทุกเครื่อง เช่นเดียวกับที่ทำกับระบบ constant flow ทุกประการ ก่อให้เกิดคำถามขึ้นดังนี้

I. สิ้นเปลืองพลังงานเพราะมี Pressure drop เกิดขึ้นที่ Balancing valves มากเหมือนเดิมที่ใช้กับระบบconstant flow

II. แล้วจะติดตั้ง DPT (Differential pressure transmitter-ความดันตกคร่อม) ที่ Terminal ใดในการควบคุมรอบของปั๊มน้ำเพราะแต่ละ Terminal มี DP ไม่เท่ากัน หากเลือกเครื่องหนึ่งเครื่องใดให้เป็นผู้ควบคุมสั่งลดรอบปั๊มเมื่อตัวมันสามารถควบคุมสภาวะได้แล้ว โดยที่เครื่องอื่นๆ ยังต้องการอัตราไหลอยู่ ก็เกิดเป็นปัญหาขัดแย้งกันขึ้น

III. ค่าของ Pressure drop ที่ตกคร่อมแต่ละ Terminal จะไม่เท่ากัน ทำให้การใช้ DPT เครื่องเดียวไม่สามารถควบคุมและให้มีการทดแทนกันด้วยการให้เครื่องไกลรองลงมาเป็นตัวควบคุมรอบของปั๊มน้ำแทนหากเมื่อเครื่องที่ไกลที่สุดหยุดทำงานได้

การปรับแต่งที่ถูกต้องทำได้ด้วยการคำนวณเท่านั้น เพราะการ คำนวณค่า Pressure drop นี้ ได้มาเมื่ออัตราไหลเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ <u>ผลรวมของ pressure drop</u> ที่เกิดขึ้นที่ท่อแยก, valves ต่างๆ, control valve, Balancing valve, AHU เมื่อเปรียบเทียบกันแต่ละ Terminals แล้ว Terminal ใดน้อยไปก็ปรับที่ Balancing valves ให้เพิ่มมากขึ้นจนเท่ากันทุก Terminals การเพิ่ม Pressure drop ที่ Balancing valves ก็ทำได้โดยการคำนวณรอบที่หมุนเพิ่มขึ้น วิธีดังกล่าวทำให้ค่า Pressure drop ที่เกิดขึ้นของแต่ละอุปกรณ์ น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

การติดตั้งระบบ VSD (Variable speed drive) เพื่อลดรอบปั๊มน้ำเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถประหยัดพลังงานได้ หากขาดการ Balance ระบบอย่างถูกวิธี