

เพ็ญ ชาติ : การกำจัดแมงกานีส เหล็ก และแคดเมียม ในน้ำบาดาลสังเคราะห์ ด้วยโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และการแยกตะกอนที่เกิดขึ้นด้วยไมโครฟิลเตรชัน (REMOVAL OF MANGANESE, IRON AND CADMIUM IN SYNTHETIC GROUNDWATER USING POTASSIUM PERMANGANATE AND SEPARATION OF RESULTING PRECIPITATES BY MICROFILTRATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.จตุพร วิทยาคุณ, 143 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นการกำจัดไอออนแมงกานีส เหล็ก และแคดเมียมในน้ำบาดาลสังเคราะห์โดยปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยอากาศและโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เพื่อทำให้ความเข้มข้นของไอออนต่ำกว่าระดับการปนเปื้อนสูงสุดที่อนุญาต (MCL) กระบวนการประกอบด้วยการเติมอากาศระดับต่ำและเติมโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในระบบ Jar test ความเข้มข้นของแมงกานีส เหล็ก และแคดเมียม คือ 0.50 0.50 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเหมือนกับความเข้มข้นในน้ำบาดาลธรรมชาติ การกำจัดไอออนศึกษาในระบบที่มีองค์ประกอบไอออนที่แตกต่างกัน 3 ระบบ ได้แก่ แมงกานีสเชิงเดี่ยว แมงกานีสและเหล็กเชิงคู่ และแมงกานีส เหล็ก และแคดเมียม

ในระบบการกำจัดไอออนแมงกานีสเชิงเดี่ยว พารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่ การเติมอากาศ พีเอช ปริมาณตัวออกซิไดส์ และความเร็วการคน พบว่าการเติมอากาศอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับการกำจัดไอออนแมงกานีสถึงแม้เพิ่มพีเอชของสารละลาย เมื่อใช้โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตด้วยปริมาณสัมพัทธ์ (0.96 มิลลิกรัมต่อลิตร) ไอออนแมงกานีสถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์ในเวลา 15 นาที พีเอชที่ 8.0 เมื่อเพิ่มปริมาณโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นสองเท่า ประสิทธิภาพการกำจัดลดลง นอกจากนี้การกำจัดไอออนแมงกานีสเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ที่พีเอช 9.0 โดยใช้ปริมาณโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร การวิเคราะห์ลักษณะอนุภาคแมงกานีสไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด-การกระจายพลังงานของรังสีเอ็กซ์ (SEM-EDX)

ในระบบการกำจัดไอออนแมงกานีสและเหล็กเชิงคู่ พารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่ ปริมาณตัวออกซิไดส์ การมีไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมรวมอยู่ และการเติมสารส้มหลังจากการออกซิเดชัน การศึกษาพบว่าไอออนแมงกานีสถูกกำจัดบางส่วนโดยการเติมอากาศทั้งระบบการออกซิเดชันเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ ด้วยการกำจัดสูงสุดร้อยละ 30.6 และ 37.2 ตามลำดับ ไอออนเหล็กช่วยเพิ่มการกำจัดไอออนแมงกานีสด้วยการก่อตัวเป็นแมงกานีส-เหล็กไดออกไซด์ซึ่งยืนยันองค์ประกอบโดยกล้องจุลทรรศน์แบบดิจิทัล และการกระจายพลังงานของรังสีเอ็กซ์ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณตัวออกซิไดส์ 0.603 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณต่ำที่สุดที่ลดความเข้มข้นของไอออนแมงกานีสสู่ระดับที่ต่ำกว่า MCL การมีไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมจะรบกวนการกำจัดไอออนแมงกานีสเล็กน้อยและความเข้มข้นสุดท้ายยังคงต่ำกว่าระดับที่ยอมรับได้ การเติมสารส้มหลังปฏิกิริยาออกซิเดชันส่งผลทางลบต่อการกำจัดไอออนแมงกานีส กลไกการกำจัดไอออนแมงกานีสและเหล็ก ที่เป็นไปได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีไอออนปรากฏ ซึ่งศึกษาโดยการวัดการเปลี่ยนแปลงพีเอช ประกอบด้วยการดูดซับไอออนโลหะที่ละลายบนออกไซด์

ในการกำจัดไอออนแอมโมเนียม เหล็กและแคดเมียม พารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่ พีเอช 8.0 ปริมาณตัวออกซิไดส์ ความเข้มข้นเริ่มต้นของแคดเมียม และการมีไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมร่วมอยู่ การศึกษาพบว่า การเติมอากาศสามารถกำจัดไอออนแอมโมเนียม เหล็กและแคดเมียมได้ร้อยละ 14.2 88.4 และ 10.0 ตามลำดับ โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.824 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณที่ดีที่สุดสำหรับการกำจัดไอออนสู่ระดับที่ต่ำกว่าระดับ MCL การมีไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมร่วมอยู่ จะไม่รบกวนการกำจัดไอออนแอมโมเนียมและแคดเมียม มากกว่านั้นกลไกการกำจัดแคดเมียมที่เสนอประกอบด้วย การดูดซับบนแอมโมเนียม-เหล็กออกไซด์ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ ความเข้มข้นเริ่มต้นของแคดเมียม 0.025 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นความจุสูงสุดของการดูดซับบนออกไซด์

ตะกอนที่เกิดขึ้นของแอมโมเนียม-เหล็กจากการกำจัดไอออนแอมโมเนียม เหล็กและแคดเมียมถูกแยกโดยใช้ไมโครฟิลเตรชันด้วยเยื่อ โพลีไวนิลลิดีน ฟลูออรีน (PVDF) ที่มีขนาดรูพรุน 0.30 ไมครอน การศึกษาพบว่า ชนิดของการดูดซับเยื่อคือ การดูดซับรวม โดยมีกลไกหลักคือ การดูดซับแบบเก็บ เมื่อล้างอนุภาคแอมโมเนียม-เหล็กออกไซด์ที่สะสมตัวอยู่บนเยื่อด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การล้างแบบย้อนกลับ การล้างด้วยคลื่นเหนือเสียง และการล้างด้วยการรวมกันของทั้งสองวิธี การศึกษาพบว่า การล้างด้วยคลื่นเหนือเสียง 1 นาที ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด โดยใช้ค่าการย้อนกลับของฟลักซ์สูงสุดประมาณร้อยละ 92 แต่ประสิทธิภาพการล้างลดลงตามจำนวนรอบการล้างด้วยคลื่นเหนือเสียง การล้างด้วยการรวมทั้งสองวิธีไม่ช่วยเพิ่มการย้อนกลับของ ฟลักซ์

PIAW PHATAI : REMOVAL OF MANGANESE, IRON AND CADMIUM IN
SYNTHETIC GROUNDWATER USING POTASSIUM PERMANGANATE AND
SEPARATION OF RESULTING PRECIPITATES BY MICROFILTRATION.

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. JATUPORN WITTAYAKUN, Ph.D.

143 PP.

DIVALENT IONS/MANGANESE/IRON/CADMIUM/SYNTHETIC
GROUNDWATER/POTASSIUM PERMANGANATE/MICROFILTRATION

This thesis focuses on removal of Mn^{2+} , Fe^{2+} and Cd^{2+} from synthetic groundwater by oxidation using combined aeration and $KMnO_4$ to make their concentrations below the maximum contaminant level (MCL). The process included aeration and addition of $KMnO_4$ in a Jar test system. The concentration of Mn^{2+} , Fe^{2+} and Cd^{2+} was 0.50, 0.50 and 0.01 mg/L, similar to that of natural groundwater. The removal was performed in three systems including single Mn^{2+} ; dual Mn^{2+} and Fe^{2+} ; and triple Mn^{2+} , Fe^{2+} and Cd^{2+} .

For the single removal of Mn^{2+} ions, parameters such as aeration, pH, oxidant and stirring speed were studied. Aeration alone was not sufficient to remove Mn^{2+} ions completely although the pH was increased to 9.0. When a stoichiometric amount of $KMnO_4$ (0.96 mg/L) was used, a complete removal was achieved within 15 min at an optimum pH of 8.0. When the amount of $KMnO_4$ was doubled, the removal efficiency was lower. Besides, the removal of Mn^{2+} ions was complete at pH 9.0 using an oxidant dose of 0.48 mg/L. The MnO_2 particles were characterized by SEM-EDX.

For the dual removal of Mn^{2+} and Fe^{2+} ions, various parameters including oxidant, coexisting Ca^{2+} and Mg^{2+} ions and alum addition after the oxidation were investigated. Mn^{2+} was partially removed by aeration in both single and dual oxidation with the maximum removal of 30.6 and 37.2%, respectively. The presence of Fe^{2+} improved the removal of

Mn²⁺ ion forming hydrous manganese-iron oxide which was confirmed by digital microscopy and EDX. The oxidant dose of 0.603 mg/L KMnO₄ was a minimum amount to reduce the Mn²⁺ concentration to the level below the MCL. The presence of Ca²⁺ or Mg²⁺ slightly disturbed the elimination of Mn²⁺, but the concentration was still lower than the permitted level. Alum addition after the oxidation had a negative effect on the Mn²⁺ removal. Possible mechanisms of the removal of Mn²⁺ and Fe²⁺ ions with and without the coexisting ions proposed by monitoring the pH variations involved sorption of the dissolved metal ions on the hydrous oxide.

For the triple removal of Mn²⁺, Fe²⁺ and Cd²⁺ ions, the studied conditions included pH of 8.0 and various oxidant doses, initial Cd²⁺ concentrations, and coexisting Ca²⁺ and Mg²⁺ ions. The percent removal of Mn²⁺, Fe²⁺ and Cd²⁺ ions by aeration were 14.2, 88.4 and 10.0%, respectively. The KMnO₄ dose of 0.824 mg/L was optimum to eliminate those metal ions to the concentration level below the MCL. The coexisting Ca²⁺ and/ or Mg²⁺ did not disturb the elimination of Mn²⁺ and Cd²⁺. Furthermore, the proposed removal mechanism of Cd²⁺ involved sorption on the hydrous Mn-Fe oxide with the initial Cd²⁺ concentration of 0.025 mg/L as a maximum sorption capacity.

The resulting Mn-Fe precipitates from the triple system were separated using microfiltration (MF) by polyvinylidene fluoride (PVDF) membrane with a nominal pore size of 0.30 μm. The type of membrane fouling could be a mixed pore-blocking mechanism with the predominance of cake filtration. The Mn-Fe oxide particles accumulated on the membrane were cleaned by several methods including backwashing, ultrasound and their combined methods. Ultrasonic cleaning for 1 min was the most effective giving a maximum flux recovery of about 92% but its efficiency decreased with ultrasonic cleaning cycle. The combined methods did not improve the flux recovery.

School of Chemistry

Academic Year 2011

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____