การบำบัดการปนเปื้อนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจากน้ำมันเชื้อเพลิง ในชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำโดยการเกิดออกซิเดชันเคมี

Remediation of Fuel Hydrocarbons in Saturated Zone Using Chemical Oxidation

คำนำ

การรั่วไหลของสารเคมีจากถังกักเก็บบนดิน และใต้ดิน เช่น การรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังเก็บกักในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน และถังบรรจุ เนื่องจากน้ำมันเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่สามารถกัดกร่อนได้ทำให้เกิดการรั่วไหลออกจากถังบรรจุต่างๆได้ และแพร่กระจายลงสู่ผิวดิน และใต้ดิน แล้วเกิดการปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญแหล่งหนึ่งที่ประชาชนใช้ประโยชน์ทั้งเพื่อการบริโภค อุปโภค และเกษตรกรรม อันอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน กระบวนการบำบัดนำมันเชื้อเพลิงที่ปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน มีทั้งวิธีการทางกายภาพ ทางเคมี หรือแบบผสมผสานกันมากกว่าหนึ่งวิธี อาทิ กระบวนการบำบัดทางกายภาพและเคมี (physicochemical processes) เช่น การไล่ด้วยอากาศ (air stripping) การไล่ด้วยไอน้ำ (stream stripping) การดูดซับด้วยถ่าน (carbon adsorption) การเกิดออกซิเดชันเคมี (chemical oxidation) (LaGrega *et al*., 2001) และวิธีการบำบัดทางชีวภาพซึ่งอาจมีข้อจำกัด เช่น จุลินทรีย์ในระบบบำบัดอาจไม่สามารถทนได้กับสารอันตรายในปริมาณมาก และต่อเนื่องได้

การเกิดออกซิเดชันเคมีจะเป็นกระบวนการบำบัดสารอันตรายด้วยวิธีการทางเคมี โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ กำจัดความเป็นพิษด้วยการใช้สารออกซิไดซ์ วิธีนี้มีประสิทธิภาพสูง สามารถทำลาย หรือกำจัดพวกโมเลกุลสารอินทรีย์ได้หลายชนิด เช่น สาร VOCs ต่างๆ สารฟีนอล เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดสารอนินทรีย์ได้ด้วย เช่น สารไซยาไนด์ สารซัลไฟด์ เป็นต้น ส่วนสารเคมีที่นิยมใช้เป็นตัวออกซิไดซ์ ได้แก่ โอโซน (O_3) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) ฯลฯ ซึ่งสามารถจะนำไปใช้จัดการกับปัญหาการปนเปื้อนของน้ำมันที่ลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินต่างๆได้ (Suthersan, 2002); (เกรียงศักดิ์, 2546)

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีความสามารถในการออกซิไดซ์สูง ใช้ได้กับทั้งสารปนเปื้อนที่เป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ มีความปลอดภัย หาซื้อได้ง่าย และราคาไม่สูงนัก จึงนิยมนำมาใช้ในการบำบัดสารปนเปื้อน เมื่อใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตบำบัดสารอินทรีย์ (เช่น น้ำมัน) ที่ปนเปื้อนในดิน และน้ำใต้ดิน โดยวิธีการชะ (flushing) ก็จะเกิดปฏิกิริยาการออกซิไดซ์ได้ผลิตภัณฑ์หนึ่ง คือ ตะกอนแมงกานีสออกไซด์ (manganese oxide; MnO_x) และฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งจะทำให้เกิดการอุดตันในตัวกลาง (เช่น ดิน ทราย) ความสามารถในการซึมน้ำต่ำลง ทำให้ประสิทธิภาพในการชะลดลง เนื่องจากสารออกซิไดซ์เกิดการไหลผ่าน (bypass) บริเวณแหล่งกำเนิด (source zone) ไม่เกิดการกำจัดสารปนเปื้อน (Li and Schwartz, 2004a) ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ปัญหาเหล่านี้โดยการเติมสารเคมีที่สามารถทำให้เกิดการละลายของตะกอนแมงกานีสออกไซด์ เช่น กรดอินทรีย์บางชนิดลงไป งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำใต้ดินด้วยการชะด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และยังคงรักษาความสามารถในการซึมน้ำไว้ได้ ไม่ให้อุดตันในระหว่างการบำบัดด้วยกรดอินทรีย์

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. ศึกษาความสามารถในการบำบัดน้ำมันด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต โดยการใช้คอลัมน์ทดลอง

2. ศึกษาลักษณะโครงสร้างของแมงกานีสออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำมันด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

3. ลดปัญหาการอุดตันของตัวกลางที่เกิดจากตะกอนแมงกานีสออกไซด์ด้วยกรดอินทรีย์

ขอบเขตการศึกษา

1. การศึกษาความสามารถในการบำบัด BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene และ Xylene) ด้วยวิธีออกซิเดชันเคมี โดยเลือกสารโทลูอีนเป็นตัวแทนของสารประกอบ BTEX แล้วใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นสารออกซิไดซ์ ในการกำจัดแหล่งกำเนิด (source zone) ของ BTEX

2. การศึกษาลักษณะโครงสร้างของแมงกานีสออกไซด์ด้วย X-Ray Diffraction (XRD) X-ray Fluorescence (XRF) และ Scanning Electron Microscope (SEM)

3. การศึกษาการลดการอุดตันจากการเกิดผลิตภัณฑ์แมงกานีสออกไซด์ โดยการชะด้วยกรดอินทรีย์ที่เลือกใช้ คือ กรดซิตริก (citric acid)

4. การทดลองใช้โทลูอีน (pure phase toluene) เข้มข้น 99.50%

5. คอลัมน์แบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.08 เซนติเมตร (2 นิ้ว) ความยาว 50 เซนติเมตร ทำด้วยพลาสติกอะคลีลิก (acrylic) พร้อมจุดวัดแรงดันน้ำ

6. คุณสมบัติที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปริมาณโทลูอีน (มิลลิกรัมต่อลิตร), ค่าการสูญเสียแรงดัน (pressure loss) และลักษณะทางกายภาพของตะกอนแมงกานีสออกไซด์