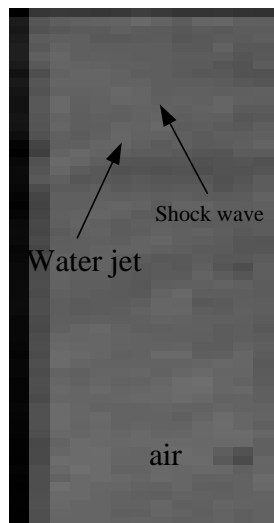


## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

แรกเริ่มนักวิจัยให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed liquid jet) เนื่องจากปัญหาการชนของเม็ดฝน (rain impact) กับยานยนต์ความเร็วสูง [1-8] ต่อมาได้ศึกษาลำพุ่งความเร็วสูงในแง่มุมด้านวิศวกรรมอื่นๆ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับ cavitation [9, 10] เครื่องดับเพลิง (fire extinguisher) เทคโนโลยีเกี่ยวกับการตัดโดยลำพุ่ง (jet cutting technology) การทำความสะอาดวัสดุโดยลำพุ่ง (material cleaning by jets) การทำเหมืองแร่และการเจาะอุโมงค์โดยการกระแทกของลำพุ่งความเร็วสูง (mining and tunneling by means of high-speed jet impingements) [11-20] การฉีดน้ำมันในเครื่องยนต์ดีเซล [21-24] การฉีดน้ำมันแก๊ซโซลีนในเครื่องยนต์แก๊ซโซลีน (direct injection gasoline engine, GDI engine) [25-28] และเครื่องยนต์ SCRAM jet (Supersonic Combustion Ram Jet engine, SCRAM jet engine) [29-36]



รูปที่ 1 shadowgraph image of high-speed water jet injected into ambient air at jet velocity of 1,345 m/s (Mach number = 3.56) [37, 38]

จากงานวิจัยต่างๆ พบว่า ในแง่มุมของการเผาไหม้ (viewpoint of combustion) ลำพุ่งน้ำมันความเร็วสูง มีส่วนช่วยให้การเผาไหม้มีสถียรระดีขึ้น เนื่องจากการแตกตัวเป็นฝอยละอองของน้ำมันและการผสมคลุกเคล้ากันกับอากาศดีขึ้น และในมุมมองของเทคโนโลยีการตัดโดยลำพุ่ง (viewpoint of jet cutting technology) ลำพุ่งความเร็วสูงสามารถตัดวัสดุที่มีความหนาหรือความแข็งแรงได้เป็นอย่างดี และยังสามารถทำความสะอาดวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก Momentum energy ของลำพุ่งความเร็วสูงมีค่าสูงเพียงพอ อย่างไรก็ตาม สำหรับการผลิตลำพุ่งความเร็วสูงจนมีความเร็วอยู่ในช่วง supersonic หรือ

hypersonic speed นั้น จะต้องใช้ความดันขับ (driving pressure) สูงมากถึงหลายร้อย MPa มีข้อจำกัดในด้านการผลิตและการเก็บความดันดังกล่าวในถังเก็บความดัน pressure vessel จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีการคิดค้นวิธีการผลิตลำพุ่งความเร็วสูงโดยวิธีที่เรียกว่า impact acceleration method หรือ Bowden and Brunton method [37, 38] จากนั้นเป็นต้นมาการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับลำพุ่งความเร็วสูง จะใช้หลักการนี้ทั้งสิ้น

จากงานวิจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นจะพบว่า มีเพียงการศึกษาเกี่ยวกับลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed liquid jet) โดยฉีดเข้าไปในของไหลในสถานะแก๊ส (gas phase) เช่น อากาศ เท่านั้น ดังรูปที่ 1 ซึ่งในปัจจุบัน มีนักวิจัยบางกลุ่มได้พยายามศึกษาการนำลำพุ่งความเร็วสูงมาประยุกต์ใช้กับด้านการแพทย์ [39-41] เช่น การฉีดยาแบบไม่ใช้เข็ม (needleless) โดยใช้ลำพุ่งความเร็วสูงของตัวยาฉีดเข้าไปในผิวหนังโดยตรง และการรักษาการอุดตันของก้อนเลือดในเส้นเลือดในสมองโดยการฉีดลำพุ่งความเร็วสูงเข้าไปกระแทกทำลายเม็ดเลือด นอกจากนี้แล้วยังมีแนวคิดนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมใต้น้ำสมุทร [42, 43] เช่น การตัดโครงสร้างใต้ทะเลโดยลำพุ่งความเร็วสูง (jet cutting marine structures) หรือการเจาะใต้ทะเล (jet drilling at the bottom of the sea) จากทิศทางการประยุกต์ใช้ในปัจจุบันพบว่า ไม่เพียงแต่ลำพุ่งความเร็วสูงที่ฉีดเข้าไปในของไหลสถานะแก๊ส (อากาศ) เท่านั้น แต่ยังมีคามพยายามนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีที่ฉีดลำพุ่งความเร็วสูงในของไหลสถานะของเหลว (liquid phase) เช่น น้ำ เป็นต้น แต่คุณลักษณะที่สำคัญของลำพุ่งความเร็วสูงที่ฉีดในของเหลวซึ่งประกอบไปด้วย คุณลักษณะของการกระแทกของลำพุ่ง รูปร่างของลำพุ่ง ความเร็วของลำพุ่ง (jet velocity) ระยะการพุ่งเข้าไปในของเหลว (penetration distance) และอื่นๆ ยังไม่มีงานวิจัยใดกล่าวถึงหรือรายงานมาก่อนเลย

ผู้ขอทุนวิจัยหวังจะใช้ความรู้เกี่ยวกับลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed liquid jet) ที่ผู้ขอทุนวิจัยได้ศึกษา มาในระดับปริญญาเอก เข้ามาช่วยอธิบายคุณลักษณะการกระแทกและพฤติกรรมต่างๆ ของลำพุ่งความเร็วสูง กรณีที่ฉีดในของเหลว (น้ำ) ซึ่งเชื่อว่า องค์ความรู้ใหม่ที่จะได้รับหลังเสร็จสิ้นงานวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลสำคัญในการประยุกต์ใช้ในงานด้านการแพทย์ต่างๆ อาทิ การออกแบบอุปกรณ์ทางการแพทย์ในการผลิตลำพุ่งความเร็วสูงที่มีศักยภาพเพียงพอในการรักษาการอุดตันของเม็ดในเส้นเลือดและอื่นๆ รวมไปถึงเป็นข้อมูลสำคัญในการบ่งบอกศักยภาพของลำพุ่งความเร็วสูง และการประยุกต์ใช้งานได้จริงในอุตสาหกรรมใต้น้ำสมุทรหรือการประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีเกี่ยวกับการตัดโดยลำพุ่ง (jet cutting technology) การทำความสะอาดวัสดุโดยลำพุ่ง (material cleaning by jets) ในน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นๆ ในอนาคตอันใกล้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ออกแบบ ปรับปรุงและทดสอบชุดทดลองยิงกระสุนความเร็วสูง (high-speed projectile) เพื่อให้มีความเหมาะสมในการผลิตลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed jet) โดยวิธี impact acceleration method
2. ผลิตลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed liquid jet) เมื่อฉีดในของเหลว (น้ำ)
3. อธิบายคุณลักษณะการกระแทกและพฤติกรรมต่างๆ ของลำพุ่งความเร็วสูง เมื่อฉีดในของเหลว (น้ำ) และคุณลักษณะที่แตกต่างของลำพุ่งความเร็วสูงเมื่อฉีดภายใต้ของไหลในสถานะแก๊ส (อากาศ)
4. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อคุณลักษณะการกระแทกของลำพุ่งความเร็วสูง เมื่อฉีดในของเหลว (น้ำ)

### 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ออกแบบ ปรับปรุงสมรรถนะ (ballistic performance) และทดสอบชุดทดลองยิงกระสุนความเร็วสูง (high-speed projectile) ที่ใช้ในการผลิตลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed jet) โดยวิธี impact acceleration method ให้มีความเหมาะสมกับกรณีฉีดในของเหลว (น้ำ)

2. ทดลองฉีดลำพุ่งความเร็วสูงเข้าไปในอากาศเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของคุณลักษณะของลำพุ่งความเร็วสูง

3. ทดลองฉีดลำพุ่งความเร็วสูงในของเหลว (น้ำ) โดยในการทดลองนั้นมีตัวแปร (parameters) หลักในการศึกษา คือ ความเร็วในการกระแทกของกระสุนความเร็วสูง (projectile impact velocity) ชนิดของของเหลวของลำพุ่ง (type of liquid jet) ซึ่งชนิดของของเหลว เช่น น้ำ น้ำมัน เป็นต้น และพารามิเตอร์ที่สนใจ คือ ความดันของการกระแทกของลำพุ่ง (impact pressure) หรือโมเมนต์ตัมของลำพุ่ง ลักษณะการกระแทกของลำพุ่ง และรอยเสียหายวัสดุที่เกิดจากลำพุ่งความเร็วสูงในของเหลว

### 1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ทำการสำรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature survey) อย่างละเอียด
2. ทำการออกแบบ ปรับปรุงสมรรถนะ (ballistic performance) และทดสอบชุดทดลองยิงกระสุนความเร็วสูง (high-speed projectile) ที่ใช้ในการผลิตลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed jet) โดยวิธี impact acceleration method
3. ทดสอบผลิตลำพุ่งความเร็วสูงกรณีฉีดลำพุ่งความเร็วสูงเข้าไปในอากาศ
4. สรุปผลการทดลอง กรณีฉีดลำพุ่งความเร็วสูงเข้าไปในอากาศ
5. ทดสอบผลิตลำพุ่งความเร็วสูงกรณีฉีดลำพุ่งเข้าไปในของเหลว (น้ำ)
6. กำหนด parameters ต่างๆ ชนิดของเหลวของลำพุ่ง ความเร็วของกระสุนปืน ที่มีอิทธิพลต่อคุณลักษณะการกระแทกของลำพุ่งความเร็วสูง
7. อาจจะมีการแก้ไขปรับปรุงในหลายๆ จุด และทดสอบเพิ่มเติม
8. สรุปผลการศึกษา

### 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. รู้ถึงคุณลักษณะของลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed jet) เมื่อฉีดในของเหลว (น้ำ)
2. รู้ถึงตัวแปร (parameters) ต่างๆ ที่มีผลต่อคุณลักษณะของลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed jet) เมื่อฉีดในของเหลว (น้ำ)
3. อาจจะค้นพบ nozzle geometries ที่แปลกใหม่ที่เหมาะกับงานในแต่ละด้านทั้งในทางวิศวกรรม แพทย์ศาสตร์ หรืออื่นๆ
4. สามารถพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมได้สมุทร เทคโนโลยีการตัด (cutting technology) ในน้ำ และงานด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้จริง
5. ได้วารสารวิชาการในประเทศหรือต่างประเทศอย่างน้อย 1 ฉบับ หรือการเผยแพร่ในการประชุมวิชาการในประเทศหรือต่างประเทศอย่างน้อย 2 ฉบับ