



รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

เครื่องอัดแน่นขยะหลังการคัดแยก

Garbage Compactor

โดย

BTC-Library



3 2000 00068655 2

นายสมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ

นายสมยศ อัมหิรัญ

นางชนิษฐา เจริญลาภ

บริษัทยูเอสอี. โฟล ไลน์ จำกัด

ห้างหุ้นส่วนจำกัด ยูเนี่ยน แอปพลาย

โครงการร่วมภาครัฐเอกชน งบประมาณ พ.ศ.2546

รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

เครื่องอัดแน่นขยะหลังการคัดแยก

Garbage Compactor

โดย

นายสมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ

นายสมยศ อัมศิริญ

นางชนิษฐา เจริญลาภ

บริษัทยูเอสอี. โพล ไลน์ จำกัด

ห้างหุ้นส่วนจำกัด ยูเนี่ยน แอพพลาย

BTC-Library



3 2000 00068655 2

โครงการร่วมภาครัฐเอกชน งบประมาณ พ.ศ.2546

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการ

ขอขอบคุณ บริษัท ยูเอสอี โพลไลน์ จำกัด และห้างหุ้นส่วนจำกัด ยูเนี่ยน แอปพลาย ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการเรื่องโครงสร้างเครื่องอัดขยะ และขอขอบคุณ คุณสมควร จันทร์แดง เป็นอย่างยิ่งที่ ให้ความรู้ และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์

บทคัดย่อ

การสร้างเครื่องอัดแน่นขยะหลังการคัดแยก มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณขยะโดยการอัดแน่นขยะ และบำบัดน้ำเสียจากการอัดแน่นขยะ ดำเนินโครงการโดยศึกษาด้านการดำเนินการจัดการมูลฝอยของวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ออกแบบเครื่องอัดแน่นขยะ ระบบบำบัดน้ำเสีย และดำเนินการสร้างเครื่องอัดแน่นขยะและระบบบำบัดน้ำเสียจากการอัดแน่นขยะ ผลการดำเนินงานพบว่าขยะที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการเรียนการสอน และการบริโภค มีอัตราการผลิตขยะมูลฝอยในช่วง 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และเมื่อนำขยะมาผ่านเครื่องอัดแน่นขยะ โดยลำเลียงขยะผ่านสายพานลำเลียงไปสู่เบ้าอัดด้วยระบบไฮดรอลิก ใช้ไฟฟ้า 380 โวลต์ กำลังอัดสูงสุด 50 ตัน ขยะจะเกิดความแน่น และรัดด้วยเชือกมัด ดันออกด้านหลังของเครื่อง สามารถปริมาตรขยะลงได้ร้อยละ 75 ของปริมาตรเดิม ส่วนน้ำเสียจากการอัดขยะจะไหลผ่านตะแกรงเข้าสู่ถังหมัก และบ่อซึมตามลำดับ ทำให้การเก็บรวบรวม ขนถ่าย และขนส่งสะดวกมากขึ้น ไม่มีน้ำขยะมูลฝอยขณะขนส่ง ตลอดจนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบ

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญเรื่อง	III
สารบัญรูป	IV
สารบัญตาราง	V
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	41
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	42
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	66

สารบัญภาพ

	หน้า
2.1	เกลียวเหี่ยวผืนกึ่งแห้งของท่อไฮดรอลิก
2.2	ข้อต่อแบบต่างๆ ในการเดินท่อ
2.3	หน้าแปลนต่อท่อขนาดใหญ่
2.4	ข้อต่อแบบเกลียว และหัวต่อสำหรับหลอดเหล็กกล้า
2.5	สเวจล๊อค
2.6	ข้อต่อแบบปลายบาน 45°
2.7	ข้อต่อหลอดเหล็กกล้าแบบต่างๆ
2.8	ข้อต่อหลอดพลาสติก
2.9	ชั้นประกอบของท่ออ่อน
2.10	หัวต่อถาวรที่ปลายท่ออ่อน
2.11	หัวต่อปลายท่อถอดเปลี่ยนได้
2.12	โครงสร้างของอ่างน้ำมัน
2.13	การทำงานของปั๊มลูกสูบอย่างง่าย
2.14	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพ
2.15	กระบอกทำงานทางเดียว
2.16	กระบอกทำงานสองทาง
2.17	ฟิวส์ไฮดรอลิก
4.1	ลักษณะการทิ้งขยะ
4.2	วงจรไฮดรอลิก
4.3	วงจรปลดภาระปั๊ม
4.4	สายพานลำเลียงขยะและบำบัด
4.5	ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องอัดขยะ
4.6	เครื่องอัดขยะกำลังอัดสูงสุด 50

สารบัญภาพ

	หน้า
4.7 ส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียจากการอัดขยะ	56
4.8 ตะแกรงดักขยะ	57
4.9 แบบของถังหมัก	60
4.10 สถานที่ติดตั้งเครื่องอัดขยะ	61
4.11 ระบบบ่อหมักและบ่อซึม	62

สารบัญตาราง

	หน้า
2.1 ประเภทของภาชนะรองรับมูลฝอย ณ สถานที่ต่างๆ	15
2.2 คำแนะนำความปลอดภัยตามความดันที่ใช้งาน	17

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหาการจัดการขยะในปัจจุบันพบว่ามีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะในเขตชุมชนเมือง เนื่องจากอัตราการผลิตขยะของประชากรมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ที่ดินสำหรับการนำขยะไปฝังกลบหายาก และมีราคาแพง รวมทั้งการจัดหาสถานที่ที่จะใช้ในการฝังกลบมักจะก่อให้เกิดการไม่ยอมรับของสาธารณชน ทั้งนี้เพราะขาดความเชื่อมั่นในด้านเทคนิคการจัดการ รวมทั้งผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในด้านสุขภาพ และความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ เช่น แหล่งน้ำ และดิน เป็นต้น

ในการจัดการขยะมูลฝอย อาจจัดให้มีระบบที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการแปรสภาพขยะมูลฝอยคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพลักษณะทางกายภาพเพื่อลดปริมาณ เปลี่ยนรูปร่าง โดยวิธีคัดแยกเอาวัสดุที่สามารถหมุนเวียนใช้ประโยชน์ได้ออกมา วิธีการบดให้มีขนาดเล็กลง และวิธีอัดเป็นก้อนเพื่อลดปริมาตรของขยะมูลฝอยได้ ซึ่งสามารถลดได้ร้อยละ 20-75 ของปริมาตรเดิม ทั้งนี้ขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องมือและลักษณะของขยะมูลฝอย ตลอดจนใช้วิธีการห่อหุ้ม หรือการผูกมัดก้อนขยะมูลฝอยให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ผลที่ได้รับจากการแปรสภาพมูลฝอยนี้ จะช่วยให้การเก็บรวบรวม ขนถ่าย และขนส่งได้สะดวกขึ้น สามารถลดจำนวนเที่ยวของการขนส่ง ช่วยให้ไม่พลูวหล่นจากรถบรรทุก และช่วยรีดเอาน้ำออกจากขยะมูลฝอย ทำให้ไม่มีน้ำขยะมูลฝอยรั่วไหลในขณะขนส่ง ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบ โดยสามารถจัดวางซ้อนได้อย่างเป็นระเบียบจึงทำให้ประหยัดเวลา และค่าวัสดุในการกลบทับ และช่วยยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบได้อีกทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

- (1) ลดปริมาตรขยะด้วยเครื่องอัดขยะ
- (2) บำบัดน้ำเสียจากการลดปริมาตรขยะ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- (1) ปริมาณขยะตกค้างในวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ลดน้อยลง
- (2) สามารถนำขยะที่คัดแยกแล้วมาใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสม เช่น การนำมาใช้อีกครั้ง (reuse) การเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้ใหม่ (recycle) เป็นต้น
- (3) ช่วยลดพื้นที่ในการฝังกลบ และสามารถนำขยะที่อัดแน่นไปใช้ในการถมพื้นที่ให้เกิดประโยชน์

1.4 ขอบเขตของโครงการ

เป็นการวิจัยร่วมระหว่างหน่วยงานภาครัฐ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ) กับ หน่วยงานภาคเอกชน (บริษัท ยูเอสอี โพล-ไลต์ จำกัด)

1.5 นิยามปฏิบัติการ

(1) มูลฝอย (waste) หมายถึง สิ่งของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและอุปโภค ซึ่งเสื่อมสภาพจนใช้การไม่ได้หรือไม่ต้องการใช้แล้ว บางชนิดเป็นของแข็งหรือกากของเสีย (solid waste) มีผลเสียต่อสุขภาพทางกายและจิตใจเนื่องจากความสกปรกเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ทำให้เกิดมลพิษ และมลพิษทางทัศนียภาพ

(2) ของแข็งหรือกากของเสีย (solid waste) หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ขยะพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถัง มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

(3) มลพิษที่เกิดจากขยะมูลฝอย (waste pollution) หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อันเนื่องมาจากขยะมูลฝอย เช่น การทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ และการเกิดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ

(4) ขยะมีมูลค่า หมายถึง ขยะที่นำไปขายได้

(5) ขยะอินทรีย์ หมายถึง ขยะจากโรงอาหาร

(6) ขยะอื่น ๆ หมายถึง ขยะที่จะต้องนำไปกำจัดต่อไป

(7) ขยะอันตราย หมายถึง ขยะที่ต้องการการกำจัดด้วยวิธีพิเศษ

(8) เครื่องอัดแน่นขยะหลังการคัดแยก (garbage compactor) หมายถึง เครื่องอัดขยะ หลังจากที่ยังได้ถูกคัดแยกเรียบร้อยแล้ว โดยกระบวนการทำงานที่มีการลำเลียงขยะผ่านสายพาน ลำเลียงมาที่เบ้าอัด กระทำโดยใช้กระบอกลิขิตอัดแน่นขยะที่อยู่ภายใน เมื่ออัดแน่นแล้วกระบอกลิขิตจะทำการผลักก้อนขยะที่แน่นแล้วออกมาทางด้านหลังของเครื่อง

(9) ขยะอัดแน่น (garbage packing) เป็นขยะที่ผ่านการอัดแน่นจนมีขนาดเล็กและมัดด้วยลวดเหล็กหรือเชือกเพื่อสะดวกในการขนย้าย

บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขยะมูลฝอย

มูลฝอย (waste) หมายถึง สิ่งของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต และอุปโภค ซึ่งเสื่อมสภาพจนใช้การไม่ได้ หรือไม่ต้องการใช้แล้ว บางชนิดเป็นของแข็งหรือกากของเสีย (solid waste)

2.1.1 ประเภทและลักษณะของขยะมูลฝอย

2.1.1.1 ประเภทของขยะมูลฝอย

จำแนกขยะตามพิษภัยที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มี 2 ประเภท คือ

(1) ขยะทั่วไป (general waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย ได้แก่ พวกเศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า พลาสติก เศษหญ้าและใบไม้ ฯลฯ

(2) ขยะอันตราย (hazardous waste) เป็นขยะที่มีภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หรืออาจเป็นพวกล้าและผ้าพันแผลจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรค

จำแนกตามลักษณะของขยะ มี 2 ประเภท คือ

(1) ขยะเปียกหรือขยะสด (garbage) มีความชื้นปนอยู่มากกว่าร้อยละ 50 จึงติดไฟได้ยาก ส่วนใหญ่ได้แก่ เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก และผักผลไม้จากบ้านเรือน ร้านจำหน่ายอาหาร และตลาดสด รวมทั้งซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อย ขยะประเภทนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น เนื่องจากแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สาร นอกจากนี้ ยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยติดไปกับแมลง หนู และสัตว์อื่นที่มากตอมหรือกินเป็นอาหาร

(2) ขยะแห้ง (rubbish) คือ สิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น จำแนกได้ 2 ชนิด คือ

- ขยะที่เป็นเชื้อเพลิง เป็นพวกที่ติดไฟได้ เช่น เศษผ้า เศษกระดาษ หญ้า ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง
- ขยะที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ เศษโลหะ เศษแก้ว และเศษก้อนอิฐ

2.1.1.2 แหล่งกำเนิดมูลฝอย

แหล่งกำเนิดของมูลฝอย แบ่งออกเป็น 8 ประเภท ตามลักษณะการใช้ที่ดิน ดังนี้

- (1) ย่านที่พักอาศัย (residential area)
- (2) ย่านพาณิชยกรรม (commercial area)
- (3) สถานที่ราชการและสถาบันการศึกษา (institutional area)
- (4) แหล่งที่มีการก่อสร้างหรือทุบทำลายอาคารสิ่งก่อสร้าง (construction and demolition area)
- (5) พื้นที่สาธารณะที่รัฐดูแล (municipal service area)
- (6) ระบบบำบัดต่างๆ (treatment plant)
- (7) ย่านอุตสาหกรรม (industrial area)
- (8) ย่านเกษตรกรรม (agricultural area)

2.1.1.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

ในประเทศไทยตัวอย่างมูลฝอยที่สุ่มออกมา จะนำมาแยกองค์ประกอบเป็นประเภทต่างๆ ได้ 10 ประเภท ได้แก่

- (1) ผัก ผลไม้และเศษอาหาร

หมายถึง เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหารที่เหลือจากการเตรียม การปรุง และการบริโภค (ยกเว้น เปลือกหอย กระดุก ก้างปลา ซังข้าวโพด ก้านกระถิน) เช่น ข้าวสุก เปลือกผลไม้ และเนื้อสัตว์ เป็นต้น

- (2) กระดาษ

หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษ ตัวอย่างเช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ แมกกาซีน หนังสือต่างๆ ใบปลิว การ์ด ถุงกระดาษ กล่องกระดาษ กระดาษอัด ฯลฯ

- (3) พลาสติก

หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติก ตัวอย่างเช่น ถุงพลาสติก ภาชนะพลาสติก ของเล่นเด็กที่ทำด้วยพลาสติก ผลิตภัณฑ์โฟมเบอร์กลาส ฯลฯ

(4) ผ้า

หมายถึง สิ่งทอต่างๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ฝ้าย ลินิน ผ้าในลอน ตัวอย่างเช่น ด้าย เสื้อผ้า ผ้าเช็ดมือ ถุงเท้า ฯลฯ

(5) ไม้

หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ ไม้ไผ่ ฟาง หญ้า เศษไม้ รวมทั้งดอกไม้

(6) ยางและหนัง

หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากยางหรือหนัง ตัวอย่างเช่น เครื่องหนัง รองเท้า ลูกบอลหนัง กระเป๋าหนัง ฯลฯ

(7) แก้ว

หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแก้ว ตัวอย่างเช่น กระบอก ขวดแก้ว หลอดไฟ เครื่องแก้ว ฯลฯ

(8) โลหะ

หมายถึง วัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะ ตัวอย่างเช่น กระจังโลหะ สายไฟ ภาชนะต่างๆ ตะปู ฯลฯ

(9) หิน กระเบื้อง กระดุกสัตว์และเปลือกหอย

หมายถึง เศษหิน เศษกระดุกสัตว์ กุ้ง ปู กระดุกสัตว์ ก้างปลา ฯลฯ

(10) อื่นๆ

หมายถึง วัสดุอันใดที่ไม่สามารถจัดกลุ่มเข้ากลุ่มต่างๆ ข้างต้น รวมถึง ฝุ่น ทราเย เถ้า นอกจากนี้ขยะมูลฝอยทั้ง 10 ประเภทดังกล่าว ยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

(1) ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ ได้แก่ กระดาษ ผ้าหรือสิ่งทอ ผักผลไม้ และเศษอาหาร พลาสติก หญ้าและไม้

(2) ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ เหล็กหรือโลหะอื่นๆ แก้ว หิน กระเบื้อง เปลือกหอย ฯลฯ

2.1.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณมูลฝอย

ปริมาณมูลฝอยที่เกิดจากการดำรงชีพหรือมูลฝอยชุมชนนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- (1) ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์
- (2) ฤดูกาล
- (3) รายได้
- (4) โครงสร้างของครอบครัว
- (5) อุปนิสัยในการซื้อสินค้า
- (6) พฤติกรรมในการบริโภคอาหาร
- (7) รูปแบบของการดำรงชีวิต
- (8) ทักษะคติในการดำรงชีวิต
- (9) กฎหมายข้อบังคับ

2.1.2 สถานการณ์ด้านการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทย

2.1.2.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอย

- (1) ความมั่งคั่งและขาดความสำนึกถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้น

เป็นสาเหตุที่พบบ่อยมาก เห็นได้จากการทิ้งขยะลงตามพื้น หรือแหล่งน้ำ โดยไม่ทิ้งลงในถังรองรับที่จัดไว้ให้ และโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งลักลอบนำสิ่งปฏิกูลไปทิ้งตามที่ว่างเปล่า

- (2) การผลิตหรือใช้สิ่งของมากเกินไปจนความจำเป็น

เช่น การผลิตสินค้าที่มีกระดาษหรือพลาสติกหุ้มหลายชั้น และการซื้อสินค้าโดยห่อแยกหรือใส่ถุงพลาสติกหลายถุง ทำให้มีขยะปริมาณมาก

- (3) การเก็บและทำลาย หรือนำขยะไปใช้ประโยชน์ไม่มีประสิทธิภาพ

ทำให้มีขยะตกค้าง กองหมักหมม และส่งกลิ่นเหม็นไปทั่วบริเวณจนก่อปัญหามลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม

2.1.2.2 ผลกระทบของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยก่อให้เกิดปัญหาต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมหลายประการ คือ

(1) ทำให้เกิดมลพิษทางทัศนียภาพ ขยะมูลฝอยที่ทิ้งเกลื่อนกลาด ถูกลมพัดกระจัดกระจายไปตกอยู่ตามพื้น ทำให้พื้นที่บริเวณนั้นสกปรก ขาดความสวยงาม เป็นที่รังเกียจแก่ผู้พบเห็น และผู้ที่อาศัยบริเวณใกล้เคียง

(2) เป็นแหล่งเพาะและแพร่เชื้อโรค โดยเฉพาะขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล และขยะเปียกที่แบคทีเรียทำหน้าที่ย่อยสลาย เชื้อโรคตามขยะจะแพร่ไปกับน้ำ แมลง หนู และสุนัขที่มากุ้ยเสีย เช่น เชื้อที่ทำให้เกิดโรคหิวาดี ไทฟอยด์และโรคบิด

(3) ทำให้ดินเสื่อมและเกิดมลพิษ เพราะจะทำให้พื้นดินสกปรกดินมีสภาพเป็นเกลือต่าง หรือกรด หรือมีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในดิน ตลอดจนทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไป เช่น ไซเตียมทำให้เนื้อดินแตก่วน

(4) ทำลายแหล่งน้ำ

- ขยะที่ตกในแหล่งน้ำลำคลอง และท่อระบายน้ำ จะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน การไหลของน้ำไม่สะดวกจึงเกิดสภาวะน้ำท่วมได้ง่าย

- ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำในลักษณะต่างๆ เช่น ทำให้น้ำเน่า น้ำเป็นพิษ น้ำที่มีเชื้อโรคและน้ำที่มีคราบน้ำมัน ไม่เหมาะกับการใช้อุปโภคบริโภค สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพ เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะพืชและสัตว์น้ำ

(5) ขยะมูลฝอยทำให้เกิดมลพิษแก่อากาศ ขยะมูลฝอยที่กองทิ้งไว้ในเขตชุมชน หรือที่กองทิ้งไว้ในแหล่งกำจัดซึ่งไม่มีการฝังกลบ หรือขณะที่ทำการเก็บขนโดยพาหนะที่ไม่มีการปกปิดอย่างมิดชิด ขยะมูลฝอยเหล่านั้นส่งกลิ่นเหม็นน่ารังเกียจ เศษชิ้นส่วนของขยะมูลฝอยสามารถปลิวไปในอากาศ ทำให้เกิดความสกปรกแก่บรรยากาศ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ และทำความสกปรกให้กับบริเวณข้างเคียง และจากการเผาขยะทำให้เกิดควันและซีเถ้า

(6) ทำให้เกิดอัคคีภัย เนื่องจากขยะหลายชนิดติดไฟได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อแห้ง

(7) สร้างปัญหาในการจัดการ เช่น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและกำจัด

2.1.2.3 สถานการณ์ด้านการจัดขยะมูลฝอย (กรมควบคุมมลพิษ,2542)

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากชุมชนทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2542 มีประมาณ 13.8 ล้านตัน หรือ 37,880 ตันต่อวัน โดยอัตราการเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอยเมื่อเปรียบเทียบกับจากปี พ.ศ. 2541 เฉลี่ยร้อยละ 1.7 ตันปี ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการวิกฤติทางเศรษฐกิจมีผลต่อสภาพการกิน การอยู่ การใช้ ที่ทำให้เกิดขยะมูลฝอยไม่เพิ่มขึ้น และปริมาณขยะมูลฝอยลดลงจากเดิมเกือบ 500 ตันต่อวัน ทั้งนี้ อันเนื่องมาจากการจ้างงานในเขตเมืองลดลง รวมทั้งมีผู้สนใจนำขยะมาใช้ประโยชน์โดยการนำขยะมา และรวบรวมเพื่อแปรรูปมาใช้ใหม่ ซึ่งเดิมเกิดขึ้นเฉพาะกระบวนการสามล้อรับซื้อตามบ้าน มีอัตราการรีไซเคิลร้อยละ 7 - 8 ในปี พ.ศ. 2537 เพิ่มขึ้นมาเป็นร้อยละ 13 ในปี พ.ศ. 2542 และวัสดุที่แยก 3 ลำดับแรก คือ เหล็ก กระดาษ และแก้ว การบริการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยทั้งจากบ้านเรือน แหล่งชุมชน และแหล่งสาธารณะ ยังมีปัญหาด้านประสิทธิภาพการเก็บรวบรวม อันเนื่องมาจาก ข้อจำกัดในการเก็บค่าบริการทำให้ไม่สามารถพัฒนารูปแบบการให้บริการได้ อย่างไรก็ตามการ ให้บริการในเขตเมือง มีอัตราการเก็บรวบรวมได้มากขึ้น โดยมีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างลดลง

การกำจัดขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเขตปริมณฑลทั้งในเขตเมืองใหญ่ เช่น เทศบาลและเขตเมืองใหญ่ที่เป็นศูนย์กลางความเจริญ ในระดับเทศบาลนคร เทศบาลเมือง จะมีการ จัดสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบถูกสุขาภิบาล แต่ยังมีปัญหาในด้านการดำเนินงานการ เนื่องจากขาดการบริหารจัดการทั้งในเรื่องงบการดำเนินการและบุคลากร รวมทั้งการเก็บ ค่าธรรมเนียมขาดประสิทธิภาพ

สำหรับขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม ที่มีไซของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม มีการนำของ เสีย ของเหลือใช้ไปใช้ประโยชน์ใหม่ในอัตราร้อยละ 40 ของปริมาณการบริโภคผลิตภัณฑ์ และของ เสียหรือของเหลือใช้ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ยังมีอัตราการนำเข้ามาใช้สูงอยู่ ซึ่งหากมีการ รวบรวมของเสีย ของเหลือใช้ในประเทศมาแปรรูปใช้ใหม่จะทำให้ปัญหาการนำเข้าวัตถุดิบลดลงได้ ส่วนขยะมูลฝอยทั่วไปที่มีไซของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมขนาดเล็กและอุตสาหกรรมขนาดย่อม ยังคงทั้งรวมกับขยะมูลฝอยชุมชน แต่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีบางแห่งจำแยกขนไปทั้งรวมกับขยะ มูลฝอยชุมชน ซึ่งนับเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งดิน น้ำ และอากาศ

2.1.3 นโยบายการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย

เพื่อให้การจัดการขยะมูลฝอย สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องโดยสนองตอบต่อเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 และเป็นแนวทางสำหรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 รัฐกำหนดนโยบายการบริหารจัดการขยะมูลฝอยดังนี้

2.1.3.1 นโยบาย

การบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย โดยกำหนดรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์กำจัดขยะที่ได้รับการศึกษาออกแบบและก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม มีระบบและมาตรการการป้องกันปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและประชาชน และยังสามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนหลาย ๆ แห่งรวมกัน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการบริหารจัดการขยะมูลฝอยแต่ละชุมชนและไม่ให้เกิดขึ้นอีกต่อไปในอนาคตโดย

- (1) ควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยของประชาชน
- (2) สนับสนุนงบประมาณ บุคลากร และวิชาการแก่ท้องถิ่นเพื่อให้มีการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร ตั้งแต่การเก็บ การคัดแยก การขนส่ง การนำกลับมาใช้ประโยชน์ และการกำจัดที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล
- (3) ส่งเสริมและสนับสนุนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความร่วมมือกันในการจัดการขยะมูลฝอยโดยมุ่งเน้นรูปแบบศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนรวม
- (4) สนับสนุนให้มีกฎระเบียบ และเกณฑ์การจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องถือปฏิบัติ
- (5) ส่งเสริมและสนับสนุนให้องค์กรเอกชนและประชาชน มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยมากขึ้น

2.1.3.2 เป้าหมาย

- (1) ควบคุมอัตราการผลิตขยะมูลฝอยให้มีไม่เกิน 1 กิโลกรัมต่อคน ต่อวันภายในปี พ.ศ. 2544
- (2) ให้มีการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยในอัตราไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 และ 30 ภายในปี พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2549 ตามลำดับ
- (3) ควบคุมปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างในเขตเทศบาลไม่เกินร้อยละ 10 และ 5 ภายในปี พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2549 ตามลำดับ

(4) ให้ทุกจังหวัดมีแผนงานการจัดการขยะมูลฝอยในรูปแบบศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยส่วนกลางสำหรับท้องถิ่นต่าง ๆ สามารถใช้ร่วมกันได้ โดยสนับสนุนให้มีศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนจังหวัดทั้งหมดในปี พ.ศ. 2549 (หรือ 38 จังหวัด)

2.1.3.3 มาตรการที่จะเสริมให้สามารถนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ

- (1) สนับสนุนให้มีการจัดตั้งศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยใช้ร่วมกันหลายชุมชน
- (2) ส่งเสริมการลงทุนร่วมจากภาคเอกชนในการกำจัดขยะมูลฝอย และนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์
- (3) สนับสนุนภาคเอกชนดำเนินธุรกิจการจัดการขยะมูลฝอย การติดตามตรวจสอบ
- (4) ใช้หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่ายอย่างยุติธรรมและเสมอภาค
- (5) ปรับปรุงกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ที่เกี่ยวข้องกับอัตราค่าธรรมเนียมค่าบริการเก็บขนส่งและกำจัดให้สอดคล้องกับค่าดำเนินการ
- (6) ปลุกฝังทัศนคติที่ถูกต้องแก่เยาวชน โดยให้การศึกษาและรณรงค์ให้เกิดความร่วมมือปฏิบัติ รวมทั้งให้ประชาชนและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้น
- (7) ฝึกอบรมเพิ่มพูนความรู้แก่เจ้าหน้าที่ของรัฐและเอกชน
- (8) สนับสนุนการศึกษา วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีระบบ

2.1.3.4 แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร

เน้นรูปแบบของการวางแผนจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องส่งเข้าไปทำลายด้วยระบบต่าง ๆ ให้น้อยที่สุด สามารถนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ทั้งในส่วนของการใช้ซ้ำและแปรรูปเพื่อใช้ใหม่ (reuse & recycle) รวมถึงการกำจัดที่ได้ผลพลอยได้ เช่น ปุ๋ยหมัก หรือพลังงาน โดยสรุปวิธีการดำเนินการตามแนวทางมีดังนี้ คือ

(1) **การลดปริมาณการผลิตมูลฝอย** รณรงค์ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการลดการผลิตมูลฝอยในแต่ละวัน ได้แก่

(1.1) ลดการทิ้งบรรจุภัณฑ์โดยการใช้สินค้าชนิดเติมใหม่ เช่น ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน น้ำยาทำความสะอาดและถ่านไฟฉายชนิดชาร์ตใหม่ เป็นต้น

(1.2) เลือกใช้สินค้าที่มีคุณภาพมีหีบบรรจุภัณฑ์น้อย อายุการใช้งานยาวนาน และตัวสินค้าไม่เป็นมลพิษ

(1.3) ลดการใช้วัสดุกำจัตยาก เช่น โฟมบรรจุอาหาร และถุงพลาสติก

(2) **จัดระบบการรีไซเคิล** หรือการรวบรวมเพื่อนำไปสู่การแปรรูปเพื่อใช้ใหม่ การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ มีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับสภาพและลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย สรุปได้เป็นแนวทางหลัก ๆ คือ

(2.1) การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (material recovery) เป็นการนำมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้กลับมาใช้ใหม่ โดยจำเป็นต้องผ่านกระบวนการแปรรูปใหม่ (recycle) หรือแปรรูป (reuse) ก็ได้

(2.2) การแปรรูปเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน (energy recovery) เป็นการนำขยะมูลฝอยที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนหรือเปลี่ยนเป็นรูปแก๊สชีวภาพมาเพื่อใช้ประโยชน์

(2.3) การนำขยะมูลฝอยจำพวกเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานหรือการประกอบอาหารไปเลี้ยงสัตว์

(2.4) การนำขยะมูลฝอยไปปรับสภาพให้มีประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาดิน เช่น การนำขยะมูลฝอยสดหรือเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ย

(2.5) การนำขยะมูลฝอยปรับปรุงพื้นที่โดยนำขยะมูลฝอยมากำจัดโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักวิชาการ (sanitary landfill) จะได้พื้นที่สำหรับใช้ปลูกพืช สร้างสวนสาธารณะ สนามกีฬา เป็นต้น

(2.6) **จัดระบบที่เอื้อต่อการทำขยะรีไซเคิล**

- จัดภาชนะ (ถุง/ถัง) แยกประเภทขยะมูลฝอยที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน
- จัดระบบบริการเก็บโดย

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดเก็บเอง โดยการจัดเก็บแบ่งเวลาการเก็บ เช่น หากแยกเป็นถุง 4 ถุง ขยะย่อยสลายได้ ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะทั่วไป ให้จัดเก็บขยะย่อยสลายและขยะทั่วไปทุกวัน ส่วนขยะรีไซเคิลและขยะอันตราย อาจจัดเก็บสัปดาห์ละครั้งหรือตามความเหมาะสม

จัดกลุ่มประชาชนที่มีอาชีพรับซื้อของเก่าให้ช่วยเก็บขยะรีไซเคิลในรูปของการรับซื้อ โดยการแบ่งพื้นที่ในการจัดเก็บและกำหนดเวลาให้เหมาะสม

ประสานงานกับร้านค้าที่รับซื้อของเก่าที่มีอยู่ในพื้นที่หรือพื้นที่ใกล้เคียงในการรับซื้อขยะรีไซเคิล

- จัดระบบตามแหล่งการเกิดขยะขนาดใหญ่ เช่น ตลาด โรงเรียน สถานที่ราชการ ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น
- จัดกลุ่มอาสาสมัครหรือชมรมหรือนักเรียนให้มีกิจกรรม/โครงการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ เช่น

โครงการขยะรีไซเคิลแลกสิ่งของ เช่น ดินไม้ ไข่

โครงการทำปุ๋ยน้ำ ปุ๋ยอ๋เอ๋ม ขยะหอม ปุ๋ยหมัก

โครงการตลาดนัดขยะรีไซเคิล

โครงการธนาคารวัสดุเหลือใช้

โครงการร้านค้าสินค้ารีไซเคิล

(2.7) จัดตั้งศูนย์รีไซเคิล

หากพื้นที่ที่ปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นในแต่ละวันเป็นปริมาณมากๆ อาจจะมีการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยซึ่งสามารถจะรองรับจากชุมชนใกล้เคียงหรือรับซื้อจากประชาชนโดยตรงซึ่งอาจจะให้เอกชนลงทุนหรืออาจให้สัมปทานเอกชนก็ได้

(3) การคัดแยก เก็บรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอย

การลดปริมาณขยะมูลฝอยให้ได้ผลดีต้องเริ่มต้นที่การคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน ทำให้ได้วัสดุเหลือใช้ที่มีคุณภาพสูง สามารถนำไป reused-recycle ได้ง่าย รวมทั้งปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัดมีปริมาณน้อยลงด้วย ซึ่งการคัดแยกขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดนั้นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของแต่ละชุมชน เช่น คิวรีเรือน ร้านค้า ห้างสรรพสินค้า สำนักงาน บริษัท สถานที่ราชการต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งปริมาณ และลักษณะสมบัติขยะมูลฝอยที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้การคัดแยกขยะมูลฝอยสามารถดำเนินการได้ 4 ทางเลือก คือ

ทางเลือกที่ 1 การคัดแยกขยะมูลฝอยทุกประเภทและทุกชนิด

ทางเลือกที่ 2 การคัดแยกขยะมูลฝอย 4 ประเภท (ขยะรีไซเคิล ขยะย่อยสลายได้ ขยะทั่วไป และขยะอันตราย)

ทางเลือกที่ 3 การคัดแยกขยะสด ขยะแห้ง และขยะอันตราย

ทางเลือกที่ 4 การคัดแยกขยะสดและขยะแห้ง

ในการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร จำเป็นต้องจัดให้มีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทต่างๆ ตามแต่ลักษณะองค์ประกอบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่

สามารถดำเนินการได้ตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยจัดวางภาชนะให้เหมาะสม ตลอดจนวางระบบการเก็บรวบรวมมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย พร้อมทั้งพิจารณาควรจำเป็นของสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยและระบบขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัดต่อไป

หลักเกณฑ์ มาตรฐาน ภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

(1) ภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

ถังขยะ

เพื่อให้การจัดเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และลดการปนเปื้อนของขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ จะต้องมีการตั้งจุดรวบรวมขยะ มูลฝอย (Station) และให้มีการแบ่งแยกประเภทของถังรองรับขยะมูลฝอยตามสีต่างๆ โดยมีจุดบรรจุภายในถังเพื่อสะดวกและไม่ตกหล่นหรือแพร่กระจาย ดังนี้



ถังขยะย่อยสลายได้

สีเขียว รองรับขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผัก ผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้



ถังเก็บขยะรีไซเคิล

สีเหลือง รองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ



ถังเก็บขยะมีพิษ

สีเทา/ดำ/สีส้ม รองรับขยะที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉาย กระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องยาฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตรายต่าง ๆ



ถังเก็บขยะทั่วไป

สีฟ้า รองรับขยะย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล เช่น พลาสติก ห่อลูกอม ขอบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร

โดยรูปแบบของถัง และสัญลักษณ์การรองรับขยะมูลฝอยประเภทต่างๆ แสดงไว้ดังรูปข้างต้น นอกจากนี้ยังมีถุงพลาสติกสำหรับรองรับขยะมูลฝอยในแต่ละถัง โดยมีคูปากถุงสีเดียวกับถังที่รองรับมูลฝอยตามประเภทดังกล่าวข้างต้น

ในกรณีที่ดินที่มีพื้นที่จำกัดในการจัดวางภาชนะรองรับขยะมูลฝอยและมีจำนวนคนที่ค่อนข้างมากในบริเวณพื้นที่นั้น เช่น ศูนย์การประชุม สนามบิน ควรมีถังที่สามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ทั้ง 4 ประเภทในถังเดียวกัน โดยแบ่งพื้นที่ของถังขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ช่อง และตัวถังรองรับขยะมูลฝอยทำด้วยสแตนเลส มีฝาปิดแยกเป็น 4 สี ในแต่ละช่องตามประเภทของขยะมูลฝอยที่รองรับ ดังนี้

- ฝาสีเขียว รองรับขยะมูลฝอยที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว
- ฝาสีเหลือง รองรับขยะมูลฝอยที่สามารถนำรีไซเคิล หรือขายได้
- ฝาสีแดง รองรับขยะมูลฝอยที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ฝาสีฟ้า รองรับขยะมูลฝอย ที่ย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล และมีสัญลักษณ์ข้างถัง

สำหรับสถานที่บางแห่งควรมีคอนเทนเนอร์ขนาดใหญ่ตั้งไว้ สำหรับให้ประชาชนทิ้งขยะมูลฝอยแยกประเภทด้วย รายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 2.1 ประเภทของภาชนะรองรับมูลฝอย ณ สถานที่ต่างๆ

ประเภท/ขนาด	สถานที่รวบรวม	หมายเหตุ
1. ถังคอนเทนเนอร์ ความจุ 4,000 - 5,000 ลิตร	ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ ตลาด ภัตตาคาร สนามกีฬา	มี 4 ตอน สำหรับใส่ขยะมูลฝอย 4 ประเภท
2. ถังขนาดความจุ 120 - 150 ลิตร	ห้างสรรพสินค้า สถานศึกษา สนาม กีฬา โรงแรม โรงพยาบาล สถานีบริการ น้ำมัน ทางเข้าหมู่บ้าน	ถังสีเขียว เหลือง เทาฝาส้ม ฟ้ำ หรือถัง เทาหรือครีมคาดสีเขียว เหลือง ส้ม ฟ้ำ
3. ถังพลาสติกความจุ 50 - 60 ลิตร	จุดที่กลุ่มชนส่วนใหญ่มีกิจกรรมร่วมกัน เป็นโครงการ โรงภาพยนตร์ ฯลฯ	ถังสีเขียว เหลือง เทาฝาสีส้ม ฟ้ำ
4. ถังพลาสติก	ครัวเรือน	ถังสีเขียว เหลือง แดง ฟ้ำ หรือถังดำ คาดปากถังด้วยเชือกสีเขียว เหลือง แดง ฟ้ำ

เกณฑ์มาตรฐานภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

- (1) ควรมีสัดส่วนของถังขยะมูลฝอยจากพลาสติกที่ใช้แล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดย
น้ำหนัก
- (2) ไม่มีส่วนประกอบสารพิษ (toxic substances) หากจำเป็นควรใช้สารเติมแต่งใน
ปริมาณที่น้อยและไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
- (3) มีความทนทาน แข็งแรงตามมาตรฐานสากล
- (4) มีขนาดพอเหมาะมีความจุเพียงพอต่อปริมาณขยะมูลฝอย สะดวกต่อการถ่ายเท
ขยะมูลฝอยและการทำความสะอาด
- (5) สามารถป้องกัน แมลงวัน หนู แมว สุนัข และสัตว์อื่น ๆ มิให้สัมผัสหรือคุ้ยขยะ
มูลฝอยได้

2.2 เครื่องอัดขยะด้วยระบบไฮดรอลิก

2.2.1 ระบบกำลังของไหล

ระบบกำลังของไหลมี 2 ระบบ คือ ระบบไฮดรอลิก ใช้ของไหลไฮดรอลิกเป็นตัวกลางส่งกำลัง และ ระบบนิวแมติก ที่ใช้อากาศเป็นตัวกลางส่งกำลัง

ปกติของไหลไฮดรอลิกมีหน้าที่พื้นฐานเบื้องต้นที่สำคัญ 4 ประการ คือ :

- (1) ส่งกำลัง
- (2) ห่อหุ้มชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว
- (3) ผนึกช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนคู่กัน
- (4) ระบายความร้อน

2.2.2 ระบบท่อจ่าย

ระบบกำลังของไหล ส่งของไหลจากถังเก็บหรือปั๊ม ไปตามระบบท่อจ่าย (distribution system) ให้แก่อุปกรณ์ แล้วนำกลับสู่ถัง ระบบท่อจ่ายประกอบด้วยท่อนำ (conductors) และข้อต่อ (fittings)

- (1) ประเภทของท่อนำ
 - ท่อเหล็กกล้า (steel pipes)
 - หลอดเหล็กกล้า (steel tubing)
 - หลอดพลาสติก (Plastic tubing)
 - ท่ออ่อน (Flexible hoses)
- (2) การเลือกชนิดของท่อนำ
 - ความดัน และอัตราการไหลของระบบ
 - สภาพแวดล้อม ได้แก่ ชนิดของของไหล, อุณหภูมิที่ใช้งาน, การสั่นสะเทือน, การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของอุปกรณ์
- (3) การคำนวณขนาดท่อนำ (conductor sizing)

ท่อนำต้องมีขนาดหน้าตัดเพียงพอสำหรับอัตราไหลที่ต้องการโดยมีความเร็วไม่สูงเกินไป

$$\text{ความเร็วเฉลี่ยของของไหล } V = V_{avg} = \frac{Q}{A} \quad (2.1)$$

(4) ความดันทำงานของท่อ (Pressure Rating)

ท่อนำจะต้องแข็งแรงพอ เพื่อป้องกันการแตกระเบิดขณะรับความดันทำงาน ค่าความดันทำงาน เป็นตัวกำหนดขนาดความหนาผนังท่อ

$$BP = \frac{2tS}{D} \quad (2.2)$$

$$WP = \frac{BP}{FS} \quad (2.3)$$

$$t = \frac{D_o - D_i}{2} \quad (2.4)$$

เมื่อ BP = ความดันแตกระเบิด (burst pressure) (psi)

t = ความหนาผนัง (in)

S = ค่าความแข็งแรงดึง (tensile strength) ของวัสดุท่อ (psi)

WP = ความดันใช้งาน (psi)

FS = ค่าความปลอดภัย (ไม่มีหน่วย)

D_o = เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (in)

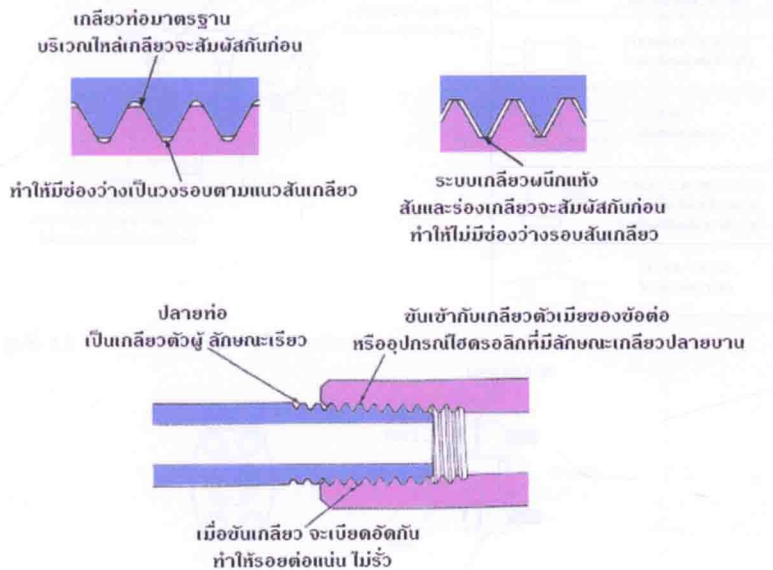
D_i = เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (in)

ตารางที่ 2.2 ค่าแนะนำมาตรฐานความปลอดภัยตามความดันที่ใช้งาน

ค่าความปลอดภัย (FS)	ช่วงความดันใช้งาน		
	psi	Mpa	bars
8	0-1000	0-7	0-70
6	1000-2500	7-17.5	70-175
4	>2500	>17.5	>175

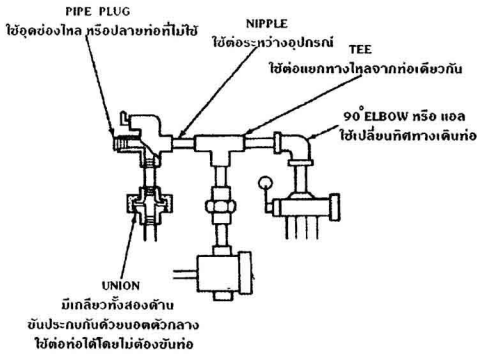
2.2.2.1 ท่อเหล็กกล้า (steel pipes)

ท่อไฮดรอลิกใช้เกลียวแบบผนึกแห้ง (dry-seal) ซึ่งจะแตกต่างจากท่อมาตรฐานทั่วไป เพื่อป้องกันการรั่วตามร่องเกลียวโดยที่สันและร่องเกลียวจะอัดกันแน่น ดังรูปที่ 2.1



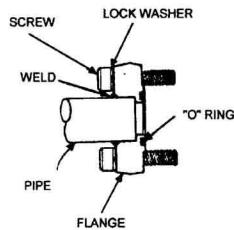
รูปที่ 2.1 เกลียวเรียวผนึกแห้งของท่อไฮดรอลิก

ข้อต่อแบบต่างๆ สำหรับต่อท่อเป็นดังรูปที่ 2.2 ซึ่งปกติข้อต่อเหล่านี้ใช้สำหรับท่อขนาดไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ส่วนท่อที่ใหญ่กว่านั้นจะนิยมต่อโดยใช้หน้าแปลน (flange) โดยเชื่อมท่อ หรือขันเกลียวกับหน้าแปลน ก่อน โดยมีปะเก็น (gasket) หรือแหวนยาง (O-ring) ใช้กันรั่ว (รูปที่ 2.3)

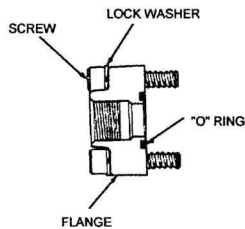


	REDUCING BUSHING ใช้ต่อท่อขนาดต่างกัน
	REDUCING COUPLING ใช้ต่อท่อขนาดต่างกัน แต่เป็นเกลียวตัวเมีย
	STRAIGHT COUPLING ใช้ต่อท่อขนาดเดียวกัน
	CAP ใช้ปิดปลายท่อ
	STREET ELBOW หรือ ELL ด้านหนึ่งเป็นเกลียวตัวผู้ อีกด้านเป็นเกลียวตัวเมีย
	GLOBE VALVE ใช้ปรับอัตราไหล

รูปที่ 2.2 ข้อต่อแบบต่างๆ ในการเดินท่อ



SOCKET WELD PIPE CONNECTIONS
STRAIGHT TYPE



THREADED PIPE CONNECTIONS
STRAIGHT TYPE

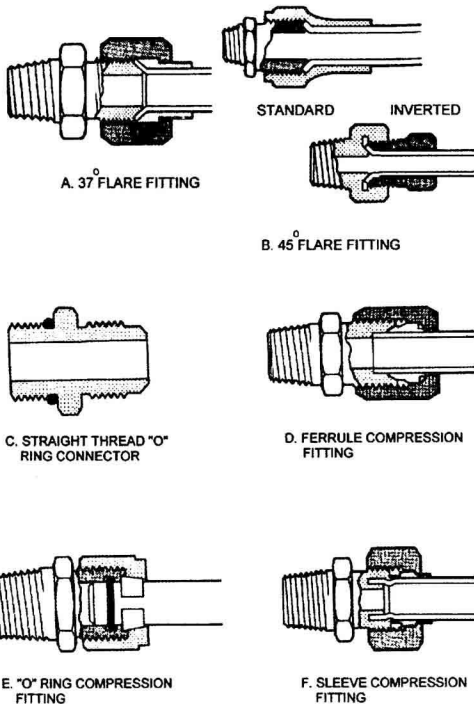
รูปที่ 2.3 หน้าแปลนต่อท่อขนาดใหญ่

2.2.2.2 หลอดเหล็กกล้า

หลอดเหล็กกล้าไร้ตะเข็บ (seamless steel tubing) เป็นท่อนำชนิดที่นิยมใช้มากที่สุดในระบบไฮดรอลิก โดยมีข้อได้เปรียบที่สำคัญเหนือกว่าท่อ (pipe) เนื่องจากหลอดสามารถนำมาดัดให้เป็นรูปต่างๆ ได้ จึงทำให้ลดจำนวนข้อต่อที่ต้องใช้ในการต่อหลอด นอกจากนี้การใช้งานก็ง่ายกว่า และสามารถนำมาใช้ใหม่ได้อีกโดยไม่มีปัญหาการรั่วตามรอยต่อ

วัสดุที่นิยมใช้ทำหลอดมากที่สุด คือเหล็กกล้ารีดเย็น SAE 1010 (dead soft cold-drawn steel) มีค่าความแข็งแรงถึง 55,000 psi ส่วนในงานที่ต้องการความแข็งแรงมากกว่านี้จะใช้เหล็กกล้า AISI 4130 steel ซึ่งมีค่าความแข็งแรงถึงสูงถึง 75,000 psi

การกันรั่วที่รอยต่อใช้ข้อต่อพิเศษตามแสดงในรูปที่ 2.4 บางชนิดจะเป็นแบบใช้แรงอัดโดยเนื้อโลหะ บางชนิดจะใช้แหวนยาง (O-ring) ด้วย



รูปที่ 2.4

ข้อต่อแบบเกลียว และหัวต่อสำหรับหลอดเหล็กกล้า

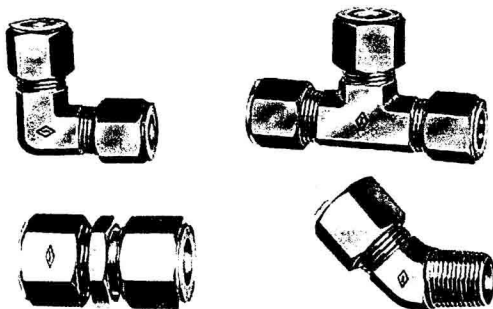
วิธีที่นิยม จะเป็นการต่อด้วยวิธีปลายบาน 37° ส่วนปลายบานมาตรฐาน 45° จะใช้ในงานที่ความดันสูงมากๆ สำหรับท่อที่ทำปากบานไม่ได้ หรือต้องการหลีกเลี่ยง สามารถใช้ปลอก (sleeve), แหวนโลหะ (ferrule), หรือแหวนยาง (O-ring) โดยวิธีประกอบอัด (compression fittings) ส่วนแบบพิเศษ เช่น สเวจล็อก (swagelok) ที่ข้อต่อสามารถรับแรงดันได้สูงถึงความดันแตกระเบิดได้ โดยไม่รั่ว และการถอดประกอบทำได้ง่าย (รูปที่ 2.5) นอกจากนี้ยังมีแบบปลายบาน 45° (รูปที่ 2.6) ซึ่งใช้งานรับความดันสูง ๆ ได้ดี และข้อต่อแบบอื่น ๆ (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.5 สเวจล็อก



รูปที่ 2.6 ข้อต่อแบบปลายบาน 45°

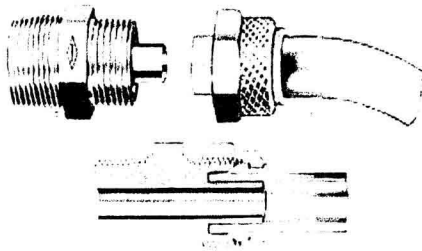


รูปที่ 2.7 ข้อต่อหลอดเหล็กกล้าแบบต่างๆ

2.2.2.3 หลอดพลาสติก

หลอดพลาสติก (plastic tubing) ได้รับความนิยมในงานอุตสาหกรรมทางกำลังของไหลอย่างรวดเร็ว เนื่องจากราคาไม่แพง และสามารถโค้งงอข้ามสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ได้ รวมทั้งการใช้งานการเก็บที่เก็บเป็นม้วนได้สะดวก นอกจากนั้นยังมีให้ใช้หลายสี ทำให้สะดวกในการแบ่งวงจรการทำงาน และทนต่อแรงสั่นสะเทือนดีกว่าท่อเหล็กกล้า

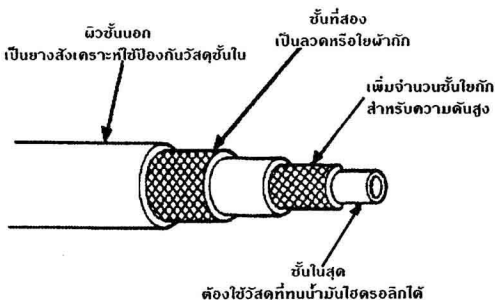
ข้อต่อสำหรับหลอดพลาสติกนั้นมีชนิดต่าง ๆ เกือบเหมือนกับข้อต่อหลอดเหล็กกล้าทั้งหมด หลอดพลาสติกปกติจะใช้งานในระบบนิวแมติก เนื่องจากอากาศที่ใช้มีความดันต่ำ (ต่ำกว่า 100 psi) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากหลอดพลาสติกใช้งานร่วมกับน้ำมันไฮดรอลิกส่วนใหญ่ได้ จึงมีการใช้ในไฮดรอลิกความดันต่ำด้วย วัสดุที่ใช้ผลิตหลอดพลาสติกได้แก่ พอลิเอทิลีน (polyethylene), พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC), พอลิโพรพิลีน (polypropylene) และไนลอน (nylon)



รูปที่ 2.8 ข้อต่อหลอดพลาสติก

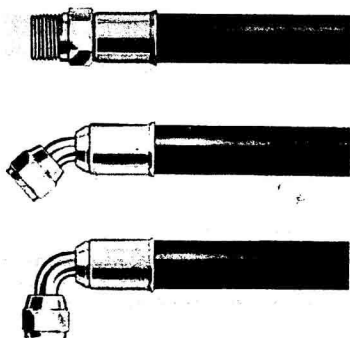
2.2.2.4 ท่ออ่อน

ท่ออ่อน (flexible hoses) เป็นท่อนำไฮดรอลิก ใช้สำหรับอุปกรณ์ไฮดรอลิกที่เคลื่อนไหว เช่น กระบอกไฮดรอลิก ซึ่งจะพบเห็นการใช้งานในชุดสนาม ในอุปกรณ์ติดรถ ในเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้กำลังไฮดรอลิก ปกติท่ออ่อนผลิตขึ้นจากยางสังเคราะห์ (synthetic rubber) หลายชั้นประกบกับชั้นใยถัก หรือเส้นลวดถัก เพื่อเสริมแรงสำหรับงานที่ความดันสูง

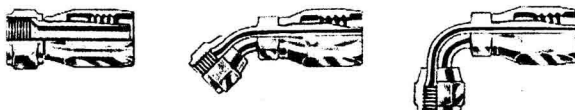


รูปที่ 2.9 ชั้นประกอบของท่ออ่อน

ท่ออ่อนสำเร็จรูปมีขายเกือบทุกขนาดความยาว และมีข้อต่อแบบต่าง ๆ ประกอบเสร็จ(รูปที่ 2.10) นอกจากนี้ ยังมีแบบหัวต่อปลายท่อถอดเปลี่ยนได้ (reusable-type end fittings) ไว้ใช้สำหรับต่อปลายสายที่ตัดต่อใหม่ เนื่องจากขาดหรือเสียหาย (รูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.10 หัวต่อถาวรติดที่ปลายท่ออ่อน



รูปที่ 2.11 หัวต่อปลายท่อถอดเปลี่ยนได้

2.2.3 ชุดหน่วยกำลัง

ชุดหน่วยกำลัง (power unit) นับเป็นจุดเริ่มต้นในระบบไฮดรอลิก ที่มีการผลิตกำลังไฮดรอลิกโดยอาศัยต้นกำลังอย่างอื่น เช่น มอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ ทำหน้าที่ขับปั๊ม

ชุดหน่วยกำลังมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญดังนี้

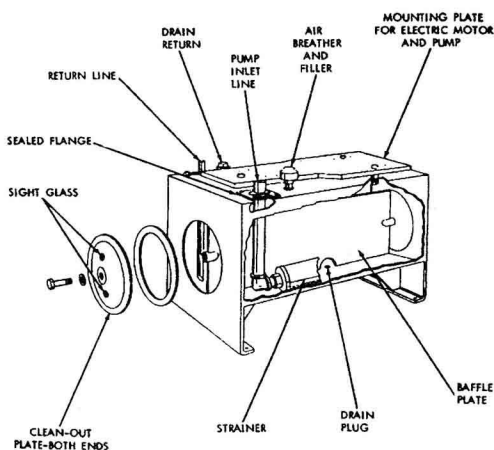
- (1) อ่างน้ำมัน (reservoir) หรือ ถัง (tank) สำหรับเก็บน้ำมันไฮดรอลิก
- (2) ปั๊ม (pump) สำหรับส่งของไหลในระบบ
- (3) มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) หรือต้นกำลังอย่างอื่นที่ใช้ขับปั๊ม
- (4) ลิ้นนิรภัย (safety valve) ใช้ควบคุมความดันของระบบไม่ให้สูงเกินกำหนด
- (5) อุปกรณ์เสริม(auxiliaries) เช่นเครื่องระบายความร้อนและถังสะสมความดันเป็นต้น

2.2.3.1 ระบบอ่างน้ำมัน (reservoir)

หน้าที่ของอ่างน้ำมันไฮดรอลิกมีดังต่อไปนี้

- (1) เป็นที่เก็บและพักน้ำมัน
- (2) เป็นที่กำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ เช่น เศษผงชิ้นส่วนของอุปกรณ์ไฮดรอลิก น้ำหรือเศษผงอื่นๆ ที่ติดมากับน้ำมันไฮดรอลิก
- (3) เป็นที่ระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิก
- (4) เป็นที่กักจัดฟองอากาศที่เกิดจากน้ำมันไหลฟุ้งกลับถึงน้ำมัน

อ่างน้ำมันสามารถติดตั้งปั๊มและมอเตอร์ขับเคลื่อนผ่านได้ โดยเตรียมพื้นเรียบที่มีความแข็งแรง ท่อกลับควรต่อเข้าอ่างน้ำมันด้านหนึ่งของแผ่นกะบังตรงกันข้ามกับท่อดูดของปั๊ม เพื่อป้องกันการเกิดฟองของน้ำมัน ท่อกลับควรติดตั้งให้อยู่สูงกว่ากันถังไม่เกินสองเท่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ใต้กรองด้านดูด (suction strainer) ของปั๊มควรอยู่ต่ำกว่าระดับปกติของน้ำมันในอ่างน้ำมัน และอย่างน้อยสูงกว่ากันถังถึง 1 นิ้ว ถ้าใส่กรองอยู่สูงเกินไปจะทำให้เกิดวังวน (vortex หรือ crater) ซึ่งจะทำให้อากาศปะปนลงไปได้เข้าทางท่อดูด นอกจากนั้น ท่อดูดส่วนที่อยู่เหนือระดับน้ำมันจะต้องขันแน่น จนผนึกป้องกันอากาศเข้าสู่ระบบได้ ทั้งนี้เนื่องจากความดันภายในท่อดูดจะต่ำกว่าบรรยากาศนั่นเอง



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของอ่างน้ำมัน

การกำหนดขนาดอ่างน้ำมันนั้นขึ้นกับเกณฑ์ต่อไปนี้:

- (1) ต้องทำให้ สิ่งสกปรก (dirt) และ เศษวัสดุ (chips) มีโอกาสตกตะกอน และอากาศ แยกตัวหนีออกได้
 - (2) ต้องสามารถรองรับน้ำมันที่จะระบายจากระบบลงสู่อ่างน้ำมันได้
 - (3) ต้องรักษาระดับน้ำมันสูงพอ เพื่อป้องกันผลจากการไหลวน (whirlpool effect) ที่ ปลายท่อทางเข้าปั๊ม
 - (4) ควรมีพื้นผิวมากพอเพื่อใช้ในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากระบบ
 - (5) ควรมีปริมาตรอากาศว่างเพียงพอสำหรับการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของน้ำมัน
- ระบบไฮดรอลิกส่วนใหญ่ที่ใช้งาน อ่างน้ำมันที่มีขนาดตามเท่าของอัตราไหล

$$\text{reservoirsize(gal)} = 3 \times \text{pumpflowrate(gpm)}$$

2.2.3.2 ไส้กรอง

ไส้กรอง เป็นอุปกรณ์ตัวหลักที่ใช้ในการรักษาของไหลให้สะอาด ไส้กรองที่ใช้งานมีทั้งไส้กรอง ละเอียด (filters) และไส้กรองหยาบ (strainers)

การปนเปื้อนของของไหลอาจอยู่ในรูปของ ของเหลว แก๊ส หรือ ของแข็ง จากสาเหตุ ดังต่อไปนี้

- (1) ตกค้างในระบบระหว่างการซ่อมบำรุง และประกอบอุปกรณ์ สารปนเปื้อนเหล่านี้ ได้แก่ เศษโลหะ (metal chips), เศษเกลียวจากท่อ (bits of pipe threads), เสี้ยนท่อ (tubing burrs), กาวทาท่อ (pipe dope), เศษชิ้นเทปพลาสติก (shreds of plastic tape), เศษวัสดุฉนวน (bits of seal material), ชีเชื่อม (welding beads), เศษสายยาง (bits of hose), และผงสกปรก (dirt)
- (2) เกิดขึ้นในระบบระหว่างการทำงาน ได้แก่ ความชื้นจากน้ำกลั่นด้วยไอน้ำในอ่างน้ำมัน, แก๊สปะปนเข้าไป (entrained gases), คราบสนิม (rust scale), เศษวัสดุฉนวนที่สึก (worn seal), อนุภาคโลหะจากการสึกหรอ, เลนตม (sludges), และสารเคลือบเงา (varnishes) เนื่องจาก ออกซิเดชันของน้ำมัน.
- (3) เข้าสู่ระบบจากสิ่งแวดล้อมภายนอก: เนื่องจากการใช้อุปกรณ์บำรุงรักษาที่สกปรก เช่น กรวย (funnels), เศษผ้า (rags), และเครื่องมือ (tools)

ใช้ในงานความดันต่ำ อัตราการไหลสูง ไม่สามารถรับความดันสูง ๆ ได้ จึงมีใช้น้อยในงานกำลังของไหล ให้ความดันสูงสุด 250-300 psi

(2) บั้มไฮโดรสแตติกหรือแบบแทนที่ (hydrostatic/positive displacement pumps)

บั้มชนิดนี้นิยมใช้ในงานกำลังของไหล โดยจ่ายของไหลด้วยปริมาตรที่แน่นอนค่าหนึ่งต่อการหมุนรอบหนึ่งของเพลลา สามารถรับความดันที่สูงขึ้นในระบบได้ดี บั้มแบบแทนที่มีข้อดีต่าง ๆ ดังนี้

- สามารถผลิตความดันได้สูง (ถึง 10,000 psi หรือกว่า)
- ขนาดเล็กกระทัดรัด
- ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูง
- ประสิทธิภาพไม่เปลี่ยนแปลงมากตลอดช่วงความดันใช้งาน
- ความยืดหยุ่นทางสมรรถนะสูง (ทำงานในช่วงความดัน และช่วงความเร็วที่กว้าง)

บั้มที่อาศัยการแทนที่ จำแนกประเภทได้ตามลักษณะการทำงานของชิ้นส่วนภายใน ได้เป็นสามชนิดคือ บั้มเฟือง (gear pump), บั้มใบพัด (vane pump), และ บั้มลูกสูบ (piston pump) แต่ละชนิดอาจมีการออกแบบที่แตกต่างกันบ้าง เช่น บั้มใบพัด และบั้มลูกสูบบั้มทั้งแบบตายตัว (fixed) และปรับช่วงชักได้ (variable displacement) โดยแบบตายตัวจะจ่ายของไหล ด้วยค่าคงที่ต่อหนึ่งรอบการหมุน ส่วนแบบปรับช่วงชักได้จะทำให้สามารถปรับอัตราการไหลได้ขณะที่มีความเร็วยังคงที่

การทำงานของบั้มที่อาศัยการแทนที่ไม่ได้ทำให้เกิดความดัน เพียงแต่ทำให้มีของไหล ไหลเท่านั้น แรงดันการไหลในระบบไฮดรอลิกจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความดัน กล่าวคือ ถ้าบั้มจ่ายออกที่ความดันบรรยากาศโดยไม่มีแรงดัน ความดันก็จะไม่สูงกว่าบรรยากาศ แต่ถ้าปิดไม่ให้ไหลเลย แรงดันจะเป็นอนันต์ ความดันจะเพิ่มสูงขึ้น จนชิ้นส่วนใดในระบบแตกหัก ดังนั้น การใช้บั้มแบบแทนที่จึงจำเป็นต้องติดตั้งลิ้นนิรภัย (pressure relief valve)

สมรรถนะของบั้ม (pump performance)

สมรรถนะของบั้ม ขึ้นกับการออกแบบทางระบบกลไกรวมทั้งการสมดุลความดัน ความละเอียดปราณีตของวัสดุผู้ผลิต โดยชิ้นส่วนอุปกรณ์ ต่าง ๆ จะต้องได้ขนาดแม่นยำ และต้องอยู่ในสภาพดีตลอดเวลาการทำงานของบั้ม

(1) ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (η_v) เป็นค่าบ่งถึงปริมาณการรั่วที่เกิดขึ้นในตัวบั้ม ซึ่งเป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างชิ้นส่วน

$$\eta_v = \frac{\text{actual flowrate}}{\text{theoretical flowrate}} = \frac{Q_A}{Q_T} \quad (2.5)$$

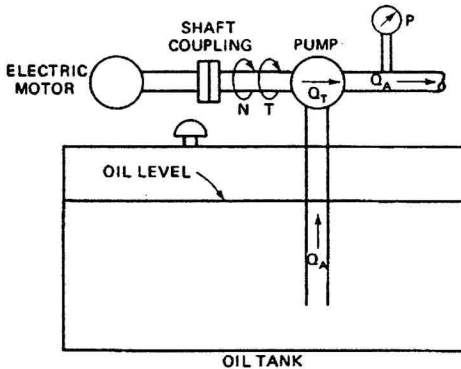
ปกติปั๊มเพื่องมีค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตรร้อยละ 80-90, ปั๊มใบพัดร้อยละ 82-90 และปั๊มลูกสูบร้อยละ 90-98

(2) ประสิทธิภาพเชิงกล (η_m)

เป็นตัวบ่งถึงการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากการรั่ว ซึ่งรวมถึงแรงเสียดทานตามลูกปืน และชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมทั้งการเกิดการปั่นป่วนของของไหล ปกติจะมีค่าระหว่างร้อยละ 90-95

$$\eta_m = \frac{\text{theoretical power required}}{\text{actual power delivered}} = \frac{PQ_T/1714}{TN/63,000} \quad (2.6)$$

นิยามตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 2.14 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพ

- P = ความดันขาออกของปั๊ม (psi)
- Q_T = อัตราไหลทางทฤษฎีของปั๊ม (gpm)
- T = แรงบิด (torque) ที่ใช้ขับปั๊ม (in-lb)
- N = ความเร็วรอบของปั๊ม (rpm)

ประสิทธิภาพเชิงกล เขียนอยู่ในรูปแรงบิด

$$\eta_m = \frac{T_T}{T_A} \quad (2.7)$$

โดยคำนวณหา T_T และ T_A จาก

$$T_T (in \cdot lb) = \frac{V_D (in^3) \cdot P (psi)}{2\pi} \quad (2.9)$$

$$T_A = \frac{63,000 \text{ HP}_{pump}}{N (rpm)}$$

(3) ประสิทธิภาพรวม (η_o) ประสิทธิภาพรวม เป็นการคำนวณโดยรวมการสูญเสียพลังงานทั้งหมด

$$\eta_o = \eta_v \eta_m = \frac{PQ_A / 1714}{TN / 63,000} \quad (2.10)$$

2.2.4 ตัวทำงาน (actuators)

ตัวทำงาน รับพลังงานไฮดรอลิกมาแปลงให้เป็นงานในรูปพลังงานกล เพื่อทำงานโดยการขับเคลื่อนวัตถุเคลื่อนที่ แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

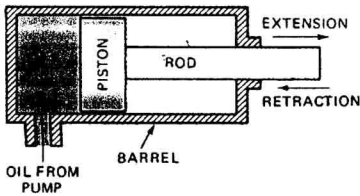
- (1) กระบอกไฮดรอลิก (hydraulic cylinder) เป็นตัวทำงานในลักษณะการเคลื่อนไปกลับ
- (2) มอเตอร์ไฮดรอลิก (hydraulic motor) เป็นตัวทำงาน ในลักษณะการหมุน แบ่งเป็น
 - หมุนได้ต่อเนื่อง เรียกว่า มอเตอร์ไฮดรอลิก มีลักษณะโครงสร้างเหมือนปั๊ม
 - หมุนจำกัด เรียกว่า มอเตอร์แบบส่าย (oscillation / limited rotation motor)

2.2.4.1 กระบอกไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinders)

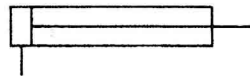
กระบอกไฮดรอลิกทำงานที่ความดันสูงได้ถึง 2000 psi โดยทั่วไปมีหลายขนาด ตั้งแต่เล็กสุด $1\frac{1}{8}$ นิ้ว จนถึง 8 นิ้ว ลักษณะโดยทั่วไป ตัวกระบอกทำด้วยท่อเหล็กกล้าไร้ตะเข็บ (seamless steel tubing) ขัดผิวในเรียบ ลูกสูบทำด้วยเหล็กเหนียว (ductile iron) มีแหวนรองกันรั่ว (U-cup packing) ใช้กันรั่วระหว่างลูกสูบและกระบอก มีเบาะ (tapered cushion plungers) ช่วยหน่วงลดแรงกระแทก และช่องทางน้ำมันจะอยู่ที่หัวฝาครอบซึ่งยึดติดกระบอกสูบด้วยก้านยึด (tie rods)

(1) กระจกบอทำงานทางเดียว (single-acting cylinder)

ประกอบด้วยลูกสูบ (piston) ที่อยู่ในกระจกบอ (barrel) มีก้านสูบติดกับลูกสูบยื่นออกมาด้านหนึ่งเรียกด้านก้น (rod end) ส่วนอีกปลายเรียกด้านหัว (blank end) มีรูหรือช่องสำหรับให้น้ำมันไหลเข้าออกกระจกบอทำงานทางเดียว สามารถออกแรงได้ด้านเดียวซึ่งส่วนใหญ่เฉพาะตอนยืด ส่วนการหดต้องอาศัยน้ำหนักของภาระ หรือแรงสปริงช่วยดันกลับ



ส่วนประกอบ

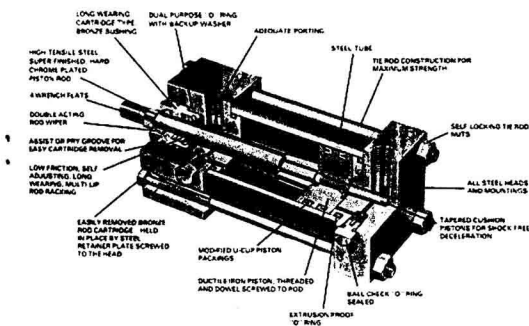


สัญลักษณ์

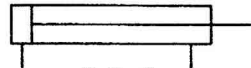
รูปที่ 2.15 กระจกบอทำงานทางเดียว

(2) กระจกบอทำงานสองทาง (double-acting cylinder)

การยืดและหดใช้แรงดันไฮดรอลิกทั้งสองทาง สามารถใช้แรงทำงานได้ทั้ง 2 ทาง



ส่วนประกอบ



สัญลักษณ์

รูปที่ 2.16 กระจกบอทำงานสองทาง

แรงจากกระบอกไฮดรอลิก

ในกระบอกสูบทำงานสองทางนั้น แรงที่ได้จะไม่เท่ากันทั้งสองจังหวะ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{จังหวะยืด : } F = P \cdot A_{\text{piston}} \quad (2.11)$$

$$v = \frac{Q}{A_{\text{piston}}} \quad (2.12)$$

$$\text{จังหวะหด : } F = P \cdot (A_{\text{piston}} - A_{\text{rod}}) \quad (2.13)$$

$$v = \frac{Q}{(A_{\text{piston}} - A_{\text{rod}})} \quad (2.14)$$

$$\text{กำลังไฮดรอลิก } HP = \frac{F \cdot v}{550} = \frac{Q(\text{gpm}) \cdot P(\text{psi})}{1714} \quad (2.15)$$

เมื่อ F เป็นแรงจากกระบอกไฮดรอลิก (lb)

P เป็นความดันในกระบอกไฮดรอลิก (psi)

A_{piston} เป็นพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

A_{rod} เป็นพื้นที่หน้าตัดของก้านสูบ

Q เป็นอัตราการไหลเข้ากระบอกไฮดรอลิก

HP เป็นกำลังม้าของกระบอกไฮดรอลิก

เบาะกันกระแทก (cushion)

เบาะกันกระแทก อยู่ที่ปลายกระบอกเพื่อลดความเร็วลูกสูบในช่วงปลายจังหวะ และลดแรงกระแทกที่มากเกินไปต่อฝาสูบ

การหน่วงเกิดขึ้นขณะที่ปลายเรียวของแท่งกรวย (plunger) เข้าสู่ช่องที่ฝาสูบ ทำให้การไหลของน้ำมันถูกจำกัดและต้องไหลผ่านช่องตีบที่ปรับได้ มีเส้นทางเดียวติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อให้จังหวะการไหลเข้าเป็นอิสระ และควรนำค่าความดันสูงสุดที่เกิดขึ้นเนื่องจากเบาะกันกระแทกมาพิจารณาด้วย เพราะความดันที่สูงเกินไปจะทำลายกระบอกสูบได้

2.2.4.2 มอเตอร์ไฮดรอลิก (hydraulic motor)

มอเตอร์ไฮดรอลิก เป็นตัวทำงานที่หมุนต่อเนื่อง มีส่วนประกอบพื้นฐานเหมือนปั๊ม แทนที่จะผลักดันของเหลวเช่นปั๊ม จะเป็นการใช้ของเหลวเข้าไปดันให้หมุน ทำให้เกิดแรงบิดและการหมุนตัวเรือนปิดสนิทเพื่อรับความดันสูง จึงมีทางระบายจากตัวเรือน (casing drain) สำหรับระบายของเหลวส่วนที่รั่วซึมภายในออก เพื่อป้องกันความเสียหายของซีลเพลา

มอเตอร์ไฮดรอลิกพื้นฐานมีด้วยกัน 3 ชนิด คือ มอเตอร์เฟือง (gear motor), มอเตอร์ใบพัด (vane motor), และมอเตอร์ลูกสูบ (piston motor)

สมรรถนะของมอเตอร์ไฮดรอลิก (hydraulic motor performance)

สมรรถนะของมอเตอร์ไฮดรอลิก ขึ้นกับการป้องกันการรั่วภายในระหว่างด้านความดันสูง และด้านความดันต่ำ

ปรกติมอเตอร์เฟือง มีประสิทธิภาพรวม 70% ถึง 75%

มอเตอร์ใบพัด มีประสิทธิภาพรวม 75% ถึง 85%

และมอเตอร์ลูกสูบ มีประสิทธิภาพรวม 85% ถึง 95%

ในระบบที่ให้มอเตอร์ไฮดรอลิกขับภาระตั้งแต่เริ่มหมุน ต้องคำนวณค่าตัวประกอบแรงบิดนิ่ง (stall-torque factor) ด้วย

มอเตอร์เริ่มหมุนหรือทำงานความเร็วต่ำกว่า 500 rpm จะได้แรงบิดเพียงประมาณ 80% ของแรงบิดสูงสุดเท่านั้น

$$\text{แรงบิด} \quad T = \frac{P \cdot V_D}{2\pi} \quad (2.16)$$

$$\text{กำลังม้า (HP) ขาออก} \quad HP = \frac{T \cdot N}{63,000} = \frac{P \cdot V_D \cdot N}{63,000} \quad (2.17)$$

$$\text{อัตราไหล} \quad Q = \frac{V_D \cdot N}{231} \quad (2.18)$$

สมรรถนะในรูปประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฮดรอลิก ประเมินคล้ายกันกับกรณีของปั๊ม

(1) ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (η_v)

$$\eta_v = \frac{\text{theoretical flowrate}}{\text{actual flowrate}} \times 100 = \frac{Q_T}{Q_A} \times 100 \quad (2.19)$$

อัตราไหลทฤษฎีสำหรับมอเตอร์

$$Q_T = \frac{V_D \cdot N}{231} \quad (2.20)$$

(2) ประสิทธิภาพเชิงกล (η_m)

$$\eta_m = \frac{T_A}{T_r} \times 100 \quad (2.21)$$

โดยที่ $T_r = \frac{V_D (in^3) \cdot P (psi)}{2\pi} \quad (2.22)$

$$T_A = \frac{63,000 HP_{actual}}{N (rpm)} \quad (2.23)$$

(3) ประสิทธิภาพรวม (μ_o) เป็นการคำนวณโดยรวมการสูญเสียพลังงานทั้งหมด

$$\eta_o = \frac{\eta_v \eta_m}{100} \quad (2.24)$$

$$\eta_o = \frac{T_A N / 63,000}{P Q_A / 1714} \times 100 \quad (2.25)$$

เมื่อ P = ความดันทางเข้ามอเตอร์ (psi)

N = ความเร็วมอเตอร์ (rpm)

T_A = แรงบิดขาออกของมอเตอร์ (in-lb)

Q_A = อัตราไหลจริงที่มอเตอร์ใช้ (gpm)

2.2.5 ลิ้นและอุปกรณ์ควบคุม

ลิ้นและอุปกรณ์ควบคุมเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในระบบกำลังของไหล เนื่องจากทำหน้าที่เป็น สมของระบบ ถ้าออกแบบหรือเลือกใช้อุปกรณ์ระบบควบคุมไม่เหมาะสม หรือมีความบกพร่อง จะ ทำให้ระบบทำงานไม่ได้

การควบคุมระบบกำลังของไหลโดยพื้นฐานจะใช้ ลิ้น (valve) เป็นอุปกรณ์ควบคุมหลัก และ อาจมีอุปกรณ์ควบคุมอย่างอื่นร่วมด้วย เช่น สวิตช์ตำแหน่ง สวิตช์ความดัน สวิตช์อุณหภูมิ เป็นต้น

2.2.5.1 ลิ้นควบคุม

ลิ้นควบคุมแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ลิ้นควบคุมทิศทาง, ลิ้นควบคุมความดัน, และ ลิ้น ควบคุมการไหล

(1) ลิ้นควบคุมทิศทาง (Directional Control Valves - DCV)

ใช้ควบคุมทิศทางการไหลของของไหลในวงจร เช่น ใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของ กระบอกไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยการควบคุมทิศทางเข้าออกของน้ำมัน

โดยพื้นฐานแล้วลิ้นที่ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางต่างๆ ได้แก่

- ลิ้นทางเดียว(check valves)
 - ลิ้นกระสวย (shuttle valves)
 - ลิ้นควบคุมทิศทางแบบสองทาง (2 way valves), สามทาง (3 way valves), และสี่ทาง (4 way valves) เป็นต้น
- (2) ลิ้นควบคุมความดัน (pressure control valves - PCV)

ใช้ควบคุมความดันให้อยู่ในระดับที่ต้องการใช้งาน และใช้ป้องกันระบบจากความดันที่สูงเกินไป ลิ้นที่ทำหน้าที่ควบคุมความดันในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่

- ลิ้นระบายความดัน (pressure relief valve)
- ลิ้นลดความดัน (pressure reducing valve)
- ลิ้นลำดับงาน (sequence valve)
- ลิ้นปลดภาระ (unloading valve)
- ลิ้นถ่วงดุล (counter balance valve)

นอกจากนี้ความดันในระบบยังถูกควบคุมโดยตรงจากปั๊มได้ ถ้าใช้ปั๊มที่มีระบบชดเชยความดัน (pressure-compensated pump)

ปกติในระบบไฮดรอลิกอาจมีการกระชากของความดันที่เพิ่มสูงขึ้นทันทีได้ถึง 4 เท่า การดูดกลืนแรงกระแทกไฮดรอลิก (hydraulic shock) นี้อาจใช้ถังสะสม (accumulator) รวมทั้งการใช้ช็อกอัพ (shock absorber) รับการกระแทกของภาระภายนอกก็ได้

(3) ลิ้นควบคุมการไหล (flow control valves - FCV)

ลิ้นควบคุมการไหล เป็นลิ้นที่ใช้ในการควบคุมอัตราไหลของของไหล เพื่อให้การทำงานเป็นไปตามที่ต้องการ เช่น การควบคุมความเร็วของตัวทำงานซึ่งจะขึ้นกับอัตราการไหล ถ้าจ่ายของไหลให้ตัวทำงานด้วยอัตราไหลสูงตัวทำงานจะเคลื่อนที่เร็ว

การควบคุมอัตราไหลนั้นทำได้โดยการใช้ลิ้นควบคุมการไหล นอกจากนี้ปั๊มแบบปรับช่วงชักได้ก็สามารถใช้ควบคุมอัตราไหลเพื่อควบคุมความเร็วของตัวทำงานได้เช่นกัน

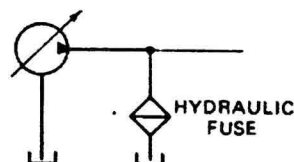
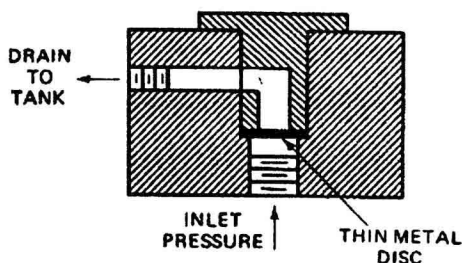
กรณีที่เป็นระบบที่มีตัวทำงานหลายตัวทำงานที่ความเร็วต่างกัน จำเป็นต้องใช้ลิ้นควบคุมการไหลแยกกัน

ลิ้นควบคุมการไหลแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

- ลิ้นควบคุมการไหลแบบไม่ชดเชย (non-compensated flow control valve)
- ลิ้นควบคุมการไหลแบบชดเชย (compensated flow control valves)

2.2.5.2 ฟิวส์ไฮดรอลิก (hydraulic fuses)

ฟิวส์ไฮดรอลิก ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ในวงจรจากความดันที่สูงเกินไป โดยเมื่อความดันสูงเกินค่าที่ออกแบบ แผ่นโลหะบางในฟิวส์จะแตกทะลุเพื่อระบายน้ำมันลงถึง



รูปที่ 2.17 ฟิวส์ไฮดรอลิก

2.2.5.3 สวิตช์ความดัน (pressure switches)

สวิตช์ความดันเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดความดัน เพื่อปิด-เปิดวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อถึงค่าความดันที่ตั้งไว้ มีส่วนประกอบที่สำคัญสองส่วนคือ ส่วนตรวจวัดความดัน และส่วนสวิตช์ไฟฟ้า

- (1) ส่วนตรวจวัดความดันของสวิตช์ความดันนั้นมียู่ 4 ชนิด ดังนี้
 - ไดอะแฟรม (diaphragm) มีแผ่นไดอะแฟรมเชื่อมปิดเป็นตัวดันสวิตช์ ใช้งานได้ตั้งแต่สูญญากาศ ถึง 150 psi
 - หลอดเบอร์ดอน (bourdon tube) มีหลอดเบอร์ดอนเชื่อมปิดเป็นตัวดันสวิตช์ ใช้งานได้ตั้งแต่ 50 ถึง 18,000 psi
 - ลูกสูบซีล (Sealed piston) มีลูกสูบปิดผนึกด้วยโอริง (O-ring) เป็นตัวดันสวิตช์ ใช้งานได้ตั้งแต่ 15 ถึง 12,000 psi
 - ลูกสูบไดอะซีล (Dia-seal piston) มีลูกสูบกึ่งไดอะแฟรมเป็นตัวดันสวิตช์ เป็นแบบที่ผสมความแม่นยำของไดอะแฟรมกับความทนทานของลูกสูบเข้าด้วยกัน ใช้งานได้ตั้งแต่ 15 ถึง 12,000 psi
- (2) ส่วนสวิตช์ไฟฟ้าในสวิตช์ความดัน มียู่สองชนิดคือ
 - ปกติเปิด (normally open, N.O.)

- ปกติปิด (normally closed, N.C.)

ปกติแล้วสวิตช์ความดันจะมีขั้วไฟฟ้าอยู่ 3 ขั้ว คือ C (common), N.C., และ N.O. และจะใช้เพียงสองขั้วคือ C และ N.C. หรือ N.O.

นั่นคือสามารถใช้สวิตช์ความดันเป็นแบบปกติปิด หรือปกติเปิดก็ได้ขึ้นอยู่กับวงจร

2.2.5.4 สวิตช์อุณหภูมิ (temperature switches)

สวิตช์อุณหภูมิ ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิเพื่อปิด-เปิดวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อถึงค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้และมีส่วนชดเชยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกด้วย ด้านบนมีปุ่มหมุนตั้งค่าอุณหภูมิส่วนปลายด้านล่างมีเกลียวสำหรับติดตั้งยังจุดที่ต้องการตรวจวัด และสามารถต่อขั้วสวิตช์เป็นแบบปกติปิด หรือปกติเปิด ก็ได้

2.2.5.4 ช็อกแอบ (shock absorbers)

ช็อกแอบ ใช้ชะลอการที่กำลังขับเคลื่อนให้หยุดลงอย่างนิ่มนวล โดยอาศัยแรงต้านจากการไหลของน้ำมันผ่านรูตีบ ลักษณะโครงสร้างทั่วไปประกอบด้วย

- กระบอกสูบ
- ลูกสูบที่มีรูตีบ โดยบางแบบสามารถปรับรูตีบได้ นั่นคือปรับค่าแรงหน่วงได้
- สปริงดันกลับ
- มีน้ำมันเต็มกระบอก

2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียจากการอัดขยะ

2.3.1 การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น

2.3.1.1 วัตถุประสงค์ของการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น

ความมุ่งหมายของการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น คือการกำจัดสิ่งที่จะไปอุดตันหรือทำความเสียหายแก่เครื่องสูบน้ำหรือกระบวนการบำบัดที่ติดตามมา ดังนั้นการออกแบบของอุปกรณ์การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- (1) ปรับสภาพน้ำเสียให้เข้ากับกระบวนการบำบัดในขั้นต่อไป
- (2) กำจัด หรือลดขนาดของของแข็งขนาดใหญ่ที่แขวนลอยหรือลอยอยู่ ได้แก่ เศษไม้ ผ้า กระดาษ เศษอาหาร ซึ่งจะเป็นอุปสรรคในกระบวนการ และอุปกรณ์การบำบัดในขั้นต่อไป
- (3) ลดการสะสมของขยะในกระบวนการบำบัดในขั้นต่อไป
- (4) กำจัดน้ำมันและไขมันที่มีมากเกินไปในน้ำเสีย

2.3.1.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้เพื่อบรรลุมัตถุประสงค์ดังกล่าวมีดังนี้

(1) ตะแกรงหยาบ (coarse screen)

ตะแกรงหยาบปกติประกอบด้วยเหล็กเส้นซึ่งมีช่องว่างประมาณ 2-15 เซนติเมตร ตั้งเอียงมุม 45 – 60° กับแนวตั้ง การทำความสะอาดตะแกรงอาจจะกระทำได้โดยการให้แรงคนหรือใช้คราดอัตโนมัติของแข็งที่จัดออกจากตะแกรงอาจนำไปฝังหรือเผา หรือหารทำลายขนาดลงโดยการบดหรือสับเป็นชิ้นเล็กๆแล้วส่งกลับคืนสู่ลำน้ำเสียต่อไปอีก

(2) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen)

ตะแกรงละเอียดปกติเป็นตาข่ายมีช่องขนาดประมาณ 0.3 เซนติเมตร หรือเล็กกว่า ให้น้ำเสียผ่านตะแกรงละเอียดซึ่งอาจจะทำเป็นผิวของรูปทรงกระบอก (drum screen) ส่วนมากตะแกรงละเอียดใช้ในการกำจัดน้ำเสียจากการอุตสาหกรรม

2.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic treatment)

เป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยจะมีการย่อยสลายในภาวะมีอากาศ (aerobic decomposition) ระยะเวลาหนึ่งจนทำให้ปริมาณออกซิเจนลดน้อยลง และถ้าอัตราการสลายตัวยังคงมีอยู่สูง ปริมาณออกซิเจนจะลดลงจนหมด ทำให้กลายสภาพเป็นไม่มีอากาศ ซึ่งทำให้แบคทีเรียกลุ่ม anaerobes สามารถใช้สารอินทรีย์เป็นตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) แทนออกซิเจนอิสระ โดยในขั้นตอนแรกจะอาศัยออกซิเจนที่อยู่ในรูปของไนเตรต (NO_3^-) ให้ไนโตรเจนอิสระ



และต่อมาจึงใช้ออกซิเจนที่อยู่ในรูปของซัลเฟต (SO_4^{2-}) ให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเป็นแก๊สที่มีกลิ่นเหม็น



นอกจากนี้การย่อยสลายของ anaerobic bacteria ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดแลกติก (lactic acid), กรดแอซิติก (acetic acid), แอลกอฮอล์ (alcohol) และสารประกอบอื่นๆ พลังงานที่ได้ในสภาพไม่มีอากาศจะน้อยกว่าพลังงานที่ได้จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในสภาพมีอากาศ ทำให้ปริมาณเซลล์แบคทีเรียมีน้อยกว่า อัตราการย่อยสลายจะช้า และไม่สมบูรณ์ แต่ถ้าหากมี methane-forming bacteria จะช่วยทำให้การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสมบูรณ์เปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นแก๊สมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ดังสมการ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นวิธีที่ไม่ต้องเติมออกซิเจน หรืออาจเรียกว่า ถังหมักทำให้สามารถประหยัดพลังงานมากกว่าระบบที่ใช้อากาศ เพราะไม่ต้องใช้เครื่องจักรในการเติมอากาศ การเกิดกากตะกอน (sludge) มีน้อยกว่า เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียต่อหน่วยสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลาย ต่ำกว่าระบบใช้ออกซิเจน ทำให้ลดปัญหาในการกำจัดตะกอน อีกทั้งความต้องการอาหารเสริม (nutrients) เช่นไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมีน้อยกว่าระบบใช้ออกซิเจน ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนเหมาะสมกับประเทศที่มีอากาศร้อน โดยที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงจะช่วยเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีให้มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตแก๊สมีเทน มาใช้ประโยชน์ในการให้พลังงานได้อีกด้วย เช่นใช้ในการหุงต้มทำอาหาร และต้มน้ำในหม้อต้มน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม

การนำระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาใช้งาน สามารถนำมาใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่น้ำเสียมีความเข้มข้นสูง เช่นโรงงานแปรงมันสำปะหลัง โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง เป็นต้น และสามารถนำมาใช้ในการย่อยสลายกากตะกอนที่เกิดจากระบบเลี้ยงตะกอน (activated sludge) ระบบโปรยกรอง (trickling filter)

2.3.2.1 หลักการทำงาน

เนื่องจากระบบนี้สามารถนำมาใช้ได้ทั้งการบำบัดน้ำเสีย และบำบัดตะกอนที่เกิดจากระบบเลี้ยงตะกอน เป็นระบบที่ต้องการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ที่อาจอยู่ในรูปสารละลาย สารคอลลอยด์ และสารแขวนลอย สำหรับสารอินทรีย์ในตะกอนจะอยู่ในรูปของ MLVSS (mixed-liquor volatile suspended solids) ในกระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน จะอาศัยการทำงานของแบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เจริญอยู่ในน้ำเสียจนถึงขั้นสุดท้าย คือการเกิดแก๊สมีเทน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการหลายขั้นตอน (multi-stage) โดยการทำงานของแบคทีเรีย 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ผลิตกรดอินทรีย์ และผลิตแก๊สมีเทน

ขั้นตอนการทำงาน แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

(1) การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ (hydrolytic stage)

สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำจำพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน จะเกิดกระบวนการไฮโดรไลซิส โดยแบคทีเรียพวก hydrolytic จะปล่อย extracellular enzyme ทำให้โมเลกุลของสารอินทรีย์แตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กๆ จำพวกน้ำตาล, กรดอะมิโน และ กรดไขมัน ซึ่งสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียเข้าไปย่อยสลายได้

(2) การสร้างกรดอินทรีย์ (acidification stage)

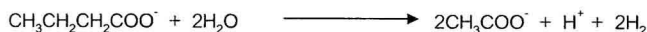
แบคทีเรียประเภท acid former จะย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปสารละลายให้อยู่ในรูปของกรดอินทรีย์ที่ระเหยได้ (volatile acid) ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วย กรดแอซติก (acetic acid), กรดโพรไพโอนิก (propionic acid), กรดบิวไทริก (butyric acid) และเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์, แก๊สไฮโดรเจน, แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแก๊สมีเทน กรดอินทรีย์ และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ จะเป็นปัญหาทำให้เกิดกลิ่น และพิษ ของน้ำเสียลดลงจากผลของการเกิดกรดอินทรีย์

(3) การสร้างแก๊สมีเทน (methanogenic stage)

ขั้นตอนนี้แบคทีเรียประเภท methane former จะย่อยสลายกรดอินทรีย์ให้อยู่ในรูปของแก๊สมีเทน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แต่เนื่องจากกรดแอซติก เป็นกรดชนิดเดียวที่สามารถเปลี่ยนเป็นแก๊สมีเทนได้ กรดชนิดอื่นจึงจำเป็นต้องอาศัยแบคทีเรียพวก acetogenic ในการเปลี่ยนกลับมาเป็นกรดแอซติก



propionic acid



butyric acid

กรดแอซติกสามารถเปลี่ยนเป็นแก๊สมีเทนโดยแบคทีเรียพวก acetoclastic methanogenic



นอกจากนี้แก๊สมีเทนยังสามารถเกิดได้จากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สไฮโดรเจน โดยแบคทีเรียพวก H_2 -utilizing methanogenic ดังสมการ



2.3.2.2 บ่อหมักไร้อากาศ (anaerobic pond process , AP)

บ่อหมักไร้อากาศ อาจเป็นบ่อดินหรือบ่อคอนกรีต นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีสูงมาก จนทำให้บ่อไม่สามารถผลิตออกซิเจนได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์แสงในบ่อจะไม่สามารถเกิดขึ้นโดยการลดพื้นที่ผิวของบ่อ เพิ่มความลึกของบ่อ หรือเพิ่มปริมาณบีโอดีของน้ำเสีย การทำงานอาศัยหลักการของแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ ลักษณะบ่อเป็นบ่อดิน มีความลึกมากกว่า 2.5 เมตร ออกแบบให้รับปริมาณน้ำเสียต่อพื้นที่ผิวของบ่อ (surface loading) สูง ปัญหาของบ่อหมักไร้อากาศ จะทำให้เกิดกลิ่นของกรดอินทรีย์ และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และเกิดตะกอนสีดำจากการทำปฏิกิริยาของไฮโดรเจนซัลไฟด์กับสารประกอบ

โลหะต่างๆ น้ำเสีย ถ้าพบว่าบ่อบำบัดมีสีเขียวแสดงว่า บริเวณผิวชั้นบนจะเกิดการสังเคราะห์แสงในบ่อ ส่วนบริเวณก้นบ่อจะเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีของกระบวนการแอนแอโรบิค ซึ่งลักษณะนี้จะเรียกบ่อบำบัดว่า facultative pond โดยทั่วไปบ่อหมักจะมีเวลาเก็บกักของน้ำเสียในบ่อตั้งแต่ 1 - 200 วัน จึงมักใช้เป็นบ่อบำบัดขั้นแรกๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อการประหยัดพลังงานในการย่อยสลายสารอินทรีย์ สำหรับประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของบ่อหมักจะอยู่ในช่วงร้อยละ 20 - 95 ขึ้นกับปริมาณและชนิดของน้ำเสีย และโดยทั่วไปค่าบีโอดีของน้ำที่ไหลผ่านบ่อหมักแล้วจะมีค่าบีโอดีไม่ต่ำกว่า 100 มก./ล. ดังนั้นบ่อหมักจึงไม่เหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีของน้ำเสียเพียง 100 - 200 มก./ล.

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

- 3.1 ศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันในการจัดการขยะมูลฝอยของวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
- 3.2 ออกแบบและเขียนแบบเครื่องอัดขยะ
- 3.3 สร้างเครื่องอัดขยะ
- 3.4 ออกแบบและเขียนแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการอัดขยะ
- 3.5 สร้างระบบบำบัดน้ำเสียจากการอัดขยะ

บทที่4 ผลการศึกษา

4.1 สถานการณ์ด้านการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉลี่ยประมาณ 2000 กิโลกรัมต่อวัน โดยอัตราการผลิตขยะ
มูลฝอยอยู่ในช่วง 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยมีลักษณะการทิ้งขยะดังแสดงในรูปที่ 4.1







รูปที่ 4.1 ลักษณะการทิ้งขยะ

ส่วนประกอบของขยะมูลฝอยมีผลโดยตรงต่อการวางแผนและการปฏิบัติงาน จากการสำรวจพบว่า ขยะในวิทยาเขตฯ โดยส่วนใหญ่จะมีอยู่ 3 ประเภทหลักคือ

(1) ขยะที่เกิดขึ้นจากการบริโภค ประกอบด้วยขยะเศษอาหารที่เหลือทิ้งจากการบริโภค พลาสติก/ถุงใส่ขนม ขวดพลาสติก ขวดน้ำหวาน กล่องนม กระป๋องอลูมิเนียมใส่น้ำอัดลม เป็นต้น

(2) ขยะที่เกิดจากกิจกรรมในการเรียนการสอน ประกอบด้วย เศษกระดาษเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งถ้าเป็นกระดาษใช้แล้วหน้าเดียวก็สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ และถ้าใช้ไม่ได้ก็สามารถรวบรวมไว้ขาย

(3) เป็นขยะอันตราย ได้แก่ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย กระป๋องอัดแรง บรรจุภัณฑ์ที่ใส่สารเคมีที่ใช้แล้ว ตลอดจนสารเคมีที่เสื่อมสภาพ เป็นต้น ซึ่งควรจะต้องทำการคัดแยกและกำจัดขยะเหล่านี้อย่างถูกวิธีต่อไป

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจะถูกเก็บโดยรถบรรทุกขยะประมาณ 3 วัน/เที่ยว ด้วยรถขนขยะของกรุงเทพมหานคร

4.2 การออกแบบและสร้างระบบเครื่องอัดแน่นขยะ

ในการดำเนินโครงการเพื่อการจัดการขยะมูลฝอย จะแปรสภาพขยะมูลฝอย โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพลักษณะทางกายภาพเพื่อลดปริมาตร โดยคัดแยกเอาวัสดุที่สามารถหมุนเวียนใช้ประโยชน์ได้ออกมา อัดเป็นก้อน เพื่อลดปริมาตรของขยะมูลฝอยได้ร้อยละ 75 ของปริมาตรเดิม ทั้งนี้ขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องมือ และลักษณะของขยะมูลฝอย ตลอดจนใช้วิธีการห่อหุ้ม หรือ การผูกมัดก้อนขยะมูลฝอยให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ผลที่ได้รับจากการแปรสภาพมูลฝอยนี้ จะช่วยให้การเก็บรวบรวม ขนถ่าย และขนส่งได้สะดวกขึ้น สามารถลดจำนวนเที่ยวของการขนส่ง ช่วยให้ไม่ปลิวหล่นจากรถบรรทุก และช่วยรีดเอาน้ำออกจากขยะมูลฝอย ทำให้ไม่มีน้ำขยะมูลฝอยรั่วไหล ในขณะขนส่ง ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบ โดยสามารถจัดวางซ้อนได้อย่างเป็นระเบียบจึงทำให้ประหยัดเวลา และค่าวัสดุในการกลบทับ และช่วยยืดอายุการใช้ งานของบ่อฝังกลบได้อีกทางหนึ่งด้วย

4.2.1 การออกแบบระบบเครื่องอัดแน่นขยะ

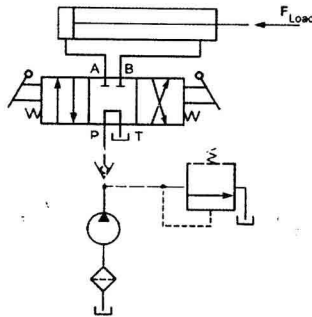
การพิจารณาออกแบบเครื่องมือแปรสภาพขยะมูลฝอย สามารถเลือกใช้ตามองค์ประกอบ และลักษณะสมบัติขยะมูลฝอย ประเภทของแหล่งกำเนิด สถานที่ตั้งระบบ

4.2.1.1 ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการออกแบบ

- (1) **ความสามารถในการทำงาน** : เครื่องมือจะช่วยทำงานอะไรบ้างให้ได้งานที่ดีขึ้นกว่าเดิม
- (2) **ความปลอดภัย** : เครื่องมือมีระบบป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งอาจเกิดการเดินเลื้อยหรือขาดความรู้ความเข้าใจ
- (3) **ความสะดวกและง่ายในการใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ** : เครื่องมือมีวิธีการใช้ง่ายและสะดวก มีกลไกควบคุมการทำงาน
- (4) **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม** : ไม่ก่อให้เกิดเสียงดัง กลิ่นรบกวน หรือมลพิษอื่น ๆ
- (5) **ความสวยงาม** : เครื่องมือไม่เทอะทะ ก่อความรำคาญให้กับสายตา
- (6) **ค่าใช้จ่าย** : ต้องคำนึงถึงเงินลงทุนและค่าบำรุงรักษารายปี

4.2.1.2 การออกแบบวงจร

(1) วงจรไฮดรอลิก (double-acting hydraulic cylinder circuit)



รูปที่ 4.2 วงจรไฮดรอลิก

วงจรระบบยกไฮดรอลิกทำงานสองทาง การควบคุมการทำงานของระบบยกไฮดรอลิกด้วยลิ้นสี่ทาง มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

(1.1) ลิ้นสี่ทางอยู่ในตำแหน่งกลาง ระบบยกไฮดรอลิกถูกล็อก และปั๊มถูกปลดภาระ

(1.2) ลิ้นสี่ทางถูกโยกในตำแหน่งกรอรับ

- ระบบยกไฮดรอลิกจะยืดออกไปรับภาระ F_{load} จากน้ำมันที่ไหลจากช่อง P ผ่านช่อง A

- ขณะเดียวกันน้ำมันด้านก้านสูบระบายผ่านลิ้นทางช่อง B ผ่านช่อง T กลับลงถัง

(1.3) เมื่อปล่อยลิ้นสี่ทางจากการโยก ลิ้นถูกดันโดยสปริงเข้ากลาง ระบบยกไฮดรอลิกถูกล็อกอีกครั้ง

(1.4) เมื่อลิ้นสี่ทางถูกโยกในตำแหน่งกรอรับ

- ระบบยกไฮดรอลิกจะหดเนื่องจากน้ำมันไหลจากช่อง P ผ่านช่อง B

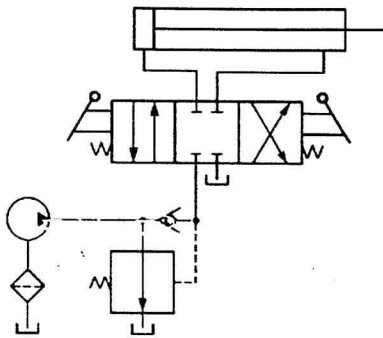
- และน้ำมันด้านหัวจะไหลผ่านช่อง A ผ่านช่อง T กลับลงถัง

(5) ที่ตำแหน่งสุดช่วงชัก ระบบไม่ต้องการน้ำมันเพิ่มอีกน้ำมันจากปั๊มจึงไหลผ่านลิ้น

นิรภัย

(6) ลิ้นไหลทางเดียว ใช้ป้องกันไม่ให้เกิดการทำให้ระบบยกหดได้ ขณะสั่งให้ยืด

(2) วงจรปลดภาระปั๊ม (pump-unloading circuit)



รูปที่ 4.3 วงจรปลดภาระปั๊ม

จากรูปที่ 4.3 ใช้ลิ้นปลดภาระ (unloading valve) ในการปลดภาระแก่ปั๊ม มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

- (1.1) ลิ้นปลดภาระจะเปิดเมื่อกระบอกสูบยืดออกสุด
- (1.2) ลิ้นทางเดียวปล่อยให้น้ำมันความดันสูง เข้าไปทางท่อสัญญาณนำร่องของลิ้นปลดภาระ
 - (1.3) เมื่อลิ้นควบคุมทิศทางการเคลื่อนไปอยู่ที่ตำแหน่งกระบอกสูบหดตัว
 - การเคลื่อนที่ของลูกสูบจะทำให้ความดันในท่อสัญญาณนำร่องของลิ้นปลดภาระลดลง
 - ทำให้ลิ้นปลดภาระถูกปรับใหม่ (reset)
 - จนกระทั่งกระบอกสูบหดเต็มที่ ลิ้นปลดภาระก็จะทำงานอีกครั้ง
 - (1.4) ลิ้นปลดภาระจะปลดภาระของปั๊มที่ตำแหน่ง
 - กระบอกสูบยืด หรือหดเต็มที่
 - ตำแหน่งกลางของลิ้น

4.2.2 การคำนวณหาสมมติชุดโครงสร้างไฮดรอลิก

(1) ขนาดของอุปกรณ์ทำงาน

พื้นที่ของกระบอกสูบ A

$$A(\text{cm}^2) = \frac{F(\text{kg})}{P(\text{kg}/\text{cm}^2)}$$

$$D(\text{cm}) = \sqrt{\frac{F(\text{kg})/P(\text{kg}/\text{cm}^2)}{0.785}}$$

F = แรงที่ได้จากระบบ ในพื้นที่มีค่าเท่ากับ 50 ตัน

$$= 50 \times 1000 = 50,000 \quad \text{kg}$$

P = ค่าความดันสูงสุดในการใช้งาน = 300 kg/cm²

A = พื้นที่ของกระบอกสูบโดยประมาณ

$$A = \frac{50,000}{300} = 166.66 \quad \text{cm}^2$$

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกสูบ

$$D = \sqrt{\frac{166.66}{0.785}} = 14.57 \quad \text{cm} \cong 15 \quad \text{cm}$$

$$\text{ดังนั้นพื้นที่ของกระบอกสูบมีค่า} = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$= 176.62 \quad \text{cm}^2$$

พื้นที่ของก้านสูบ a

เลือกก้านสูบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 cm²

$$\text{ดังนั้นพื้นที่ก้านสูบมีค่า} = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$= 63.58 \quad \text{cm}^2$$

พื้นที่วงแหวน (rod area)

$$= A - a$$

$$= 176.62 - 63.58 \quad \text{cm}^2$$

$$= 113.04 \quad \text{cm}^2$$

(2) ความดันที่ต้องการ (required pressure)

สำหรับกระบอกสูบ

$$P(kg/cm^2) = \frac{F(kg)}{A(cm^2)}$$

$$P = \frac{50,000}{176.62} = 283.09 \text{ kg/cm}^2$$

(3) แรงที่ได้จากกระบอกสูบ (cylinder force)

แรงที่ได้จากกระบอกสูบ

$$\begin{aligned} F(kg) &= P(kg/cm^2) \times A(cm^2) \\ &= 283.09 \times 176.62 = 50,000 \text{ kg} \\ &= 50 \text{ ton} \end{aligned}$$

แรงที่ได้ขณะกระบอกถอยกลับ

$$\begin{aligned} &= 283.09 \times 113.04 = 32,000 \text{ kg} \\ &= 32 \text{ ton} \end{aligned}$$

(4) อัตราจ่ายน้ำมันของปั๊ม (flow rate from pump)

สำหรับปั๊มขนาดใหญ่ความดันต่ำ

$$LPM = \frac{V_p(cc/rev) \times RPM \times \eta V_p}{1000}$$

$$V_p = \text{ปริมาตรของปั๊ม ขนาด 62 cc/rev}$$

$$RPM = \text{ความเร็วรอบที่ใช้ปั๊ม} = 1,450 \text{ rev/min}$$

$$\eta V_p = \text{ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊ม} = 0.9$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราจ่ายน้ำมันของปั๊มความดันต่ำ} &= \frac{62 \times 1,450 \times 0.9}{1000} \\ &= 80.91 \text{ LPM} \end{aligned}$$

สำหรับปั๊มขนาดเล็กความดันสูง

$$LPM = \frac{V_p (cc/rev) \times RPM \times \eta V_p}{1000}$$

V_p = ปริมาตรของปั๊ม ขนาด 8 cc/rev

RPM = ความเร็วรอบที่ใช้ขับปั๊ม = 1,450 rev/min

ηV_p = ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊ม = 0.9

$$\begin{aligned} \text{อัตราจ่ายน้ำมันของปั๊มความดันสูง} &= \frac{8 \times 1,450 \times 0.9}{1000} \\ &= 10.44 \text{ LPM} \end{aligned}$$

(5) ขนาดของอ่างน้ำมัน (reservoir)

ขนาดของควรมีปริมาตรอากาศว่างเพียงพอสำหรับการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของน้ำมัน ระบบไฮดรอลิกส่วนใหญ่ที่ใช้งาน อ่างน้ำมันที่มีขนาดสามเท่าของอัตราไหล

$$\text{reservoir size (gal)} = 3 \times \text{pump flow rate (gpm)}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราไหลที่ปั๊มจ่ายออกมา} &= 80.91 + 10.44 \text{ LPM} \\ &= 91.35 \text{ LPM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ขนาดของอ่างน้ำมัน} &= 91.35 \times 3 \text{ ลิตร} \\ &= 274.05 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

(6) ขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้

เนื่องจากวงจรไฮดรอลิกที่ใช้เป็นวงจร 2 ความเร็ว

ความเร็วที่ 1 กระบอกวิ่งเร็ว กำหนดให้สร้างแรงดันที่ 40 kg/cm²

ความเร็วที่ 2 กระบอกวิ่งช้า สร้างแรงดันที่ 283.09 kg/cm²

$$\begin{aligned} \text{ขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า} &= \frac{\text{กำลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนปั๊ม}}{\text{ประสิทธิภาพส่งกำลัง} \times \text{ประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า}} \end{aligned}$$

ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปั๊มขนาดใหญ่ 62 cc/rev อัตราจ่ายน้ำมันของปั๊ม 80.91 LPM

$$= \frac{80.91 \times 40}{450} = 7.19 \text{ HP}$$

ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปั๊มขนาดเล็ก 8 cc/rev อัตราจ่ายน้ำมันของปั๊ม 10.44 LPM

$$= \frac{10.44 \times 40}{450} = 0.93 \text{ HP}$$

ขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับกระบอกวงเร็ว = 7.19 + 0.93 HP

$$= 8.12 \text{ HP}$$

ขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับกระบอกวงช้าใช้ ปั๊มขนาดเล็ก 8 cc/rev อัตราจ่ายน้ำมันของปั๊ม 10.44 LPM

$$= \frac{10.44 \times 283.09}{450} = 6.56 \text{ HP}$$

ขนาดของมอเตอร์รวม = 8.12 + 6.56 = 14.68 HP

เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 20 HP

4.2.3 หลักการและขั้นตอนการทำงานของเครื่องอัดแน่นขยะ

เครื่องอัดแน่นขยะ ออกแบบให้มีการอัดแน่นขยะภายหลังจากที่ขยะได้ถูกคัดแยกมาเรียบร้อยแล้ว (การเขียนแบบดูในภาคผนวก) มีหลักการทำงานโดยลดปริมาตรขยะมูลฝอยให้มากที่สุดด้วยการบีบอัดของอุปกรณ์ไฮดรอลิกแรงอัดสูงสุด 50 ตัน ภายในห้องอัดจำกัดปริมาตร โดยขยะจะถูกอัดเป็นก้อนรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ การอัดแน่นจะช่วยรีดน้ำและความชื้นที่ปนในขยะมูลฝอยออกมาจนเกือบหมด น้ำเสียที่รีดออกมาจะไหลผ่านตะแกรงเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีกระบวนการขั้นตอนการทำงานดังนี้

(1) การคัดแยกขยะ

ขยะจะถูกเก็บพักไว้ในบริเวณพื้นที่รองรับขยะ เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบปริมาณ ลักษณะของขยะ วัสดุรีไซเคิล และการจัดหมวดหมู่ตามประเภทของวัสดุ

(2) ลำเลียงขยะผ่านสายพานลำเลียง ไปสู่เข้าอัด

การลำเลียงขยะขึ้นทำการอัด ออกแบบให้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ขึ้นไปบริเวณช่องรับมูลฝอย (feeding hopper) ซึ่งอยู่ด้านบนของตัวเครื่อง พร้อมทั้งทิ้งขยะมูลฝอยลงในช่องรับมูลฝอย



รูปที่ 4.4 สายพานลำเลียงขยะ และบ่้าอัด

(3) อัดแน่นขยะที่อยู่ในบ่้าอัดโดยใช้กระบอกไฮดรอลิก

การอัดแน่นขยะทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic system) เป็นระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ ภายในช่องรับมูลฝอยจะติดตั้งอุปกรณ์ electronic sensors เพื่อใหวัดปริมาณและน้ำหนัก

ของขยะมูลฝอย เมื่อปริมาณ หรือน้ำหนักของขยะมูลฝอยมากถึงระดับที่ตั้งไว้ค่าใดค่าหนึ่ง ระบบ sensor จะสั่งการให้เครื่องเริ่มทำการอัดขยะมูลฝอยทันที โดยมีกำลังอัดสูงสุด 50 ตัน



รูปที่ 4.5 ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องอัดแน่นขยะ

(4) ผ่านก้อนขยะที่อัดแน่นแล้วออกมาด้านหลังของเครื่องโดยใช้กระบอไฮโดรลิก

ขยะที่อัดออกมาด้วยกำลังอัดสูงสุด 50 ตัน แล้วจะเกิดความแน่น แล้วถูกรัดด้วยเชือกมัด ดันออกทางด้านท้ายเครื่อง



รูปที่ 4.6 เครื่องอัดขยะขนาดกำลังอัดสูงสุด 50 ตัน

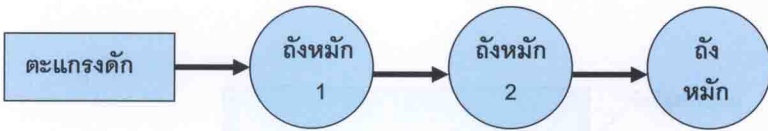
4.3 การออกแบบและสร้างระบบบำบัดน้ำเสียจากการอัดขยะ

4.3.1 เกณฑ์การออกแบบ

จำนวนประชากรของวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ	=	4000	คน
นักศึกษา 1 คนก่อให้เกิดขยะรวม	=	0.5	กิโลกรัม/คน-วัน
ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นรวม	=	4000×0.5	กิโลกรัม/วัน
	=	2000	กิโลกรัม/วัน
สมมติให้ขยะมีปริมาณความชื้นรวมร้อยละ	=	50	
ปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดจากการอัดขยะ	=	2000×50	กิโลกรัม/วัน
	=	1000	กิโลกรัม/วัน
	=	1	ตัน/วัน
สมมติให้ความหนาแน่นของน้ำเสีย	=	1.0	ตัน/ลูกบาศก์เมตร
ดังนั้นปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดจากการอัดขยะ	=	$\frac{1.0 \text{ ตัน/วัน}}{1.0 \text{ ตัน/ลูกบาศก์เมตร}}$	
สมมติให้ค่า บีโอดี ของน้ำเสียจากกองขยะที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย		8,000	มิลลิกรัม/ลิตร
ปริมาณภาระบีโอดี (BOD ₅ load)	=	$\frac{1.0 \times 8,000}{1000}$	
	=	8.0	กิโลกรัมบีโอดี/วัน

4.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกใช้

ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ (anaerobic treatment process) ต่ออนุกรม 3 บ่อ และตามด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (aerobic treatment process) โดยใช้ อุปกรณ์การเติมอากาศแบบ หัวกระจายอากาศ (air diffusers) และตามด้วยระบบบึงประดิษฐ์



รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียจากการอัดขยะ

4.3.3 ข้อกำหนดในการออกแบบ

4.3.3.1 ตะแกรงดักขยะ

ตะแกรงดักขยะเป็นบ่อกักอิฐฉาบปูนขนาดกว้าง 20-30 เซนติเมตร และยาว 40-50 เซนติเมตร

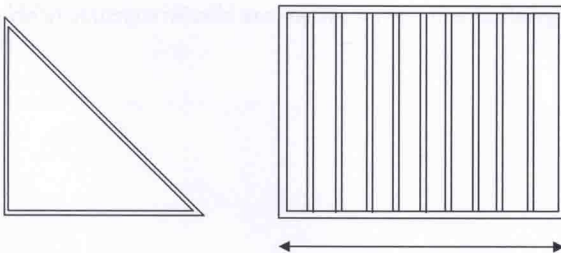
(1) ขุดหลุมให้กว้างกว่าบ่อที่จะสร้างอย่างน้อย 0.5 เมตร โดยรอบเพื่อความสะดวกในการบดอัดดิน และทรายรองก้นหลุม รวมทั้งเทคอนกรีตก้นหลุม

(2) เทคอนกรีตก้นหลุมหนาประมาณ 8 เซนติเมตร

(3) ก่อผนังอิฐครึ่งแผ่นโดยรอบ ผนังด้านที่มีท่อระบายต่อเข้าออกต้องอุดยารอยต่อของท่อให้สนิท

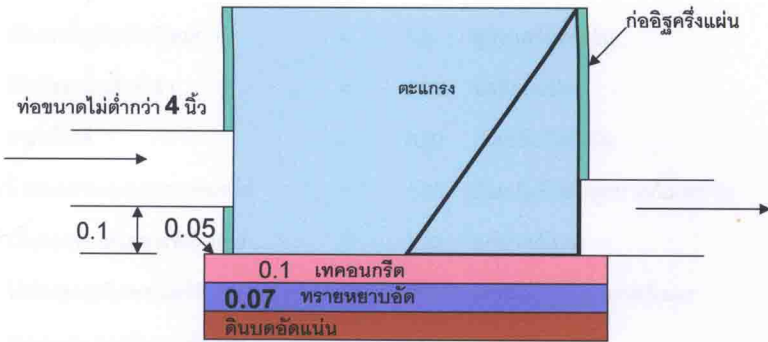
(4) บริเวณพื้นรองท่อ ควรปรับพื้นรองท่อด้วยทรายให้แน่นก่อนวางท่อ เพื่อกันท่อทรุดตัว

(5) นำตะแกรงสแตนเลส ซึ่งทำเป็นโครงสามเหลี่ยม มีมุมเอียง มุมฉาก ขนาดหน้ากว้างเท่ากับขนาดหน้ากว้างของบ่อ



สแตนเลสเฉพาะริมสองข้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร

สแตนเลสตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร ระยะระหว่างเส้น 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.8 ตะแกรงดักขยะ

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ (ที่ผ่านบ่อตะแกรงดักขยะ) = 1.00 ลูกบาศก์เมตร/วัน

บีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบ = 8,000 มิลลิกรัม/ลิตร

กำหนดค่าบีโอดีของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ = 20 มิลลิกรัม/ลิตร

ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังหมัก 1 = 48 ชั่วโมง

ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังหมัก 2 = 48 ชั่วโมง

ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังหมัก 3 = 48 ชั่วโมง

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของวัสดุกรอง = 0.10–5.00 กิโลกรัมบีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

เลือกใช้ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของวัสดุกรอง = 1.50 กิโลกรัมบีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

4.3.3.2 ถังหมัก

การคำนวณคํบิโอดีที่ออกจากถังหมัก

ปริมาณน้ำเสียเข้าถังหมัก 1	=	1.0	ลูกบาศก์เมตร/วัน
บิโอดีของน้ำเสียที่เข้า	=	8000	มิลลิกรัม/ลิตร
ภาระบิโอดี	=	8.00	กิโลกรัมบิโอดี/วัน
กำหนดภาระบรรจุทุกสารอินทรีย์	=	1.50	กิโลกรัมบิโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	5.33	ลูกบาศก์เมตร
ใช้ตัวกลางชนิดพอลิเอทิลีน(PE) พื้นที่ผิว	=	105	ตารางเมตร / ลูกบาศก์เมตร
Void ratio ของตัวกลางร้อยละ	=	97	
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	5.50	ลูกบาศก์เมตร
ใช้ถังหมักจำนวน 3 ถัง ใช้ตัวกลางรวม	=	5.50	ลูกบาศก์เมตร
ภาระบรรจุทุกสารอินทรีย์ที่ใช้จริง	=	1.45	กิโลกรัมบิโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

(1) ถังหมัก 1

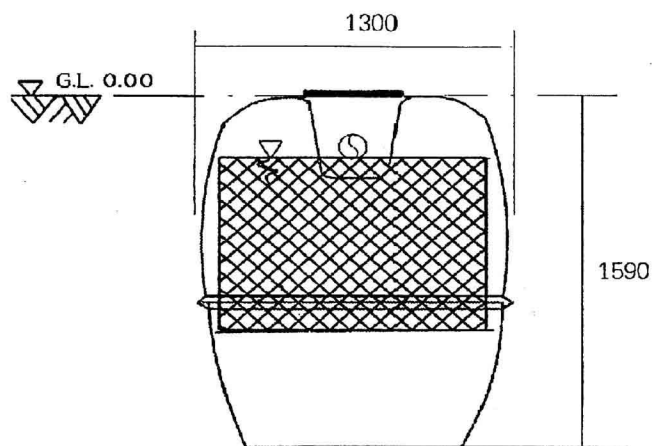
ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังหมัก 1 ไม่น้อยกว่า	=	48	ชั่วโมง
ปริมาตรต้องไม่น้อยกว่า	=	2.00	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาตรของถังหมักที่ 1 กว้าง x ยาว x สูง	=	0.90 x 1.80 x 1.29	ลูกบาศก์เมตร
	=	2.09	ลูกบาศก์เมตร
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	50.16	ชั่วโมง
ประสิทธิภาพการบำบัดร้อยละ	=	60	
บิโอดีของน้ำเสียที่ออกจากส่วนกรองไร้อากาศ	=	3.20	กิโลกรัม/วัน
	=	3200	มิลลิกรัม/ลิตร

(2) ถังหมัก 2

ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังหมัก 2 ไม่น้อยกว่า	=	48 ชั่วโมง
ปริมาตรต้องไม่น้อยกว่า	=	96.00 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาตรของถังหมักที่ 2 กว้าง x ยาว x สูง	=	$0.90 \times 1.80 \times 1.29$ ลูกบาศก์เมตร
	=	2.09 ลูกบาศก์เมตร
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	50.16 ชั่วโมง
ประสิทธิภาพการบำบัดร้อยละ	=	60
BOD ของน้ำเสียที่ออกจากส่วนกรองไร้อากาศ	=	1.28 กิโลกรัมบีโอดี/วัน
	=	1280 มิลลิกรัม/ลิตร

(3) ถังหมัก 3

ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังหมัก 3 ไม่น้อยกว่า	=	48 ชั่วโมง
ปริมาตรต้องไม่น้อยกว่า	=	96.00 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาตรของถังหมักที่ 3 กว้าง x ยาว x สูง	=	$0.90 \times 1.80 \times 1.29$ ลูกบาศก์เมตร
	=	2.09 ลูกบาศก์เมตร
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	50.16 ชั่วโมง
ประสิทธิภาพการบำบัดร้อยละ	=	60
บีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากส่วนกรองไร้อากาศ	=	0.51 กิโลกรัมบีโอดี/วัน
	=	512 มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.9 แบบของถังหมัก

4.4 การติดตั้งระบบเครื่องอัดขยะ และระบบบำบัดน้ำเสียจากการอัดขยะ

4.4.1 สถานที่ตั้ง

โครงการตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ ทุ่งมหาเมฆ เขต สาทร กรุงเทพมหานคร โดยติดตั้งอยู่ในบริเวณส่วนที่เป็นที่พักอาศัยของข้าราชการวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ



รูปที่ 4.10 สถานที่ตั้งเครื่องอัดขยะ



รูปที่ 4.11 ระบบบ่อหมัก และบ่อซึม

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

(1) เครื่องอัดแน่นขยะ ใช้สำหรับลดมวลขยะ ที่ผ่านการคัดแยกมาเรียบร้อยแล้วเป็นการทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ มีกำลังในการอัดสูงสุด 50 ตัน ทำให้ขยะแน่น และถูกรัดด้วยเชือกดันออกทางท้ายเครื่อง การลำเลียงขยะขึ้นทำการอัดใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับให้สายพานลำเลียงรับขยะไปทำการอัด โดยเทผ่านกล่องรับขยะ

(2) น้ำเสียที่เกิดจากการอัดขยะ จะไหลผ่านตะแกรงเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน โดยใช้ถังหมักต่ออนุกรม 3 ถัง และบ่อซีเมนต์ต่ออนุกรม 3 บ่อ

(3) ขยะที่ผ่านการอัดแน่นแล้วจะเกิดความหนาแน่นมากขึ้น โดยมีปริมาตรลดลงประมาณร้อยละ 50-75 ขึ้นกับชนิดของขยะ ทำให้เกิดผลดีดังนี้

- ลดพื้นที่ในการขนส่ง ทำให้ขนส่งขยะได้มากขึ้นต่อเที่ยว เป็นการลดจำนวนเที่ยวของการขนส่ง ลดปัญหาการจราจร และการใช้พลังงาน
- เพิ่มอายุการใช้งานของสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย
- สามารถวางซ้อนก้อนขยะอัดแน่นได้หลายชั้นโดยไม่ต้องเสียเวลา และพลังงานในการบดอัดเพิ่มเติม
- ทำให้ใช้ดินกลบทับน้อยลงในการฝังกลบ เนื่องจากขยะมีความหนาแน่นสูง โอกาสการทรุดตัวของดินกลบทับจึงมีน้อย
- ลดปัญหามลพิษที่เกิดจากการกำจัดขยะโดยวิธีอื่น เช่นการเผา มีการลงทุนที่สูง มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในกรณีที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) ควรมีการรณรงค์ให้มีการแยกขยะ เนื่องจากขยะส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการเรียนการสอน และการบริโภค ขยะดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น กระดาษ พลาสติก โลหะ ส่วนขยะที่เกิดจากการบริโภค เป็นขยะเศษอาหารสามารถนำมาหมักทำปุ๋ย ในรูปปุ๋ยน้ำ หรือ ปุ๋ยหมัก เพื่อใช้ในมหาวิทยาลัย หรือจำหน่าย

(2) ควรจัดระบบที่เอื้อต่อการทำขยะรีไซเคิล เช่น

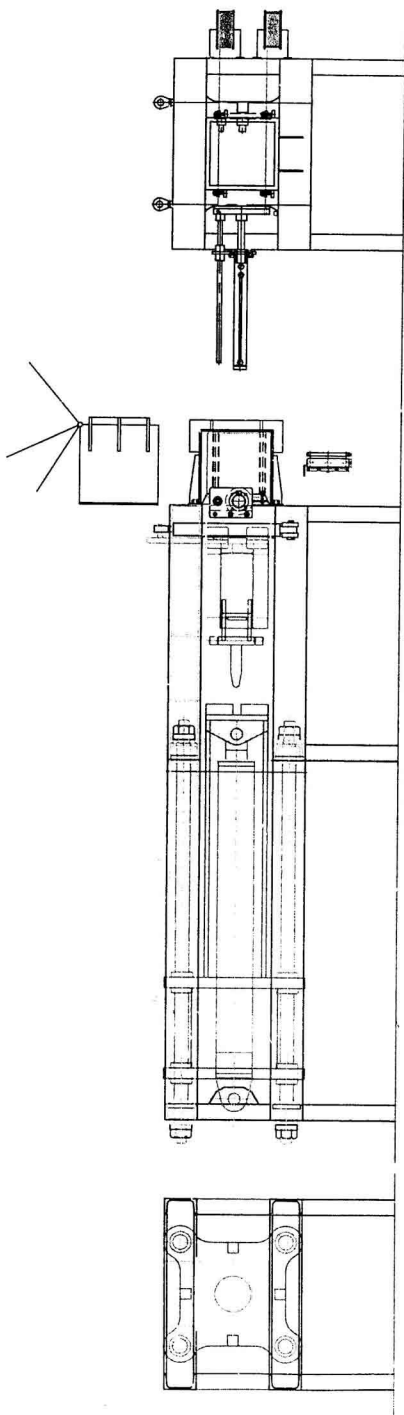
- จัดภาชนะ (ถุง/ถัง) แยกประเภทขยะมูลฝอยที่ชัดเจน และเป็นมาตรฐาน
- มีการประสานกับร้านค้าที่รับซื้อของเก่าในพื้นที่ ในการรับซื้อขยะ

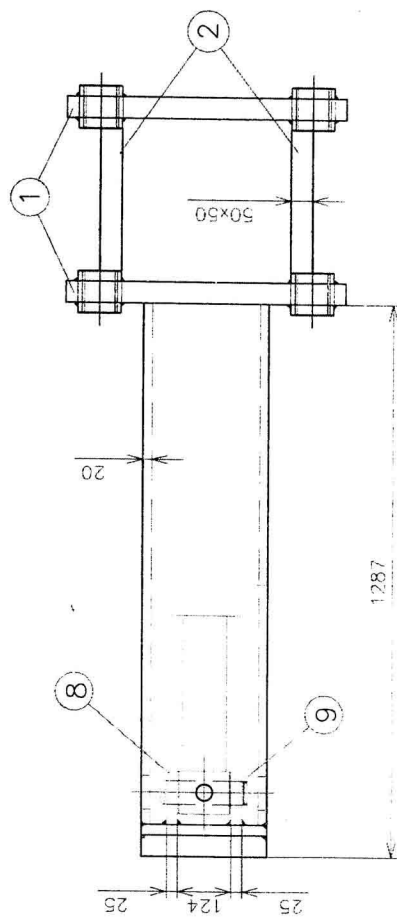
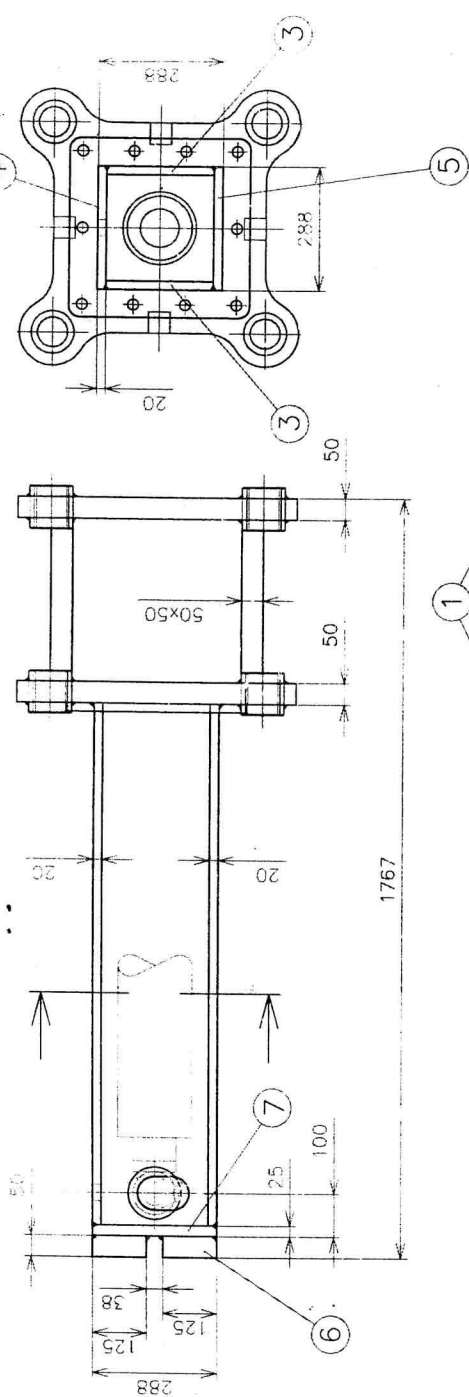
(3) ส่งเสริมให้ความรู้ แก่นักศึกษา ตลอดจนบุคลากรในสถานศึกษา ให้มีพฤติกรรมในการคัดแยกขยะอย่างถูกต้อง โดยคาดหวังว่านักศึกษา นำเอาวิธีการคัดแยกขยะไปปรับใช้ในครัวเรือน และชีวิตการทำงานในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2536. รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการกำจัดมูลฝอย. บริษัทแมคโครคอนสตรัคชั่นส์ จำกัด และ Fichtner (Asia) PTE Ltd. กรุงเทพมหานคร. สิงหาคม 2536.
- _____. 2542. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- _____. 2543. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2543. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร. 2521. ไฮดรอลิคอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ด-ยูเคชั่น จำกัด.
- Shigehisa Iwai and Takane Kitao. 1994 "Wastewater Treatment with Microbial Films" Technomic Publishing CO.,Inc.
- Metcalf and Eddy. 1991 "Wastewater Engineering, Treatment Disposal and Reuse" Tata MC.Macgrawhill Publishing Co.,Ltd.
- Young,J.C.,and Dahab,M.F. "Effect of Media Design on the Performance of Fixed-Bed Anaerobic Reactors" VOL.15 Copenhagen PP 369-383.Lawprc/Pergamon Press Ltd.
- Polprasert, C et.al. 1982 "Septic tank and septic systems", Ensic Review Committee on Septic System, Environmental Sanitation Information Center. Bangkok, Thailand, April,1982.

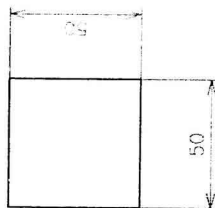
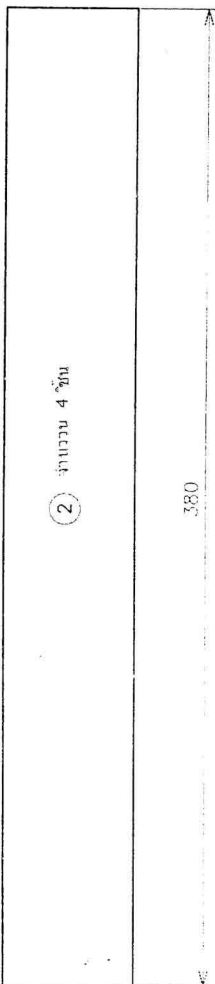
ภาคผนวก

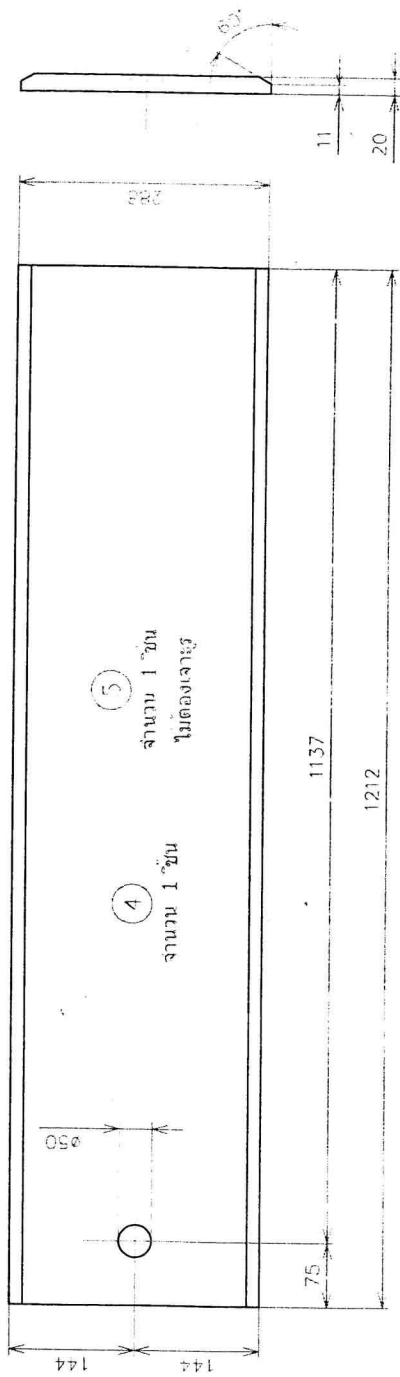
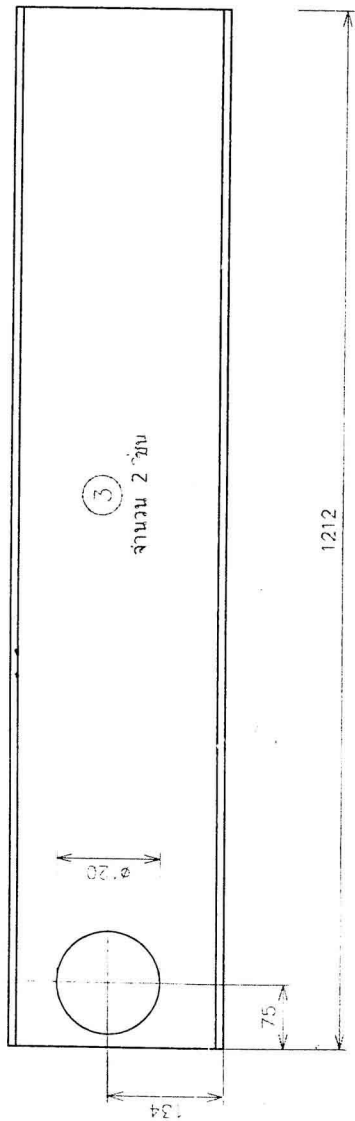


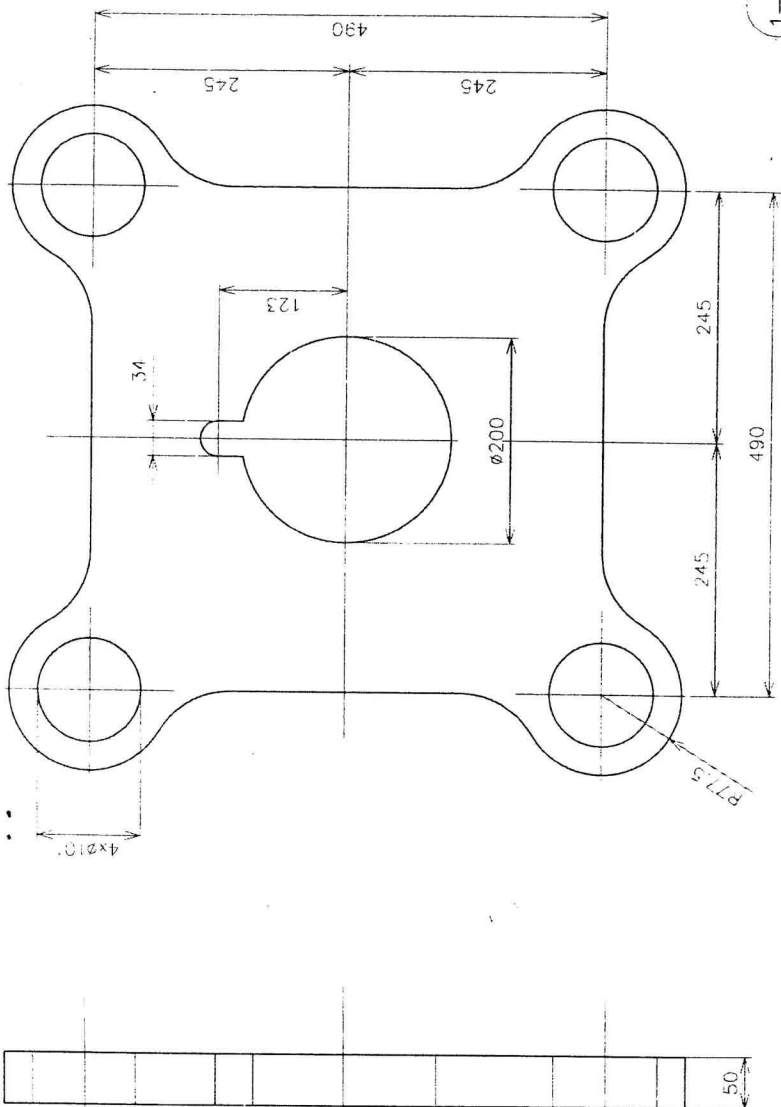


Guide Post

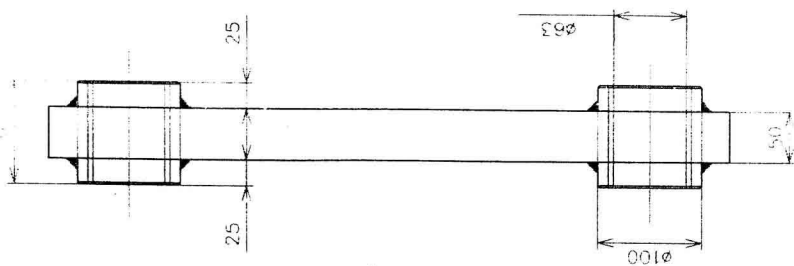
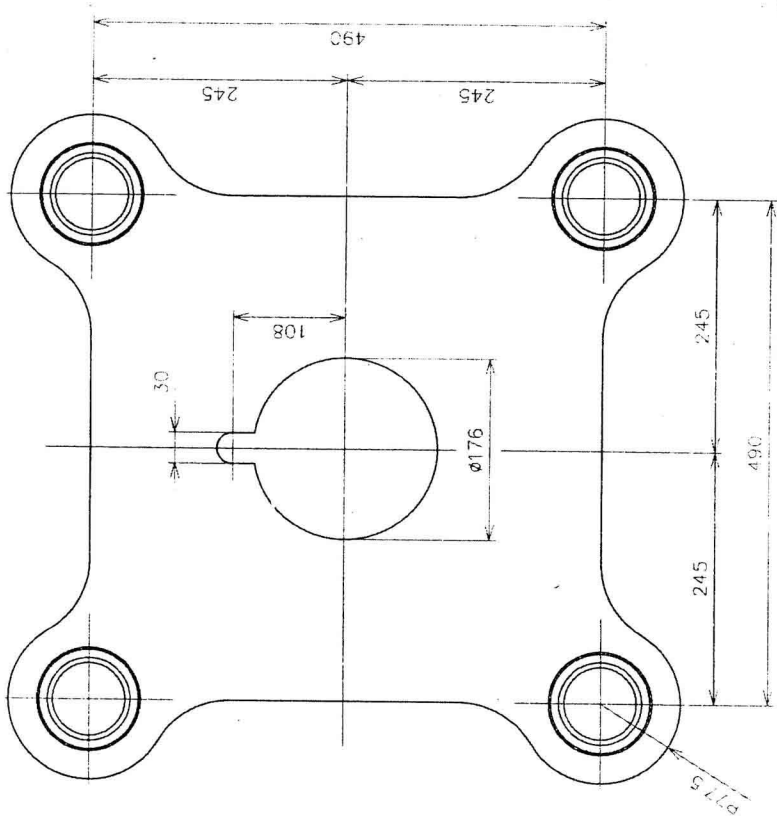
300×300×300 mm.







1



A

1125

50

B

Channel
150x75x8

เหล็ก 70 มม.

Channel
150x75x9

1225

1225

1225

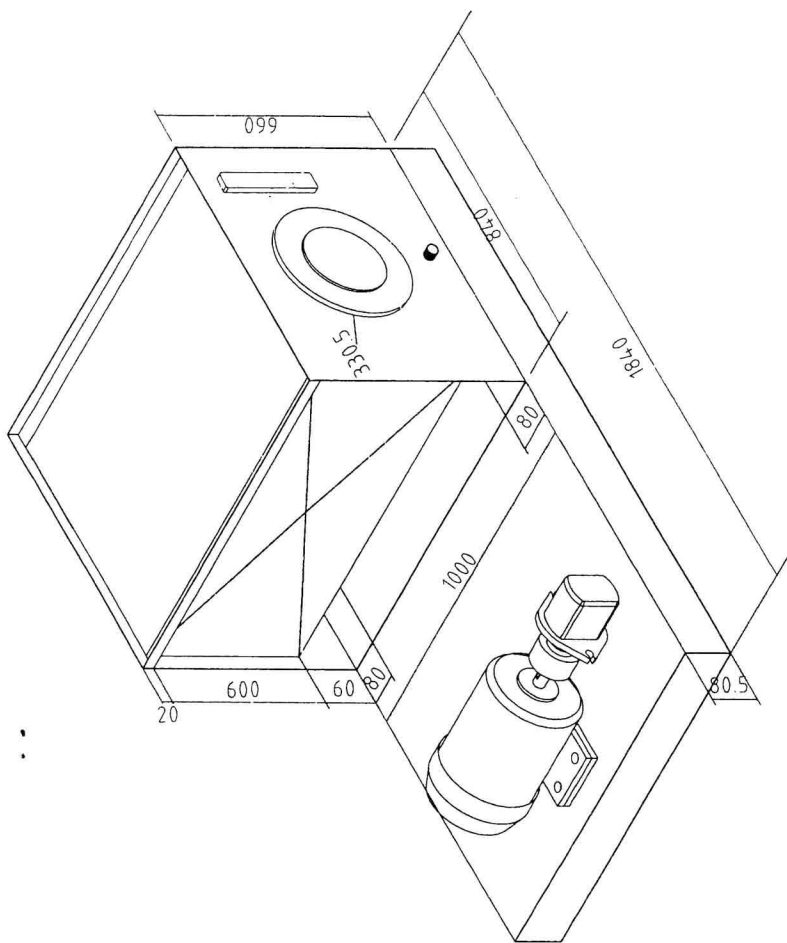
B

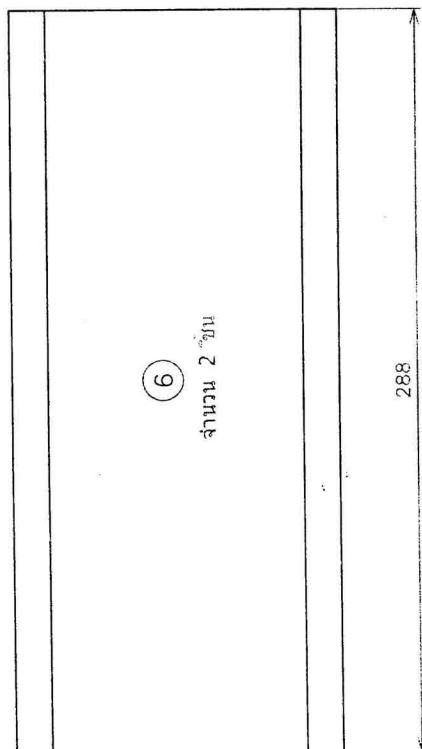
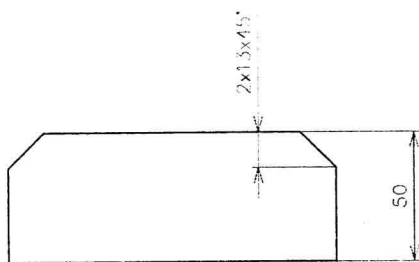
เหล็ก 70 มม.

A

Section B-B

เครื่องอัดขนาด 200 มม. สูง 500 มม.





288

7

จำนวน 1 ชุด
หน้า 25 หน้า.

288

9
 1 1/2

