การจำลองแบบเชิงสโตแคสติคของการสะสมอนุภาคแอโรซอลขนาดต่าง ๆ กันโดยคอนเวคทีฟดิฟฟิวชันบนเส้นใยที่มีอนุภาคเกาะอยู่

นายมนตรี วงศ์ศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.๒๕๒๕

ISBN 974-561-448-3

STOCHASTIC SIMULATION OF CONVECTIVE DIFFUSIONAL DEPOSITION OF POLYDISPERSE AEROSOLS ON A DUST LOADED FIBER

Mr. Montree Wongsri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

Thesis Title	Stochastic Simulation of Convective Diffusional Deposition of Polydisperse Aerosols on A Dust Loaded Fiber
By	Mr.Montree Wongsri
Department	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

S. Bunnag .....Dean of Graduate School

(Associate Professor Supadit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

.....Chairman

(Assistant Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.)

.....Member

(Assistant Professor Sutham Vanichseni, Ph.D.)

.....Member

(Assistant Professor Vichitra Chongvisal, Ph.D.)

.....Member

(Assistant Professor Piyasan Praserthdam, Dr.Ing.)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจำลองแบบเชิงสโตแคสติคของการสะสมอนุภาคแอโรซอลขนาดต่าง ๆ กันโดยคอนเวคทีฟดิฟชันบนเส้นใยที่มีอนุภาคเกาะอยู่

ชื่อนิสิต นายมนตรี วงศ์ศรี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา ๒๕๒๔

บทคัดย่อ

การสะสมอนุภาคแอโรซอลขนาดต่าง ๆ กันโดยคอนเวคทีฟดิฟฟิวชัน (convective diffusion) บนเส้นใยที่มีอนุภาคเกาะอยู่ได้ถูกจำลอง (simulate) ขึ้นที่เงื่อนไขสำหรับการกรองต่าง ๆ กันโดยใช้คอมพิวเตอร์ IBM 370/138 งานที่ทำเป็นการดัดแปลง และขยายแบบจำลอง (model) ที่มีอยู่เดิมของการสะสมอนุภาคแอโรซอลที่มีขนาดเท่ากันในลักษณะเดียวกัน (Kanoaka et al. 1981, 1982) ให้ใช้ได้สำหรับกรณีที่อนุภาคแอโรซอลมีขนาดไม่เท่ากัน โดยถือว่า การกระจายของขนาดอนุภาคแอโรซอลเป็นแบบล็อก-นอร์มัล (log-normal)

รูปร่างลักษณะของเดนไดรท์ (dendrite) บนเส้นใยได้ถูกเฉลี่ยเพื่อหาโปรไฟล์ (profile) ของการเกาะอนุภาคบนผิวเส้นใย นอกจากนี้มีการเสนอการกระจายเชิงจำนวนของเดนไดรท์ขนาดต่าง ๆ จำนวนรวมของเดนไดรท์ และจำนวนรวมของอนุภาคที่เกาะอยู่เป็นต้นในรูปฟังก์ชันของมวลของอนุภาคที่เข้ามา อนึ่งส่วนประกอบของประชากรเดนไดรท์ และอัตราการเจริญเติบโตของเดนไดรท์ก็มีแสดงไว้ในรูปฟังก์ชันของอายุเดนไดรท์ด้วย

การศึกษานี้พบการเกาะของอนุภาคที่ด้านหลังของเส้นใยซึ่งไม่ปรากฏในกรณีการขวางกั้น (interception) และการชนโดยความเฉื่อย (inertia) และยังพบว่าตัวเลขเพคเลย์ Pe (Peclet number) และพารามิเตอร์ของการขวางกั้น R (intercention parameter) มีผลมาก ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานเชิงเรขาคณิต σ_g มีผลเล็กน้อยต่อโปรไฟล์เฉลี่ยของอนุภาคที่เกาะ ปรากฏการณ์ข้างต้นเหล่านี้สอดคล้องอย่างดีกับผลงานในอดีตของกรณีที่อนุภาคแอโรซอลมีขนาดเท่ากันหมด

ในงานนี้ได้หาสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของประสิทธิภาพการกรอง η_{DIM}/η_{DI} กับปริมาณของมวลอนุภาคที่สะสมอยู่ในหนึ่งหน่วยปริมาตรไส้กรอง m โดยใช้ R, σ_g และ Pe เป็นพารามิเตอร์ ผลที่พบคือ η_{DIM}/η_{DI} จะแปรผันเกือบเป็นเส้นตรงกับ m และอัตราการเพิ่ม λ จะมีค่าสูงขึ้นถ้า Pe หรือ R ของระบบมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วน σ_g มีผลเพียงเล็กน้อยต่อ η_{DIM}/η_{DI} และยังหาแนวโน้มที่แน่นอนไม่ได้ อนึ่งได้พบว่าค่าแรกเริ่มของประสิทธิภาพการกรองจะใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎีของเส้นใยสะอาด แต่มักทำนายค่าที่น้อยกว่า

ส่วนใหญ่การกระจายของขนาดอนุภาคที่ถูกจับ จะเป็นแบบล็อก-นอร์มัล ซึ่งได้ทดสอบโดยใช้ วิธีไค-สแควร์ (Chisquare goodness of fit test) นอกจากนี้ได้เสนอฮิสโตแกรมที่แสดงการกระจายของขนาดอนุภาคที่จับได้ในงานนี้

Thesis Title Stochastic Simulation of Convective Diffusional Deposition of Polydisperse Aerosols on a Dust Loaded Fiber

Name Mr. Montree Wongsri

Thesis Advisor Assistant Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.

Department Chemical Engineering

Academic Year 1981

ABSTRACT

Convective diffusional deposition of polydisperse aerosols on a dust loaded fiber was simulated stochastically (using Monte Carlo technique) under various filtration conditions. A recently proposed three dimensional stochastic model for the convective diffusional deposition of monodisperse aerosols on a single fiber (Kanoaka et al., 1981, 1982) was extended here to the case of polydisperse aerosols, while the size distribution of aerosol particles was assumed to be log-normal.

Configurations of individual dendrites were averaged to give the profile of deposition on the fiber surface. Also shown as a function of the mass of incoming particles are the number distribution of dendrites of size N, total number of dendrites and total number of deposited particles. Population composition and dendritic growth rate are also given as a function of dendritic age. The model predicted the deposition of particles on the rear surface of a fiber, which is totally absent from deposition by inertia and/or interception. The average profile of deposited particles on the fiber surface was shown to be affected by Pe and R, and to a lesser wxtent by σ_g. The above effects fo Pe and R were found to agree well with previous work

on monodisperse aerosols.

The normalized collection efficiency η_{DIM}/η_{DI} of a dust loaded fiber was correlated to the accumulated mass m of deposited particles in a unit filter volume, using R, σ_g and Pe as parameters. η_{DIM}/η_{DI} was found to increase almost linearly with m and the rate of increase, namely λ, was more rapid as either Pe or R increased. The effect of size dispersion, mamely σ_g, on λ was small and its trend was inconclusive. It was found that the predicted initial collection efficiencies were close to the theoretical values for a clean fiber but tended to underestimate.

The null hypothesis that the size distribution of deposited particles was log-normal was tested using the Chi-square goodness of fit test, and histograms of sample size distribution are given.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my deep gratitude to my advisor, Dr. Wiwut Tanthapanichakoon for his unceasing help, guidance and encouragement toward the completion of the thesis. It is my pleasure to acknowledge Dr. Chongkij Laohakul for his Advanced Transport Phenomena class which contributed useful and stimulating to the present work. I also wish to thank Dr. Piyasan Praserthdam, Dr. Vichitra Chongvisal, and Dr. Sutham Vanichseni for serving on the thesis committee.

Gratitude in also extended to the Computer Service Center of Chulalongkorn University and its staff for the successful conclusion of the thesis, and to the various people who helped in the preparation of the manuscript.

Finally, I wish to acknowledge with thanks for the financial support from Graduate School Grant and Chulalongkorn University Alumni Foundation and above all I would like to express my appreciation to my parents for their never-ending benevolence.

MONTREE WONGSRI

Chulalongkorn University

May, 1982

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

Figure Page

Figure | Page

Figure Page

Figure Page

Figure Page