

การกำจัดสีของน้ำเสียจากการย้อมผ้าโดยใช้แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรต เบล็ค

นายสมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ



007505

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974-561-563-3

i 17645451

COLOR REMOVAL FROM COTTON-DYE WASTEWATERS

BY MAGNESIUM CARBONATE-HYDRATED BASIC

Mr. Somkid Wongchaisuwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดสีของน้ำเสียจากการย้อมผ้าโดยใช้แมกนีเซียมคาร์บอเนต
 ไฮเดรต เบสิค

ชื่อนิติกร นายสมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พวรรณสวัสดิ์

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา 2525



บทคัดย่อ

ได้ศึกษาถึงขีดความสามารถของขบวนการโคแอกกูเลชันในการกำจัดสีของน้ำเสียอันเกิดมาจากการย้อมผ้าโดยใช้สารส้ม ปูนขาวและแมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรต เบสิค (MCHB) เป็นสารช่วยตกตะกอน สีย้อมที่นำมาทดลองแบ่งตามประเภทของสีย้อมมี 6 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ โดเรกท์ แวด รีแอคทีฟ ซัลเฟอร์ อะโซอิกและเมทัลลิก พบว่า

- ประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสียขึ้นอยู่กับประเภทของสีย้อม เป็นสำคัญ สำหรับสีย้อมที่ไม่ละลายน้ำได้แก่ แวด ซัลเฟอร์ อะโซอิกและเมทัลลิกจะถูกกำจัดได้ง่าย ในขณะที่สีย้อมที่ละลายน้ำได้ดี เช่น รีแอคทีฟจะถูกทำให้ลดลงได้ยาก ส่วนสีย้อมโดเรกท์ (ซึ่งไม่เด่นชัดว่าจะละลายน้ำหรือไม่) สามารถถูกกำจัดสีลงได้มาก แต่จำเป็นต้องใช้สารเคมีในปริมาณสูง
- ประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสียขึ้นอยู่กับชนิดของโตนสีและสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนด้วย
- สารส้มสามารถกำจัดสีได้มากกว่า 70 % ขึ้นไปในทุก ๆ ประเภทสีย้อม ยกเว้นสีย้อมรีแอคทีฟซึ่งแทบจะไม่สามารถกำจัดลงได้เลย

ค่าใช้จ่ายในการใช้สารส้มสำหรับกำจัดสีของสีย้อมแวด ซัลเฟอร์ อะโซอิก และเมทัลลิกอยู่ในช่วงระหว่าง 0.75-2.10 บาทต่อน้ำเสียหนึ่งลูกบาศก์เมตร ส่วนของสีย้อมโดเรกท์อยู่ในช่วงระหว่าง 8.00-10.70 บาท/ลูกบาศก์เมตร

สารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีโดยการใส่สารส้มมากนัก

- ปูนขาวมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีค่า ไม่ควรจะนำไปใช้งาน

- MCHB มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงต่อ เมื่อน้ำเสียไม่มีสารช่วยย้อม เจือปน อยู่หรือเจือปนอยู่น้อย และประสิทธิภาพจะค่อยลงมากเมื่อมีสารช่วยย้อม เจือปนอยู่ แต่วิธี นี้สามารถกำจัดสีของน้ำเสียได้ทุกประ เภทรวมทั้งสีย้อมรีแอคทีฟซึ่งสารส้มไม่สามารถกำจัดลง ได้

ค่าใช้จ่ายในการใช้ MCHB กำจัดสีอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง (ต้องเสียค่าใช้จ่าย มากกว่า 2.00 บาท/ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป) ราคาที่สูงขึ้นนี้ขึ้นกับประ เภทของสีย้อม สารช่วย ย้อมและค่าสีที่ต้องการของน้ำหลังบำบัด

ออกจะเป็นการลำบากถ้าจะสรุปว่าสารส้มหรือ MCHB เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ กำจัดสีของน้ำ เสียจากการย้อมผ้า เพราะสาร เคมีทั้งสองชนิดนี้มีข้อดีและข้อ เสียต่างกันออกไป

2

Thesis Title Color Removal From Cotton-Dye Wastewaters
 By Magnesium Carbonate-hydrated basic

Name Mr. Somkid Wongchaisuwan

Thesis Advisor Assistant Professor Thongchai Panswad, Ph.D.

Department Sanitary Engineering

Academic Year 1982

ABSTRACT

The capability of coagulation process in removing color from cotton-dyeing wastewaters when employing the alum, quick-lime and magnesium carbonate hydrated basic (MCHB) as coagulants was studied. Six types of dyes were utilized; namely, direct, vat, reactive, sulphur, azoic and metallic. From the experiments, the followings have been observed:-

- The efficiency in removing color from the wastewaters primarily depended on the types of the dyes themselves. For insoluble dyes such as vat, sulphur, azoic and metallic, the color in the wastewater was easily removed, where as that of soluble dye, i.e., reactive, was more difficult to handle. As for the direct dye (which cannot be distinguishly categorized whether it is soluble), high color removal could be achieved with high dosages of chemicals.

- The efficiency in removing the color from the wastewaters also depended on the hue as well as the coagulants used.

- Alum could remove color more than 70 % from most types of dyes used in this study, except for reactive, from which hardly any removal could be achieved.

The cost of employing alum for the color removal from vat, sulphur, azoic and metallic dyes lay between ₦ 0.75 - ₦ 2.10 per cubic meter of wastewater; whereas the cost went up as high as ₦ 8.00 - ₦ 10.70 per cubic meter for the direct-dye waste.

Additives dissolved in the wastewater had not much effect on color-removing efficiency by the alum.

- Quick - lime possessed low color-removing qualification. It is therefore, unlikely to be used for this purpose.

- MCHB possessed relatively high color removing capability when the wastewater contains no or very little additives. The efficiency would be relatively low when additives were present. However, MCHB could remove the color from all types of dye, including reactive dye where the alum could not.

The cost of employing MCHB was relatively high (more than ₦ 2.00 per cubic meter). This high cost related to the types of dyes used, additives and the required effluent quality.

From the observations mentioned, both alum and MCHB had their own advantages and disadvantages. It is quite difficult to conclude which one is the most suitable coagulant to be used for removing the color from the cotton-dyeing wastewaters



กิติกรรมประกาศ

จุดเริ่มต้นของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เกิดจากข้อเสนอแนะของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ ที่ได้กรุณาให้แก่ผู้เขียน ท่านได้จัดหาทุนสำหรับงานวิจัย ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำและความช่วยเหลืออันมีค่าที่ไม่อาจประมาณได้ เป็นสิ่งที่ผู้เขียนได้รับโดยสม่ำเสมอ นับตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเมื่องานนี้สำเร็จลุล่วงไป ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณบริษัท ยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ จำกัด และบริษัทในเครือสหยูเนียน ที่ตระหนักถึงคุณค่าแห่งงานวิจัยเพื่อพัฒนาสังคม ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยตลอดจนจัดหาอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับงานวิจัย อันเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้เกิดขึ้นได้

คำแนะนำเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในงานสนามสำหรับการกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงย้อม พร้อมทั้งความช่วยเหลือ จากเจ้าหน้าที่ทุกท่านของหน่วยวิเคราะห์ ฝ่ายวิชาการ กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม ทำให้งานวิจัยดำเนินไปอย่างมีเป้าหมายชัดเจน เป็นสิ่งที่ผู้เขียนขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. นันทยา ยานูเมศ และคณะเจ้าหน้าที่องค์การสิ่งทอ กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กรุณาปูพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีสีให้กับผู้เขียน และได้ช่วยตีความหมายของหน่วยวัดสีเอทีเอ็มไอซึ่งยากแก่การเข้าใจ ทำให้งานวิจัยดำเนินไปได้จนลุล่วงเป็นผลสำเร็จ

ความช่วยเหลือจากคุณ วิกรม วันประสพสุข และคณะผู้เชี่ยวชาญของบริษัท ยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ จำกัด ที่กรุณาปูพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีการย้อมสีให้กับผู้เขียน ตลอดจนได้ช่วยคำนวณสูตรสังเคราะห์น้ำเสียขึ้น เป็นสิ่งที่ผู้เขียนขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณระพีพรรณ จันไกรผล ผู้จัดการฝ่ายขาย บริษัท นูรพาร่วมทุน จำกัด ที่กรุณาให้ค่าปรึกษาการใช้เครื่องมือวัดสีอย่างใกล้ชิด ทั้งยังช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อขอข้อมูลไปยังบริษัทใหญ่ในประเทศอังกฤษ

ขอขอบพระคุณท่านที่กล่าวนามต่อไปนี้ ที่ได้ให้ความรู้ทางวิชาการ คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนจัดหาตำราที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่มีประโยชน์แก่ผู้เขียนอย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มั่นสิน ศิวกุลเวศน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช อาจารย์ สิรี วงศ์สวัสดิ์ และคณาจารย์แผนกคหกรรม วิทยาลัยครูพระนครใต้ คุณบุญ สัทโสภา และคุณฉัตรโสภา ธรรมศักดิ์

อนึ่ง ในการค้นคว้างานเอกสาร ผู้เขียนได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ของห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์ ห้องสมุด A.I.T. ห้องสมุดมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และห้องสมุดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ทำให้งานดังกล่าวเป็นไปได้ด้วยความราบรื่น

ท้ายสุด สำหรับความรัก กำลังใจ ความห่วงใยและการสนับสนุนการศึกษาจากคุณพ่อคุณแม่ ญาติพี่น้องทุกคนของผู้เขียน เป็นสิ่งที่ผู้เขียนต้องกราบขอบพระคุณและขอพระคุณไว้ ณ ที่นี้

สมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญตาราง	ฑ
สารบัญรูป	ฒ
ศัพท์	ด
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ทิวไป	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
2. ทบทวนเอกสาร	6
2.1 สีย้อมและการย้อมสี	6
2.1.1 การเตรียมวัสดุสิ่งทอสำหรับการย้อม	8
2.1.2 การย้อมสี	11
2.1.3 สีย้อมและการจำแนกสีย้อม	14
2.2 การวัดสี	25
2.2.1 การบรรยายสี	26
2.2.2 การวัดสี	28
2.2.3 หน่วยสีซีไออี	32
2.2.4 การแปลงค่าหน่วยสีซีไออี เป็นหน่วยสีเอดีเอ็มไอ	39
2.3 ความเป็นมาของการกำจัดสีด้วยขบวนการโคแอกกูเลชัน	40
3. การดำเนินการวิจัย	42
3.1 การคัดเลือกสีย้อมที่นำมาใช้ในการทดลอง	42
3.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์สำหรับการทดลอง	43
3.2.1 สูตรสังเคราะห์น้ำเสียโดยใช้สีย้อมไตรเรทท์	45

บทที่

หน้า

3.2.2	สูตรสั่ง เคราะหน้าเสียโดยใช้สีย้อมแวต	45
3.2.3	สูตรสั่ง เคราะหน้าเสียโดยใช้สีย้อมรีแอคทีฟ	46
3.2.4	สูตรสั่ง เคราะหน้าเสียโดยใช้สีย้อมซัลเฟอร์	46
3.2.5	สูตรสั่ง เคราะหน้าเสียโดยใช้สีย้อมอะโซอิก	47
3.2.6	สูตรสั่ง เคราะหน้าเสียโดยใช้สีย้อม เมททัลลิก	48
3.3	การวัดสี	48
3.3.1	การศึกษาการวัดค่าของสี	48
3.3.2	การเตรียมตัวอย่างสีก่อนการวัด	50
3.4	การศึกษา เบื้องต้นของการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากโรงย้อมด้วย แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค	51
3.5	ขั้นตอนการทดลอง	52
3.5.1	ส่วนแรก	53
3.5.2	ส่วนที่สอง	54
4.	ผลการทดลอง	57
4.1	การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมโคเรกท์ ...	58
4.4.1	ลักษณะน้ำเสีย	58
4.1.2	การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม	61
4.1.3	การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB	65
4.2	การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมแวต	71
4.2.1	ลักษณะน้ำเสีย	71
4.2.2	การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม	72
4.2.3	การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB	75
4.3	การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมรีแอคทีฟ ...	79
4.3.1	ลักษณะน้ำเสีย	79
4.3.2	การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม	80
4.3.3	การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB	83

บทที่

หน้า

4.4	การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมซัลเฟอร์	87
4.4.1	ลักษณะน้ำเสีย	87
4.4.2	การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม	88
4.4.3	การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB	92
4.5	การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมอะโซอิก	97
4.5.1	ลักษณะน้ำเสีย	97
4.5.2	การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม	97
4.5.3	การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB	100
4.6	การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมเมทิลลิก	102
4.6.1	ลักษณะน้ำเสีย	102
4.6.2	การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม	103
4.6.3	การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB	103
5	วิจารณ์ผลการทดลอง	107
5.1	อิทธิพลของประเภทสีย้อมที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี	107
5.2	อิทธิพลของโทนสีที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี	110
5.3	อิทธิพลความเข้มข้นของสีในน้ำเสียที่มีต่อค่าสีของน้ำทิ้งหลังบำบัด	113
5.4	บทบาทของสารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำเสีย	115
5.4.1	ผลกระทบของสารช่วยย้อมที่มีต่อสมบัติของน้ำเสีย	116
5.4.2	ผลกระทบของสารช่วยย้อมที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี	116
5.5	พฤติกรรมของสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดสี	118
5.5.1	สารส้ม	118
5.5.2	ปูนขาว	122
5.5.3	แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค	123
5.6	การประมาณราคาค่าสารเคมีสำหรับการกำจัดสีแต่ละประเภท	125
5.7	แนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้สารเคมีในการกำจัดสี	134

บทที่	หน้า
5.7.1 สารส้ม	134
5.7.2 ปูนขาว	136
5.7.3 แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮดรอกไซด์	136
6. สรุปผลการทดลองและข้อ เสนอแนะ	138
6.1 สรุปผลการทดลอง	138
6.2 ข้อ เสนอแนะในการทดลองที่น่าจะทำต่อไป	139
เอกสารอ้างอิง	140
ภาคผนวก	144
ประวัติผู้เขียน	176

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจำแนกสีย้อมตามสูตรโครงสร้าง	19
3.1 ชนิดของสีย้อมที่ใช้ในการทดลอง	44
4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง	59
5.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสีของสีย้อมไคเรกท์และรีแอกตีฟ	108
5.2 อิทธิพลของโตนส์ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี	111
5.3 ค่าสีของน้ำก่อนและหลังบำบัด	114
5.4 ราคาและความบริสุทธิ์ของสารเคมีที่ใช้กันในเชิงพาณิชย์	126
5.5 สรุปผลการทดลองและประเมินราคาสำหรับการกำจัดสีของสีย้อม ไคเรกท์	127
5.6 สรุปผลการทดลองและประเมินราคาสำหรับการกำจัดสีของสีย้อมแวนด	128
5.7 สรุปผลการทดลองและประเมินราคาสำหรับการกำจัดสีของสีย้อม รีแอกตีฟ	129
5.8 สรุปผลการทดลองและประเมินราคาสำหรับการกำจัดสีของสีย้อม ซิลเพอร์	130
5.9 สรุปผลการทดลองและประเมินราคาสำหรับการกำจัดสีของสีย้อม อะโซอิก	131
5.10 สรุปผลการทดลองและประเมินราคาสำหรับการกำจัดสีของสีย้อม เมททิลิก	132

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	ผังในการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ 7
2.2	ลักษณะการเรียงตัวของเซลล์โลสภายในเส้นใย 12
2.3	ขั้นตอนการผลิตสีย้อมเบสิก 16
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างโทนสี, ความอิ่มสีและความจำ 29
2.5	โคอะแกรมแสดงการเปลี่ยนค่าของตัวเลขหน้าสัญลักษณ์ของโทนสี 29
2.6	ผลตัวอย่างการวัดสีด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ 31
2.7	ทฤษฎีสามเหลี่ยมแมกซ์เวลล์ 33
2.8	การแบ่งค่าของแม่สีทั้งสาม 34
2.9	ค่าขอบเขตผสมสีของแม่สีทั้งสาม 35
2.10	สามเหลี่ยม XYZ ที่พัฒนามาจากสามเหลี่ยมแมกซ์เวลล์ 36
2.11	รูปแสดงค่าของสีในหน่วยซีไออี 37
2.12	แผนภาพสี(Chromaticity Diagram) 38
3.1	เครื่องกวนที่ใช้ในการทดลอง 54
4.1	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมโคเรกต์ เทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา 62
4.2	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมโคเรกต์ เทียบกับปริมาณสารส้ม .. 63
4.3	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมโคเรกต์ (แดง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB 66
4.4	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมโคเรกต์ (เหลือง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB 67
4.5	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมโคเรกต์ (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB 68
4.6	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวนด เทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา . 73
4.7	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวนด เทียบกับปริมาณสารส้ม 74
4.8	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวนด (แดง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB 76

รูปที่

หน้า

4.9	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมแวต (เหลือง) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	77
4.10	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมแวต (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	78
4.11	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมรีแอกซีฟเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา	81
4.12	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมรีแอกซีฟเทียบกับปริมาณสารส้ม ..	82
4.13	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมรีแอกซีฟ (แดง) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	84
4.14	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมรีแอกซีฟ (เหลือง) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	85
4.15	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมรีแอกซีฟ (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	86
4.16	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมซัลเฟอร์เทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา	89
4.17	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมซัลเฟอร์เทียบกับปริมาณสารส้ม ..	90
4.18	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมซัลเฟอร์ (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	94
4.19	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมซัลเฟอร์ (น้ำตาล) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	95
4.20	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมซัลเฟอร์ (เขียว) เทียบกับปริมาณ ปูนขาวและ MCHB	96
4.21	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมอะโซอิกเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา	98
4.22	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมอะโซอิกเทียบกับปริมาณสารส้ม ..	99
4.23	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมอะโซอิก (Fast Red B Salt) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB	101
4.24	ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมอะโซอิก (Fast Bordeaux GP Salt) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB	102

รูปที่

หน้า

4.25 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมเมทัลลิกเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา	104
4.26 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมเมทัลลิกเทียบกับปริมาณสารส้ม ...	104
4.27 ผลของการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสี้อมเมทัลลิกเทียบกับปริมาณปูนขาว และ MCHB	105

ศัพท์

สีย้อม	dye
โทนสี	hue
สารช่วยย้อม	additive
ความจ้า	brightness
สีที่ปรากฏเห็น	apparent color
สีที่ผ่านการกรอง	true color
สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน	coagulant
การลอกแป้ง	desizing
การขจัดสิ่งสกปรก	scouring
การฟอกขาว	bleaching
สารลดความตึงผิว	surfactant
การชุบมัน	mercerizing
สารนำ	carrier
สารตัวกลาง	intermediate
สารสี	pigment
สารช่วยกระจาย	dispersing agent
ความคงทนต่อขบวนการใช้น้ำ	wet fastness
ความอิ่มสี	saturation
สี	color
ความทึบ	dullness
การดูดติด	adsorption