WATER DROPLET IMPACT PHENOMENA ONTO SUPER-HYDROPHOBIC SURFACE

Patrapee Arcade

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
2008

Thesis Title:	Water droplet impact phenomena on super-hydrophobic surface
By:	Patrapee Arcade
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Assoc.Prof. Sumaeth Chavadej
	Prof. Lin Shi-Yow

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Director
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:

.....
(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

.....
(Prof. Lin Shi-Yow)

.....
(Dr. Malee Santikunaporn)

.....
(Dr. Thammanoon Sreethawong)

ABSTRACT

4971029063: Petrochemical Technology Program
Patrapee Arcade: Water Droplet Impact Phenomena on Super-Hydrophobic Surface
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, Prof. Lin Shi-Yow, 107 pp.
Keywords: Water droplet/ Super-hydrophobic surface/ High speed solid state CCD camera/ Droplet rebound.

The water droplet impact phenomena on the super-hydrophobic surface of plasma-treated polypropylene film coated on a glass surface were investigated by using a high-speed solid-state CCD camera. The experiments were conducted at an impact height of 10 mm, with three different sizes of water droplets: 5.9650, 10.9691, and 12.6049 mm^3 and impact height of 20 mm with a size of water droplet 11.0941 mm^3. The volumes and the center of mass of falling and rebounding droplets obtained from using the 2007 version of AutoCAD software were used to calculate the change in energy stage. The results showed that water droplets of both 5.9650 and 10.9691 mm^3 exhibited 4 total rebounds without droplet splash, whereas the largest droplet, 12.6049 mm^3, showed only 2 rebounds. The bigger the droplet size, the greater the energy loss. In addition, the greater the initial impact velocity, the greater the energy loss. The movement of center of mass showed that during the water droplet rebound, there were two peaks, unlike a solid particle free falling body having a single maximum peak. The two peak maxima are due to the water moving inside the liquid body during rebounding.

บทคัดย่อ

ภัทร์ระภี อาเขต : การศึกษาปรากฏการณ์ของหยดน้ำตกกระทบบนพื้นผิวที่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำสูง (Droplet impact phenomena onto super-hydrophobic surface) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุเมธ ชวเดช, ศ. หลิน ซื่อ โย่ว 107 หน้า

การศึกษาปรากฏการณ์การตกกระทบของหยดน้ำบนพื้นผิวที่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำสูงบนผิวของฟิลม์โพลีนพอพีลีนที่ปรับปรุงด้วยพลาสม่าซึ่งเคลือบบนพื้นผิวแก้วโดยใช้กล้องความเร็วสูง ในการทดลองได้มีการศึกษาตัวแปรสองตัวคือความสูงในการตกกระทบและขนาดของหยดน้ำ ความสูงของหยดน้ำในการตกกระทบที่ความสูง 10 และ 20 มิลลิเมตร และขนาดของหยดน้ำที่ขนาด 5.9650, 10.9691 และ 12.6049 ลบ.มม. ปริมาตรและจุดศูนย์กลางมวลสารสามารถคำนวณได้จากโปรแกรม AutoCAD เวอร์ชั่น 2007 โดยข้อมูลที่ได้นำไปใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานของหยดน้ำที่ศูนย์เสียไปจากการตกกระทบบนพื้นผิว จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หยดน้ำขนาด 5.9650 และ 10.9691 ลบ.มม. สามารถกระดอนขึ้นจากพื้นผิวได้ถึง 4 ครั้ง ในขณะที่หยดน้ำขนาด 12.6049 ลบ. มม. สามารถกระดอนได้เพียง 2 ครั้ง ผลการทดลองบ่งชี้ว่าหยดน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าจะมีแนวโน้มที่จะเสียพลังงานในการตกกระทบมากกว่าหยดน้ำที่มีขนาดเล็กกว่า เช่นเดียวกับหยดน้ำที่มีตกกระทบจากที่สูงกว่าซึ่งมีความเร็วสูงกว่าจะมีแนวโน้มที่จะสูญเสียพลังงานมากกว่าหยดน้ำที่มีความเร็วในการตกกระทบต่ำกว่า ยิ่งกว่านั้นจากการศึกษาการเคลื่อนไหวของศูนย์กลางมวลสารของหยดน้ำพบว่า ที่จุดสูงสุดในการกระดอนในแต่ละครั้งมีถึงสองจุดด้วยกัน ซึ่งไม่เหมือนกับการกระดอนของของแข็งที่จะมีจุดสูงสุดเพียงจุดเดียวเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจาก การเคลื่อนที่ของมวลสารภายในหยดน้ำในขณะกระดอนขึ้น

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis work was partially funded by the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals and Advanced Materials, under the Ministry of Education and the Research unit of Applied Surfactants for Separation and Polution Control, Chulalongkorn University.

First of all, I would like to thank Assoc. Sumaeth Chavadej who gave me an opportunity to conduct this research in Taiwan. Secondly, I would like to thank Prof. Lin Shi-Yow and Prof. Wang Meng-Jiy, at the Department of Chemical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, for advising me hoe to conduct my experiment. Mr. Aaron, Kelvin, Matt, Khoan, and Arief, M.S. students in the Surface Phenomena Lab who helped me everything during I stayed in Taiwan.

Moreover, I would like to thank all of faculty staffs and my friends in the Petroleum and Petrochemical College who share our happy time during these 2 years.

Finally, I would like to thank my family and my girlfriend who always are my side and give me warm care and love.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**