บทที่ 5

การออกแบบ

จากวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ที่ต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง โดยการออกแบบ ศึกษา และปรับปรุงเพิ่มเติมต่อจากวิทยานิพนธ์การออกแบบหม้อไอน้ำแรงดันต่ำโดยใช้เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง [28]

ความต้องการในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง คือ

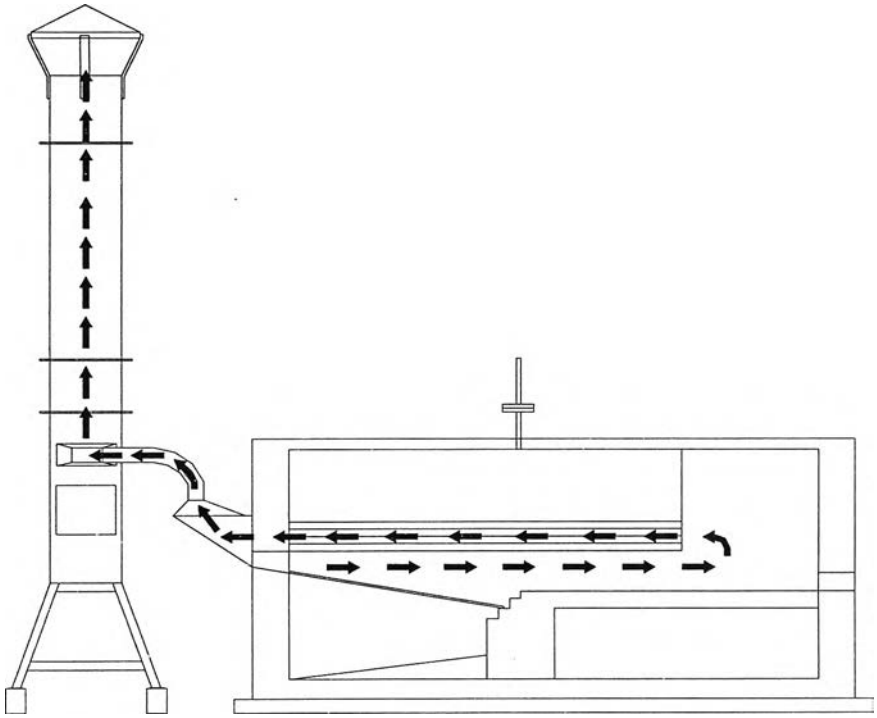
1. ต้องการให้การป้อนเชื้อเพลิงชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นไปอย่างต่อเนื่องแบบ continuous operation
2. ต้องการลดปริมาณความชื้นในเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้น
3. ต้องการผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงขึ้น
4. ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง ให้สูงขึ้น

จากความต้องการที่กำหนดขึ้นดังกล่าว เราสามารถนำมาใช้ในการกำหนดมโนทัศน์ (Concept) ในการออกแบบ คือ กำหนดให้ระบบกำเนิดไอน้ำมีการนำกลับความร้อนปล่อยทิ้ง (Heat recovery) ของความร้อนจากแก๊สไอเสีย เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์ของความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังอย่างคุ้มค่า รวมทั้งยังเป็นการลดปริมาณความร้อนสูญเสียเนื่องจากแก๊สไอเสียออกทางปล่องควัน ซึ่งเป็นการนำพลังงานความร้อนสูญเสียที่มีศักยภาพสูง มาใช้หมุนเวียนภายในระบบ เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพรวมของระบบเพิ่มขึ้น และการที่ต้องการให้การป้อนเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังเป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การทำงานของระบบกำเนิดไอน้ำเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous operation) จึงต้องเลือกประเภทของอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงให้เหมาะสมสำหรับเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้น

จากมโนทัศน์ของการออกแบบที่ต้องการให้มีการนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานความร้อนของระบบ ดังนั้นหลักการในการออกแบบ คือ การออกแบบอุปกรณ์ลดความชื้นเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง โดยอาศัยความร้อนจากแก๊สไอเสียที่ออกมาจากท่อไฟของหม้อไอน้ำ ในการอบลดความชื้นเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง (ดังแสดงในรูปที่ 5.1) ก่อนนำเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการอบแห้ง เข้าสู่อุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง เพื่อป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาเผาไหม้ต่อไป

จากแนวคิดในการออกแบบทั้งหมด เราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกำเนิดไอน้ำได้โดยการสร้างอุปกรณ์ลดความชื้นเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง และอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง นำมาติดตั้งเข้ากับเตาเผาไหม้และหม้อไอน้ำเดิมที่มีอยู่ (วิทยานิพนธ์การออกแบบหม้อไอน้ำแรงดันต่ำโดยใช้เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง [28]) เพื่อให้เป็นระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์แบบมากขึ้น รวมทั้งมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึง ข้อพิจารณาในการออกแบบและผลการออกแบบของอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง อุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ และระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง รวมทั้งแสดงการคำนวณหาความดันลดในระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



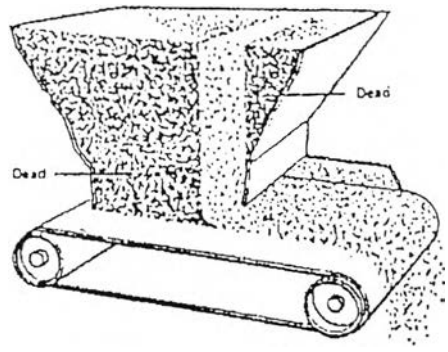
รูปที่ 5.1 แสดงการไหลของแก๊สไอเสียร้อนภายในระบบกำเนิดไอน้ำ

5.1 การออกแบบอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง

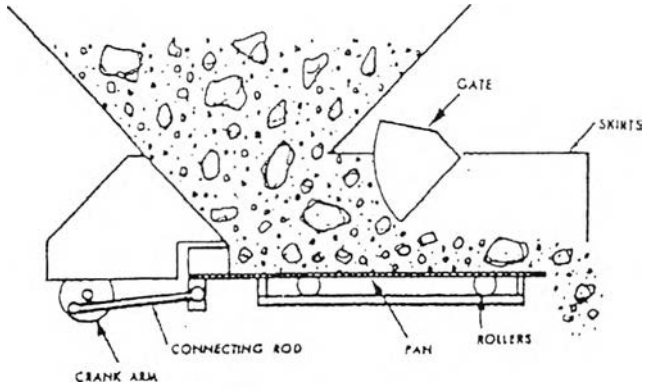
อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนวัสดุต่างๆ ในปัจจุบันมีด้วยกันหลายแบบ เช่น แบบสายพานลำเลียง (Belt feeder) แบบสกรู (Screw feeder) แบบใบพัดโรตารี่ (rotary vane) แบบสั่น (Vibrating) ฯลฯ ซึ่งในการพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ป้อนแบบใด ควรคำนึงถึงความเหมาะสมหลายๆ อย่างในการใช้งาน เช่น ต้นทุนในการจัดสร้าง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ขนาดของบริเวณเนื้อที่ที่จะใช้ในการติดตั้ง ลักษณะและประเภทของวัสดุที่ใช้ในการขนถ่าย และการดูแลบำรุงรักษา ซึ่งรายละเอียดต่างๆ ในการเลือกใช้อุปกรณ์ป้อนแบบใดจะแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดตัวแปร ที่มีผลต่อการเลือกใช้อุปกรณ์ป้อนแบบต่างๆ

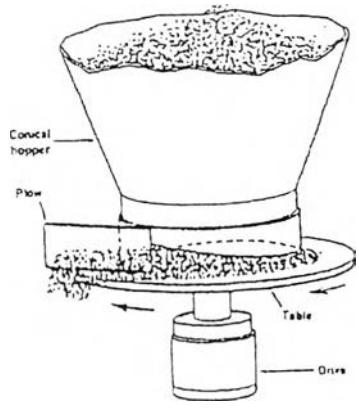
Type of Feeder								
ตัวแปร	Apron	Belt	Flight	Reciprocating plate	Rotary Table	Rotary vane	Screw	Vibrating
Material Characteristic								
ขนาดของวัสดุ								
ใหญ่มาก	✓							
ใหญ่	✓			✓				
ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
เล็ก	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ละเอียด					✓	✓	✓	✓
คุณสมบัติการไหล								
ไหลได้ง่าย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ไหลได้ค่อนข้างลำบาก						✓	✓	
ไหลได้ลำบาก	✓	✓			✓			
อื่นๆ								
ใช้ในงานเกี่ยวกับความร้อน	ดี	ไม่ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี
ความทนทานในการใช้	ดี	ไม่ดี	ไม่ดี	พอใช้	ไม่ดี	ไม่ดี	ไม่ดี	ดี
Feed Characteristic								
ความต้องการในการป้อน								
ป้อนได้สม่ำเสมอ	ดี	ดี	พอใช้	พอใช้	ดี	ดี	พอใช้	ดี
อัตราการป้อนที่เที่ยงตรง	พอใช้	พอใช้	ไม่ดี	พอใช้	พอใช้	พอใช้	พอใช้	พอใช้
ความสามารถในการควบคุมทิศทางในการป้อน	ดี	ดี	ไม่ดี	พอใช้	ดี	พอใช้	พอใช้	ดี
ค่าใช้จ่าย								
เงินลงทุน	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
บำรุงรักษา	สูง	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ
กำลังไฟฟ้า	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ



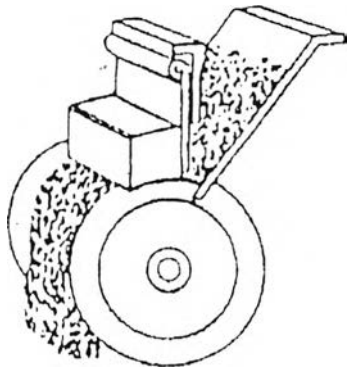
รูปที่ 5.2 อุปกรณ์ป้อนแบบ Belt feeder



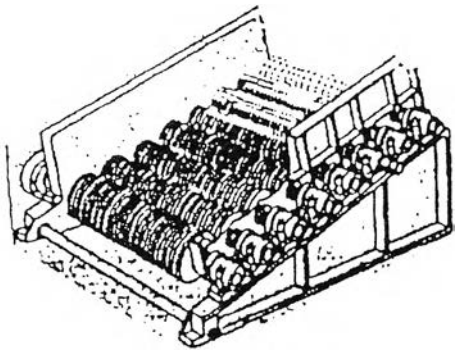
รูปที่ 5.3 อุปกรณ์ป้อนแบบ Reciprocating feeder



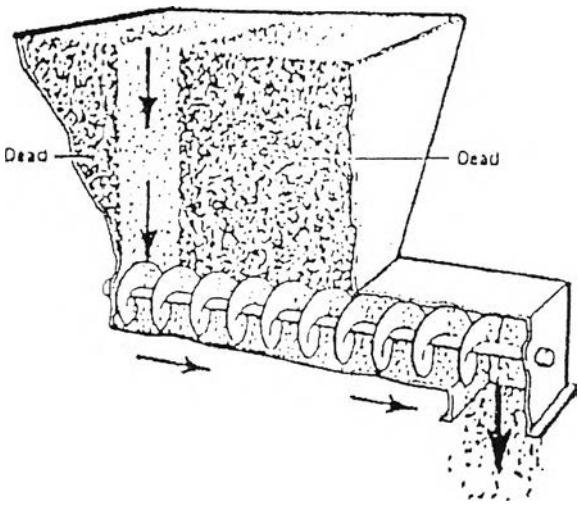
รูปที่ 5.4 อุปกรณ์ป้อนแบบ Rotary table feeder



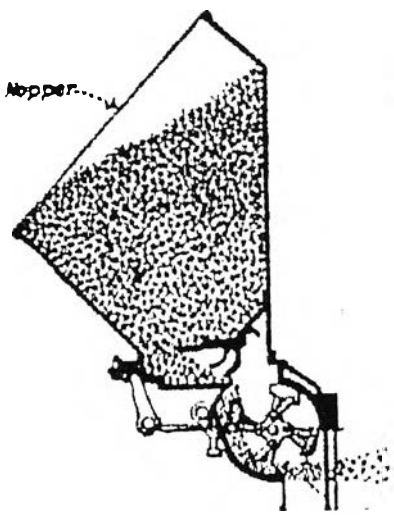
รูปที่ 5.5 อุปกรณ์ป้อนแบบ Roll feeder



รูปที่ 5.6 อุปกรณ์ป้อนแบบ Scapler feeder



รูปที่ 5.7 อุปกรณ์ป้อนแบบ Screw feeder



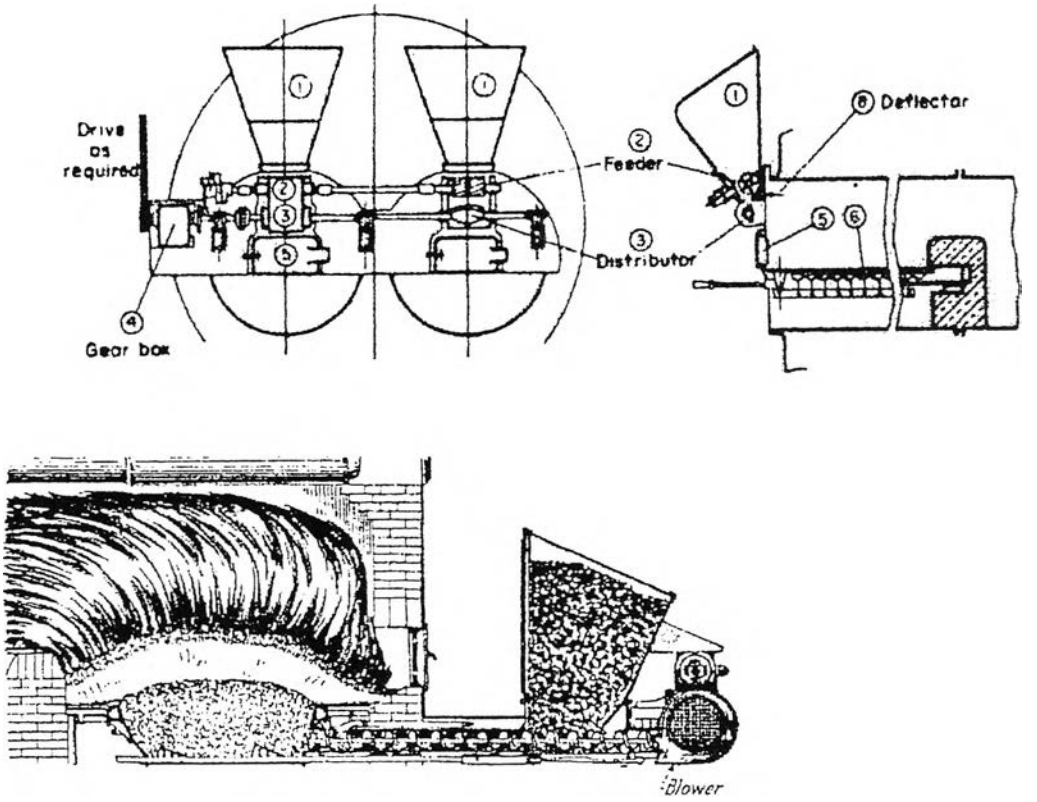
รูปที่ 5.8 อุปกรณ์ป้อนแบบ Rotary feeder

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาเผาไหม้นั้น ในปัจจุบันมีด้วยกันหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีข้อดี ข้อเสีย และความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5.2

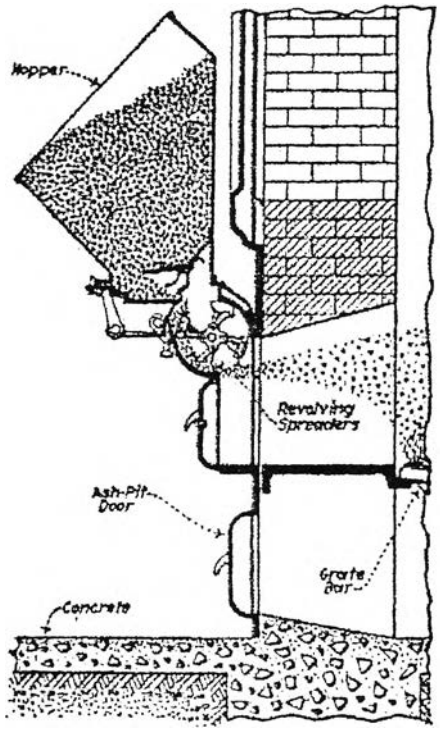
ตารางที่ 5.2 แสดงอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ข้อดี ข้อเสีย และความเหมาะสมในการใช้งานของอุปกรณ์ป้อนประเภทต่างๆ

ชนิดของอุปกรณ์ป้อน	ข้อดี	ข้อเสีย	ความเหมาะสมในการใช้งาน
สายพานลำเลียง	- สามารถป้อนมูลฝอยได้จำนวนมาก - ไม่จำเป็นต้องคัดแยกขนาดของเชื้อเพลิง - มีระยะเวลาในการใช้งานยาวนาน	- ใช้บริเวณพื้นที่มากในการติดตั้ง - เสียค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งและซ่อมบำรุง - การขนย้ายอุปกรณ์ทำได้ยาก	- ใช้กับเตาเผาไหม้ขนาดใหญ่ หรือเตาเผาไหม้ชุมชน
ตัวตัก	- สามารถป้อนเชื้อเพลิงได้จำนวนมาก - มีระยะเวลาในการใช้งานยาวนาน	- ใช้บริเวณพื้นที่มากในการติดตั้ง - เสียค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งและซ่อมบำรุง - การขนย้ายอุปกรณ์ทำได้ยาก - มีราคาแพง - จำเป็นต้องคัดแยกขนาดของเชื้อเพลิง	- ใช้กับเตาเผาไหม้ขนาดใหญ่ หรือเตาเผาไหม้ชุมขน
สกรู	- ใช้เนื้อที่น้อยในการติดตั้ง - สามารถถอดประกอบได้ง่าย - สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย - รักษาอัตราการป้อนได้คงที่	- บำรุงรักษายาก - เสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามาก - ลักษณะของเชื้อเพลิงที่ออกจากตัวป้อนจะเป็นกองๆ ไม่กระจาย - ใช้กับมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ไม่ได้	- ใช้กับเตาเผาไหม้ขนาดเล็ก
โรตารี่	- มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย - ใช้เนื้อที่น้อยในการติดตั้ง เพราะติดตั้งเข้ากับตัวเตาเผาไหม้ - เชื้อเพลิงที่ออกจากเครื่องป้อนมีการกระจายตัว - ราคาถูก เสียค่าใช้จ่ายน้อย - การบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก	- ไม่สามารถใช้กับเชื้อเพลิงที่มีขนาดใหญ่ได้ - ป้อนเชื้อเพลิงได้จำนวนไม่มากนัก - ต้องการการดูแลบ่อยครั้ง	- ใช้กับเตาเผาไหม้ขนาดเล็ก

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ต้องการให้ระบบกำเนิดไอน้ำมีการป้อนเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง (Continuous operation) เข้าสู่เตาเผาไหม้เดิมที่มีอยู่แล้ว โดยออกแบบไว้สำหรับป้อนเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้นที่อัตราการป้อน 10 kg/h ซึ่งเป็นเตาเผาไหม้ขนาดเล็ก จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยเลือกใช้อุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรู (Screw feeder) เพราะว่ามีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้เนื้อที่น้อยในการติดตั้ง เพราะติดตั้งเข้ากับตัวเตาเผาไหม้โดยตรง ทนความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้ดี และสามารถรักษาอัตราการป้อนเชื้อเพลิงได้คงที่



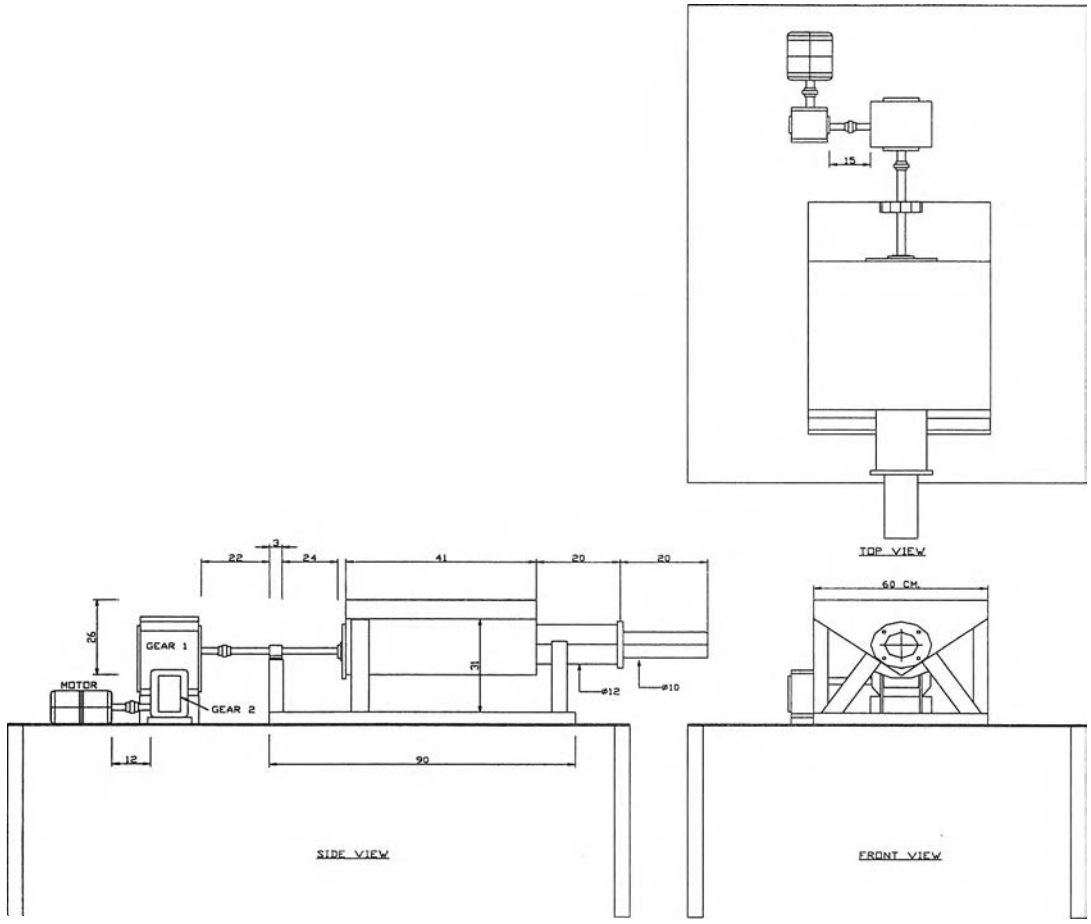
รูปที่ 5.9 แสดงอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบ Screw feeder



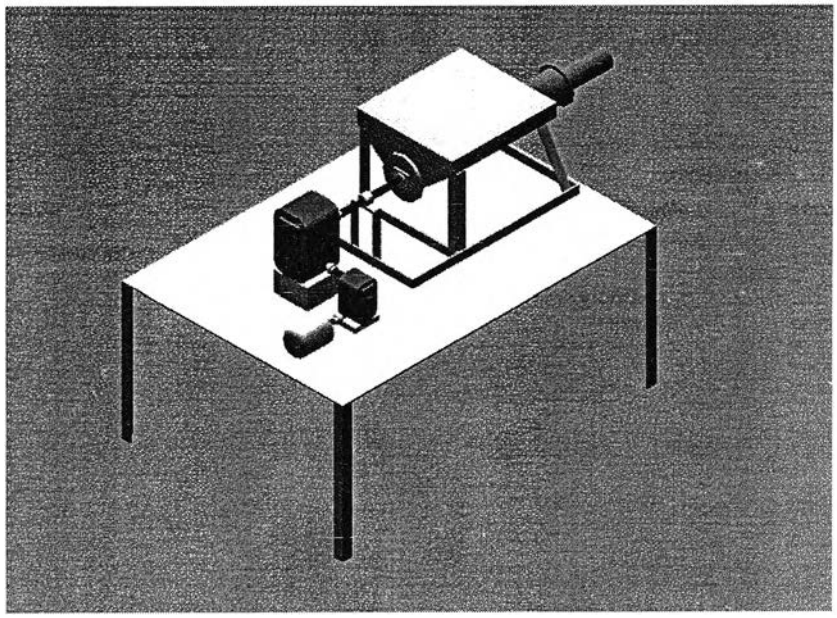
รูปที่ 5.10 แสดงอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบ Rotary

ผลการออกแบบอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง

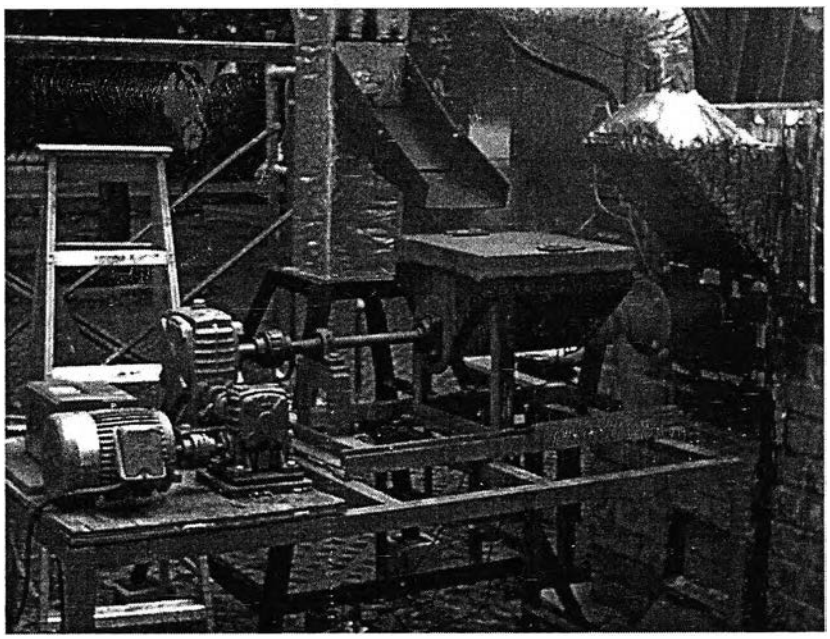
ผลการออกแบบอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรูประกอบด้วย Hopper หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 41×41 ตารางเซนติเมตร บริเวณส่วนล่างของ Hopper มีการลดขนาดหน้าตัดลง ให้สอดคล้องกับบริเวณด้านล่างที่มีลักษณะเป็นโค้งรูปครึ่งวงกลมเพื่อรับกับใบสกรู โดยที่ใบสกรูเป็นแบบเกลียวเต็มใบ มีระยะ pitch เท่ากับ 8 เซนติเมตร มีความยาว 90 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว แกนสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ความยาวเพลารวมสกรูทั้งหมด 130 เซนติเมตร รองรับเพลาด้วยแบริ่งจำนวน 2 ตัว ที่ตำแหน่งความยาวเพลา 10 และ 40 เซนติเมตร วัดจากทางด้านชุดขับเคลื่อน ชุดขับเคลื่อนประกอบด้วย มอเตอร์สามเฟสขนาด 1 แรงม้า ทดรอบด้วย Gearbox 2 ตัว อัตราทดรวม 1:200 ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์ (Inverter) เพื่อให้ได้ความเร็วรอบสกรูที่ต้องการ ระบบป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรูแสดงอยู่ในรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.11 แสดงภาพ Drawing ของอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรู



รูปที่ 5.12 แสดงภาพสามมิติของอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรู



รูปที่ 5.13 แสดงอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรู เมื่อติดตั้งเข้ากับชุดควบคุมการทำงาน

5.2 การออกแบบอุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย ต้องการนำกลับความร้อนปล่อยทิ้ง (Heat recovery) ของความร้อนจากแก๊สไอเสีย มาใช้ประโยชน์ในการอบลดความชื้นเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง ก่อนป้อนเข้าสู่เตาเผาไหม้ เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง และเป็นการทำให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภานในเตาเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์มากขึ้น เมื่อความชื้นในเชื้อเพลิงลดลง

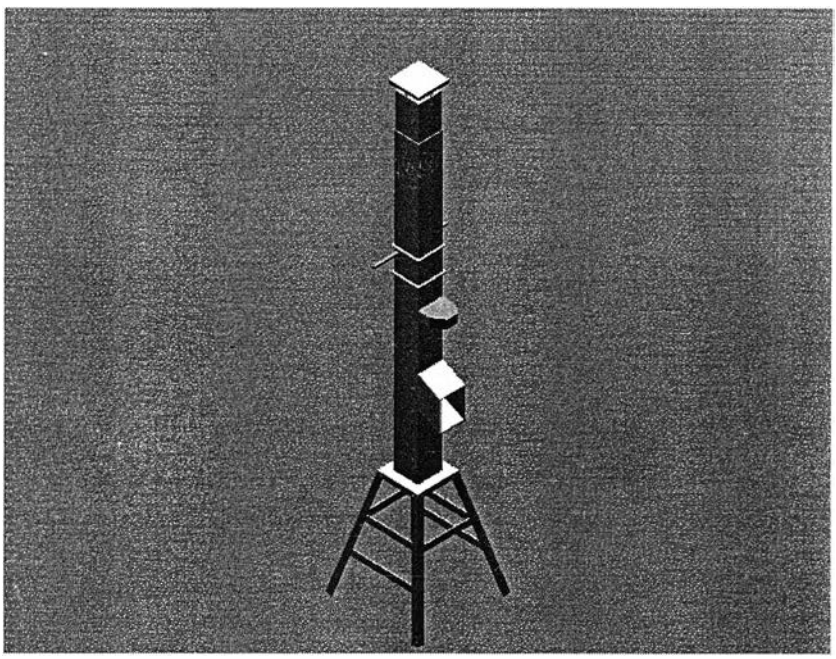
การออกแบบอุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (Economizer or Cassava-Rhizome Dryer) สำหรับระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง ได้รับการออกแบบโดยการศึกษาจากกระบวนการอบแห้งของเครื่องอบแห้งชั้นหนาอย่างง่าย (เครื่องอบแห้งแบบเบดนิ่ง)

อุปกรณ์เครื่องอบแห้งชิ้นเหง้ามันสำปะหลังแบบเบดนิ่ง (Cassava-Rhizome Chips Packed Bed Drying) ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ดังนี้

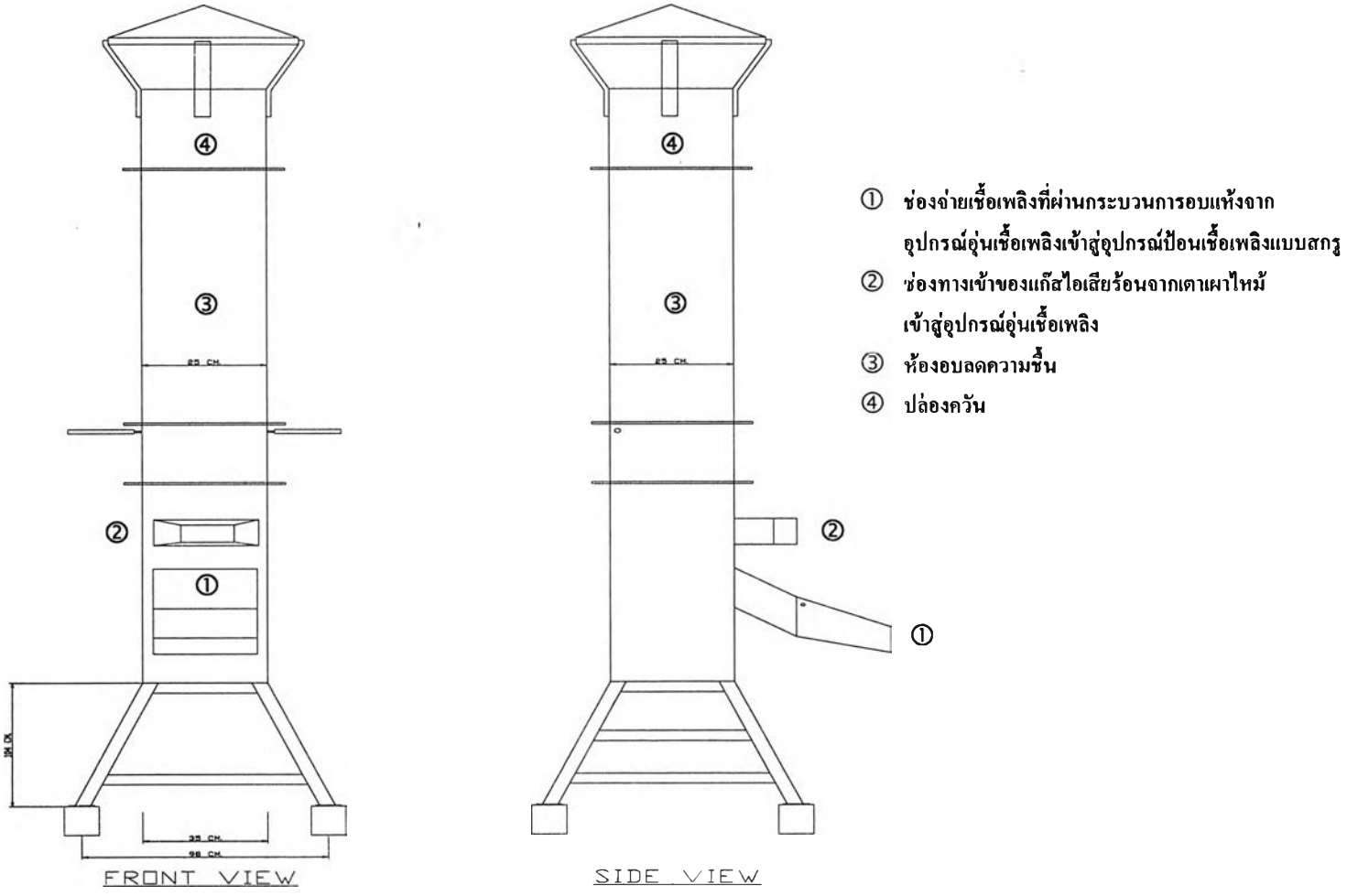
1. ปล่องรวมแก๊สไอเสีย (Flue gas manifold) เป็นปล่องรวบรวมแก๊สไอเสียจากการเผาไหม้ เมื่อผ่านท่อไฟของหม้อไอน้ำ ก่อนเข้าสู่ห้องอบลดความชื้น โดยที่ปล่องรวมแก๊สไอเสียถูกหุ้มด้วยฉนวนใยแก้วกันความร้อนอย่างดี เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน
2. ท่อนำแก๊สไอเสียเข้าสู่ห้องอบลดความชื้น (Flue gas pipe) เป็นท่อนำแก๊สไอเสียจากปล่องรวบรวมแก๊สไอเสียเข้าสู่ห้องอบลดความชื้น โดยที่ท่อนำแก๊สไอเสียถูกหุ้มด้วยฉนวนใยแก้วกันความร้อนอย่างดี เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน
3. ห้องอบลดความชื้น (Drying Section) เป็นส่วนของห้องอบลดความชื้นเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้น ซึ่งห้องอบลดความชื้นมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 22.5×22.5 เซนติเมตร และมีความสูงของห้องอบลดความชื้นเท่ากับ 50 เซนติเมตร ด้านล่างสุดของห้องอบลดความชื้นจะเป็นบริเวณที่แก๊สไอเสียร้อนไหลเข้าสู่ห้องอบแห้ง ที่จุดนี้ได้ทำการติดตั้งตะแกรงเจาะรูกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เอาไว้ เพื่อใช้เป็นตัวรองรับชิ้นเหง้ามันสำปะหลังที่บรรจุอยู่ภายในห้องอบลดความชื้น และเป็นตัวช่วยในการกระจายแก๊สไอเสียร้อนให้มีลักษณะการไหลเข้าของแก๊สไอเสียร้อนเข้าสู่ห้องอบลดความชื้น มีความสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดด้วย ผนังของห้องอบลดความชื้น ถูกหุ้มด้วยฉนวนใยแก้วกันความร้อนอย่างดี เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนผ่านผนังของห้องอบลดความชื้น

4. ปล่องควัน (Stack) เป็นส่วนบนถัดขึ้นไปเหนือห้องอบลดความชื้น เป็นปล่องสำหรับปล่อยแก๊สไอเสียร้อนที่ไหลผ่าน และถ่ายเทความร้อนให้กับชิ้นเหง้ามันสำปะหลังในห้องอบลดความชื้น ออกสู่บรรยากาศ โดยได้ทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดค่าอุณหภูมิของแก๊สไอเสีย เมื่อออกจากห้องอบลดความชื้น รวมทั้ง tapping สำหรับวัดค่าความดันสถิต (Static pressure) และความดันรวม (Total pressure) สำหรับวัดค่าอัตราการไหลของแก๊สไอเสียที่ออกทางปล่องควัน

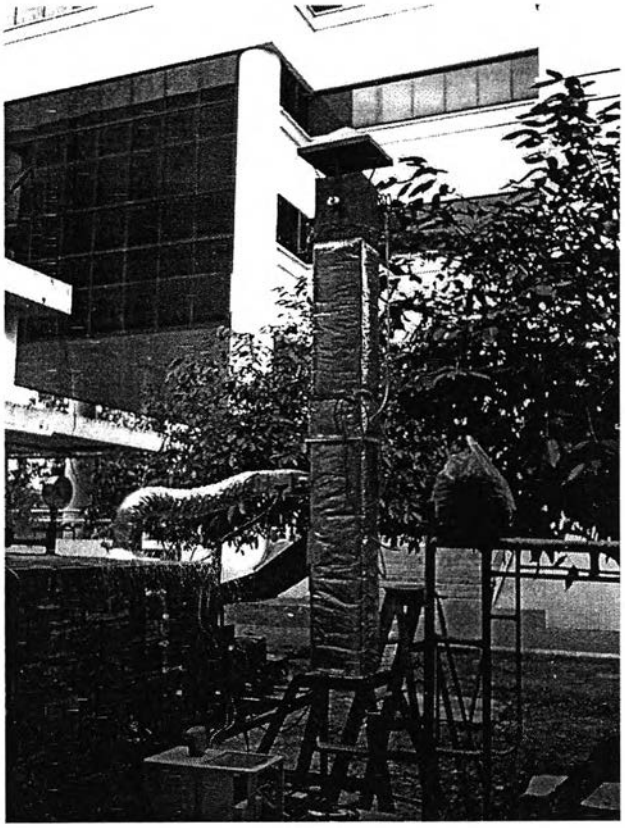
ผลการออกแบบอุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้



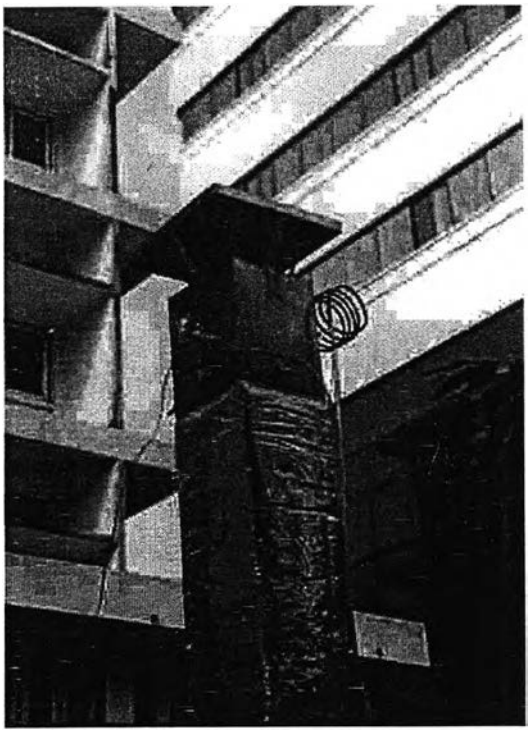
รูปที่ 5.14 แสดงภาพสามมิติของอุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้



รูปที่ 5.15 แสดง Drawing ของอุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้



รูปที่ 5.16 แสดงอุปกรณ์ลดความชื้นเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง



รูปที่ 5.17 แสดงปล่องปล่อยแก๊สไอเสียออกจากห้องอบลดความชื้น

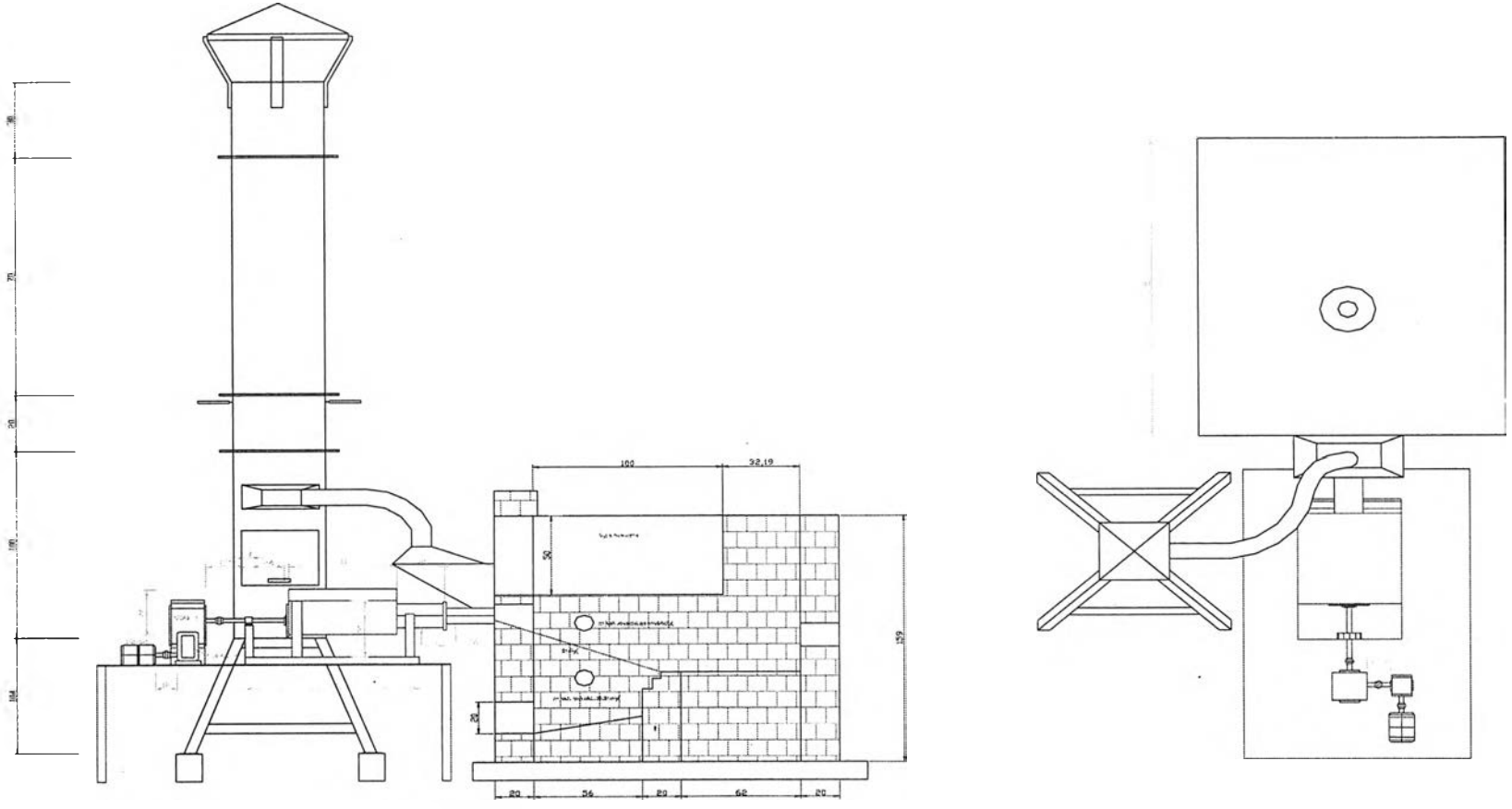
5.3 การออกแบบระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง

จากข้อกำหนดของการออกแบบเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบดำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง รวมทั้งผลการออกแบบอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง และอุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ดังที่แสดงในหัวข้อที่ 5.1 และหัวข้อที่ 5.2 ตามลำดับ ทำให้สามารถนำมาประกอบกันเป็นระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งประกอบด้วย

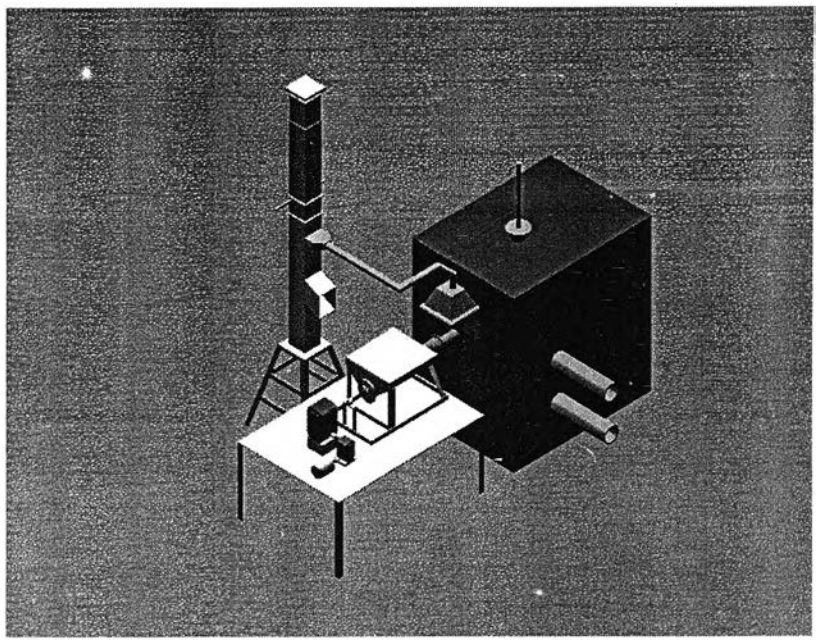
1. อุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรู
2. อุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้
3. เตาเผาไหม้และหม้อไอน้ำ
4. อุปกรณ์ชุดป้อนอากาศ
5. อุปกรณ์ชุดจ่ายน้ำป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ

รายละเอียดของผลการออกแบบระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง และรูปภาพของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง แสดงดังต่อไปนี้

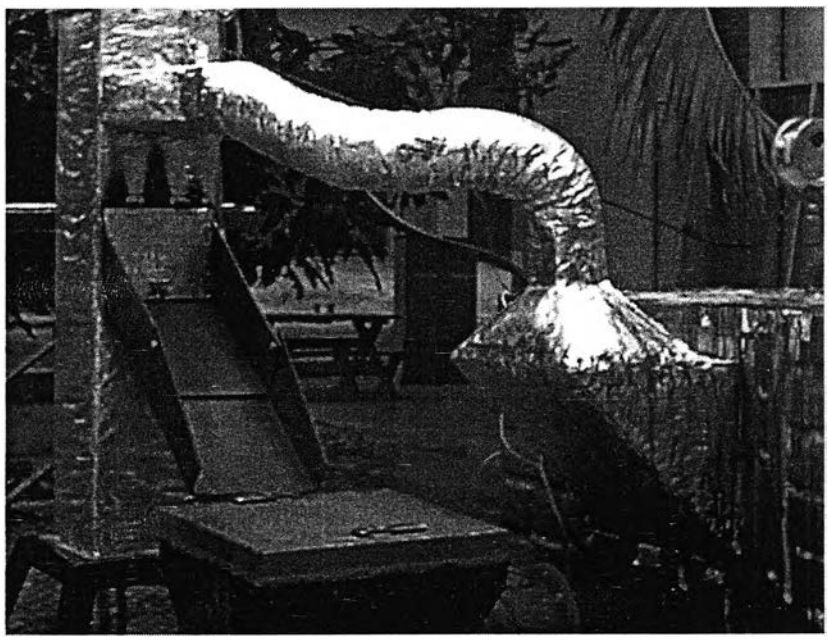
ผลการออกแบบระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



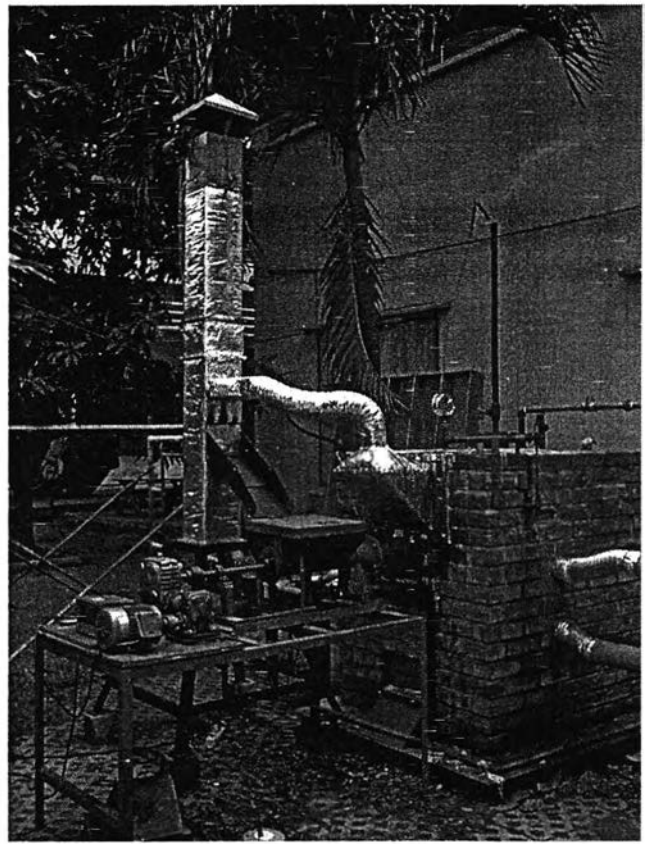
รูปที่ 5.18 แสดง Drawing ของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



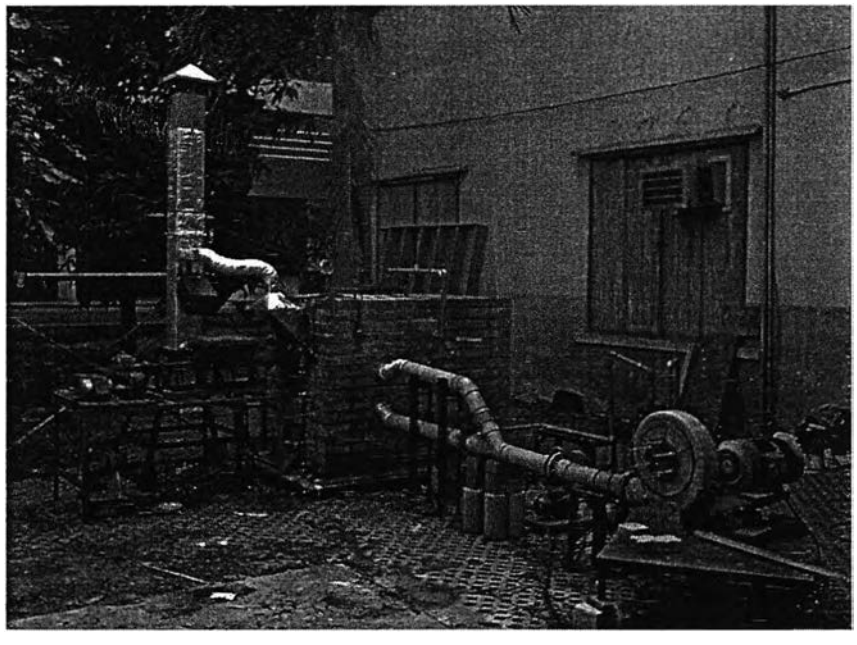
รูปที่ 5.19 แสดงภาพสามมิติของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



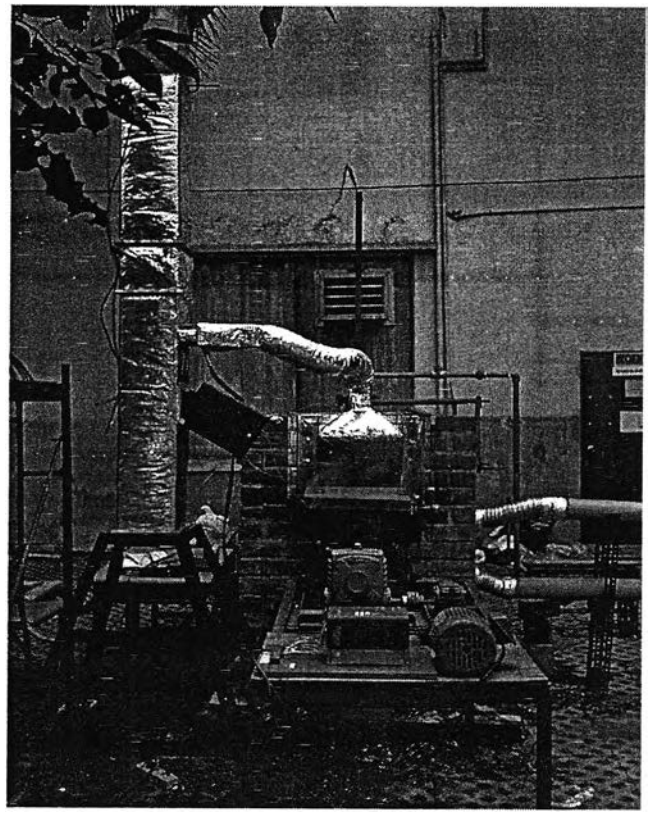
รูปที่ 5.20 แสดงระบบการจ่ายเชื้อเพลิงจากห้องอบลดความชื้นเข้าสู่
อุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงแบบสกรู และท่อลำเลียงแก๊สไอเสียเข้าสู่ห้องอบลดความชื้น



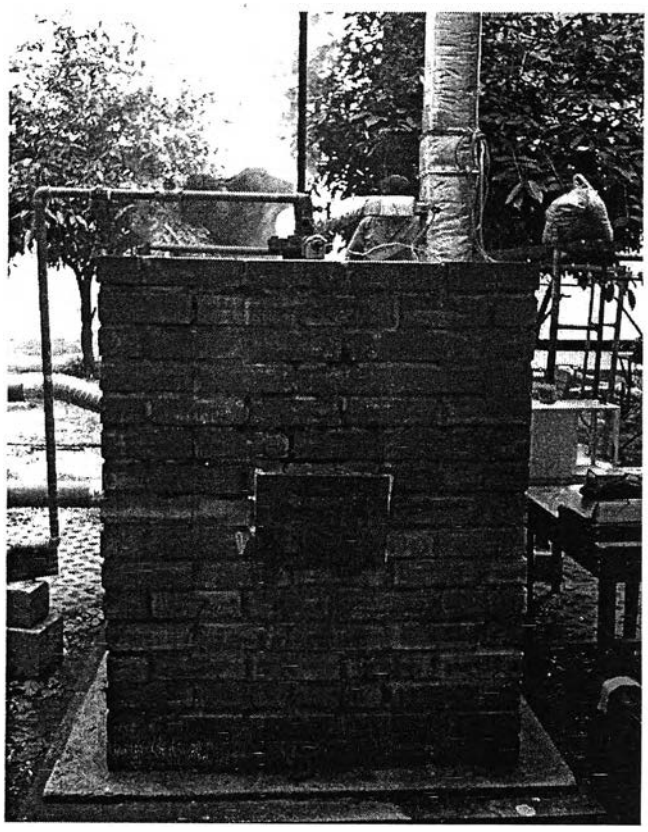
รูปที่ 5.21 แสดงระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



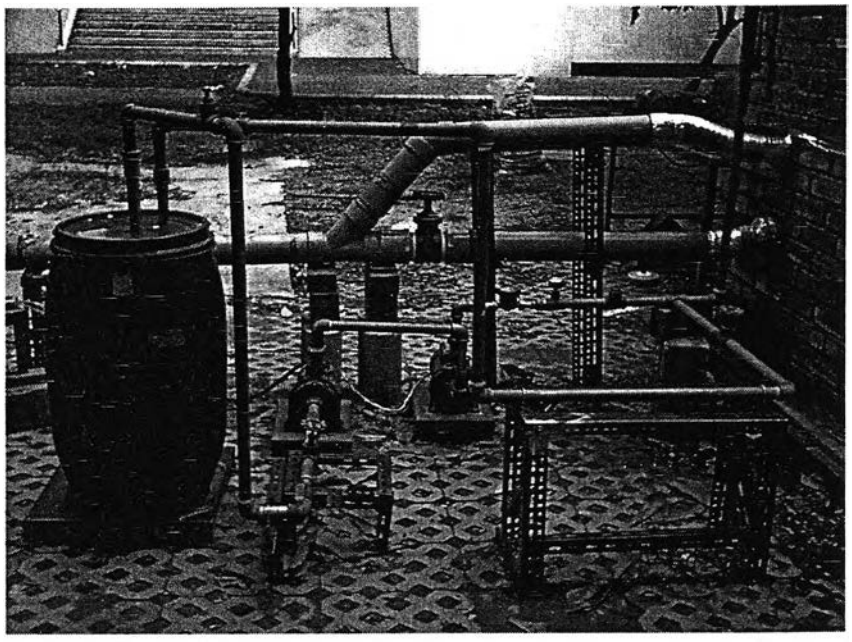
รูปที่ 5.21 (ต่อ) แสดงระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



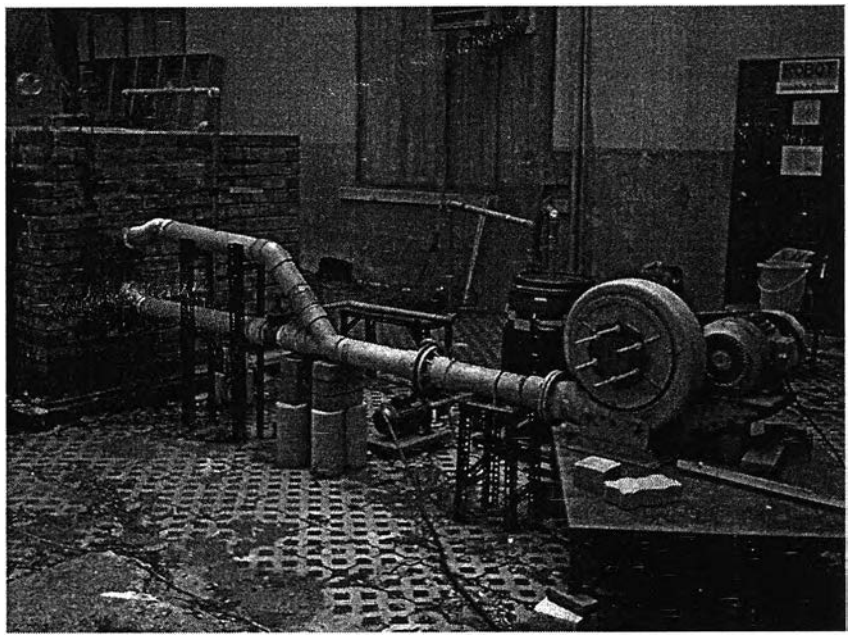
รูปที่ 5.22 แสดงภาพด้านหน้าของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 5.23 แสดงภาพด้านหลังของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 5.24 แสดงอุปกรณ์ชุดจ่ายน้ำป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ



รูปที่ 5.25 แสดงอุปกรณ์ชุดป้อนอากาศ

5.4 การคำนวณหาความดันลดในระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง [22]

ในระบบหม้อไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง เมื่ออากาศไหลผ่านท่ออากาศหรือแก๊สร้อนไหลในท่อไฟ ผลของความหนืดทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เชิงสัมพัทธ์ระหว่างชั้นของไหลด้วยกัน เกิดความเค้นเฉือนและทำให้พลังงานของของไหลสูญเสียไปขณะไหล สิ่งนี้ก็คือการสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานในระบบนั่นเอง ในที่นี้จะคำนวณหาความดันลดที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของระบบหม้อไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง เริ่มตั้งแต่ต้นทาง คือ ระบบท่อจ่ายอากาศ และสุดท้ายที่ทางออก คือ ปล่องควัน

ความดันลดที่เกิดขึ้นเนื่องจากความเสียดทานในท่อ หาได้จากสมการ

$$\Delta p = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2}\rho \tag{5.1}$$

โดยที่ Δp = ความดันลด Pa

L = ความยาวของท่อ m

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ m

ρ = ความหนาแน่นของของไหล kg/m^3

f = ตัวประกอบความเสียดทานของมูดี (Moody's diagram)

V = ความเร็วเฉลี่ยของการไหล m/s

$$V = \frac{Q}{A} \tag{5.2}$$

Q = อัตราการไหลเฉลี่ยของของไหลตลอดทั้งหน้าตัด m^3/s

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อ m^2

ความดันลดที่เกิดเนื่องจากในระบบมีข้อต่อต่างๆ หาได้จากสมการ

$$\Delta p = K\frac{V^2}{2}\rho \tag{5.3}$$

โดยที่ K = สัมประสิทธิ์การสูญเสีย ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของข้อต่อในระบบ

นอกจากนี้การที่จะหาความดันลดที่เกิดขึ้นได้นั้น ต้องทราบถึงลักษณะของการไหลของของไหลด้วย ซึ่งหาได้จากค่าตัวเลขเรย์โนลด์ (Re) ดังสมการ

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu} \tag{5.4}$$

โดยที่ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ m

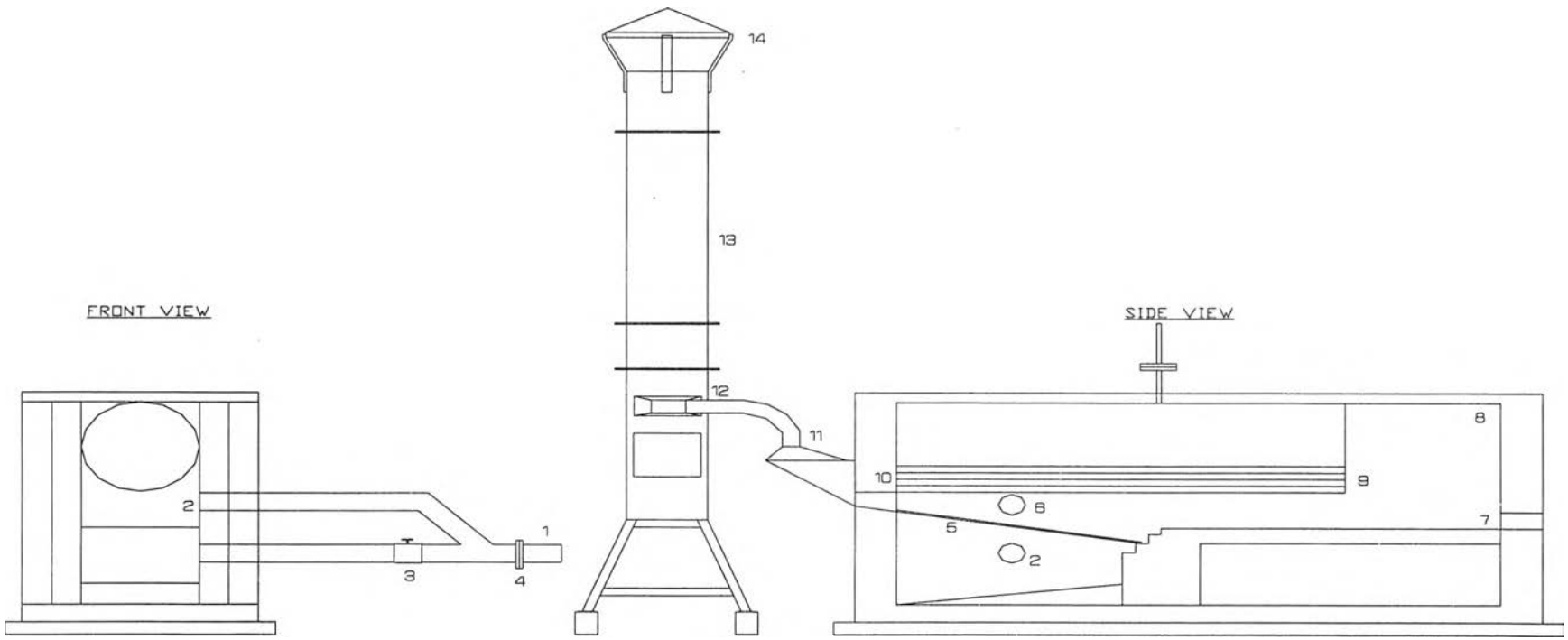
μ = ความหนืดพลวัต Pa·m

กำหนดให้อากาศที่ไหลในท่อจ่ายอากาศมีอุณหภูมิเท่ากับ 30 °C เปิดตารางหาค่าคุณสมบัติจะได้ค่า $\mu = 1.86 \times 10^{-5}$ N s/m^2 และ $\rho = 1.164$ kg/m^3 และสำหรับแก๊สร้อนนั้นพิจารณาว่าเป็นแก๊สไนโตรเจนเพราะว่ามีเปอร์เซนต์องค์ประกอบโดยปริมาตรมากที่สุดในอากาศที่เข้ามาทำปฏิกริยาการเผาไหม้ ที่อุณหภูมิแก๊สร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 393.16 °C เปิดตารางของแก๊สไนโตรเจนหาค่าคุณสมบัติจะได้ $\mu = 310.78 \times 10^{-7}$ N s/m^2 และ $\rho = 0.5085$ kg/m^3 เนื่องจากปริมาณอากาศที่ใช้เท่ากับ 120%EA ดังนั้นความดันลดที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของระบบกำเนิดไอน้ำหาได้จากสมการที่ (5.1) ถึงสมการที่ (5.4) ได้ผลตามตาราง

ส่วนที่พิจารณา	ความเร็วเฉลี่ยของของไหล, m/s	ความดันลดที่เกิด, Pa
ในท่อจ่ายอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว	8.63	24.82
Grobe valve เปิดวาล์วครึ่งหนึ่ง	4.32	232.64
ชุดออริฟิส	8.63	225.62
ทางออกของท่อจ่ายอากาศ	8.63	57.20
ตะกรับ	0.63	3.58
ภายในห้องเผาไหม้	0.23	0.002498
ช่องไหลของแก๊สร้อนในแนวดิ่งที่อยู่ด้านหลังหม้อไอน้ำ	0.35	0.048
ที่ทางเข้าท่อไฟในตัวหม้อไอน้ำ	3.23	3.24
ภายในท่อไฟ	3.23	4.995
ที่ทางออกตัวหม้อไอน้ำ	3.23	4.05
ปล่องรวมแก๊สไอเสีย	65.41	487.02
ท่อนำแก๊สไอเสีย	65.41	94.32
ห้องอบลดความชื้น	10.47	596.36

ส่วนที่พิจารณา	ความเร็วเฉลี่ยของของไหล, m/s	ความดันลดที่เกิด, Pa
ปล่องควัน	10.47	2.83
	รวม	1736.73

จากค่าความดันลดที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่คำนวณได้นี้ สามารถแปลงให้อยู่ในรูปของความแตกต่างของระดับน้ำได้ด้วย กำหนดให้น้ำมีอุณหภูมิเท่ากับ 25 °C มีค่า ρ = 999.04 kg/m^3 ดังนั้นจะได้ความดันลดที่อยู่ในรูปความแตกต่างของระดับน้ำเท่ากับประมาณ 6.977 นิ้วน้ำ



1-2 ท่อจ่ายอากาศ
3 GROBE VALVE
4 ชุดออริฟิส
5 ตะกรับ
6-7 ส่วนของห้องเผาไหม้
7-8 ช่องทางไหลแก๊สร้อนในแนวดิ่ง
9 ทางเข้าท่อไฟ
9-10 ภายในท่อไฟ
10 ทางออกท่อไฟ
10-11 ปล่องรวมก๊าซไอเสีย
11-12 ท่อนำก๊าซไอเสียเข้าสู่ห้องอบลดความชื้น
12-13 ห้องอบลดความชื้น
13-14 ปล่องควัน

รูปที่ 5.26 แสดงส่วนต่างๆ ในระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง ในการคำนวณหาความดันลดที่เกิดขึ้น