

การปรับปรุงตะกอนน้ำบาดาลด้วยวิธีการทางเคมีเพื่อกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์

พงศ์เทพ จันทรสันเทียะ^{1,*}, วีรศักดิ์ จอมกิตติชัย¹, จิราพร เกตุวราภรณ์¹,
เชาวฤทธิ์ วันเสาร์² และ ปัญจพร สุจิต¹

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

²สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการปรับปรุงตะกอนน้ำบาดาลที่ได้จากแหล่งธรรมชาติใน ต.ป่าเช่า อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ สำหรับใช้ในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ กระบวนการปรับปรุงทำโดยนำตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติไปคนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 โมลาร์ เป็นเวลา 30 นาที กรองแล้วนำไปเผาแคลไซน์ที่ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วศึกษาลักษณะเฉพาะของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงโดยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรเมทรี (XRF) และเทคนิคเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน (XRD) ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะพบว่าตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงประกอบด้วยโครงสร้างผลของเหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์ ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) และซิลิกา (SiO_2) ซึ่งเฟสของเหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์มีความเป็นผลึกสูงขึ้นหลังผ่านการปรับปรุง ส่วนการประยุกต์ใช้ในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ พบว่าตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงมีประสิทธิภาพในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงกว่าตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ

*ผู้เขียนหลัก: pongthep.jan@uru.ac.th

คำสำคัญ: ตะกอนน้ำบาดาล, เหล็กออกไซด์, ฮีมาไทต์, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, ไฮโดรเจนซัลไฟด์

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Chemical Modification of Groundwater Sediment for Removal of Hydrogen Sulfide

Pongthep Jansanthea^{1,*}, Weerasak Chomkittichai¹, Jiraporn Ketwaraporn¹,
Chaowarit Wansao² and Panjaporn Sujit¹

¹Program in Chemistry, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University,
Uttaradit, Thailand 53000

²Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University,
Uttaradit, Thailand 53000

Abstract

This research was aimed to modify of natural groundwater sediment obtained from Pasao, Uttaradit province, Thailand, for removal of hydrogen sulfide. The modification process was provided by adding natural groundwater sediment into 1.0 M NaOH solution with stirring for 30 min. The suspension was filtered and calcined at 800 °C for 1 h. The natural and modified groundwater sediments were investigated by X-ray fluorescence spectrometry (XRF) and X-ray diffraction (XRD). From the results, natural and modified groundwater sediments can be indexed to the mixed phase of hematite (α -Fe₂O₃) and silica (SiO₂). The higher crystallinity of α -Fe₂O₃ was produced after the modification process. For the application, the removal of hydrogen sulfide by natural and modified groundwater sediments were investigated. It was found that modified groundwater sediment has higher efficiency for removal of hydrogen sulfide than natural groundwater sediment.

***Corresponding Author:** pongthep.jan@uru.ac.th

Keywords: Groundwater Sediment, Iron Oxide, Hematite, α -Fe₂O₃, Hydrogen Sulfide

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

1. บทนำ

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่าเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในกระบวนการหมักสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศเช่น การหมักก๊าซชีวภาพในฟาร์มหมักก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ลักษณะทั่วไปของไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นเหม็น และสามารถติดไฟได้สมบัติทางเคมีคือ มีน้ำหนักโมเลกุล 34.08 กรัมต่อโมลจุดเดือดเท่ากับ -60.2 องศาเซลเซียสความถ่วงจำเพาะของไอเท่ากับ 1.189 ความถ่วงจำเพาะของเหลวที่ 15 องศาเซลเซียสเท่ากับ 0.79 จุดเยือกแข็ง/จุดหลอมเหลว -82.9 องศาเซลเซียส [1] อย่างไรก็ตามไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซที่ผู้ผลิตก๊าซชีวภาพต้องมีการกำจัดก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ เพราะส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งตัวผู้ใช้ อาจมีอาการพิษเฉียบพลันของผู้ที่ได้รับก๊าซนี้คือ คลื่นไส้หายใจขัดต่อเนื่องจากการขาดออกซิเจน หอบหืด และอาจถึงตายได้ถ้ามีความเข้มข้นสูง รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทนี้ [2-3]

ในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีเทคนิคการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ผ่านกระบวนการออกซิเดชันแบบเปียก และแบบแห้ง ตัวอย่างในกระบวนการแบบเปียกเช่น การดูดซับทางเคมีโดยเติมสารละลายผสมระหว่างเหล็กและอีดีทีเอ($Fe(III)$ -EDTA)ลงในระบบ [4] ใช้ตัวกลางสำหรับการดูดซับที่ทำจากทรายผสมปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 2:1 และเคลือบด้วยสารละลายเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ [5] นอกจากนี้ยังมีการกำจัดแบบแห้ง เช่นการเติมออกซิเจนเข้าระบบการดูดซับโดยใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) และการกำจัดโดยใช้โลหะออกไซด์ระบบการกำจัดที่กล่าวมาข้างต้น ในระบบเปียกจะมีต้นทุนและการดูแลรักษาสูงประสิทธิภาพการกำจัดดี แต่ในระบบแห้งที่ใช้ตัวดูดซับและตัวกำจัดจะมีข้อดีที่ต้นทุนต่ำ ดูแลง่าย แต่ประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบเปียก ดังนั้นความน่าสนใจคือการทำให้ระบบแห้งที่มีต้นทุนต่ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเอง

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น ได้แก่ตะกอนน้ำบาดาลซึ่งมีองค์ประกอบหลักทางเคมีเป็นเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) เพื่อใช้กำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์การปรับปรุงคุณภาพของตะกอนน้ำบาดาลทำโดยใช้วิธีการทางเคมีตรวจลักษณะเฉพาะด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรเมทรี และเทคนิคเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน แล้วทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในห้องปฏิบัติการ

2. วิธีการดำเนินการ

2.1 การเตรียมตัวอย่างตะกอนน้ำบาดาล

ล้างตะกอนน้ำบาดาลที่ได้จากแหล่งธรรมชาติด้วยน้ำกลั่น กรองและอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 200 ใส่ขวดปิดฝาเก็บไว้ในโถดูดความชื้น

2.2 การปรับปรุงตะกอนน้ำบาดาลโดยวิธีทางเคมี [6]

ชั่งตะกอนน้ำบาดาลที่เตรียมไว้ 10.000 กรัม ในปิเกตอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 โมลาร์ปริมาตร 70 มิลลิลิตรคนให้เข้ากันด้วยเครื่องคนแม่เหล็กที่ $3,000$

รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทำการกรอง อบแห้ง และนำตะกอนไปเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ขวดปิดฝาเก็บไว้ในโถดูดความชื้น

2.3 หองศ์ประกอบทางเคมีของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรลีสเอนต์สเปคโตรเมทรี

ซึ่งตัวอย่าง 1.300 กรัม ผสมกับสารช่วยหลอม 6.5 กรัม และไอโอดีนเพนทอกไซด์ (I_2O_5) 0.05 กรัม ใส่ในบ้ำหลอมตัวอย่าง นำไปหลอมที่อุณหภูมิ 1,150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีแล้วนำเข้าเครื่องอิเล็กโทรลีสเอนต์สเปคโตรมิเตอร์ (Bruker, SRS3400, Germany)

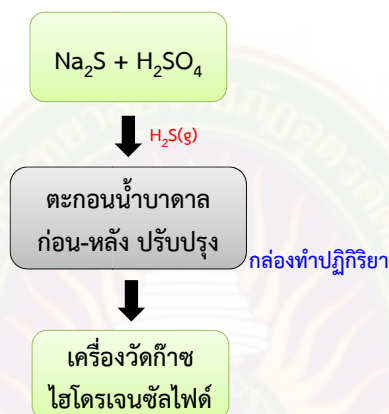
2.4 การตรวจสอบลักษณะโครงสร้างของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน

นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดในช่องกลางของแผ่นยัดสารตัวอย่าง เกลี่ยผิวหน้าด้านบนของสารให้เรียบนำเข้าเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ (JEOL, JDX-3530, Japan) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาโครงสร้างของสารแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลมาตรฐานที่ทำการตรวจวัดโดยองค์กร Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS)

2.5 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุง

ซึ่งตัวอย่าง 0.010 กรัม ใส่ในกล่องที่ใช้ทำปฏิกิริยาขนาด 250 มิลลิลิตร ป้อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์สังเคราะห์เข้มข้น 140 พีพีเอ็ม (ppm) ที่เตรียมโดยการสังเคราะห์จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) 0.200 กรัม และสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เข้าไปในกล่องที่ใช้ทำปฏิกิริยา อ่านค่าความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ลดลงต่อเวลาโดยใช้เครื่องวัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S Gas Meter, 802, China) เป็นเวลา 15 นาที

รูปแบบแผนผังการทำปฏิกิริยาการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์แสดงดังรูป 1



รูป 1 แผนผังการทำปฏิกิริยาการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ตะกอนน้ำบาดาลที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ ต.ป่าเช่า อ.เมือง จ.อุดรดิตถ์ ถูกปรับปรุงโดยใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารที่ใช้ทำปฏิกิริยาร่วมกับการเผาแคลไซน์ที่ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาศึกษาลักษณะเฉพาะ และประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ผลดังนี้

3.1 ลักษณะทั่วไปของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุง

ตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลที่ถูกนำมาปรับปรุงโดยวิธีทางเคมี ลักษณะทั่วไปแสดงดังรูป 2



รูป 2 ลักษณะทั่วไปของตะกอนน้ำบาดาล (ก) จากแหล่งธรรมชาติ และ (ข) หลังการปรับปรุง

จากรูป 2 ลักษณะทั่วไปของผงตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ (รูป 2(ก)) มีเนื้อค่อนข้างละเอียดสีน้ำตาลแดงเหมือนสีสนิม ส่วนตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุง (รูป 2(ข)) พบว่ามีเนื้อละเอียดและสีเข้มขึ้น

3.2 องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรเมทรี

องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลที่ถูกนำมาปรับปรุงโดยวิธีทางเคมีจากเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรมิเตอร์ ผลแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าองค์ประกอบหลักของตะกอนน้ำบาดาลธรรมชาติประกอบด้วยเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) 59.61 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบรองลงมาได้แก่ซิลิกา (SiO_2) และอะลูมินา (Al_2O_3) เท่ากับ 17.89 และ 15.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกนั้นยังประกอบไปด้วยออกไซด์ของธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย ได้แก่ออกไซด์ของธาตุซัลเฟอร์(S), ฟอสฟอรัส (P), แคลเซียม (Ca), โพแทสเซียม (K), ไททาเนียม (Ti) และแบเรียม (Ba)

ส่วนตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงประกอบด้วยเหล็กออกไซด์ 60.13 เปอร์เซ็นต์และซิลิกา เท่ากับ 19.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณทั้งของธาตุทั้งสองใกล้เคียงกับปริมาณในตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณโซเดียมในรูปของโซเดียมออกไซด์(Na_2O)เพิ่มขึ้นเท่ากับ 8.02 เปอร์เซ็นต์ ผกผันกับสัดส่วนที่ลดลงของอะลูมินาเหลือเท่ากับ 8.15 เปอร์เซ็นต์ จากเทคนิคนี้แสดงให้เห็นว่าโซเดียมจากสารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงเข้าไปแทนที่ของอะลูมิเนียมที่มีอยู่เดิม

ตารางที่ 1 ออกไซด์ที่เป็นองค์ประกอบของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุง

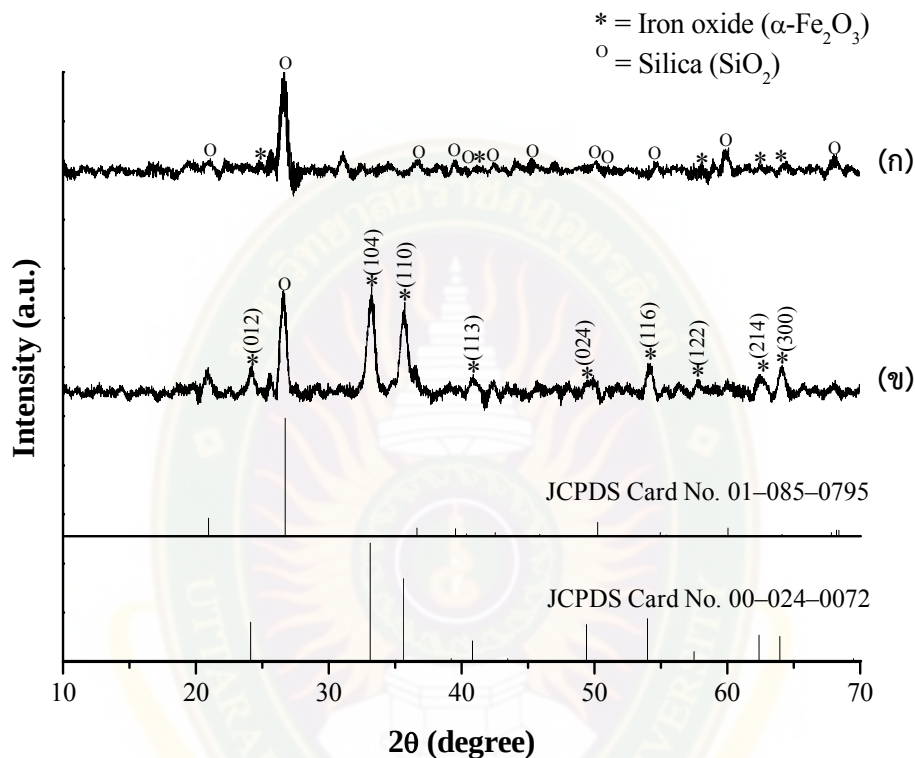
ออกไซด์	องค์ประกอบของตะกอนน้ำบาดาล (%)	
	จากแหล่งธรรมชาติ	หลังการปรับปรุง
Fe_2O_3	59.61	60.13
SiO_2	17.89	19.59
Al_2O_3	15.53	8.15
Na_2O	0.00	8.02
SO_3	2.20	0.66
P_2O_5	2.89	1.25
CaO	0.91	1.06
K_2O	0.20	0.31
TiO_2	0.18	0.23
BaO	0.54	0.55

3.3 การตรวจสอบลักษณะทางโครงสร้างของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงโดยเทคนิคเอ็กซเรย์ดิฟแฟรกชัน (XRD)

การตรวจสอบลักษณะทางโครงสร้างของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติและตะกอนน้ำบาดาลที่ถูกนำมาปรับปรุงโดยวิธีการทางเคมีจากเครื่องเอ็กซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ ผลแสดงดังรูป 3

รูปแบบ XRD ของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ(รูป 3(ก))พบว่าพีคหลัก (011) ที่ 26.6° แสดงโครงสร้างของซิลิกา (SiO_2) โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลมาตรฐาน JCPDS หมายเลข 01-085-0795 [7] แต่ไม่ปรากฏพีคหลักเด่นชัดพอที่จะระบุได้ว่าเป็นเหล็กออกไซด์ไม่ว่าเป็นรูปของฮีมาไทต์($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), แมกนีไทต์($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)หรือแมกนีไทต์(Fe_3O_4) [8-9] แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์จากเทคนิคเอ็กซเรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรเมทรีซึ่งระบุว่าทั้งตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงมีปริมาณเหล็กออกไซด์พอ ๆ กัน จึงสามารถสันนิษฐานได้ว่าซิลิกาโดยทั่วไปถือว่าเป็นวัสดุที่เฉื่อยต่อการเกิดปฏิกิริยาแต่มีความเป็นผลึกสูงทำให้พีคหลักมีความสูงมาก เป็นสาเหตุทำให้พีคหลักของเหล็กออกไซด์ของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติที่มีความเป็นผลึกต่ำไม่เด่นชัดพอที่จะระบุได้ [10]

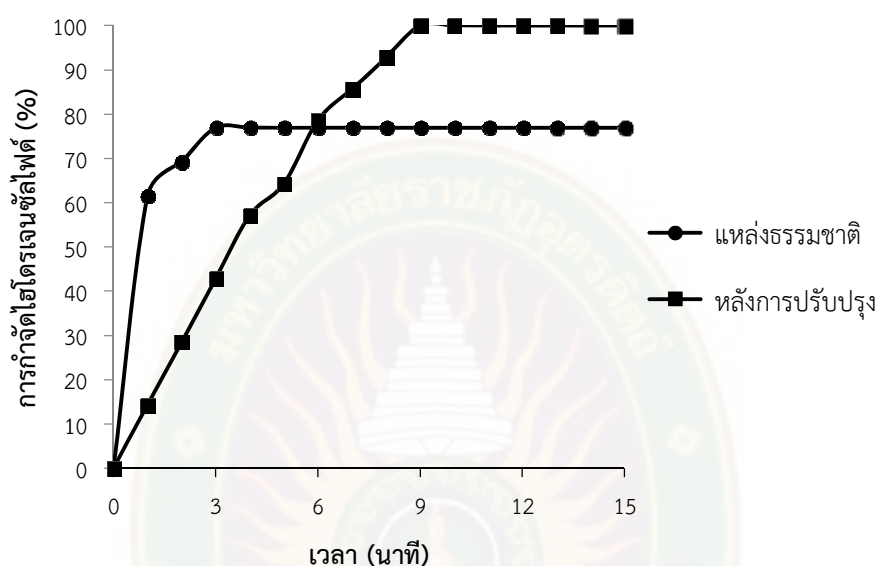
ตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุง(รูป 3(ข))มีพีคหลักแสดงเฟสผสมระหว่างเหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์และซิลิกา ระบุได้โดยพีคที่ 2θ เท่ากับ 24.1° , 33.1° , 36.0° , 40.8° , 49.4° , 54.0° , 57.5° , 62.4° และ 63.9° เป็นพีคที่แสดงระนาบ (012), (104), (110), (113), (024), (116), (122), (214) และ (300) ของเหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลมาตรฐาน JCPDS หมายเลข 00-024-0072 [11] ความสูงและความคมของพีคที่แสดงถึงเฟสของเหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์ที่ปรับปรุงโดยวิธีเฝ้าแคลไซน์มีค่าสูงเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ใช้เผาสูงถึง 800 องศาเซลเซียส [12-13]ซึ่งเป็นข้อดีสำหรับการประยุกต์ในด้านอื่นๆ อีกด้วย [14]



รูป 3 รูปแบบ XRD ของตะกอนน้ำบาดาล (ก) จากแหล่งธรรมชาติและ (ข) หลังการปรับปรุง

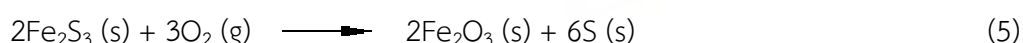
3.4 ประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุง

การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงโดยใช้ตัวอย่างหนัก 0.010 กรัมกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์เข้มข้น 140 พีพีเอ็มในกล่องขนาด 250 มิลลิลิตรผลการทดสอบแสดงดังรูป 4พบว่าตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติมีประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้สูงสุด 79.90เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 3 นาที ส่วนตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงมีประสิทธิภาพในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 9 นาที จะเห็นว่าในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ของตะกอนน้ำบาดาลหลังการปรับปรุงมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 20.10เปอร์เซ็นต์เนื่องจากเหล็กออกไซด์มีความเป็นผลึกสูงขึ้นจากกระบวนการปรับปรุงที่อุณหภูมิสูง [12-14]



รูป 4 กราฟประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ของตะกอนน้ำบาดาลจากแหล่งธรรมชาติ และหลังการปรับปรุง

เหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดเป็นเหล็กซัลไฟด์ (Fe_2S_3) ดังสมการ 1-2 และสามารถเปลี่ยนเหล็กซัลไฟด์กลับไปเป็นเหล็กออกไซด์ได้ด้วยการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนดังสมการ 3-5 [15-17]



4. อภิปรายผล

ตะกอนน้ำบาดาลที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ ต.ป่าเช่า อ.เมือง จ.อุดรดิตถ์ มีองค์ประกอบหลักเป็นเหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์ผสมกับซิลิกา เหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์มีสมบัติในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยการเปลี่ยนไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งเป็นก๊าซพิษเป็นเหล็กซัลไฟด์ แล้วทำให้ตะกอนน้ำบาดาลเปลี่ยนเป็นสีดำของเหล็กซัลไฟด์ การปรับปรุงตะกอนน้ำบาดาลที่ได้จากแหล่งธรรมชาติโดยวิธีทางเคมีที่อุณหภูมิสูงเป็นการทำให้เฟสของเหล็กออกไซด์มีความเป็นผลึกสูงขึ้นซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2559 งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และขอขอบคุณหลักสูตรเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบการผลิตการควบคุมคุณภาพและการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม. 2553.
- [2] มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ. เชียงใหม่: สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ (เอกสารเผยแพร่). มปป.
- [3] สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง. 2554. ความรู้เกี่ยวกับก๊าซชีวภาพอัด (Compressed Biogas). กรุงเทพฯ: กลุ่มพัฒนามาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิง.
- [4] พิษญา ยั่งดี และคณะ. การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการดูดซับ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก. 2554.
- [5] สุขน ตั้งทวีพัฒน์และคณะ. การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากก๊าซชีวภาพสำหรับชุมชน. แก่นเกษตร. ปีที่ 40, ฉบับพิเศษ 2, หน้า 201-204, 2555.
- [6] J. Li, J. Li, L. Chen, Y. Lin, X. Liu, X. Gong and D. Li, Characterization and magnetism of Co-modified γ - Fe_2O_3 core-shell nanoparticles by enhancement using NaOH. J. Magn. Magn. Mater. Vol. 374, pp. 157-163, 2015.
- [7] R.A. Young, P.E. Mackie and R.B.V. Dreele, Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS), Card No. 01-085-0795. J. Appl. Crystallogr. Vol. 10, pp. 262, 1977.
- [8] F. Wang, X.F. Qin, Y.F. Meng, Z.L. Guo, L.X. Yang and Y.F. Ming, Hydrothermal synthesis and characterization of α - Fe_2O_3 nanoparticles. Mat. Sci. Semicon. Proc. Vol. 16, pp. 802-806, 2013.
- [9] V. Sreeja and P.A. Joy, Microwave-hydrothermal synthesis of γ - Fe_2O_3 nanoparticles and their magnetic properties. Mater. Res. Bull. Vol. 42, pp. 1570-1576, 2007.
- [10] Z. Huang, F. He, Y. Feng, K. Zhao, A. Zheng, S. Chang and H. Li, Synthesis gas production through biomass direct chemical looping conversion with natural hematite as an oxygen carrier. Bioresource Technol. Vol. 140, pp. 138-145, 2013.
- [11] G. S. Smith, Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS), Card No. 00-024-0072. ICDD Grant-in-Aid. 1973.

- [12] H. Liang, W. Chen, Y. Yao, Z. Wang and Y. Yang, Hydrothermal synthesis, self-assembly and electrochemical performance of α -Fe₂O₃ microspheres for lithium ion batteries. *Ceram.Int.* Vol. 40, pp. 10283–10290, 2014.
- [13] H. Song, Y. Sun and X. Jia, Hydrothermal synthesis, growth mechanism and gas sensing properties of Zn-doped α -Fe₂O₃ microcubes. *Ceram.Int.* Vol. 41, pp. 13224–13231, 2015.
- [14] W. Sun, Q. Meng, L. Jing, L. He and X. Fu, Synthesis of long-lived photogenerated charge carriers of Si-modified α -Fe₂O₃ and its enhanced visible photocatalytic activity. *Mater. Res. Bull.* Vol. 49, pp. 331–337, 2014.
- [15] C.-Y. Kim, A.A. Escudro and M.J. Bedzyk, Interaction of H₂S with α -Fe₂O₃ (0001) surface. *Surf.Sci.* Vol. 601, pp. 4966–4970, 2007.
- [16] H. Wang, D. Fang and K.T. Chuang, A sulfur removal and disposal process through H₂S adsorption and regeneration: Ammonia leaching regeneration. *Process Saf. Environ.* Vol. 86, pp. 296–302, 2008.
- [17] V. Balouria, A. Kumar, S. Samanta, A. Singha, A.K. Debnath, A. Mahajan, R.K. Bedi, D.K. Aswal and S.K. Gupta, Nano-crystalline Fe₂O₃ thin films for ppm level detection of H₂S. *Sensor.Actuat. B-Chem.* Vol. 181, pp. 471–478, 2013.



SCIENCE AND TECHNOLOGY

UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY