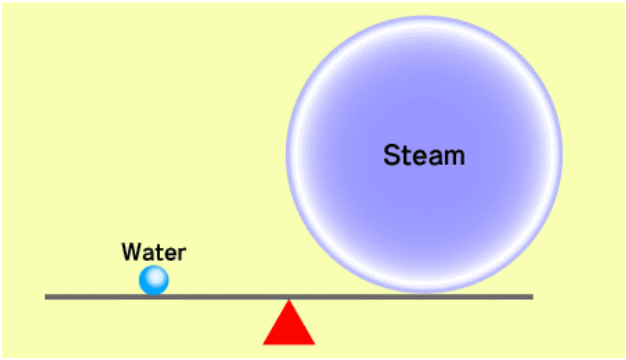
Why we can reduce Steam loss with Venturi Orifice Steam Trap ?

1 ปริมาตรจำเพาะ (Specific volume) ที่แตกต่างกันถึง 850 เท่า ระหว่างไอน้ำและคอนเดนเสท

เมื่อน้ำกลายเป็นไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นถึง 1,600 เท่า



ปริมาตรของไอน้ำมีมากกว่าคอนเดนเสทประมาณ 850 เท่า

กรณีตัวอย่าง : Orifice ที่มีความดันขาเข้า 0.1 Mpa.G.

ปริมาตรจำเพาะ (Specific volumes) @ 0.1 Mpa.G

ไอน้ำ : 0.9018 m^3/kg

คอนเดนเสท : 0.00106 m^3/kg

หมายถึงว่าปริมาตรของไอน้ำสูงกว่าคอนเดนเสท 850 เท่า

แต่ ค่า flow speed ของไอน้ำมีค่าสูงกว่า flow speed ของคอนเดนเสทเพียง 32 เท่า ดังนั้น ค่า flow rate ของไอน้ำคิดเป็นเพียง 3.7% ของ flow rate ของคอนเดนเสท

32 / 850 × 100 = 3.7 %

2 ไอน้ำมีความเร็วในการไหลมากกว่าคอนเดนเสท 30 เท่า

Normally,

Flow speed ของ steam : 30 - 40 m/sec

Flow speed ของ condensate : 1 - 1.5 m/sec

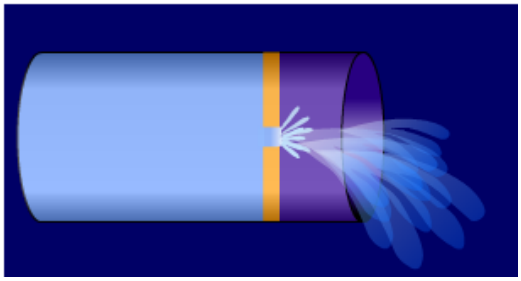
ยกตัวอย่าง กรณีของไต้ฝุ่นที่ทะเลที่มีความเร็วลมมากกว่า 30 m/sec โดยจะพบว่าแรงกระทำระหว่างลมที่มีต่อผิวน้ำทะเลจะทำให้เกิดคลื่น (wave) ทะเล โดยลมจะเป็นตัวผลักดันคลื่นไปเรื่อย ๆ

เมื่อเปรียบเทียบในแนวทางเดียวกัน เมื่อไอน้ำและคอนเดนเสทเกิดการไหลไปด้วยกันตามท่อทำให้เกิดคลื่นขึ้นภายในเหนือรู orifice โดยคลื่นนี้จะทำหน้าที่เหมือนตัวกั้นรู orifice ป้องกันไม่ให้ไอน้ำไหลออกไปได้ ทำให้ไม่เกิดการรั่วไหลของไอน้ำ

กรณีของคอนเดนเสทที่ปริมาณ load ต่าง ๆ กัน

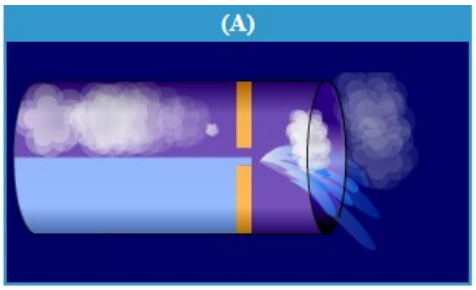
1. เมื่อปริมาณคอนเดนเสทที่ 100% load

กรณีนี้ ไอน้ำย่อมไม่สามารถรั่วไหลออกไปได้



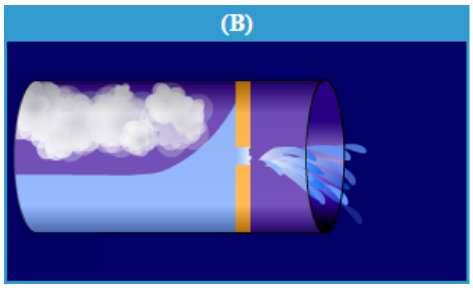
2. เมื่อปริมาณคอนเดนเสทอยู่ระดับ 50 % load

ปริมาณคอนเดนเสทอยู่ระดับครึ่งหนึ่งของท่อ ถ้าคอนเดนเสทและไอน้ำมีการไหลออกไปที่ความเร็วเดียวกัน จะไม่เกิดแรงเสียดทานระหว่างไอน้ำและคอนเดนเสท ซึ่งมองว่าไอน้ำควรจะรั่วไหลออกไปได้ ตามรูป (A)



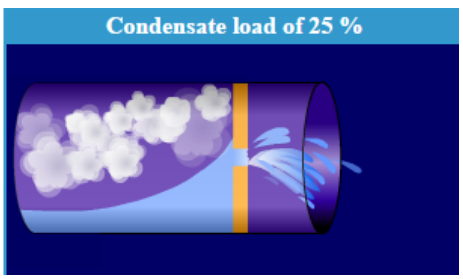
อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงไม่ได้เป็นแบบรูป (A)

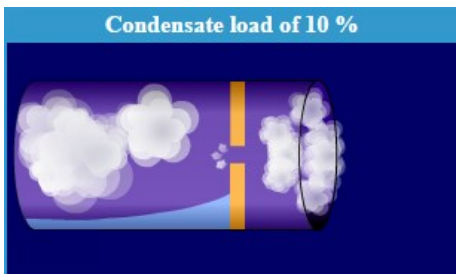
เนื่องจากไอน้ำมีคุณสมบัติในการไหลที่เร็วกว่าคอนเดนเสทมากกว่า 30 เท่า ดังนั้นความเร็วที่แตกต่างกันระหว่างไอน้ำและคอนเดนเสทจะทำให้เกิดคลื่น (wave) ขึ้นภายในท่อ โดยคลื่นที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่เป็นตัวปิดกั้นทางออกของรู orifice ไปด้วยในตัว ทำให้ไอน้ำไม่สามารถไหลออกไปได้ ตามรูป (B)

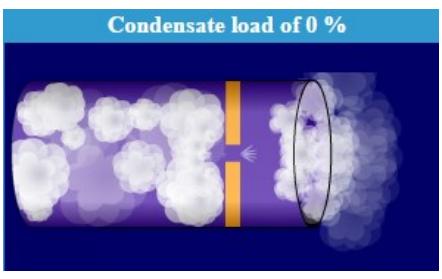


3. เมื่อปริมาณคอนเดนเสทมีระดับต่ำกว่า 50% load

กรณีนี้คอนเดนเสทกับไอน้ำไม่สามารถทำให้เกิดคลื่นเพียงพอที่จะกันไอน้ำรั่วไหลออกไปได้ตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบรู orifce ของ Steam Trap จะออกแบบให้เหมาะสมกับปริมาณคอนเดนเสทที่เกิดขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้มีไอน้ำรั่วไหลออกไป





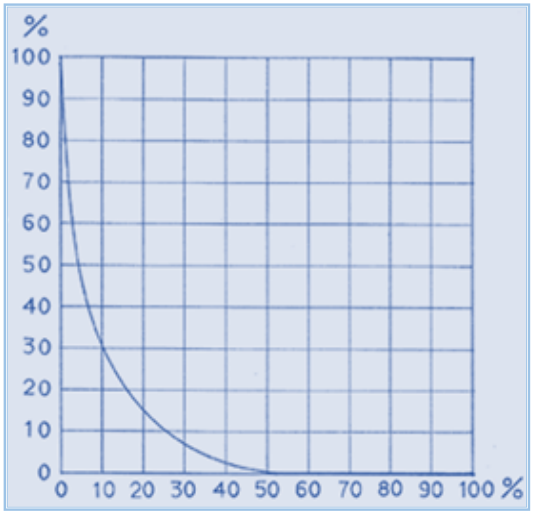


3 เมื่อปริมาณคอนเดนเสทลดลง ความดันของไอน้ำก็ลดลงไปด้วยเช่นเดียวกัน

ในท่อไอน้ำ ปริมาณคอนเดนเสทจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอก ในขณะที่ความดันไอน้ำยังคงที่ อย่างไรก็ตาม ในอุปกรณ์ Heat exchanger เมื่อคอนเดนเสทมีอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงไป ความดันของไอน้ำก็เปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน ปริมาณคอนเดนเสทลดลงตามความร้อนที่ต้องการใช้งาน ซึ่งเมื่อความต้องการใช้ไอน้ำลดลง วาล์วไอน้ำจะถูกปิดอยู่ เพื่อลดการไหลของไอน้ำ มีผลทำให้ความดันไอน้ำใน Heat exchanger ลดต่ำลง

เมื่อความดันเริ่มคงที่ ความแตกต่างของความดัน (differential pressure) เริ่มลดลง การระบายออกผ่านรู orifice ก็จะลดลง เมื่ออัตราการไหลของคอนเดนเสทลดลง

กราฟแสดงความสมพันธ์ระหว่าง Condensate load กับ steam flow rate (leakage)



ตัวอย่างเช่น Steam Trap สำหรับขนาดการระบายคอนเดนเสท 172 kg/hr ที่ differential pressure 0.5 MPa

- ถ้าไม่มีคอนเดนเสท มีแต่ไอน้ำที่ไหลผ่าน orifice จะมีอัตราการไหล 8 kg/hr
- ถ้าหากว่าคอนเดนเสทมีปริมาณ 50% load จะพบว่าไอน้ำจะไม่เกิดการรั่วไหลออกไป (0% leak)
- ถ้าหากว่าคอนเดนเสทมีปริมาณต่ำกว่า 50% load จะพบว่าไอน้ำมีโอกาสรั่วไหลออกไป (leak)
- ถ้าหากว่าคอนเดนเสทมีปริมาณต่ำกว่า 25% load ไอน้ำมีโอกาสรั่วไหล 10% หมายความว่าไอน้ำรั่วไหล เท่ากับ 0.8 kg/hr (8 Kg/hr × 10 % = 0.8 kg/hr) ซึ่งคิดเป็นเพียง 0.47% ของการระบายผ่านรู orifice (172 kg/hr)
- ถ้าหากว่าคอนเดนเสทมีปริมาณ 10% load ไอน้ำมีโอกาสรั่วไหล 30% หมายความว่าไอน้ำรั่วไหล เท่ากับ 2.4 kg/hr (8 Kg/hr × 30 % = 2.4 kg/hr) ซึ่งคิดเป็นเพียง 1.4% ของการระบายผ่านรู orifice (172 kg/hr)

หมายถึงว่า แม้คอนเดนเสทมีปริมาณเพียง 10% load อัตราการรั่วไหลของไอน้ำเมื่อติดตั้งชุด Steam Trap ก็ยังคงมีปริมาณน้อยกว่าอัตราการั่วไหลของไอน้ำเมื่อใช้กับดักไอน้ำแบบทั่ว ๆ ไป