

บทที่ 6

การทำความสะอาดเส้นท่อ

หลังจากที่ทำการทดสอบความดันของระบบท่อที่เชื่อมประกอบเสร็จแล้ว ต้องทำความสะอาดท่อเนื่องจากถ้านำท่อไปใช้เลย ของไหลบางชนิดอาจทำปฏิกิริยากับน้ำที่อยู่ในท่อจากการทดสอบ Hydrostatic Test ทำให้เกิดความเสียหายหรือคุณสมบัติของของไหลนั้นเปลี่ยนไปได้ โดยการทำความสะอาดมีอยู่หลายวิธี แต่จะกล่าวถึงการใช้วิธีที่เรียกว่า Pigging เท่านั้น

วิธีการใช้กำลังอัดปลั๊กหรือฟูกิ้ง (Pigging) เป็นวิธีการทำความสะอาดท่อด้วยการใช้กำลังไฮดรอลิกหรือนิวแมติก (กำลังของไหล) ผลักส่งปลั๊กหรือหัวส่ง (Pig) ที่มีขนาดเท่ากับขนาดท่อพอดีให้เคลื่อนผ่านไปตามท่อ ดังนั้นสิ่งสกปรกที่ไม่ต้องการจะถูกกำจัดออกไปจากผนังท่อตามการเคลื่อนผ่านของปลั๊กส่งนี้ นอกจากนี้หัวปลั๊กยังสามารถนำมาใช้ในการปรับขนาดท่อและสำหรับใช้เป็นปลั๊กอุดท่อระหว่างการทดสอบความดันได้ด้วย

ปลั๊กที่ใช้สามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิด ตามวัสดุโครงสร้าง คือ ปลั๊กโฟม (Foam) และปลั๊กเหล็กกล้า (Steel) ซึ่งแต่ละชนิดมีหลากหลายรูปแบบตามสมรรถนะที่ต้องการในการใช้งาน วิธีการนี้สามารถนำมาใช้กับท่อตั้งแต่ขนาด 15-1400 mm (1/2-56 in) และสามารถนำมาใช้ทำความสะอาดท่อที่มีระยะทางไกลหลาย ๆ กิโลเมตรได้ เช่น ท่อขนส่งน้ำมัน ท่อประปา เป็นต้น โดยสามารถใช้กำจัดตะกอนและวัสดุต่าง ๆ ที่เคลือบกับผนังท่อเป็นตะกรันต่าง ๆ ได้

6.1 ลักษณะอุปกรณ์

ตามปกติแรงผลักดันหัวปลั๊ก มักนำมาจากแรงกำลังของไหลที่ใช้งานอยู่แล้วในเส้นท่อถ้าของไหลนั้นสามารถนำมาใช้งานได้ ณ ความดันและอัตราการไหลที่ต้องการ หากไม่สามารถนำมาใช้ได้ต้องใช้กำลังอัดจากอากาศหรือน้ำที่ส่งผ่านโดยคอมเพรสเซอร์ หรือปั๊มน้ำที่จัดเตรียมไว้เพื่อวัตถุประสงค์นี้ โดยทั่วไปมักใช้กำลังอัดของน้ำ แต่ถ้าระบบท่อจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงความชื้นที่ตกค้างในระบบจะใช้อากาศอัดแทน และต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์กำจัดความชื้นที่เหมาะสมกับระบบท่อด้านในขณะทำงานไม่ว่าจะใช้ของไหลชนิดใด

ความดันที่ใช้ในการผลักหัวปลั๊กจะอยู่ในราว 70-700 kPa (0.7-70 บาร์ หรือ 10-100 psi) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ความดันที่ลดลงตามขนาดท่อที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ชนิดของหัวปลั๊กและลักษณะของวัสดุที่ต้องการกำจัด ก็เป็นปัจจัยในการกำหนดค่าความดันที่ต้องการใช้ด้วย

สำหรับขนาดของปั๊ม กำหนดขึ้นตามอัตราการไหลในการผลักที่ต้องการ ซึ่งกำหนดขึ้นตามขนาดท่อและอัตราความเร็วของหัวปลั๊กที่เหมาะสมในการใช้งาน โดยอัตราความเร็วของหัวปลั๊กสามารถปรับได้ตามอัตราการไหลที่ส่งผ่านโดยปั๊ม (หรือคอมเพรสเซอร์)

ตัวส่งหัวปลั๊ก (Pig launcher) อาจติดตั้งอยู่ระหว่างบีมและท่อ เพื่อให้สามารถส่งหัวปลั๊กป้อนเข้าไปในระบบท่อโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทั้งบีมและท่อ และที่ปลายท่ออีกด้านหนึ่ง จะจัดวางตัวดัก (Trap) เพื่อจับหัวปลั๊กขณะที่วิ่งออกจากท่อด้วยความเร็วที่อาจสูงมาก

ปลั๊กโฟม (Foam) ทำขึ้นจากโฟมโพลีเอเธอร์ หรือโพลียูรีเทน ที่มีขนาดความหนาแน่นของเนื้อโฟมประมาณ $32-144 \text{ kg/m}^3$ ($2-9 \text{ lb/ft}^3$) โดยขอบส่วนหน้าของปลั๊กจะทำการเคลือบให้โค้งมนเล็กน้อย และมีแผ่นกันรั่วบนพื้นหน้าด้านหลังที่รับความดัน นอกจากนี้ในปลั๊กบางชนิดพื้นผิวด้านนอกกรอบ ๆ ปลั๊กจะทำการเคลือบผิวด้วยโพลียูรีเทนยึดหยุ่นตั้งแต่ 2 อันขึ้นไป สำหรับการทำความสะอาดเกิดจากอนุกรมของตัวขัด (Scraper) ที่ติดตั้งอยู่รอบด้านนอกของเฟรม ยกเว้นปลั๊กชนิดมาตรวัด (Gauging pig) และปลั๊กชนิดสองทิศทาง (Bi-directional pig) ที่ออกแบบแตกต่างออกไปโดยปลั๊กชนิดมาตรวัดประกอบด้วยโครงเฟรมและซีลอย่างง่าย ๆ ขณะที่ซีลของปลั๊กชนิดสองทิศทางจะถูกจัดวางในลักษณะตรงข้ามกันเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งสองทาง ตารางที่เป็นการสรุปการประยุกต์ใช้งานหลักของปลั๊กแต่ละชนิด

ชนิดของปลั๊ก	การใช้งานหลัก	ตัวอย่าง
1. ปลั๊กโฟม	การดูดซับ การกำจัดฟิล์มบาง ๆ ของฝุ่นผงหรือของเหลวออกจากผนังท่อ	โคลนหรือน้ำในเส้นท่อลม เพื่อไม่ให้พื้นผิวท่อเกิดความเสียหาย
2. ปลั๊กโฟมเคลือบผิว	กำจัดฟิล์มและโคลนที่หนา ๆ	คราบน้ำมัน
3. ปลั๊กโฟมขัดสี	กำจัดตะกอนที่หนา ๆ	สนิม สแลก ตะกรันหนักในน้ำ เส้นท่อทางส่งและเส้นท่อไฮโดรคาร์บอน
4. แปรงทำความสะอาด	กำจัดสิ่งแปลกปลอมทั้งหลาย	ตะกรันและสนิมบาง ๆ การทำความสะอาดสะอาดขั้นต้น
5. ปลั๊กตัวขัด	กำจัดฟิล์มหรือตะกรันที่ติดแน่นมาก หรือแข็ง	รอยกัดกร่อน คราบไข หรือยางเหนียวในเส้นทางส่ง และเส้นท่อไฮโดรคาร์บอน
6. ปลั๊กมาตรวัด	พิสูจน์ขนาดท่อที่น้อยที่สุดก่อนการใช้งาน	-
7. ปลั๊กสองทิศทาง	ดูดเส้นท่อระหว่างทำการทดลองด้วยแรงดันน้ำ	-

ตารางที่ 20 หลักการประยุกต์ใช้งานของปลั๊กแต่ละชนิด

6.2 การทำความสะอาดที่เหมาะสม

การเลือกใช้อุปกรณ์อย่างระมัดระวัง เป็นสิ่งที่จำเป็นในการใช้งานให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลตามองค์ประกอบต่อไปนี้

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ
- รัศมีความโค้ง
- ตำแหน่งและชนิดของข้อต่อ ท่อสาขา วาล์ว มาตรฐานวิศวกรไหล และสิ่งกีดขวางอื่น ๆ
- ตำแหน่งของจุดทางเข้า
- วัสดุโครงสร้าง
- อัตราทนแรงดันของเส้นท่อ
- ข้อบังคับตามชนิดของสารผลิตภัณฑ์
- คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ต้องการกำจัดออก
- การกระจายตัวและความหนาของวัสดุที่ต้องการกำจัดออก
- อันตรายต่อสุขภาพ

โดยทั่วไปขนาดท่อระบุขนาดท่อจริงและรัศมีความโค้งเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมาก

ในการเลือกขนาดและชนิดของปลั๊กที่นำมาใช้งาน ท่อที่คดมาก ๆ หรือเปลี่ยนทิศทางอย่างมาก เฉพาะปลั๊กโฟมเท่านั้นที่สามารถนำมาใช้งานได้ เพื่อจะได้สามารถดึงปลั๊กออกมาได้หากคิดชัดเป็นต้น ตารางที่ 21 เป็นตัวอย่างการเลือกชนิดของปลั๊กตามขนาดท่อรัศมีความโค้งที่น้อยที่สุดและทิศทางการเคลื่อนที่ของปลั๊ก

ชนิดของปลั๊ก	ขนาดของท่อ		รัศมีความโค้งที่น้อยที่สุด	ทิศทางเดียว/ 2 ทิศทาง
	mm	(in)		
ปลั๊กโฟม	12-1222	(1/2-48)	ไม่จำกัด	2 ทิศทาง
ปลั๊กเหล็กกล้า	50-1420	(2-56)	1 ½ - 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ	ได้ทั้งสอง

ตารางที่ 21 ตัวอย่างการเลือกใช้งานปลั๊ก

คุณสมบัติทางกายภาพและการกระจายตัวของวัสดุที่ต้องการกำจัด มีผลต่อการเลือกชนิด การทำความสะอาดเช่นกัน ดังนั้นจึงมีผลต่อการเลือกปลั๊ก อย่างไรก็ตามมักพบอยู่บ่อย ๆ ว่าเป็นการยุ่งยากที่จะกำหนดรูปแบบของปลั๊กได้ล่วงหน้า บางครั้งจึงจำเป็นต้องเลือกชนิดของปลั๊กตาม การปฏิบัติงานที่ผ่านมาแล้วในเบื้องต้นก่อน หากไม่ได้ผลจึงจะปรับเปลี่ยนใหม่นอกจากนี้ก่อนที่จะ ลงมือทำความสะอาดท่อ สิ่งที่ต้องทราบล่วงหน้าคือ การเชื่อมต่อกันและการตัดกันของท่อ การ เปลี่ยนแปลงขนาดและสิ่งกีดขวางในระบบท่อจากวาล์ว บีบ และอุปกรณ์ตรวจสอบต่าง ๆ เพื่อวาง

แผนการปล่อยปลั๊กทำความสะอาดได้อย่างระมัดระวัง ในงานท่อกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน จำเป็นต้องแบ่งการทำงานออกเป็นช่วงย่อย ๆ อย่างไรก็ตามสำหรับเส้นท่อยาวไม่มีเหตุผลอะไรจากการศึกษา สามารถปล่อยหัวปลั๊กทำความสะอาดได้เป็นหลาย ๆ กิโลเมตร ถ้าต้องการด้วยการใช้อุปกรณ์นำทางได้

6.3 การประยุกต์ใช้งาน

วิธีการใช้กำลังอัดปลั๊กถือเป็นเทคนิคชนิดหนึ่งที่เหมาะสมในการทำทำความสะอาดผนังท่อและกำจัดตะกอนต่าง ๆ โดยเฉพาะกับท่อที่ยาว ๆ ที่มีการโค้งหลายครั้งและมีจุดเข้าสู่ท่อไม่กี่แห่งซึ่งไม่สามารถทำความสะอาดได้ง่ายโดยวิธีการอื่น ๆ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้เหมาะสมเฉพาะระบบท่อซึ่งสามารถปิดกั้นได้อย่างสมบูรณ์เท่านั้นและด้วยการเลือกปลั๊กและอุปกรณ์การอัดปลั๊กอย่างถูกต้อง วิธีการนี้สามารถใช้ทำความสะอาดวัสดุที่ต้องการกำจัดได้หลากหลายลักษณะดังตัวอย่างต่อไปนี้

วัสดุที่ต้องการกำจัด	การประยุกต์ใช้งานพิเศษ
- ตะกรันก้อนกลมและแนวเชื่อม	- การปรับขนาด
- สแลก	- การทดสอบด้วยความดันน้ำ
- สนิมและการกัดกร่อน	- การดูดซับ (Swabbing) หรือเช็ดผนังท่อให้แห้ง
- ตะกรันหินปูน	
- โคลน	
- ผงซีเมนต์	
- ขี้ผึ้ง คราบไขมัน หรือยางเหนียว	
- สิ่งปนเปื้อน	
- ตะกอนต่าง ๆ และสิ่งปนเปื้อน	

สำหรับการใช้งานกับระบบท่อโดยทั่วไป ได้แก่ ระบบท่อลักษณะดังต่อไปนี้

เส้นท่อ	งานท่อกระบวนการผลิต
- ท่อส่งน้ำมันดิบ	- ไฮโดรคาร์บอน
- ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ	- บีโตรีเคมี
- ท่อสารเคมี	- เคมีทั่วไป
- ท่อส่งของไหล	- น้ำหล่อเย็น
- ท่อสเลอร์	- อาหารและเครื่องดื่ม