หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การศึกษาทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมแผ่นพื้นรองเท้า

การขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมรองเท้า ทั้งในด้านปริมาณและประเภทของผลิตภัณฑ์ เป็นตัวกระตุ้นให้อุตสาหกรรมแผ่นพื้นรองเท้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรอุตสาหกรรมรองเท้ามีการขยายตัวตามไปด้วย เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างเพียงพอ ในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมแผ่นพื้นรองเท้าของไทยสามารถทำการผลิตพื้นรองเท้าประเภทต่างๆ เพื่อรองรับอุตสาหกรรมรองเท้าได้เกือบทั้งหมด โดยใช้วัตถุดิบจากทั้งภายในประเทศและสั่งเข้าจากต่างประเทศ วัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าประกอบด้วยยางพารา สารโพลิเมอร์ประเภทต่างๆ สำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นพื้นรองเท้า ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องจักรพื้นฐานของอุตสาหกรรมยางและพลาสติกทั่วไป แต่ยังต้องอาศัยการนำเข้าสินค้าทุนเหล่านี้จากต่างประเทศเกือบทั้งหมด เครื่องจักรส่วนใหญ่นำเข้าจากประเทศในแถบทวีปเอเชีย คือ ญี่ปุ่น สาธารณรัฐประชาชาจีน และไต้หวัน มีบางส่วนนำเข้าจากประเทศตะวันตก และมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ออกแบบและจัดสร้างได้เองภายในประเทศ

อุตสาหกรรมแผ่นพื้นรองเท้าที่ทำการศึกษานี้ เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตแผ่นพื้นรองเท้าประเภทโฟม มีลักษณะการผลิตและเครื่องจักรที่อยู่ในรูปของโรงงานเดี่ยว หรือเป็นส่วนหนึ่งของโรงงานประกอบรองเท้าขนาดใหญ่ โดยที่โรงงานซึ่งผลิตแผ่นพื้นรองเท้าอย่างเดียวเป็นโรงงานที่ทำการผลิตเพื่อจำหน่ายแก่ลูกค้า ที่เป็นโรงงานประกอบรองเท้าขนาดเล็ก หรือทำการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าคุณภาพดีเพื่อการส่งออกโดยตรง สำหรับโรงงานประกอบรองเท้าขนาดใหญ่นั้น มักมีกระบวนการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าเพื่อใช้เองภายในโรงงาน

แผ่นพื้นรองเท้าประเภทโฟมนี้ มีคุณสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ เช่น มีความอ่อนนุ่ม มีสัมประสิทธิ์ของความยืดหยุ่นดีมาก และจากคุณสมบัติความเป็นฉนวนไฟฟ้าและความร้อนที่ดี บางครั้งแผ่นพื้นรองเท้าจึงถูกนำไปดัดแปลงใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าและ

ความร้อน แผ่นพื้นรองเท้าโฟมนี้ อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ดังนี้

1. แผ่นพื้นรองเท้ายาง

ใช้วัตถุดิบพื้นฐานคือ ยางธรรมชาติ ในบางกรณีอาจจะใช้ยางสังเคราะห์ผสมกับเคมีภัณฑ์ที่ทำให้เกิดโฟม ส่วนใหญ่แผ่นพื้นรองเท้าประเภทนี้จะใช้ในการผลิตรองเท้าผ้าใบหรือรองเท้ากีฬา ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเกาะพื้นได้ดี และรับแรงกระแทกได้สูง

2. แผ่นพื้นรองเท้า EVA

ใช้วัตถุดิบพื้นฐานเป็นสารโคโพลีเมอร์ชื่อ เอทีลีนไวนิลอะซิเตท (Ethylene Vinyl Acetate - EVA) ผสมกับโพลีเมอร์ตัวอื่นๆ และเคมีภัณฑ์ที่ทำให้เกิดโฟม แผ่นพื้นรองเท้าประเภทนี้ใช้เป็นพื้นรองเท้าของรองเท้าแตะประเภทต่างๆ ตามระดับคุณภาพของโฟม

ในการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าทั้ง 2 ประเภท ดังกล่าวข้างต้น มีกระบวนการผลิตและเครื่องจักรที่คล้ายคลึงกัน แตกต่างกันเฉพาะสารเคมีและวัตถุดิบอื่นๆ และเนื่องจากการศึกษานี้ได้ใช้โรงงานผลิตแผ่นพื้นรองเท้า EVA เป็นโรงงานกรณีศึกษา ในส่วนของรายละเอียดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมแผ่นพื้นรองเท้าจะยึดลักษณะของโรงงานตัวอย่างเป็นหลัก

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

แผ่นพื้นรองเท้า EVA เป็นแผ่นพื้นรองเท้าที่ใช้ EVA เป็นวัตถุดิบพื้นฐาน มีคุณสมบัติและคุณภาพเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์แตกต่างกันออกไปตามส่วนผสมและอัตราส่วนของ EVA ซึ่งขึ้นอยู่กับสูตรการผลิต แต่ทุกสูตรการผลิตจะมีการใช้วัตถุดิบประเภทต่างๆ คล้ายคลึงกันซึ่งอาจแยกออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

3.1.1 วัตถุดิบพื้นฐาน เป็นวัตถุดิบส่วนที่เป็นเนื้อโฟมจริง ประกอบด้วย

เอทีลีนไวนิลอะซิเตท (Ethylene Vinyl Acetate - EVA)

เป็นวัตถุดิบพื้นฐานที่สำคัญของการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าประเภทนี้ ในทางเคมีจัดเป็นสารประเภทโคโพลีเมอร์ระหว่างเอทีลีนและไวนิลอะซิเตท ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเป็นเม็ดใส น้ำหนักเบา เหนียว มีความยืดหยุ่นสูง EVA ที่มีคุณภาพดีส่วนใหญ่ยังต้อง

อาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง ทำให้เกิดผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตมาก เพราะเป็นวัตถุดิบที่จำเป็นและมีสัดส่วนการใช้สูง

โพลีเอทีลีน (Polyethelene - PE)

ลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ทรงกระบอกสีเข้ม ชนิดที่เหมาะสมกับการใช้ในกระบวนการผลิต คือ ชนิดความหนาแน่นต่ำ(LDPE) ซึ่งเม็ด PE ที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นชนิดหลอมกลับมาใช้ใหม่ (recycle) จากถุงพลาสติกชนิดต่างๆ โดยโรงงานภายในประเทศ ซึ่งเป็นผลให้คุณภาพไม่คงที่ และมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าด้วย โดยเฉพาะปัญหาการมี PE ชนิดความหนาแน่นสูง(HDPE) ผสมอยู่ด้วย และปัญหาสิ่งเจือปนอื่นๆ คุณสมบัติโดยทั่วไปด้อยกว่า EVA แต่ราคาต่ำกว่า จึงใช้แทน EVA ได้บางส่วน

ยางธรรมชาติ

โดยคุณสมบัติทางเคมีถือเป็นโพลีเมอร์ชนิดหนึ่ง มีแหล่งผลิตอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย เป็นวัตถุดิบพื้นฐานชนิดหนึ่งในการผลิต เพื่อลดสัดส่วนของ EVA ตามชนิดของสูตร แต่เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติจึงทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ถ้าเก็บรักษาไว้นาน

ยางสังเคราะห์

ใช้แทนยางธรรมชาติได้ ราคาจะสูงกว่า แต่มีข้อดีอยู่ที่มีความคงตัวสูงกว่ายางธรรมชาติ

3.1.2 **เคมีภัณฑ์** แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

เคมีภัณฑ์ที่ทำให้ของผสมบ่มตัว (Curing Agent)

เป็นเคมีภัณฑ์ชนิดที่ทำให้มีการเกิดพันธะทางเคมีขึ้นในเนื้อของผสม เคมีภัณฑ์ชนิดนี้ คือ Dicumyl Peroxide

เคมีภัณฑ์ที่ทำให้เกิดฟองอากาศ (Blowing or Foaming Agent)

เป็นเคมีภัณฑ์ชนิดที่ทำให้มีการก๊าซขึ้นในเนื้อของผสมเมื่ออุณหภูมิสูง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดสภาพของโฟมขึ้น เคมีภัณฑ์นี้จะทำงานได้ดีถ้ามีการเติมสารเคมี Zinc Oxide

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลงไปช่วยกระตุ้นด้วย

3.1.3 แม่สี

มีใช้ในหลายลักษณะคือ ชนิดผง ชนิดก้อน และชนิดแผ่น ชนิดผงมักจะไม่นิยมใช้ เพราะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายภายในโรงงาน ในกระบวนการผลิตมีการเติมสารเคมี Titanium Dioxide ลงไปผสมด้วย เพื่อให้สีเด่นชัดขึ้น

3.1.4 วัตถุดิบเจือเติม (Filler)

เป็นวัตถุดิบที่ใช้เติมลงไปในเนื้อสารของผสม เพื่อลดสัดส่วนของวัตถุดิบพื้นฐาน เป็นการลดต้นทุนการผลิต ในกระบวนการผลิตนี้ใช้แป้งแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) ซึ่งผลิตได้เองภายในประเทศ จากแหล่งหินปูนต่าง ๆ

3.1.5 วัตถุดิบที่ช่วยให้กระบวนการผลิตคล่องตัว

เป็นวัตถุดิบที่ทำให้กระบวนการผลิตราบรื่น เช่น ไข (Stearic Acid) มีลักษณะเป็นผง เติมลงไปในขณะผสมสารเคมี เพื่อไม่ให้ไปเนื้อสารเคมีเกาะติดชิ้นส่วนเครื่องจักร และใช้ซิลิโคลนเหลว (Silicone Fluids) ซึ่งมีเสถียรภาพต่อความร้อน พ่นเคลือบลงบนผิวของแม่พิมพ์(Mold) เพื่อไม่ให้ของผสมติดกับผิวแม่พิมพ์ในปฏิกิริยาทางความร้อน

นอกจากวัตถุดิบทั้ง 5 ประเภทดังกล่าวข้างต้นแล้ว ในบางกรณีอาจจะมีการนำเศษผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนการผลิต มาใช้ผสมเป็นวัตถุดิบย้อนกลับ (Recycle Material) ซึ่งเป็นการลดความสูญเสียของกระบวนการผลิตได้บางส่วน

3.2 รูปแบบของผลิตภัณฑ์

แผ่นพื้นรองเท้าที่ผลิตโดยโรงงานกรณีศึกษา มีความหลากหลายในด้านสูตรตามความต้องการของตลาด โดยที่คุณภาพของเนื้อแผ่นพื้นรองเท้าจะขึ้นอยู่กับปริมาณของ

EVA ที่ใช้ในแต่ละสูตร ถ้ามี EVA อยู่ในสัดส่วนสูง เนื้อผลิตภัณฑ์จะมีความนุ่มและคุณสมบัติเชิงกลดีกว่าสูตรที่มี EVA อยู่ในสัดส่วนที่ต่ำ

แผ่นพื้นรองเท้าที่ออกจากเครื่องอัดแผ่นไฮดรอลิค (จะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป) มีขนาดความกว้าง 100-130 ซ.ม. ความยาว 200-250 ซ.ม. และความหนา 17-25 ซ.ม. โดยมีสีและลายของผิวตามความต้องการของตลาด แผ่นพื้นรองเท้านี้ยังต้องนำไปผ่านกระบวนการแปรรูป เพื่อให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าเป็นราย ๆ ไป

การแปรรูปแผ่นพื้นรองเท้ากระทำใน 2 ลักษณะ คือ

- เปลี่ยนเฉพาะความหนาเท่านั้น โดยการนำแผ่นพื้นรองเท้าไปผ่าแบ่งความหนาคงที่ตลอดแผ่น ส่วนลายนั้นจะคงไว้หรือผ่าออกก็ได้แล้วแต่คำสั่งของลูกค้า
- เปลี่ยนรูปแบบเป็นแผ่นลาดหรือเอียง การแปรรูปในลักษณะนี้มีความประสงค์จะให้ลูกค้าไปตัดเป็นรูปพื้นรองเท้าที่ลาดเข้ากับรูปเท้าได้ทันที (ผ่าสโลป) หรือผ่าในลักษณะเอียงเพื่อนำไปใช้เป็นส้นของรองเท้า (ผ่าเลียบ)

รูปที่ 3.1 รูปแบบของการผ่าลาดและผ่าเอียง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ประกอบกันขึ้นเป็นสายการผลิตแผ่นพื้นรองเท้า เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับกระบวนการผลิตทั่วไปในอุตสาหกรรมยางและพลาสติก ที่มีการผสมวัตถุดิบและการรีดแผ่น ในสายการผลิตที่ทำการศึกษามีเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.3.1 เครื่องผสม (Mixer)

เครื่องผสมที่ใช้สำหรับกระบวนการผลิตนี้ เป็นเครื่องผสมประเภทที่มีชื่อเรียกเฉพาะว่า Dispersion Mixer ที่ทำงานภายใต้ความดัน เป็นเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อรองรับกระบวนการผลิตของผสม(Compound)จากวัตถุดิบแข็ง ซึ่งต่อมามีการประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมยางและพลาสติกได้เป็นอย่างดี

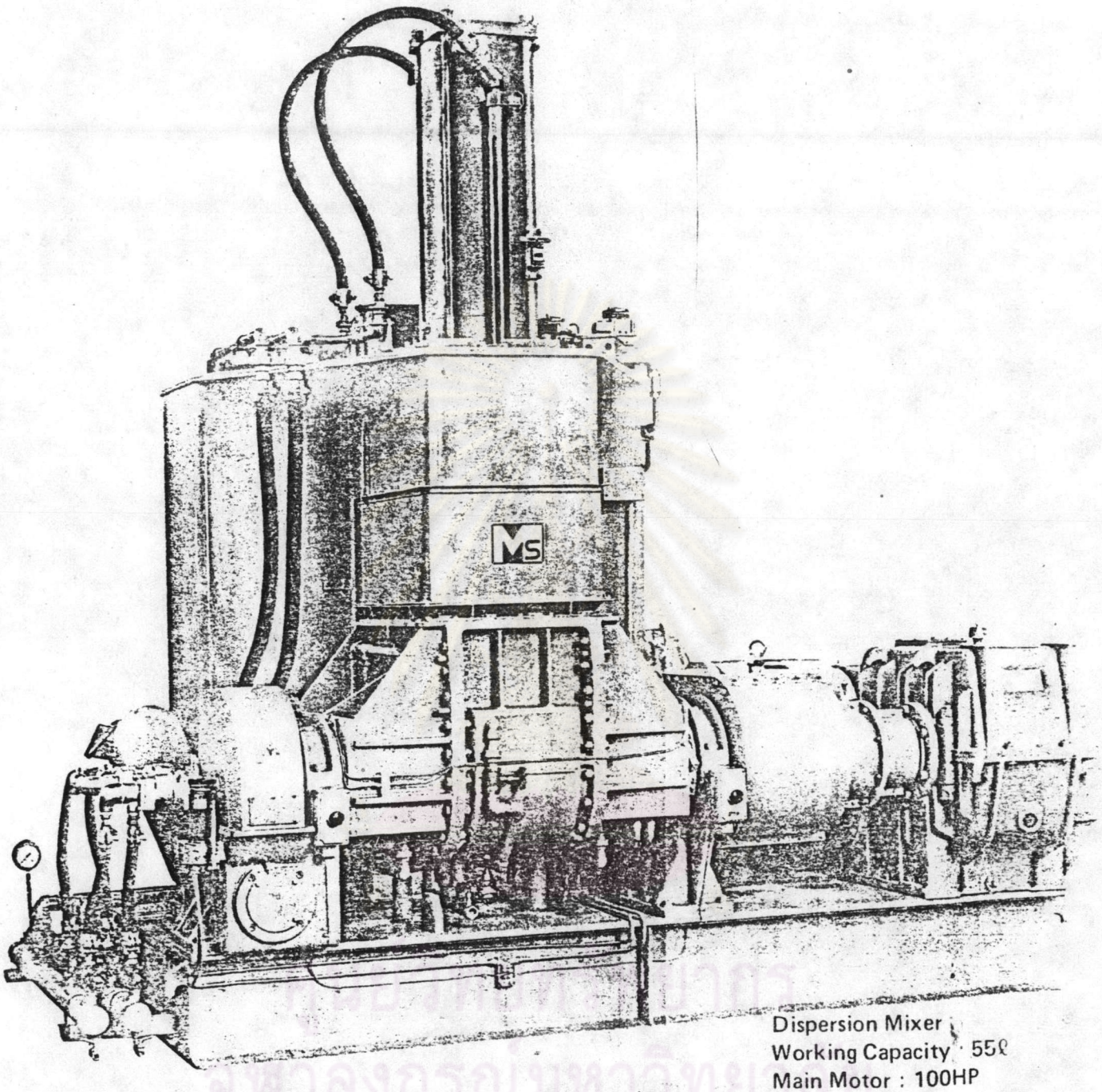
เครื่องผสมประเภทนี้สามารถทำการผสมวัตถุดิบประเภทต่างๆได้อย่างกว้างขวาง ลักษณะการผสมจะเกิดขึ้นในห้องผสม (Mixing Chamber) แบบปิด ทำการผสมโดยใช้ใบมีดผสม (Blade) 2 ชุดที่หมุนสวนทางกันโดยมีความเร็วรอบที่ต่างกัน การผสมนี้จะเกิดขึ้นภายใต้ความดันจากกระบอกสูบลมที่กดลงบนหัวอัด (Ram) ซึ่งทำหน้าที่เป็นฝาปิดห้องผสมในตัวด้วย (ดูรูปที่ 3.2) ตลอดการผสมจะมีความร้อนเกิดขึ้นเนื่องจากการเสียดสี จึงต้องมีการระบายความร้อนออก โดยใช้น้ำไหลเวียนเข้าไปในเปลือก (Jacket) ของห้องผสมและในใบมีดผสม เมื่อการผสมวัตถุดิบสิ้นสุดลงห้องผสมจะถูกบังคับให้เอียงเทของผสมออก

ต้นกำลังที่ใช้กับเครื่องผสมจะได้รับจากมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ โดยมอเตอร์ไฟฟ้านี้จะทำหน้าที่หมุนเพลาของใบมีดผสมทั้งคู่ ขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าจะแตกต่างกันตามขนาดความจุของเครื่องผสม และความเร็วรอบของใบมีดก็จะแตกต่างกันตามขนาดความจุของเครื่องผสมเช่นเดียวกัน โดยใบมีดผสมทั้งคู่ (หน้า-หลัง) มีความเร็วรอบที่ต่างกันด้วยดังได้กล่าวไปแล้ว ตารางที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของเครื่องผสมจากข้อมูลของผู้ผลิตเครื่องจักรรายหนึ่ง

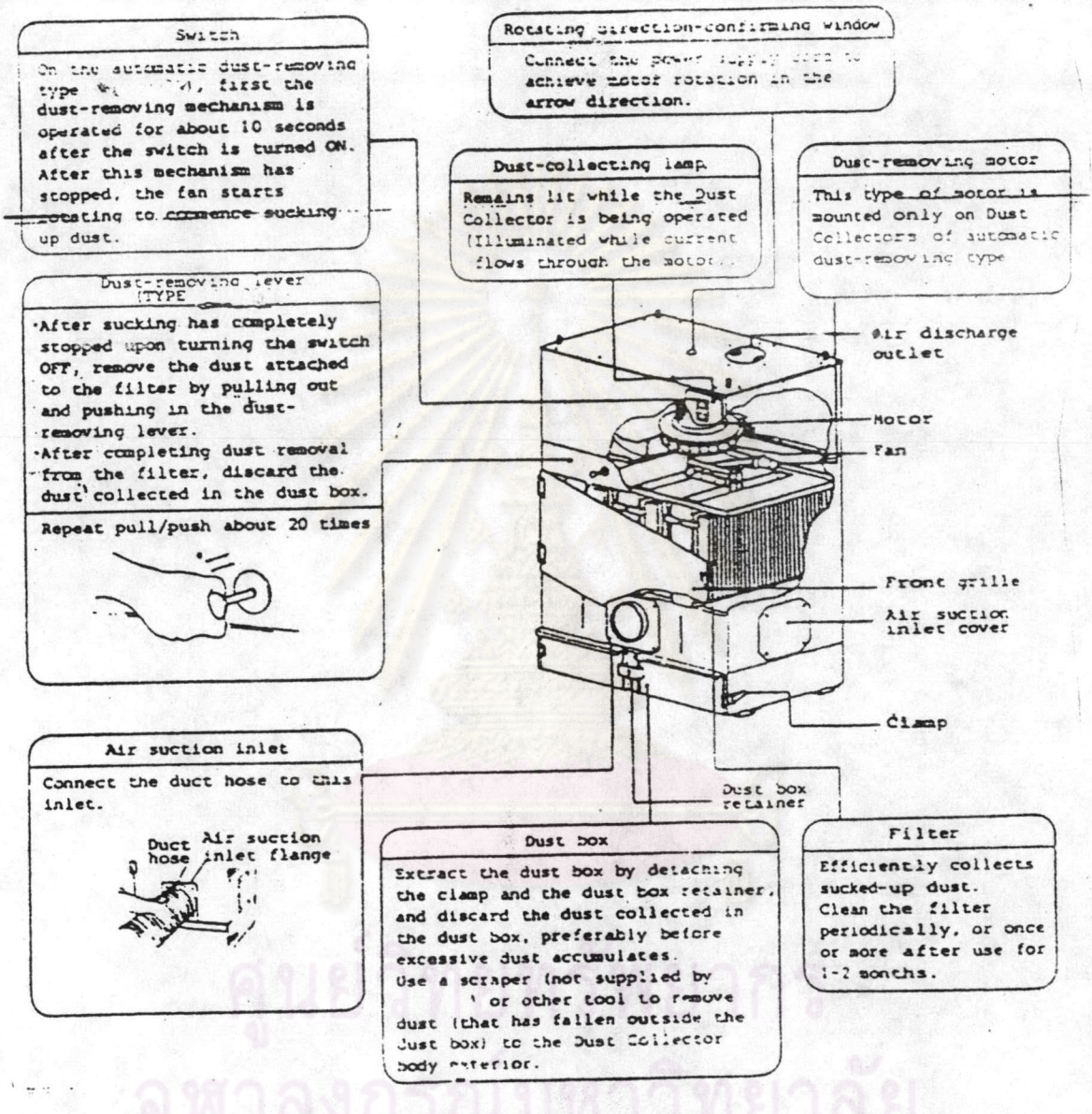
ขนาดความจุการผสม(ลิตร)	กำลังของมอเตอร์ (HP)	ความเร็วรอบ/นาทีของใบมีด(หน้า:หลัง)
0.5	3	20~120:19~100
1	5	20~120:14.7~88
3	7.5	22~88 :14.5~58
10	20	32.5 : 24
20	40	32 : 25
35	75	30 : 24.5
55	100-125	30 : 24.5
75	125-150	30 : 24.5
110	200-250	30 : 24.5
150	250-300	30 : 24.5
200	400	30 : 24.5
300	600	30 : 24.5

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของเครื่องผสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 เครื่องผสมสารเคมี (Dispersion Mixer)



รูปที่ 3.3 เครื่องดูดฝุ่น (Dust Collector)

นอกจากมอเตอร์หลักที่ใช้ขับเคลื่อนใบมีดผสมแล้ว ยังมีมอเตอร์ที่ใช้บังคับเทของผสมอีก 1 ตัว มอเตอร์บังคับเทนี้มีขนาดตั้งแต่ 0.5 แรงม้า ถึง 15 แรงม้า ขึ้นอยู่กับขนาดของความจุการผสม สำหรับที่โรงงานกรณีศึกษาใช้เครื่องผสมขนาดความจุ 110 ลิตร มีมอเตอร์หลักขนาด 200 แรงม้า และมอเตอร์บังคับเทของผสมขนาด 7.5 แรงม้า ใช้จารบีเป็นสารหล่อลื่นตลับลูกปืนยึดเพลาส่งกำลัง

การทำงานของเครื่องผสมนี้ ต้องอาศัยความดันจากกำลังของลมอัดจากกระบอกลม (Pneumatic Cylinder) เพื่อสร้างความดันในห้องผสม อุปกรณ์ประกอบเครื่องผสมที่ทำหน้าที่ในการจ่ายลมอัดให้กับระบบนี้ คือ เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) ซึ่งใช้เครื่องอัดอากาศชนิดกระบอกสูบ (Reciprocating Air Compressor) สำหรับเครื่องผสมขนาดความจุ 110 ลิตรนี้ จะต้องใช้เครื่องอัดอากาศขนาด 10 แรงม้า

ขณะที่เครื่องผสมกำลังทำงานอยู่ จะมีฝุ่นละอองฟุ้งกระจายออกมาจากในห้องผสมเพื่อไม่ให้ฝุ่นละอองเหล่านี้ฟุ้งกระจาย และสร้างปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงานขึ้น จึงต้องติดตั้งเครื่องดูดฝุ่น (Dust Collector) ชนิดไส้กรอง โดยเครื่องดูดฝุ่นนี้ทำงานด้วยพัดลมดูด (Draft Fan) ขนาดมอเตอร์ 1 แรงม้า และมีกล่องเก็บกักฝุ่นขนาดความจุ 39 ลิตร การติดตั้งเครื่องดูดฝุ่นเข้ากับเครื่องผสมจะใช้ท่ออ่อน (Flexible Duct) ต่อเข้ากับช่องดูดฝุ่นที่เหนือห้องผสม (ดูรูปที่ 3.3)

เมื่อของผสมถูกเทออกจากห้องผสม จะตกลงในกะบะของเครื่องลำเลียงแบบยกเท (Skip Conveyor) ซึ่งมีขนาดความจุของกะบะเท่ากับขนาดความจุของเครื่องผสมเครื่องลำเลียงแบบยกเทนี้มีลักษณะเอียงลาด ตัวกะบะจะเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวเอียงลาดนี้ โดยใช้โซ่เป็นอุปกรณ์ส่งกำลังจากมอเตอร์ขนาด 2.2 กิโลวัตต์ ที่ส่งกำลังผ่านเกียร์ทด (Reducing Gear Box) เพื่อลดความเร็วรอบลงให้เหมาะกับการใช้งาน เมื่อกะบะเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด จะมีกลไกบังคับให้กะบะเอียงเทของผสมลงในเครื่องจักรเครื่องต่อไปของกระบวนการผลิต

ที่เครื่องผสมนี้วัตถุดิบที่เตรียมไว้ตามความต้องการของแต่ละสูตรการผลิตเกือบทั้งหมด คือ EVA PE แป้งแคลเซียมคาร์บอเนต กรดไขมัน แม่สี จะถูกเทลงใน

ห้องผสมพร้อมกับยางและเศษยด เครื่องผสมจะทำการผสมวัตถุดิบด้งกล่าวภายใต้ความดันจากหัวอัดประมาณ 6-7 บาร์ ที่ส่วนล่างของห้องผสมจะติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) เพื่อวัดอุณหภูมิของการผสม เมื่ออุณหภูมิที่เกิดจากแรงเสียดทานของการผสมสูงขึ้นถึงประมาณ 123° ซ. จะเปิดห้องผสมแล้วเทเคมีภัณฑ์ที่ทำให้เกิดการบ่มตัว (Curing Agent) คือ Dicumyl Peroxide และเคมีภัณฑ์ที่ทำให้เกิดสภาพโฟม (Foaming Agent) ลงไปทำการผสมต่อ ระหว่างการผสมนี้จะมีการระบายความร้อนออกจากตัวห้องผสมตลอดเวลาเพื่อป้องกันการชิงเกิดปฏิกิริยาเคมี การผสมนี้จะสิ้นสุดลงเมื่อวัตถุดิบคลุกเคล้าและหลอมตัวเข้ากันจนหมด โดยที่อุณหภูมิของการผสมต้องไม่เกิน 127° ซ. หัวอัดจะถูกยกขึ้นเพื่อป้องเปิดห้องผสมเตรียมเอียงเท เมื่อของผสมทั้งหมดถูกเทออกมาแล้ว โดยที่กะบะรับจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เครื่องลำเลียงจะดึงกะบะบรรจุของผสมขึ้นจนถึงจุดสูงสุด ซึ่งสูงจากพื้นประมาณ 3.5 เมตร กะบะจะเอียงคว่ำลงเทของผสมลงไปในเครื่องนวดแบบ 2 ลูกกลิ้ง ซึ่งเป็นเครื่องจักรเครื่องต่อไปของกระบวนการผลิต

3.3.2 เครื่องนวด 2 ลูกกลิ้ง (2-Roll Mixing Mill)

เครื่องจักรเครื่องนี้ทำหน้าที่ในการนวดของผสม เพื่อลดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ทำให้ของผสมอ่อนตัวลงและเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ของผสมเมื่อออกจากเครื่องนี้แล้ว จะมีสภาพพร้อมที่จะนำไปรีดแผ่นต่อไป

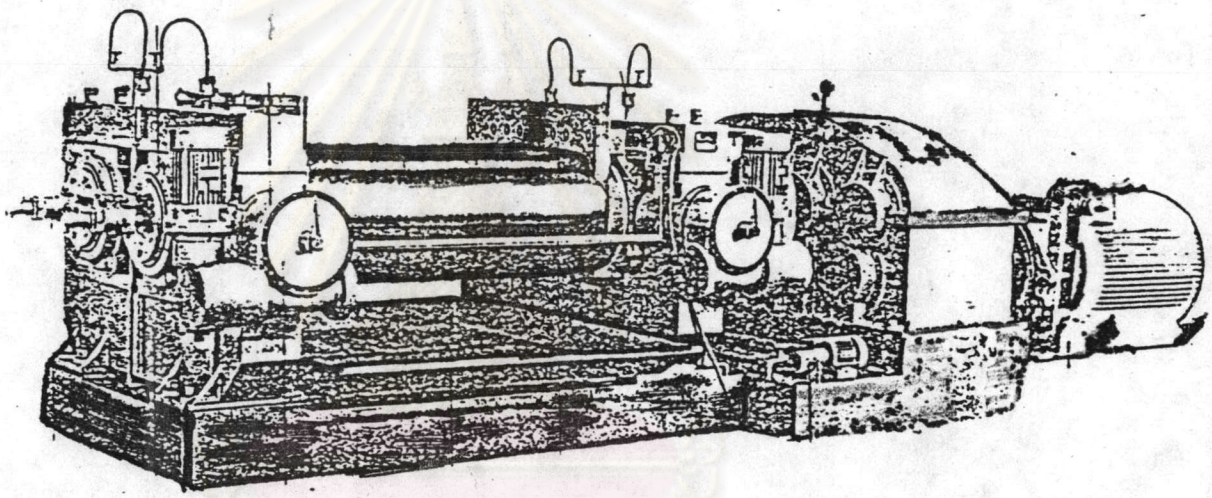
เครื่องนวด 2 ลูกกลิ้งนี้ ประกอบด้วยลูกกลิ้งที่ผ่านการชุบแข็งที่ผิวด้วยโครเมียม (Hard-Chrome) ในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาใช้เครื่องนวด 2 ลูกกลิ้งที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้ง 550 มิลลิเมตร ยาว 1500 มิลลิเมตร ลูกกลิ้งทั้ง 2 ลูกนี้หมุนด้วยอัตราเร็วไม่เท่ากันและในทิศทางที่ตรงข้ามกัน โดยลูกหน้าหมุนด้วยความเร็วเชิงเส้น 28 เมตรต่อนาที ส่วนลูกหลังหมุนด้วยความเร็วเชิงเส้น 35 เมตรต่อนาที การหมุนด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากันนี้ เป็นการเพิ่มความเสียดทานภายในเนื้อของผสมในรูปของแรงเฉือน(Shear Force) และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งสามารถปรับได้ในช่วง 0-16 มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 3.4)

การขับเคลื่อนลูกกลิ้งใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 95 กิโลวัตต์ และมีมอเตอร์ที่ใช้ขับเกลียวหนอนกรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งขนาด 3 กิโลวัตต์ การหล่อลื่นเครื่องจักรใช้น้ำมันหล่อลื่นชนิดเหลว (Fluid Lubricant) จึงต้องมีปั๊มน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้มอเตอร์ขนาด 0.25 กิโลวัตต์ เพื่อสูบฉีดน้ำมันหล่อลื่นและไหลเวียนไปเลี้ยงส่วนสัมผัสของชิ้นส่วนเครื่องจักรที่เคลื่อนที่

การรับแรงของตัวลูกกลิ้งและกลไก สามารถรับแรงดันขณะทำงานได้สูงสุดไม่เกิน 200 กิโลกรัมต่อ ตร.ซม. และสามารถรับน้ำหนักของของผสมได้ครั้งละ 50-65 กิโลกรัม

การใช้งานเครื่องนวด 2 ลูกกลิ้งนี้ จะต้องอุ่นลูกกลิ้งให้ผิวลูกกลิ้งมีอุณหภูมิประมาณ 100° ซ. และรักษาอุณหภูมินี้ไว้ตลอดช่วงใช้งาน เมื่อของผสมถูกเทจากเครื่องลำเลียงแบบยกเทลงในเครื่องระหว่างลูกกลิ้งแล้ว ลูกกลิ้งทั้ง 2 ลูกจะบดของผสมจนเป็นแผ่นพันอยู่รอบลูกกลิ้งที่หมุนเร็วกว่า เมื่อใช้งานไปเรื่อยๆ ลูกกลิ้งจะมีการสะสมความร้อนจากแรงเสียดทาน จึงต้องมีการระบายความร้อนออกโดยเปิดน้ำเข้าไปหล่อเย็นและปิดไอน้ำที่ป้อนเข้าไปในลูกกลิ้ง เพื่อรักษาอุณหภูมิของผิวลูกกลิ้งไม่ให้ร้อนเกินไปซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการปล่อยให้อุณหภูมิผิวสูงมากๆเคมีภัณฑ์บางส่วนจะหลอมเหลวและระเหยออกไป ทำให้สัดส่วนของสูตรผิดไปจากมาตรฐาน

เมื่อของผสมผ่านกระบวนการที่เครื่องจักรนี้แล้ว เนื้อของผสมจะมีความอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้น เนื้อสารละเอียดขึ้นและเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ของผสมนี้จะถูกนำขึ้นสายพานลำเลียงขนาดเล็กเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องรีดแผ่นต่อไป



รูปที่ 3.4 เครื่องนวด 2 ลูกกลิ้ง (2-Roll Mixing Mill)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3 เครื่องรีดแผ่น 4 ลูกกลิ้ง (4-Roll Calender)

เป็นเครื่องจักรที่ใช้รีดของผสมให้เป็นแผ่นยาวต่อเนื่อง ตัวเครื่องประกอบด้วยลูกกลิ้ง 4 ลูก วางเรียงในแนวตั้ง 3 ลูก และลูกบนสุดวางเยื้องศูนย์ไปประมาณ 30° จากแนวระดับเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลาง ผิวของลูกกลิ้งทุกลูกเป็นผิวชุบแข็งโครเมียม ของผสมจากเครื่องนวด 2 ลูกกลิ้ง จะถูกนำเข้าในเครื่องที่ระหว่างลูกกลิ้ง 2 ลูกบน (ดูรูปที่ 3.5) แล้วสอดเข้าที่ลูกกลิ้งลูกถัดลงไป แผ่นของผสมจะสอดสลับไปมาระหว่างลูกกลิ้ง จนออกเป็นแผ่นยาวขนาดความกว้างคงที่ที่ลูกกลิ้งตัวล่างสุด ที่ลูกกลิ้งตัวล่างสุดนี้มีใบมีดติดตั้งอยู่ที่ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน เพื่อใช้ตัดขอบแผ่นของผสมออกให้มีความกว้างคงที่

ลูกกลิ้งทั้ง 4 ลูกนี้ มีความเร็วรอบไม่เท่ากัน สำหรับเครื่องจักรที่โรงงานกรณีศึกษาลูกกลิ้งทั้ง 4 ลูกมีอัตราส่วนความเร็วเป็น 0.75:1:1:0.75 เรียงตามลำดับจากบนลงล่าง ลูกกลิ้งทุกลูกถูกขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ขนาด 55 แรงม้า ด้วยความเร็วรอบ 1,050 รอบต่อนาที แล้วลดรอบลงเพื่อไปขับเพลาลูกกลิ้ง ซึ่งส่งกำลังระหว่างกันด้วยเฟืองเกียร์ ลูกกลิ้งแต่ละลูกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 360 มิลลิเมตร ยาว 1,120 มิลลิเมตร สามารถปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งได้ในช่วง 0-10 มิลลิเมตร โดยความหนาต่ำสุดของแผ่นของผสมที่สามารถรีดได้คือ 0.20 มิลลิเมตร ความกว้างสูงสุดของแผ่นของผสมสูงสุด 920 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งนี้สามารถปรับได้โดยใช้มอเตอร์ขนาด 0.37 กิโลวัตต์ การหล่อลื่นเครื่องจักรใช้น้ำมันหล่อลื่นที่สูบฉีดไหลเวียนโดยใช้ปั๊มขนาดมอเตอร์ 0.25 กิโลวัตต์

ของผสมเมื่อผ่านเข้าไปในลูกกลิ้งจะถูกบีบจากเป็นก้อนให้เป็นแผ่นบางสม่ำเสมอ โดยปกติจะตั้งความหนาของการรีดโดยการปรับระยะห่าระหว่างลูกกลิ้งไว้ 0.8 มิลลิเมตร และตั้งระยะห่างระหว่างใบมีดเพื่อกำหนดความกว้างของแผ่นผสมไว้ 700 มิลลิเมตร

การรีดแผ่นของผสมจำเป็นต้องมีความร้อนเข้าช่วยให้การรีดทำได้ง่ายขึ้น ในช่วงเริ่มต้นทำงานจึงต้องมีการป้อนไอน้ำเข้าไปในลูกกลิ้งทุกลูก จนผิวของลูกกลิ้งทุกลูกมีอุณหภูมิประมาณ 100° ซ. จึงเริ่มป้อนของผสมเข้ารีดและทำนองเดียวกันกับเครื่องนวด 2 ลูกกลิ้ง เมื่อทำงานไประยะหนึ่งจะมีการสะสมความร้อนเนื่องจากการเสียดสี เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของผิวลูกกลิ้งสูงมากเกินไป จึงต้องมีการป้อนไอน้ำเข้าลูกกลิ้งและ

เปิดน้ำเข้าไปหล่อเย็นในลูกกลิ้ง เป็นการควบคุมอุณหภูมิของผิวลูกกลิ้งให้อยู่ในช่วงปกติ

แผ่นของผสมผ่านที่ออกจากเครื่องรีดแผ่น 4 ลูกกลิ้ง จะถูกดึงไปเข้าเครื่องจักรเครื่องต่อไปของกระบวนการผลิต คือ เครื่องรีดแผ่น 9 ลูกกลิ้ง

3.3.4 เครื่องรีดแผ่น 9 ลูกกลิ้ง (9-Roll Calender)

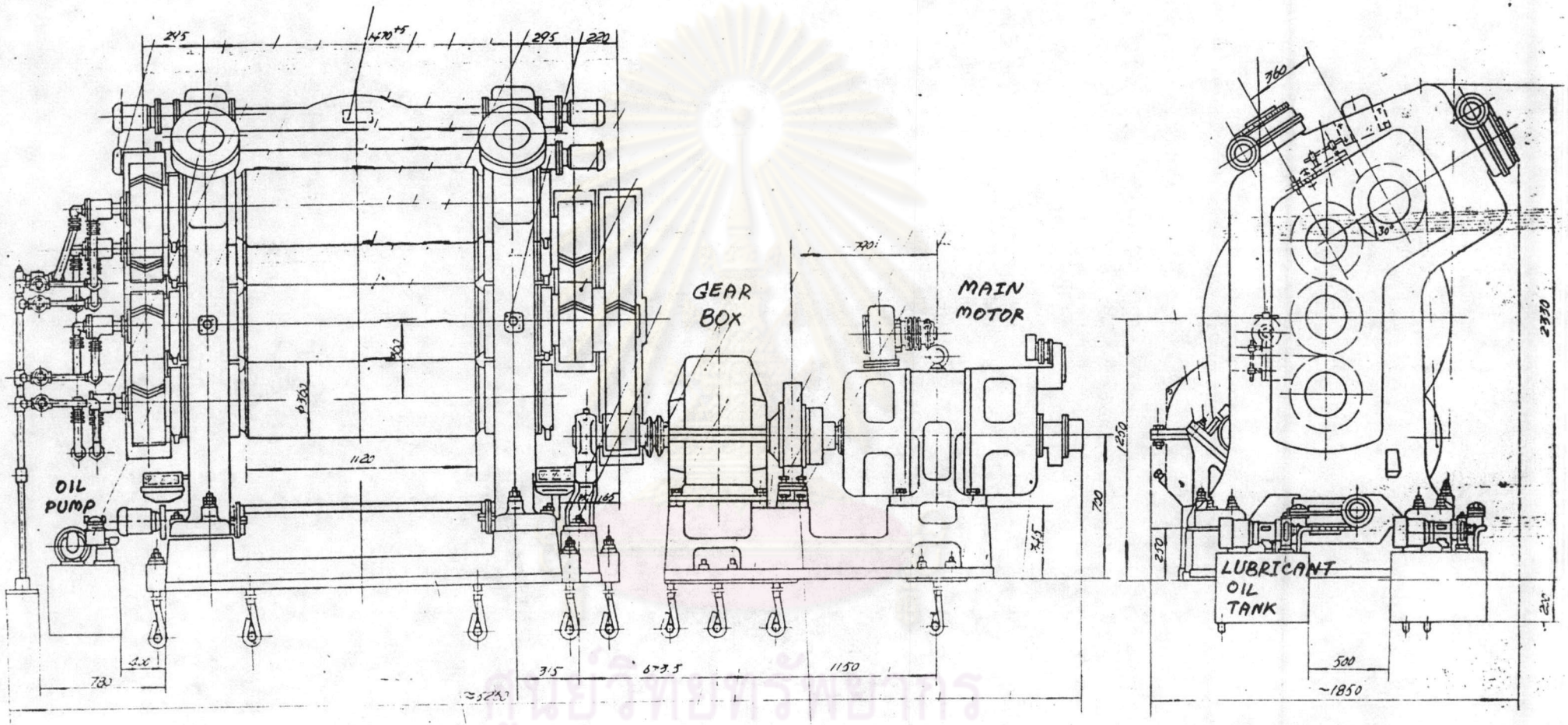
เครื่องรีดแผ่น 9 ลูกกลิ้งนี้ เป็นเครื่องจักรที่ใช้ลดอุณหภูมิของแผ่นของผสมให้ต่ำลง เครื่องจักรนี้ประกอบด้วยลูกกลิ้งผิวชุบโครเมี่ยมแข็ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร กว้าง 1,000 มิลลิเมตร จำนวน 9 ลูกวางเรียงในแนวนอน เรียงสลับบนและล่าง 2 แถว แผ่นของผสมที่ยาวต่อเนื่องจะถูกดึงให้เคลื่อนที่อยู่ในระหว่างลูกกลิ้งทั้ง 9 ลูกสอดสลับไปมา ผิวหน้าของแผ่นของผสมจะสัมผัสกับผิวลูกกลิ้งตลอดเวลา เพื่อระบายความร้อนในเนื้อของผสมออกให้กับลูกกลิ้ง

ความร้อนที่ระบายออกจากแผ่นของผสมจะสะสมที่ลูกกลิ้ง จึงจำเป็นต้องมีการหล่อเย็นลูกกลิ้งเพื่อเป็นการลดอุณหภูมิของลูกกลิ้ง โดยการปล่อยน้ำอุณหภูมิปรกติเข้าในลูกกลิ้งเพื่อรับถ่ายเทความร้อนที่ลูกกลิ้งออกมา ปรกติอุณหภูมิผิวของลูกกลิ้งไม่ควรจะสูงเกินกว่า 45° ซ.

การขับเคลื่อนลูกกลิ้งของเครื่องจักรนี้ ใช้กำลังงานจากมอเตอร์ของเครื่องรีดแผ่น 4 ลูกกลิ้ง การใช้มอเตอร์ร่วมกันในลักษณะนี้ทำให้เกิดผลดีในการปรับแต่งความเร็วของการปฏิบัติงานที่ต้องสัมพันธ์กันกับความเร็วของเครื่องรีดแผ่น 4 ลูกกลิ้งด้วย โดยใช้โซ่เป็นกลไกในการส่งกำลังทั้งจากมอเตอร์และระหว่างลูกกลิ้งแต่ละลูก

การหล่อลื่นชิ้นส่วนทางกลของเครื่องจักร จะใช้จารบีอัดเข้าไปในชุดตลับลูกปืน (ตุ๊กตา) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ยึดเพลาของลูกกลิ้งทุกลูกกับโครงสร้างเครื่องจักร

เครื่องจักรชุดนี้เป็นเครื่องจักรที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้นใช้เอง ไม่ได้เป็นเครื่องจักรที่นำเข้าสำเร็จรูปจากต่างประเทศ



รูปที่ 3.5 เครื่องรีดแผ่น 4 ลูกกลิ้ง (4-Roll Calender)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.5 เครื่องตัดแผ่นของผสม (Rotary Cutter)

เมื่อแผ่นของผสมผ่านออกจากลูกกลิ้งลูกสุดท้ายของเครื่องรีดแผ่น 9 ลูกกลิ้ง จะมีอุณหภูมิลดลงและเนื้อแข็งขึ้น แผ่นของผสมที่มีความยาวแบบต่อเนื่องจะถูกตัดออกเป็นแผ่นที่มีความยาวประมาณ 135 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องตัดแผ่นของผสม

เครื่องตัดแผ่นของผสมนี้เป็นเครื่องจักรที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้นเอง เช่นเดียวกับเครื่องรีดแผ่น 9 ลูกกลิ้ง ลักษณะของเครื่องประกอบด้วยระบบลำเลียง ซึ่งเป็นสายพานที่มีขนาดหน้ากว้าง 1 เมตร ทำหน้าที่รับแผ่นของผสมเพื่อส่งเข้าไปตัดที่ใบมีดตัด

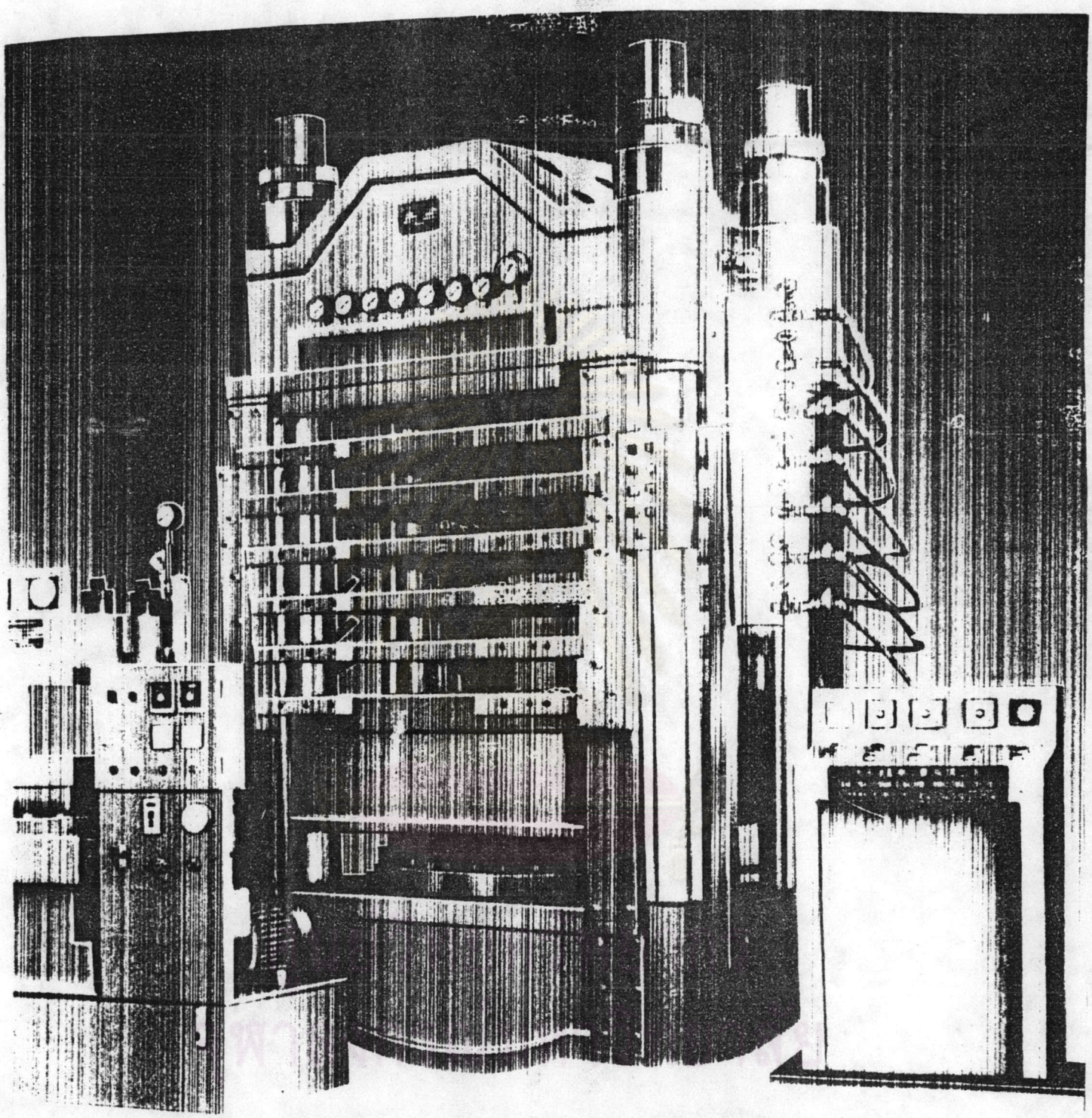
ลักษณะของใบมีดตัดแผ่นของผสม เป็นแผ่นเหล็กกล้าที่ลับคมมีดเอาไว้ติดตั้งไว้กับแกนหมุน ซึ่งจะหมุนใบมีดลงมาตัดแผ่นของผสมเมื่อเคลื่อนผ่านไป เพื่อให้ได้ความยาวของแผ่นของผสมตามความต้องการ ที่ใบมีดมีขดลวดความร้อนไฟฟ้า (Heater) ติดตั้งเพื่อให้ความร้อนแก่ใบมีด ช่วยให้การตัดแผ่นของผสมทำได้ง่ายและรวดเร็ว ที่ขดลวดความร้อนนี้ตั้งอุณหภูมิการใช้งานไว้ที่ 120° ซ.

เช่นเดียวกับเครื่องรีดแผ่น 9 ลูกกลิ้ง ใบมีดและสายพานลำเลียงของเครื่องจักรชุดนี้ได้รับกำลังขับเคลื่อนจากมอเตอร์ของเครื่องรีดแผ่น 4 ลูกกลิ้งเพื่อให้เกิดความสะดวกในการปรับความเร็วที่ต้องสัมพันธ์กัน

เมื่อแผ่นของผสมถูกตัดออกเป็นแผ่นย่อยแล้ว คนงานจะนำมาวางซ้อนกันแล้วนำไปชั่งให้ได้น้ำหนักที่กำหนด เพื่อเตรียมนำวางบนเครื่องป้อนแผ่นของผสม ที่จะส่งแผ่นของผสมเหล่านี้ครั้งละ 6 ชั้นเข้าไปในเครื่องอัดแผ่นไฮดรอลิคต่อไป แต่ละชั้นซึ่งใช้ผลิตแผ่นพื้นรองเท้าได้ 1 แผ่นเต็ม ปรกติจะชั่งได้น้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัมต่อแผ่น

3.3.6 เครื่องอัดแผ่นไฮดรอลิค (Hydraulic Hot Press)

เครื่องจักรนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดความร้อน สำหรับปฏิกิริยาทางเคมีของเคมีภัณฑ์บ่ม (Curing Agent) และเคมีภัณฑ์ที่ทำให้เกิดโฟม (Foaming Agent) โดยที่ปฏิกิริยานี้ต้องเกิดขึ้นภายใต้ความดันเพื่อจำกัดการขยายตัวของก๊าซที่เกิดจากเคมีภัณฑ์ที่ทำให้เกิดโฟม ซึ่งจะทำให้โฟมที่ได้เป็นโฟมชนิดเซลล์ปิด (Closed Cell Foam)



รูปที่ 3.6 เครื่องอัดแผ่นไฮดรอลิค (Hydraulic Hot Press)

เครื่องจักรชุดนี้ (ดูรูปที่ 3.6) ประกอบด้วยชั้นสี่เหลี่ยมจำนวน 6 ชั้น แต่ละชั้นจะมีการติดตั้งแผ่นแบบ (Mold) ที่เป็นลายชนิดต่างๆตามความต้องการ แผ่นของผสมซึ่งเตรียมไว้แล้วจะถูกป้อนเข้าในแต่ละชั้นของเครื่องที่มีอยู่ 6 ชั้น เมื่อการป้อนแผ่นของผสมเสร็จสิ้นแล้ว แผ่นอัด(Press)ของแต่ละชั้นจะถูกยกอัดขึ้นไปสัมผัสกันด้วยแรงยกจากกระบอกไฮดรอลิคจนความดันขึ้นไปถึง 150 กิโลกรัมต่อ ตร.ซม. ภายในแผ่นอัดจะมีน้ำมันร้อน (Hot Oil)เลี้ยงอยู่ เพื่อให้ความร้อนแก่ปฏิกิริยาทางเคมีภายในเนื้อของผสมซึ่งจะเกิดอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิประมาณ 170-180° ซ.

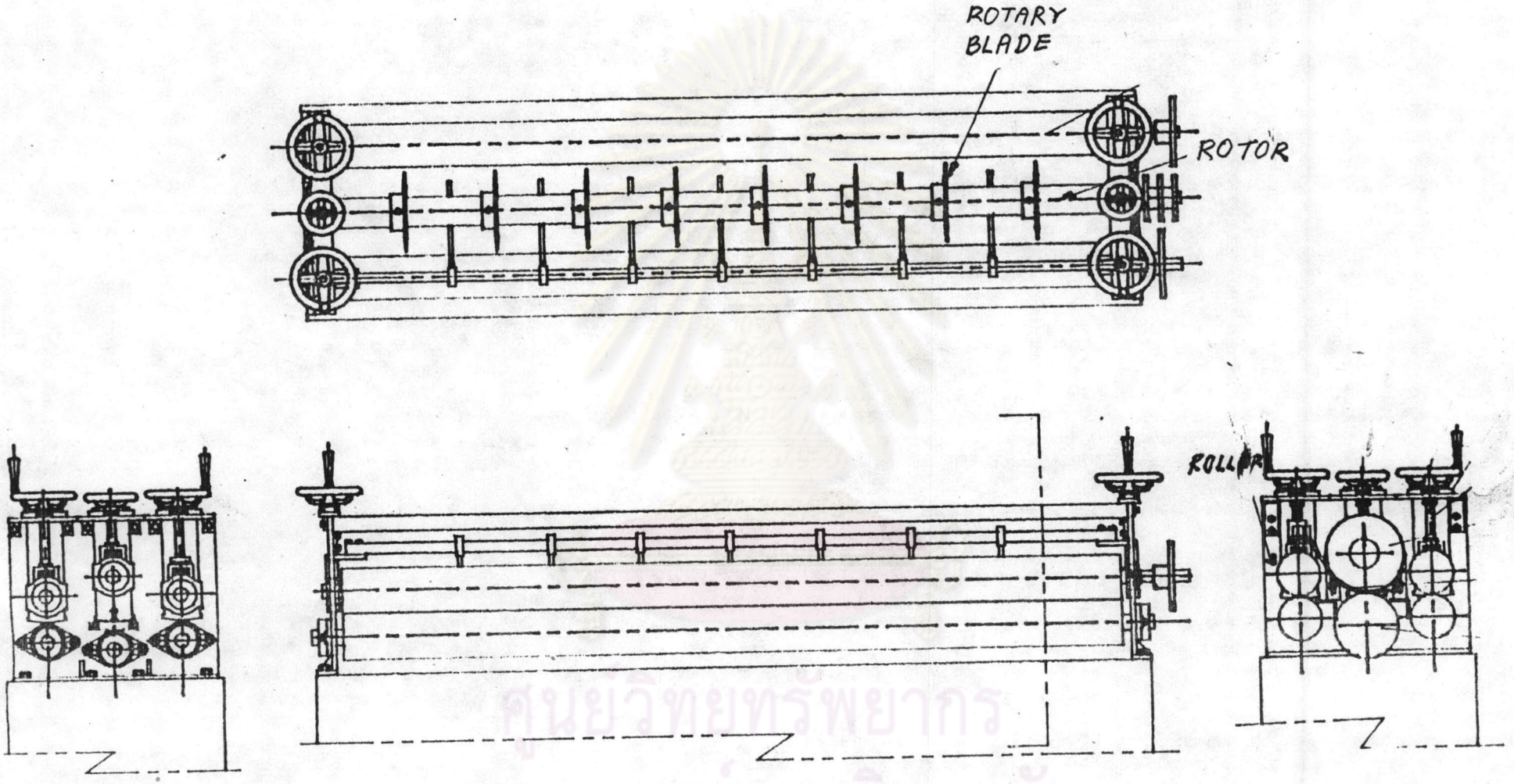
เมื่อปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ภายในเวลาที่กำหนดของแต่ละสูตรการผลิตแผ่นอัดก็จะเลื่อนลงมาเป็นการเปิดชั้นออกมา แผ่นของผสมซึ่งเริ่มจะอยู่ในสภาพของโฟมจะขยายตัวออกอย่างรุนแรงและเกิดเสียงดัง ที่ผิวของแผ่นโฟมจะมีลายที่ต้องการเกิดขึ้นอีกด้วย

แผ่นอัดซึ่งเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ถ่ายเทความร้อนให้กับแผ่นแบบ เพื่อส่งต่อให้กับแผ่นของผสมมีขนาด 1,400 x 1,600 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว) และหนาแผ่นละประมาณ 78 มิลลิเมตร ส่วนกระบอกไฮดรอลิกที่ใช้ยกแผ่นอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว ความยาวช่วงชัก 960 มิลลิเมตร ยกน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 1,200 ตัน ใช้ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิคขนาดต่างกันทั้งหมด 3 ชุด โดยในช่วงเริ่มต้นใช้ปั๊มความดันต่ำแต่อัตราการไหลเวียนสูงขนาด 50 แรงม้า และในช่วงความดันสูงใช้ปั๊มน้ำมันอัตราการไหลต่ำขนาด 15 แรงม้า จำนวน 2 ชุดเป็นปั๊มเพิ่มความดัน

3.3.7 เครื่องตัดขอบ (Strip Cutting Machine)

แผ่นพื้นรองเท้าที่ออกมาจากเครื่องอัดแผ่นไฮดรอลิค มีอุณหภูมิสูงและขนาดยังไม่คงตัว จึงต้องทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงและขนาดมีความคงตัวเสียก่อน หลังจากนั้นจะนำไปเข้าเครื่องตัดขอบ เพื่อตัดขอบออกทั้ง 4 ด้าน ให้มีขนาดความกว้างและยาวที่เป็นมาตรฐานและไม่เกิดปัญหาต่อกระบวนการผลิตในลำดับต่อไป

เครื่องตัดขอบทำงานโดยมีมอเตอร์ขนาด 7.5 แรงม้า ส่งกำลังผ่านเกียร์ทดรอบและโซ่มาขับเพลากลม ซึ่งติดตั้งใบมีดแบบจาน (Disc Cutter)ไว้ 2 ใบ



รูปที่ 3.7 เครื่องตัดขอบ (Strip Cutting Machine)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สามารถปรับระยะห่างได้ตามความกว้างหรือความยาวของแผ่นพื้นรองเท้าที่จะตัดขอบ มอเตอร์ตัวเดียวกันนี้จะทำหน้าที่ในการขับเพลากลมอีก 2 เพลา ซึ่งทำหน้าที่ในการป้อนแผ่นพื้นรองเท้าเข้าไปตัดที่เพลามีด โดยมีคนงานช่วยผลักและดึงออกที่อีกด้าน (ดูรูปที่ 3.7

นอกจากการใช้งานตัดขอบแล้ว เครื่องจักรเครื่องนี้ยังสามารถนำไปใช้ตัดแบ่งแผ่นพื้นรองเท้าเต็มแผ่นออกเป็นแผ่นย่อยตามความยาว ด้วยการติดตั้งใบมีดเพิ่มขึ้นอีก การแบ่งย่อยออกเป็นแผ่นย่อยนี้จะมีประโยชน์ในการแปรรูปแผ่นพื้นรองเท้า เพื่อไปใช้ในกระบวนการทำพื้นรองเท้า ประเภทเอียงหรือทำเป็นส้นรองเท้า ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

เศษของแผ่นพื้นรองเท้าที่ได้จากการตัดขอบออก จะถูกเก็บรวบรวมเพื่อนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของวัตถุดิบในการผลิต

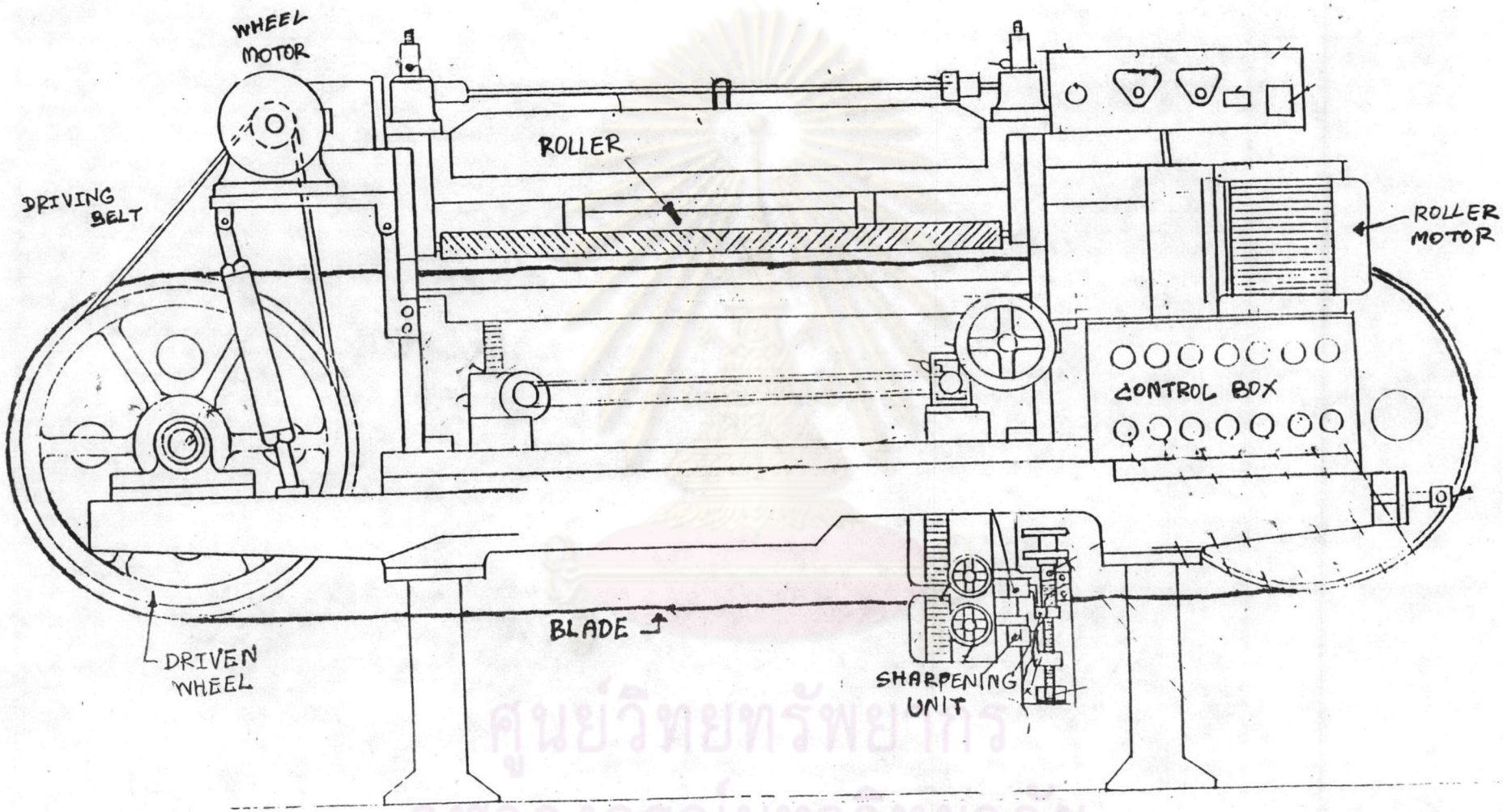
3.3.8 เครื่องผ่าพื้นรองเท้า

เป็นเครื่องจักรที่ใช้แปรรูปแผ่นพื้นรองเท้าที่ผ่านการตัดขอบแล้ว ให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปที่พร้อมจะส่งให้ลูกค้า เครื่องผ่าพื้นรองเท้านี้มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

- **เครื่องผ่าเรียบ (Spliting Machine)**

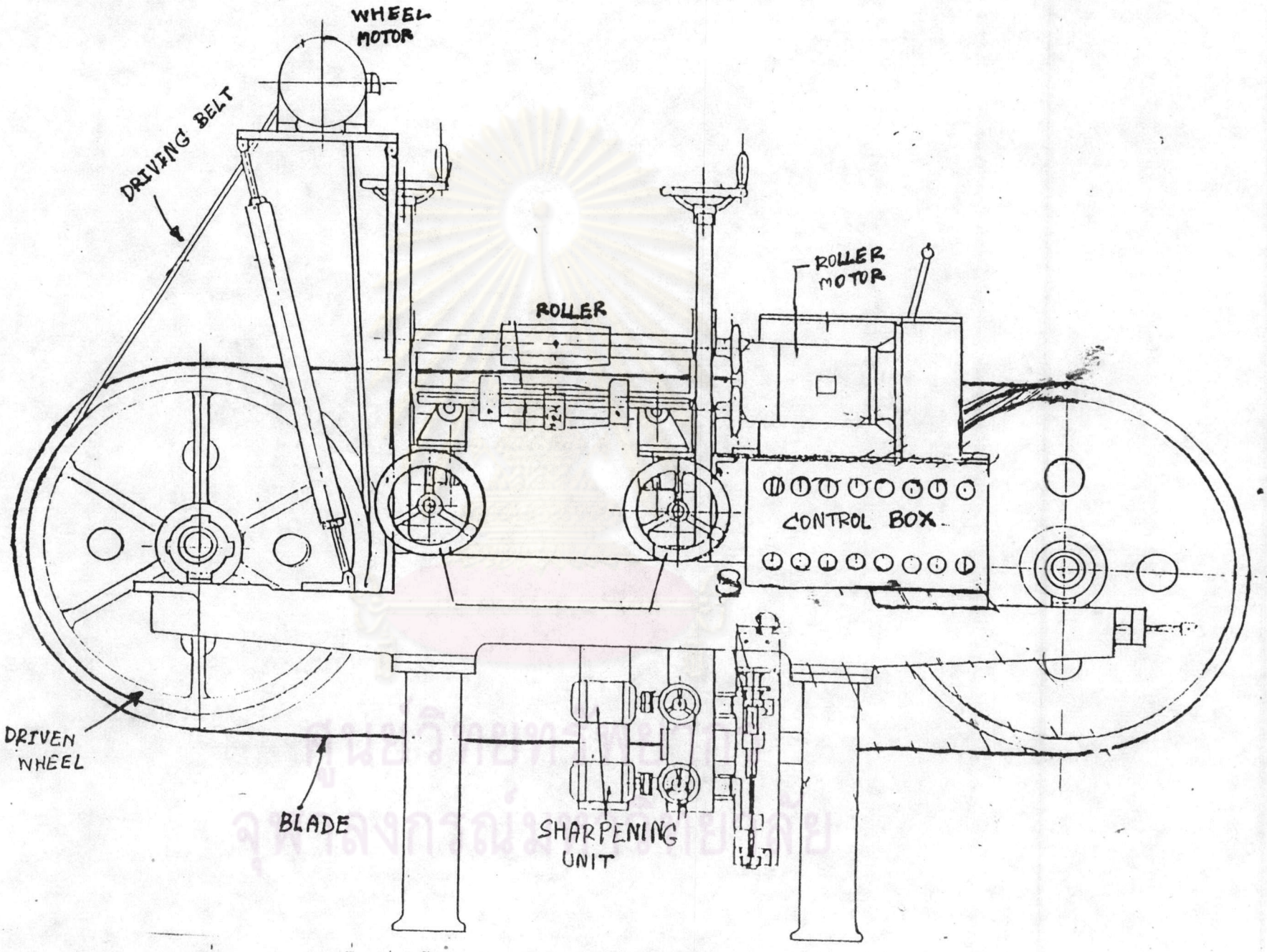
เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ผ่าแบ่งแผ่นพื้นรองเท้าทั้งแผ่นให้มีความหนาตามความต้องการ เครื่องจักรประกอบด้วยวงล้อขับเคลื่อน 2 วง ทำหน้าที่หมุนใบมีดเหล็กมีลักษณะเป็นแผ่นเรียวบางปลายต่อกันเป็นวง มีความกว้าง 3.5 นิ้ว ความยาวรวมประมาณ 295 นิ้ว ถูกประกบไว้ด้วยแผ่นเหล็กขนาดยาวเท่าเครื่อง (ดูรูปที่ 3.9) วงล้อที่ทำหน้าที่ขับใบมีดได้กำลังในการขับเคลื่อนจากมอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า ใบมีดจะหันด้านคมเข้าหาแผ่นพื้นรองเท้าที่มีลูกกลิ้งหมุนป้อนเข้าหา ตัดแบ่งแผ่นพื้นรองเท้าออกเป็นแผ่นที่บางลง 2 แผ่น สามารถปรับแต่งความหนาได้โดยการปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งป้อนแผ่นพื้นรองเท้า และมีหินลับมีดที่หมุนลับมีดอยู่ตลอดเวลาด้วยมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า

- **เครื่องผ่าเอียง (Sole Cutting Machine)** หลักการทำงานเหมือนกับเครื่องผ่าเรียบ แต่ความแตกต่างที่สำคัญคือลักษณะของลูกกลิ้งที่ป้อนแผ่นพื้นรองเท้าเข้าผ่า โดยเครื่องผ่าเรียบจะใช้ลูกกลิ้งแบบเรียบ แต่เครื่องผ่าเอียงใช้ลูกกลิ้งที่มีลักษณะเอียง



รูปที่ 3.8 เครื่องผ่าเรียบ (Spliting Machine)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 เครื่องผ่าเอียง (Sole Cutting Machine)

โค้งเข้ากับรูปของแผ่นพื้นรองเท้า (ดูรูปที่ 3.9) เครื่องผ่าเอียงขับเคลื่อนวงล้อหมุนมีดตัดด้วยมอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า

3.3.9 เครื่องบดเศษ (Rubber Refiner Mill)

เป็นเครื่องจักรลักษณะเดียวกับเครื่องนวด 2 ลูกกลิ้ง และมีหลักการทำงานคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันเพียงขนาดของเครื่องจักร และการทำงานปลีกย่อยอื่นๆ บางประการเครื่องบดเศษนี้ ใช้แรงงานคนไปหมุนปรับกลไกในการปรับระยะห่างลูกกลิ้งแทนการใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในเครื่องนวด 2 ลูกกลิ้ง และระบบหล่อลื่นใช้จารบีเป็นสารหล่อลื่น (ดูรูปที่ 3.10)

เศษบดที่ผ่านการย่อยให้มีชิ้นเล็กลงแล้ว จะถูกนำมาป้อนเข้าที่ระหว่างลูกกลิ้งสองลูก ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกหน้า 480 มิลลิเมตร และของลูกหลัง 610 มิลลิเมตร ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ขนาด 75 กิโลวัตต์ ด้วยอัตราส่วนของความเร็วระหว่างลูกกลิ้งหน้าต่อลูกกลิ้งหลังเป็น 1:1.815 หรือด้วยความเร็วเชิงเส้นของลูกกลิ้งลูกหน้า 25.67 เมตรต่อนาที และลูกกลิ้งลูกหลัง 46.52 เมตรต่อนาที สามารถปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งได้ในช่วง 0.5-1.5 มิลลิเมตร เครื่องจักรนี้บดเศษได้ประมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เศษที่ผ่านการบดแล้วมีลักษณะเป็นแผ่นและมีเนื้อละเอียด พร้อมที่จะนำไปผสมทำเป็นวัตถุดิบ

เช่นเดียวกับลูกกลิ้งของเครื่องนวด คือ ต้องมีการป้อนไอน้ำในช่วงแรก และเปิดน้ำเข้าหล่อเย็น เมื่อลูกกลิ้งเริ่มมีการสะสมความร้อนจนอุณหภูมิสูงเกินความต้องการ คือ ประมาณ 100° ซ.

เศษที่ใช้บดนี้ส่วนหนึ่งได้มาจากภายในโรงงานเอง และอีกส่วนหนึ่งได้มาจากเศษที่ลูกค้าส่งกลับมาให้ใช้หลังจากนำไปตัดเป็นพื้นรองเท้าแล้ว

3.3.10 เครื่องนวดยาง (2 Roll Rubber Mixing Mill)

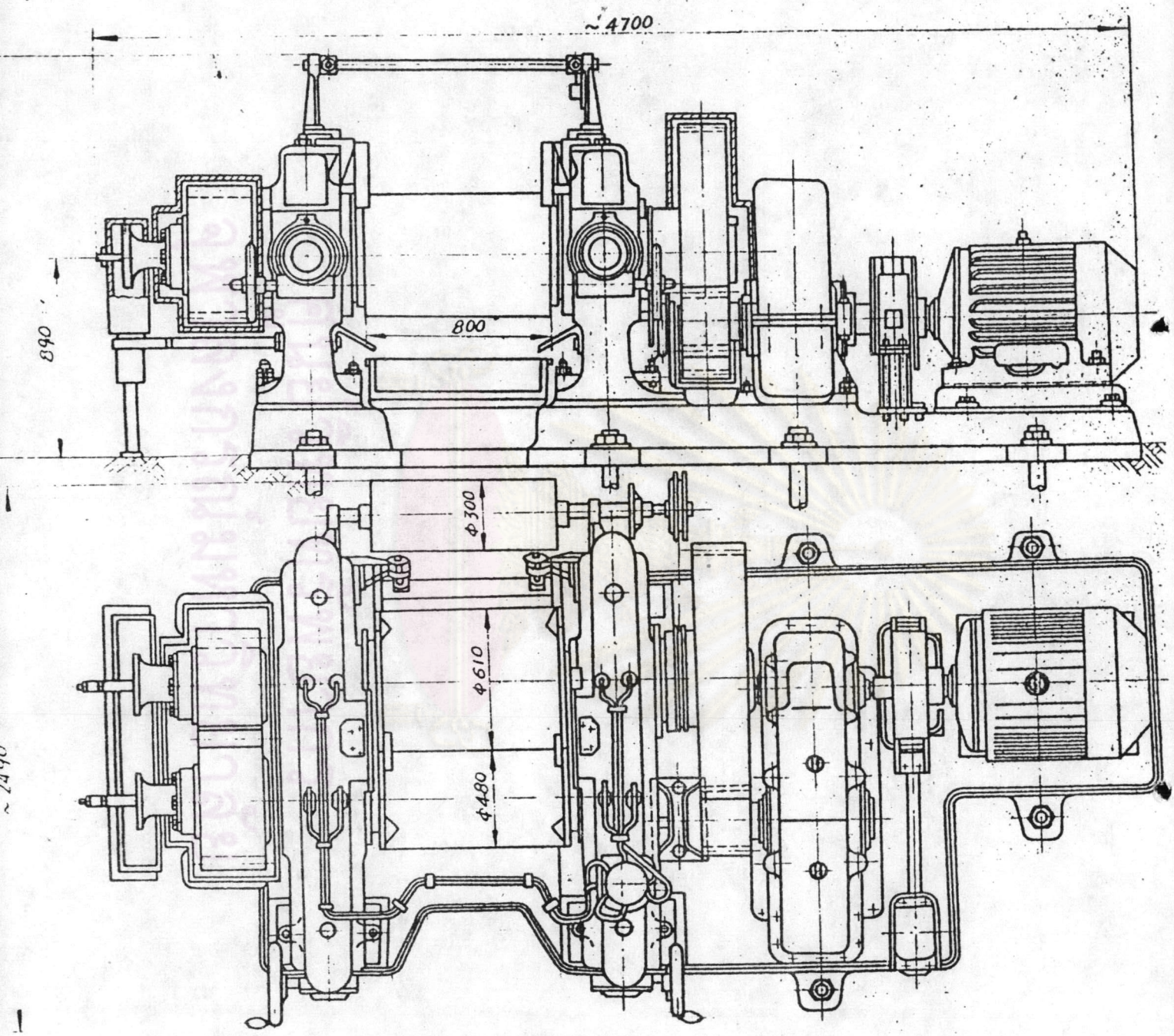
เป็นเครื่องจักรประเภทลูกกลิ้งอีกเครื่องหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการผลิต เครื่องจักรนี้ใช้ในการนวดยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ให้อ่อนตัวลง เหมาะแก่การนำไปผสมกับวัตถุดิบอื่นที่เครื่องผสม มีหลักการทางด้านระบบความร้อนและการหล่อเย็นเช่นเดียวกันกับเครื่องจักรลูกกลิ้งอื่นๆ ที่ได้กล่าวไปแล้ว และมีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกับเครื่องบดเศษ

ลูกกลิ้งของเครื่องจักรนี้ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร ยาว 1200 มิลลิเมตร ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 55 กิโลวัตต์ ส่งกำลังผ่านชุดเกียร์ทดด้วยอัตราส่วน 1:12.635 โดยที่ลูกกลิ้งตัวหน้ามีความเร็วเชิงเส้น 24.5 เมตรต่อนาที และอัตราส่วนความเร็วระหว่างลูกกลิ้งตัวหน้าและตัวหลังเป็นเป็น 1:1.27 ระยะห่างสูงสุดระหว่างลูกกลิ้งไม่เกิน 8 มิลลิเมตร น้ำหนักยางสูงสุดที่เครื่องจักรนี้รับได้ต่อการนวด 1 ครั้ง ต้องไม่เกิน 35 กิโลกรัม

ระบบการหล่อลื่นของเครื่องจักรเครื่องนี้เป็นระบบใช้น้ำมันหล่อลื่น ซึ่งหมุนเวียนโดยมีปั๊มน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้มอเตอร์ขนาด 0.6 กิโลวัตต์

ก่อนที่จะนำยางมาเข้าเครื่องนวด ต้องนำยางซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนขนาดใหญ่ไปตัดย่อยให้มีขนาดเล็กลงเสียก่อน โดยใช้เครื่องตัดซึ่งได้กำลังจากกระบอกไฮดรอลิค และเป็นเครื่องมือขนาดเล็กซึ่งจัดสร้างขึ้นใช้เอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.10 เครื่องบดเศษ (Rubber Refiner Mill)