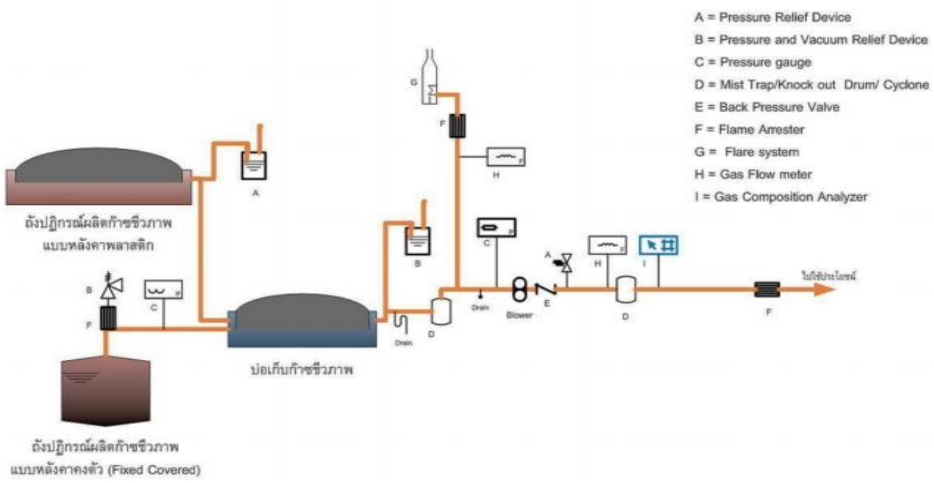
บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุปกรณ์ความปลอดภัยในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ผังแสดงอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยและตำแหน่งที่ควรติดตั้งในระบบก๊าซชีวภาพ

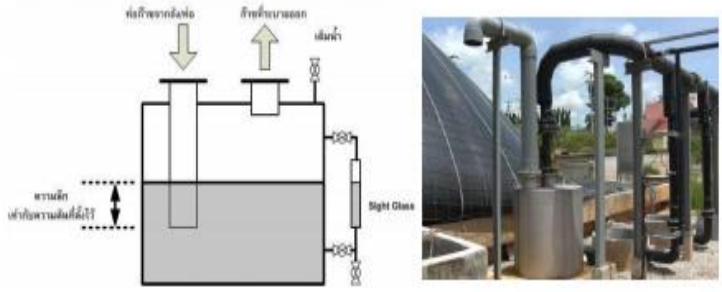


ภาพที่ 2.1 ผังแสดงอุปกรณ์ความปลอดภัยในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

2.1.1 อุปกรณ์ระบายความดัน

2.1.1.1. อุปกรณ์ระบายความดันสูงเกิน (Over pressure relief Device) อุปกรณ์นี้ใช้สำหรับป้องกันความดันในท่อหรือในถังสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด เพื่อที่จะระบาย ก๊าซออกก่อนท่อหรือถังจะเกิดการเสียหาย ซึ่งจะติดตั้งไว้บริเวณท่อที่มีความดัน โดยรูปแบบของอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่

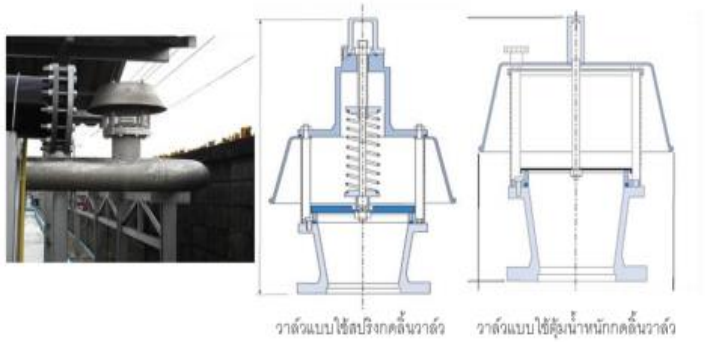
1 ถัง Water Seal เป็นถังที่มีท่อก๊าซจุ่มต่ำกว่าระดับน้ำและมีท่อระบายก๊าซออกอีกด้านหนึ่งถ้าความดันก๊าซใน ท่อความดันสูงเกินกว่าระดับน้ำกดไว้ ก๊าซก็จะระบายออกที่ถังดังกล่าว ดังภาพ



ภาพที่ 2.2 แสดง Over pressure relief Deviceแบบ Water seal
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

ในการติดตั้งอุปกรณ์แบบนี้ควรจะติดตั้งในท่อหรือถังที่มีความดันต่ำ (ต่ำกว่า 0.3 เมตรน้ำ) ซึ่งขึ้นกับระดับความสูงของน้ำในถัง โดยไปจะติดตั้งท่อในด้านทางดูดของ Blower

2. Over pressure relief valve เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยตุ้มน้ำหนักถ่วงหรือแรงกดจากสปริงวาล์วเมื่อความดันในท่อหรือ ถังสูงเกินกว่าแรงที่กดวาล์วไว้ ก๊าซภายในก็จะระบายออกที่วาล์วดังกล่าวดังภาพ



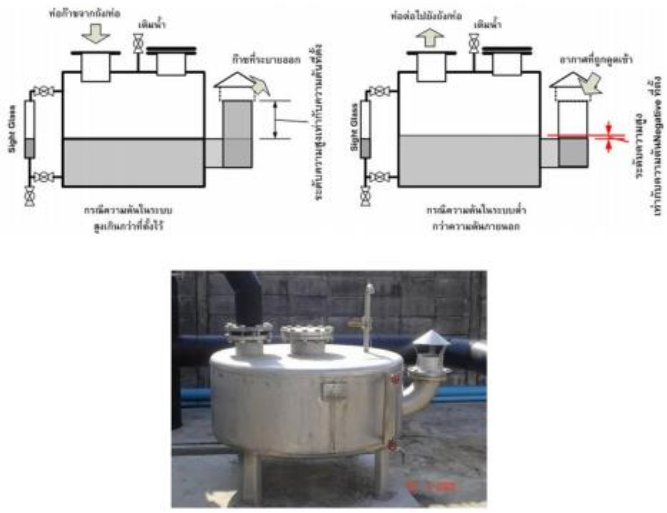
ภาพที่ 2.3 แสดง Over pressure relief valve แบบสปริงและแบบตุ้มน้ำหนัก
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

ในการติดตั้งอุปกรณ์แบบนี้สามารถติดตั้งที่ถัง/ท่อที่ออกจากบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ และท่อด้านทางส่งของ Blower โดยเลือกขนาดตามความดันที่ต้องการให้ก๊าซระบายออก

2.1.1.2 Over Pressure and Negative relief valve อุปกรณ์นี้ใช้ป้องกันความดันในถัง กรณีที่ความดันสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด หรือกรณีที่เกิด ความดันลบ (Negative pressure) อันเนื่องมาจากการระบายน้ำออกหรือการดูดก๊าซออกเร็วเกินไป ซึ่งจะทำให้ถังเกิดการเสียหายได้ การติดตั้งอุปกรณ์นี้จะติดตั้งที่ถังหมัก หรือถังทำความสะอาดก๊าซ ชีวภาพ ถังดักน้ำซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ด้านทางดูดของ Blower โดยรูปแบบของอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก

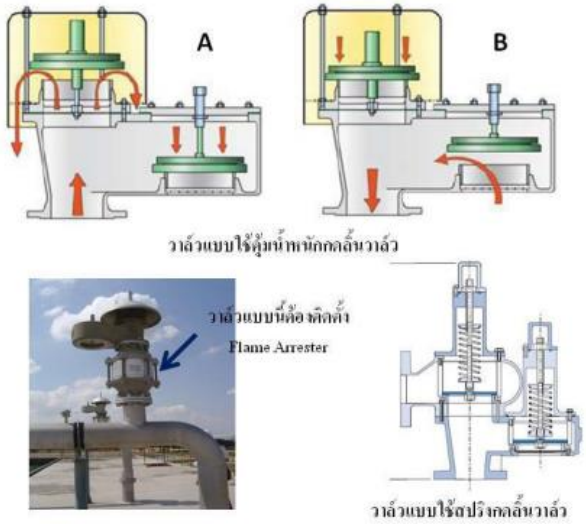
1 ถัง Water Seal เป็นถังที่มีการบรรจุน้ำและมีที่ออกคล้ายตัวยู ด้านหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัดกว้างกว่าอีกด้าน หนึ่ง มีท่อก๊าซเข้าทางด้านบนถังและท่อระบายอยู่ด้านข้างถัง ดัง

ภาพที่ 2.5 เมื่อความดันสูงเกินกว่า น้ำหนักน้ำที่กดไว้ ก๊าซก็จะระบายออกที่ถังดังกล่าว และกรณีที่ความดันภายในท่อต่ำกว่าความดัน บรรยากาศ อากาศจะไหลผ่านเข้าไปในถัง



ภาพที่ 2.4 แสดง Over pressure and Negative relief valveแบบ Water seal
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

2.1.1.3 Over pressure and Vacuum relief valve เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยน้ำหนักที่กดทับแผ่นปิดท่อระบาย โดยมีวาล์วปิดเปิดอยู่สองส่วน วาล์วส่วนที่หนึ่งเป็นวาล์วสำหรับส่วนที่ระบายออกเมื่อความดันในถังสูงเกินกว่าน้ำหนักที่กดไว้ ส่วนวาล์วที่สอง เป็นวาล์วสำหรับกรณีที่ความดันในถังต่ำกว่าความดันบรรยากาศ วาล์วจะถูกยกขึ้นเพื่อให้อากาศ ภายนอกเข้าไปในถัง ดังภาพ โดยแบ่งเป็นสองแบบด้วยกันคือ แบบที่ใช้ตุ้มน้ำหนักในการควบคุม การเปิด-ปิดวาล์ว และแบบที่ใช้สปริงในการควบคุมการเปิด-ปิดวาล์ว



ภาพที่2.5 แสดง Overpressure and Vacuum relief valve และลักษณะการทำงาน
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

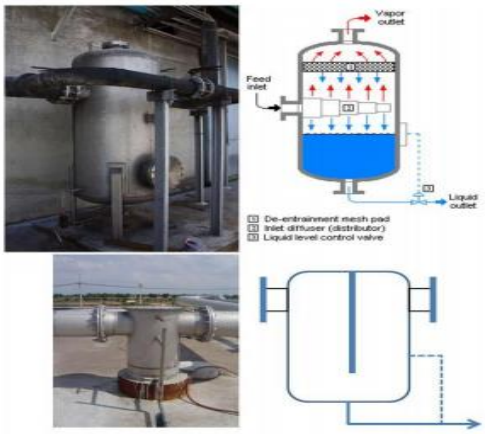
กรณี over pressure (ภาพ A) และกรณี Vacuum pressure (ภาพ B)วาล์วแบบใช้ตุ้มน้ำหนักกดวาล์วส่วนใหญ่ จะมีช่วงความดันที่เปิดวาล์ว (Valve opening pressure) ตั้งแต่2.5 จนถึง 70 มิลลิบาร์เกจ แต่ถ้าวาล์วแบบใช้สปริงกดวาล์ว จะมีช่วงความดันที่เปิดวาล์ว (Valve opening pressure) ตั้งแต่70จนถึง 800 มิลลิบาร์เกจ

2.1.2 ระบบดักละอองน้ำและระบายน้ำออกจากท่อ

เนื่องจากก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ เมื่ออุณหภูมิของก๊าซลดลง ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ ซึ่งจำเป็นต้องดักและระบายออกจากท่อ อุปกรณ์สำหรับดักละอองน้ำ (Mist) ในท่อก๊าซ มีรูปแบบดังนี้

2.1.2.1 อุปกรณ์ดักน้ำ มี 2แบบ ได้แก่

1. Knock out Drum เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการการเปลี่ยนทิศทางการไหลของก๊าซ และการชนปะทะของ กระแสก๊าซ ทำให้ละอองน้ำแยกตัวออกจากก๊าซ ดังภาพ



ภาพที่ 2.6 แสดง Knock out Drum

(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

2. อุปกรณ์ดักน้ำแบบไซโคลน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักการแยกละอองน้ำออกจากก๊าซโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่ง ละอองน้ำที่มีความหนาแน่นมากกว่าก๊าซ จะถูกเหวี่ยงให้ไปชนปะทะกับผนังของไซโคลนและไหลลงสู่ ด้านล่างของไซโคลน ดังภาพ

ภาพที่ 2.7 แสดงอุปกรณ์ดักน้ำแบบไซโคลน

(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

2.1.2.2 อุปกรณ์ระบายน้ำ

อุปกรณ์การระบายน้ำออกจากท่อก๊าซมีทั้งที่เป็นแบบที่ต้องระบายแบบ Manual และแบบ อัตโนมัติ ดังนี้

1. อุปกรณ์ระบายน้ำแบบ ตัว T หรือ ตัว U การติดตั้งที่อุปกรณ์ระบายน้ำควรติดตั้งในทุกจุดที่มีการเปลี่ยนทิศทางการไหลของก๊าซ และ ถ้าเป็นท่อตรงแนวนอน ควรจะติดตั้งทุกกระยะ 50 เมตร อุปกรณ์ระบายน้ำที่เป็นลักษณะสามทาง (ตัว T) จะต้องมีวาล์วระบายน้ำอาจจะเป็นแบบ Manual หรือ แบบอัตโนมัติก็ได้ ในกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์ระบายน้ำขนิดท่อแบบรูปตัว U ความสูงของ ท่อรูปตัว U ต้องมีความสูงมากกว่าความดันของก๊าซในท่อที่จุดนั้น เช่น ถ้าความดัน 20 มิลลิบาร์เกจ ท่อควรที่จะมีความสูงมากกว่า 20 ซม. แสดงลักษณะของอุปกรณ์ระบายน้ำแบบตัว T และ แบบตัว U

ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ระบายน้ำแบบ ตัว Tและแบบตัว U
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

2.วาล์วระบายน้ำแบบอัตโนมัติ (Auto Drain Valve) เป็นอุปกรณ์ระบายน้ำโดยอัตโนมัติ เมื่อน้ำในท่อไหลเข้าสู่กระเปาะลูกบอลที่อยู่ภายในจะลอยสูงขึ้น วาล์วจะเปิดและระบายน้ำออกเมื่อระดับน้ำลดต่ำลง ลูกบอลที่อยู่ภายในจะต่ำลงวาล์ว จะปิดป้องกันก๊าซรั่วแสดงดังภาพ

ภาพที่ 2.9 แสดงอุปกรณ์ Auto Drain Valve
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

2.1.3 ระบบเผาก๊าซทิ้ง (Flare system)

ในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจำเป็นต้องมีระบบเผาก๊าซทิ้ง เพื่อทำหน้าที่ในการเผาก๊าซทิ้งเหลือเกินทั้งโดยที่ป้องกันไม่ให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนออกสู่บรรยากาศ ระบบเผาก๊าซทิ้งมีทั้งเป็นระบบเปิด (Open Flare system) คือ จะมีการเผาไหม้ที่ด้านนอกคล้ายกับตะเกียง ดังนั้นจะสามารถสังเกตเห็นเปลวไฟได้ ประสิทธิภาพการเผาไหม้จะต่ำอาจมีก๊าซมีเทนเหลืออยู่ได้ และความร้อนจากการเผาไหม้จะแผ่ออกมาบริเวณใกล้เคียงได้โดยตรงซึ่งเป็นอันตรายภาพที่ 2.11 A แสดงระบบการเผาก๊าซทั้งแบบเปิด ขณะที่ระบบเผาก๊าซทิ้งแบบปิด (Closed Flare System) จะเป็นการเผาไหม้ภายในปล่องจะมีเพียงแต่ไอร้อนเท่านั้นที่ลอยออกมาจากปล่อง การเผาไหม้จะสมบูรณ์กว่าระบบแบบเปิด และมีความปลอดภัยมากกว่า (ภาพที่ 2.11 B)

ภาพที่ 2.10 แสดงระบบเผาก๊าซทิ้งแบบเปิด (A) และแบบปิด (B)
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

การเปรียบเทียบระหว่างระบบเผาก๊าซทิ้งแบบเปิดและระบบเผาก๊าซทิ้งแบบปิดแสดงดังตารางที่ 2.2โดยทั่วไป ระบบเผาก๊าซทิ้งควรอยู่ห่างจากบริเวณถังเก็บก๊าซมาก เพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ มาทำให้เกิดอันตราย และถ้ามีอัตราการเผาไหม้ไม่เกิน 200 ลบ.ม/ชม. ปล่องควรสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 6 เมตร

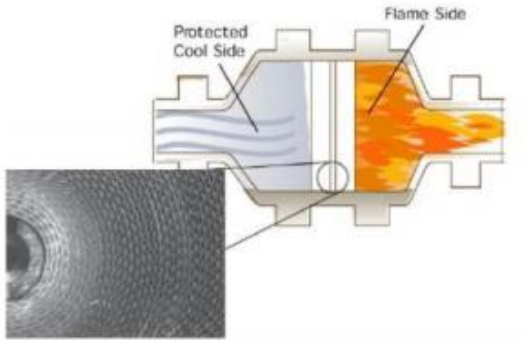
ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบเผาก๊าซทิ้งแบบเปิด และแบบปิด

ระบบเผาก๊าซทิ้งแบบเปิด	ระบบเผาก๊าซทิ้งแบบปิด
● ประสิทธิภาพการเผาไหม้ไม่ดี	● ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดี
● ควบคุมมลภาวะไม่ได้	● ควบคุมมลภาวะได้ดี
● ต้นทุนประมาณ 20-70% ของระบบแบบปิด	● ใช้กับการเผาก๊าซที่อัตราการไหลสูง
● เหมาะสำหรับการเผาก๊าซที่อัตราการไหลต่ำ	● ความสูงของปล่องประมาณ 6-10เมตร
	● ทำงานในทุกสภาวะของการเผาไหม้

(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

2.1.3.1 อุปกรณ์ดักเปลวไฟหรืออุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ (Flame Arrester)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันเปลวไฟไม่ให้เปลวไฟย้อนกลับเข้าไปในท่อ โดยการลดอุณหภูมิให้ ต่ำกว่าค่าอุณหภูมิติดไฟของก๊าซ อุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ ส่วนใหญ่ที่ติดตั้งในระบบก๊าซชีวภาพเป็นแบบใช้ในท่อ (in-line) โดยติดตั้งอยู่ระหว่างถังก๊าซชีวภาพกับจุดท่อก๊าซออกสู่บรรยากาศ หรือไปยังจุดใช้งานที่มีการเผาไหม้ ซึ่ง อุปกรณ์นี้จะต้องป้องกันเปลวไฟย้อนได้ไม่น้อยกว่า 30 นาที ขณะที่มีเปลวไฟเผาอยู่อีกด้านหนึ่งดังภาพ



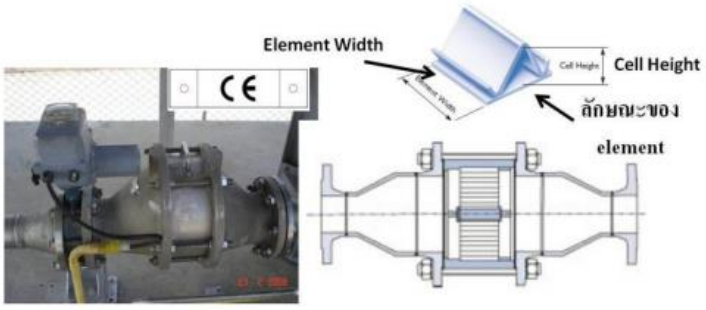
ภาพที่ 2.11 แสดงการป้องกันเปลวไฟของอุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

ส่วนประกอบของอุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1 ตัวเรือน (housing)

2 แผงelement ป้องกันไฟย้อนกลับ

อุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ มีสองแบบ คือ แบบที่ไม่สามารถเปลี่ยนแผง element และแบบที่ สามารถเปลี่ยนแผง element ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.12 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

ข้อแนะนำในการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ

1. ควรเลือก element และอุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้สำหรับก๊าซชีวภาพ โดยพิจารณาจากมาตรฐาน การจำแนกกลุ่มของก๊าซ และไอระเหย เช่น กลุ่มประเทศยุโรป จำแนกก๊าซมีเทนให้อยู่ในกลุ่ม IIA และมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา จัดก๊าซมีเทนให้อยู่ในกลุ่ม

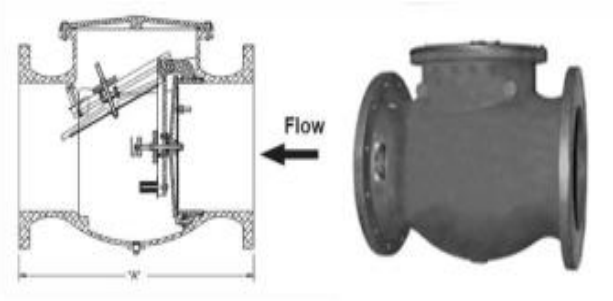
2. ความสูง cell ของ element ต้องต่ำกว่าค่า Maximum Experimental Safe Gap (MESG) ซึ่งค่า ของก๊าซและไอระเหยกลุ่ม IIA มีค่า>0.9 mm และกลุ่ม D มีค่า>0.75

3. ความดันสูญเสีย ของ อุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ ควรต่ำสุดที่เป็นได้ ซึ่งสามารถทำได้ โดยการเพิ่มพื้นที่หน้าตัด

4. วัสดุที่ใช้ควรเป็นสแตนเลส

2.1.4 Back Pressure Check Valve

เป็นอุปกรณ์ป้องกันการเสียหายของเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ อันเนื่องมาจากการไหลของก๊าซสวนทาง เช่น มาตรวัดอัตราการไหล (ที่เป็นแบบใบพัด) เป็นต้น โดยจะติดตั้งที่ทางส่งของ Blower หรือด้านหลังอุปกรณ์ที่อาจจะเสียหายได้ง่าย ดังภาพ



ภาพที่ 2.13 แสดง Back Pressure Check Valve

(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)

การเลือกขนาดควรเลือกให้เหมาะสมกับอัตราการไหล และความดันลดต้องไม่สูงมาก แนะนำให้เลือก วาล์วที่วัสดุด้านในเคลือบด้วยวัสดุทนต่อการกัดกร่อน ส่วนการดูแลรักษา ต้องหมั่นตรวจสอบสภาพสปริงและ การทำงานของวาล์ว

2.1.5 อุปกรณ์วัดความดัน

สำหรับท่อก๊าซชีวภาพควรที่จะมีตำแหน่งสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความดันในท่อ โดย อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดขึ้นอยู่กับความดันในจุดนั้นๆ ถ้าในจุดที่เป็นความดันต่ำ (น้อยกว่า 0.1 บาร์เกจ หรือ 1 เมตร น้ำ) ก็สามารถใช้อุปกรณ์ เช่น มาโนมิเตอร์อย่างง่ายๆ ที่ดูจากความแตกต่างของความสูงของน้ำในท่อใส ดังแสดง ในภาพที่ 2.15 ซ้าย แต่ถ้าในจุดที่มีความดันสูงมากกว่า ก็ควรที่จะใช้มาตรวัดความดัน (Pressure gauge) ดังแสดง ในภาพที่ 2.15 ขวา

ภาพที่ 2.14 แสดงอุปกรณ์วัดความดันในท่อ
(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553)