

การศึกษาและวิเคราะห์เพื่อจัดสร้างเครื่องฉีดน้ำยางพราวมเมอร์

Study and Analysis for the construction of a Tack Coating Injection Machine

วิษรสรณ์ โชคชัยวิวัฒน์¹ อมรเทพ ไทวราภา² ชนม์วิโรจน์ จิรชากริต³

ประพัฒน์ ศรีพฤทธิเกียรติ⁴ ชัชวาลย์ อ่วมทับ⁵ มานะ คงดีจันทร์⁶ และ สุขนที คงตัน⁷

ภาควิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160^{1,2,3,4,5,6,7}

Email: w.chokchaiwivat@gmail.com¹ mornto@hotmail.com² s_chirachakrit@hotmail.com³

prapat_mail@yahoo.com⁴ chatchawan_aum@hotmail.co.th⁵ mana.kh@hotmail.com⁶ sooknatee@hotmail.com⁷

บทคัดย่อ

บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทที่ให้บริการสถานที่และอาคารต่างๆ แก่สายการบินต่างๆทั่วโลก ในด้านงานของส่วนซ่อมบำรุง ฝ่ายสนามบินและอาคาร ได้รวมถึงการซ่อมแซมถนน และrunway ในการซ่อมบำรุงพื้นที่ดังกล่าว ใช้วิธีการขุดผิวหน้าเดิมที่ชำรุดเสียหายออกให้หมด จากนั้นจึงใช้น้ำยางพราวมเมอร์ในการเคลือบยางมะตอยกับพื้นถนน ในปัจจุบัน การซ่อมแซมนั้น ใช้เพียงขัน และฝักบัว ในการรดน้ำยางพราวมเมอร์ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในด้านการดูแลรักษา และทำความสะอาด อุปกรณ์ต่างๆ และใช้แรงงานคนเยอะเกินจำเป็น คณะผู้จัดสร้างจึงได้ดำเนินการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนาเครื่องจักรที่ใช้สำหรับฉีดพ่น น้ำยางพราวมเมอร์ ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลามากกว่า และใช้แรงงานคนน้อยลง อีกทั้งปริมาณการใช้น้ำยางพราวมเมอร์ยังสม่ำเสมอ ไม่สิ้นเปลือง โดยบทความนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แนวทางในการจัดสร้าง และการคำนวณถึงความเป็นไปได้เพื่อจัดสร้างเครื่องจริงในลำดับต่อไปเท่านั้น

Abstract

Airports of Thailand Public Company Limited provides a variety of Service and facility for international airline. One of service is maintenance all system in airport and building such as repairing road and runway. During repairing road worker use shower and bowl to poured tack coat in working area. The problems of this maintenance are hand working, time consumption and complex equipment. Therefore we solve there problems by design a new tack coating injection machine. This machine is able to repair in a short time and spray the liquid consistency of tack coat. By this article has studied and analyze the way to build and possibility of calculating the next real machine.

1. บทนำ

ปัจจุบันในการรดน้ำยางพราวมเมอร์นั้นใช้เพียงแรงคนรดน้ำจากฝักบัวและขัน ซึ่งทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอในการรดน้ำยาง และสิ้นเปลือง

เกินจำเป็น ในส่วนของฝักบัวและชั้น ก็ยากต่อการทำ
ความสะอาด จึงเป็นเหตุให้ทางคณะผู้จัดสร้างได้
คิดค้นเครื่องฉีดน้ำยางพรมเมอร์ขึ้นมา

เบื้องต้นทางคณะผู้จัดสร้างได้ศึกษาและ
วิเคราะห์ผลการคำนวณถึงความเป็นไปได้ และจะนำ
ผลการวิเคราะห์และคำนวณนี้ไปจัดสร้างเครื่องฉีดน้ำ
ยางพรมเมอร์ต่อไป ซึ่งทาง บริษัท ท่าอากาศยาน
ไทย จำกัด (มหาชน) จะเป็นผู้พิจารณาและอนุมัติถึง
ความเป็นไปได้ในลำดับต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลการคำนวณถึง
ความเป็นไปได้ และนำไปจัดสร้างเครื่องฉีดน้ำยาง
พรมเมอร์ต่อไป โดยจะใช้ในงานปะช่อมถนนรันเวย์
และถนนทั่วไปในเขตสนามบินสุวรรณภูมิ

3. ขอบเขตของการศึกษา

- 3.1 ศึกษาและคำนวณ เพื่อให้เครื่องสามารถฉีดน้ำ
ยางได้อย่างสม่ำเสมอตลอดงาน
- 3.2 ศึกษาแนวทางเพื่อให้เครื่องสามารถเคลื่อนย้ายได้
โดยใช้รถลาก
- 3.3 ศึกษาและคำนวณให้สามารถใช้กับคนงาน 1-2
คน
- 3.4 ศึกษาและคำนวณเพื่อให้สามารถกำหนดอัตรา
การไหลได้



รูปที่ 1 เครื่องฉีดน้ำยางพรมเมอร์ที่ออกแบบ

4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- 4.1 โปรแกรม Auto Cad 2013 เพื่อใช้ในการเขียน
แบบ
- 4.2 โปรแกรม Solid Work เพื่อใช้ในการสร้างแบบ 3
มิติและวิเคราะห์ผลคำนวณ

5. ทฤษฎี

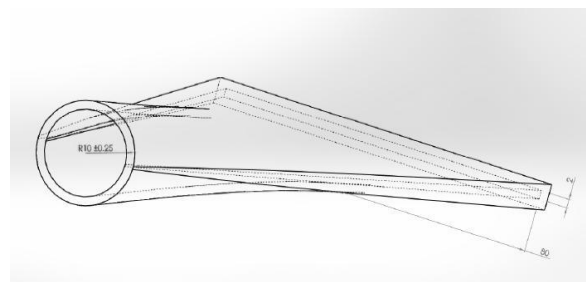
ในการปฏิบัติหน้างานจริง ใช้เวลา 15 นาที
น้ำยา 80 L

5.1 คำนวณหาอัตราการไหล

$$Q = 320 \text{ L/hr.} = 0.32 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{อัตราการไหล} = 8.89 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(\text{กำหนด หน้าตัดหัวฉีด } 0.08 \times 0.002) \text{ m}^2$$



รูปที่ 2 แสดงแบบงานทางเข้าและออกของหัวฉีด

5.2 คำนวณหาความเร็วขาออกของหัวฉีด

$$Q_{out} = A_{out} V_{out}$$

$$V_{out} = \frac{Q_{out}}{A_{out}} = \frac{8.89 \times 10^{-5}}{0.08 \times 0.002} = 0.55 \text{ m/s}$$

5.3 คำนวณหาพื้นที่ทางเข้าของหัวฉีด

อัตราส่วนการลดขนาดของหัวฉีด เป็น 2:1 จึง

ได้ว่า $2A_{out} = A_{in}$

$$A_{in} = 2 \times (0.08 \times 0.002) = 3.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

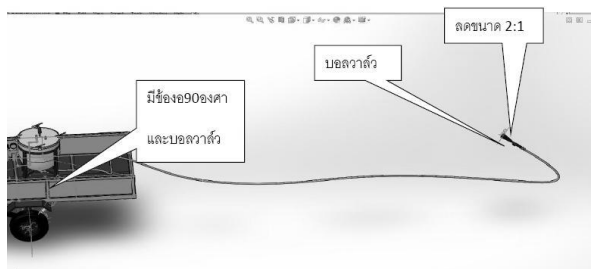
หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.02 m. = 2 cm.

5.4 คำนวณหาความเร็วขาเข้าของหัวฉีด

$$V_{in} = \frac{Q}{A} = \frac{8.89 \times 10^{-5} \times 4}{\pi \times 0.02} = 0.283 \text{ m/s}$$

5.5 คำนวณหาความดันภายในถัง

โดยนำค่าความสูญเสียต่างๆมาคำนวณ กำหนดความยาวจากกันถังถึงหัวฉีดยาว 8 m พิจารณาค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบที่มีค่าความสูญเสีย

V ของน้ำยา CRS-2

100 °F = 100 - 400 saybolt เทียบจากตาราง คิดที่

$$\text{ค่าเฉลี่ยที่} = \frac{100 + 400}{2} = 250$$

250 saybolt = 53.9 cst

$$1 \text{ cst} = 1 \text{ mm}^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$53.9 \text{ cst} = 5.39 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\mu = \rho \nu = 1000 \times 5.39 \times 10^{-5}$$

$$= 0.0539 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$$

$$Re_D = 1000 \times 0.283 \times \frac{0.02}{0.0539} = 104.99$$

จากค่า $Re_D < 2300$ หาค่าตัวประกอบความเสียดทานจาก

$$f_{\text{laminar}} = \frac{64}{Re_D} = 0.61$$

จากระบบยาว 8 m

$$\text{การสูญเสียหลัก } h_f = f \frac{V^2 L}{2 D} = 0.61 \frac{8}{0.02} \frac{0.283^2}{2}$$

$$= 9.77 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

หาความสูญเสียรอง พิจารณาการสูญเสียรอง

วาล์วชนิดบอล K = 3 มี 2 ตัว K = 6

ข้องอ ขนาด 20 mm K = 1.7

ลดขนาด 2:1 K = 0.06

ทางเข้าจากถัง K = 0.5

K รวม K = 6 + 1.7 + 0.6 + 0.5 = 8.26

$$h_{im} = K \frac{V^2}{2} = 8.26 \frac{0.283^2}{2} = 0.33 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

**ค่าคงที่อ้างอิงจากหนังสือกลศาสตร์ของไหล

ความสูญเสียรวมเท่ากับ

$$h_{it} = h_{\text{main}} + h_{\text{sub}} = 9.77 + 0.33 = 10.1 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

ใช้สมการแบร์นูลลี (Bernoulli's Equation) หาความดันในถังจะได้ $P_1 = 10.2 \text{ kPa}$ โดย P_1 คือ ความดันเกจภายในถังที่ต้องการเป็นอย่างน้อยที่สุด จากการคำนวณจะได้ความดันในถังต่ำสุด 10.2 kPa ($4 \text{ kPa} = 0.6 \text{ Psi}$) = 1.53 psi ความดันที่เพิ่มประสิทธิภาพการ

ทำงานขณะใช้จริง ใช้ความดันเกจที่ = 2 bar (1 bar = 10^5 Pa)

ต้องการเพิ่มแรงดันภายในถังเป็น 2 bar แล้วหาความเร็วปลายสายยาง (2 bar = 2×10^5 Pa) โดยใช้สมการแบร์นูลลีหาความเร็วเข้าจะได้ $V = 3.82$ m/s

คำนวณหาอัตราการไหลหลังจากเพิ่มความดันเป็น 2 bar

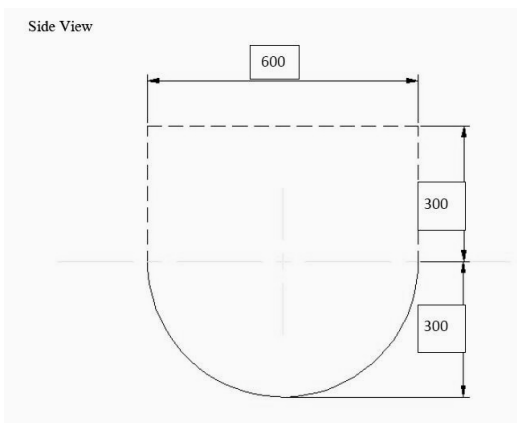
$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{A_1 V_1}{A_2} = \frac{\pi \cdot 0.02^2 \cdot 3.82}{4 \cdot 0.03 \cdot 0.002} = 7.5 \text{ m/s}$$

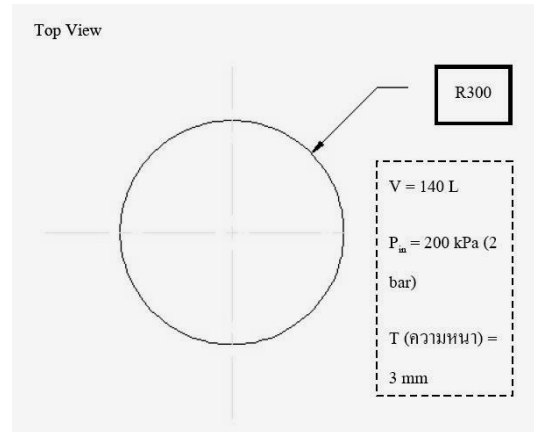
$$\text{ดังนั้น } Q = 1.2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

ปริมาตรในถังที่ต้องการ 140 L = 0.14 m^3 ออกแบบให้ถังใส่น้ำยาเป็นครึ่งทรงกลม โดยครึ่งทรงกลมสูงประมาณ 0.3 m. มีสูงตรงอีก 0.3 m. และเส้นผ่านศูนย์กลางกลาง 0.6 m. ถังมีน้ำหนักรวมทั้ง 56.96 กิโลกรัม ดังรูป



รูปที่ 4 แสดงรูปร่างของถังใส่น้ำยา (หน่วยมิลลิเมตร)

Side view



รูปที่ 5 แสดงรูปร่างของถังใส่น้ำยา (หน่วยมิลลิเมตร)

Top view

แรงกระทำจริงที่ฝาถังมีขนาด 56.3 kN

โบลท์ 1 ตัว สามารถทนแรงได้ = 36.19 kN

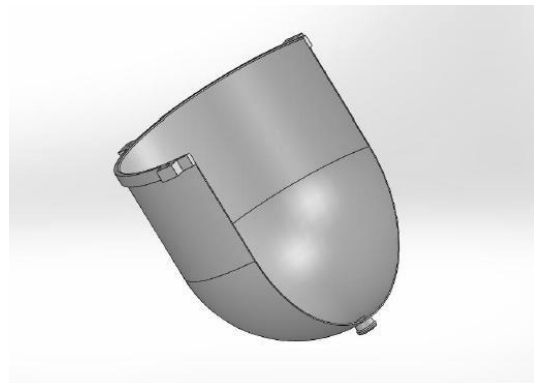
โบลท์ 4 ตัว สามารถทนแรงได้ = 144.8 kN คำนวณ

บริเวณ ล็อคฝาถัง แรงกระทำต่อโบลท์ 1 ตัว 36.2 kN

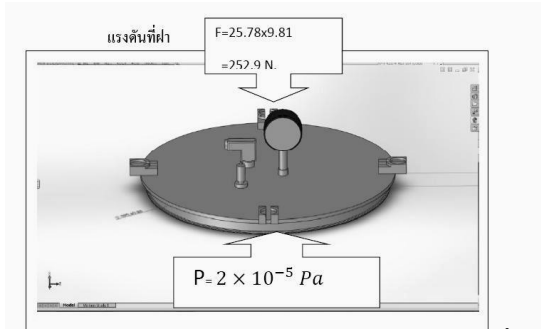
ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยถังต้องมี

ขนาดของรอยเชื่อม = 7.2 มิลลิเมตร และมีน้ำหนัก

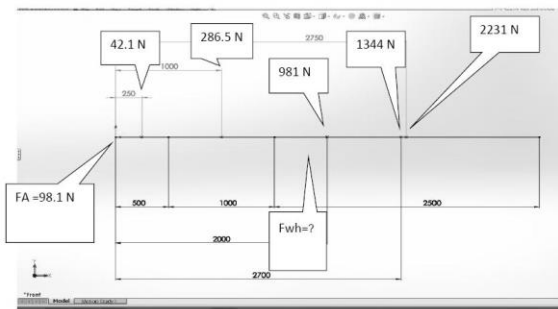
โดยรวมเท่ากับ 262 กิโลกรัม



รูปที่ 6 แสดงรูปร่างของถังใส่น้ำยา (ฝาครึ่ง)



รูปที่ 7 แสดงรูปร่างของฝาถังและความดันที่เกิดขึ้น



FBD รถเทเลเลอร์และอุปกรณ์

รูปที่ 8 แสดง FBD รถเทเลเลอร์และอุปกรณ์

5.6 หาระยะล้อถึงหัวเทเลเลอร์

$$\sum F_y = 0 \text{ จะได้}$$

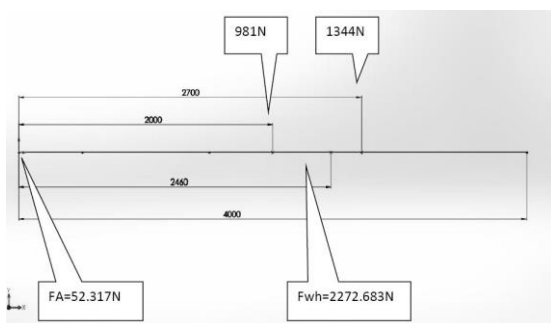
$$98.1 - 42.1 - 286.5 - 981 - 1344 - 2231 + F_{wh} = 0$$

$$F_{wh} = 4786.5 \text{ N}$$

$$\sum M_a = 0 \text{ จะได้}$$

$$(F_{wh} \times X) - (42.1 \times 0.25) - (286.5 \times 1.0) - (981 \times 2.0) - (1344 \times 2.7) - (2231 \times 2.75) = 0$$

$$\text{ระยะล้อ} = 2.466 \text{ m}$$



รูปที่ 9 FBD ของแรงที่กระทำต่อเทเลเลอร์

5.7 หาแรงและโมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นกับเทเลเลอร์

$$\sum F_y = 0 \text{ จะได้}$$

$$F_A + F_{wh} - 981 - 1344 = 0$$

$$F_A = 1344 + 981 - F_{wh}$$

$$\sum M_A = 0 \text{ จะได้}$$

$$(F_{wh} \times 2460) - (1344 \times 2700) - (981 \times 2000) = 0$$

$$F_{wh} = 2272.683 \text{ N}$$

$$F_A = 1344 + 981 - 2272.683 = 52.317 \text{ N}$$

5.8 คำนวณออกแบบสปริงรองรับของรถ

$$1 \text{ ล้อ} = 2,393.25 \text{ N}$$

$$F \text{ สภาวะปกติ} = 2,393.25 \text{ N}$$

$$F \text{ สภาวะถูกแรงกระแทก} = 2 \times 2,393.25 = 4,786.5$$

$$\text{N} = 4.78 \text{ kN}$$

เลือกใช้เหล็ก ASTM A229 สมมุติ $D = 80 \text{ mm}$ ปลาย

ตรงเฉียระยะ $n_t = n + 2$ สมมุติใช้สปริง 10 ชุด, $n = 10$

- 2 = 8 ชุด จะได้ $d = 9.51 \text{ มิลลิเมตร}$ และ $k =$

20N/m



รูปที่ 10 แสดงรูปร่างของสปริงที่ใช้



รูปที่ 11 แสดงรูปรถและเครื่องฉีดน้ำยางพารามอเตอร์

ที่วิเคราะห์และคำนวณ

6. สรุปผลการทดลอง

จากบทความข้างต้น ทางคณะผู้จัดสร้างได้ทำการวิเคราะห์ และแสดงการคำนวณค่าต่างๆเพื่อพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องฉีดน้ำยางพราวมอเตอร์ ผลการคำนวณได้กล่าวถึงอัตราการไหล ความดัน ตลอดจนค่าความแข็งแรงของโครงสร้างต่างๆ เพื่อจะได้นำเสนอให้ทาง บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) เป็นผู้พิจารณาและอนุมัติถึงความเป็นไปได้ในการจัดสร้างในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณคะนอง ประชุมเวช ตำแหน่งผู้อำนวยการส่วน สชบ.ฝสอ. ทีมงานทุกท่านและ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด(มหาชน) สาขาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาและเขียนบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นางสาวณีนี ทำบุญ “กลศาสตร์โครงสร้าง 2”.
- [2] Dennis R. Moss, Michael M. Basic “Pressure Vessel Design Manual”.

- [3] “ASTM Viscosity Tables for kinematic viscosity conversions and viscosity index calculations”, American society for testing and materials.
- [4] ศ.ดร.สมศักดิ์ ไชยะภินันท์, “เอกสารประกอบการเรียนวิชากลศาสตร์ของไหล”.
- [5] R.C.Hibbeler, “Engineering Mechanics Statics”.
- [6] สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ, “กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตศาสตร์”, ว.เพ็ชรสกุล 2543.
- [7] วีระศักดิ์ ทรัพย์วิเชียรและคณะ, “กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตศาสตร์”, วิทยพัฒน์ 2550.
- [8] Ferdinand P.Beer, “Vector Mechanic for Engineering(Dynamics)”, McGraw-Hill.
- [9] รศ.ธีรยุทธ สุวรรณประทีป และคณะ, “กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคพลศาสตร์”, วิทยพัฒน์ 2550.
- [10] สมาน เจริญกิจพูลผล, “กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคพลศาสตร์”, SE-EDUCATION.
- [11] R.C.Hibbeler, “Engineering Mechanics Dynamics”, Prentice Hall 2003.