Thesis Title Size and Flow Characteristic Analysis of Fluid Droplet Obtained from Air Blast Atomizer

Author Mr. Pipatpong Watanawanyoo

Degree Doctor of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisory Committee Assoc. Prof. Dr. Sumpun Chaitep Advisor
Assoc. Prof. Thawan Sucharitakul Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Wasan Jompakdee Co-advisor

ABSTRACT

The objective of this research was to study the droplet sizes of spray through nozzle of air blast type at the operating air pressure supplied of 68.9-689 kPa (10-100 psi). A computer program and a simple numerical model were developed for measuring and predicting the droplet sizes of spray through nozzle. The air blast atomizer performance testing was conducted for comparison with respect to the water flow rate. The atomizing air pressure supply was regulated between 68.9 - 689 kPa (10-100 psi), correspondingly consumed 0.00055-0.00065 kg/s of water. In this research study, the liquid supply pressure was kept constant and the air flow rate through the atomizer was varied over a range of air supply pressure to obtain the variation in ALR. (example: if air mass flow rate is 0.00093 kg/s and water mass flow

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

rate is 0.00063 kg/s, hence ALR =0.00093/0.00063 = 1.47). The spray solidity was studied by taking pictures of the spray at different air supply pressures. The liquid flow rate, corresponding to a particular air flow rate (i.e., ALR), was measured using a calibrated flow meter. The location of the measurement planes in the spray are defined by the axial distance from the nozzle (y) with respect to the radius (x), with the origin defined as the exit orifice of the nozzle. A traverse was made of the spray centerline and radial traverses at six axial locations of 3, 60, 120, 180, 240 and 300 mm downstream from the nozzle. The computer program for calculating the droplet size uses image processing method and edge detection program with C++ Language. The cone spray pattern with depth of penetration of 32 cm. length and cone angle of 31^{o}**.** When increase in air flow rate, the kinetic energy of the flow keeps on increasing and causes a larger value of the spray cone angle. The minimum size of droplet that can be measured was approximately 5 μm. Droplet size from air blast atomizer had variable sizes in the range of about 5-192μm**.**

A numerical model is developed and used to predict the performance of a siphon fed air blast atomizer. The model uses compressible flow relationships to predict the air flow rate and a novel droplet formation model to predict the droplet SMD. The model predictions are found to be in good agreement with the measured data. The air blast fuel atomizer can offer another advantage especially for combustion application, that more air supply causes finer size as well as larger number of droplets.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ขนาดและคุณสมบัติการไหลของฝอยละออง-ของไหลที่ได้จากหัวฉีดแบบใช้อากาศช่วย

ผู้เขียน นายพิพัฒน์พงศ์ วัฒนวันยู

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร. สัมพันธ์ ไชยเทพ	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ.ตะวัน สุจริตกุล	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.ดร. วสันต์ จอมภักดี	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาขนาดฝอยละอองของสเปรย์ที่ได้จากหัวฉีดแบบใช้อากาศช่วยโดยมีแรงดันอากาศช่วยในช่วง 68.9-689 kPa (10-100 psi) โปรแกรมคอมพิวเตอร์และแบบจำลองทางตัวเลขถูกพัฒนามาเพื่อการวัดและทำนายขนาดของฝอยละอองที่ได้จากหัวฉีดนี้ ประสิทธิภาพของหัวฉีดแบบใช้อากาศช่วยถูกทดสอบโดยเปรียบเทียบกับอัตราการไหลของน้ำ โดยแรงดันอากาศช่วยถูกปรับให้อยู่ในช่วง 68.9-689 kPa (10-100 psi) พบว่ามีอัตราการไหลของน้ำอยู่ที่ 0.00055-0.00065 kg/s ในงานวิจัยนี้แรงดันของเหลวถูกปรับตั้งให้คงที่และอัตราการไหลของอากาศผ่านหัวฉีดสามารถเปลี่ยนค่าในช่วงกว้างของแรงดันอากาศขาเข้า โดยที่เปลี่ยนค่า ALR (เช่น ถ้าอัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.00093 kg/s และอัตราการไหลของน้ำมีค่า 0.00063 kg/s จะได้ค่า ALR = 0.00093/0.00063 = 1.47) การรวมตัวของสเปรย์ถูกศึกษาโดยการถ่ายรูปที่แรงดันอากาศขาเข้าในช่วงต่าง ๆ อัตราการไหลของของเหลวถูกเปรียบเทียบกับอัตราการไหลของอากาศ (เช่นค่า ALR) ซึ่งถูกวัดโดยเครื่องมือวัดอัตราการไหล ตำแหน่งของระนาบที่ทำการวัดขนาดของสเปรย์จากตำแหน่งแนวแกนตั้งจากหัวฉีด (แกน Y) เทียบกับตำแหน่งแนวแกนรัศมี (แกน X) โดยมีจุดเริ่มต้นที่ปากทางออกของรูหัวฉีด ตำแหน่งที่วัดเริ่มจากจุดศูนย์กลางทำการวัดทั้งหมด 6 จุด ดังนี้ 3, 60, 120, 180, 240 และ 300 มิลลิเมตร โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณขนาดฝอยละอองใช้หลักการวิเคราะห์ด้วยภาพและการหาขนาดขอบของภาพด้วยโปรแกรมภาษาซี ++ พบว่า ความยาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สเปรย์มีค่า 32 เซนติเมตร และองศาสเปรย์มีค่า 31 องศา เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศจะทำให้พลังงานจลน์เพิ่มซึ่งเป็นผลทำให้ขนาดองศาฝอยละอองเพิ่มขึ้น ขนาดฝอยละอองเล็กสุดที่สามารถวัดได้มีค่าประมาณ 5 μm. ขนาดฝอยละอองที่ได้จากหัวฉีดแบบใช้อากาศช่วยมีขนาด 5-192 μm.

แบบจำลองทางตัวเลขถูกสร้างมาเพื่อทำนายประสิทธิภาพของหัวฉีดแบบใช้อากาศช่วยชนิดกาลักของเหลวแบบจำลองนี้ใช้ความสัมพันธ์ของการไหลแบบอัดตัวได้เพื่อทำนายอัตราการไหลของอากาศและสมการหาขนาดฝอยละอองเพื่อทำนายขนาดฝอยละอองเฉลี่ย SMD แบบจำลองสามารถทำนายค่าได้ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวัด หัวฉีดแบบใช้อากาศช่วยนี้สามารถนำไปใช้งานกับงานเผาไหม้เพราะสามารถให้ฝอยละอองขนาดเล็กและให้ฝอยละอองจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved