

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะการกระแทกของลำเจ็ทของเหลวความเร็วสูงด้วยเทคนิคการขับลำเจ็ทด้วยการกระแทกเมื่อฉีดในอากาศและในน้ำ โดยทำการศึกษาอิทธิพลของลำเจ็ท Newtonian และ Non-Newtonian ต่อความดันกระแทกจากการตรวจวัดด้วย PVDF pressure sensor ที่ถูกออกแบบ สร้างและสอบเทียบขึ้นเพื่อการศึกษา รวมถึงศึกษาพฤติกรรมของลำเจ็ท Non-Newtonian โดยการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพความเร็วสูงอีกด้วย จากการศึกษาพบว่า 1) ลำเจ็ท Newtonian ที่ฉีดในอากาศจะมีความดันกระแทกสูงกว่าเมื่อฉีดในน้ำ ทุกลำเจ็ทและทุกระยะห่างจากหัวฉีด 2) เมื่อระยะห่างจากหัวฉีดมากขึ้น ความดันกระแทกของลำเจ็ท Newtonian จะมีค่าลดลง 3) ลำเจ็ทน้ำจะมีความดันกระแทกสูงสุดเมื่อฉีดในอากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 699.55 MPa แต่เมื่อฉีดในน้ำลำเจ็ทน้ำมันดิเซลมีความดันกระแทกสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 674.50 MPa และลำเจ็ทน้ำมันแก๊สโซลีนจะมีความดันกระแทกต่ำที่สุดทั้งกรณีฉีดในอากาศและในน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 232.32 และ 123.26 MPa ตามลำดับ 4) คุณสมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อความดันกระแทกคือ ความหนาแน่นและน้ำหนักโมเลกุลของของเหลว 5) เมื่อระยะห่างจากหัวฉีดเพิ่มขึ้น ความเร็วของลำเจ็ท Non-Newtonian ทั้ง 4 ชนิด ซึ่งได้แก่ นม น้ำสลัด ซอสมะเขือเทศ และยาสีฟัน เมื่อฉีดในอากาศ มีค่าเพิ่มขึ้นแต่ความดันกระแทกมีค่าลดลง และ 6) ความดันกระแทกของลำเจ็ทยาาสีฟันมีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 127.61 MPa และ 85.36 MPa ที่ระยะห่างจากหัวฉีดเท่ากับ 20 mm เมื่อฉีดในน้ำและในอากาศ ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เบื้องต้นของลำเจ็ทที่ถูกผลิตจากชุดขับจากแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งถ่ายยาแบบไม่ใช้เข็ม การเจาะกระดูก และการเจาะหิน จากการศึกษาพบว่า 1) สำหรับการส่งถ่ายยาแบบไม่ใช้เข็ม ปริมาตรของเหลวมีผลกับการแพร่กระจายของลำเจ็ทในเนื้อเยื่อจำลอง Polyacrylamide gel และมีลักษณะการแพร่กระจายคล้ายคลึงกันกับอุปกรณ์ส่งถ่ายยาแบบไม่ใช้เข็มที่วางขายทั่วไป 2) สำหรับการเจาะกระดูก ลำเจ็ทสามารถเจาะกระดูกได้ความลึกสูงสุดเท่ากับ 5.52 mm ที่จำนวน pulse เท่ากับ 80 pulses ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนความลึกต่อปริมาตร (DPV) มีค่าเท่ากับ 0.113 mm/mL และ 3) สำหรับการเจาะหิน จำนวน Pulse ของลำเจ็ทเพิ่มขึ้นจะทำให้ความลึกของหินทรายเพิ่มขึ้น โดยหินทรายเกิดความเสียหายแบบ Shear และ Tensile ขึ้นที่รูเจาะ และเมื่อทำการเจาะทั้งหมด 74 Pulses ลำเจ็ทสามารถเจาะทะลุหินทรายหนา 3.18 mm ได้ ดังนั้น ลำเจ็ทที่ถูกผลิตจากชุดขับจากแม่เหล็กไฟฟ้ามีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ในงานดังกล่าวได้ในอนาคต

ABSTRACT

The objective of this research is to study on the impact characteristics of high-speed liquid jet injected in air and water. The liquid jets were generated by impact driven method. Effect of Newtonian and Non-Newtonian jets on impact pressure, which was investigated by PVDF pressure sensor being designed, manufactured and calibrated for this measurement, were studied. Moreover, characteristics of Non-Newtonian jets were visualized by high-speed video camera. From the study, it was found that 1) The impact pressure of Newtonian jets injected in air were higher than that in water for all jets and all stand-off distances 2) The impact pressure of Newtonian jets decreased as the stand-off distance increased 3) The maximum impact pressure injected in air and in water were water jet and diesel jet, being 699.55 MPa and 674.50, respectively. The minimum impact pressure of the jet injected in both air and water was gasoline jet, being 232.32 and 123.26 MPa, respectively. 4) Density and molecular weight of liquid were the significantly physical property for the impact pressure. 5) When the stand-off distance increased, jet velocities of Non-Newtonian jets (milk, salad dressing, tomato sauce and toothpaste) increased but their impact pressures decreased, and 6) The maximum impact pressures injected in air and water were toothpaste jet, being 127.61 MPa and 85.36 MPa, respectively.

Moreover, applications of liquid jet generated by the electromagnetic actuator for needle-free jet injection, bone drilling and stone drilling were preliminarily studied. From the study, it was found that 1) For needle-free jet injection, liquid volume affected on jet dispersion in polyacrylamide gel and such dispersion was similar to the dispersion injected by commercial needle free jet injector. 2) For bone drilling, the 5.52 mm of maximum depth could be drilled by the jet at 80 pulses, being the depth per volume of 0.113 mm/mL, and 3) For stone drilling, the hole depth depended on a number of jet pulses. The damage deformation at the hole in this study was shear and tensile. The 74 pulses of water jet could drill through the 3.18 mm thickness of sandstone. Therefore, the liquid jet generated by the electromagnetic actuator is possible to apply such applications in the future.