รายงานการวิจัยเรื่อง : การศึกษาคุณลักษณะของลำพุ่งความเร็วสูงใน condensed media
หัวหน้าโครงการ : นายอนิรุตต์ มัทธุจักร์
หน่วยงาน : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ระยะเวลาดำเนินโครงการ : 2 ปี
งบประมาณที่ได้รับ : 480,000.00 บาท (สี่แสนแปดหมื่นบาทถ้วน)
ศัพท์สำคัญ : ลำพุ่งของเหลวความเร็วสูง การขับลำพุ่งด้วยการกระแทก
shock wave water vapor bubble เทคนิคชาโดว์กราฟ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะของลำพุ่งของเหลวความเร็วสูงที่ฉีดใน condensed media (น้ำ) และในอากาศ ซึ่งการผลิตลำพุ่งความเร็วสูงในงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า การขับลำพุ่งด้วยการกระแทก (Impact driven method) ในชุดทดลองที่เรียกว่า Horizontal Single Stage Powder Gun (HSSPG) โดยเทคนิคนี้จะอาศัยกระสุนปืนความเร็วสูงกระแทกกับของเหลวซึ่งบรรจุอยู่ในหัวฉีด ซึ่งการวิจัยนี้จะใช้ความเร็วของกระสุนปืนเท่ากับ 950 ± 30 m/s และหัวฉีดทรงกรวยมุม 30° ขนาดรูคอคอดที่ทางออกเท่ากับ 0.7 mm ในการผลิตลำพุ่ง โดยทำการศึกษาคุณลักษณะของลำพุ่งของเหลว 6 ชนิด คือ น้ำ, น้ำทะเล, น้ำมันดีเซล, กลีโลซีน, แอลกอฮอล์ และน้ำมันแก๊สโซลีน จากภาพถ่ายด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูง (High-speed digital video camera) ร่วมกับการถ่ายภาพด้วยเทคนิคชาโดว์กราฟ และไม่ใช้เทคนิคชาโดว์กราฟที่การถ่ายภาพใน 2 มุมมองคือ มุมมองปกติเช่นเดียวกับการใช้เทคนิคชาโดว์กราฟและมุมมองในแนวแกน จากการถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูงร่วมกับการถ่ายภาพด้วยเทคนิคชาโดว์กราฟ พบว่า ลำพุ่งของเหลวทั้ง 6 ชนิดที่ฉีดในอากาศ จะมีรูปร่างของลำพุ่งที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และสังเกตพบการเกิด shock wave การเกิดการเปลี่ยนแปลงมุมของ shock wave การแตกตัวของลำพุ่ง การกระจายตัวเป็นฝอยละออง การระเหยกลายเป็นไอของลำพุ่งอย่างเห็นได้ชัด โดยความเร็วสูงสุดของลำพุ่งน้ำ, น้ำทะเล, น้ำมันดีเซล, กลีโลซีน, แอลกอฮอล์ และ น้ำมันแก๊สโซลีน มีค่าเท่ากับ 1,669.03 m/s, 1,514.17 m/s, 1,453.95 m/s, 1,264.68 m/s, 1,548.58 m/s และ 1,634.62 m/s ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อฉีดลำพุ่งในน้ำ พบว่า ความเร็วสูงสุดของลำพุ่งน้ำ, น้ำทะเล, น้ำมันดีเซล, กลีโลซีน, แอลกอฮอล์ และ น้ำมันแก๊สโซลีน มีค่าเท่ากับ 374.24 m/s, 195.00 m/s, 576.41 m/s, 412.95 m/s, 292.51 m/s และ 111.84 m/s ตามลำดับ ซึ่งช้ากว่ากรณีที่ฉีดในอากาศเนื่องจากผลของแรงต้านทานในน้ำสูงกว่าในอากาศ และพบพฤติกรรมการขยายตัว การยุบตัวของ water vapor bubble, shock wave, compressed wave และ rebound shock wave ซึ่งเกิดจากการยุบตัวของ bubble อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ไม่พบเมื่อฉีดในอากาศ และเมื่อถ่ายภาพโดยไม่ใช้เทคนิคชาโดว์กราฟจะพบกลไกการเกิด bubble การขยายตัว การยุบตัว และการหายไปของ bubble ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย แต่จะไม่สามารถสังเกตเห็นพฤติกรรมต่างๆ ของ shock wave และ rebound shock wave ในน้ำได้ นอกจากนี้เมื่อถ่ายภาพลำพุ่งในน้ำในมุมมองแนวแกนโดยไม่ใช้เทคนิคชาโดว์กราฟ จะ

ยังเกตุเห็นการเกิด bubble การขยายตัว การยุบและการหายไปของ bubble ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย แต่จะไม่สามารถสังเกตเห็นพฤติกรรมต่างๆ ของ shock wave และ rebound shock wave ในน้ำได้เช่นกัน โดยพบว่าอัตราการขยายตัว ($V_{x,\ e}$) และยุบตัว ($V_{x,\ c}$) ของ bubble ในแนวแกนนอนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 26.19 m/s และ 13.48 m/s ตามลำดับ เกิดขึ้นจากลำพุ่งแอลกอฮอล์ และ ลำพุ่งกลีโลซีน ตามลำดับ และอัตราการขยายตัว ($V_{y,\ e}$) และยุบตัว ($V_{y,\ c}$) ในแนวแกนตั้งสูงสุดมีค่าเท่ากับ 23.34 m/s และ 13.66 m/s ตามลำดับ เกิดขึ้นจากลำพุ่งแอลกอฮอล์ และลำพุ่งกลีโลซีนตามลำดับ

Title : Investigation on Characteristics of High-Speed Liquid Jet in Condensed Media
Head of Project : Mr.Anirut Matthujak
Organization : Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University
Run time : 2 years
Budget : 480,000 baht
Keywords : High-speed liquid jet, Impact driven method, Shock wave, Water vapor bubble, Shadowgraph technique

ABSTRACT

The objective of this research is to study on the characteristics of high-speed liquid jet injected in condensed media (water) and ambient air. The high-speed liquid jets were generated using “impact driven method” in a Horizontal Single Stage Powder Gun (HSSPG). To produce the jets by this technique, the liquid contained inside a nozzle is driven by the impact of a high-speed projectile. In this study, the projectile velocity of 950 ± 30 m/s and 30° conical nozzle having orifice diameter of 0.7 mm were used for jet generation. Characteristics of 6 liquid types (water, sea water, diesel, kerosene, alcohol and gasoline) were described by visualization using a high-speed digital video camera with and without shadowgraph technique in normal and axial views. From shadowgraph images, the jet body of whole liquid jets was quite similar. Jet-generated shock wave, change in shock angle, break-up, atomization and vaporization of the jets were obviously observed. The maximum average jet velocities in air of water, sea water, diesel, kerosene, alcohol and gasoline were 1,669.03 m/s, 1,514.17 m/s, 1,453.95 m/s, 1,264.68 m/s, 1,548.58 m/s and 1,634.62 m/s, respectively, while they in water were 374.24 m/s, 195.00 m/s, 576.41 m/s, 412.95 m/s, 292.51 m/s and 111.84 m/s, respectively. The maximum average velocity of jets injected in water was slower than that in air because the hydrodynamic drag is much higher than the aerodynamic drag. Moreover, water-vapor bubble, expansion and contraction of the jet-induced bubble, shock wave in water, compressed wave and rebound shock wave being generated by water bubble collapse could be obviously observed. From the visualization without shadowgraph technique, the bubble generation, expansion, contraction and collapse of the bubble were clearly seen and easily interpreted, while the shock wave and rebound shock in water could not be observed with this visualization. Besides, the generation, expansion and

contraction of the bubble were clearly observed and easily interpreted using visualization on the axial view, while the shock wave and rebound shock in water could not be observed with this visualization as well. The maximum expansion rate ($V_{x,e}$) and contraction rate ($V_{x,c}$) in x-axis of the bubble are 26.19 m/s and 13.48 m/s, respectively, obtained by alcohol jet and kerosene jet, respectively. The maximum expansion rate ($V_{y,e}$) and contraction rate ($V_{y,c}$) in y-axis of the bubble are 23.34 m/s and 13.66 m/s, respectively, obtained by alcohol jet and kerosene jet, respectively.