บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กิจกรรมอุตสาหกรรมเป็นแหล่งของเสียที่เป็นอันตรายที่สำคัญที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยกำลังเปลี่ยนแปลงรูปแบบจากประเทศเกษตรกรรมเป็นประเทศอุตสาหกรรม ทำให้มีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เกิดขึ้นจำนวนมาก ส่งผลให้มีปริมาณของเสียที่เป็นอันตรายผลิตออกมามากขึ้น รวมทั้งปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีของเสียในรูปแบบใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย ซึ่งบางชนิดก็มีความเป็นพิษสูง หรือมีวิธีการกำจัดที่ยุ่งยากซับซ้อน ทำให้เกิดปัญหาในการเก็บรวบรวม การบำบัด และการกำจัดอย่างมาก

มลสารโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจนเกิดมลพิษทำให้เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช หรืออาจเป็นภาวะที่ผิดไปจากธรรมชาติ หากสารมลพิษโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงจะทำให้สัตว์น้ำ และผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร เกิดการปนเปื้อนขึ้นเมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไป จะทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ในอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลาถ้ามีสารมลพิษโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ

โรงชุบโลหะในเขตกรุงเทพมหานครจะระบายโลหะหนัก เช่น โครเมี่ยม นิเกิล ทองแดง ฯลฯ ทั้งจากกระบวนการผลิตปีละประมาณ 12 ตัน น้ำทิ้งเหล่านี้หลังจากผ่านระบบบำบัดแล้ว โลหะหนักก็จะเกิดรวมในรูปของตะกอน ซึ่งจำเป็นต้องนำไปฝังดินให้ถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป ส่วนกากตะกอนโลหะหนัก กากขยะที่มีสารพิษเจือปน รวมทั้งน้ำยาเคมีที่เสื่อมคุณภาพจากกระบวนการผลิตของโรงงานต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง คาดว่ามีอีกประมาณ 4-6 หมื่นตันต่อปี ที่โรงงานจะต้องนำมาทำลายพิษและจัดการหาที่ฝังดินเองดังนั้นหากไม่มีการควบคุมหรือจัดการที่ดีแล้ว สารพิษเหล่านี้อาจสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษได้ในอนาคต

การจัดหาที่ฝังดิน (Sanitary landfill) ตามหลักวิชาการจุดที่ฝังจะต้องไม่ก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบต่อคุณภาพน้ำใต้ดินหรือเป็นจุดที่น้ำจะท่วม ทำให้สามารถชะกากสารพิษคืนสู่สิ่งแวดล้อมโดยที่สารโลหะหนักหรือกากของเสียอุตสาหกรรมบางประะเภทอาจมีคุณค่าคุ้มกับการนำกลับไปใช้งานได้อีกอันจะเป็นการช่วยประหยัดทรัพยากรของชาติ

บุญยงค์ โล่ห์วงศ์วัฒน, 2434 กล่าวถึงการศึกษาของ Stablex ด้วยความช่วยเหลือของ CIDA (Canadian International Development Agency) ในปี 2527 พบว่าโรงงานในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง จำนวน 682 โรงงาน ที่อยู่ในข่ายที่มีกากสารพิษ ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1.1

โดยคาดว่าจะมีกากสารพิษในรูปของน้ำเสียประมาณ 84,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และปริมาณนี้จะเพิ่มเป็น 2 เท่าในปี พ.ศ.2543 (ค.ศ.2000) แสดงในตารางที่ 1.2

กากของเสียโรงงานดังกล่าวข้างต้น ยังไม่รวมกากของเสียประเภทปนเปื้อนน้ำมัน (Oily wastes) สารทำละลาย (Solvent) และยาเสื่อมคุณภาพ (Pharmaceutical wastes) ฯลฯ

จากตารางที่ 1.1 และ ตารางที่ 1.2 พบว่า ปัญหาของน้ำเสียที่มีโลหะหนักมาจากน้ำเสียโรงชุบเคลือบโลหะหนัก ซึ่งแต่เดิมเป็นโรงงานเล็ก ๆ ที่กระจายอยู่ตามกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง ไม่มีระบบบำบัดของตนเอง ทำให้มีการปล่อยน้ำเสียที่มีโลหะหนักลงตามท่อระบายน้ำ และไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาในที่สุด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรมได้แก้ปัญหาดังกล่าว โดยดำเนินโครงการจัดสร้างศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมขึ้น เพื่อให้บริการกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยก่อสร้างศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมแห่งแรกที่แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ศูนย์แห่งนี้ให้บริการกำจัดน้ำเสียจากโรงชุบเคลือบโลหะหนักและโรงฟอกย้อม โดยคิดค่าบริการจากโรงงานที่ใช้บริการ

ตารางที่ 1.1 โรงงานที่มีกากสารพิษในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง

อุตสาหกรรม	รวม	กทม.	สมุทรปราการ	นนทบุรี	อื่นๆ
Textile	210	59	142	3	6
Tanning	122	-	122	-	-
Caustic Soda	4	-	2	-	2
Paint	72	47	16	6	3
Lead Smelting	2	-	1	-	1
Steel Galvanizing	15	5	8	-	2
Electro-Plating	200	200	-	-	-
Fluorescent Lamps	5	1	3	1	-
Car Batteries	16	7	5	1	3
Drycell Batteries	16	11	5	-	-
Intergrated Circuits	5	4	-	-	1
Car Assembly	15	5	10	-	-
	682	339	314	11	18

ที่มา: บุญยงค์ โล่ห้วงศ์วัฒน, 2534

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 ปริมาณกากสารพิษในรูปของตะกอน ของแข็งและน้ำเสียต่อปี

	Ton/year	Remark
Textile	38,300	Sludge
Tanning	3,700	Sludge, High moisture
Caustic Soda	9,360	Sludge, 30-40% humid
Paint	2,200	Sludge, 30-40% humid
Lead Smelting	1,500	Slag
Steel Galvanizing	2,000	Sludge, Muddy
	900	Sludge,
Electro-Plating	84,000	Waste water
Fluorescent Lamps	50	Solid
Car Batteries	50	Solid
Drycell Batteries	100	Solid
Intergrated Circuits	50	Solid
Car Assembly	5,900	Sludge, 30-40% Solid
Total	64,110	Sludge and Solid
	84,000	Waste water

ที่มา: บุญชงค์ ไล่ห้วงศ์วัฒน, 2534

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มุ่งความสนใจที่โครเมียมและนิเกิลเป็นสำคัญเนื่องจากมีปริมาณในน้ำทิ้งจากการชุบเคลือบโลหะสูงกว่าโลหะชนิดอื่นๆ และเป็นโลหะที่มีอันตรายดังจะกล่าวต่อไปนี้คือ

1. โครเมียม (Chromium,Cr) เป็นโลหะหนักซึ่งมีน้ำหนักอะตอมเท่ากับ 52.01 เป็นสมาชิกของหมู่ธาตุ (VII)B หรือในโลหะผสมทั้งหลายโดยเฉพาะในเหล็กกล้า สารประกอบโครเมท (chromate) ถูกใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง, สารพวกไดโครเมท (dichromate) เป็นส่วนประกอบของสีย้อมวัสดุต่างๆและผสมในน้ำกรดแบตเตอรี่, สังกะสีโครเมทใช้เป็นสีรองพื้นก่อนเคลือบด้วยสีอย่างอื่น สารโครเมทเป็นทั้งสารก่อการกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็ง เพราะว่ามันรบกวนการสังเคราะห์ DNA ในเซลล์ มีรายงานว่าชาวอเมริกันและชาวเยอรมันที่ทำงานอยู่ในโรงงานผลิตเกลือโครเมทมานานและตายไปเนื่องจากสาเหตุอะไรก็ตามประมาณ 20% ของคนงานที่ตายทั้งหมดจะมีมะเร็งของปอด และประมาณ 30% ตายเนื่องจากมะเร็งที่อวัยวะส่วนอื่น เมื่อเทียบกับการเกิดมะเร็งของคนทั่วไปที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสารประกอบโครเมียมแล้ว ก็พบว่าอุบัติการของการเกิดมะเร็งในคนงานกลุ่มดังกล่าวสูงมากกว่าคนทั่วไปถึง 16-25 เท่า ตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำดื่มไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และในอากาศบริเวณที่มีชุมชนอาศัยไม่ควรเกิน 0.028 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. นิเกิล (Nickel,Ni) เป็นโลหะหนักซึ่งมีน้ำหนักอะตอมเท่ากับ 58.7 เป็นสมาชิกของหมู่ธาตุ (VIII)B ในตารางธาตุมีวาเลนซีเท่ากับ 2 เราไม่ค่อยพบธาตุนิเกิลในสิ่งแวดล้อมทั่วไป แต่อาจพบในโรงงานถลุงแร่นิเกิล โลหะนิเกิลใช้ทำเป็นโลหะผสม ผงโลหะนิเกิลใช้เป็นคะตะลิสต์ในการเติมไฮโดรเจน (hydrogenation) ของน้ำมันพืชเพื่อทำเนยเทียม โลหะนิเกิลสามารถทำลายการสังเคราะห์ DNA ทำให้เซลล์ตายและมีแผลอักเสบ เคยมีรายงานว่าคนงานในประเทศอังกฤษถึง 34% ที่ทำงานในโรงงานถลุงโลหะนิเกิลและทองแดงเป็นมะเร็งของระบบทางเดินหายใจ อาการเริ่มแรกที่เกิดจากพิษนิเกิลคือ การปวดศีรษะส่วนหน้า, ง่วงนอน, บางทีมีอาการคลื่นไส้ และอาเจียน, มีอาการปวดหลัง, ตัวเขียว, ปวดร้าวที่หน้าอก, ไอ, หายใจไม่สะดวก, อ่อนเพลีย, ปวดท้องและท้องร่วง ได้มีการกำหนดมาตรฐานของ Ni ในอากาศไว้ไม่เกิน 0.03-0.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสูดดมเข้าปอดได้เพียงไม่เกินวันละ 0.2-1.2 ไมโครกรัมต่อวัน เท่านั้น (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531.)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมและนิเกิล ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ โดยการทดสอบกับน้ำเสียสังเคราะห์

2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ที่เก็บจากศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรม บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

3. ทำการทดสอบความเสถียรของกากตะกอนโดยการทำ leaching test ที่ pH และเวลาต่างๆ กัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาสภาพที่เหมาะสม (พีเอช, อุณหภูมิและอัตราส่วนโมล) ในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ โดยทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ ซึ่งทราบปริมาณของโลหะหนักทั้งสองชนิด จากนั้นทดลองกำจัดน้ำเสียจากศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรม โดยใช้กระบวนการเฟอร์ไรท์ ภายใต้สภาพที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาในช่วงแรก

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วย ขั้นตอนของการทดลองต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การทดลองเพื่อศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสม (พีเอช, อุณหภูมิ, อัตราส่วนโมล) ในการกำจัดตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ โครเมียม, นิเกิล สารละลายผสมโครเมียมและนิเกิล โดยกระบวนการเฟอร์ไรท์ น้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นมามีความเข้มข้นของ โครเมียม, นิเกิล สารละลายผสมโครเมียมและนิเกิล 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข (vary) ดังต่อไปนี้

1.1 พีเอช (pH) 9, 10, 11

1.2 อุณหภูมิ (Temp) 60°, 65°, 70° เซลเซียส

1.3 อัตราส่วนโมล (mole ratio) $Cr^{3+}/Iron_{total}$ และ $Ni^{2+}/Iron_{total}$ ที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดโลหะหนักทั้ง 2 ชนิด ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์จากสารละลายผสมโครเมียมและนิเกิลที่ความเข้มข้น 1000, 100, 10, 5, 1, 0.5, 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยใช้เงื่อนไขพีเอชและอุณหภูมิจากข้อ 1.1 และ 1.2

2. ทดลองใช้เงื่อนไขอุณหภูมิ, พีเอช และอัตราส่วนโมล จากการทดลองในข้อ 1 ในการลดปริมาณโครเมียมและนิเกิลของน้ำเสียจากศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร โดยกระบวนการเฟอร์ไรท์ ตัวอย่างน้ำเสีย 2 ประเภท

2.1 ที่มีไซยาไนด์ โดยเติม NaOCl เพื่อทำลายไซยาไนด์ก่อนเข้ากระบวนการเฟอร์ไรท์

2.2 ที่ไม่มีไซยาไนด์ เข้ากระบวนการเฟอร์ไรท์ได้เลย

3. ทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการเฟอร์ไรท์โดยการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมและนิเกิลที่เหลือในทั้งโดยใช้เทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

4. การทดลองเพื่อยืนยันคุณสมบัติความเป็นสารแม่เหล็ก (magnetic property) ของตะกอนเฟอร์ไรท์ด้วยเทคนิคของเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น (X-ray Diffraction)

5. การทดสอบความเสถียรของกากตะกอนเฟอร์ไรท์โดยทำ leaching test ที่ pH และเวลาต่างๆเปรียบเทียบกับความเสถียรของตะกอนที่กำจัดแบบธรรมดาของศูนย์กำจัดกาก โดยเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขดังต่อไปนี้

5.1 พีเอช (pH) 3, 4, 5, 5.8

5.2 เวลา (time) 6, 24 ชั่วโมง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการพัฒนาเทคนิคในการกำจัดโลหะหนัก โดยเฉพาะโครเมียมและนิเกิลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเปลี่ยนให้เป็นตะกอนเฟอร์ไรท์ที่ไร้พิษ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยไม่ต้องนำไปฝัง

2. เป็นแนวทางในการกำจัดโลหะหนักตัวอื่นๆที่เป็นพิษต่อไป โดยการใช้กระบวนการนี้

3. ข้อมูลที่ได้น่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องในการกำจัดสารพิษอันเนื่องจากโลหะหนัก เพื่อใช้พิจารณาในโครงการการกำจัดกากสารพิษโดยไม่ต้องใช้พื้นที่ในการฝังกากตะกอนที่กำจัดได้ และไม่ต้องมีพื้นที่สำหรับตากตะกอน (drying bed) เนื่องจากตะกอนเฟอร์ไรท์เป็นตะกอนหนักและมีคุณสมบัติเป็นสารแม่เหล็ก จึงสามารถแยกออกจากน้ำทิ้งได้ง่ายโดยผ่านรางแม่เหล็ก