บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

ในการศึกษาการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาน้ำเสียจากการฟอกโครม ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมและมีสารช่วยตริงโครเมียม โดยนำน้ำเสียจากการฟอกโครมทั้ง 2 ชนิดมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี พบว่ามีความแตกต่างกันโดยเฉพาะค่าพีเอช โครเมียมละลาย และโครเมียมทั้งหมด ซึ่งน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93 , 3,070 และ 4,133 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ สำหรับน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 , 1,541 และ 2,166 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยลักษณะสมบัติอื่น ๆของน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียม (ดูตารางที่ 4.1)เช่น สภาพนำไฟฟ้า 63.6 มิลลิซีเมนส์/ซม. รีดอกซ์ +342 มิลลิโวลท์ ของแข็งทั้งหมด 86,851 มก./ล. ซึ่งเป็นของแข็งระเหยง่าย 12,771 มก./ล.คิดเป็น 14.7 เปอร์เซ็นต์ของของแข็งทั้งหมด ของแข็งคงตัว 74,079 มก./ล. คิดเป็น 85.3 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งละลาย 85,573 มก./ล.คิดเป็น 98.5 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งแขวนลอย 1,277 มก./ล. คิดเป็น 1.47 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งจมตัวได้ 40 มล./ล.คิดเป็น 0.05 เปอร์เซ็นต์ สภาพกรดเกลือ 1,993 มก./ล.สภาพกรดทั้งหมด 8,641 มก./ล. คลอไรด์ 24,896 มก./ล. แคลเซียม 462 มก./ล. แอมโมเนียไนโตรเจน 447 มก./ล. ซีโอดี 4,028 มก./ล.สำหรับค่าเฉลี่ยลักษณะสมบัติของน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงโครเมียม(ดูตารางที่ 4.2)เป็นดังนี้ สภาพนำไฟฟ้า 91.5 มิลลิซีเมนส์/ซม. รีดอกซ์ +247 มิลลิโวลท์ ของแข็งทั้งหมด 131,672 มก./ล. ซึ่งเป็นของแข็งระเหยง่าย 35,727 มก./ล. คิดเป็น 27.1 เปอร์เซ็นต์ของของแข็งทั้งหมด ของแข็งคงตัว 95,945 มก./ล. คิดเป็น 72.8 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งละลาย 129,165 มก./ล. คิดเป็น 98.0 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งแขวนลอย 2,507 มก./ล. คิดเป็น 1.9 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งจมตัวได้ 70 มล./ล. คิดเป็น 0.05 เปอร์เซ็นต์ สภาพกรดเกลือ 302 มก./ล. สภาพกรดทั้งหมด 4,100 มก./ล. คลอไรด์ 45,281 มก./ล. แคลเซียม 503 มก./ล. แอมโมเนียไนโตรเจน 811 มก./ล. ซีโอดี 5,499 มก./ล.

จะเห็นได้ว่าของแข็งในน้ำเสียทั้ง 2 ชนิดอยู่ในรูปของแข็งละลายเป็นส่วนใหญ่ ค่ารีดอกซ์ สภาพกรด โครเมียมละลาย โครเมียมทั้งหมดของน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริงสูงกว่า

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม

SAMPLE DATE	ANALYSE DATE	pH	CON DUCT. ms/cm	REDOX mV	TS. mg/l	TVS. mg/l	TFS. mg/l	TDS. mg/l	TSS. mg/l	Sett S. ml/l	ACIDITY MINERAL $mg/l_{as\ CaCO_3}$	ACIDITY TOTAL $mg/l_{as\ CaCO_3}$	Cl^- mg/l	Ca^{2+} mg/l	NH_3-N mg/l	COD mg/l	Cr (soluble) mg/l	Cr (total) mg/l
27/04/92	27/04/92	2.74	62:7	+320	83,090	12,545	70,545	82,005	1,085	37	3,183	9,471	24,627	233	269	4,488	2,742	3,000
26/10/92	26/10/92	3.30	62.0	+290	78,690	15,040	63,650	78,298	392	42	1,370	6,750	21,216	581	719	4,588	1,748	2,800
18/11/92	18/11/92	3.1	69.6	+370	93,775	12,780	80,995	91,955	1,820	4	1,602	10,674	26,439	424	225	3,982	3,820	4,780
10/12/92	10/12/92	2.6	68.1	+393	90,710	13,045	77,665	87,647	3,063	25	1,867	9,900	29,323	405	195	3,748	3,663	5,100
23/12/92	23/12/92	3.10	63.1	+386	90,740	14,250	76,490	89,175	1,565	46	2,670	10,553	25,718	617	604	3,540	3,053	4,900
11/01/93	11/01/93	3.10	63.3	+380	82,220	8,450	73,770	81,802	418	15	1,932	7,993	24,396	522	597	3,165	2,936	4,600
20/01/93	20/01/93	2.80	57.6	+312	88,110	12,250	75,860	86,755	1,355	78	1,244	5,837	21,872	411	588	4,092	2,637	3,140
01/02/93	01/02/93	2.80	62.5	+297	87,920	13,300	74,620	86,560	1,360	100	1,526	6,799	24,997	538	214	4,940	2,629	3,749
20/02/93	20/02/93	2.80	63.9	+329	86,400	13,280	73,120	85,962	438	13	2,545	9,788	25,477	427	614	3,706	4,400	5,130
AVG		2.93	63.6	342	86,851	12,771	74,079	85,573	1,277	40	1,993	8,641	24,896	462	447	4,028	3,070	4,133
SD		0.21	3.3	38	4,510	1,730	4,622	3,950	806	30	625	1,720	2,261	110	202	530	741	904

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ลักษณะสมบัติของน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม

SAMPLE DATE	ANALYSE DATE	pH	CON DUCT. ms/cm	REDOX mV	TS. mg/l	TVS. mg/l	TFS. mg/l	TDS. mg/l	TSS. mg/l	Sett S. ml/l	ACIDITY MINERAL $mg/l_{as\ CaCO3}$	ACIDITY TOTAL $mg/l_{as\ CaCO3}$	Cl^- mg/l	Ca^{2+} mg/l	NH_3-N mg/l	COD mg/l	Cr (soluble) mg/l	Cr (total) mg/l
04/11/92	04/11/92	3.31	97.1	+280	125,640	14,130	111,510	124,761	879	60	414	4,698	43,377	595	780	2,217	1,115	2,633
10/11/92	10/11/92	4.00	108.3	+248	152,195	34,765	117,430	149,275	2,920	20	238	4,018	47,384	220	1,012	5,560	2,270	2,567
02/12/92	02/12/92	4.00	92.0	+228	148,330	39,990	108,340	147,271	1,059	100	300	4,740	49,963	526	743	5,746	1,894	2,175
15/12/92	15/12/92	3.30	86.0	+282	115,880	106,440	9,440	115,084	796	76	300	4,650	42,542	475	314	4,919	1,526	2,000
22/12/92	22/12/92	3.40	91.6	+250	153,640	41,080	112,560	148,600	5,040	80	341	4,157	45,907	471	771	6,811	1,383	2,350
29/12/92	29/12/92	3.20	78.8	+266	107,430	9,990	97,440	105,695	1,735	40	657	4,497	39,578	613	661	5,349	1,652	2,000
11/02/93	11/02/93	3.30	91.2	+205	127,260	21,780	105,480	125,137	2,123	90	166	3,449	47,589	512	1,258	6,852	1,327	1,750
13/02/93	13/02/93	4.00	86.9	+220	123,000	17,640	105,360	117,500	5,500	92	0	2,587	45,907	608	945	6,534	1,164	1,850
AVG		3.56	91.5	247	131,672	35,727	95,945	129,165	2,507	70	302	4,100	45,281	503	811	5,499	1,541	2,166
SD		0.34	. 8.1	26	16,391	28,936	33,163	15,933	1,731	26	178	703	3,084	119	259	1,406	365	304

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้ำเสียที่มีสารช่วยตริง ส่วนค่าพีเอช สภาพนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมด ของแข็งระเหยง่าย ของแข็งคงตัว ของแข็งละลาย ของแข็งแขวนลอย ของแข็งจมตัวได้ คลอไรด์ แคลเซียม แอมโมเนีย ไนโตรเจน ซีโอดี ของน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงสูงกว่าน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริง

4.2 การทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการผสมช้า

จากการทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการผสมช้า โดยศึกษาน้ำเสียจากการฟอกโครมทั้ง 2 ชนิด ในการทำปฏิกิริยาจะผสมเร็ว 3 นาทีและผสมช้า 2 ชั่วโมง โดยจะวัดพีเอชตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มเติมสารเคมีจนกระทั่งพีเอชคงที่

4.2.1 น้ำเสียฟอกโครมไม่มีสารช่วยตริง

1) ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการทำปฏิกิริยา 1.5 เท่า พีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 2.51 พบว่าหลังจากเติมสารเคมีพีเอชเพิ่มขึ้นเป็น 6.47 จนกระทั่งสูงสุดที่พีเอช7.36 แล้วลดลงจนกระทั่งคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมงเป็น 7.01 ดังแสดงในรูปที่ 4.1

2) ใช้โซเดียมคาร์บอเนตในการทำปฏิกิริยา 2.5 เท่า พีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 2.61 พบว่าหลังจากเติมสารเคมีพีเอชเพิ่มขึ้นถึง 7.72 แล้วลดลงจนกระทั่งคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป 7.17 ชั่วโมงเป็น 6.64 ดังแสดงในรูปที่ 4.2

4.2.2 น้ำเสียฟอกโครมมีสารช่วยตริง

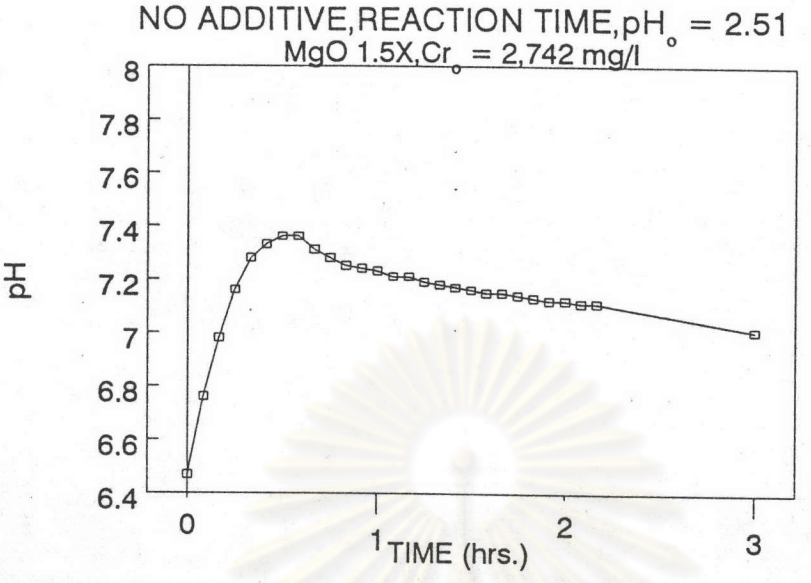
1) ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการทำปฏิกิริยา 4 เท่า พีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 3.74 พบว่าหลังจากเติมสารเคมีพีเอชเพิ่มขึ้นเป็น 7.14 จนกระทั่งสูงสุดที่พีเอช8.16 แล้วลดลงจนกระทั่งคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมงเป็น 8.11 ดังแสดงในรูปที่ 4.3

2) ใช้โซเดียมคาร์บอเนตในการทำปฏิกิริยา 3.8 เท่าพีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 4.10 พบว่าหลังจากเติมสารเคมีพีเอชเพิ่มขึ้นถึง 8.46 แล้วลดลงจนกระทั่งคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 5.35 ชั่วโมงเป็น 8.19 ดังแสดงในรูปที่ 4.4

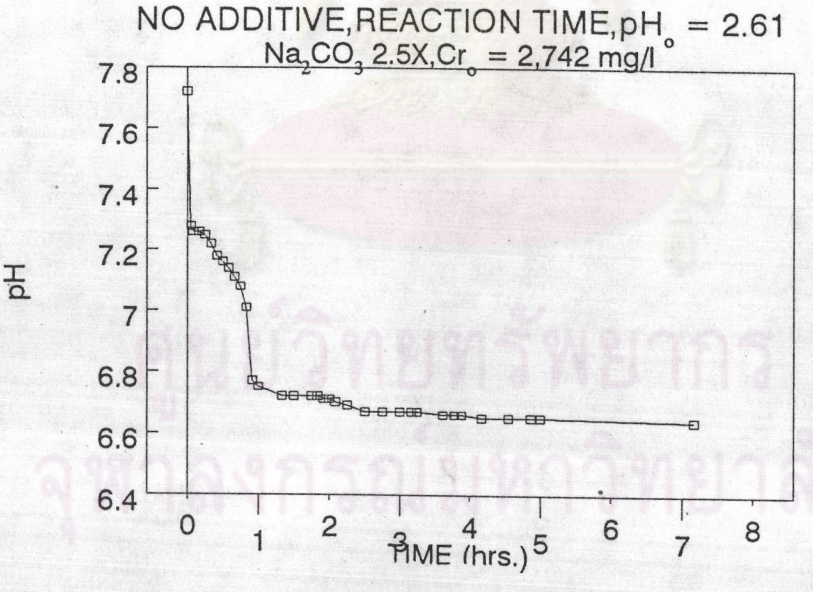
จากผลการทดสอบเพื่อหาเวลาในการผสมช้านี้พบว่าน้ำฟอกโครมทั้ง 2 ชนิดควรใช้เวลาในการผสมช้า 2 ชั่วโมง เนื่องจากพีเอชที่ได้พบนั้นเริ่มคงที่แล้ว ในการวิจัยขั้นตอนต่อ ๆ ไปจึงได้ใช้เวลา 2 ชั่วโมงเป็นบรรทัดฐานต่อไป

4.3 การทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารเคมี

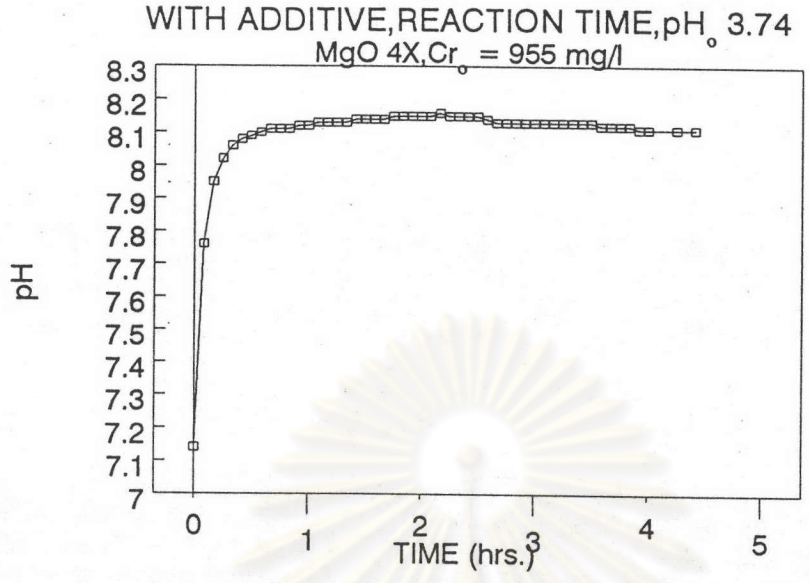
จากการทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมในน้ำเสียจากการฟอกโครม 2 ชนิด คือ



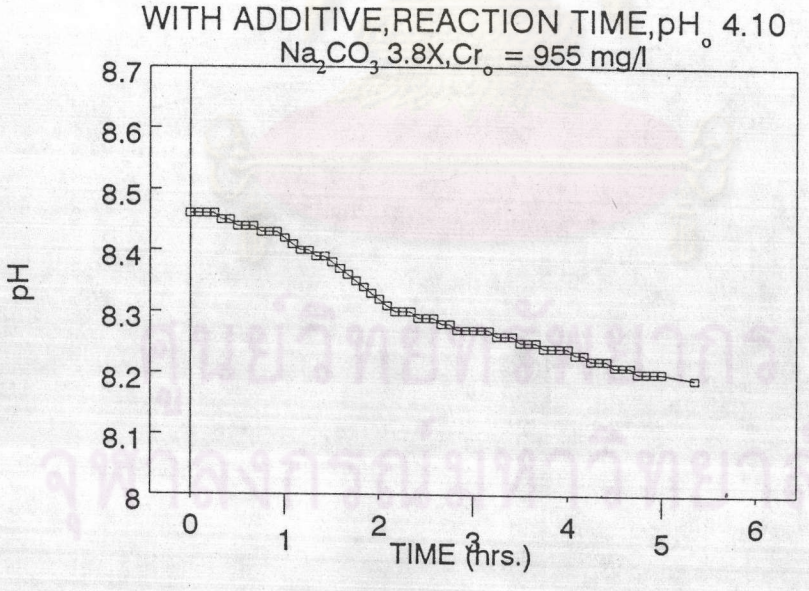
รูปที่ 4.1 พีเอชของน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมหลังจากเติม
แมกนีเซียมออกไซด์ 1.5X เมื่อเวลาต่างๆ (X = 3,180.72 มก./ล.)



รูปที่ 4.2 พีเอชของน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมหลังจากเติม
โซเดียมคาร์บอเนต 2.5X เมื่อเวลาต่างๆ (X = 8,390.52 มก./ล.)



รูปที่ 4.3 พีเอชของน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมหลังจากเติม
แมกนีเซียมออกไซด์ 4X เมื่อเวลาต่างๆ (X = 1,107.80 มก./ล.)



รูปที่ 4.4 พีเอชของน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมหลังจากเติม
โซเดียมคาร์บอเนต 3.8X เมื่อเวลาต่างๆ (X = 2,922.30 มก./ล.)

ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมและมีสารช่วยตริงโครเมียม โดยใช้สารเคมี 3 ชนิด และสารรวมตะกอน 3 ชนิด ได้ผลดังนี้ คือ

4.3.1 การตกตะกอนผลึกโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริง

ได้ศึกษาการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารเคมี 3 ชนิด คือ แมกนีเซียมออกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต และปูนขาว และใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดร่วมกับสารรวมตะกอน 3 ชนิด คือโพลีเมอร์ประจุลบ โพลีเมอร์ประจุบวก และโพลีเมอร์ไร้ประจุ หลังจากการทดสอบการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารเคมีแล้วจึงวิเคราะห์หาค่าพีเอชของน้ำส่วนบน ปริมาณโครเมียมที่เหลือในน้ำส่วนบน และปริมาณตะกอนผลึก ส่วนรีดอกซ์ไม่ได้ตรวจวัด เพราะผลของการวิจัยนี้จะนำไปใช้ในภาคสนาม ซึ่งในการทำงานจริง ๆ บุคคลากรอาจไม่พร้อมในเรื่องความรู้ความชำนาญในเครื่องมือ วิธีที่ใช้คือการวัดพีเอชซึ่งสามารถทำได้ง่ายกว่า รายละเอียดการตกตะกอนผลึกเป็นดังนี้ คือ

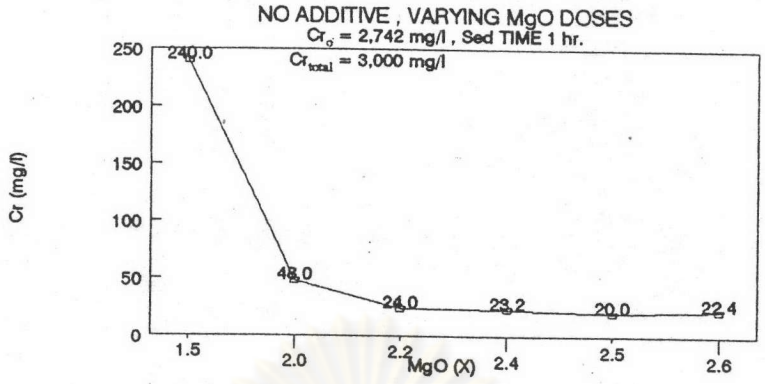
4.3.1.1) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับสารรวมตะกอน

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

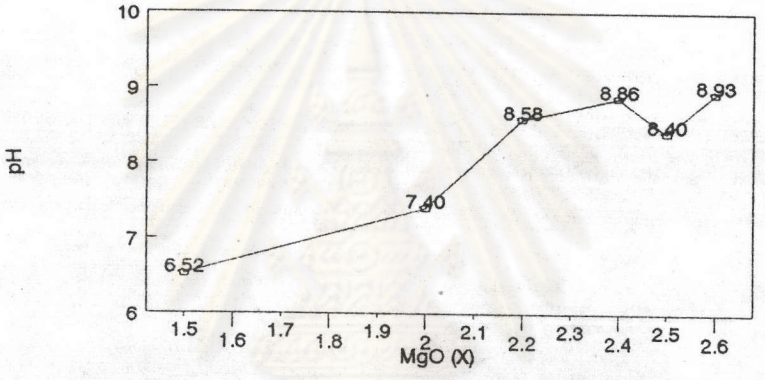
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ โดยทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย 2,742 มิลลิกรัมต่อลิตร โครเมียมทั้งหมด 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร(ดูรูปที่ 4.5) พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์เป็น 1.5, 2.0, 2.2, 2.4, 2.5 และ 2.6 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ค่าพีเอชของน้ำส่วนบนจะเพิ่มขึ้นเป็น 6.52, 7.40, 8.58, 8.86, 8.40 และ 8.93 ตามลำดับ และปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนจะลดลงเป็น 240, 48, 24, 23.2, 20 และ 22.4 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 92.0, 98.4, 99.2, 99.2, 99.3 และ 99.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกัน คือ ตะกอนผลึกตกเร็วในช่วง 10 นาทีแรกเหลือต่ำกว่า 400 มล./ล. เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที ปริมาณตะกอนผลึกเหลือต่ำกว่า 250 มล./ล. (ภาพที่ 4.1)โดยเมื่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์เพิ่มขึ้นปริมาณตะกอนผลึกจะเพิ่มขึ้นด้วย

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

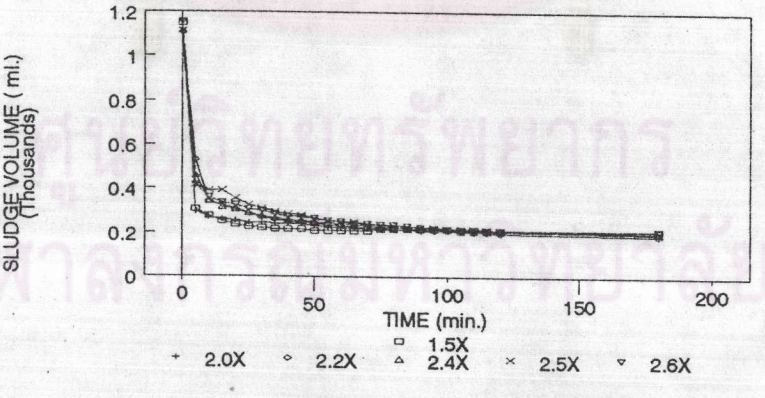
- ผลการทดสอบการตกตะอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์



(ก)



(ข)



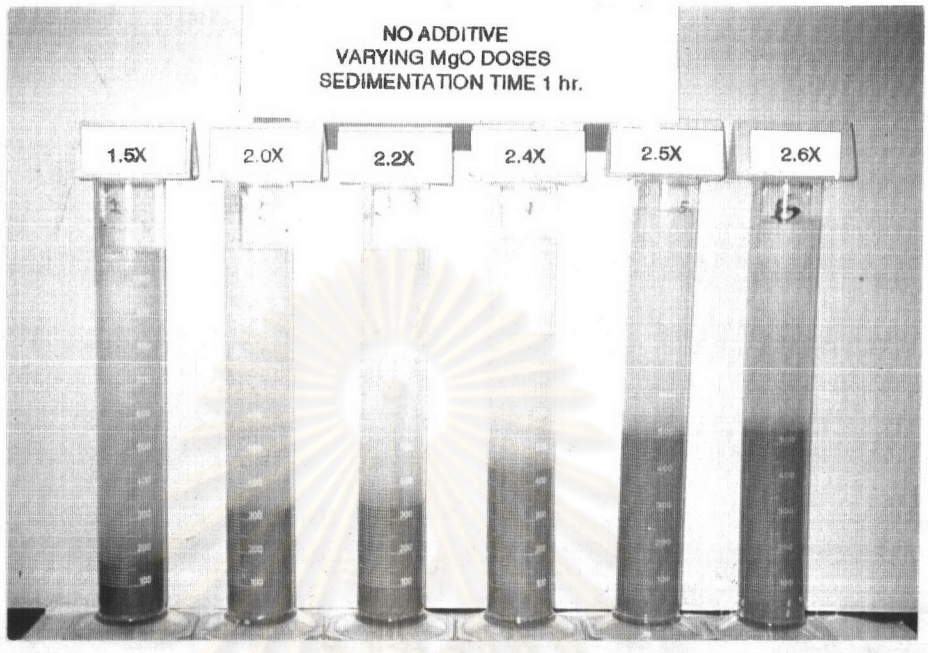
(ค)

รูปที่ 4.5 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

i17369939

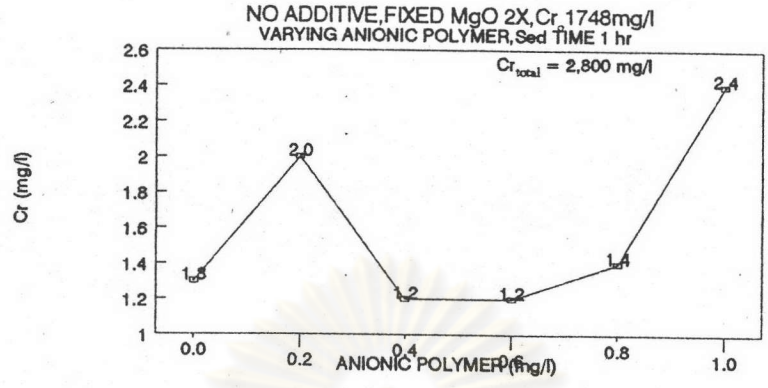


ภาพที่ 4.1 ปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากการตกตะกอนผลึกด้วยน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้นต่าง ๆ หลังทิ้งไว้ 1 ชม.

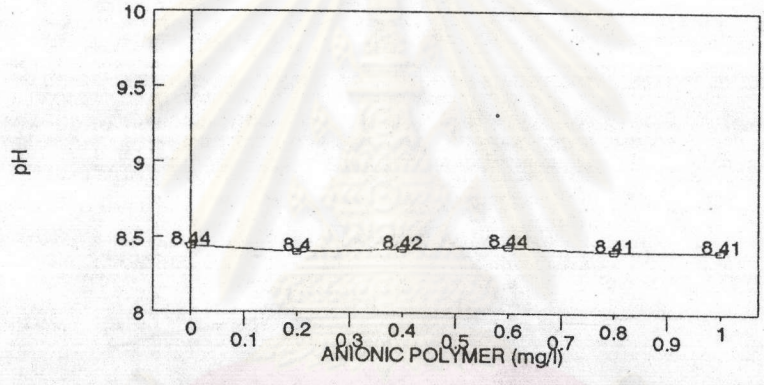
ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,748 และ 2,800 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.6) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 2 เท่า ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร(0 มิลลิกรัมต่อลิตร คือไม่มีการใช้โพลีเมอร์ เพื่อใช้เปรียบเทียบ) พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.44, 8.40, 8.42, 8.44, 8.41 และ 8.41 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1.3, 2.0, 1.2, 1.2, 1.4 และ 2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 100 , 99.9 , 100 , 100, 100 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกันมาก คือโพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนได้เร็วขึ้น หลังจาก 30 นาทีปริมาณตะกอนผลึกต่ำกว่า 400 มล./ล. และเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 200 มล./ล.

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

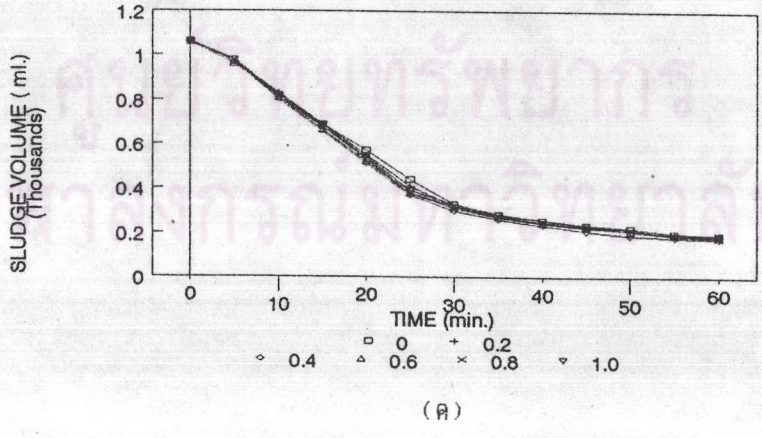
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,748 และ



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.6 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

2,800 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.7)โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 2 เท่า ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.58, 8.58, 8.58, 8.56, 8.56 และ 8.59 ตามลำดับส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 3.5, 3.5, 2.0, 2.5, 4.4 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.9, 99.9, 99.9, 99.9, 99.8 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกันคือ โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น หลังจาก 25 นาทีปริมาณตะกอนผลึกต่ำกว่า 400 มล./ล. และเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีมีปริมาณตะกอนผลึก 200 มล./ล.

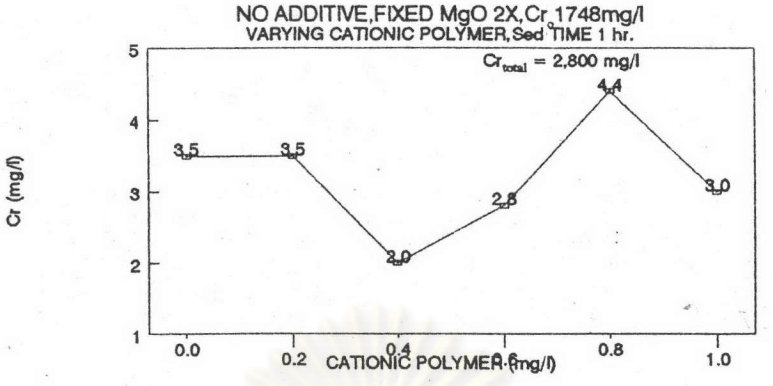
ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,748 และ 2,800 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.8) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 2 เท่า ร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.58, 8.57, 8.56, 8.58, 8.57 และ 8.56 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 3.5, 3.4, 7.6, 5.5, 7.7 และ 5.5 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.9, 99.9, 99.7, 99.8, 99.7 และ 99.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนพบว่าโพลีเมอร์ไร้ประจุสามารถช่วยให้ตะกอนผลึกตกได้เร็วขึ้น โดยเปรียบเทียบกับบีกเกอร์ที่ไม่มีการเติมโพลีเมอร์ คือ หลังจาก 15 นาทีปริมาณตะกอนผลึกของบีกเกอร์ที่มีการเติมโพลีเมอร์จะมีปริมาณตะกอนผลึกต่ำกว่า 300 มล./ล.และเริ่มคงที่ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 60 นาทีมีปริมาณตะกอนผลึกต่ำกว่า 200 มล./ล. ซึ่งใกล้เคียงกับที่ไม่เติมโพลีเมอร์ที่เวลา 35 นาที

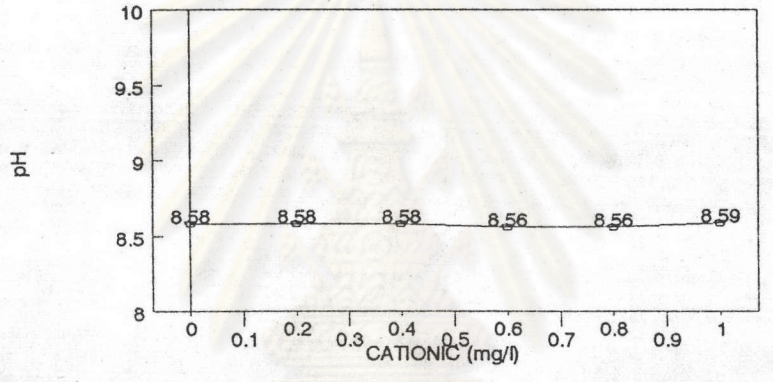
จ) สรุปการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับสารรวมตะกอน

- ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เหมาะสม คือ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกพีเอชที่เหมาะสม คือ 8.4-8.6 สามารถตกตะกอนผลึกได้ใน 1 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์ช่วยในการตกตะกอนผลึก เอสวี 60 นาทีประมาณ 140-200 มล./ล. ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 98-100 เปอร์เซ็นต์

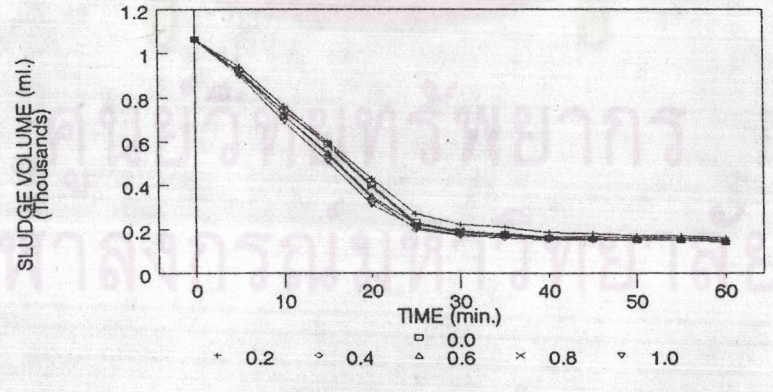
4.3.1.2) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่น และแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับสารรวมตะกอน



(ก)

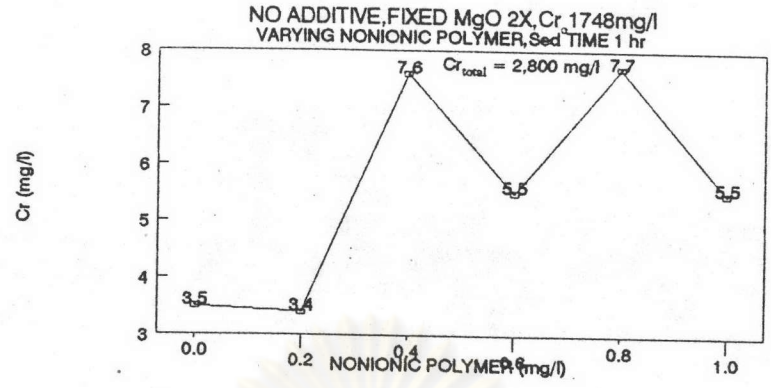


(ข)

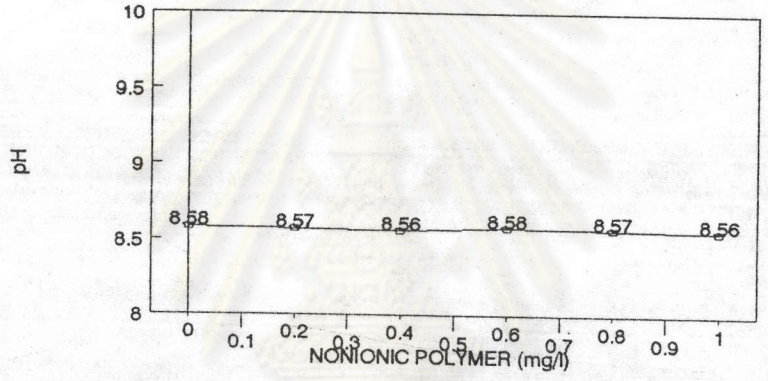


(ค)

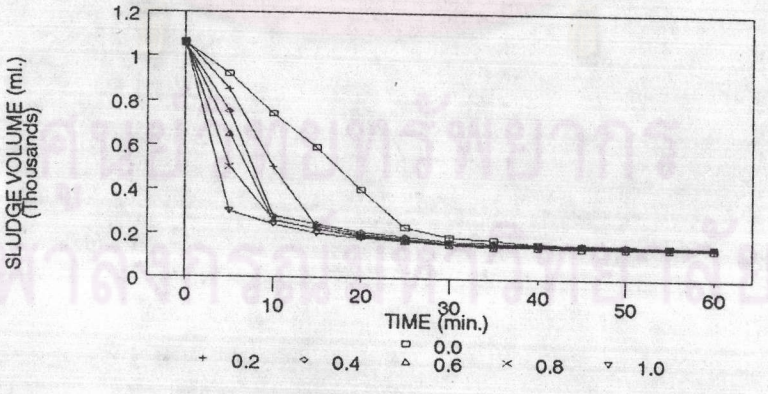
รูปที่ 4.7 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.8 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

การทดลองใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการตกตะกอนผลึกโครเมียม พบว่าแมกนีเซียมออกไซด์ละลายน้ำได้ไม่ดีนัก จึงนำแมกนีเซียมออกไซด์ไปอุ่นให้มีอุณหภูมิประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยให้แมกนีเซียมออกไซด์ละลายได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะมีผลให้การทำปฏิกิริยาได้ดียิ่งขึ้น

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

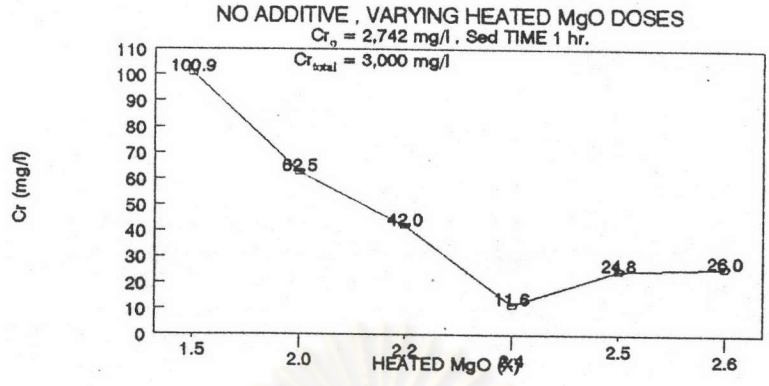
- ผลของการทดสอบในการใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นโดยทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย 2,742 มิลลิกรัมต่อลิตร โครเมียมทั้งหมด 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดูรูปที่ 4.9)พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นเป็น 1.5, 2.0, 2.2, 2.4, 2.5 และ 2.6 เท่าค่าพีเอชของน้ำส่วนบนจะเพิ่มขึ้นเป็น 6.29, 7.22, 7.72, 8.16, 8.80 และ 8.94 ตามลำดับ และปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนจะลดลงเป็น 100.9, 62.5, 42, 11.6, 24.8 และ 26 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 96.6, 97.9, 98.6, 99.6, 99.2 และ 99.1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึก พบว่าตะกอนผลึกจะตกเร็วในช่วง 20 นาทีแรกแล้วจะเริ่มคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกันประมาณ 300 มล./ล. เมื่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์เพิ่มขึ้นปริมาณตะกอนผลึกจะเพิ่มขึ้นด้วย

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

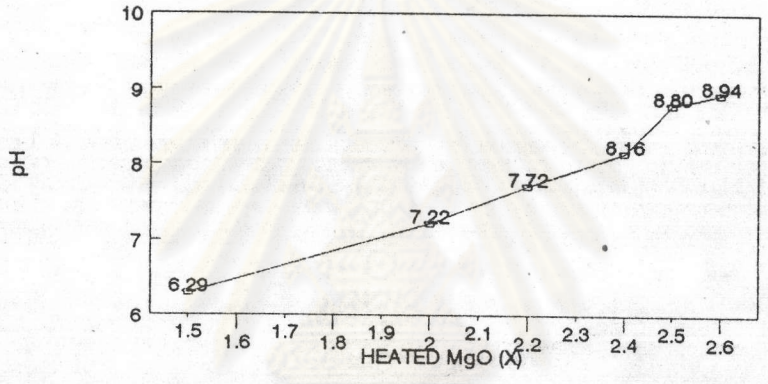
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,820 และ 4,780 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.10) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้มข้น 2 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกันคือ 8.92, 8.91, 8.91, 8.93, 8.93 และ 8.88 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 8.6, 7.6, 8.5, 8.4, 7.5 และ 5.5 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.8, 99.8, 99.8, 99.8, 99.8 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนพบว่าช่วง 25 นาทีแรกการใช้โพลีเมอร์ประจุลบจะตกตะกอนผลึกได้เร็วกว่า หลังจากนั้นปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกันจนกระทั่งเวลาผ่านไป 60 นาที จะมีปริมาณตะกอนผลึกเท่ากันประมาณ 300 มล./ล.

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

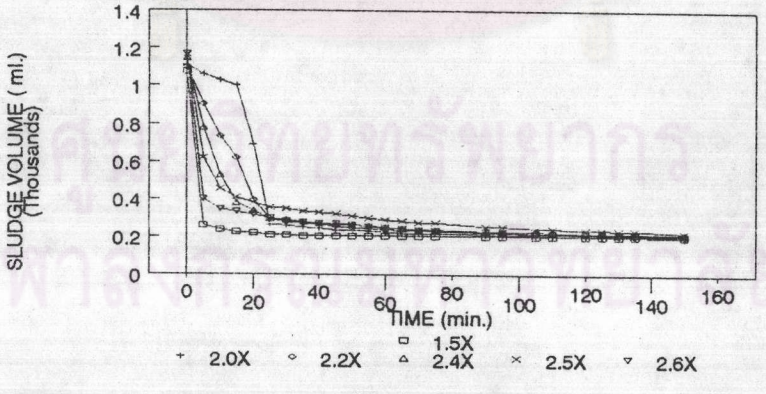
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,820 และ 4,780 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.11) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้ม



(ก)



(ข)

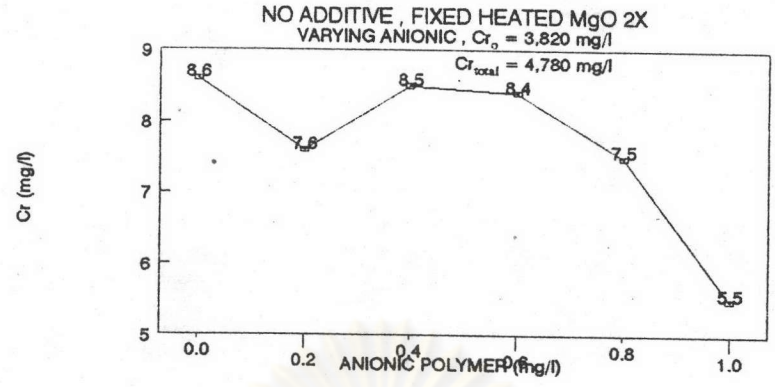


(ค)

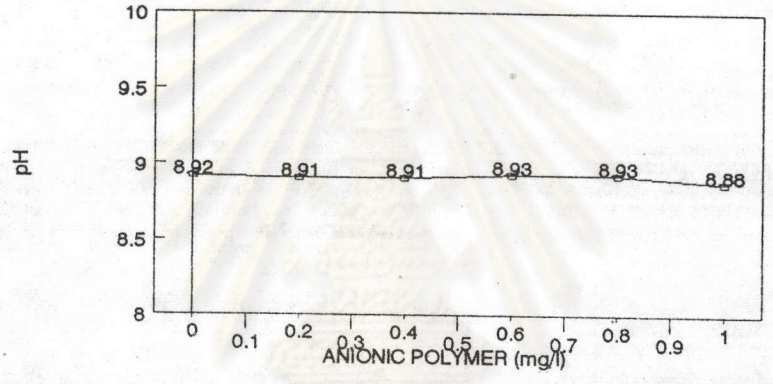
รูปที่ 4.9 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

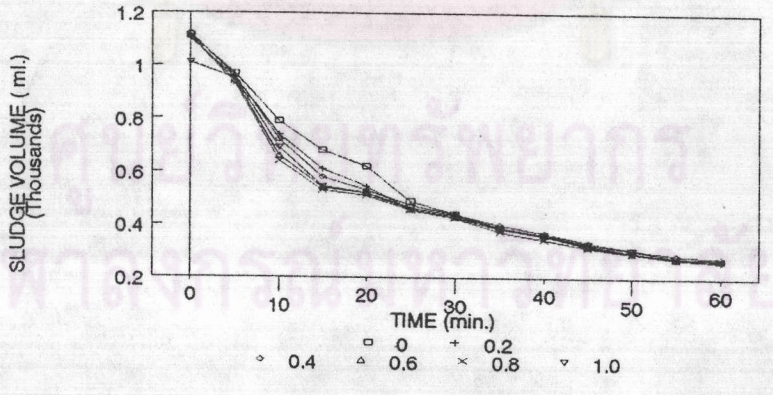
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)

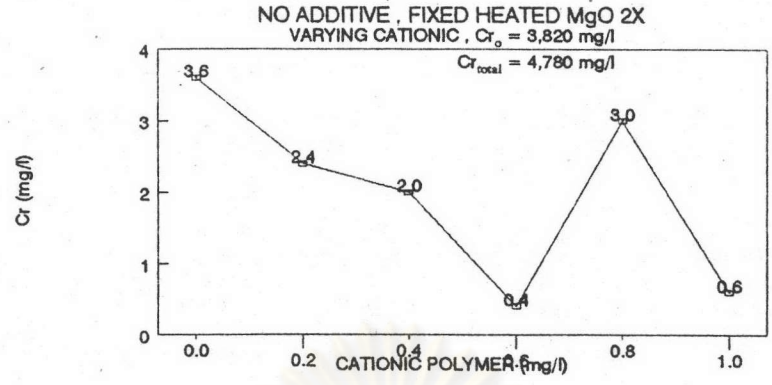


(ข)

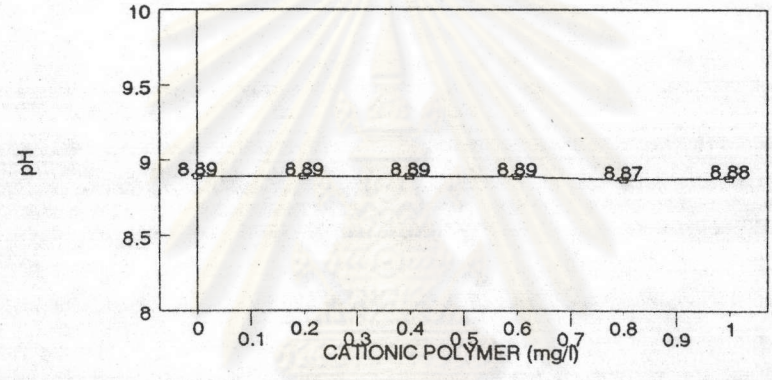


(ค)

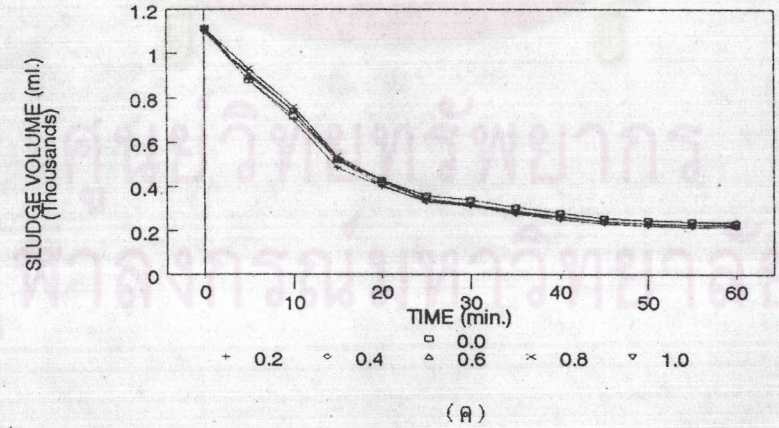
รูปที่ 4.10 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.11 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

ข้น 2 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.89, 8.89, 8.89, 8.89, 8.87 และ 8.88 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 3.6, 2.4, 2.0, 0.4, 3.0 และ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.9, 99.9, 100, 100, 99.9 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกันมาก คือ โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น ช่วง 30 นาทีแรกจะตกตะกอนผลึกได้เร็วและเริ่มคงที่ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 60 นาทีมีปริมาณตะกอนผลึกประมาณ 250 มล./ล.

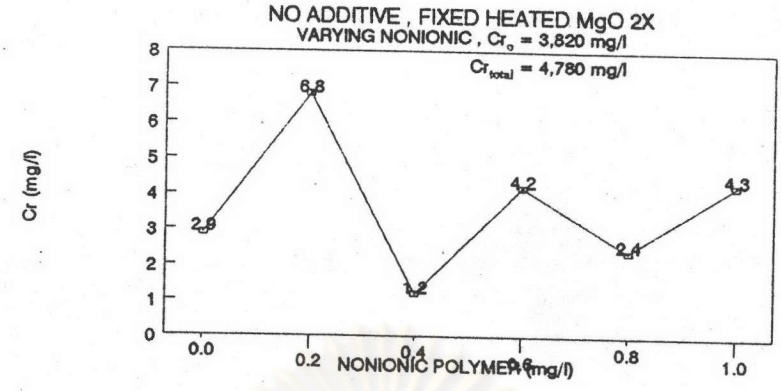
จ) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,820 และ 4,780 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.12) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้มข้น 2 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.90, 8.92, 8.92, 8.88, 8.92 และ 8.86 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 2.9, 6.8, 1.2, 4.2, 2.4 และ 4.3 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.9, 99.9, 100, 99.9, 99.9 และ 99.9เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน คือโพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้นช่วง 15 นาทีแรกจะตกตะกอนผลึกได้เร็ว และเริ่มคงที่ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 60 นาทีมีปริมาณตะกอนผลึกต่ำกว่า 300 มล./ล.

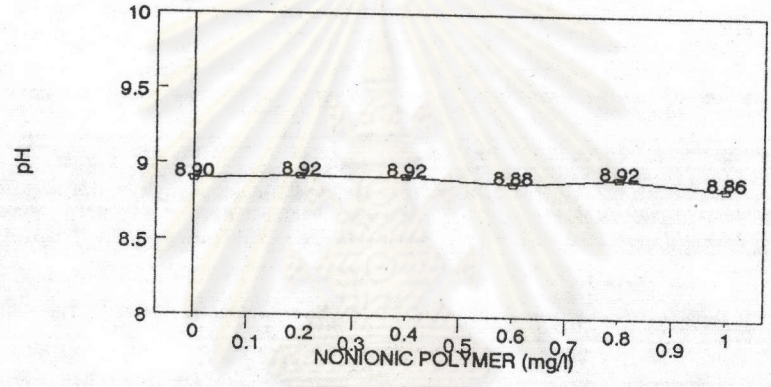
จ) สรุปการใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่น และแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับสารรวมตะกอน

- ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นที่เหมาะสม คือ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกพีเอชที่เหมาะสม คือ 8.9 สามารถตกตะกอนผลึกได้ใน 1 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์ช่วยในการตกตะกอนผลึก เอสวี 60 นาทีประมาณ 210-265 มล./ล.ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 98-100 เปอร์เซ็นต์

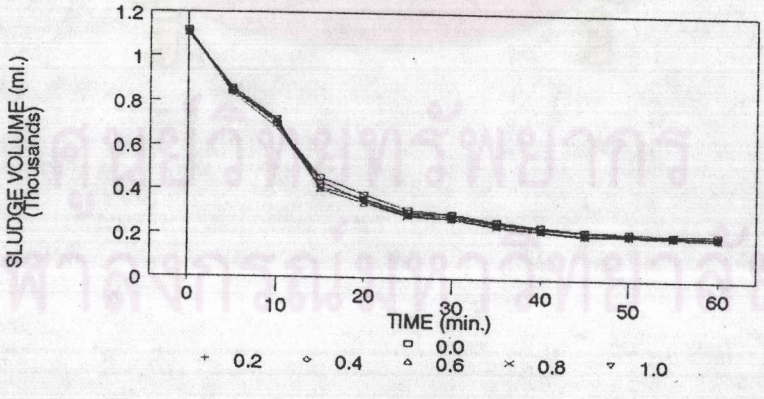
จากผลการทดลอง พบว่าการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ไม่จำเป็นต้องนำไปอุ่น เนื่องจากประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมไม่ต่างจากการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ไม่อุ่นและปริมาตรตะกอนผลึกก็มากกว่า ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนมากขึ้น รวมทั้งสิ้นเปลืองพลังงานในการให้ความร้อนด้วย



(ก)



(ข)



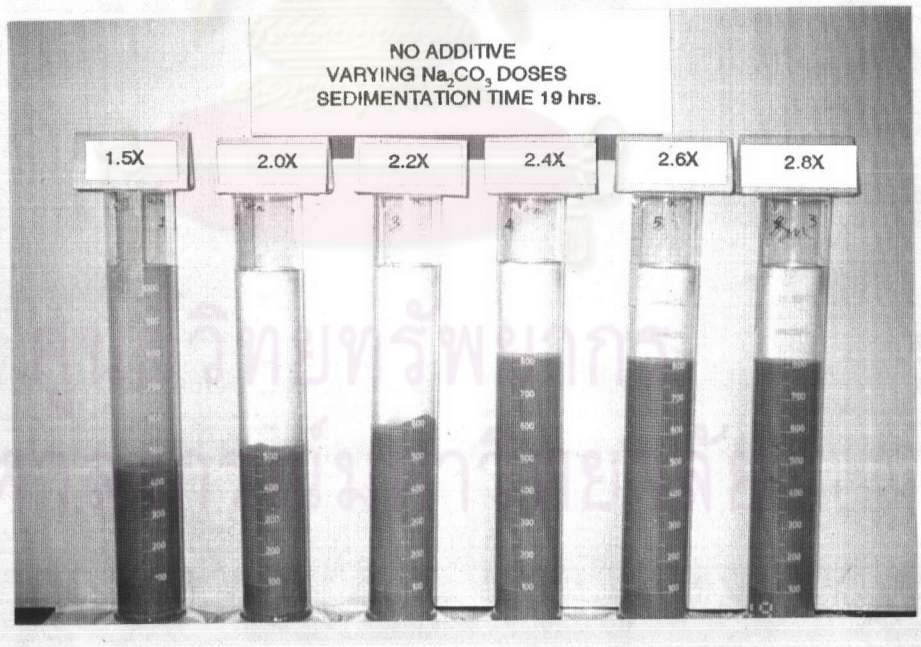
(ค)

รูปที่ 4.12 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

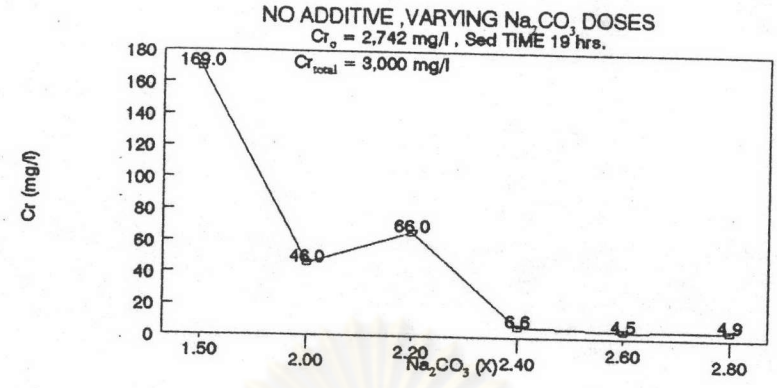
4.3.1.3) การใช้โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับสารรวมตะกอน

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

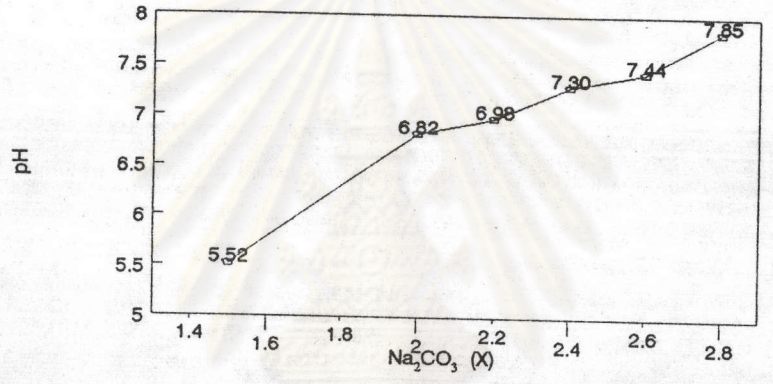
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนต โดยทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 2,742 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.13) พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคาร์บอเนตเป็น 1.5,2.0, 2.2, 2.4, 2.6 และ 2.8 เท่า ค่าพีเอชของน้ำส่วนบนเพิ่มขึ้นเป็น 5.52, 6.82, 6.98, 7.30, 7.44 และ 7.85 ตามลำดับ และปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 169, 46, 66, 6.6, 4.5 และ 4.9 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 94.4, 98.5, 97.8, 99.8, 99.9 และ 99.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกอนผลึกเมื่อตั้งทิ้งไว้ 19 ชั่วโมงจะมีปริมาณ 400, 540, 505, 610, 640 และ 665 มิลลิลิตร(ภาพที่ 4.2)โดยเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคาร์บอเนตเพิ่มขึ้นปริมาณตะกอนผลึกจะเพิ่มขึ้นด้วย



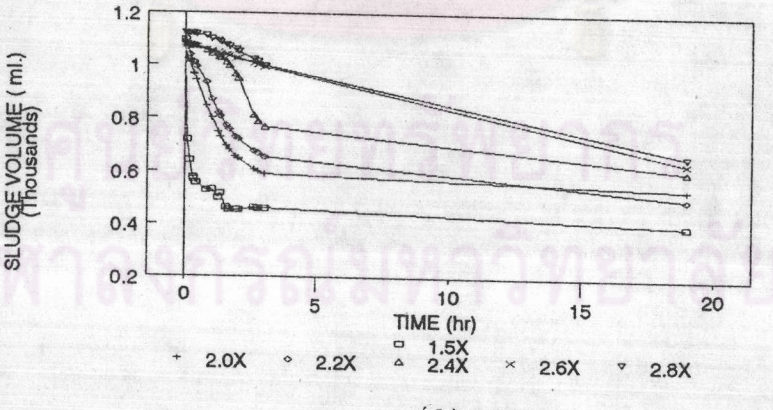
ภาพที่ 4.2 ปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากการตกตะกอนผลึกด้วยน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นต่าง ๆ หลังทิ้งไว้ 19 ชม.



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.13 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียมเป็นเวลา 19 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

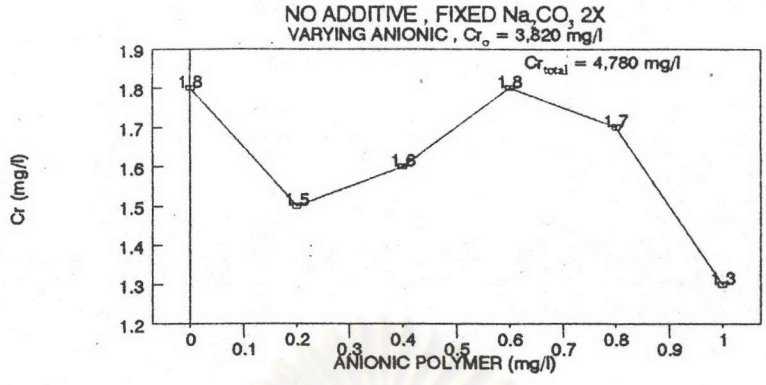
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,820 และ 4,780 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.14)โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 2 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.22, 8.21, 8.28, 8.24, 8.24 และ 8.23 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1.8, 1.5, 1.6, 1.8, 1.7 และ 1.3 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 100, 100, 100, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณผลึกตะกอนจะใกล้เคียงกัน คือโพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกผลึกตะกอนได้เร็วขึ้นหลังจากตั้งทิ้งไว้ 15 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกจะเป็น 965, 960, 948, 965, 960 และ 970 มล./ล.ตามลำดับ

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

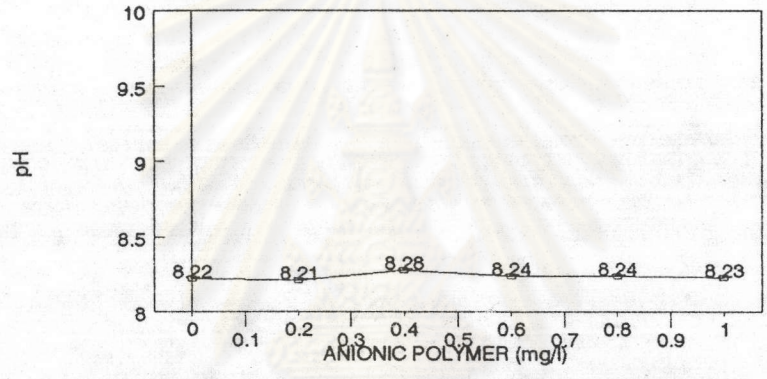
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย และโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,820 และ 4,780 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.15) โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 2 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.26, 8.27, 8.33, 8.22, 8.28 และ 8.26 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบน เท่ากับ 1.8, 1.7, 1.7, 2.0, 3.7 และ 4.4 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 100, 100, 100, 100, 99.9 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น หลังจากตั้งทิ้งไว้ 15 ชั่วโมงมีตะกอนผลึก 980, 970,745 , 975 , 610 และ 763 มล./ล.ตามลำดับ

ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

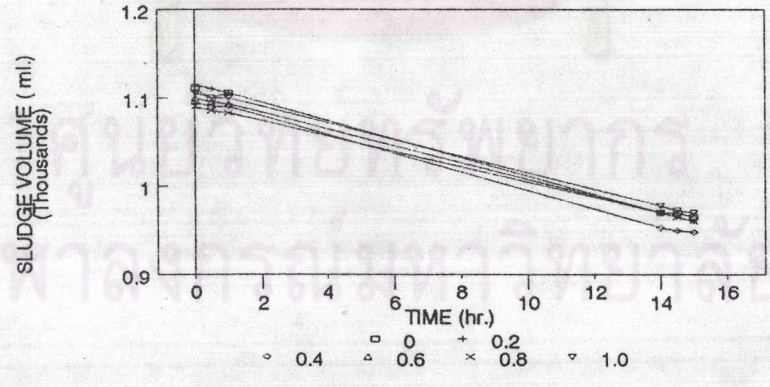
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,663 และ 5,100 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.16)โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 2 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.16, 8.15, 8.11, 8.14, 7.90 และ 8.13 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1.8, 1.7, 1.7, 1.8, 1.9 และ 1.7 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 100, 100, 100, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะ



(ก)

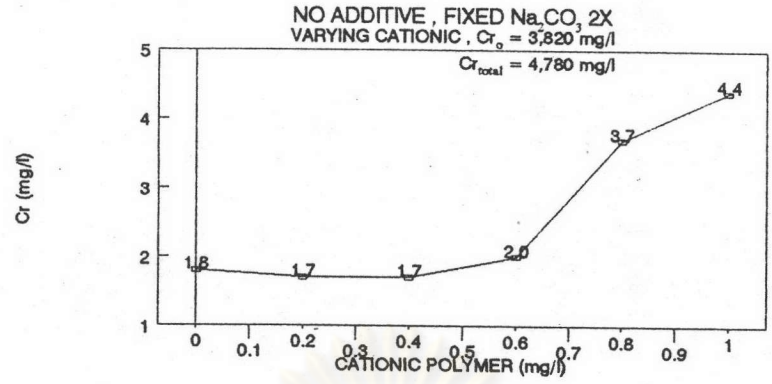


(ข)

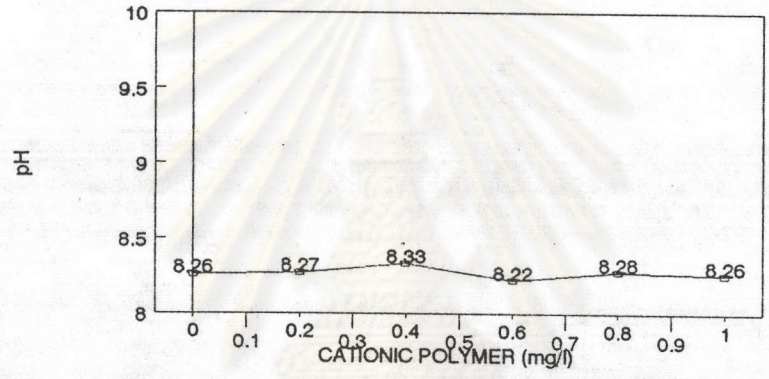


(ค)

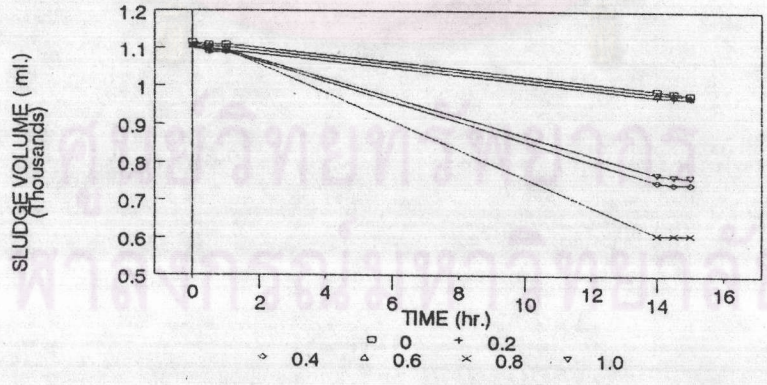
รูปที่ 4.14 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียมเป็นเวลา 15 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)

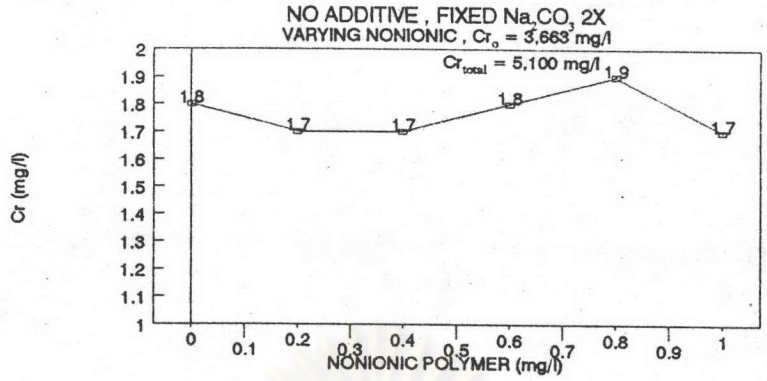


(ข)

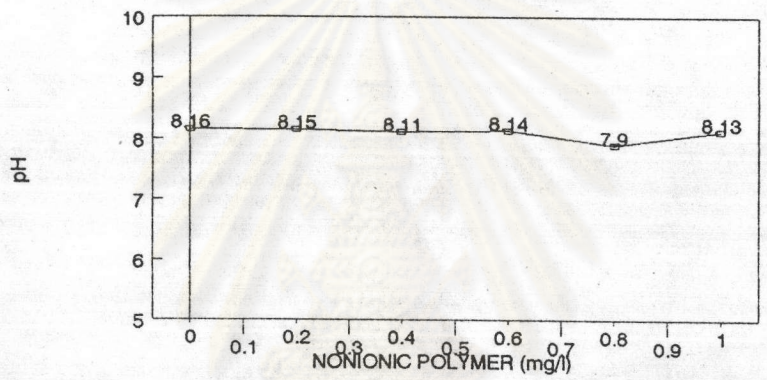


(ค)

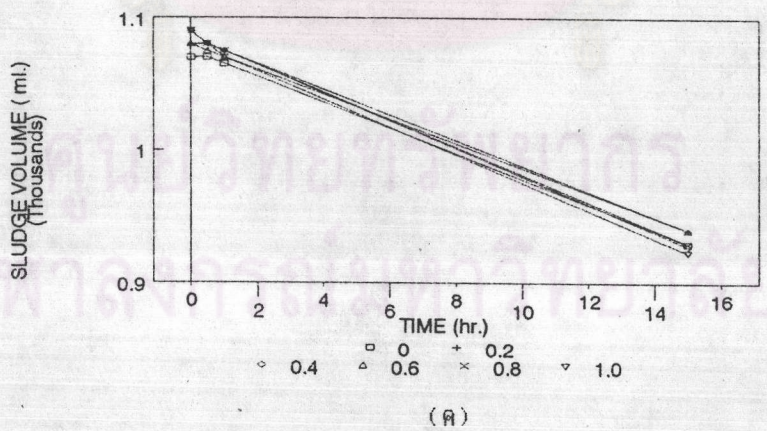
รูปที่ 4.15 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียมเป็นเวลา 15 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.16 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 15 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

กอนผลึกใกล้เคียงกัน โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น หลังจากตั้งทิ้งไว้ 15 ชั่วโมงมีตะกอนผลึก 930, 940 ,928, 940, 930 และ 923 มล./ล.ตามลำดับ

จ) สรุปการใช้โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับสารรวมตะกอนผลึก

- ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่เหมาะสม คือ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก พีเอชที่เหมาะสม คือ 8.2 ใช้เวลานานในการจมตัวของตะกอนผลึก ประมาณ 15-19 ชั่วโมง โพลีเมอร์ไม่ช่วยในการตกตะกอนผลึก ตะกอนผลึกเป็นปุยไม่แน่น ปริมาตรหลังทิ้งไว้ 15-19 ชั่วโมงประมาณ 540-980 มล./ล.ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 99-100 เปอร์เซ็นต์

4.3.1.4) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวและแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับสารรวมตะกอน

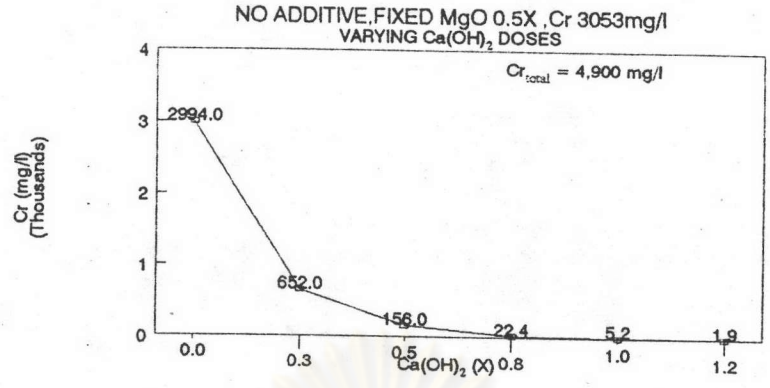
การศึกษาการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการตกตะกอนผลึกโครเมียมให้ประสิทธิภาพที่ดี แต่ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีสูงจึงจะลดค่าใช้จ่ายโดยใช้ปูนขาวร่วมด้วย โดยจะศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาของสารทั้ง 2 ชนิด

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

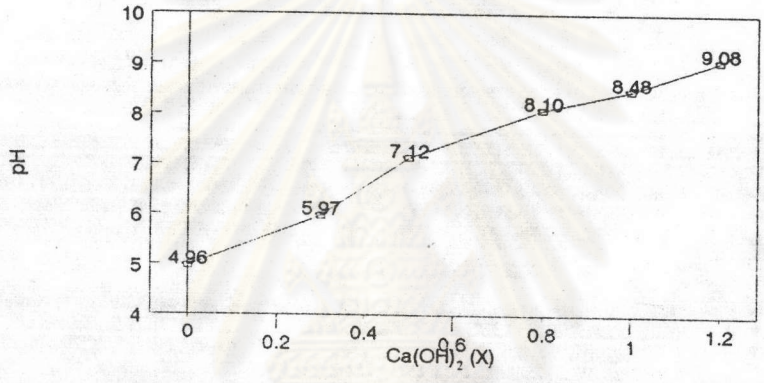
- ผลการศึกษาการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,053 และ 4,900 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.17) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 0.5 เท่าร่วมกับปูนขาวความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0 และ 1.2 เท่า (0 เท่า คือไม่มีการเติมปูนขาวเพื่อใช้เปรียบเทียบ) พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณปูนขาวที่เติม คือ 4.96 , 5.97, 7.12, 8.10, 8.48 และ 9.08 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนจะลดลงเป็น 2,994 , 652, 156, 22.4, 5.2 และ 1.9 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 38.9, 86.7, 96.8, 99.5, 99.9 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกอนผลึกขึ้นอยู่กับปริมาณปูนขาวที่เติม คือ ปริมาณตะกอนผลึกเพิ่มขึ้นตามปริมาณปูนขาวที่เติม บีกเกอร์ที่ไม่มีการเติมปูนขาวจะไม่เกิดตะกอนผลึก ส่วนที่เติมปูนขาวจะค่อย ๆ ตกตะกอนผลึกอย่างช้าๆ มีเพียงบีกเกอร์ที่เติมปูนขาว 0.3 และ 0.5 เท่าจะตกตะกอนได้เร็วกว่าที่เหลือ และหลังจากตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนที่ได้จะเป็น 0, 275, 470, 845, 800 และ 790 มล./ล.ตามลำดับ (ภาพที่ 4.3)

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

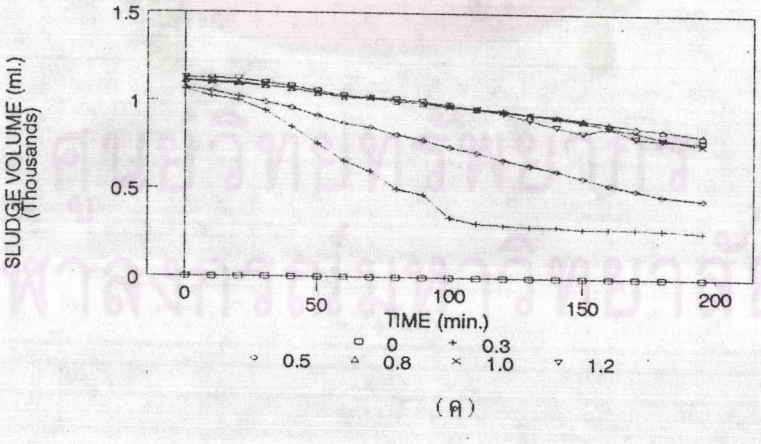
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วม



(ก)



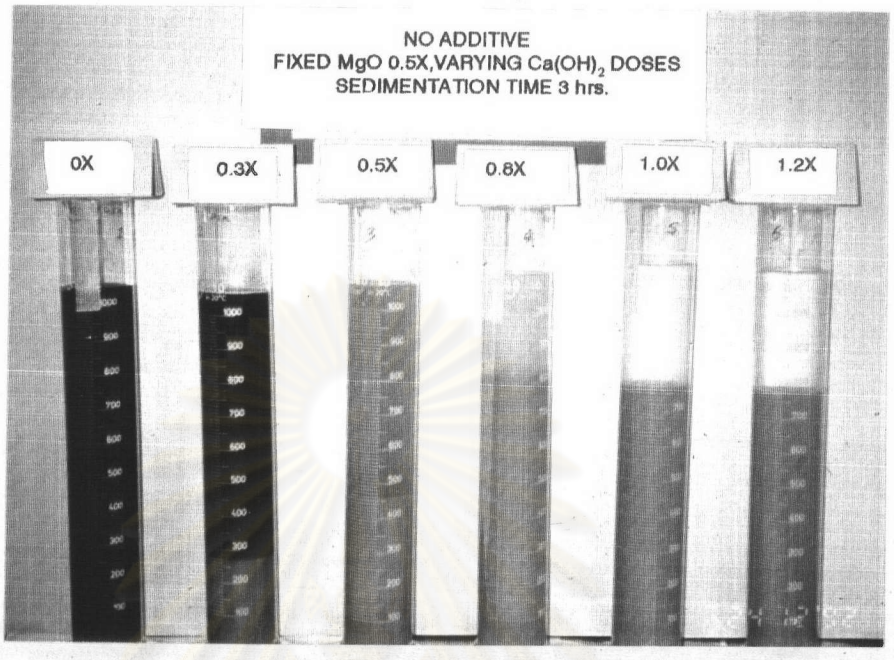
(ข)



(ค)

รูปที่ 4.17 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 0.5 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับปูนขาวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

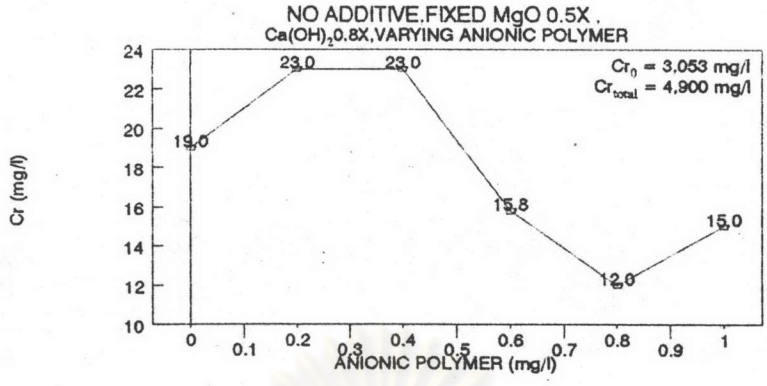


ภาพที่ 4.3 ปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากการตกตะกอนผลึกด้วยน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ 0.5 เท่าร่วมกับปูนขาวความเข้มข้นต่าง ๆ หลังทิ้งไว้ 3 ชม.

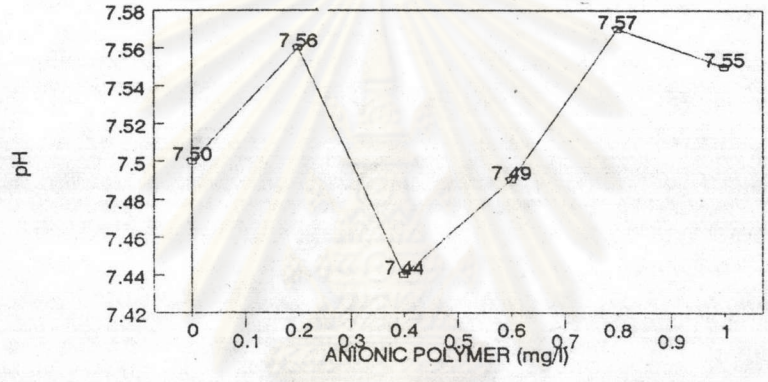
กับโพลีเมอร์ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 3,053 และ 4,900 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.18)โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 0.5 เท่าและปูนขาว 0.8 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยคือ 7.50, 7.56, 7.44, 7.49, 7.57 และ 7.55 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 19.0, 23, 23, 15.8, 12 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.6, 99.5, 99.5, 99.7, 99.8และ99.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน คือโพลีเมอร์ประจุลบจะไม่ช่วยในการตกตะกอนผลึกให้เร็วขึ้น หลังจากตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 790, 770, 775, 730, 710 และ 700 มล./ล.ตามลำดับ

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

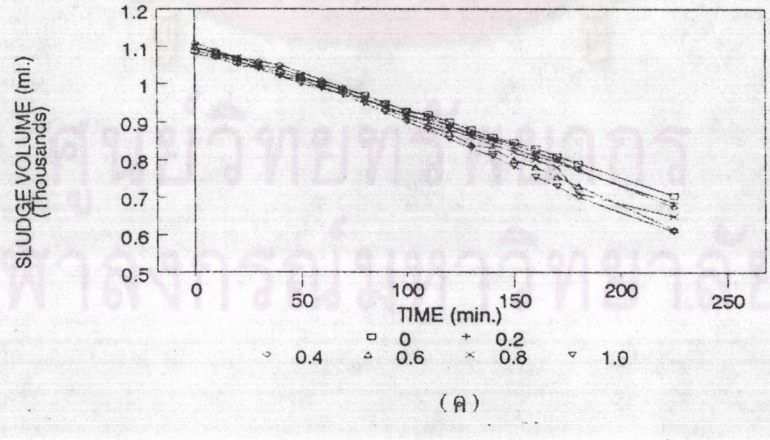
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วม



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.18 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 0.5 เท่ากับปูนขาว 0.8 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

กับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมด เท่ากับ 3,053 และ 4,900 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.19) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 0.5 เท่า และปูนขาว 0.8 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยคือ 7.52, 7.63, 7.52, 7.51, 7.53และ 7.37 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 9.6, 6.6, 10.1, 10, 7.5 และ 8.2 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.8, 99.9, 99.8, 99.8, 99.8 และ 99.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอน และปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน คือ โพลีเมอร์ประจุบวกไม่ช่วยในการตกตะกอนผลึกให้เร็วขึ้น หลังจากตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 835 , 820, 810, 830, 820 และ 860 มล./ล.ตามลำดับ

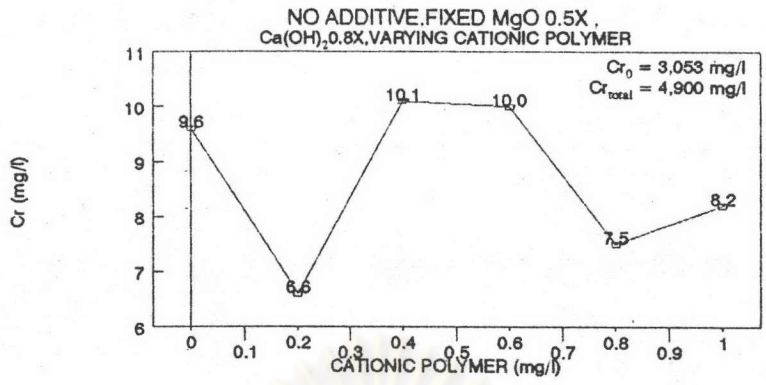
ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมด เท่ากับ 3,053 และ 4,900 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.20) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 0.5 เท่า และปูนขาว 0.8 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยคือ 7.35, 7.40, 7.33, 7.36, 7.38 และ 7.46 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 21.8, 5.6, 9.0, 15.8, 12.2 และ 10.8 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียม เท่ากับ 99.6, 99.9, 99.8, 99.7, 99.8 และ 99.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกในตอนแรกใกล้เคียงกัน เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงโพลีเมอร์ไร้ประจุช่วยให้ตะกอนผลึกตกได้เร็วขึ้น หลังจากตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 895, 870, 865, 750, 740 และ 660 มิลลิลิตรตามลำดับ

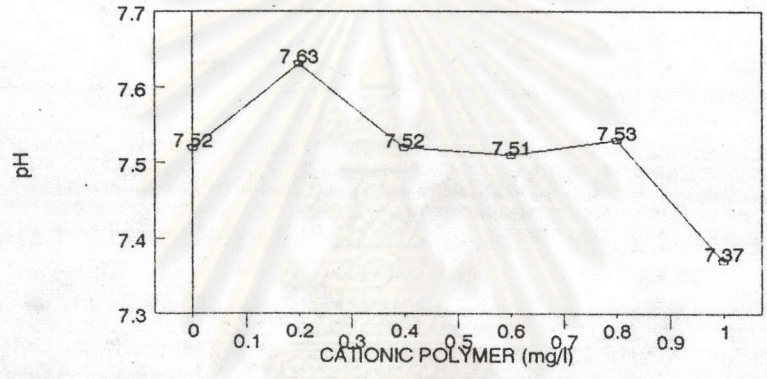
จ) สรุปการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว และแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับสารรวมตะกอน

- อัตราส่วนแมกนีเซียมออกไซด์ต่อปูนขาวที่เหมาะสม คือ 0.5 ต่อ 0.8 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก พีเอชที่เหมาะสม 7.4-7.5 ใช้เวลาในการตกตะกอน 3 ชั่วโมง ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียม 100 เปอร์เซ็นต์

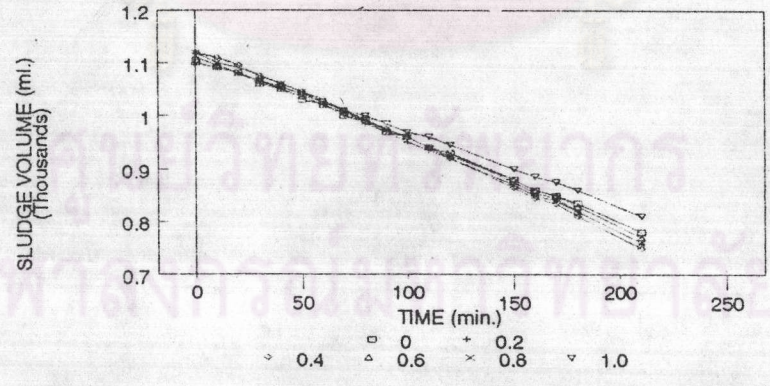
4.3.1.5) สรุปการตกตะกอนผลึกโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริง



(ก)



(ข)

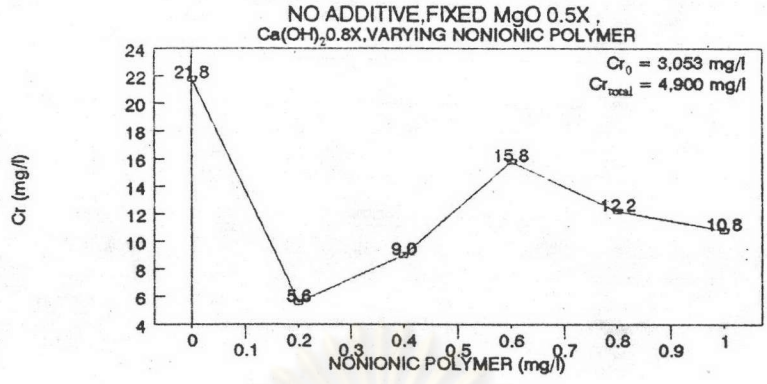


(ค)

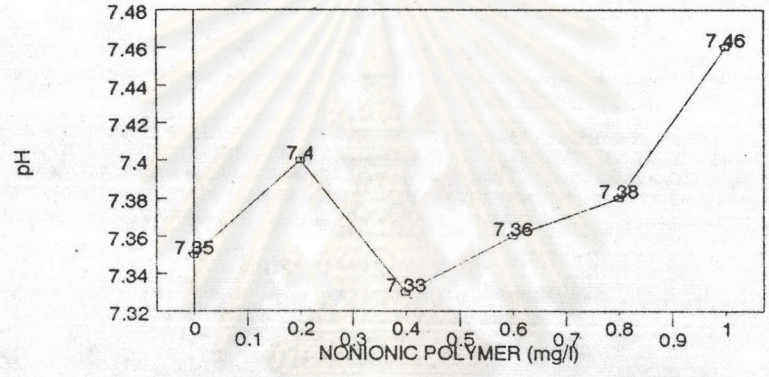
รูปที่ 4.19 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 0.5 เท่ากับปูนขาว 0.8 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

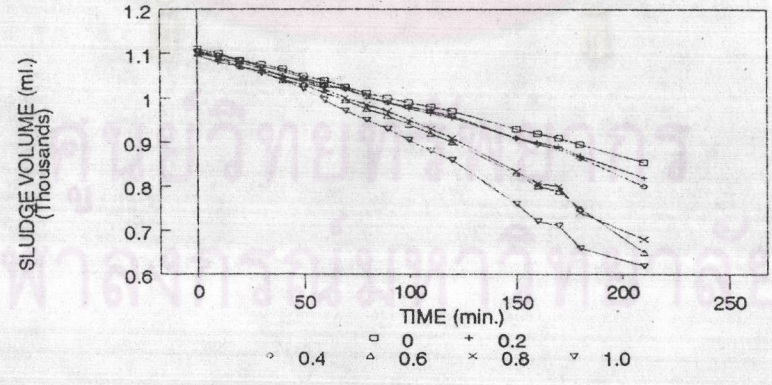
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.20 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 0.5 เท่ากับปูนขาว 0.8 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมประมาณ 98-100 เปอร์เซ็นต์ การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ตะกอนผลึกตกได้เร็วที่สุด (1 ชั่วโมง) โดยไม่ต้องนำไปอุ่น เพราะสิ้นเปลืองพลังงานและผลที่ได้ใกล้เคียงกัน โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกดีขึ้น การใช้โซเดียมคาร์บอเนตตะกอนผลึกมีลักษณะเป็นปุยไม่แน่น ตกช้า โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตะกอนผลึกจมตัวได้เร็วขึ้น การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี แต่ต้องใช้เวลาตกตะกอนนานกว่า (3 ชั่วโมง)

4.3.2 การตกตะกอนผลึกโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริง

การศึกษาจะทำการทดสอบเช่นเดียวกับน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียม

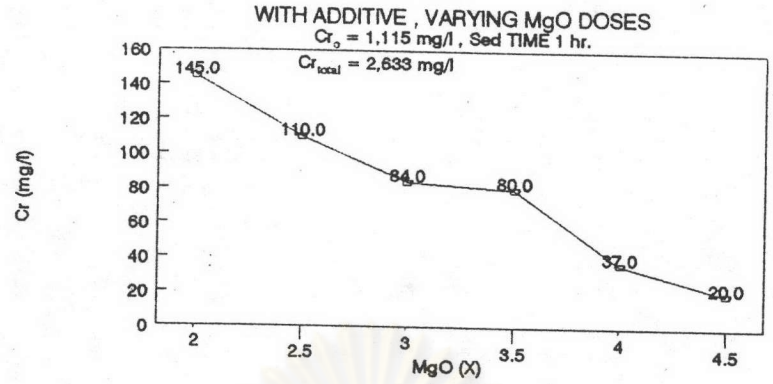
4.3.2.1) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับสารรวมตะกอน

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

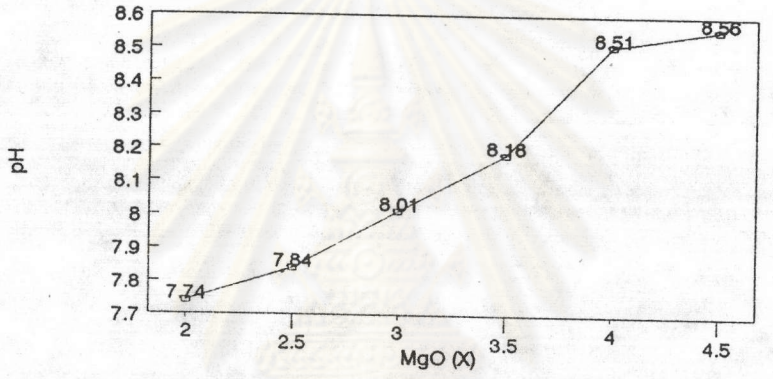
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ โดยทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย 1,115 มิลลิกรัมต่อลิตร โครเมียมทั้งหมด 2,633 มิลลิกรัมต่อลิตร(ดูรูปที่ 4.21)พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์เป็น 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ค่าพีเอชของน้ำส่วนบนเพิ่มขึ้นเป็น 7.74, 7.84, 8.01, 8.18, 8.51 และ 8.56 ตามลำดับและปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนลดลงเป็น 145, 110, 84, 80, 37 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 94.6, 95.9, 96.8, 97.0, 98.6 และ 99.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอน และปริมาณตะกอนผลึกพบว่าสารช่วยตริงโครเมียมทำให้ตะกอนผลึกตกช้าลงและต้องใช้แมกนีเซียมออกไซด์ปริมาณมากขึ้นในการทำปฏิกิริยา ปริมาณตะกอนผลึกลดลงตามปริมาณสารที่เติม หลังจากตั้งทิ้งไว้ 60 นาทีปริมาณตะกอนผลึกเป็น 670, 620, 520, 400, 250 และ 220 มล./ล.ตามลำดับ (ภาพที่ 4.4)

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

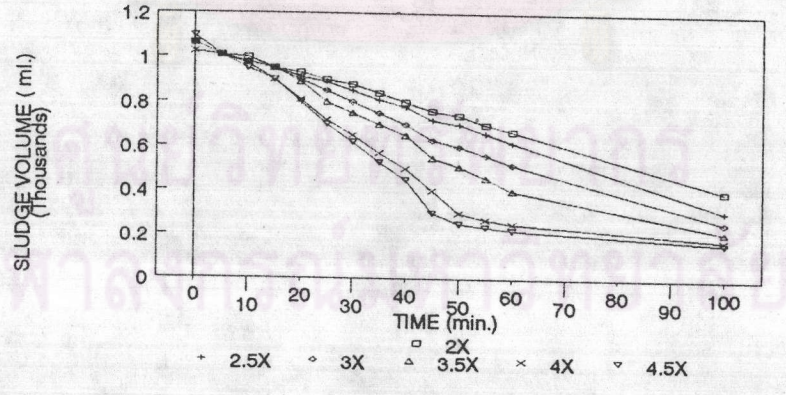
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,115 และ 2,633มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.22) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 4 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.51, 8.50, 8.48, 8.47, 8.50 และ 8.49 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 35, 28, 32, 34, 36 และ 38



(ก)



(ข)

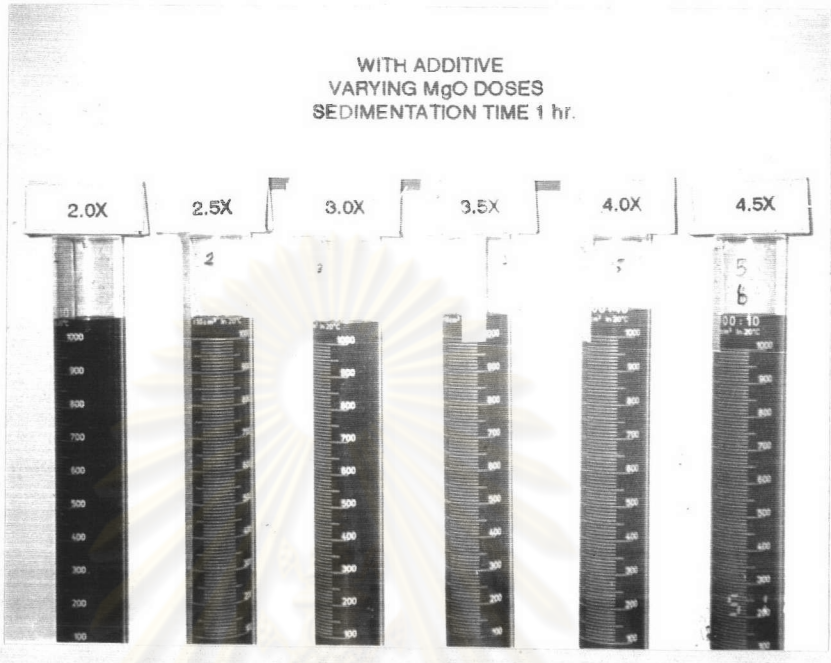


(ค)

รูปที่ 4.21 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

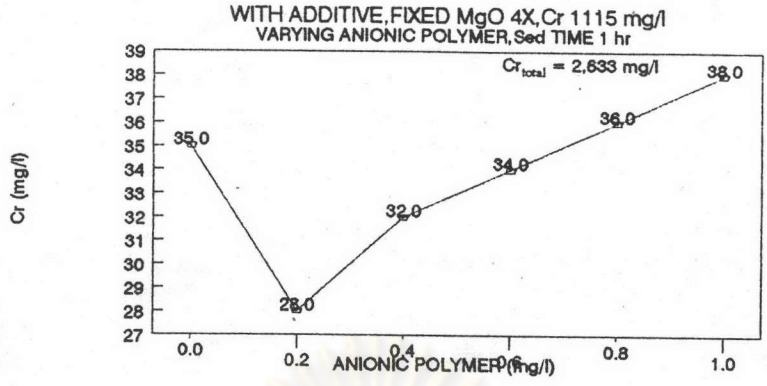


ภาพที่ 4.4 ปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากการตกตะกอนผลึกด้วยน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้นต่าง ๆ หลังทิ้งไว้ 1 ชม.

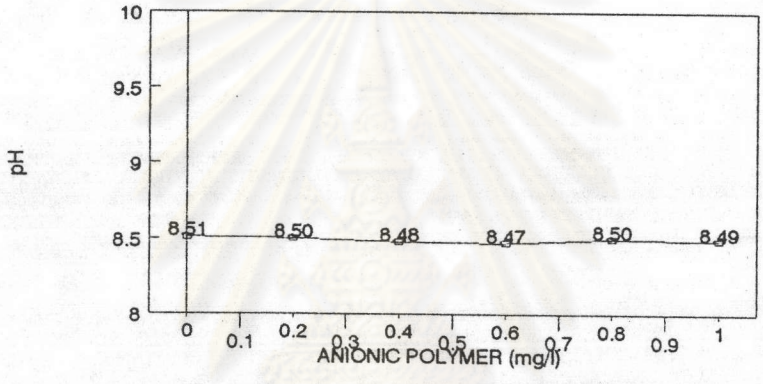
มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.7, 98.9, 97.8, 98.7, 98.6 และ 98.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอน พบว่าโพลีเมอร์ประจุลบช่วยให้ตะกอนผลึกตกได้ดีขึ้นคือช่วง 5 นาทีแรกตกผลึกได้เร็วแล้วค่อย ๆ คงที่ แต่ที่ไม่เติมโพลีเมอร์จะตกตะกอนอย่างช้า ๆ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 60 นาทีมีปริมาณตะกอนเท่ากับ 220, 150, 160, 155, 170 และ 170 มล./ล.ตามลำดับ

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

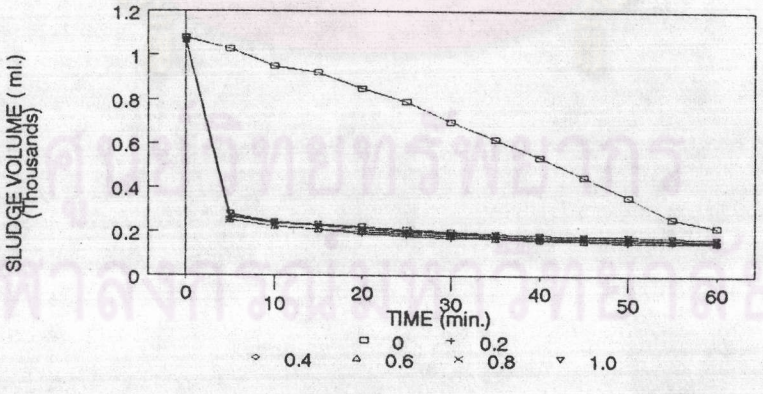
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,115 และ 2,633 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ(ดูรูปที่ 4.23) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 4 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกันคือ 8.50, 8.52, 8.53, 8.51, 8.51 และ 8.50 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 37, 37, 36, 35, 32 และ 32 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.6,



(ก)



(ข)

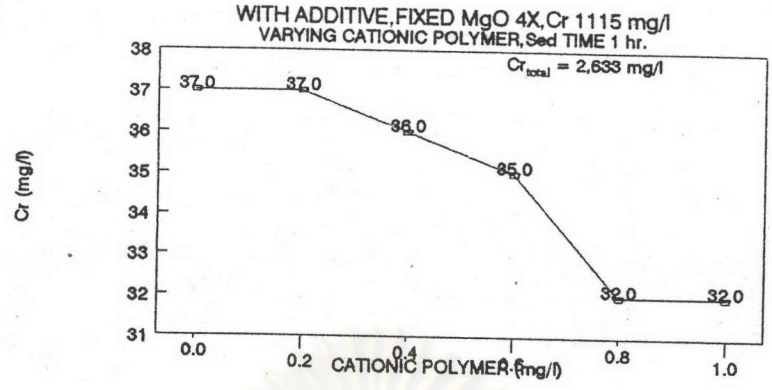


(ค)

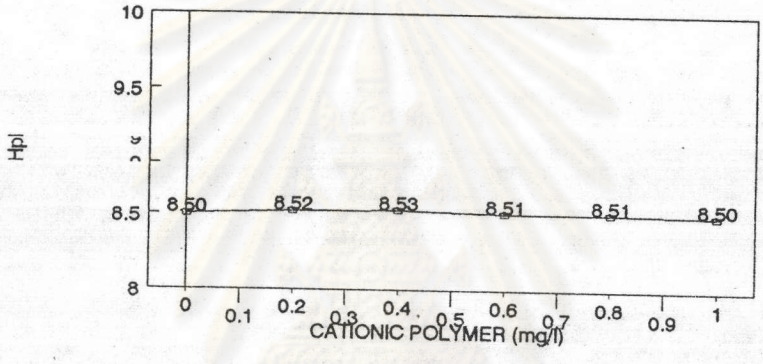
รูปที่ 4.22 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 4เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

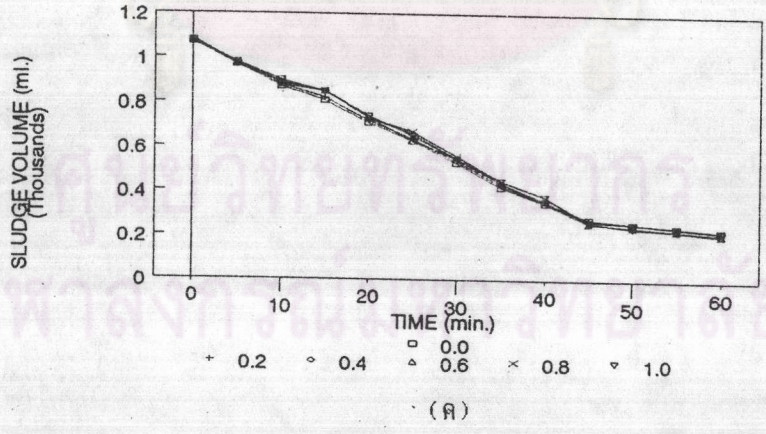
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.23 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

98.6, 98.6, 98.7, 98.8 และ 98.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกันมาก โพลีเมอร์ประจุบวกไม่ช่วยให้ตะกอนผลึกตกได้เร็วขึ้น หลังจากตั้งทิ้งไว้ 60 นาทีปริมาณตะกอนเป็น 230, 225, 230, 210, 215 และ 210 มล./ล.ตามลำดับ

ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,115 และ 2,633 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่4.24) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 4 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.50, 8.49, 8.48, 8.48, 8.48 และ 8.50 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ33, 37, 40, 36, 36 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.7, 98.6, 98.5, 98.6, 98.6 และ 98.7เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกันมาก โพลีเมอร์ไร้ประจุไม่มีผลต่อการตกตะกอน หลังจากตั้งทิ้งไว้ 60 นาทีปริมาณตะกอนจะเป็น 220, 180, 185, 170, 170 และ 170 มล./ล.ตามลำดับ

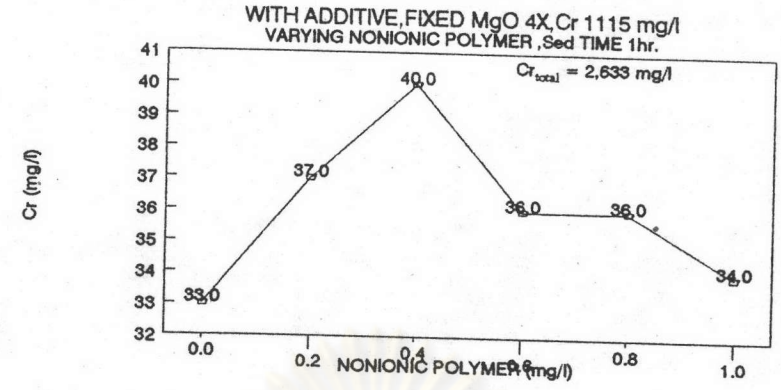
จ) สรุปการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับสารรวมตะกอน

- ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เหมาะสม คือ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกพีเอชที่เหมาะสมคือ 8.5 เอสวี 60 นาทีประมาณ 220-250 มล./ล.(ไม่เติมโพลีเมอร์) โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วยตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น ในเวลา 5 นาทีปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 150 มล./ล. ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

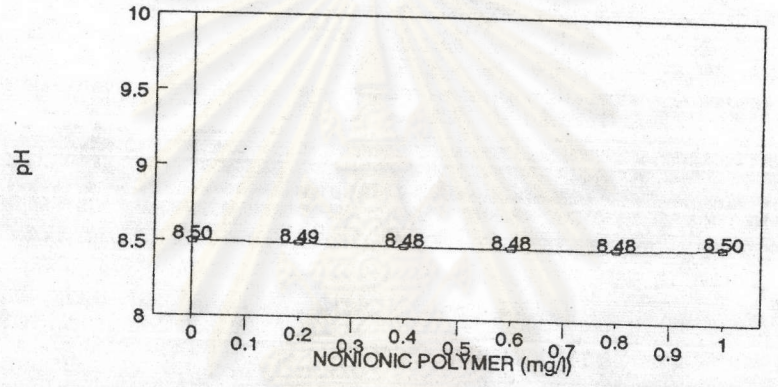
4.3.2.2) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่น และแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับสารรวมตะกอน

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

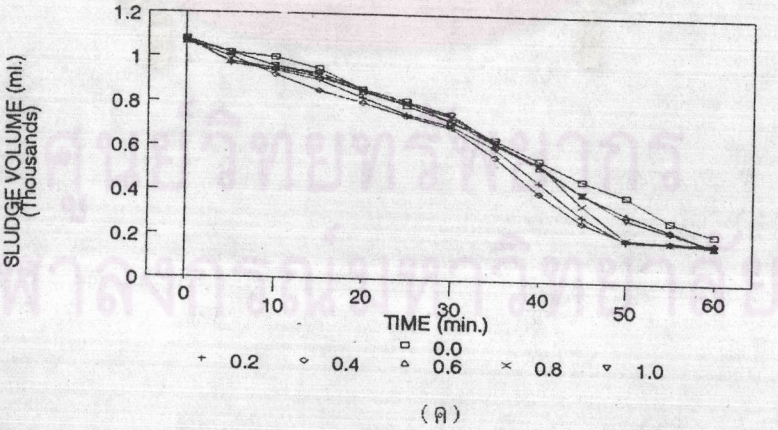
- ผลของการทดสอบในการใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นโดยทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย 1,115มิลลิกรัมต่อลิตรโครเมียมทั้งหมด2,633มิลลิกรัมต่อลิตร (ดูรูปที่ 4.25) พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นเป็น2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 เท่า พีเอชของน้ำส่วนบนเพิ่มขึ้นเป็น 7.75, 7.82, 7.98, 8.20, 8.55 และ 8.58 ตามลำดับและปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนลดลงเป็น 133, 104, 79, 70, 34 และ13 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 94.9, 96.0, 97.0, 97.3, 98.7 และ 99.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกเหมือนกับการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ คือ ปริมาณตะกอนผลึกลดลงตามปริมาณสารที่เติม



(ก)

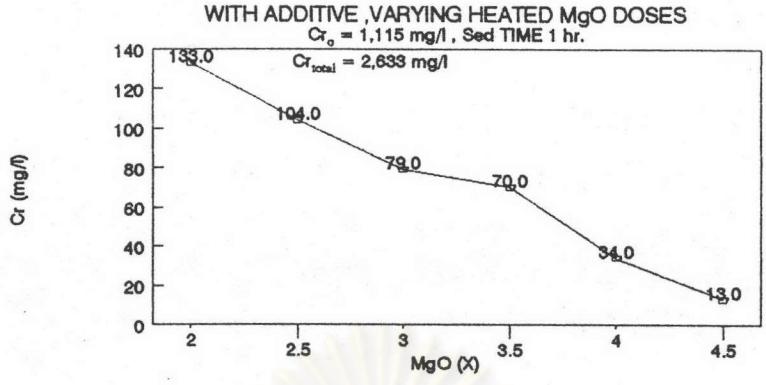


(ข)

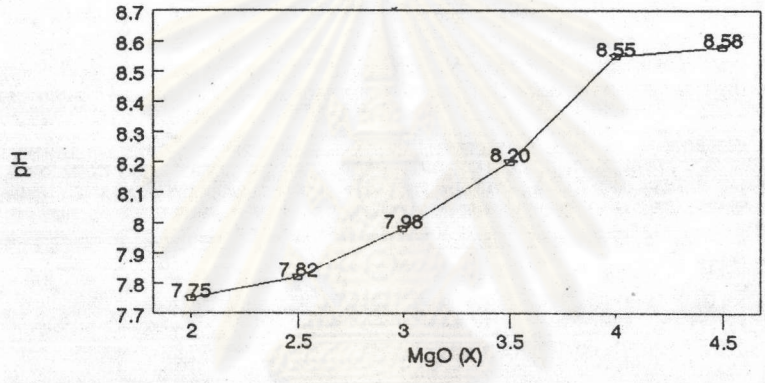


(ค)

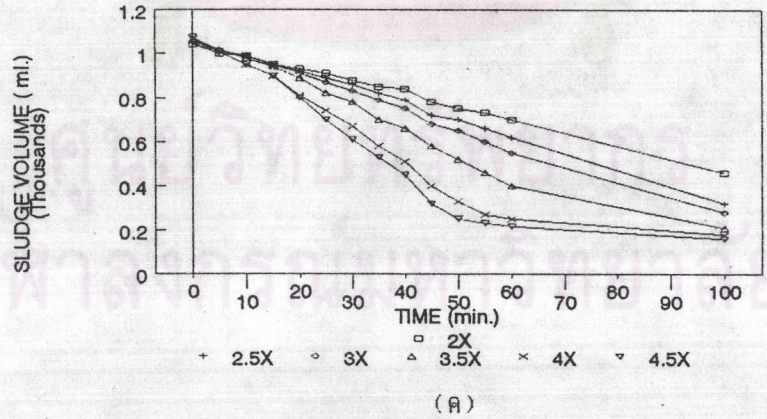
รูปที่ 4.24 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.25 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

แสดงว่าการเติมแมกนีเซียมออกไซด์มากจะได้ตะกอนที่แน่นกว่า เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีปริมาณตะกอนผลึกเป็น 700, 620, 550, 400, 250 และ 215 มล./ล.ตามลำดับ

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

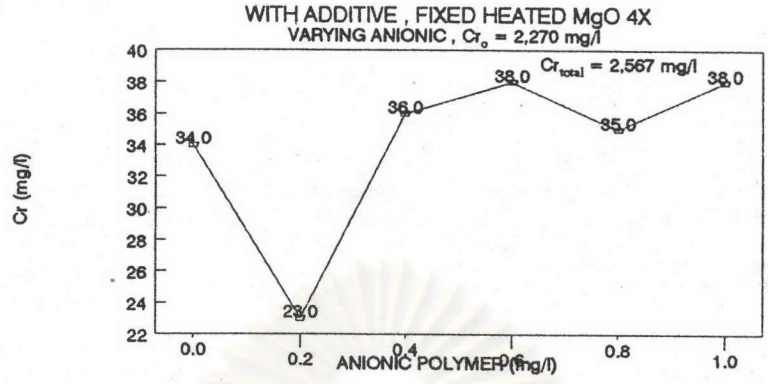
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 2,270 และ 2,567 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.26)โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้มข้น 4 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกันคือ 8.57, 8.58, 8.58, 8.57, 8.57 และ 8.58 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 34, 23, 36, 38, 35 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.7 , 99.1, 98.6, 98.5, 98.6 และ 98.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนพบว่าโพลีเมอร์ช่วยให้ตะกอนผลึกตกได้ดีขึ้น ที่ไม่เติมโพลีเมอร์ตกตะกอนช้า ส่วนที่เติมโพลีเมอร์ตั้งแต่ 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วง 5 นาทีแรกตกตะกอนผลึกได้เร็ว หลังจาก 25 นาทีปริมาณตะกอนผลึกเริ่มคงที่ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 60 นาทีมีปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 770, 340, 340, 310, 305 และ 290 มล./ล.ตามลำดับ

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

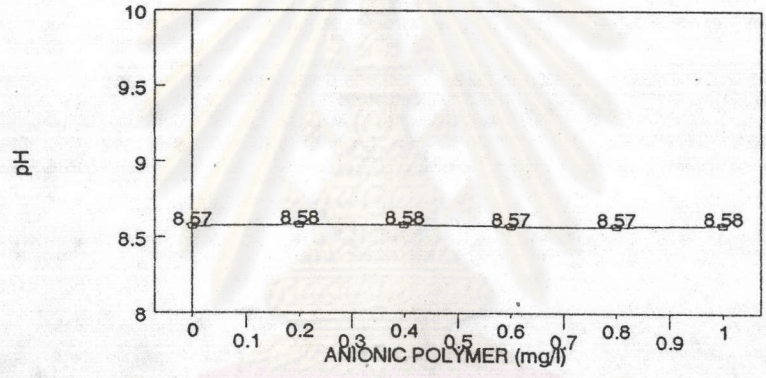
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 2,270 และ 2,567 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.27) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้มข้น 4 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกันคือ 8.53, 8.54, 8.53, 8.52, 8.52 และ 8.51 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 31.2, 32.3, 38.3, 38.7, 34.2 และ 33.5 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.8, 98.7, 98.5, 98.5, 98.7 และ 98.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกมีค่าใกล้เคียงกัน โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตะกอนผลึกตกได้เร็วขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีมีปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 780, 770, 760, 790, 750 และ 750 มล./ล.ตามลำดับ

ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

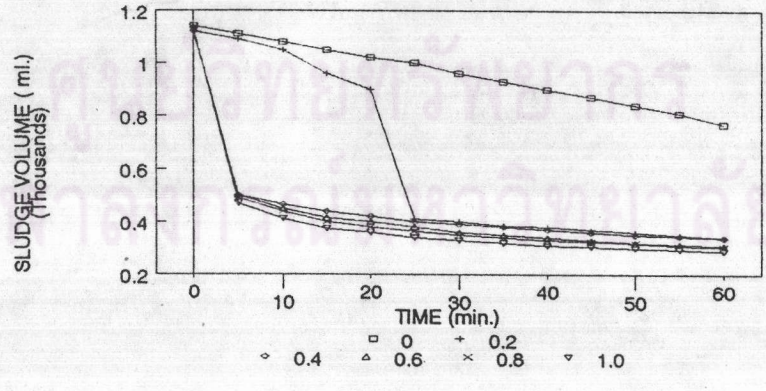
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 2,270 และ 2,567 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.28)โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้มข้น



(ก)

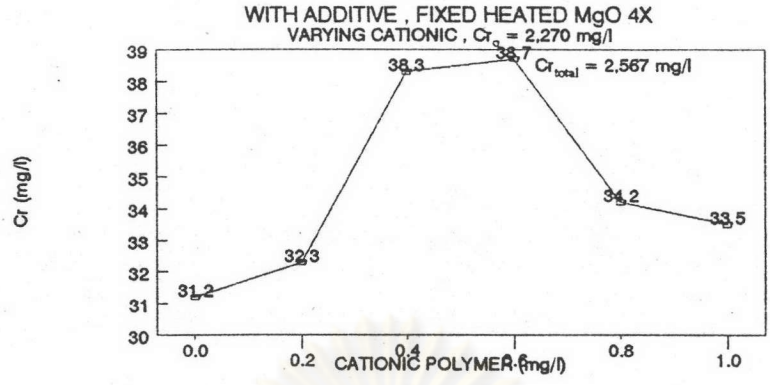


(ข)

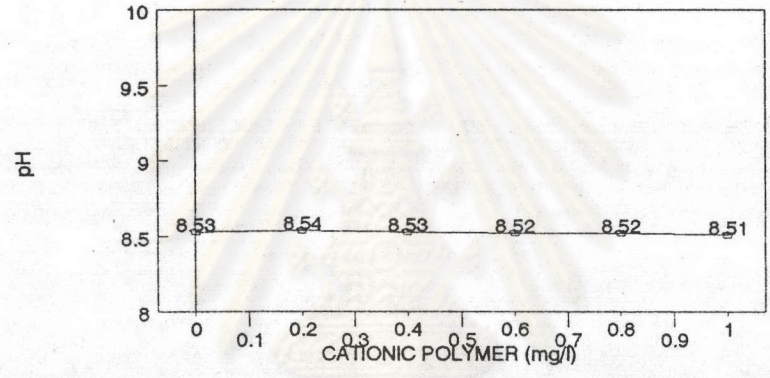


(ค)

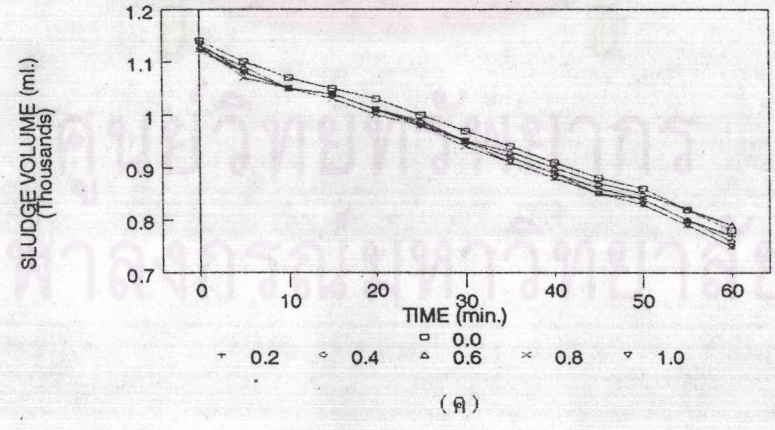
รูปที่ 4.26 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)

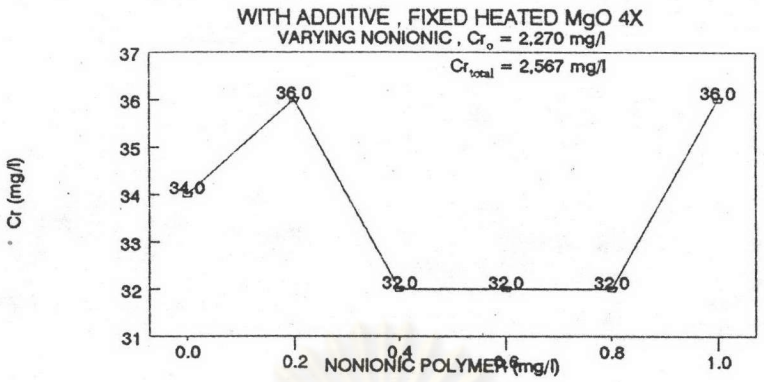


(ข)

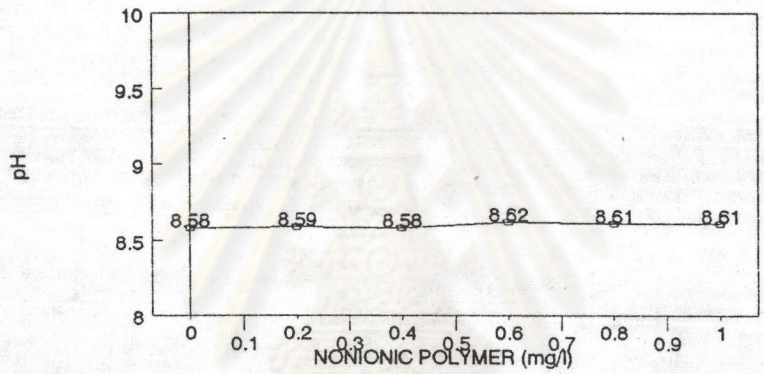


(ค)

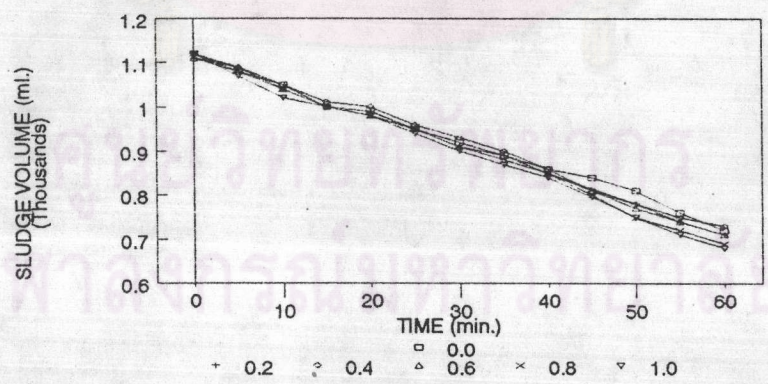
รูปที่ 4.27 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลิกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลิกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.28 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

4 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกันคือ 8.58, 8.59, 8.58, 8.62,8.61 และ 8.61 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 34, 36, 32, 32, 32 และ 36 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.7, 98.6, 98.8, 98.8, 98.8 และ 98.6เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตะกอนผลึกตกได้เร็วขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที มีปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 720, 710, 730,710, 690 และ 680 มล./ล.ตามลำดับ

จ) สรุปการใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่น และแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับสารรวมตะกอน

- ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นที่เหมาะสม คือ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกพีเอชที่เหมาะสมคือ 8.6 เอสวี 60 นาทีประมาณ 250-780 มล./ล.(ไม่เติมโพลีเมอร์) โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วยตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น ในเวลา 25 นาทีปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 400 มล./ล. ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

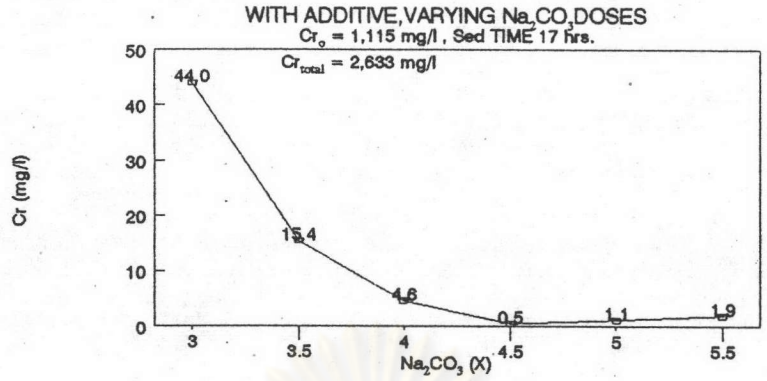
4.3.2.3) การใช้โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับสารรวมตะกอน

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

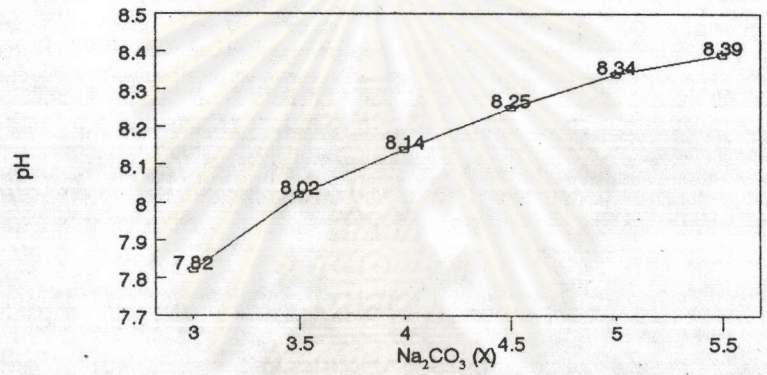
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนต โดยทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,115 และ 2,633มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.29) พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคาร์บอเนตเป็น 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 และ 5.5 เท่าพีเอชของน้ำส่วนบนเพิ่มขึ้นเป็น 7.82, 8.02, 8.14, 8.25, 8.34 และ 8.39 ตามลำดับและปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 44, 15.4, 4.6, 0.5, 1.1 และ 1.9 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.3, 99.4, 99.8, 100, 100 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกอนผลึกเมื่อตั้งทิ้งไว้ 17 ชั่วโมงมีปริมาณ 300, 360, 420, 485, 550 และ 580 มล./ล.ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5)โดยเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคาร์บอเนตเพิ่มขึ้นปริมาณตะกอนผลึกจะเพิ่มขึ้นด้วย

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

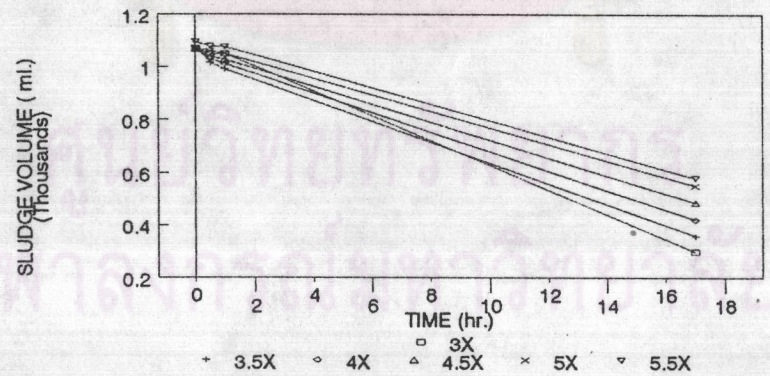
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 2,270 และ 2,567 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.30)โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 3 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิ



(ก)



(ข)

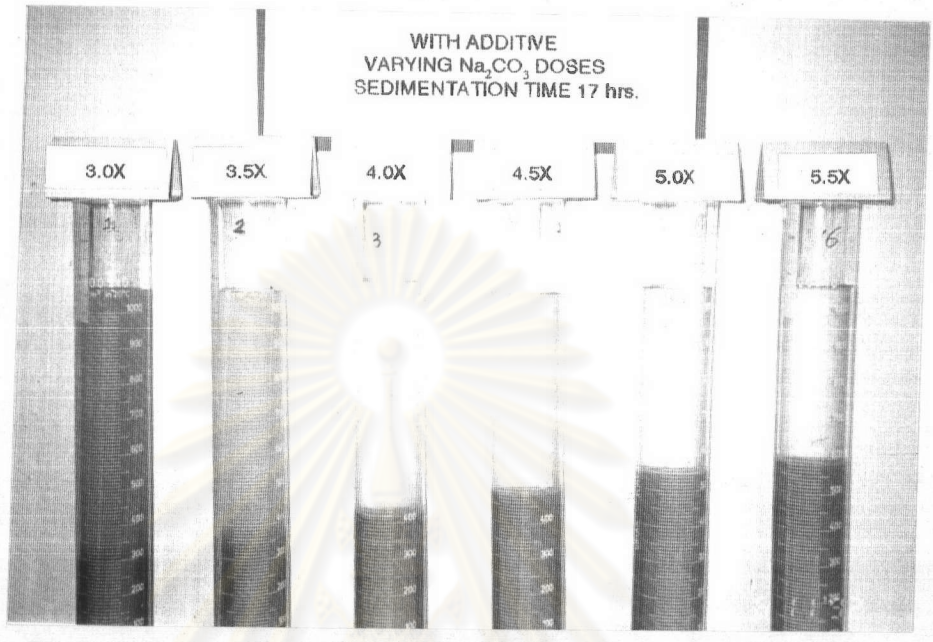


(ค)

รูปที่ 4.29 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียมเป็นเวลา 17 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

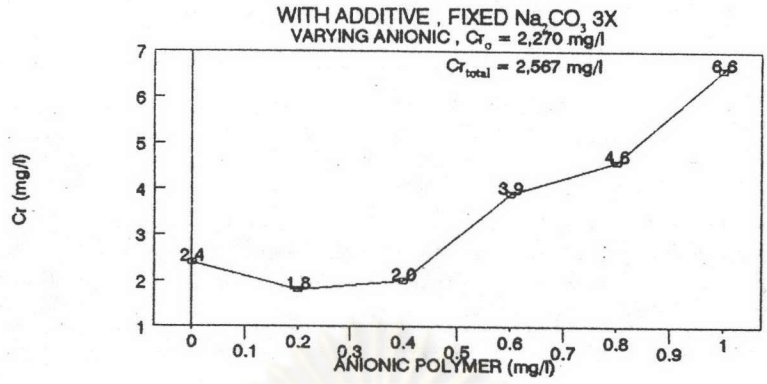


ภาพที่ 4.5 ปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากการตกตะกอนผลึกด้วยน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นต่าง ๆ หลังทิ้งไว้ 17 ชม.

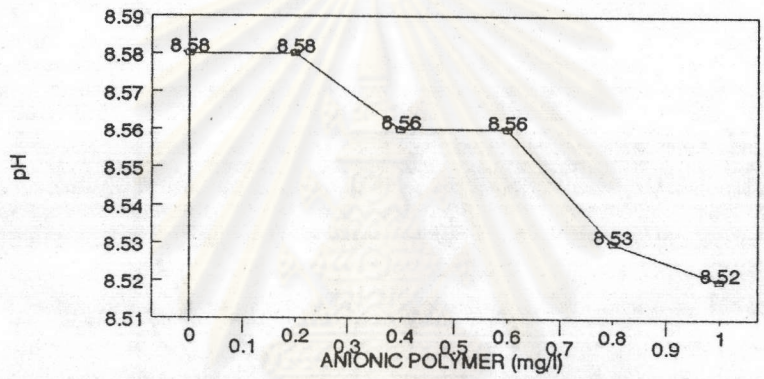
กรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.58, 8.58, 8.56, 8.56, 8.53 และ 8.52 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 2.4, 1.8, 2.0, 3.9, 4.6 และ 6.6 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 99.9 , 99.9, 99.9, 99.8, 99.8 และ 99.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกันคือ โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น หลังจากตั้งทิ้งไว้ 16 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกเป็น 1,010, 1,020, 1,010, 1,000, 1,020 และ 1,010 มล./ล.ตามลำดับ

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

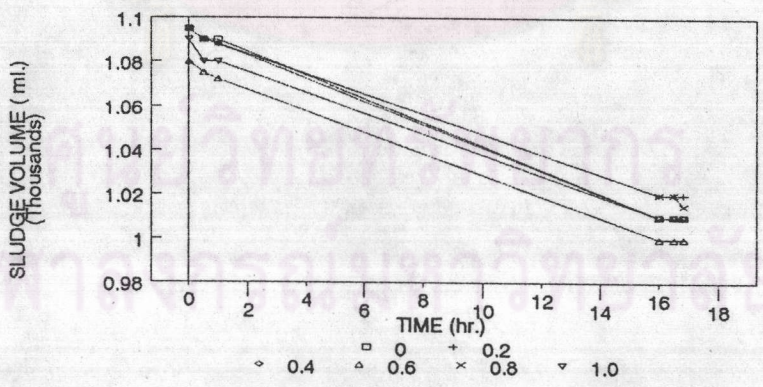
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 2,270 และ 2,567 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.31)โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 3 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกัน คือ 8.53, 8.54, 8.53, 8.51, 8.52



(ก)

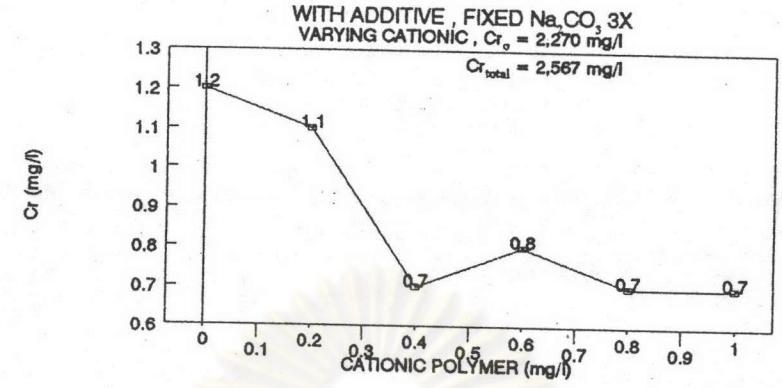


(ข)

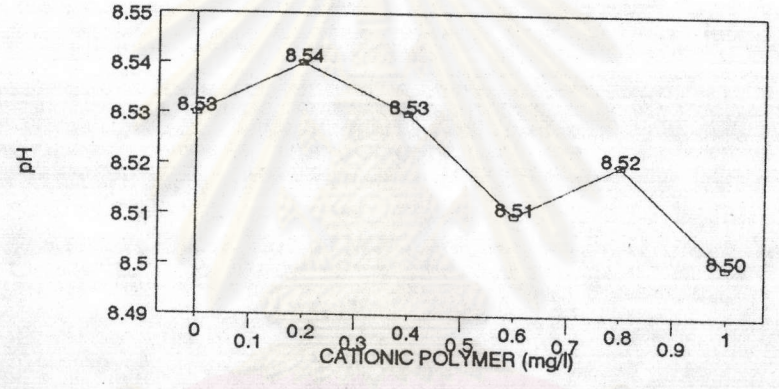


(ค)

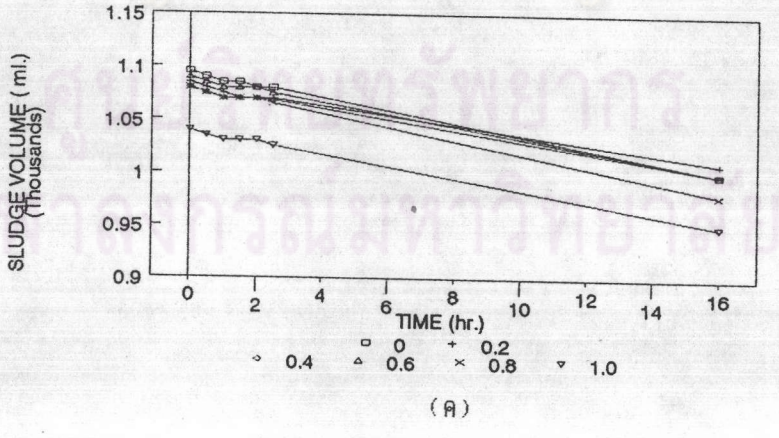
รูปที่ 4.30 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตกตะกอนโครเมียมเป็นเวลา 16 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 3 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.31 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 16 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 3 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

และ 8.50 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1.2, 1.1, 0.7, 0.8 , 0.7 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 100, 100, 100, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน คือโพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้นปริมาณตะกอนผลึกหลังจากตั้งทิ้งไว้ 16 ชั่วโมงมีตะกอนผลึก 1,000, 1,010, 1,000, 1,000, 980 และ 950 มล./ล.ตามลำดับ

ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 2,270 และ 2,567 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.32)โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 3 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีค่าไม่ต่างกันคือ 8.57, 8.56, 8.57, 8.55, 8.55 และ 8.56 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 2.4, 5.4, 6.6, 0.5, 1.1 และ 3.9 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียม เท่ากับ 99.9, 99.8, 99.7, 100, 100 และ 99.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน คือ โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้นปริมาณตะกอนผลึกหลังจากตั้งทิ้งไว้ 16 ชั่วโมงมีตะกอนผลึก 1,000 , 1,010, 990, 1,000, 1,010 และ 1,020 มล./ล.ตามลำดับ

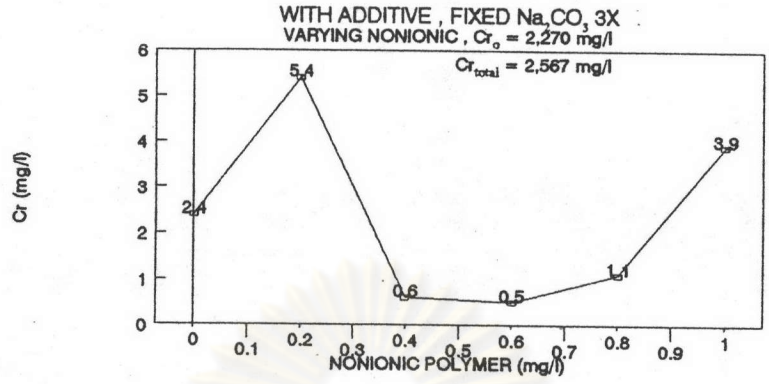
จ) สรุปการใช้โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตร่วมกับสารรวมตะกอน

- ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่เหมาะสม คือ 3 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก พีเอชที่เหมาะสม คือ 8.6 ใช้เวลานานในการตกตะกอนผลึก ประมาณ 16-17 ชั่วโมง โพลีเมอร์ไม่ช่วยในการตกตะกอนผลึก ตะกอนผลึกเป็นปุยไม่แน่น ปริมาตรหลังทิ้งไว้ 16-17 ชั่วโมงประมาณ 300-1010 มล./ล.ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 98-100 เปอร์เซ็นต์

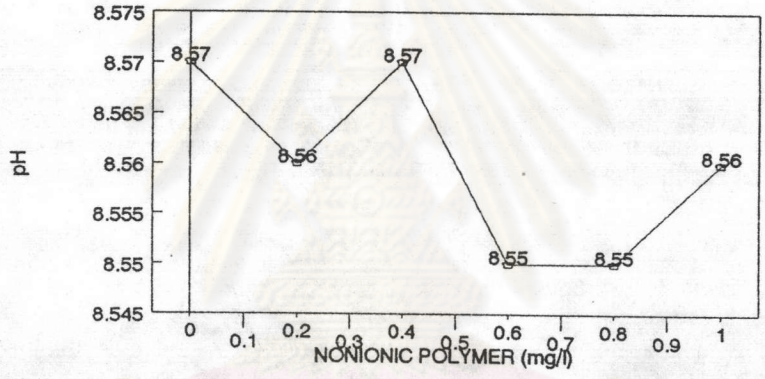
4.3.2.4) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวและแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับสารรวมตะกอน

ก) ไม่เติมโพลีเมอร์

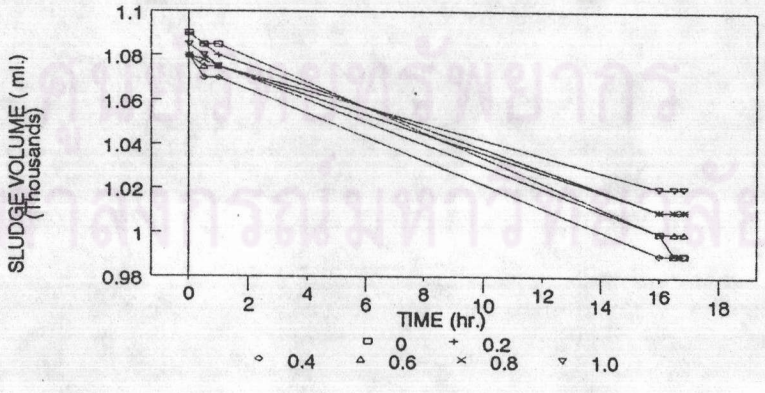
- ผลการศึกษาการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลายและโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,526 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อ



(ก)



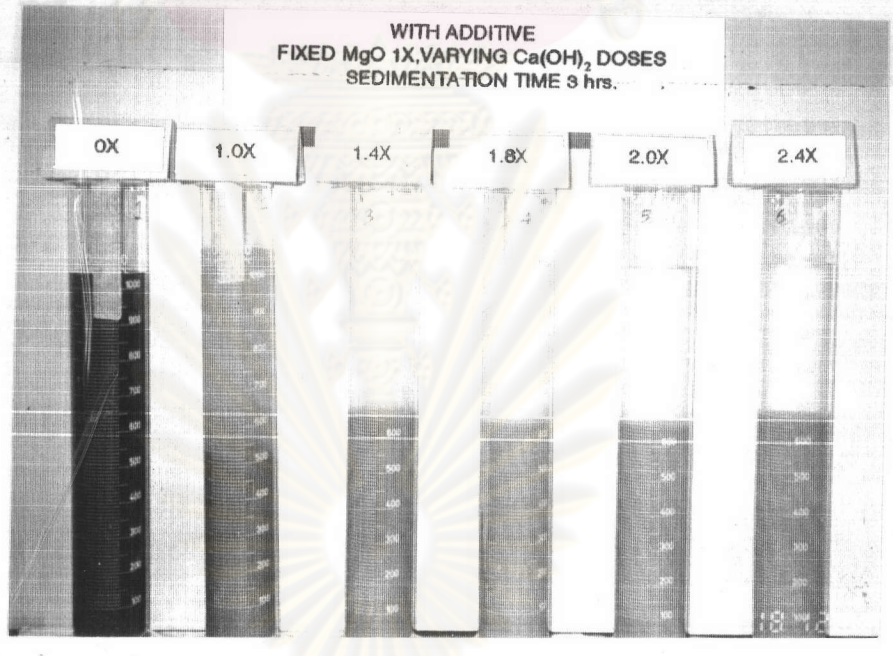
(ข)



(ค)

รูปที่ 4.32 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 16 ชั่วโมงด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 3 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน
(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

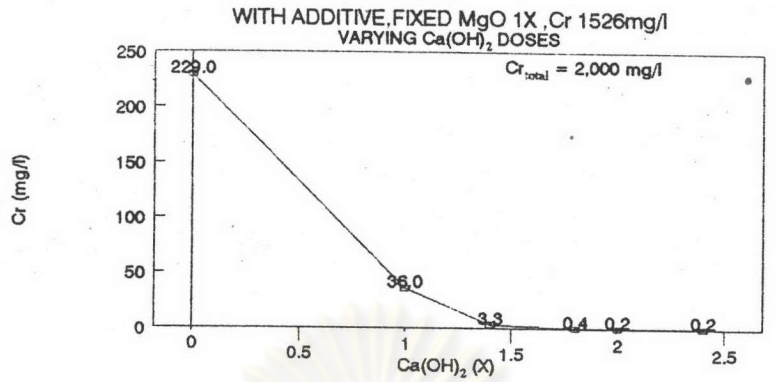
ลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.33)โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 1 เท่าร่วมกับปูนขาวความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 1.0, 1.4, 1.8, 2.0 และ 2.4 เท่า(0 เท่าคือไม่เติมปูนขาวเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ) พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนเพิ่มขึ้นตามปริมาณปูนขาวที่เติม คือ 7.15, 7.82, 8.33, 8.62, 8.81 และ 9.07 ตามลำดับ และปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนลดลงเป็น 229, 36 , 3.3, 0.4, 0.2 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลิกโครเมียมเท่ากับ 88.6, 98.2, 99.8, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกอนผลิกขึ้นอยู่กับปริมาณปูนขาวที่เติม คือ ปริมาณตะกอนผลิกเพิ่มขึ้นตามปริมาณปูนขาวที่เติม ในส่วนที่ไม่มีการเติมปูนขาวตกตะกอนผลิกได้เร็วกว่า ส่วนที่เติมปูนขาวจะค่อย ๆ ตกตะกอนผลิกอย่างช้าๆ หลังจากตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนที่ได้จะเป็น 140, 520, 610, 650, 660, 680 และ 720 มล./ล.ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6)



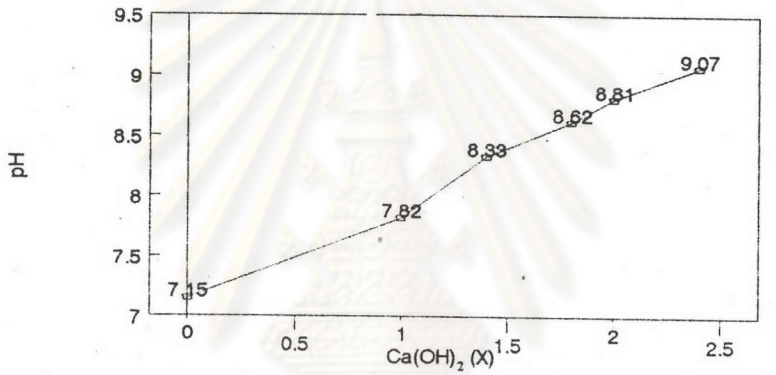
ภาพที่ 4.6 ปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากการตกตะกอนผลิกด้วยน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ 1 เท่าร่วมกับปูนขาวความเข้มข้นต่าง ๆ หลังทิ้งไว้ 3 ชม.

ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

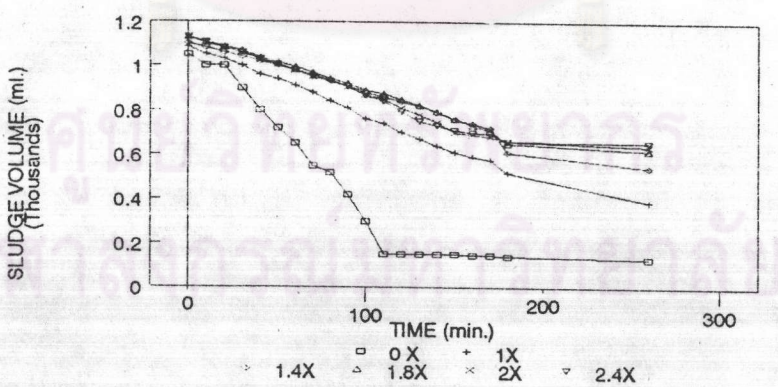
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลิกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับ



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.33 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 1 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับปูนขาวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน

(ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

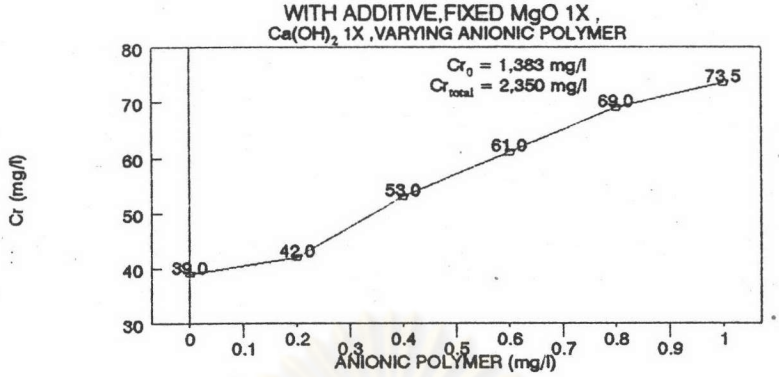
โพลีเมอร์ประจุลบ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย และโครเมียมทั้งหมด เท่ากับ 1,383 และ 2,350 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับโดย (ดูรูปที่ 4.34) ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 1 เท่าและปูนขาว 1 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 , 0.2, 0.4 , 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยคือ7.81, 7.85, 7.83, 7.83, 7.80 และ 7.76 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 39, 42, 53, 61, 69 และ 73.5 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 98.3 , 98.2 , 97.7 , 97.4, 97.1 และ 96.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอน พบว่าโพลีเมอร์ประจุลบช่วยในการตกตะกอนผลึกอย่างเห็นได้ชัดการเติมโพลีเมอร์ประจุลบทำให้ช่วง 10 นาทีแรกตะกอนผลึกตกได้เร็วแล้วค่อย ๆ คงที่ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 690, 430, 390, 355, 350 และ 315 มล./ล.ตามลำดับ

ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

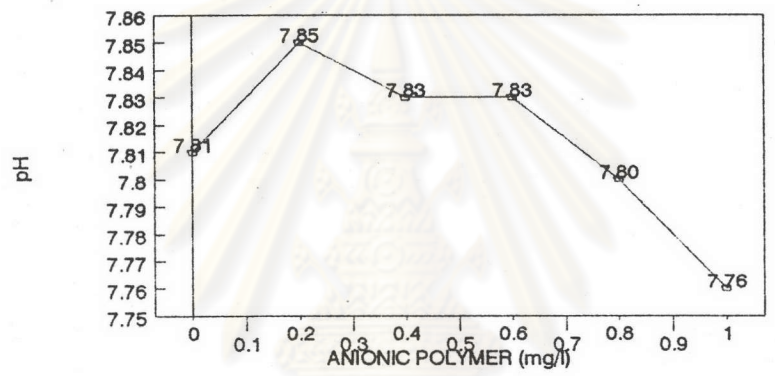
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย และโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,383 และ 2,350 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.35) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 1 เท่าและปูนขาว 1 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยคือ 7.76, 7.73, 7.72, 7.71, 7.67 และ 7.65 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 51, 49, 57.5, 66 , 77 และ 92 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกโครเมียมเท่ากับ 97.8; 97.9, 97.6, 97.2, 96.7 และ 96.1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกันคือ โพลีเมอร์ประจุบวกไม่ช่วยในการตกตะกอนผลึกให้เร็วขึ้นหลังจากตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 635 , 620, 590, 540, 530 และ 510 มล./ล.ตามลำดับ

ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

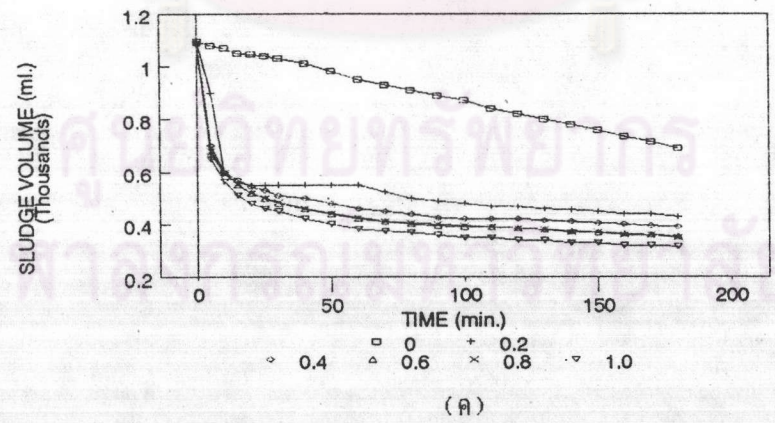
- ผลการทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุ ซึ่งทดสอบในน้ำฟอกโครมที่มีโครเมียมละลาย และโครเมียมทั้งหมดเท่ากับ 1,383 และ 2,350 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 4.36) โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้น 1 เท่าและปูนขาว 1 เท่าร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าพีเอชของน้ำส่วนบนใกล้เคียงกัน คือ 7.86, 7.88, 7.89, 7.90, 7.87 และ 7.88 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำส่วนบนเท่ากับ 52, 60, 64, 52, 64 และ 54 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการตกตะกอน



(ก)

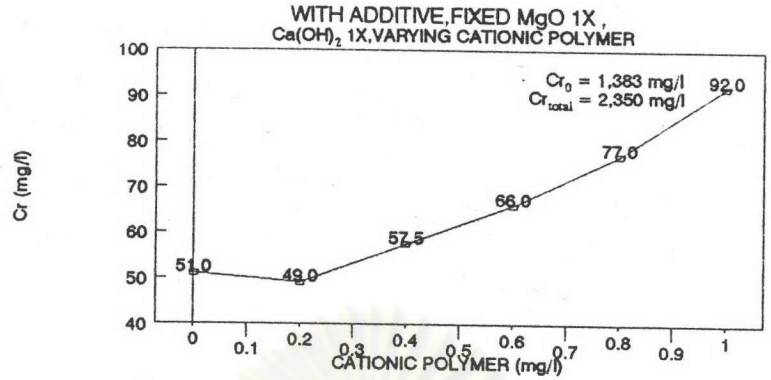


(ข)

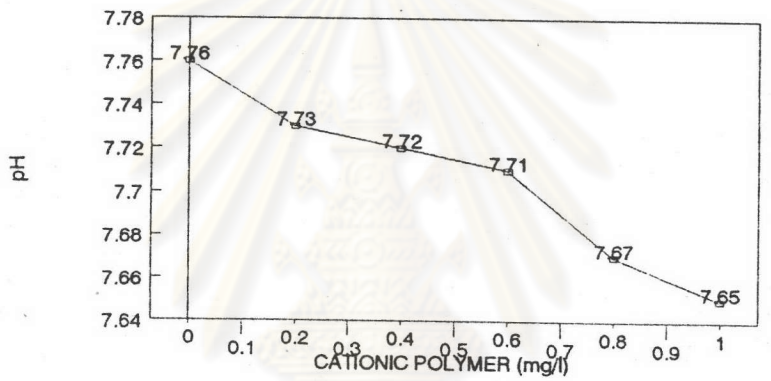


(ค)

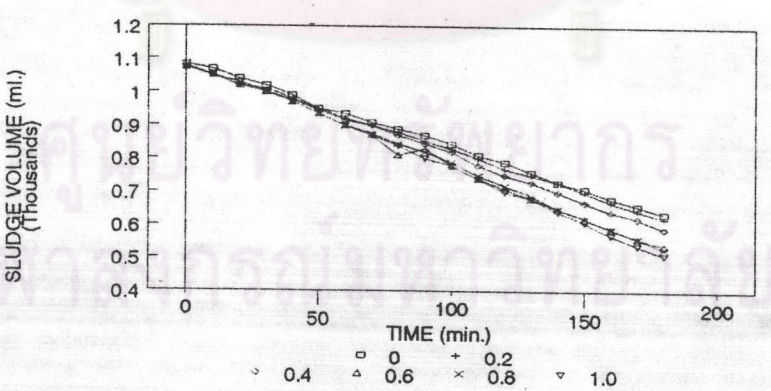
รูปที่ 4.34 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 1 เท่ากับปูนขาว 1 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน (ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)

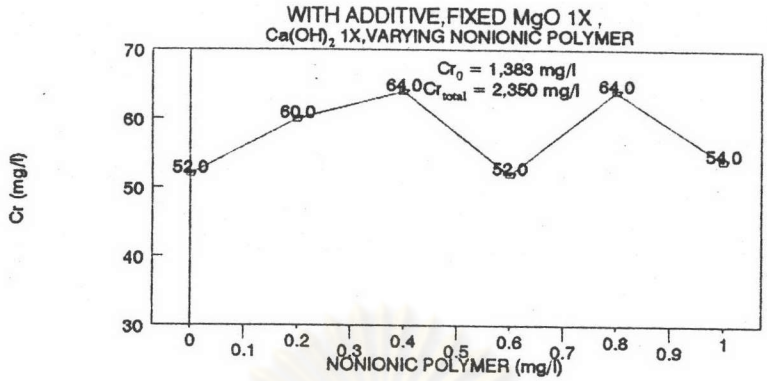


(ข)

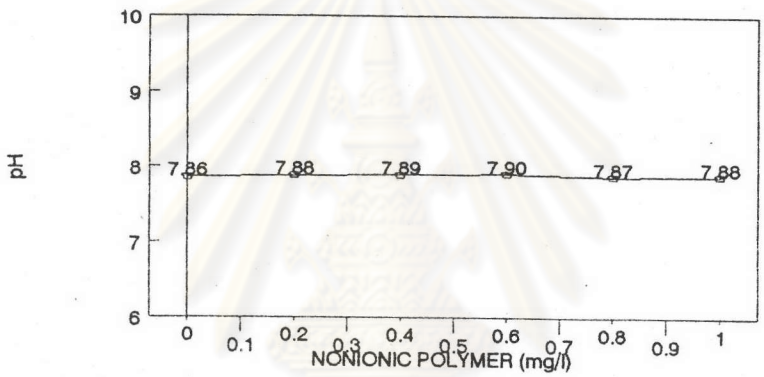


(ค)

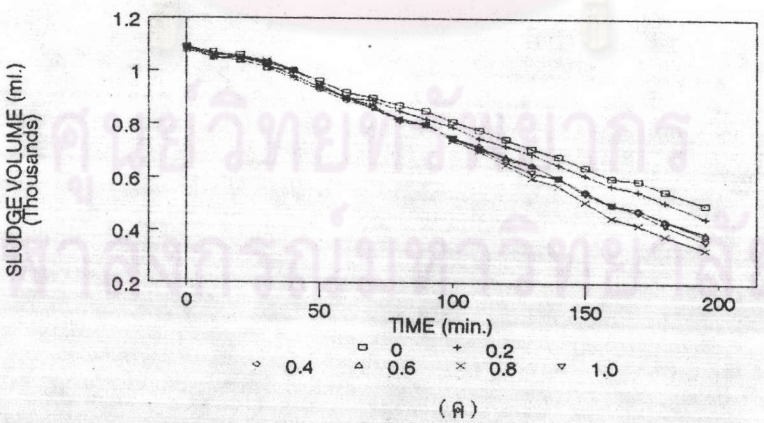
รูปที่ 4.35 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 1 เท่ากับปูนขาว 1 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน (ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.36 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวิเคราะห์หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียที่มีสารช่วยตริงโครเมียมเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ 1 เท่ากับปูนขาว 1 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกร่วมกับโพลีเมอร์ไร้ประจุที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ก) ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน (ข) พีเอชของน้ำส่วนบน (ค) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนผลึกเมื่อเวลาผ่านไป

ผลึกโครเมียมเท่ากับ 97.8, 97.4, 97.3, 97.8, 97.3 และ 97.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการตกตะกอนและปริมาณตะกอนผลึกใกล้เคียงกัน โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมงปริมาณตะกอนผลึกเท่ากับ 550, 510, 440, 440, 380 และ 420 มล./ล.ตามลำดับ

จ) สรุปการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว และแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับสารรวมตะกอน

- อัตราส่วนแมกนีเซียมออกไซด์ต่อปูนขาวที่เหมาะสม คือ 1 ต่อ 1 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก พีเอชที่เหมาะสม 7.8 ใช้เวลาในการตกตะกอน 3 ชั่วโมง การใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียม เท่ากับ 98 เปอร์เซ็นต์

4.3.2.5) สรุปการตกตะกอนผลึกโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริง ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมประมาณ 98-100 เปอร์เซ็นต์ การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ตะกอนผลึกตกได้เร็วที่สุด (1 ชั่วโมง) การอุ่นแมกนีเซียมออกไซด์ไม่ช่วยให้การตกตะกอนผลึกได้ผลดีขึ้น การใช้โซเดียมคาร์บอเนตมีตะกอนผลึกเกิดขึ้นมาก ลักษณะเป็นปุย ไม่แน่นใช้เวลานานในการจมตัวของตะกอน โพลีเมอร์ไม่ช่วยให้ตกตะกอนผลึกได้เร็วขึ้น การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี แต่ปริมาณตะกอนผลึกมากกว่าแมกนีเซียมออกไซด์อย่างเดียว ใช้เวลาตกตะกอน 3 ชั่วโมง การใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วยให้การตกตะกอนผลึกของแมกนีเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์อุ่น แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวเร็วขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริง พบว่าสารช่วยตริงทำให้ตกตะกอนผลึกได้ช้า และต้องใช้สารเคมีปริมาณมากกว่าน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริง

4.3.3 ค่าใช้จ่ายของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกโครเมียม

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกจะแปรผันตามปริมาณโครเมียมในน้ำเสีย ดังนั้นราคาสารเคมีจึงแปรผันตามปริมาณโครเมียมด้วย โดยจะพิจารณาว่าโครเมียมละลายเท่านั้นที่จะทำปฏิกิริยากับสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียม การเติมสารเคมีจึงคำนวณจากปริมาณโครเมียมละลาย

ตัวอย่างการคิดราคาสารเคมี

โครเมียมละลายในน้ำเสีย	=	2,742	มิลลิกรัมต่อลิตร
ค่าสตอยชิโอเมตริก	=	1.16	
เติมแมกนีเซียมออกไซด์ 98 % เป็น 2X	=	2*2,742*1.16	
	=	6,361.44	มิลลิกรัมต่อลิตร
ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ 95 % ,ต้องเติม	=	6,361.44*98/95	
	=	6,562.33	มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำเสีย 1 ลบ.ม.ต้องเติมแมกนีเซียมออกไซด์	=	6,562.33*1,000/1,000,000	
	=	6.56	กิโลกรัม
ราคาแมกนีเซียมออกไซด์ 95%	=	17	บาทต่อกิโลกรัม
ดังนั้นราคาแมกนีเซียมออกไซด์	=	17*6.56	
	=	111.56	บาทต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.
น้ำเสีย 1 ลบ.ม. มีโครเมียมละลาย	=	2.742	กิโลกรัม
ดังนั้นราคาแมกนีเซียมออกไซด์	=	111.56/2.742	
	=	40.69	บาทต่อกิโลกรัมโครเมียม

ค่าใช้จ่ายของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนผลิกโครเมียมในงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4 โดยในการคำนวณใช้ราคาสารเคมีที่มีขายในท้องตลาด (รวม VAT 7 %) ดังนี้ แมกนีเซียมออกไซด์ 95 % ราคา 17 บาท/ก.ก. โซเดียมคาร์บอเนต 98 % ราคา 7 บาท/ก.ก.ปูนขาว 93 % ราคา 4.3 บาท/ก.ก. โพลีเมอร์ประจุลบราคา 270 บาท/ก.ก.โพลีเมอร์ประจุบวกราคา 280 บาท/ก.ก. โพลีเมอร์ไร้ประจุราคา 230 บาท/ก.ก.(วันที่ 11 ธ.ค.35)

4.4 วิจารณ์ผลการศึกษา

การพิจารณาเลือกสารเคมีและปริมาณที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบปริมาตรตะกอนผลิก ปริมาณโครเมียมที่เหลือในน้ำใสและราคาสารเคมีที่ใช้ เนื่องจากปริมาตรตะกอนผลิกสูง การจัดการขั้นต่อไป เช่น การละลายตะกอนผลิกโครเมียมมาใช้ใหม่ หรือการนำตะกอนผลิกไปกำจัดต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงไปด้วย ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใสไม่จำเป็นต้องกำจัดให้เหลือเพียง 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากน้ำฟอกโครมที่ผ่านการบำบัดด้วยด่างจะนำไปรวมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตส่วนอื่น ๆ ซึ่งมีปริมาณน้ำมากพอที่จะเจือจางความเข้มข้นของโครเมียมให้เหลือน้อยลง และสุดท้ายนำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมอีกครั้งหนึ่ง ทำให้สามารถลดปริมาณโครเมียมให้

ตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริงโครเมียม

ITEM	$Cr_{soluble}$ (mg/l)	CHEMICAL CONCENTRATION	COST (BAHT/CU.M. of WW.)	COST (BAHT/kg. of Cr)
VARYING MgO DOSES	2,742	1.5 X	83.67	30.51
		2.0 X	111.56	40.69
		2.2 X	122.71	44.75
		2.4 X	133.87	48.82
		2.5 X	139.45	50.86
		2.6 X	145.03	52.89
FIXED MgO 2X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	1,748	0 mg/l	71.11	40.68
		0.2 mg/l	71.17	40.71
		0.4 mg/l	71.22	40.74
		0.6 mg/l	71.27	40.77
		0.8 mg/l	71.33	40.81
		1.0 mg/l	71.38	40.84
FIXED MgO 2X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	1,748	0 mg/l	71.11	40.68
		0.2 mg/l	71.17	40.71
		0.4 mg/l	71.22	40.75
		0.6 mg/l	71.28	40.78
		0.8 mg/l	71.34	40.81
		1.0 mg/l	71.39	40.84
FIXED MgO 2X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	1,748	0 mg/l	71.11	40.68
		0.2 mg/l	71.16	40.71
		0.4 mg/l	71.20	40.73
		0.6 mg/l	71.25	40.76
		0.8 mg/l	71.30	40.79
		1.0 mg/l	71.34	40.81
VARYING HEATED MgO DOSES	2,742	1.5 X	83.67	30.51
		2.0 X	111.56	40.69
		2.2 X	122.71	44.75
		2.4 X	133.87	48.82
		2.5 X	139.45	50.86
		2.6 X	145.03	52.89
FIXED HEATED MgO 2X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	3,820	0 mg/l	155.41	40.68
		0.2 mg/l	155.47	40.70
		0.4 mg/l	155.52	40.71
		0.6 mg/l	155.57	40.73
		0.8 mg/l	155.63	40.74
		1.0 mg/l	155.68	40.75
FIXED HEATED MgO 2X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	3,820	0 mg/l	155.41	40.68
		0.2 mg/l	155.47	40.70
		0.4 mg/l	155.52	40.71
		0.6 mg/l	155.58	40.73
		0.8 mg/l	155.64	40.74
		1.0 mg/l	155.69	40.76
FIXED HEATED MgO 2X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	3,820	0 mg/l	155.41	40.68
		0.2 mg/l	155.46	40.70
		0.4 mg/l	155.50	40.71
		0.6 mg/l	155.55	40.72
		0.8 mg/l	155.60	40.73
		1.0 mg/l	155.64	40.74

ตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม(ต่อ)

ITEM	$Cr_{soluble}$ (mg/l)	CHEMICAL CONCENTRATION	COST (BAHT/CU.M. of WW.)	COST (BAHT/kg. of Cr)
VARYING Na_2CO_3 DOSES	2,742	1.5 X	89.45	32.62
		2.0 X	119.26	43.50
		2.2 X	131.19	47.84
		2.4 X	143.12	52.19
		2.6 X	155.04	56.54
		2.8 X	166.97	60.89
FIXED Na_2CO_3 2X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	3,820	0 mg/l	166.15	43.49
		0.2 mg/l	166.20	43.51
		0.4 mg/l	166.26	43.52
		0.6 mg/l	166.31	43.54
		0.8 mg/l	166.37	43.55
		1.0 mg/l	166.42	43.57
FIXED Na_2CO_3 2X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	3,820	0 mg/l	166.15	43.49
		0.2 mg/l	166.21	43.51
		0.4 mg/l	166.26	43.52
		0.6 mg/l	166.32	43.54
		0.8 mg/l	166.37	43.55
		1.0 mg/l	166.43	43.57
FIXED Na_2CO_3 2X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	3,820	0 mg/l	159.33	43.50
		0.2 mg/l	159.37	43.51
		0.4 mg/l	159.42	43.52
		0.6 mg/l	159.47	43.53
		0.8 mg/l	159.51	43.55
		1.0 mg/l	159.56	43.56
FIXED MgO 0.5 X , VARYING $Ca(OH)_2$ DOSES	3,053	0 X	31.04	10.17
		0.3 X	39.70	13.00
		0.5 X	45.47	14.89
		0.8 X	54.13	17.73
		1.0 X	59.90	19.62
		1.2 X	65.68	21.51
FIXED MgO 0.5 X , $Ca(OH)_2$ 0.8 X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	3,053	0 mg/l	54.15	17.74
		0.2 mg/l	54.20	17.75
		0.4 mg/l	54.26	17.77
		0.6 mg/l	54.31	17.79
		0.8 mg/l	54.36	17.81
		1.0 mg/l	54.42	17.82
FIXED MgO 0.5 X , $Ca(OH)_2$ 0.8 X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	3,053	0 mg/l	54.15	17.74
		0.2 mg/l	54.20	17.75
		0.4 mg/l	54.26	17.77
		0.6 mg/l	54.32	17.79
		0.8 mg/l	54.37	17.81
		1.0 mg/l	54.43	17.83
FIXED MgO 0.5 X , $Ca(OH)_2$ 0.8 X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	3,053	0 mg/l	54.15	17.74
		0.2 mg/l	54.19	17.75
		0.4 mg/l	54.24	17.77
		0.6 mg/l	54.29	17.78
		0.8 mg/l	54.33	17.80
		1.0 mg/l	54.38	17.81

ตารางที่ 4.4 ค่าใช้จ่ายของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงโครเมียม

ITEM	$Cr_{soluble}$ (mg/l)	CHEMICAL CONCENTRATION	COST (BAHT/CU.M. of WW.)	COST (BAHT/kg. of Cr)
VARYING MgO DOSES	1,115	2.0 X	45.37	40.69
		2.5 X	56.71	50.86
		3.0 X	68.04	61.03
		3.5 X	79.39	71.20
		4.0 X	90.74	81.38
		4.5 X	102.06	91.54
FIXED MgO 4X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	1,115	0 mg/l	90.74	81.38
		0.2 mg/l	90.79	81.43
		0.4 mg/l	90.84	81.47
		0.6 mg/l	90.90	81.52
		0.8 mg/l	90.95	81.57
		1.0 mg/l	91.01	81.62
FIXED MgO 4X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	1,115	0 mg/l	90.74	81.38
		0.2 mg/l	90.79	81.43
		0.4 mg/l	90.85	81.48
		0.6 mg/l	90.90	81.53
		0.8 mg/l	90.96	81.58
		1.0 mg/l	91.02	81.63
FIXED MgO 4X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	1,115	0 mg/l	90.74	81.38
		0.2 mg/l	90.78	81.42
		0.4 mg/l	90.83	81.46
		0.6 mg/l	90.87	81.50
		0.8 mg/l	90.92	81.54
		1.0 mg/l	90.97	81.58
VARYING HEATED MgO DOSES	1,115	2.0 X	45.37	40.69
		2.5 X	56.71	50.86
		3.0 X	68.04	61.03
		3.5 X	79.39	71.20
		4.0 X	90.74	81.38
		4.5 X	102.06	91.54
FIXED HEATED MgO 4X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	2,270	0 mg/l	184.72	81.37
		0.2 mg/l	184.77	81.40
		0.4 mg/l	184.82	81.42
		0.6 mg/l	184.88	81.44
		0.8 mg/l	184.93	81.47
		1.0 mg/l	184.99	81.49
FIXED HEATED MgO 4X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	2,270	0 mg/l	184.72	81.37
		0.2 mg/l	184.77	81.40
		0.4 mg/l	184.83	81.42
		0.6 mg/l	184.88	81.45
		0.8 mg/l	184.94	81.47
		1.0 mg/l	185.00	81.50
FIXED HEATED MgO 4X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	2,270	0 mg/l	184.72	81.37
		0.2 mg/l	184.76	81.39
		0.4 mg/l	184.81	81.41
		0.6 mg/l	184.85	81.43
		0.8 mg/l	184.90	81.45
		1.0 mg/l	184.95	81.47

ตารางที่ 4.4 ค่าใช้จ่ายของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงโครเมียม(ต่อ)

ITEM	$Cr_{soluble}$ (mg/l)	CHEMICAL CONCENTRATION	COST (BAHT/CU.M. of WW.)	COST (BAHT/kg. of Cr)
VARYING Na_2CO_3 DOSES	1,115	3.0 X	72.75	65.25
		3.5 X	84.87	76.12
		4.0 X	97.00	86.99
		4.5 X	109.12	97.87
		5.0 X	121.25	108.74
		5.5 X	133.37	119.61
FIXED Na_2CO_3 3X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	2,270	0 mg/l	148.11	65.24
		0.2 mg/l	148.16	65.27
		0.4 mg/l	148.21	65.29
		0.6 mg/l	148.27	65.32
		0.8 mg/l	148.32	65.34
		1.0 mg/l	148.38	65.36
FIXED Na_2CO_3 3X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	2,270	0 mg/l	148.11	65.24
		0.2 mg/l	148.16	65.27
		0.4 mg/l	148.22	65.29
		0.6 mg/l	148.27	65.32
		0.8 mg/l	148.33	65.34
		1.0 mg/l	148.39	65.37
FIXED Na_2CO_3 3X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	2,270	0 mg/l	148.11	65.24
		0.2 mg/l	148.15	65.27
		0.4 mg/l	148.20	65.29
		0.6 mg/l	148.24	65.31
		0.8 mg/l	148.29	65.33
		1.0 mg/l	148.34	65.35
FIXED MgO 1 X , VARYING $Ca(OH)_2$ DOSES	1,526	0 X	31.04	20.34
		1.0 X	45.47	29.80
		1.4 X	51.24	33.58
		1.8 X	57.01	37.36
		2.0 X	59.90	39.25
		2.4 X	65.67	43.03
FIXED MgO 1 X , $Ca(OH)_2$ 1 X , VARYING ANIONIC POLYMER DOSES	1,383	0 mg/l	41.21	29.79
		0.2 mg/l	41.26	29.83
		0.4 mg/l	41.31	29.87
		0.6 mg/l	41.37	29.91
		0.8 mg/l	41.42	29.95
		1.0 mg/l	41.48	29.99
FIXED MgO 1 X , $Ca(OH)_2$ 1 X , VARYING CATIONIC POLYMER DOSES	1,383	0 mg/l	41.21	29.79
		0.2 mg/l	41.26	29.83
		0.4 mg/l	41.32	29.88
		0.6 mg/l	41.37	29.91
		0.8 mg/l	41.43	29.96
		1.0 mg/l	41.49	30.00
FIXED MgO 1 X , $Ca(OH)_2$ 1 X , VARYING NONIONIC POLYMER DOSES	1,383	0 mg/l	41.21	29.79
		0.2 mg/l	41.25	29.83
		0.4 mg/l	41.30	29.86
		0.6 mg/l	41.34	29.89
		0.8 mg/l	41.39	29.93
		1.0 mg/l	41.44	29.96

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งได้

4.4.1) การตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริง

ก) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้นต่าง ๆ

พบว่าพีเอช และปริมาตรตะกอนผลึกเพิ่มขึ้นตามปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใสกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.37) การใช้โพลีเมอร์ทั้ง 3 ชนิดไม่ช่วยให้การตกตะกอนผลึกดีขึ้น ตะกอนผลึกที่เกิดขึ้นมีลักษณะแน่น ตกตะกอนได้ง่ายในเวลา 1 ชั่วโมง ราคาสารเคมีจะเพิ่มตามปริมาณที่ใช้ การคิดราคาต่อปริมาณน้ำเสีย 1 ลบ.ม.จะขึ้นอยู่กับปริมาณโครเมียมในน้ำเสีย โครเมียมสูงราคาสารเคมีจะสูงตามไปด้วย ดังนั้นจะคิดจากค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียมในน้ำฟอกโครม

จากการพิจารณาข้างต้นการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ควรใช้ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลึก 1 ชั่วโมงมีปริมาตรประมาณ 140-220 มล./ล. โดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์ และราคาสารเคมี เท่ากับ 40.69 บาท/กก.โครเมียม ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม. คิดจากค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริงเท่ากับ 3,070 มก./ล. ดังนั้นราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.ประมาณ 125 บาท

ข) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้มข้นต่าง ๆ

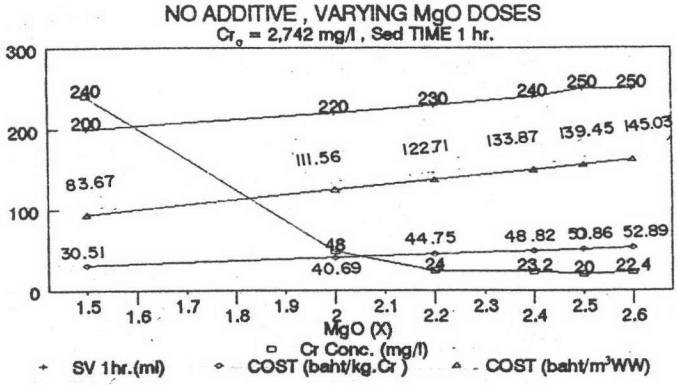
พบว่าพีเอช และปริมาตรตะกอนผลึกเพิ่มขึ้นตามปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใสกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.38) การใช้โพลีเมอร์ทั้ง 3 ชนิดไม่ช่วยให้การตกตะกอนผลึกดีขึ้น ตะกอนผลึกที่เกิดขึ้นมีลักษณะแน่น ตกตะกอนได้ง่ายในเวลา 1 ชั่วโมง ราคาสารเคมีจะเพิ่มตามปริมาณที่ใช้

จากการพิจารณาข้างต้นการใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นควรใช้ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลึก 1 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์ มีปริมาตรตะกอนผลึกประมาณ 225-270 มล./ล. และราคาสารเคมีเท่ากับ 40.69 บาท/กก.โครเมียม ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.(คิดจากโครเมียมเฉลี่ยในน้ำเสีย) ประมาณ 125 บาท

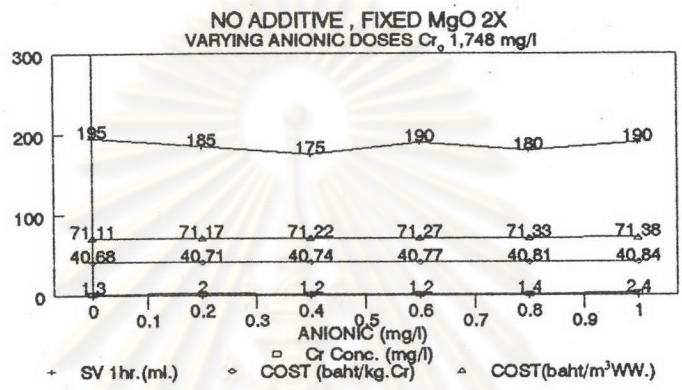
ค) การใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นต่าง ๆ

พบว่าพีเอช และปริมาตรตะกอนผลึกเพิ่มขึ้นตามปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใสกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.39) การใช้โพลีเมอร์ทั้ง 3 ชนิดไม่ช่วยให้การตกตะกอนผลึกดีขึ้น ตะกอนผลึกที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นปุย ไม่แน่น ตกตะกอนช้าต้องทิ้งไว้ข้ามคืน ราคาสารเคมีเพิ่มตามปริมาณที่ใช้

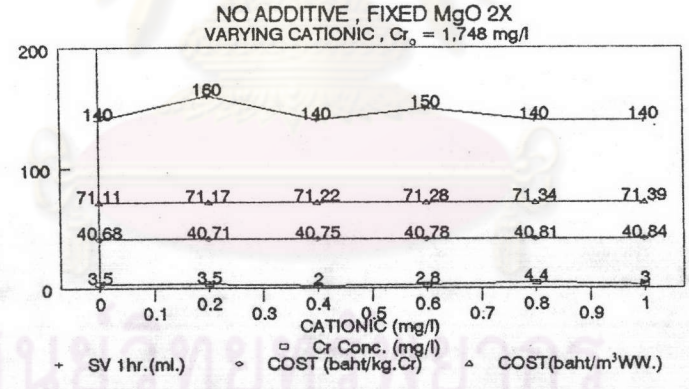
จากการพิจารณาข้างต้นการใช้โซเดียมคาร์บอเนตควรใช้ 2 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลึกข้ามคืนโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์ มีปริมาตรตะกอน



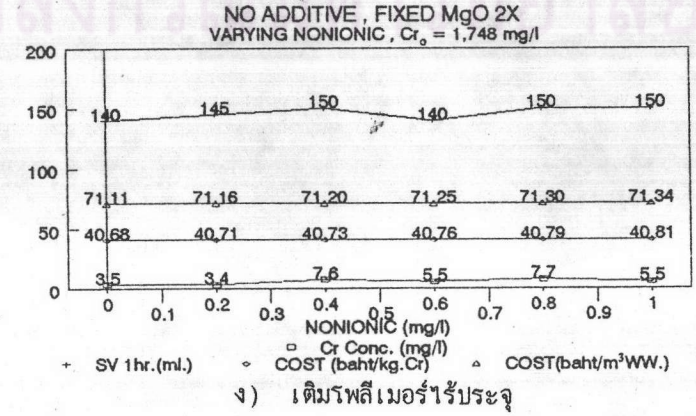
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

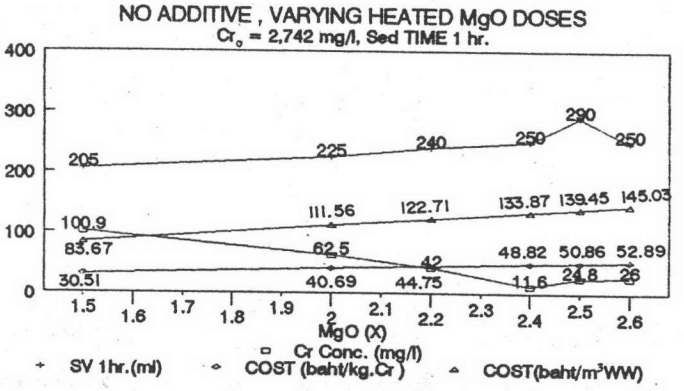


ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

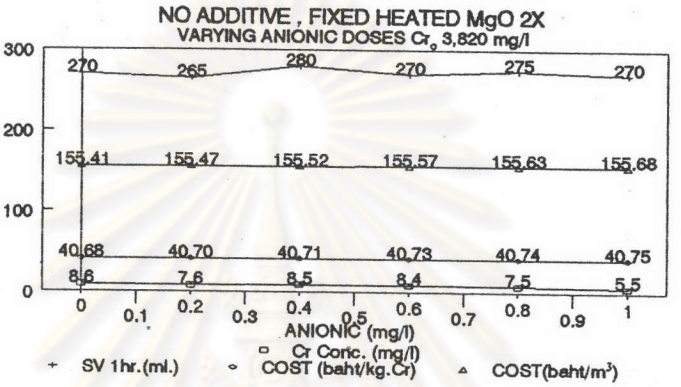


ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

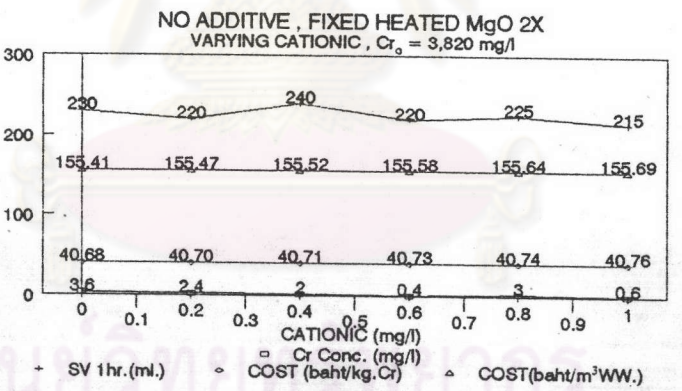
รูปที่ 4.37 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์



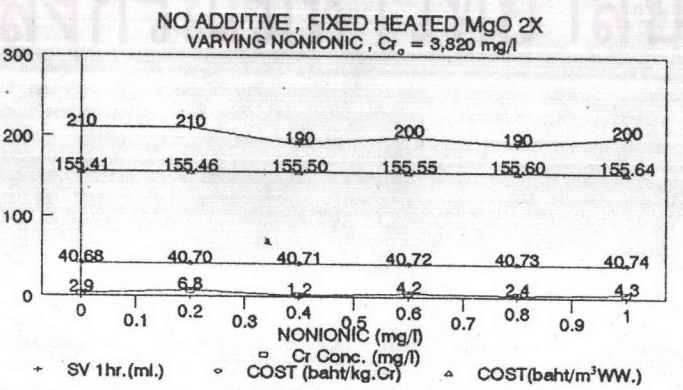
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

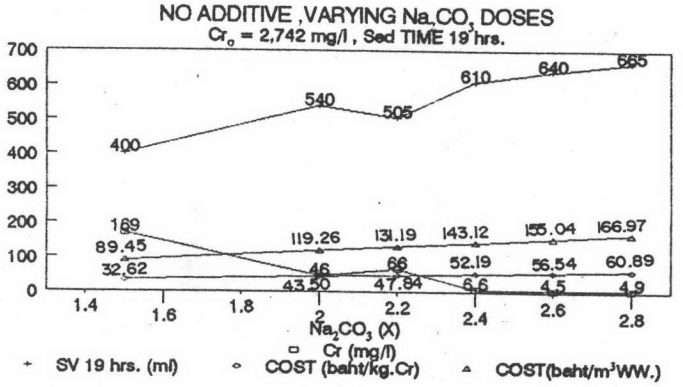


ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

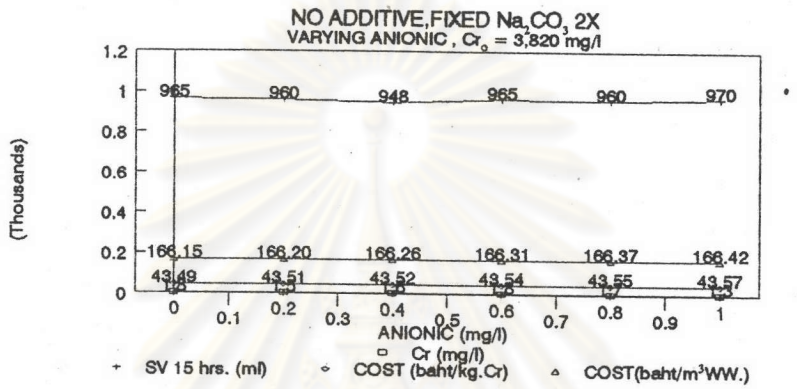


ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

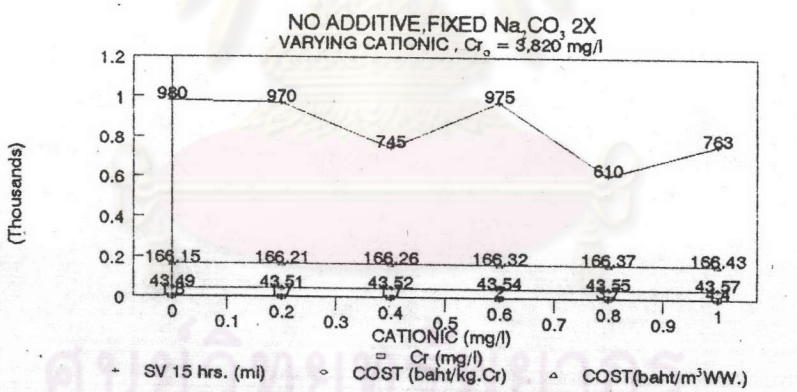
รูปที่ 4.38 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น



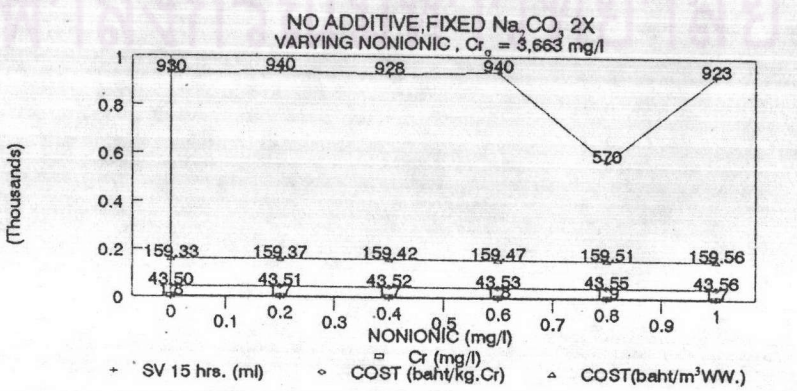
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ



ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก



ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

รูปที่ 4.39 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยโซเดียมคาร์บอเนต

ผลิกประมาณ 540-980 มล./ล. และราคาสารเคมีเท่ากับ 43.50 บาท/กก.โครเมียม ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.(คิดจากโครเมียมเฉลี่ยในน้ำเสีย)ประมาณ 134 บาท จะเห็นได้ว่าการใช้โซเดียมคาร์บอเนตค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ และปริมาณตะกอนผลิกสูงด้วยต้องใช้เครื่องรีดน้ำช่วย วิธีนี้จึงไม่ควรใช้

ง) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวความเข้มข้นต่าง ๆ

พบว่าพีเอช และปริมาตรตะกอนผลิกเพิ่มขึ้นตามปริมาณปูนขาวที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใสกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.40) การใช้โพลีเมอร์ทั้ง 3 ชนิดไม่ช่วยให้การตกตะกอนผลิกดีขึ้น ตะกอนผลิกที่เกิดขึ้นไม่แน่นเหมือนการใช้แมกนีเซียมออกไซด์เพียงอย่างเดียว ใช้เวลาตกตะกอน 3 ชั่วโมง ราคาสารเคมีจะเพิ่มตามปริมาณที่ใช้

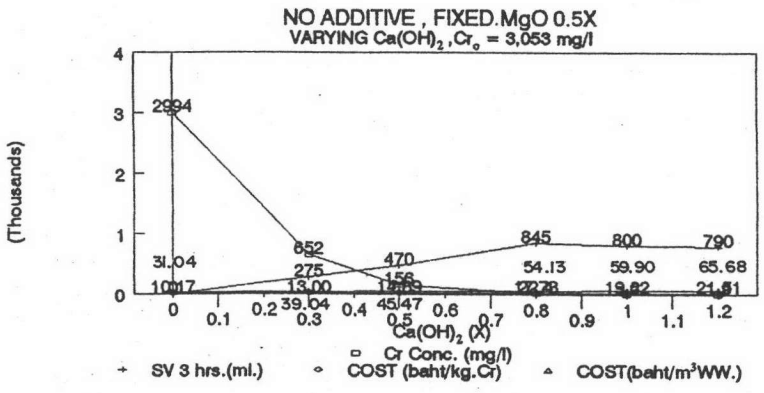
จากการพิจารณาข้างต้นการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวควรใช้ในอัตราส่วน 0.5 เท่าต่อ 0.8 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลิก 3 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์มีปริมาตรตะกอนผลิกประมาณ 790-890 มล./ล. และราคาสารเคมีเท่ากับ 17.74 บาท/กก.โครเมียม ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.คิดจากค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริงเท่ากับ 3,070 มก./ล. ดังนั้นราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.ประมาณ 55 บาท ซึ่งเป็นราคาของสารเคมีที่น้อยที่สุดในการที่จะได้โครเมียมกลับมาปริมาณมาก เพราะโครเมียมเริ่มต้นมากกว่า และประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมสูงด้วย วิธีนี้จึงควรนำมาใช้

4.4.2) การตกตะกอนผลิกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริง

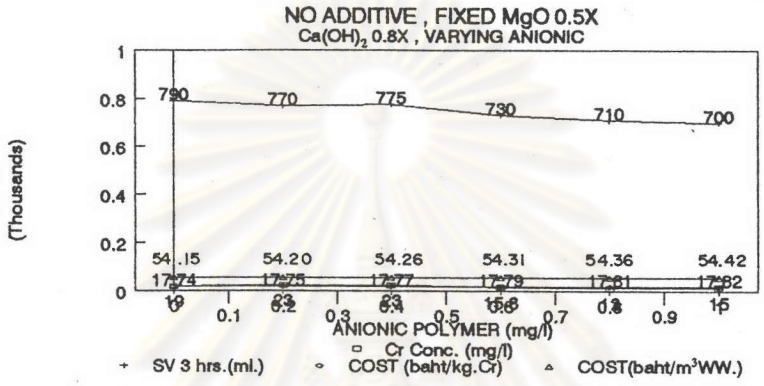
ก) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ความเข้มข้นต่าง ๆ

พบว่าพีเอช เพิ่มขึ้นตามปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใส และปริมาตรตะกอนผลิกกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.41) การใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วยให้การตกตะกอนผลิกเร็วขึ้น ตะกอนผลิกที่เกิดขึ้นมีลักษณะแน่น ตกตะกอนได้ง่ายในเวลา 1 ชั่วโมง ราคาสารเคมีจะเพิ่มตามปริมาณที่ใช้

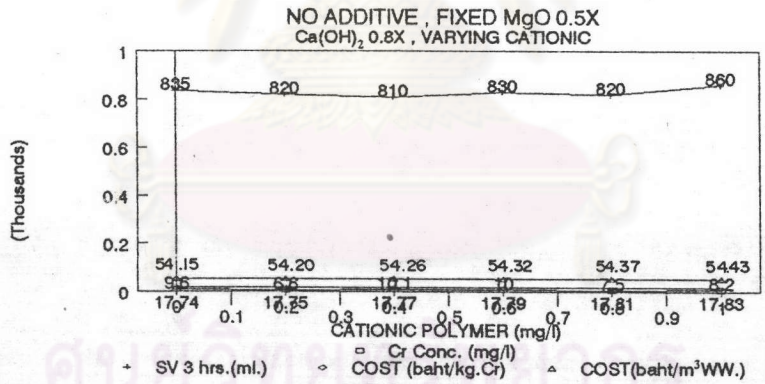
จากการพิจารณาข้างต้นการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ควรใช้ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลิก 1 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์มีปริมาตรประมาณ 220-250 มล./ล. แต่ถ้าใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรปริมาตรตะกอนผลิกจะเหลือ 260 มล./ล.ในเวลาเพียง 5 นาที ราคาสารเคมีเท่ากับ 81.38 บาท/กก.โครเมียม(ไม่เติมโพลีเมอร์) และ 81.43 บาท/กก.โครเมียม (เติมโพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.คิดจากค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงเท่ากับ 1,541 มก./ล. ดังนั้นราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.ประมาณ 125 บาท จากราคาสารเคมีนี้ แสดงว่าการใช้น้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงจะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าน้ำฟอก



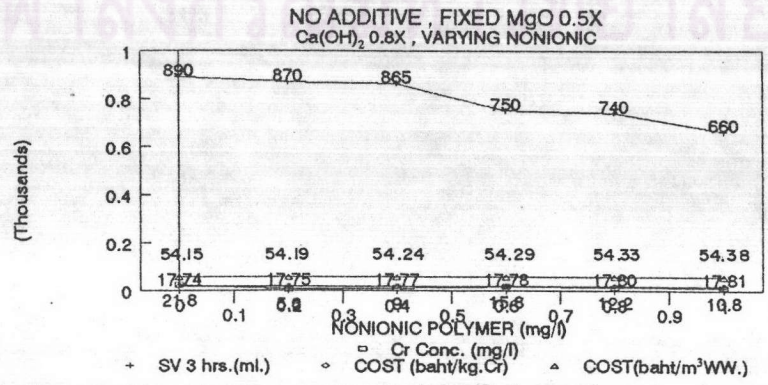
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

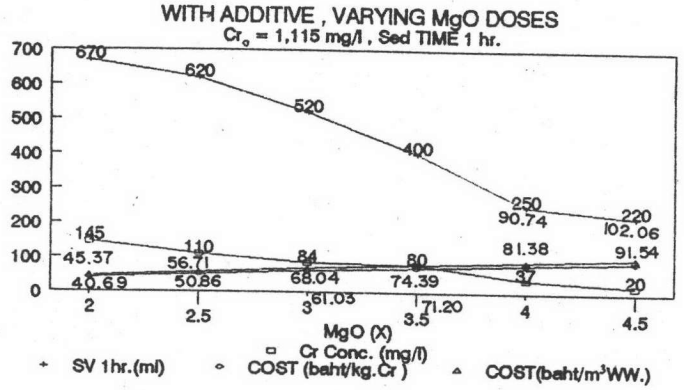


ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

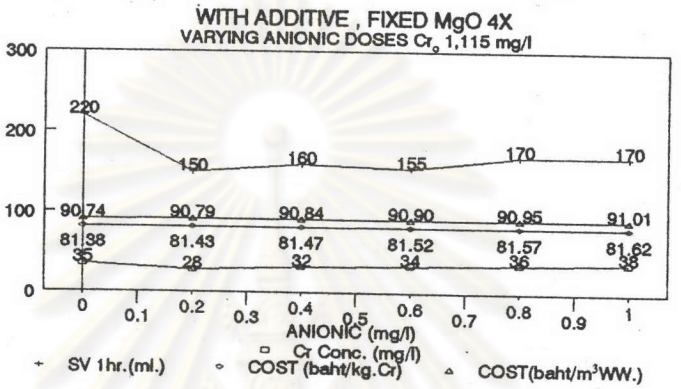


ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

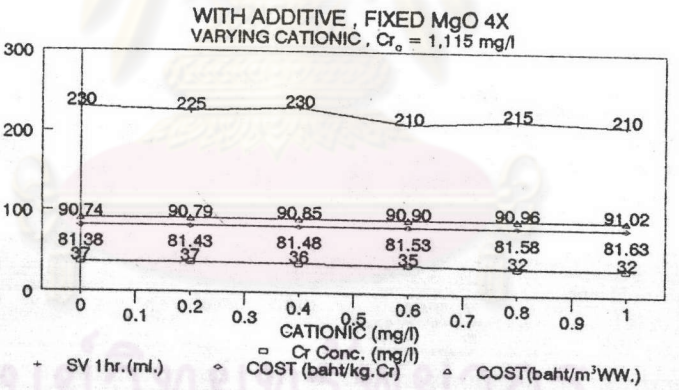
รูปที่ 4.40 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว



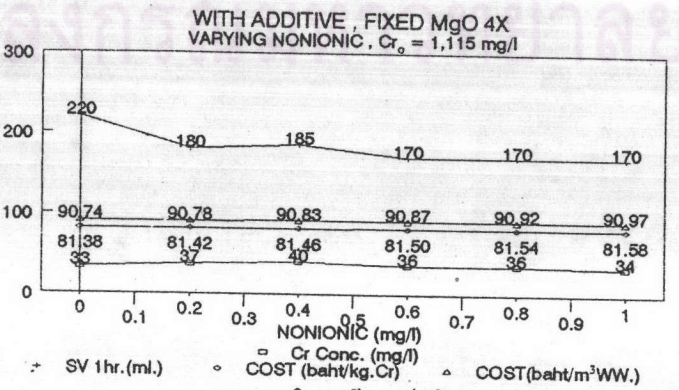
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ



ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก



ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

รูปที่ 4.41 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์

โครมที่ไม่มีสารช่วยตริง เพราะโครเมียมที่ตกตะกอนน้อยกว่า(โครเมียมในน้ำเสียเริ่มต้นน้อยกว่า)

ข) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นความเข้มข้นต่าง ๆ

พบว่าพีเอชเพิ่มขึ้นตามปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์อุ่นที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใส และปริมาตรตะกอนผลึกกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.42) การใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วยให้การตกตะกอนผลึกเร็วขึ้น ตะกอนผลึกที่เกิดขึ้นมีลักษณะแน่น ตกตะกอนได้ง่ายในเวลา 1 ชั่วโมง ราคาสารเคมีจะเพิ่มตามปริมาณที่ใช้

จากการพิจารณาข้างต้นการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ควรใช้ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลึก 1 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์มีปริมาตรประมาณ 250-780 มล./ล.ซึ่งสูงกว่าการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ไม่อุ่น แต่ถ้าใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรปริมาตรตะกอนผลึกจะเหลือ 420 มล./ล.ในเวลาเพียง 25 นาที ราคาสารเคมีเท่ากับ 81.38 บาท/กก.โครเมียม(ไม่เติมโพลีเมอร์) และ 81.40 บาท/กก.โครเมียม (เติมโพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม. คิดจากค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงเท่ากับ 1,541 มก./ล. ดังนั้นราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.ประมาณ 125 บาท ราคานี้ยังไม่รวมค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้อุ่นแมกนีเซียมออกไซด์ ดังนั้นจากผลการทดสอบการอุ่นแมกนีเซียมออกไซด์ไม่ได้ช่วยให้การตกตะกอนผลึกดีขึ้น และเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าวิธีนี้จึงไม่ควรใช้

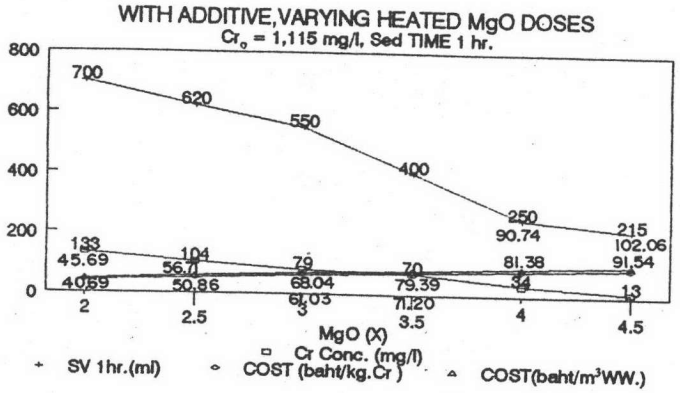
ค) การใช้โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นต่าง ๆ

พบว่าพีเอช และปริมาตรตะกอนผลึกเพิ่มขึ้นตามปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใสกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.43) การใช้โพลีเมอร์ทั้ง 3 ชนิดไม่ช่วยให้การตกตะกอนผลึกดีขึ้น ตะกอนผลึกที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นปุย ไม่แน่น ตกตะกอนช้าต้องทิ้งไว้ข้ามคืน ราคาสารเคมีเพิ่มตามปริมาณที่ใช้

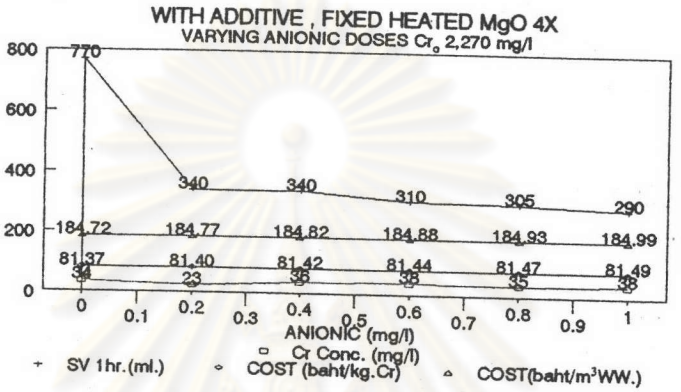
จากการพิจารณาข้างต้นการใช้โซเดียมคาร์บอเนตควรใช้ 3 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลึกข้ามคืนโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์ มีปริมาตรตะกอนผลึกประมาณ 300-1,010 มล./ล. และราคาสารเคมีเท่ากับ 65.25 บาท/กก.โครเมียม ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.(คิดจากโครเมียมเฉลี่ยในน้ำเสีย)ประมาณ 101 บาท จะเห็นได้ว่าการใช้โซเดียมคาร์บอเนตค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ แต่ปริมาณตะกอนผลึกมากกว่าต้องใช้เครื่องรีดน้ำช่วย วิธีนี้จึงไม่ควรใช้

ง) การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวความเข้มข้นต่าง ๆ

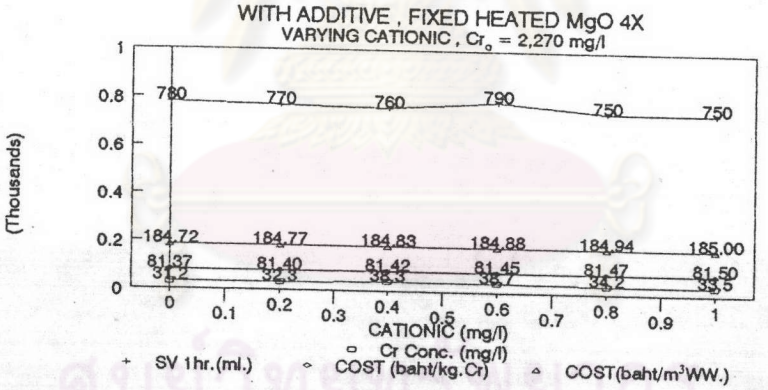
พบว่าพีเอช และปริมาตรตะกอนผลึกเพิ่มขึ้นตามปริมาณปูนขาวที่เติม ส่วนปริมาณโครเมียมในน้ำใสกลับลดลง (ดูรูปที่ 4.44) การใช้โพลีเมอร์ประจุลบช่วยให้การตกตะกอนผลึกดีขึ้น ตะกอนผลึกที่เกิดขึ้นไม่แน่นเหมือนการใช้แมกนีเซียมออกไซด์เพียงอย่างเดียว



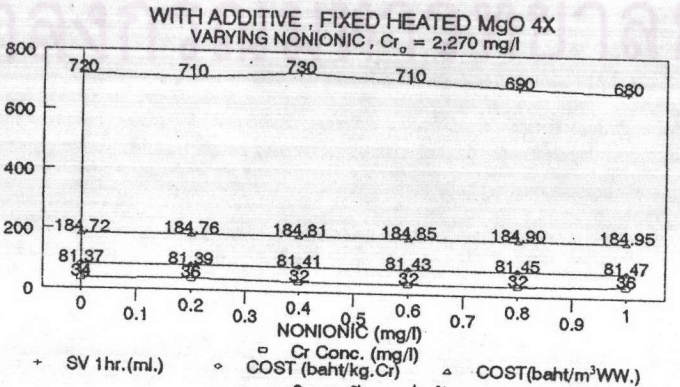
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

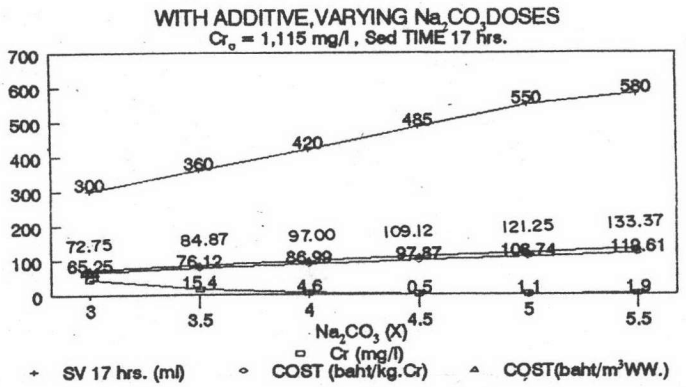


ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

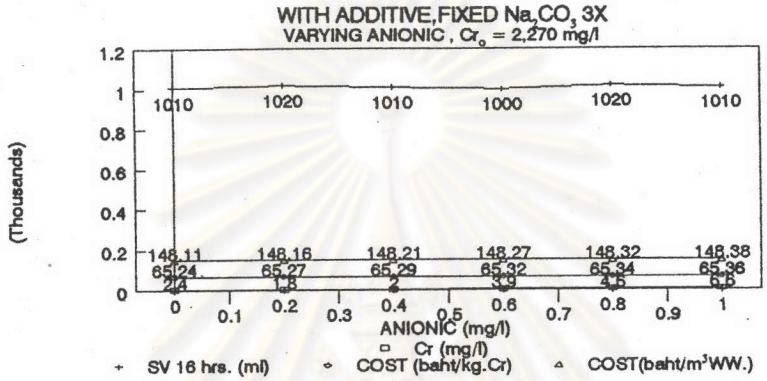


ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

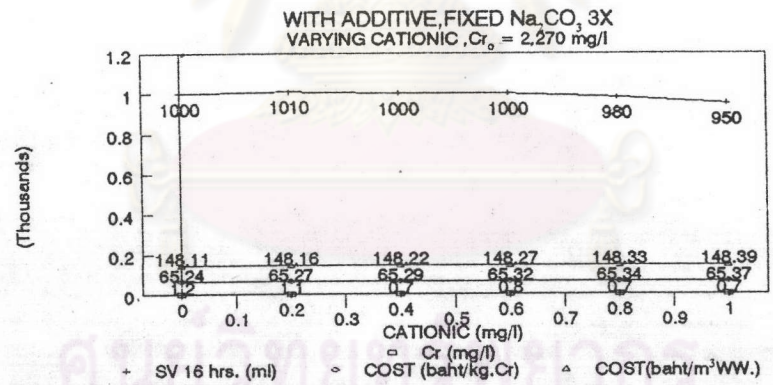
รูปที่ 4.42 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์อุ่น



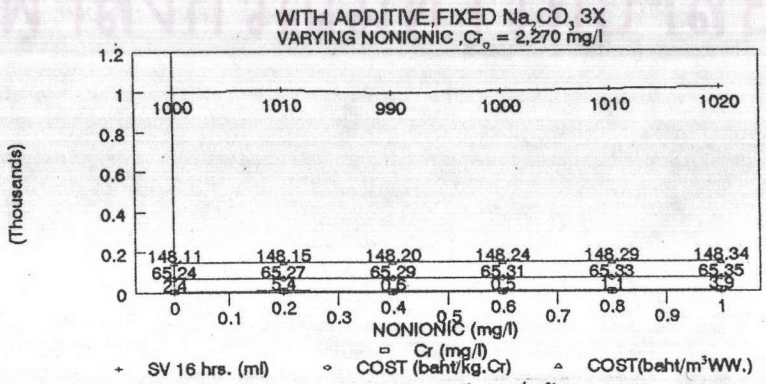
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ

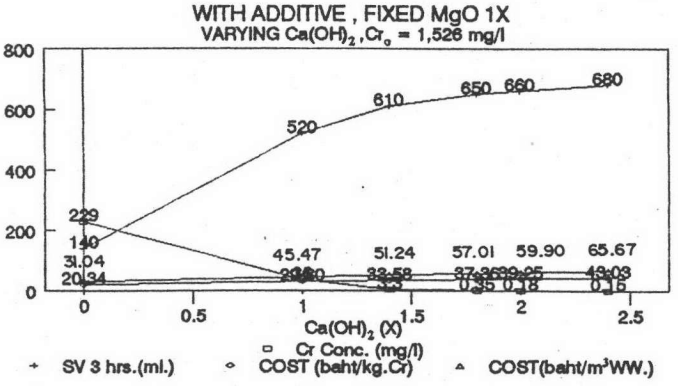


ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก

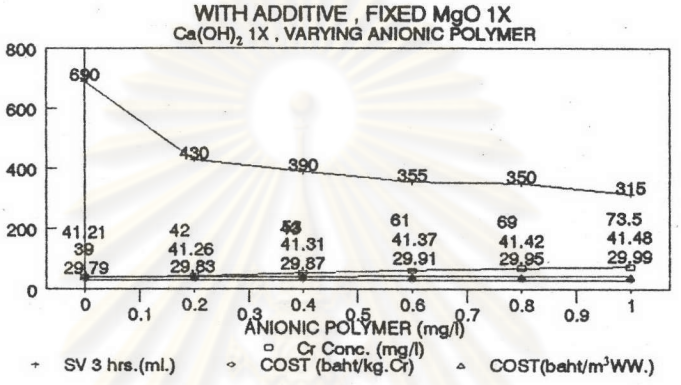


ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

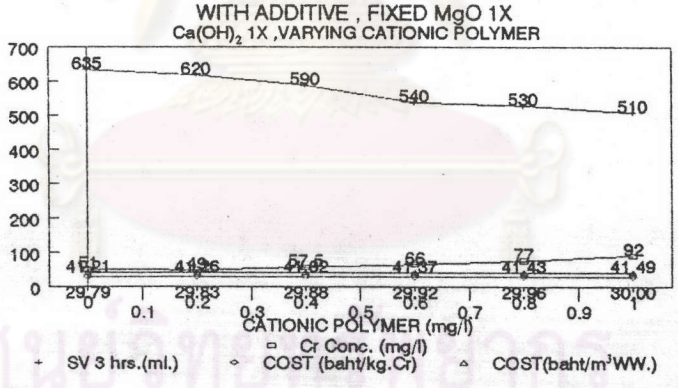
รูปที่ 4.43 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยโซเดียมคาร์บอเนต



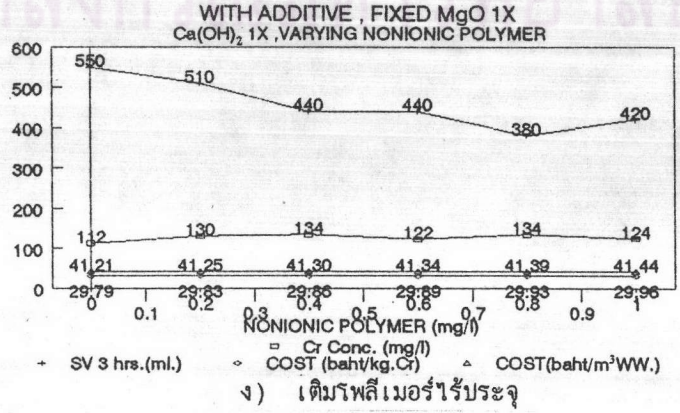
ก) ไม่เติมโพลีเมอร์



ข) เติมโพลีเมอร์ประจุลบ



ค) เติมโพลีเมอร์ประจุบวก



ง) เติมโพลีเมอร์ไร้ประจุ

รูปที่ 4.44 การเปรียบเทียบปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน ปริมาตรตะกอนผลึก และราคาสารเคมีในการตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว

ใช้เวลาตกตะกอน 3 ชั่วโมง ราคาสารเคมีจะเพิ่มตามปริมาณที่ใช้

จากการพิจารณาข้างต้นการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวควรใช้ในอัตราส่วน 1 เท่าต่อ 1 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ใช้เวลาตกตะกอนผลึก 3 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้โพลีเมอร์มีปริมาตรประมาณ 520-690 มล./ล. แต่ถ้าใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรปริมาตรตะกอนผลึกจะเหลือ 600 มล./ล.ในเวลาเพียง 10 นาที ราคาสารเคมีเท่ากับ 29.80 บาท/กก.โครเมียม(ไม่เติมโพลีเมอร์) และ 29.83 บาท/กก.โครเมียม(เติมโพลีเมอร์ประจุลบ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม. คิดจากค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียมในน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงเท่ากับ 1,541 มก./ล. ดังนั้นราคาสารเคมีต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.ประมาณ 46 บาท

4.4.3) สารเคมีที่แนะนำให้ใช้

สรุปว่าควรเลือกใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวในอัตราส่วน 0.5:0.8 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก ไม่จำเป็นต้องใช้โพลีเมอร์ โดยควรจะใช้น้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตริง เพราะค่าใช้จ่ายถูกที่สุด(17.74 บาท/กก.โครเมียม และประมาณ55 บาท/ลบ.ม.คิดจากโครเมียมเฉลี่ย) ในการที่จะได้โครเมียมกลับมาปริมาณมากกว่า และประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียม 99.5 %

4.5 ลักษณะสมบัติของน้ำที่ผ่านการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารเคมีต่าง ๆ

หลังจากตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยเวลาที่เหมาะสมแล้ว จะนำน้ำใสส่วนบนไปวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ส่วนตะกอนผลึกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมและของแข็งแขวนลอย ดังตารางที่ 4.5

จากข้อมูลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่าง ๆ พบว่า น้ำฟอกโครมไม่มีสารช่วยตริงที่ผ่านการบำบัดแล้ว สภาพการนำไฟฟ้าลดลง รีดอกซ์ของน้ำเสียชุดของวันที่ 27 เม.ย. 2535 ไม่วัดเพราะโพรบ ORP เสื่อม การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวรีดอกซ์ลดลงเหลือ +158 มิลลิโวลท์ ของแข็งทั้งหมดมีปริมาณสูง ของแข็งแขวนลอยลดลงหลังบำบัด สภาพกรดต่ำ(86-333 มิลลิกรัมต่อลิตร) เมื่อเทียบกับน้ำเสียเริ่มต้น สภาพด่างสูงเพราะน้ำเสียผ่านการบำบัดด้วยด่าง การใช้โซเดียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวสภาพด่างทั้งหมดประมาณ 4,085 , 581-634 และ 206 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คลอไรด์จะลดลง แคลเซียมจะเพิ่มขึ้นในกรณีที่ใช้แมกนีเซียมออกไซด์และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว แอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงในกรณีใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว ซีโอดีไม่สามารถกำจัดได้ แต่ปริมาณจะลดลงหลังบำบัดแล้ว ส่วนโครเมียมในน้ำใสเหลือน้อยโดยเฉพาะ

ตารางที่ 4.5 ลักษณะสมบัติของน้ำที่ผ่านการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารเคมีต่าง ๆ

ITEM	SAMPLE DATE	JAR TEST DATE	pH	CON DUCT.	REDOX	TS.	TDS.	TSS.	Sett. S.	ACIDITY		ALKALINITY		Cl^-	Ca^{2+}	NH_3-N	COD	Cr	Cr	Cr	Cr	TSS.
										MINERAL	TOTAL	PHENOP THALINE	TOTAL					(soluble)	(total)	(In super– natant)	(In sludge)	(In sludge)
				ms/cm	mV	mg/l	mg/l	mg/l	ml/l	mg/l as $CaCO_3$	mg/l as $CaCO_3$	mg/l as $CaCO_3$	mg/l as $CaCO_3$	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
RAW WASTEWATER (P)	27/04/92	–	2.74	62.7	–	83,090	82,005	1,085	37	3,183	9,471	–	–	24,627	283	269	4,486	2,742	3,000	–	–	–
Na_2CO_3 2X	27/04/92	30/04/92	8.32	16.5	–	104,120	103,948	172	610	–	172	–	4,085	24,292	106	416	2,562	–	–	46.0	3,607	40,400
MgO 2X	27/04/92	30/04/92	7.73	16.2	–	101,885	101,716	169	230	–	86	–	634	24,192	332	424	1,148	–	–	46.0	6,633	76,600
HEATED MgO 2X	27/04/92	30/04/92	8.60	37.4	–	100,782	100,661	121	290	–	97	–	581	23,742	354	370	1,017	–	–	62.5	5,617	132,200
RAW WASTEWATER (P)	23/12/92	–	3.10	63.1	+386	90,740	89,175	1,565	46	2,670	10,553	–	–	25,718	617	604	3,540	3,053	4,900	–	–	–
MgO 0.5X , $Ca(OH)_2$ 0.6X	23/12/92	24/12/92	7.15	60.0	+156	77,990	77,648	142	645	–	333	–	206	24,035	786	534	2,257	–	–	22.4	3,786	42,400
RAW WASTEWATER (B)	04/11/92	–	3.31	97.1	+260	125,640	124,761	879	60	414	4,698	–	–	43,377	595	760	2,217	1,115	2,633	–	–	–
MgO 4X	04/11/92	05/11/92	8.80	90.3	+93	109,960	109,830	130	250	–	–	189	907	40,812	570	936	2,507	–	–	37.0	1,994	140,600
HEATED MgO 4X	04/11/92	05/11/92	8.90	88.9	+135	182,650	182,596	54	250	–	–	43	761	40,076	503	898	2,493	–	–	34.0	1,713	123,600
Na_2CO_3 3X	04/11/92	05/11/92	8.40	95.0	+102	113,480	113,250	230	300	–	–	383	4,401	42,198	232	928	3,453	–	–	44.0	1,633	48,600
MgO 4X ANIONIC 0.2 mg/l	04/11/92	06/11/92	8.60	89.5	+125	197,200	196,844	356	150	–	–	97	880	40,548	440	937	2,013	–	–	28.0	1,685	115,000
RAW WASTEWATER (B)	10/11/92	–	4.00	108.3	+248	152,495	149,275	2,920	20	238	4,018	–	–	47,384	220	1,012	5,560	2,270	2,567	–	–	–
HEATED MgO 4X ANIONIC 0.2 mg/l	10/11/92	12/11/92	8.70	98.0	+122	207,100	206,476	624	340	–	–	189	734	45,186	436	863	2,507	–	–	23.0	2,709	159,200
RAW WASTEWATER (B)	15/12/92	–	3.30	86.0	+262	115,880	115,084	796	75	300	4,650	–	–	42,542	475	314	4,919	1,526	2,000	–	–	–
MgO 1X , $Ca(OH)_2$ 1X	15/12/92	18/12/92	8.30	85.9	+71	102,250	102,148	102	520	–	–	–	350	42,542	1,394	286	3,207	–	–	36.0	2,057	87,600
RAW WASTEWATER (B)	22/12/92	–	3.40	91.6	+250	153,640	148,600	5,040	80	341	4,157	–	–	45,907	471	771	6,811	1,383	2,350	–	–	–
MgO 1X , $Ca(OH)_2$ 1X ANIONIC 0.2 mg/l	22/12/92	23/12/92	8.99	85.6	+37	132,150	131,548	602	430	–	194	–	443	44,225	903	660	3,232	–	–	42.0	2,538	74,200

P = PIROT (w/o add've) B = BURARAK (w/ add've)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวตกตะกอน โครเมียมในตะกอนจะขึ้นอยู่กับโครเมียมทั้งหมดในน้ำเสียก่อนการบำบัด เพราะโครเมียมในน้ำเสียจะตกตะกอนมาอยู่ในสลัดจ์นั่นเอง และของแข็งแขวนลอยในตะกอนมีปริมาณมาก โดยที่การใช้โซเดียมคาร์บอเนตจะมีของแข็งแขวนลอยในตะกอนน้อยที่สุด เพราะตะกอนผลึกเป็นปุย ไม่แน่นเหมือนการใช้แมกนีเซียมออกไซด์ตกตะกอน

ส่วนน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตริงซึ่งผ่านการบำบัดแล้วลักษณะสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์เป็นดังนี้ สภาพการนำไฟฟ้าลดลง รีดอกซ์จะลดลงหลังบำบัดแล้ว ของแข็งทั้งหมดมีปริมาณสูง ของแข็งแขวนลอยลดลง สภาพกรดตรวจวัดไม่ได้ ยกเว้นการใช้แมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบเท่ากับ 194 มิลลิกรัมต่อลิตร สภาพด่างสูงโดยที่การใช้โซเดียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาวทำให้สภาพด่างทั้งหมดประมาณ 4,401 761-907 และ 350 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คลอไรด์ลดลง แคลเซียมจะเพิ่มขึ้นในกรณีที่ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ร่วมกับปูนขาว แอมโมเนีย-ไนโตรเจนลดลง ซีโอดีปริมาณลดลงในกรณีใช้แมกนีเซียมออกไซด์อุ่นร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ แมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาว และแมกนีเซียมออกไซด์กับปูนขาวขาวร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ส่วนโครเมียมในน้ำใสจะลดลงมากเมื่อเทียบกับน้ำเสียเริ่มต้น โครเมียมในตะกอนขึ้นอยู่กับโครเมียมเริ่มต้นในน้ำเสียและของแข็งแขวนลอยในตะกอนมีปริมาณมาก โดยที่การใช้โซเดียมคาร์บอเนตจะมีของแข็งแขวนลอยในตะกอนน้อยที่สุด เพราะตะกอนผลึกเป็นปุย ไม่แน่นเหมือนการใช้แมกนีเซียมออกไซด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย