การผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีสมรรถนะสูงจากยิปซัมฟลูแก๊ส

นายวิชิต ประกายพรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-9773-7

PRODUCTION OF HIGH PERFORMANCE BUILDING MATERIALS
FROM FLUE-GAS GYPSUM

Mr. Wichit Prakaypan

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Materials Science
Department of Materials Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic year 2002
ISBN 974-17-9773-7

Thesis Title	PRODUCTION OF HIGH PERFORMANCE BUILDING MATERIALS FROM FLUE-GAS GYPSUM
By	Mr. Wichit Prakaypan
Field of Study	Materials Science
Thesis Advisor	Associate Professor Supatra Jinawath, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Prof. Dr.-Ing Detlef Heinz

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree

.... Dean of Faculty of Science

(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman

(Associate Professor Saowaroj Chauyjuljit, M.S)

.... Thesis Advisor

(Associate Professor Supatra Jinawath, Ph.D.)

....Member

(Sirithan Jiemsirilers, Ph. D.)

.... Member

(Veerayuth Lorprayoon, Ph.D.)

.... Member

(Prinya Sainamthip, Ph.D.)

.... Member

(Jakinee Eamsiri, Ph.D.)

วิชิต ประกายพรรณ : การผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีสมรรถนะสูงจากยิปซัมฟลูแก๊ส (PRODUCTION OF HIGH PERFORMANCE BUILDING MATERIALS FROM FLUE-GAS GYPSUM) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุพัตรา จินาวัฒน์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : Prof. Dr.-Ing Detlef Heinz, 177 หน้า. ISBN 974-17-9773-7.

ยิปซัมฟลูแก๊ส เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการดีซัลเฟอไรเซชันแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากสถานีพลังงานไฟฟ้า ได้ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการสังเคราะห์อัลฟา-เฮมิไฮเดรต ซึ่งเป็นวัสดุที่จะนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์พลาสเตอร์สำหรับงานก่อสร้างภายในอาคาร อัลฟา-เฮมิไฮเดรตถูกเตรียมโดยการเผาแคลไซน์ยิปซัมฟลูแก๊สในออโตเคลฟที่ช่วงอุณหภูมิ 120-163°C และความดัน 2-7 bars ทำการศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการเผาแคลไซน์ อุณหภูมิและความดันภายในออโตเคลฟที่มีผลต่อเฟสของพลาสเตอร์รวมทั้งผลของสารเติมแต่งชนิดต่างๆที่มีผลต่อสมบัติของพลาสเตอร์ที่เตรียมได้ จากผลการทดลองพบว่าสามารถผลิตชิ้นทดลองที่มีสมบัติเทียบเท่ากับที่ได้จากการใช้ยิปซัมธรรมชาติ โดยชิ้นทดลองที่เตรียมได้จะมีความแข็งแรงดัดสูงสุดเท่ากับ 14.36 MPa อย่างไรก็ตามการนำผลิตภัณฑ์ยิปซัมมาใช้งานจะต้องคำนึงถึงปัญหาการดูดความชื้นจากบรรยากาศ ซึ่งจะส่งผลให้ความแข็งแรงเชิงกลของชิ้นงานลดต่ำลง ข้อด้อยที่สำคัญผลิตภัณฑ์ยิปซัมนี้สามารถแก้ไขได้โดยการผสมยิปซัมเข้ากับอมอร์ฟัส ซิลิกา (SiO_2) อลูมินา (Al_2O_3) และไฮเดรทเตด ไลม์ ($Ca(OH)_2$) เพื่อทำการเตรียมเป็นเฟสที่ไม่ละลายน้ำของแคลเซียม ซิลิเกต ไฮเดรท ($3CaO.2SiO_2.3H_2O$) และแคลเซียม ซัลโฟอลูมิเนตไฮเดรท (เอททริงไกท์, $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O$) จากปฏิกิริยาพอซโซลานิก วัสดุคอมโพสิทเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างและมีความเป็นไปได้ที่จะถูกนำไปใช้ภายนอกอาคาร โดยจะทำการศึกษาถึงผลของอัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้และวิธีในการเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของวัสดุคอมโพสิท รวมทั้งผลของเวตติ้ง/ดรายอิ้ง ไซคลิก สตอเรจ ต่อความคงตัวของขนาดและรูปร่างของชิ้นทดลอง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าความแข็งแรงอัดสูงสุดและการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นหลังจากผ่านไซคลิก สตอเรจ(100 รอบ) ของวัสดุคอมโพสิทที่มีอายุ 90 วันเท่ากับ 154.5 MPa และ 0.0007% ตามลำดับ

ภาควิชา วัสดุศาสตร์
สาขาวิชา วัสดุศาสตร์
ปีการศึกษา 2545

ลายมือชื่อนิสิต..............................
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..............................
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..............................

4273828723 : MAJOR MATERIALS SCIENCE

KEY WORD: FILUE-GAS GYPSUM / α-HEMIHYDRATE/ ETTRINGITE / CALCIUM SILICATE HYDRATE / FRIEDEL'S SALT

WICHIT PRAKAYPAN : PRODUCTION OF HIGH PERFORMANCE BUILDING MATERIALS FROM FLUE-GAS GYPSUM, THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUPATRA JINAWATH, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : PROF. Dr.-Ing DETLEF HEINZ, 177 pp. ISBN 974-17-9773-7.

Flue-gas gypsum, from the desulfurization of SO_2 emitting from the power plant, was used as a starting materials for the synthesis of α-hemihydrate which is used for the interior building plaster components. α-hemihydrate was prepared by calcining the flue-gas gypsum in an autoclave at temperatures of 120-163°C and pressures of 2-7 bars. The effect of calcining time upon the phase of plaster obtained and also the effects of various additives on the properties of the products were studied. It was found from the experimental results that the specimens having equivalent quality to those from natural gypsum could be obtained. The maximum flexural strength of the hydrated specimens was 14.36 MPa. However, the disadvantage of gypsum products is its ability to absorb water from ambient condition leading to the reduction in mechanical strength. This disadvantage of gypsum products could be improved by the combination of gypsum with amorphous silica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) and hydrated lime ($Ca(OH)_2$) to produce the insoluble phases of calcium silicate hydrate ($3CaO.2SiO_2.3H_2O$) and calcium sulfoaluminate hydrate (ettringite, $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O$) from pozzolanic reaction. The composite containing the mentioned phases could be used as a building component for both interior and exterior applications. The effects of raw material proportioning and accelerating methods upon the physical and mechanical properties of the composite, and also the effect of wetting/drying cyclic storage on the dimensional stability were studied. It was found from the experimental results that the maximum compressive strength and linear change after cyclic storage (100 cycles) of the 90-day composite was 154.5 MPa and 0.0007%, respectively.

Department	Materials Science	Student's signature	[signature]
Field of study	Materials science.	Advisor's signature	[signature]
Academic year	2002	Co-advisor's signature	[signature]

Acknowledgements

I gratefully thank my advisor, Associate Professor Dr. Supatra Jinawath for her help, advice and guidance throughout the course of this task, Professor Dr.-Ing Detlef Heinz, Institut der Baustoff und Konstruktion, Techniche Universität München for his constructive information and encoragement. I also wish to thank Chulalongkorn University, the Metal and Materials Technology Center (MTEC) and Lafarge Prestia Thailand Co.,Ltd. for the financial support.

My sincere appreciations go to Dr. Gabriel Seng, Mr. Jean-Francois Cousin, and Mr. Olivier Guilluy for their advices, staff of Techniche Universität München and Lafarge Prestia France for their assistance in testing, and materials characterization.

Finally, I would like to thank my parents for their encouragement, my friends, and my colleagues for their mindfulness.

Contents

Contents (continued)

Contents (continued)

Contents (continued)

Page

Chapter

List of Tables

List of Tables (continued)

List of Figures

List of Figures (continued)

List of Figures (continued)

List of Figures (continued)

Figure | Page

List of Figures (continued)

Figure | Page

List of Figures (continued)

Figure Page

List of Figures (continued)

List of Figures (continued)