บทที่ 5

ผลการทดลองและการวิจารณ์

การศึกษาการนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนัง ด้วยโรงทดลองนำร่องขนาดจริง ครั้งนี้ ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ก) <u>การทดสอบเดินระบบในสภาวะต่าง ๆ</u> โดยอ้างอิงจากผลที่ได้ในห้องปฏิบัติการที่สภาวะต่าง ๆ มาทดสอบกับน้ำเสียจากการฟอกโครมทั้ง 2 ประเภท ในสภาพจริง เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการนำกลับโครเมียม

ข) <u>การทดสอบเดินระบบที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์</u> เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่สภาวะที่เหมาะสมของโรงงานบุรารักษ์ และผลกระทบที่โครเมียมนำกลับนั้นอาจมีต่อคุณภาพหนังผลิตภัณฑ์

5.1 <u>การวิเคราะห์โครเมียมในภาคสนาม</u>

ในการใช้งานจริงของระบบในโอกาสต่อไป จำเป็นต้องรู้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นหรือปริมาณโครเมียมทันทีจึงจะสามารถปฏิบัติงานต่อไปได้ ในการศึกษาการเดินระบบโรงทดลองนำร่องนี้จึงได้วิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในสนามตามวิธีวิเคราะห์ที่แสดงในภาคผนวก ข. ซึ่งเป็นวิธีเทียบสีด้วยตาอย่างง่าย ๆ ได้ผลรวดเร็วเหมาะสำหรับควบคุมการเดินระบบในภาคสนาม อนึ่ง การวิเคราะห์ในภาคสนามโดยวิธีเทียบสีด้วยตานี้เป็นวิธีที่วัดได้อย่างหยาบ ๆ เท่านั้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของวิธีสนามนี้กับผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยการใช้วิธีไทเทรตและสรุปผลต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ

ก) ถ้าโครเมียมมีความเข้มข้น 1000-3000 มก./ล. ค่าวิเคราะห์ในสนามจะต่ำกว่าในห้องปฏิบัติการเฉลี่ย 4.4%

ข) ถ้าโครเมียมมีความเข้มข้น 3000-4000 มก./ล. ค่าวิเคราะห์ในสนามจะต่ำกว่าในห้องปฏิบัติการเฉลี่ย 6%

ค) ถ้าโครเมียมมีความเข้มข้น 4000-5000 มก./ล. ค่าวิเคราะห์ในสนามจะต่ำกว่าในห้องปฏิบัติการเฉลี่ย 9%

ง) ถ้าโครเมียมมีความเข้มข้น 5000-7000 มก./ล. พบว่าค่าวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนมาก แต่เนื่องจากมีตัวอย่างน้อยมากจึงหาข้อสรุปไม่ได้

จ) ถ้าโครเมียมมีความเข้มข้นมากกว่า 8000-17000 มก./ล. พบว่าค่าวิเคราะห์ในสนามจะสูงกว่าในห้องปฏิบัติการเฉลี่ย 23%

ส่วนรายละเอียด แสดงไว้ในผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ ในตารางประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียม

เห็นได้ว่าถ้าความเข้มข้นโครเมียมยิ่งสูง ความผิดพลาดของการวิเคราะห์โดยเทียบสีด้วยตาในภาคสนามจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นวิธีเทียบสีในภาคสนามนี้จึงควรนำมาใช้เฉพาะในช่วง 1,000-4,000 มก./ล.เท่านั้น และเหมาะสมสำหรับเพียงตรวจวัดปริมาณโครเมียมในน้ำเสียเพื่อนำมาคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้เพื่อตกตะกอนผลิกโครเมียมต่อไป อนึ่ง โครเมียมในน้ำเสียที่มีและไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 1,540 และ 3,070 มก./ล. ตามลำดับ

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนหลังจากตกตะกอนผลิกนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพียงอย่างเดียว เนื่องจากปริมาณโครเมียมต่ำมากจนไม่สามารถวิเคราะห์โดยวิธีในภาคสนามให้ถูกต้องแม่นยำได้ อนึ่งในการใช้งานจริงของระบบนี้น้ำส่วนบนจะถูกถ่ายทิ้งโดยไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม แต่เนื่องจากการศึกษานี้ต้องการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมของระบบฯด้วย จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์โครเมียมในน้ำส่วนบน ซึ่งทำได้เฉพาะในห้องปฏิบัติการดังที่กล่าวไว้แล้ว

ส่วนปริมาณโครเมียมในสารละลายโครเมียมที่ละลายกลับได้มีความเข้มข้นสูง จึงสามารถวิเคราะห์โดยวิธีการเทียบสีได้ อนึ่ง ในน้ำเสียเริ่มต้นที่มีสารช่วยตริงนั้นมีปริมาณโครเมียมในสารละลายนำกลับอยู่ในช่วง 1,600-5,000 มก./ล. ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ในภาคสนามจึงมีความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมจะมีปริมาณโครเมียมในสารละลายนำกลับสูงเฉลี่ย 5,000-15,000 มก./ล. ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ในภาคสนามจะคลาดเคลื่อนได้มาก (เฉลี่ย 26-38%) การนำผลวิเคราะห์ไปใช้ต่อไปจึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบกับผลในห้องปฏิบัติการก่อนด้วย

5.2 การทดสอบเดินระบบในสภาวะต่าง ๆ

ได้ทดสอบกับน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม 4 สภาวะ และน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม 3 สภาวะ ดังนี้คือ

1) น้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม
   - ใช้ MgO, 2X และแยกตะกอนผลึกจากน้ำโดยทิ้งให้จมตัว (เรียกว่าสลัดจ์)
   - ใช้ MgO, 2X และรีดน้ำจากตะกอนผลึกโดยใช้เครื่องอัดกรอง (เรียกว่ากากตะกอน)
   - ใช้ Na_2CO_3, 2X และแยกตะกอนผลึกจากน้ำโดยทิ้งให้จมตัว (สลัดจ์)
   - ใช้ Na_2CO_3, 2X และรีดน้ำจากตะกอนผลึกโดยใช้เครื่องอัดกรอง (กากตะกอน)
2) น้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม
   - ใช้ MgO, 4X และแยกตะกอนผลึกจากน้ำโดยทิ้งให้จมตัว (สลัดจ์)
   - ใช้ MgO, 4X และรีดน้ำจากตะกอนผลึกโดยใช้เครื่องอัดกรอง (กากตะกอน)
   - ใช้ Na_2CO_3, 3X และรีดน้ำจากตะกอนผลึกโดยใช้เครื่องอัดกรอง (กากตะกอน)

5.2.1 น้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม

1) การใช้ MgO และแยกตะกอนผลึกจากน้ำโดยทิ้งให้จมตัวเป็นสลัดจ์

การศึกษาการนำกลับโครเมียมโดยการทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วย MgO ความเข้มข้น 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก แล้วทิ้งให้จมตัวเป็นเวลา 1 ชม. นำสลัดจ์มาละลายด้วยกรดซัลฟุริก (1+1) โดยควบคุมพีเอชของสารละลายเท่ากับ 2.5-2.8 ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.1

รายละเอียดของการทดสอบมีดังนี้คือ น้ำเสียจากการฟอกโครมมีปริมาตรเฉลี่ย 2.04 ลบ.ม.ต่อการฟอกโครมในถังหมุน 1 ครั้ง พีเอชเท่ากับ 2.67 และ Cr_2O_3 เฉลี่ย 5.4 ก./ล. คิดเป็นโครเมียมออกไซด์ที่ทิ้งออกมากับน้ำเสียเฉลี่ย 10.92 กก.ต่อการฟอกหนัง 1 ถัง เมื่อนำน้ำเสียมาทดสอบการนำกลับโครเมียมด้วยโรงทดลองนำร่องขนาดจริง

ตารางที่ 5.1 การทดลองเดินระบบด้วยโรงทดลองน้ำร่อง จากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยหวิง ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการตกตะกอนผลึกและทิ้งให้ตกตะกอน (ข้อมูลวิเคราะห์ในสนาม)

รายการ	การทดลองที่										ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
วัน/เดือน/ปี	18/2/93	19/2/93	2/4/93	3/4/93	23/4/93	24/4/93	26/4/93	27/4/93	28/4/93	29/4/93		
ปริมาตรน้ำเสียฟอกโครม (ลบ.ม.) ***	3.40	1.37	1.50	1.09	2.53	2.47	1.78	1.97	2.63	1.69	2.04	0.67
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	5.0	5.0	5.0	6.0	5.5	5.5	5.0	5.0	6.0	5.5	5.4	0.4
– พีเอช	2.73	2.58	2.82	2.75	3.09	2.64	2.2	2.27	2.34	3.25	2.67	0.32
โครเมียมออกไซด์ทั้งหมด (กก.)	17.00	6.85	7.50	6.54	13.92	13.59	8.90	9.85	15.75	9.30	10.92	3.63
ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เติม (กก.)	26.97	10.87	11.90	10.40	22.10	21.58	14.12	15.64	25.03	14.76	17.34	5.76
พีเอชของน้ำส่วนบน	8.70	8.98	9.01	9.31	9.05	9.03	8.86	8.88	9.28	9.23	9.03	0.19
ปริมาตรสลัดจ์ (มล./ล.)	90	250	120	190	150	220	190	190	120	140	166	48
ปริมาตรกรวดอัดพุวิก 1+1 ที่เติม (ล.)	25	15	13	12	28	22	20	17	33	22	21	6
พีเอชของสารละลายที่นำกลับได้	2.64	2.53	2.56	2.80	2.77	2.50	2.38	2.57	2.79	2.81	2.64	0.14
ราคาแมกนีเซียมออกไซด์ (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) *	22.21	22.22	22.21	22.26	22.23	22.23	22.21	22.23	22.25	22.22	22.23	0.02
ราคากรวดอัดพุวิก (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) **	6.09	9.06	7.17	7.59	8.32	6.70	9.30	7.14	8.67	9.79	7.98	1.16
ราคาสารเคมีรวม (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์)	28.30	31.28	29.39	29.86	30.55	28.93	31.51	29.37	30.92	32.01	30.21	1.16
ประสิทธิภาพการนำกลับ (%)	100.0	99.3	100.0	100.0	100.0	76.2	100.0	100.0	100.0	100.0	97.55	7.12
ราคาการนำกลับโครเมียม (บาท/กก.โครเมียม)	41.37	46.05	42.96	43.65	44.67	55.51	46.07	42.94	45.20	46.80	45.52	3.70
น้ำหนักหนังแห้ง (ตัน)	3.8	2.8	3.0	3.5	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.1	0.8
ปริมาตรสารละลายที่นำกลับได้จากถ้าบน (ลบ.ม.)	0.36	0.34	0.39	0.41	0.64	0.69	0.63	–	0.76	0.42	0.52	0.15
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	50.0	20.0	20.0	22.0	25.0	15.0	20.0	–	33.0	30.0	23.5	12.25
– เทียบเท่าไดอะโครมอาร์ (กก.)	72.0	27.2	31.2	36.1	64.0	41.4	50.4	–	100.3	50.4	52.6	21.8
ไดอะโครมอาร์ที่ต้องเติมเพิ่ม (กก.) ****	232.0	196.8	208.8	243.9	336.0	358.6	349.6	400.0	219.7	269.6	281.5	69.2
ค่าบลิคซิตี้ (%)	–	–	43.4	50.7	54.5	32.2	45.6	43.2	45.0	53.7	46.0	6.7

หมายเหตุ :

1.การทดลองที่ 8 ไม่ได้นำสารละลายที่นำกลับได้ไปใช้ในการฟอกโครม

* ใช้ปริมาณ 2 เท่าของสตอยชิโอเมตริก

** ใช้การควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 2.5 – 2.8

*** จากการทดลองครั้งก่อนหน้านี้

**** เพื่อให้ได้ BCSเท่ากับ 8 % ของหนังแห้ง

โดยเติม MgO เฉลี่ย 17.3 กก.หรือเทียบเท่ากับ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก กวนและทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชม.ได้พีเอชของน้ำส่วนบนเฉลี่ย 9.03 และมีปริมาณสลัดจ์เฉลี่ย 0.34 ลบ.ม. ซึ่งจะสูบไปยังถังละลายโครเมียม โดยมีน้ำส่วนบนบางส่วนถูกสูบไปด้วย

ปริมาณกรดซัลฟุริก (1+1) ที่ใช้ละลายสลัดจ์เท่ากับ 21 ลิตร หลังจากกวนแล้วได้พีเอชของสารละลายเท่ากับ 2.64 รวมเป็นปริมาตรสารละลายโครเมียมที่นำกลับมาฟอกหนังใหม่เฉลี่ย 0.52 ลบ.ม. และมีความเข้มข้น Cr_2O_3 เฉลี่ยเท่ากับ 25.5 ก./ล. คิดเทียบเท่าสารฟอกโครมปริมาณ 52.6 กก. สารละลายที่ได้จะถูกสูบไปเก็บในถังเก็บสารละลายโครเมียม ทั้งนี้ในการนำกลับไปใช้ในการฟอกโครมหนังแท้ (pelt) ซึ่งปกติมีน้ำหนักเฉลี่ย 4.1 ตันนั้น จะต้องเติมสารฟอกโครมสดเพิ่มอีกเฉลี่ย 281.5 กก.เพื่อให้ได้อัตราส่วนโครเมียมในรูป BCS ต่อตันหนังแท้ เท่ากับ 8% คิดเป็นอัตราส่วนโครมที่นำกลับได้ต่อโครมสดเท่ากับ 1 : 5.4 (หรือประมาณ 15.6%) และคิดค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีในการนำกลับโครเมียมเท่ากับ 45.52 บาท/กก.Cr โดยมีประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมเฉลี่ยเท่ากับ 97.6%

2) การใช้ MgO และรีดน้ำจากตะกอนผลิกให้เป็นกากตะกอน

สำหรับการทดสอบการนำกลับโครเมียม โดยตกตะกอนผลิกโครเมียมด้วย MgO แล้วรีดน้ำจากตะกอนผลิกโครเมียมโดยใช้เครื่องอัดกรองให้ได้เป็นกากตะกอนนั้น ในช่วงก่อนนำมาละลายด้วยกรดซัลฟุริก (1+1) พบว่าการทดสอบเดินระบบนำกลับโครเมียมได้กระทำหลายครั้ง แต่สำเร็จเพียง 2 ครั้งเท่านั้น เนื่องจากตะกอนที่อัดได้ (cake) ละลายในกรดซัลฟุริกไม่หมด เหลือเป็นก้อนแข็งทำให้เกิดการอุดตันในท่อของถังละลายโครเมียม

จากผลการทดลองทั้ง 2 ครั้ง ซึ่งมีผลดังแสดงในตารางที่ 5.2 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้คือ ปริมาณน้ำเสียจากการฟอกโครม 2.57 ลบ.ม. ต่อการฟอกโครมในถังหมุน 1 ครั้ง พีเอชเท่ากับ 2.82 และมีความเข้มข้น Cr_2O_3 5.25 ก./ล. คิดเป็นปริมาณ Cr_2O_3 ที่ทิ้งออกมากับน้ำเสียเฉลี่ย 13.45 กก. ต่อการฟอกโครม 1 ถัง ในการทดสอบการนำกลับโครเมียมด้วยโรงทดลองนำร่องได้เติม MgO 21.33 กก. หลังจากกวนและทิ้งให้ตกตะกอนผลิกโครเมียม 1 ชม. แล้วน้ำส่วนบนมีพีเอช 8.58 นำสลัดจ์มารีดน้ำออกโดยผ่านเครื่องอัดกรองและละลายด้วยกรดซัลฟุริก (1+1) ปริมาณ 24 ลิตร ในถังละลายโครเมียม หลังกวนแล้วพีเอชของสารละลายที่ได้เท่ากับ 2.42 คิดเป็นปริมาตรสารละลายที่นำกลับมาใช้

ตารางที่ 5.2 การทดลองเดินระบบโรงทดลองน้ำว่อง จากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึง ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการทดสะกอนเพิ่มและใช้เครื่องอัดกรอง (ข้อมูลวิเคราะห์ในสนาม)

รายการ	การทดลองที่		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2		
วัน/เดือน/ปี	22/2/93	24/2/93		
ปริมาตรน้ำเสียฟอกโครม (ลบ.ม.) ***	2.63	2.50	2.57	0.07
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	5.0	5.5	5.25	0.25
– พีเอช	2.33	3.31	2.82	0.49
โครเมียมออกไซด์ทั้งหมด (กก.)	13.14	13.75	13.45	0.30
ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เติม (กก.)	20.84	21.82	21.33	0.49
พีเอชน้ำใสส่วนบน	8.16	9.00	8.58	0.42
ปริมาตรสลัดจ์ (มล./ล.)	150	130	140	10
ปริมาตรกรดซัลฟุริก 1+1 ที่เติม (ล.)	17	30	24	7
พีเอชของสารละลายที่นำกลับได้	2.49	2.35	2.42	0.07
ราคาแมกนีเซียมออกไซด์ (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) *	22.20	22.22	22.21	0.01
ราคากรดซัลฟุริก (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) **	5.35	9.03	7.19	1.84
ราคาสารเคมีรวม (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์)	27.56	31.25	29.40	1.84
ประสิทธิภาพการนำกลับ (%)	85.8	87.3	86.55	0.75
ราคาการนำกลับโครเมียม (บาท/กก.โครเมียม)	46.96	52.33	49.64	2.68
น้ำหนักหนังแห้ (ตัน)	7.0	5.5	6.25	0.75
ปริมาตรสารละลายที่นำกลับได้จากข้างบน (ลบ.ม.)	0.38	0.30	0.34	0.04
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	30	40	35	5
– เทียบเท่าไดอะโครมาร์ (กก.)	45.6	48.0	46.8	1.2
ปริมาณไดอะโครมาร์ที่ต้องเติมเพิ่ม (กก.) ****	514.4	392.0	453.2	61.2
ค่าเบลดิตี้ (%)	37.2	43.4	40.3	3.1

หมายเหตุ :

* ใช้ปริมาณ 2 เท่าของสตอยชิโอเมตริก

** ควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 2.5 – 2.8

*** จากการทดลองครั้งก่อนหน้านี้

**** เพื่อให้ได้ BCS เท่ากับ 8 % ของหนังแห้

ฟอกหนัง 0.34 ลบ.ม. ซึ่งมีความเข้มข้น Cr_2O_3 ในสารละลายเท่ากับ 35 ก./ล. หรือเทียบเท่าปริมาณสารฟอกโครมสด 46.8 กก.

สารละลายที่นำกลับได้นี้จะถูกสูบไปเก็บในถังเก็บสารละลายโครเมียมเพื่อนำไปใช้ในการฟอกหนังครั้งต่อไป ดังนั้นในการฟอกโครมหนังแท้ 6.25 ตัน จำเป็นต้องเติมโครมสดเพิ่ม 453.2 กก. เพื่อให้ได้ปริมาณโครเมียมตามที่ต้องการ และคิดเทียบเป็นอัตราส่วนโครมที่นำกลับมาได้ : โครมสด = 1 : 9.7 (หรือนำกลับได้ประมาณ 9.4%) ราคาสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบนำกลับโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 52.33 บาท/กก. โดยมีประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมเฉลี่ยเท่ากับ 86.8%

เมื่อเปรียบเทียบการนำกลับโครเมียม สำหรับน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยสภาวะข้างต้น พบว่า การนำสลัดจ์ที่ตกตะกอน 1 ชม. ไปละลายด้วยกรดทันที น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า เนื่องจากประสิทธิภาพการนำกลับของวิธีที่ 2 ไม่ได้สูงขึ้น นอกจากนั้นในสภาวะการใช้กากตะกอนยังมีปัญหาการอุดตันในท่อของถังละลายโครเมียม และยุ่งยากในการควบคุมการเดินระบบอีกด้วย

3) การใช้ Na_2CO_3 และแยกตะกอนผลึกจากน้ำโดยทิ้งให้จมตัวเป็นสลัดจ์

ในการศึกษาการนำกลับโครเมียมโดยใช้ Na_2CO_3 , 2 เท่าฯ ผู้วิจัยได้ทดสอบในสภาวะต่าง ๆ เหมือนกับกรณีการใช้ MgO ซึ่งผลการทดลองได้แสดงในตารางที่ 5.3 โดยมีค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ น้ำเสียจากการฟอกโครมปริมาตรเฉลี่ย 2.64 ลบ.ม.ต่อการฟอกโครมในถังหมุน 1 ครั้ง มีความเข้มข้นของ Cr_2O_3 เฉลี่ย 5.1 ก./ล.และพีเอชเท่ากับ 2.8 คิดเป็นปริมาณ Cr_2O_3 ทั้งหมดในน้ำเสียเท่ากับ 3.56 กก.ต่อการฟอกโครม 1 ครั้ง เมื่อนำมาทดสอบการนำกลับโครเมียมด้วยโรงทดลองนำร่อง โดยเติม Na_2CO_3 56.78 กก. หรือเทียบเท่ากับ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก กวนและทิ้งให้ตกตะกอนข้ามคืน วัดพีเอชของน้ำส่วนบนได้เท่ากับ 8.52 หลังจากทิ้งให้ตกตะกอน สูบสลัดจ์ไปใส่ถังละลายโครเมียมซึ่งได้ปริมาตรทั้งหมด 0.56 ลบ.ม. เติมกรดซัลฟุริก (1+1) ปริมาณ 25 ลิตร หลังจากกวนได้พีเอชของสารละลายเท่ากับ 2.62 สารละลายโครเมียมที่นำกลับมาฟอกใหม่ปริมาตร 0.59 ลบ.ม. มี Cr_2O_3 เข้มข้น 18.0 ก./ล. เทียบเท่ากับสารฟอกโครม 63.3 กก. ซึ่งในการฟอกโครม หนังแท้มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.7 ตัน ต้องเติมสารฟอกโครมสดเพิ่ม 261.7 กก. เทียบเป็น

ตารางที่ 5.3 การทดลองเดินระบบโรงทดลองน้ำว่อง จากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึง ใช้โซเดียมคาร์บอเนตในการตกตะกอนผลึกและทิ้งให้ตกตะกอน (ข้อมูลวิเคราะห์ในสนาม)

รายการ	การทดลองที่							ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3	4	5	6	7		
วัน/เดือน/ปี	11/3/93	7/4/93	9/4/93	1/5/93	6/5/93	7/5/93	8/5/93		
ปริมาตรน้ำเสียฟอกโครม (ลบ.ม.) ***	2.97	1.72	2.72	1.60	3.57	3.51	2.41	2.64	0.73
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	5.5	5.0	5.5	5.5	5.0	5.0	4.5	5.1	0.3
– พีเอช	2.98	3.27	2.36	1.60	3.33	3.35	2.72	2.80	0.59
โครเมียมออกไซด์ทั้งหมด (กก.)	16.34	8.60	14.96	8.80	17.85	17.55	10.85	13.56	3.75
ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่เติม (กก.)	68.42	35.99	62.61	36.84	74.73	73.47	45.40	56.78	15.72
พีเอชน้ำใสส่วนบน	8.32	7.61	8.32	8.58	9.00	8.86	8.97	8.52	0.46
ปริมาตรสลัดจ์ (มล./ล.)	190	180	175	420	160	160	180	209	87
ปริมาตรกรวดซัลฟุริก 1+1 ที่เติม (ล.)	25	15	24	16	34	34	25	25	7
พีเอชของสารละลายที่นำกลับได้	2.69	2.80	2.51	2.57	2.75	2.40	2.59	2.62	0.13
ราคาโซเดียมคาร์บอเนต (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) *	30.36	30.34	30.34	30.35	30.35	30.35	30.34	30.35	0.01
ราคากรดซัลฟุริก (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) **	6.33	7.22	6.64	7.52	7.88	8.02	9.54	7.59	0.98
ราคาสารเคมีรวม (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์)	36.69	37.56	36.98	37.88	38.24	38.37	39.87	37.94	0.97
ประสิทธิภาพการนำกลับ (%)	86.9	55.5	18.2	100.0	100.0	100.0	100.0	80.1	29.4
ราคาการนำกลับโครเมียม (บาท/กก.โครเมียม)	61.73	98.94	297.07	55.37	55.90	56.09	58.29	97.63	82.69
น้ำหนักหนังแห้ (ตัน)	6.0	3.0	3.5	3.5	3.0	3.0	–	3.7	1.1
ปริมาตรสารละลายที่นำกลับได้จากข้างบน (ลบ.ม.)	0.57	–	–	–	0.50	0.69	–	0.59	0.08
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	25.0	9.0	4.0	15.0	25.0	30.0	18.0	18.0	8.7
– เทียบเท่าไดอะโครมอาร์ (กก.)	57.0	–	–	–	50.0	82.8	–	63.3	14.1
ปริมาณไดอะโครมอาร์ที่ต้องเติมเพิ่ม (กก.) ****	423.0	240.0	280.0	280.0	190.0	157.2	–	261.7	84.9
ค่าเบลิคซิตี้ (%)	44.6	44.0	41.6	41.3	44.6	47.8	41.9	43.7	2.1

หมายเหตุ :

1.การทดลองที่ 2,3,4 และ 7 ไม่ได้นำสารละลายที่นำกลับได้ไปใช้ในการฟอกโครม

* ใช้ปริมาณ 2 เท่าของสตอยชิโอเมตริก

** ควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 2.5 – 2.8

*** จากการทดลองครั้งก่อนหน้านี้

**** เพื่อให้ได้ BCS เท่ากับ 8 % ของหนังแห้

อัตราส่วนโครเมียมที่นำกลับมาได้ต่อสารฟอกโครมใหม่ = 1:4.13 (หรือนำกลับได้ประมาณ 19.5%) ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีที่ใช้ในการนำกลับโครเมียมเท่ากับ 97.63 บาท/กก. ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมเฉลี่ยเท่ากับ 80.1%

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ Na_2CO_3 และ MgO ที่สภาวะเดียวกัน พบว่าการใช้ Na_2CO_3 ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีในการนำกลับมากกว่าการใช้ MgO ถึง 20.4% และสามารถนำกลับโครเมียมมาฟอกหนังใหม่ได้ต่ำกว่าอีกประมาณ 17% นอกจากนั้นการใช้ Na_2CO_3 มีปัญหาในการเดินระบบคือ ก) ใช้เวลาในการตกตะกอนนาน (15-20 ชม.) ข) การตะกอนบางครั้งมีปริมาตรสลัดจ์มากทำให้ระบายสลัดจ์ได้ไม่หมด เหลือค้างอยู่ที่บริเวณกรวยส่วนล่าง (hopper) ทำให้ประสิทธิภาพการนำกลับและการกำจัดลดลง และ ค) ความเข้มข้นของโครเมียมในสลัดจ์ต่ำ เนื่องจากตะกอนผลึกโครเมียมที่ได้จากการใช้ Na_2CO_3 มีขนาดเล็ก จมตัวช้าและได้ตะกอนไม่แน่น จึงทำให้มีปริมาตรสลัดจ์มากและความเข้มข้นโครเมียมในสลัดจ์ต่ำกว่าการใช้ MgO

4) การใช้ Na_2CO_3 และรีดน้ำจากตะกอนผลึกให้เป็นกากตะกอน

การทดสอบการนำกลับโครเมียมโดยตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วย Na_2CO_3 ในปริมาณ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก แล้วรีดน้ำออกจากตะกอนโดยใช้เครื่องอัดกรอง พบว่าไม่สามารถนำกลับโครเมียมด้วยระบบโรงทดลองนำร่องในสภาวะนี้ได้ เนื่องจากเครื่องอัดกรองไม่สามารถรีดน้ำออกจากตะกอนได้หมดในครั้งเดียว จำเป็นต้องอัดหลายครั้ง เครื่องสูบน้ำทำงานจนกระทั่งถูกตัดอัตโนมัติเพราะความดันสูงเกิน แต่ตะกอนที่อัดได้ยังไม่เป็นก้อน และมีการสูญเสียโครเมียมมากเนื่องจากตะกอนผลึกโครเมียมที่ได้นี้มีขนาดเล็ก จึงสามารถลอดผ่านผ้ากรองขณะทำการรีดน้ำและสูญเสียไปกับน้ำกรอง

โดยสรุปรวมสำหรับการนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริง วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้ MgO เป็นสารสร้างตะกอนผลึก และไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องอัดกรอง

5.2.2 <u>น้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียม</u>

1) การใช้ MgO และแยกตะกอนผลึกจากน้ำโดยการทิ้งให้จมตัวเป็นสลัดจ์

การศึกษาการนำกลับโครเมียมโดยการทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วย MgO ความเข้มข้น 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก แล้วทิ้งให้จมตัวเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และศึกษาการละลายสลัดจ์ด้วยกรดซัลฟุริก (1+1) ในสภาวะเช่นเดียวกับข้อ 5.2.1 ผลการทดสอบการนำกลับโครเมียมโดยละลายสลัดจ์ด้วยกรดแสดงในตารางที่ 5.4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้คือ ปริมาณน้ำเสียจากการฟอกโครมเฉลี่ย 1.86 ลบ.ม. ต่อการฟอกโครมในถังหมุน 1 ครั้ง มีความเข้มข้น Cr_2O_3 1.7 ก./ล. และพีเอชเท่ากับ 3.85 คิดเป็นปริมาณ Cr_2O_3 ถูกทิ้งไปกับน้ำเสียเฉลี่ยเท่ากับ 3.23 กก. ต่อการฟอกโครม 1 ถัง การตกตะกอนผลึกโครเมียมในถังบำบัดโครเมียมโดยใช้ MgO 8.04 กก. หรือเทียบเท่ากับ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก เมื่อทิ้งให้ตกตะกอนนาน 1 ชม. พีเอชของน้ำส่วนบนเท่ากับ 9.31

นำสลัดจ์และน้ำที่สูบมาได้ปริมาตร 0.48 ลบ.ม.มาละลายด้วยกรดซัลฟุริก (1+1) 12 ลิตร ในถังละลายโครเมียมได้สารละลายโครเมียมที่นำกลับมาได้เฉลี่ย 0.49 ลบ.ม. พีเอช 2.6 และความเข้มข้น Cr_2O_3 6.3 ก./ล. คิดเป็นปริมาณสารฟอกโครม 12.7 กก. ทั้งนี้ในการฟอกหนังแท้ปกติเฉลี่ย 4.1 ตัน ต้องเติมสารฟอกโครมสดเพิ่ม 196.5 กก. เทียบเป็นอัตราส่วนโครมที่นำกลับมาได้ต่อโครมสดเท่ากับ 1 : 15.5 (หรือนำกลับได้ประมาณ 6.1 %) ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีทั้งหมดที่ใช้เพื่อนำกลับโครเมียมเท่ากับ 108.06 บาท/กก.Cr ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมเฉลี่ยเท่ากับ 88.6 %

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ MgO ในสภาวะเดียวกันพบว่า ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีเพื่อการนำกลับโครเมียมสูงกว่าในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมถึง 1 เท่า และโครเมียมที่นำกลับมาใช้ฟอกโครมใหม่มีอัตราส่วนน้อยกว่ามาก และในการเดินระบบนำกลับโครเมียมด้วยโรงทดลองนำร่องของน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมมีปัญหาในด้านการตกตะกอนผลึก เนื่องจากตะกอนผลึกที่ได้บางครั้งไม่จมตัว ทำให้มีปริมาณสลัดจ์มาก ระบายตะกอนได้ไม่หมด เหลือค้างอยู่ที่บริเวณกรวยส่วนล่าง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการนำกลับและการกำจัดโครเมียมลดน้อยลง

2) การใช้ MgO และรีดน้ำจากตะกอนผลึกให้เป็นกากตะกอน

การทดสอบการเดินระบบโรงทดลองนำร่องโดยใช้ MgO 4 เท่าฯ ตกตะกอนผลึกโครเมียมและทิ้งให้จมตัว 1 ชม. แล้วรีดน้ำจากสลัดจ์โดยใช้เครื่องอัดกรองพบว่าใน

ตารางที่ 5.4 การทดลองเดินระบบโรงทดลองน้ำว่อง จากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึง ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการทดทะกอนเหล็กและทิ้งให้ตกตะกอน (ข้อมูลวิเคราะห์ในสนาม)

รายการ	การทดลองที่										ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
วัน/เดือน/ปี	3/2/93	4/2/93	22/3/93	23/3/93	24/3/93	25/3/93	26/3/93	30/3/93	1/4/93	22/4/93		
ปริมาตรน้ำเสียฟอกโครม (ลบ.ม.) ***	3.90	2.30	2.31	2.60	0.96	0.90	0.96	2.50	0.96	1.25	1.86	0.96
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	2.0	2.5	2.0	1.2	1.8	1.5	2.0	1.0	1.0	2.0	1.7	0.5
– พีเอช	3.68	4.04	3.34	3.85	3.91	3.47	3.64	4.03	4.06	4.49	3.85	0.32
โครเมียมออกไซด์ทั้งหมด (กก.)	7.80	5.75	4.62	3.12	1.73	1.35	1.92	2.50	0.96	2.50	3.23	2.07
ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เติม (กก.)	11.00	10.00	14.66	9.90	5.48	4.27	6.08	7.93	3.10	7.93	8.04	3.30
พีเอชน้ำใสส่วนบน	8.96	7.9	9.98	9.16	9.35	9.51	9.23	9.97	9.50	9.58	9.31	0.56
ปริมาตรสลัดจ์ (มล./ล.)	150	130	200	200	220	170	170	140	260	190	183	37
ปริมาตรกรวดซัลฟุริก 1+1 ที่เติม (ล.)	20	10	18	10	13	8	8	11	5	13	12	4
พีเอชของสารละลายที่นำกลับได้	2.49	2.35	2.45	2.78	2.63	2.74	2.71	2.45	2.86	2.51	2.60	0.16
ราคาแมกนีเซียมออกไซด์ (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) *	39.49	48.70	44.42	44.42	44.35	44.28	44.33	44.41	45.21	44.41	44.40	2.08
ราคากรดซัลฟุริก (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) **	10.61	7.20	16.12	13.26	31.10	24.52	17.24	18.21	21.55	21.52	18.13	6.61
ราคาสารเคมีรวม (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์)	50.10	55.89	60.55	57.69	75.45	68.81	61.58	62.62	66.76	65.93	62.54	6.80
ประสิทธิภาพการนำกลับ (%)	87.4	62.6	90.0	97.0	100.0	100.0	100.0	49.2	100.0	100.0	88.62	17.18
ราคาการนำกลับโครเมียม (บาท/กก.โครเมียม)	83.80	130.54	98.36	86.95	110.30	100.59	90.02	186.07	97.61	96.39	108.06	28.90
น้ำหนักหนังแห้ง (ตัน)	6.0	3.0	5.5	3.5	3.5	3.5	5.5	–	–	2.5	4.1	1.2
ปริมาตรสารละลายที่นำกลับได้จากข้างบน (ลบ.ม.)	0.62	0.40	0.64	–	–	–	0.41	0.41	0.51	0.42	0.49	0.10
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	11	9	6.5	–	–	–	5	3.5	2.5	6.7	6.3	2.8
– เทียบเท่าไดอะโครมอาร์ (กก.)	27.3	14.4	16.6	–	–	–	8.2	5.7	5.1	11.3	12.7	7.2
ปริมาณไดอะโครมอาร์ที่ต้องเติมเพิ่ม (กก.) ****	272.7	135.6	258.4	175.0	175.0	175.0	266.8	–	–	113.7	196.5	57.6
ค่าบลีดดิ้ (%)	–	–	45.8	42.8	39.7	39.8	47.1	37.0	44.6	44.4	42.7	3.3

หมายเหตุ :

1.การทดลองที่ 4,5,6,8 และ 9 ไม่ได้นำสารละลายที่นำกลับได้ไปใช้ในการฟอกโครม

* ใช้ปริมาณ 4 เท่าของสตอยชิโอเมตริก

** ควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 2.5 – 2.8

*** จากการทดลองครั้งก่อนหน้านี้

**** เพื่อให้ได้ BCS เท่ากับ 5 % ของหนังแห้ง

ขั้นตอนการตกตะกอนผลึกโครเมียมสามารถกำจัดโครเมียมได้ แต่ในขั้นตอนการรีดน้ำจากสลัดจ์ด้วยเครื่องอัดกรองพบว่ามีการรั่วไหลของตะกอนผลึกโครเมียม และกากตะกอนที่อัดได้ละลายในกรดซัลฟุริกไม่หมด เหลือเป็นก้อนแข็ง ทำให้เกิดการอุดตันในท่อของถังละลายโครเมียม ดังนั้นจึงไม่สามารถเดินระบบโรงทดลองนำร่องในสภาวะนี้ได้

3) การใช้ Na_2CO_3 และรีดน้ำจากตะกอนผลึกให้เป็นกากตะกอน

การศึกษาการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 3 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก และแยกน้ำจากตะกอนโดยใช้เครื่องอัดกรองเพียงสภาวะเดียว ซึ่งได้ทดสอบเดินระบบในสภาวะนี้หลายครั้ง แต่สำเร็จเพียงครั้งเดียวเท่านั้น เนื่องจากปัญหาการใช้เครื่องอัดกรองไม่สามารถรีดน้ำออกจากตะกอนได้หมดในครั้งเดียว จำเป็นต้องอัดหลายครั้ง เครื่องสูบน้ำทำงานจนกระทั่งถูกตัดอัตโนมัติเพราะความดันสูงเกิน แต่ตะกอนที่อัดได้ยังไม่เป็นก้อน และทำให้สูญเสียโครเมียมมาก นอกจากนั้นการได้โครมกลับคืนมาเทียบเป็นอัตราส่วนกับโครมสดต่ำมาก (1:23) จึงสรุปได้ว่าการเดินระบบในสภาวะนี้ไม่เหมาะสม

โดยสรุปรวมสำหรับการนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนัง ควรใช้กับระบบที่ไม่มีสารช่วยตริง และวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้ MgO เป็นสารสร้างตะกอน และไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องอัดกรอง

5.2.3 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในสภาวะต่าง ๆ

จากการทดสอบเดินระบบโรงทดลองนำร่องในสภาวะต่าง ๆ ดังกล่าว พบว่าน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมสามารถนำกลับโครเมียมได้ผลดีที่ 2 สภาวะดังนี้คือ

1) การตกตะกอนผลึกด้วย MgO ปริมาณ 2 เท่าฯ และทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง
2) การตกตะกอนผลึกด้วย Na_2CO_3 ปริมาณ 2 เท่าฯ และทิ้งให้ตกตะกอนข้ามคืน

และน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียม สามารถนำกลับได้ผลดีในสภาวะเดียวกันคือ

1) การตกตะกอนผลึกด้วย MgO ปริมาณ 4 เท่าฯ และทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ต่าง ๆ ที่แสดงในข้อ 5.2.1 และ 5.2.2 ข้างต้นนี้เป็นผลการวิเคราะห์ในภาคสนาม (วิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข.) ซึ่งการวิเคราะห์โครเมียมในสนามโดยวิธีเทียบสีด้วยตาสามารถให้เพียงค่าหยาบ ๆ หากต้องการประเมินประสิทธิภาพจะต้องเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อนึ่ง ตัวอย่างที่วิเคราะห์ในภาคสนามคือน้ำเสียจากการฟอกโครมและสารละลายโครเมียมที่ละลายกลับได้ ส่วนตัวอย่างที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ คือน้ำเสียสองประเภทข้างต้นรวมทั้งน้ำส่วนบนหลังตกตะกอนโครเมียมหรือน้ำที่ผ่านเครื่องอัดกรอง (น้ำในกรณีหลังนี้มีความเข้มข้นต่ำ ไ ม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีในภาคสนาม ดังได้อธิบายมาก่อนหน้านี้แล้ว)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ มีดังนี้คือ

1) ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในภาคสนาม

ในการหาประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมของการทดสอบ ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม โดยใช้ MgO และแยกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำโดยทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมงนั้น ข้อมูลการวิเคราะห์ในภาคสนามคือปริมาณโครเมียมเริ่มต้นและสารละลายโครเมียมที่ละลายกลับได้ (มีความถูกต้องของการวิเคราะห์ต่ำ) ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเป็นข้อมูลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (มีความถูกต้องของการวิเคราะห์สูงกว่า) ดังนั้นการคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียม จึงได้จากข้อมูลในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการร่วมกัน ส่วนการคำนวณประสิทธิภาพการนำกลับ เป็นการเปรียบเทียบเฉพาะข้อมูลจากการวิเคราะห์ในภาคสนามเท่านั้น ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตารางที่ 5.5 ทั้งนี้การใช้ Na_2CO_3 ในสภาวะเดียวกันโดยทิ้งให้ตกตะกอนข้ามคืน แสดงในตารางที่ 5.6 ส่วนการทดสอบในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมโดยใช้ MgO และแยกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำโดยทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง แสดงในตารางที่ 5.7

สรุปได้ว่าประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมโดยใช้ MgO, Na_2CO_3 ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม และการใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมเท่ากับ 89.4, 70.7 และ 88.4% ตามลำดับ และประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมเท่ากับ 97.5, 80.1 และ 88.6% ตามลำดับ ซึ่งการที่ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมสูงกว่าประสิทธิภาพการกำจัดมีสาเหตุเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของวิธีการวิเคราะห์โครเมียมในภาคสนาม (การเทียบสี

ด้วยตา) ดังรายละเอียดในข้อ 5.1 โดยประสิทธิภาพการกำจัดควรมีค่าถูกต้องแล้ว แต่ประสิทธิภาพการนำกลับมีค่าสูงกว่าความจริงมาก เนื่องจากปริมาณโครเมียมในสารละลายโครเมียมที่นำกลับได้ที่วิเคราะห์ในสนามจะสูงกว่าความเป็นจริง จึงทำให้ประสิทธิภาพการนำกลับสูงกว่าความจริงตามไปด้วย

2) ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ เพื่อดูประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมเทียบกับผลที่ได้ในภาคสนาม พบว่าผลการทดสอบในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมโดยใช้ MgO และ Na_2CO_3 และแยกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำโดยการทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง แสดงในตารางที่ 5.8 และ 5.9 ส่วนผลการวิเคราะห์ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมโดยใช้ MgO แสดงในตารางที่ 5.10 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมโดยใช้ MgO และ Na_2CO_3 ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียม และการใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเท่ากับ 90.6, 72.1 และ 89.7% ตามลำดับ และประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมเท่ากับ 75.9, 59.5 และ 79.5% ตามลำดับ

3) การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 5.11 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์โครเมียมในภาคสนามเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์น้ำเสียจากการฟอกโครมในภาคสนาม โดยการใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีและมีสารช่วยตริงโครเมียม และการใช้ Na_2CO_3 ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงมีค่าโครเมียมเฉลี่ยเท่ากับ 3,700, 1,160 และ 3,490 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,050, 1,360 และ 3,780 มก./ล. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าค่าวิเคราะห์ในสนามสูงกว่าในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 8.6% 14.7% และ 7.7% ตามลำดับ

การวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบน ได้กระทำเฉพาะในห้องปฏิบัติการ (โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปคโทรโฟโตมิเตอร์) ซึ่งเมื่อคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดในภาคสนามเทียบกับในห้องปฏิบัติการพบว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก คือในภาคสนามคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดได้เท่ากับ 89.4%, 88.4% และ 70.7% ตามลำดับ มีค่า

ตารางที่ 5.6 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ Na_2CO_3 ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น		น้ำใสส่วนบน *		น้ำที่ละลายกลับได้		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด	ประสิทธิภาพการนำกลับ	ค่าใช้จ่ายในการนำกลับ
				Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย (กก.)	ปล่อยทิ้ง (กก.)	ละลายกลับได้ (กก.)	(เปอร์เซ็นต์)	(เปอร์เซ็นต์)	(บาท/กก.Cr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15) **	(16)
โซเดียมคาร์บอเนต	ไม่มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูดของโลก	11/3/93	5.5	2.97	1,030	2.69	25.0	0.57	11.177	2.771	9.716	75.2	86.9	
			7/4/93	5.0	1.72	349	1.28	9.0	0.53	5.884	0.446	3.264	92.4	55.5	
			9/4/93	5.5	2.72	2,390	2.25	4.0	0.68	10.236	5.378	1.861	47.5	18.2	
			1/5/93	5.5	1.60	2,180	1.12	15.0	0.59	6.021	2.442	6.055	59.4	100.0	
			6/5/93	5.0	3.57	1,391	3.16	25.0	0.73	12.213	4.395	12.487	64.0	100.0	
			7/5/93	5.0	3.51	1,370	3.07	30.0	0.69	12.008	4.205	14.163	65.0	100.0	
			8/5/93	4.5	2.41	325	1.90	18.0	0.68	7.420	0.617	8.375	91.7	100.0	
			ค่าเฉลี่ย	5.1	2.64	1,291	2.21	18.0	0.64	9.280	2.893	7.989	70.7	80.1	97.63

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ

** ประสิทธิภาพการนำกลับบางกรณีคำนวณได้มากกว่า 100 % แต่จะรายงานเพียง 100 % เหตุผลคือ การวิเคราะห์ในภาคสนามมีความคลาดเคลื่อนสูง

*** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

(16) จากตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.7 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น		น้ำใสส่วนบน *		น้ำที่ละลายกลับได้		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการนำกลับ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าใช้จ่ายในการนำกลับ (บาท/กก.Cr)
				Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย	ปล่อยทิ้ง	ละลายกลับได้			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15) **	(16)
แมกนีเซียมออกไซด์	มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูดของโลก	3/2/93	2.0	3.90	97.5	3.28	11.0	0.62	5.337	0.320	4.666	94.0	87.4	
			4/2/93	2.5	2.30	143.6	1.90	9.0	0.40	3.934	0.273	2.463	93.1	62.6	
			22/3/93	2.0	2.31	470.8	1.84	6.5	0.64	3.161	0.866	2.846	72.6	90.0	
			23/3/93	1.2	2.60	244.8	2.12	5.5	0.55	2.135	0.519	2.070	75.7	97.0	
			24/3/93	1.8	0.96	90.6	0.55	4.5	0.41	1.182	0.050	1.262	95.8	100.0	
			25/3/93	1.5	0.90	125.7	0.57	5.0	0.34	0.924	0.072	1.163	92.2	100.0	
			26/3/93	2.0	0.96	178.1	0.57	5.0	0.41	1.314	0.102	1.403	92.3	100.0	
			30/3/93	1.0	2.50	167.8	2.12	3.0	0.41	1.711	0.356	0.842	79.2	49.2	
			1/4/93	1.0	0.90	92.6	0.40	2.5	0.52	0.616	0.037	0.889	94.0	100.0	
			22/4/93	2.0	1.25	95.7	0.90	6.7	0.42	1.711	0.086	1.925	95.0	100.0	
			ค่าเฉลี่ย	1.7	1.858	170.7	1.43	5.9	0.47	2.202	0.268	1.953	88.4	88.6	108.06

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ

** ประสิทธิภาพการนำกลับบางกรณีคำนวณได้มากกว่า 100 % แต่จะรายงานเพียง 100 % เหตุผลคือ การวิเคราะห์ในภาคสนามมีความคลาดเคลื่อนสูง

*** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

(16) จากตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.8 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น **		น้ำใสส่วนบน *		น้ำที่ละลายกลับได้ **		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการนำกลับ (เปอร์เซ็นต์)
				โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย (กก.)	ปล่อยทิ้ง (กก.)	ละลายกลับได้ (กก.)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
แมกนีเซียมออกไซด์	ไม่มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูด	18/2/93	3,816	3.40	397.8	3.04	15,315	0.36	12.974	1.209	5.513	90.7	42.5
			19/2/93	4,022	1.37	11.8	1.03	5,355	0.34	5.510	0.012	1.821	99.8	33.0
			2/4/93	3,390	1.50	93.9	1.18	12,191	0.39	5.085	0.111	4.754	97.8	93.5
			3/4/93	4,490	1.09	97.5	0.68	11,940	0.41	4.894	0.066	4.895	98.6	100.0
			23/4/93	4,754	2.53	996.8	2.09	14,261	0.64	12.028	2.083	9.127	82.7	75.9
			24/4/93	4,279	2.47	1235.0	2.16	8,706	0.69	10.569	2.668	6.007	74.8	56.8
			26/4/93	3,690	1.78	277.2	1.31	9,591	0.63	6.568	0.363	6.042	94.5	92.0
			27/4/93	3,671	1.97	978.2	1.37	8,116	0.65	7.232	1.340	5.275	81.5	72.9
			28/4/93	4,084	2.63	251.0	2.12	13,280	0.76	10.741	0.532	10.093	95.0	94.0
			29/4/93	4,280	1.69	480.0	1.37	16,970	0.42	7.233	0.658	7.127	90.9	98.5
			ค่าเฉลี่ย	4,048	2.04	481.9	1.64	11,573	0.53	8.283	0.904	6.066	90.6	75.9

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ

** วิเคราะห์โดยวิธีไทเทรตในห้องปฏิบัติการ

*** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

ตารางที่ 5.9 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ Na_2CO_3 ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น **		น้ำใสส่วนบน *		น้ำที่ละลายกลับได้ **		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการนำกลับ (เปอร์เซ็นต์)
				โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย	ปล่อยทิ้ง	ละลายกลับได้		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
โซเดียมคาร์บอเนต	ไม่มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูดของโลก	11/3/93	4,460	2.97	1,030	2.69	13,970	0.57	13.246	2.771	7.963	79.1	60.1
			7/4/93	3,730	1.72	349	1.28	7,216	0.53	6.416	0.446	3.824	93.0	59.6
			9/4/93	4,009	2.72	2,390	2.25	2,570	0.68	10.904	5.378	1.748	50.7	16.0
			1/5/93	3,541	1.60	2,180	1.12	7,230	0.59	5.666	2.442	4.266	56.9	75.3
			6/5/93	3,508	3.57	1,391	3.16	10,919	0.73	12.524	4.395	7.971	64.9	63.6
			7/5/93	3,635	3.51	1,370	3.07	12,100	0.69	12.759	4.205	8.349	67.0	65.4
			8/5/93	3,556	2.41	325	1.90	9,591	0.68	8.570	0.617	6.522	92.8	76.1
			ค่าเฉลี่ย	3,777	2.64	1,291	2.21	9,085	0.64	10.012	2.893	5.806	72.1	59.5

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ

** วิเคราะห์โดยวิธีไทเทรตในห้องปฏิบัติการ

*** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

ตารางที่ 5.5 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น		น้ำใสส่วนบน *		น้ำที่ละลายกลับได้		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการนำกลับ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าใช้จ่ายในการนำกลับ (บาท/กก.Cr)
				Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย	ปล่อยทิ้ง	ละลายกลับได้			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15) **	(16)
แมกนีเซียมออกไซด์	ไม่มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูด	18/2/93	5.0	3.40	397.8	3.04	50.0	0.36	11.632	1.209	12.316	89.6	100.0	
			19/2/93	5.0	1.37	11.8	1.03	20.0	0.34	4.687	0.012	4.653	99.7	99.3	
			2/4/93	5.0	1.50	93.9	1.18	20.0	0.39	5.132	0.111	5.337	97.8	100.0	
			3/4/93	6.0	1.09	97.5	0.68	22.0	0.41	4.475	0.066	6.172	98.5	100.0	
			23/4/93	5.5	2.53	996.8	2.09	25.0	0.64	9.521	2.083	10.947	78.1	100.0	
			24/4/93	5.5	2.47	1235.0	2.16	15.0	0.69	9.295	2.668	7.082	71.3	76.2	
			26/4/93	5.0	1.78	277.2	1.31	20.0	0.63	6.089	0.363	8.621	94.0	100.0	
			27/4/93	5.0	1.97	978.2	1.37	20.0	0.65	6.739	1.340	8.895	80.1	100.0	
			28/4/93	6.0	2.63	251.0	2.12	33.0	0.76	10.797	0.532	17.160	95.1	100.0	
			29/4/93	5.5	1.69	480.0	1.37	30.0	0.42	6.360	0.658	8.621	89.7	100.0	
			ค่าเฉลี่ย	5.4	2.04	481.9	1.64	25.5	0.53	7.473	0.904	8.980	89.4	97.5	45.52

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ

** ประสิทธิภาพการนำกลับบางกรณีคำนวณได้มากกว่า 100 % แต่จะรายงานเพียง 100 % เหตุผลคือ การวิเคราะห์ในภาคสนามมีความคลาดเคลื่อนสูง

*** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

(16) จากตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.10 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น **		น้ำใสส่วนบน *		น้ำที่ละลายกลับได้ **		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการนำกลับ (เปอร์เซ็นต์)
				โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย	ปล่อยทิ้ง	ละลายกลับได้		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
แมกนีเซียมออกไซด์	มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูดของโลก	3/2/93	1,059	3.90	97.5	3.28	5,687	0.62	4.130	0.320	3.526	92.3	85.4
			4/2/93	2,062	2.30	143.6	1.90	7,158	0.40	4.743	0.273	2.863	94.2	60.4
			22/3/93	1,482	2.31	470.8	1.84	4,402	0.64	3.423	0.866	2.817	74.7	82.3
			23/3/93	1,270	2.60	244.8	2.12	4,233	0.55	3.302	0.519	2.328	84.3	70.5
			24/3/93	1,101	0.96	90.6	0.55	2,540	0.41	1.057	0.050	1.041	95.3	98.5
			25/3/93	1,270	0.90	125.7	0.57	3,560	0.34	1.143	0.072	1.210	93.7	100.0
			26/3/93	2,074	0.96	178.1	0.57	3,220	0.41	1.991	0.102	1.320	94.9	66.3
			30/3/93	600	2.50	167.8	2.12	1,693	0.41	1.500	0.356	0.694	76.3	46.3
			1/4/93	1,101	0.90	92.6	0.40	1,670	0.52	0.991	0.037	0.868	96.3	87.6
			22/4/93	1,533	1.25	95.7	0.90	4,447	0.42	1.916	0.086	1.868	95.5	97.5
			ค่าเฉลี่ย	1,355	1.86	170.7	1.43	3,861	0.47	2.420	0.268	1.854	89.7	79.5

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ

** วิเคราะห์โดยวิธีไทเทรตในห้องปฏิบัติการ

*** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

ต่ำกว่าการคำนวณในห้องปฏิบัติการเพียง 1.3%, 1.5% และ 1.9% ตามลำดับ ดังนั้น ประสิทธิภาพการกำจัดจากการวิเคราะห์ในภาคสนาม จึงถือว่าเชื่อถือได้เนื่องจากใกล้เคียงกับในห้องปฏิบัติการมาก

ส่วนการวิเคราะห์โครเมียมในน้ำที่ละลายกลับได้ในภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ พบว่า มีความแตกต่างกันมากเนื่องจากความเข้มข้นโครเมียมสูงขึ้นมาก ในภาคสนามวิเคราะห์โครเมียมจากน้ำที่ละลายกลับได้จากการใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียม การใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียม และการใช้ Na_2CO_3 ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมได้เฉลี่ยเท่ากับ 17,450, 4,040 และ 12,320 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์โครเมียมได้เฉลี่ยเท่ากับ 11,570, 3,860 และ 9,090 มก./ล. ตามลำดับ (ซึ่งทำให้ค่าวิเคราะห์ในภาคสนามสูงกว่าในห้องปฏิบัติการถึง 37.7, 4.4 และ 26.2% ตามลำดับ) การที่ภาคสนามวิเคราะห์โครเมียมในน้ำที่ละลายกลับได้สูงทำให้การคำนวณประสิทธิภาพการนำกลับสูงกว่าห้องปฏิบัติการเท่ากับ 22.2% , 10.3% และ 25.8% ตามลำดับ

ดังนั้นในการคำนวณประสิทธิภาพการนำกลับโดยการวิเคราะห์ในภาคสนาม จะต้องคำนึงถึงความถูกต้องของค่าวิเคราะห์ต่าง ๆ ด้วย โดยในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมจะมีประสิทธิภาพการนำกลับสูงกว่าค่าจริง 22.5-25.8% เมื่อใช้ MgO และ Na_2CO_3 ตามลำดับ และในน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมจะสูงกว่าค่าจริง 10.3%

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการนำกลับจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ พบว่า การใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมมีประสิทธิภาพการนำกลับเท่ากับ 75.9% ส่วนการใช้ Na_2CO_3 ในน้ำเสียชนิดเดียวกัน พบว่ามีประสิทธิภาพการนำกลับต่ำกว่าคือ 59.5% ดังนั้น สารเคมีที่ใช้ตกตะกอนผลึกในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมที่เหมาะสมที่สุดคือ MgO เนื่องจากประสิทธิภาพการนำกลับสูงกว่า 21.7% และค่าใช้จ่ายในการนำกลับโครเมียมถูกกว่า 20.7% ซึ่งผลสรุปที่ได้เช่นเดียวกับการใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในภาคสนาม ส่วนน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียม การใช้ MgO มีประสิทธิภาพการนำกลับได้ 79.5% แต่ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีสูงมาก (108.06 บาท/กก.Cr) กราฟเปรียบเทียบจากประสิทธิภาพการกำจัดและการนำกลับโครเมียมโดยการวิเคราะห์ภาคสนามและห้องปฏิบัติการแสดงในรูปที่ 5.1 และ 5.2

ตารางที่ 5.11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดลองระยะสั้น โดยการวิเคราะห์โครเมียมในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การวิเคราะห์	น้ำเสียเริ่มต้น		น้ำใสส่วนบน		น้ำที่ละลายกลับได้		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการนำกลับ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าใช้จ่ายในการนำกลับโครเมียม (บาท/กก.Cr)
			โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย	ปล่อยทิ้ง	ละลายกลับได้			
แมกนีเซียมออกไซด์	ไม่มี	ภาคสนาม (1)	3,700	2.04	–	1.64	17,450	0.53	7.47	0.90	8.98	89.4	97.5	45.52
		ห้องปฏิบัติการ (2)	4,050	–	482.0	–	11,570	–	8.28	0.90	6.07	90.6	75.9	
แมกนีเซียมออกไซด์	มี	ภาคสนาม (3)	1,160	1.86	–	1.43	4,040	0.47	2.20	0.27	1.95	88.4	88.6	108.06
		ห้องปฏิบัติการ (4)	1,360	–	170.7	–	3,860	–	2.42	0.27	1.85	89.7	79.5	
โซเดียมคาร์บอเนต	ไม่มี	ภาคสนาม (5)	3,490	2.64	–	2.21	12,320	0.64	9.28	2.89	7.99	70.7	80.1	97.63
		ห้องปฏิบัติการ (6)	3,780	–	1,291	–	9,090	–	10.01	2.89	5.80	72.1	59.5	

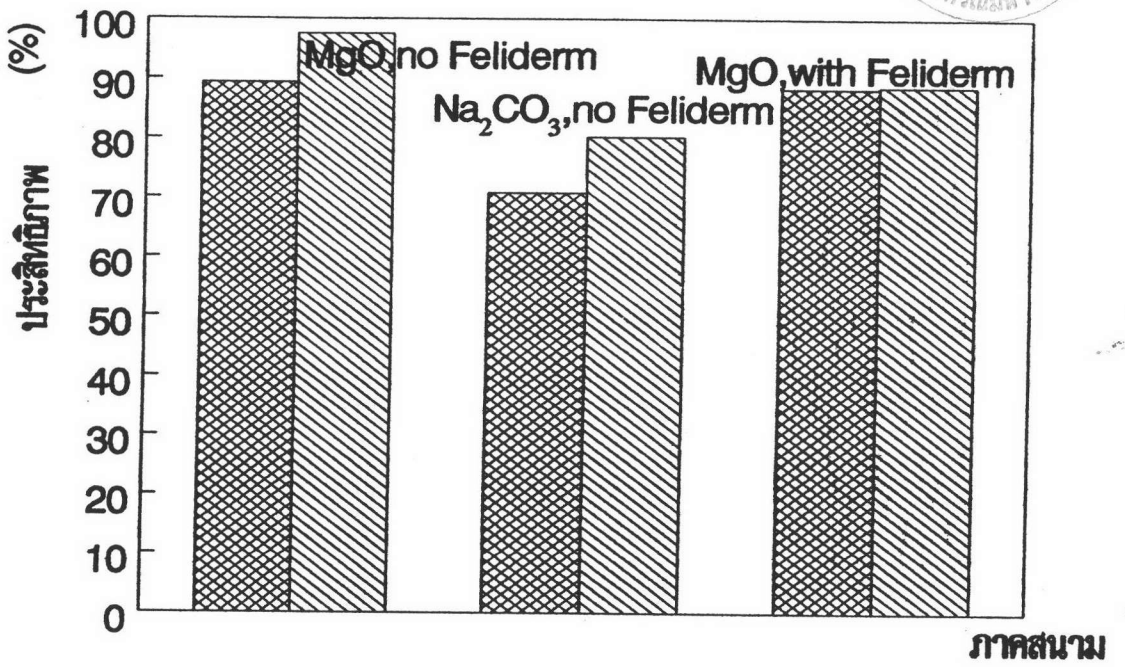
หมายเหตุ :

(1) ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยตารางที่ 5.5
(2) ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยตารางที่ 5.8
(3) ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยตารางที่ 5.7
(4) ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยตารางที่ 5.10
(5) ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยตารางที่ 5.6
(6) ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยตารางที่ 5.9

5.3 การทดสอบเดินระบบที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์

จากผลการทดสอบเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่สภาวะต่าง ๆ พบว่าการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วย MgO และแยกน้ำจากตะกอนผลึกโดยทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชม. เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดทั้งในน้ำเสียที่มีและไม่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียม ดังนั้นการทดสอบเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์จึงเลือกใช้ MgO กับน้ำเสียที่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียม (ขีดจำกัดในภาคสนามบางประการที่อยู่นอกการควบคุมของผู้วิจัย) โดยกำหนดให้มีปริมาตรน้ำเสียต่อแบตช์ การทดลองคงที่คือ 3 ลบ.ม. ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการคำนวณเปรียบเทียบและการคำนวณต้นทุนของการนำกลับโครเมียม และผลกระทบต่อคุณภาพหนังผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองทั้ง 13 ครั้ง แสดงในตารางที่ 5.12 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ภาคสนามมีดังนี้คือ น้ำเสียจากการฟอกโครม มีค่าเฉลี่ย Cr_2O_3 เท่ากับ 2.1 ก./ล. คิดเป็นปริมาณโครเมียมออกไซด์ทั้งหมดเฉลี่ย 6.35 กก. และค่าพีเอชเท่ากับ 3.7

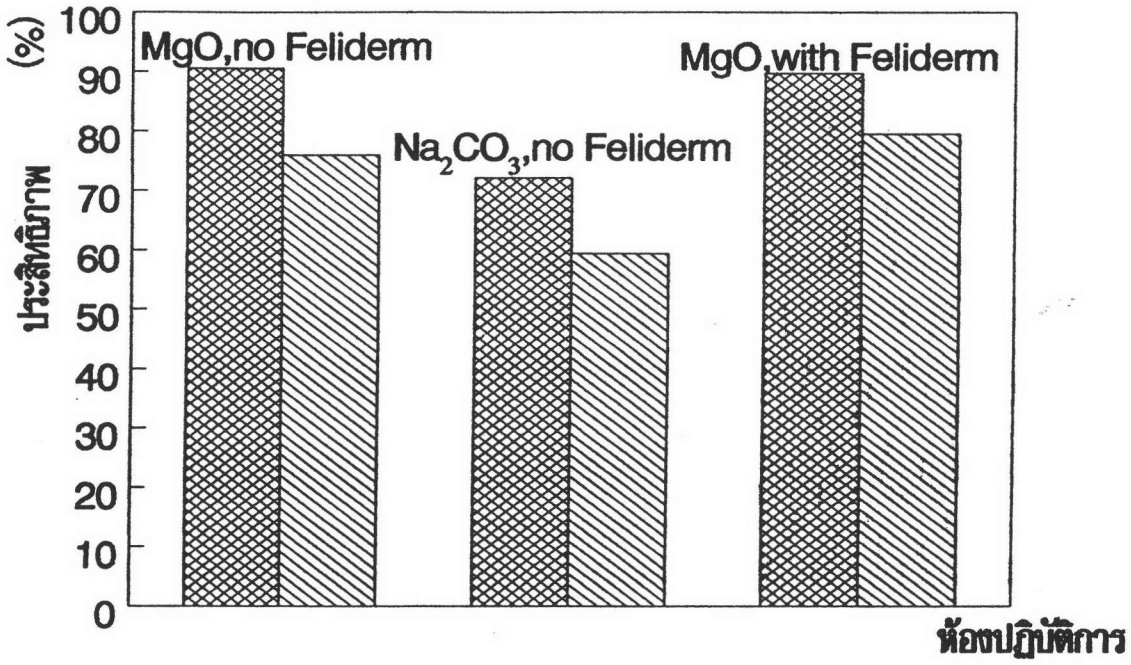
การทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมโดยเติม MgO เฉลี่ย 21.4 กก.(4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก) หลังเติมสารเคมีและกวน 1 ชั่วโมงในถังบำบัดโครเมียม ค่าพีเอชของน้ำส่วนบนเฉลี่ย 9.56 หลังจากทิ้งให้จมตัว 1 ชม.ได้สลัดจ์ปริมาตร 0.55 ลบ.ม. ละลายตะกอนผลึกโครเมียมโดยใช้กรดซัลฟุริก (1+1) ปริมาตร 19 ลิตรในถังละลายโครเมียม หลังกวนแล้วพีเอชของสารละลายเท่ากับ 2.57 และได้สารละลายที่นำกลับไปใช้ฟอกหนังใหม่ปริมาตร 0.65 ลบ.ม. มีปริมาณ Cr_2O_3 เข้มข้น 7.3 ก./ล. คิดเป็นปริมาณสารฟอกโครมเท่ากับ 18 กก. (ประสิทธิภาพการนำกลับจากการวิเคราะห์ในภาคสนามเท่ากับ 70.4% และในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 64.8%) ซึ่งเมื่อนำกลับมาใช้ฟอกหนังใหม่น้ำหนักเฉลี่ย 4.2 ตัน จะต้องเติมผงโครมสดเพิ่มอีกเฉลี่ย 190.5 กก. เทียบเป็นอัตราส่วนโครมที่นำกลับได้ต่อโครมสดเท่ากับ 1:10.6 (หรือนำกลับได้ประมาณ 9%) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการนำกลับโครเมียมเฉลี่ย 129.8 บาท/กก.Cr ซึ่งสูงกว่าราคาผงโครมสดเล็กน้อย (123 บาท/กก.Cr) การคำนวณประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในภาคสนามและห้องปฏิบัติการแสดงในตารางที่ 5.13 และ 5.14 ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพการกำจัดและการนำกลับในสนามมีความถูกต้องเชื่อถือได้ เนื่องจากมีความแตกต่างจากในห้องปฏิบัติการเพียง 0.5% และ 8% ตามลำดับ



ประสิทธิภาพการกำจัด

ประสิทธิภาพการนำกลับ

รูปที่ 5.1 ประสิทธิภาพการนำกลับและประสิทธิภาพการกำจัดของการเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่สภาวะต่างๆ จากผลการวิเคราะห์ในภาคสนาม



ประสิทธิภาพการกำจัด

ประสิทธิภาพการนำกลับ

รูปที่ 5.2 ประสิทธิภาพการนำกลับและประสิทธิภาพการกำจัดของการเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่สภาวะต่างๆ จากผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 5.12 การทดลองในระบบโรงทดลองน้ำร่อง ที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์ จากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยครบ ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการทดสอบกลบเสียและทั้งไล่ทดสอบ (ข้อมูลวิเคราะห์ในสนาม)

รายการ	การทดลองที่													ค่าเฉลี่ย	ค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
วัน/เดือน/ปี	26/5/93	28/5/93	29/5/93	2/6/93	3/6/93	4/6/93	7/6/93	8/6/93	10/6/93	14/6/93	15/6/93	18/6/93	21/6/93		
ปริมาตรน้ำเสียฟอกโครม (ลบ.ม.) ***	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	1.2	1.6	4.0	1.6	2.0	2.0	1.8	1.0	2.0	2.5	2.8	3.0	2.0	2.1	0.8
– พีเอช	3.98	4.04	3.45	3.94	4.00	3.50	3.83	2.50	3.88	4.06	3.17	3.83	3.96	3.70	0.43
โครเมียมออกไซด์ทั้งหมด (กก.)	3.60	4.80	12.00	4.80	6.00	6.00	5.40	3.00	6.00	7.50	8.40	9.00	6.00	6.35	2.31
ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เติม (กก.)	11.40	15.20	38.00	15.20	19.02	19.02	17.12	9.52	19.00	26.16	29.30	35.70	23.80	21.42	8.43
พีเอชของน้ำส่วนบน	9.98	9.72	9.80	9.23	9.49	9.60	9.00	8.64	9.87	9.96	10.05	9.55	9.40	9.56	0.40
ปริมาตรสลัดจ์ (มล./ล.)	150	190	160	180	200	300	200	210	160	120	220	150	140	183	44
ปริมาตรกากซัลฟุริก 1+1 ที่เติม (ล.)	11	11	39	10	14	13	18	9	23	23	25	32	15	19	9
พีเอชของสารละลายที่นำกลับได้	2.56	2.54	2.80	2.47	2.67	2.55	2.50	2.50	2.58	2.68	2.56	2.53	2.50	2.57	0.09
ราคาแมกนีเซียมออกไซด์ (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) *	44.33	44.33	44.33	44.33	44.38	44.38	44.39	44.43	44.33	48.83	48.83	55.53 *1	55.53 *1	46.77	16.34
ราคากากซัลฟุริก (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์) **	12.65	9.48	13.45	8.62	9.66	8.97	13.80	12.42	15.86	12.69	12.32	14.71	10.35	11.92	2.22
ราคาสารเคมีรวม (บาท/กก.โครเมียมออกไซด์)	56.98	53.82	57.78	52.96	54.04	53.35	58.18	56.84	60.20	61.52	61.15	70.25	65.88	58.69	4.93
ประสิทธิภาพการนำกลับ (%)	67.8	66.6	96.0	63.5	56.8	45.5	100.0	82.8	82.7	84.0	42.9	56.0	71.2	70.4	17.2
ราคาการนำกลับโครเมียม (บาท/กก.โครเมียม)	122.86	118.14	88.00	121.92	139.09	171.41	85.06	100.37	106.42	107.08	208.39	183.40	135.27	129.80	35.97
น้ำหนักหนังแห้ (ตัน)	3.0	4.5	3.5	5.0	6.2	7.0	3.0	6.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.2	1.4
ปริมาตรสารละลายที่นำกลับได้จากข้างบน (ลบ.ม.) *2	0.61	0.71	0.64	0.61	0.71	0.91	0.61	0.71	0.62	0.42	0.72	0.63	0.61	0.65	0.11
– โครเมียมออกไซด์ (ก./ล.)	4.0	4.5	18.0	5.0	4.8	3.0	9.0	3.5	8.0	15.0	5.0	8.0	7.0	7.3	4.4
– เทียบเท่าไดอะโครมเอาร์ (กก.)	9.8	12.8	46.1	12.2	13.6	10.9	22.0	9.9	19.8	25.2	14.4	20.2	17.1	18.0	9.4
– ไดอะโครมเอาร์ที่ต้องเติมเพิ่ม (กก.) ****	140.2	212.2	128.9	237.8	296.4	339.1	128.0	290.1	130.2	149.8	135.6	154.8	132.9	190.5	72.9
เบสิคซิตี้ (%)	46.5	52.7	46.8	52.0	49.0	45.4	39.9	42.5	48.0	42.0	39.7	41.8	39.0	45.0	4.4

หมายเหตุ :

* ใช้ปริมาณ 4 เท่าของสตอยชิโอเมตริก

*1 ใช้ปริมาณ 5 เท่าของสตอยชิโอเมตริก เพราะต้องการทดสอบความสามารถในการทดทะกอนเลือก

*2 สารละลายที่นำกลับได้จะใช้ฟอกในขั้นตอนการฟอกโครม

** ใช้การควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 2.5–2.8

*** เก็บรวบรวมน้ำเสียฟอกโครมจนถึง 3 ลบ.ม.

**** เพื่อให้ได้ BCS เท่ากับ 5 % ของหนังแห้

การทดสอบการนำกลับโครเมียมด้วยโรงทดลองนำร่องนี้ ได้ศึกษาผลของสารเคมีที่อาจจะสะสมในน้ำฟอกโครมและมีผลต่อคุณภาพหนังผลิตภัณฑ์ด้วย โดยวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด น้ำมันและไขมัน คลอไรด์ เหล็ก และความเป็นด่าง (basicity) ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังกล่าวของการเดินระบบที่สภาวะต่าง ๆ แสดงในภาคผนวก ง. ส่วนผลการวิเคราะห์ของการทดสอบเดินระบบที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์แสดงในตารางที่ 5.15 แต่เนื่องจากการทดสอบเดินระบบนี้ กำหนดปริมาตรน้ำเสียจากการฟอกโครมเพื่อเดินระบบเท่ากับ 3 ลบ.ม. เพื่อให้ได้โครเมียมนำกลับปริมาณสูงเพียงพอกับการเดินระบบ 1 ครั้ง น้ำทิ้งจากการฟอกโครมบางครั้งมีปริมาตรต่ำกว่าที่กำหนด จึงต้องรอ 1-3 วัน จึงเดินระบบทดสอบได้ ทำให้ค่าวิเคราะห์ได้ไม่ต่อเนื่องทุกวัน แต่ก็สามารถบอกผลกระทบของสารเคมีต่าง ๆ ที่มีต่อคุณภาพหนังได้เพียงระดับหนึ่ง

จากผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด พบว่ามีค่าเฉลี่ยในสารละลายที่นำกลับได้เท่ากับ 764 มก./ล. ซึ่งต่ำกว่าในน้ำเสียจากการฟอกโครมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 902 มก./ล. เนื่องจากในกระบวนการก่อนฟอกโครมของโรงงานนี้มีการใช้เกลือแอมโมเนีย ในขั้นตอนการล้างทำลายฤทธิ์ปูนสูง โดยน้ำทิ้งจากกระบวนการนี้มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 5,028 มก./ล. ดังนั้นจึงคาดว่าปริมาณไนโตรเจนระดับนี้จะไม่มีผลต่อคุณภาพหนัง

น้ำมันและไขมันมีค่าเฉลี่ยในสารละลายที่นำกลับได้เท่ากับ 30.8 มก./ล. สูงกว่าในน้ำทิ้งจากการฟอกโครม แต่เมื่อพิจารณาในการทดลองแต่ละครั้ง พบว่าปริมาณน้ำมันและไขมันไม่ได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งของการนำกลับที่เพิ่มขึ้น และสารละลายโครเมียมที่นำกลับมาใช้ใหม่มีอัตราส่วนน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาตรสารฟอกโครมทั้งหมด (ประมาณ 15% ของน้ำฟอกโครมทั้งหมด) ดังนั้นจึงคาดว่าน้ำมันและไขมันจะไม่มีผลกระทบต่อหนังผลิตภัณฑ์

ปริมาณคลอไรด์ เหล็ก และความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยในสารละลายที่นำกลับได้เท่ากับ 38,950, 107 มก./ล. และ 45% ตามลำดับ การที่คลอไรด์มีค่าสูงนั้นเนื่องจากมีการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในขั้นตอนการดองกรดสูงมาก ดังนั้น การมีคลอไรด์ในสารละลายที่นำกลับได้สูงจึงไม่มีผลกระทบต่อหนังผลิต ส่วนเหล็กและความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูง แต่คาดว่าสารที่มีปริมาณสูงเหล่านี้ไม่มีผลกระทบต่อหนัง เนื่องจากปริมาตรสารละลายที่นำกลับได้นี้น้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาตรสารละลายฟอกโครมทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 15% ของน้ำฟอกโครมทั้งหมด (หรือเทียบเป็นอัตราส่วนโครมที่นำกลับได้ต่อโครมสด = 1:10.6)

ตารางที่ 5.13 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในการศึกษาที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์ โดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น		น้ำเสียส่วนบน		น้ำที่ละลายกลับได้		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด	ประสิทธิภาพการนำกลับ	ค่าใช้จ่ายในการนำกลับ
				Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม* (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	Cr_2O_3 (ก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย	ปล่อยทิ้ง	ละลายกลับได้	(เปอร์เซ็นต์)	(เปอร์เซ็นต์)	(บาท/กก.Cr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15) ***	(16)
แมกนีเซียมออกไซด์	มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูดของโลก	26/5/93	1.2	3.0	107.7	2.4	4.0	0.61	2.462	0.258	1.669	89.5	67.8	
			28/5/93	1.6	3.0	47.8	2.3	4.5	0.71	3.283	0.110	2.185	96.6	66.6	
			29/5/93	4.0	3.0	11.5	2.4	18.0	0.64	8.208	0.027	7.880	99.7	96.0	
			2/6/93	1.6	3.0	50.4	2.4	5.0	0.61	3.283	0.120	2.086	96.3	63.5	
			3/6/93	2.0	3.0	39.6	2.3	4.8	0.71	4.104	0.091	2.331	97.8	56.8	
			4/6/93	2.0	3.0	46.1	2.1	3.0	0.91	4.104	0.096	1.867	97.6	45.5	
			7/6/93	1.8	3.0	9.1	2.4	9.0	0.61	3.694	0.021	3.755	99.4	100.0	
			8/6/93	1.0	3.0	142.4	2.3	3.5	0.71	2.052	0.327	1.700	84.0	82.8	
			10/6/93	2.0	3.0	2.0	2.4	8.0	0.62	4.104	0.004	3.393	99.9	82.7	
			14/6/93	2.5	3.0	13.0	2.6	15.0	0.42	5.130	0.033	4.309	99.3	84.0	
			15/6/93	2.8	3.0	7.4	2.3	5.0	0.72	5.746	0.017	2.462	99.7	42.9	
			18/6/93	3.0	3.0	7.0	2.4	8.0	0.63	6.156	0.016	3.447	99.7	56.0	
			21/6/93	2.0	3.0	11.9	2.4	7.0	0.61	4.104	0.028	2.921	99.3	71.2	
			เฉลี่ย	2.1	3.0	38.1	2.4	7.3	0.65	4.341	0.089	3.077	96.8	70.4	129.80

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ (น้ำส่วนบนหลังตกตะกอน)

** วิเคราะห์ในสนามโดยวิธีเทียบสี

*** ประสิทธิภาพการนำกลับบางกรณีคำนวณได้มากกว่า 100 % แต่จะรายงานเพียง 100 % เหตุผลคือ การวิเคราะห์ในสนามมีความคลาดเคลื่อนสูง

**** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

(16) จากตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.14 ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในการศึกษาที่สภาวะปกติของโรงงานบุราวัลย์ โดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ)

สารตกตะกอน	สารช่วยตรึงโครเมียม	การตกตะกอน	วัน/เดือน/ปี	น้ำเสียเริ่มต้น **		น้ำเสียส่วนบน *		น้ำที่ละลายกลับได้ **		โครเมียม (กก.)			ประสิทธิภาพการกำจัด (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการนำกลับ (เปอร์เซ็นต์)
				โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	โครเมียม (มก./ล.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	จากน้ำเสีย	ปล่อยทิ้ง	ละลายกลับได้		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15) ***
แมกนีเซียมออกไซด์	มี	ตกตะกอนตามแรงดึงดูดของโลก	26/5/93	952	3.0	107.7	2.4	2,856	0.61	2.856	0.258	1.742	91.0	61.0
			28/5/93	1,190	3.0	47.8	2.3	2,856	0.71	3.570	0.110	2.028	96.9	56.8
			29/5/93	2,142	3.0	11.5	2.4	7,854	0.64	6.426	0.028	5.027	99.6	78.2
			2/6/93	1,312	3.0	50.4	2.4	3,748	0.61	3.936	0.121	2.286	96.9	58.1
			3/6/93	1,374	3.0	39.6	2.3	3,332	0.71	4.122	0.091	2.366	97.8	57.4
			4/6/93	1,428	3.0	46.1	2.1	1,670	0.91	4.284	0.097	1.520	97.7	35.5
			7/6/93	1,428	3.0	9.1	2.4	5,831	0.61	4.284	0.022	3.557	99.5	83.0
			8/6/93	952	3.0	142.4	2.3	2,380	0.71	2.856	0.328	1.690	88.5	59.2
			10/6/93	1,110	3.0	2.0	2.4	5,531	0.62	3.330	0.005	3.429	99.9	100.0
			14/6/93	1,224	3.0	13.0	2.6	3,456	0.42	3.672	0.034	1.452	99.1	39.5
			15/6/93	1,152	3.0	7.4	2.3	5,040	0.72	3.456	0.017	3.629	99.5	100.0
			18/6/93	1,925	3.0	7.0	2.4	4,590	0.63	5.775	0.017	2.892	99.7	50.1
			21/6/93	1,407	3.0	11.9	2.4	4,442	0.61	4.221	0.029	2.710	99.3	64.2
			เฉลี่ย	1,354	3.0	38.1	2.4	4,122	0.65	4.061	0.089	2.640	97.3	64.8

หมายเหตุ :

* วิเคราะห์โดย AAS ในห้องปฏิบัติการ (น้ำส่วนบนหลังตกตะกอน)

** วิเคราะห์โดยวิธีไทเทรต ในห้องปฏิบัติการ

*** ประสิทธิภาพการนำกลับบางกรณีคำนวณได้มากกว่า 100 % แต่จะรายงานเพียง 100 %

**** ดูการคำนวณจาก

(11) = (5)(6) * 104/152

(12) = (7)(8) * 104/152

(13) = (9)(10) * 104/152

(14) = ((11)−(12)) * 100 / (11)

(15) = (13) * 100 / (11)

(16) จากตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.15 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียจากการฟอกโครมและสารละลายที่นำกลับมาใช้ใหม่

การทดลองที่	วันที่	น้ำเสียจากการฟอกโครม		สารละลายที่นำกลับได้				
		ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	น้ำมันและไขมัน (มก./ล.)	ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	น้ำมันและไขมัน (มก./ล.)	คลอไรด์ (มก./ล.)	เหล็ก (มก./ล.)	ความเป็นด่าง (%)
1	26/05/36	189	15	203	63	34,990	113	46.5
2	28/05/36	91	N.D.	112	43	41,990	61	52.7
3	29/05/36	112	N.D.	462	43	36,990	157	46.8
4	2/06/36	74	5	149	13	41,490	68	52.0
5	3/06/36	1,140	N.D.	89	13	38,990	59	49.0
6	4/06/36	1,500	5	1,400	7	37,490	52	45.4
7	6/06/36	1,520	N.D.	357	33	39,990	79	39.9
8	8/06/36	868	30	471	53	41,990	44	42.5
9	10/06/36	1,370	N.D.	1,680	33	39,990	185	48.0
10	14/06/36	1,220	5	490	33	40,990	159	42.0
11	15/06/36	1,183	35	1,360	13	39,990	104	39.7
12	18/06/36	1,393	5	1,232	20	35,490	194	41.8
13	21/06/36	1,060	N.D.	763	33	35,990	120	39.0
ค่าเฉลี่ย		902	8.2	674	30.8	38,952	107	45.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		573	11.5	556	17	2,496	52.3	4.6

หมายเหตุ :

N.D. = NOT DETECT

* ใช้การคำนวณจากสูตร $\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$ (สำหรับกรณี $n < 30$)

จากการสอบถามพนักงานของโรงงาน พบว่า การใช้โครมที่นำกลับได้ในสภาวะต่าง ๆ ผสมกับโครมสดในการฟอกหนัง ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพหนังผลิตภัณฑ์ อนึ่ง จากการศึกษาของ Rajamani (1992) โดยทดสอบในน้ำเสียฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียม ในสภาวะเดียวกับการทดลองนี้และนำสารละลายที่นำกลับได้ผสมกับโครมสดในอัตราส่วน 30:70 พบว่าหนังที่ฟอกมีคุณภาพดีเหมือนกับหนังที่ฟอกด้วยโครมสด 100%

5.4 ปัญหาในการเดินระบบโรงทดลองนำร่อง

ในการทดสอบเดินระบบโรงทดลองนำร่องในสภาวะต่าง ๆ พบว่ามีปัญหาส่วนใหญ่เกี่ยวกับการระบายตะกอนไม่หมด การละลายตะกอนและการใช้เครื่องอัดกรอง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 5.16

5.5 ขั้นตอนการเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่เหมาะสม

จากการทดสอบการเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่สภาวะต่าง ๆ พบว่าสภาวะที่เหมาะสม คือ การใช้แมกเซียมออกไซด์ตกตะกอนผลิกโครเมียม ทั้งจากน้ำเสียที่มีและไม่มีสารช่วยตริงโดยไม่ต้องใช้เครื่องอัดกรอง ดังนั้น ขั้นตอนการเดินระบบโรงทดลองนำร่องที่เหมาะสมจะเป็นการเดินระบบที่สภาวะเหมาะสมด้วยเช่นกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บน้ำเสียจากถังปั่นฟอกโครมโดยใช้สายยางอ่อนสวมเกลียวที่ถัง นำน้ำเสียผ่านตะแกรงหยาบลงบ่อรวบรวมน้ำเสียฟอกโครม
2. เปิดเครื่องสูบแบบกะบังลม (สูบ 1) สูบน้ำจากบ่อรวบรวมน้ำเสียผ่านตะแกรงละเอียดชนิดไฮโดรสกรีน ลงถังบำบัดโครเมียม
3. เปิดเครื่องกวน (1) เพื่อผสมน้ำเสียให้เป็นเนื้อเดียวกัน เก็บตัวอย่างวิเคราะห์โครเมียมด้วยวิธีเทียบสีด้วยตา
4. เตรียมสารละลายแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)โดยเติมน้ำประปาลงในถังสารเคมี 300 ลิตร ถึงขีดบอกปริมาตรที่ทำเครื่องหมายไว้ เติม MgO 30 กิโลกรัม เปิดเครื่องกวน (3) ผสมให้เข้ากัน (ควรเตรียมไว้ข้ามคืน)

ตารางที่ 5.16 การเปรียบเทียบปัญหาในการทำงาน

ประเภทการทดลอง	ปัญหาในการทำงาน
1.MgO-มีสารช่วยตรึงโครเมียม ตกตะกอนโดยแรงดึงดูดของโลก	1.การตกตะกอนบางครั้งมีปริมาตรตะกอน(Sludge volume) มาก ทำให้ระบายตะกอนได้ไม่หมด เหลือค้างอยู่ที่บริเวณกรวยด้านล่าง ส่งผลให้เปอร์เซนต์การนำกลับและการกำจัดลดลง
2.MgO-มีสารช่วยตรึงโครเมียม ใช้เครื่องอัดกรอง	1.ตะกอนที่อัดได้(cake)ละลายไม่หมด เหลือเป็นก้อนแข็ง ทำให้เกิดการอุดตันในถังละลายตะกอน
3.MgO-ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม ตกตะกอนโดยแรงดึงดูดของโลก	1.การตกตะกอนบางครั้งมีปริมาตรตะกอนมาก ทำให้ระบายตะกอนได้ไม่หมด เหลือค้างอยู่ที่บริเวณกรวยด้านล่าง ส่งผลให้เปอร์เซนต์การนำกลับและการกำจัดลดลง
4.MgO-ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม ใช้เครื่องอัดกรอง	1.ตะกอนที่อัดได้(cake)ละลายไม่หมด เหลือเป็นก้อนแข็ง ทำให้เกิดการอุดตันในถังละลายตะกอน
5.Na_2CO_3-มีสารช่วยตรึงโครเมียม ใช้เครื่องอัดกรอง	1.เครื่องสูบน้ำทำงานจนกระทั่งถูกตัดอัตโนมัติเพราะความดันสูงเกิน แต่ตะกอนที่อัดได้ยังเป็นน้ำอยู่ ทำให้สูญเสียโครเมียม 2.ต้องอัดหลายครั้ง
6.Na_2CO_3ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม ตกตะกอนโดยแรงดึงดูดของโลก	1.ใช้เวลาในการตกตะกอนนาน (15-20 ชั่วโมง) 2.การตกตะกอนบางครั้งมีปริมาตรตะกอนมาก ทำให้ระบายตะกอนได้ไม่หมด เหลือค้างอยู่ที่บริเวณกรวยด้านล่าง ส่งผลให้เปอร์เซนต์การนำกลับและการกำจัดลดลง 3.ความเข้มข้นของโครเมียมในสลัดจ์ต่ำ
7.Na_2CO_3-ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม ใช้เครื่องอัดกรอง	1.เครื่องสูบน้ำทำงานจนกระทั่งถูกตัดอัตโนมัติเพราะความดันสูงเกิน แต่ตะกอนที่อัดได้ยังเป็นน้ำอยู่ ทำให้สูญเสียโครเมียม 2.ต้องอัดหลายครั้ง

5. คำนวณปริมาณสารละลายแมกนีเซียมออกไซด์ที่ต้องเติม โดยคำนวณจากความเข้มข้นของโครเมียมออกไซด์ที่อ่านได้จากวิธีเทียบสีด้วยตา

6. เปิดเครื่องสูบสารเคมี (สูบ 4) เติมสารละลายแมกนีเซียมออกไซด์ที่คำนวณไว้ ลงในถังบำบัดโครเมียม เปิดเครื่องกวน (1) เพื่อกวนสารละลายและน้ำเสียให้ผสมกันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

7. หลังจาก 1 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างใส่กรวยขนาด 1 ลิตร ปิดเครื่องกวน (1) ปล่อยให้ตกตะกอน 1 ชั่งโมง

8. อ่านปริมาตรตะกอนในกรวยขนาด 1 ลิตรเทียบกับตะกอนในถังบำบัดโครเมียม เพื่อให้ทราบปริมาตรตะกอนที่ต้องระบายไปที่ถังละลายโครเมียม

9. เปิดเครื่องสูบแบบสกรู (สูบ 2) ระบายตะกอนจากถังบำบัดโครเมียมไปถังละลายโครเมียม

10. เตรียมกรดซัลฟุริก (1+1) โดยใส่กรดซัลฟุริก 50 ลิตร แล้วเติมน้ำประปา 50 ลิตร (ควรเตรียมไว้ก่อน)

11. คำนวณกรดซัลฟุริกที่ต้องเติมโดยประมาณตามสตอยชิโอเมตริก

12. เปิดเครื่องสูบกรดซัลฟุริก (สูบ 3) เติมกรดซัลฟุริก (1+1) ลงในถังละลายโครเมียม พร้อมกับเปิดเครื่องกวน (2) กวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และควบคุมพีเอชให้อยู่ระหว่าง 2.5 ถึง 2.8

13. เก็บตัวอย่างน้ำที่ละลายได้วิเคราะห์ หาค่าโครเมียมโดยวิธีเทียบสีด้วยตาและวัดปริมาตรน้ำที่ละลายได้

14. คำนวณปริมาณโครเมียมที่นำกลับได้เป็นกิโลกรัม และปริมาณโครเมียมในรูปไดอะโครมอาร์ที่ต้องเติมเพิ่มให้ครบ 5-8% ของหนังแท้ (แล้วแต่กรณี)

15. เปิดเครื่องสูบสกรู (สูบ 2) สูบสารละลายโครเมียมที่ละลายได้ใส่ถังเก็บสารละลายโครเมียม เพื่อใช้ในการฟอกต่อไป

16. เปิดเครื่องสูบแบบกะบังลม (สูบ 5) สูบสารละลายโครเมียมไปฟอกในถังปั่นฟอกโครม