

บทคัดย่อ

ถ้ำลอยจากถ่านหินสามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ตัวดูดซับจำพวกโมเลกุลาร์ซีฟ เพื่อใช้ประโยชน์ในการดูดซับน้ำออกจากเอทานอลสำหรับกระบวนการผลิตเอทานอลบริสุทธิ์ โดยขั้นตอนการสังเคราะห์เริ่มจากการปรับปรุงคุณภาพของถ้ำลอย เพื่อลดสัดส่วนของสิ่งเจือปน เช่น Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , K_2O and SO_3 ออก โดยการล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 20% โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 80°C หลังจากนั้นจึงทำการแปรสภาพถ้ำลอยด้วยกระบวนการฟิวชั่นที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยสัดส่วนของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.25 กรัม ต่อ 1 กรัมของถ้ำลอย ซึ่งในขั้นตอนนี้ ควรต้องปรับสัดส่วนของซิลิกอนต่ออะลูมิเนียม (Si/Al) ของถ้ำลอยให้มีค่าเท่ากับ 4/6 (โดยโมล) หลังจากนั้น จึงนำถ้ำลอยที่แปรสภาพแล้วนี้มาผ่านกระบวนการ Hydrothermal ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วจึงนำสารละลายดังกล่าวมาตกผลึกที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยซีโอไลต์ที่สังเคราะห์ได้จากสภาวะดังกล่าวจะเป็นซีโอไลต์ประเภทเอ ซึ่งมีค่าผลได้ประมาณ 63-73% เมื่อนำซีโอไลต์ที่สังเคราะห์ได้ดังกล่าวมาทดสอบศักยภาพในการดูดซับน้ำออกจากเอทานอลที่อุณหภูมิ 85°C พบว่ามีศักยภาพในการดูดซับน้ำออกจากเอทานอลได้ดีเมื่อเทียบกับซีโอไลต์ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งเอทานอลหลังผ่านกระบวนการดูดซับแล้วมีความบริสุทธิ์สูงมากกว่า 99% โดยน้ำหนัก และจากการศึกษาพบว่าซีโอไลต์ที่สังเคราะห์ได้ดังกล่าวสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากกว่า 10 ครั้ง โดยการไล่น้ำด้วยความร้อน ซึ่งซีโอไลต์นี้ยังคงมีศักยภาพในการดูดซับที่มีประสิทธิภาพสูงและใกล้เคียงกับซีโอไลต์ที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ ในส่วนสุดท้ายของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้และออกแบบระบบการผลิตในระดับทดลอง (Pilot Plant Scale) โดยถึงปฏิกรณ์ระบบต้นแบบมีปริมาตร 100 ลิตร สามารถแปรสภาพถ้ำลอยเริ่มต้นน้ำหนัก 2 กิโลกรัม เป็นซีโอไลต์ประเภทโซเดียมอะลูมินัมซิลิเกตไฮเดรต โดยมีค่าผลได้ประมาณ 71-74% ซึ่งศักยภาพในการดูดซับน้ำของซีโอไลต์ที่สังเคราะห์จากระบบต้นแบบนี้จะน้อยกว่าศักยภาพในการดูดซับน้ำของซีโอไลต์ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม เอทานอลหลังผ่านกระบวนการดูดซับโดยใช้ซีโอไลต์ที่สังเคราะห์จากระบบต้นแบบมีความบริสุทธิ์ประมาณ 99% โดยน้ำหนัก และเมื่อประเมินทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าค่าใช้จ่ายในการผลิตซีโอไลต์ในระบบขนาดใหญ่มีค่าน้อยกว่าราคาของโมเลกุลาร์ซีฟที่ขายในปัจจุบัน

Abstract

Coal fly ash can be used as a main raw material for the synthesis of zeolites like molecular sieve type which is widely employed in the ethanol purification unit. The synthesis begins with the pretreatment of the raw materials to remove some major impurities, e.g., Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , K_2O and SO_3 . This is achieved through the use of 20% wt hydrochloric acid to wash the fly ash for 2 hours at 80°C (acid washing step). Then the pretreated fly ash enters the fusion reactor which converts fly ash to zeolite at the fusion temperature of 550°C with NaOH/CFA mass ratio of 2.25, Si/Al molar ratio of 4/6. The Si/Al ratio is adjusted by adding Al_2O_3 to the pretreated raw material. The fusion product is further crystallized at 80°C for 4 h where Zeolite type A is obtained with the yield in the range of 63-73%. This zeolite has a higher water adsorption capacity than that of the commercial grade molecular sieve. Under ten adsorption testing cycles at 85°C , high ethanol purity (99%) can still be achieved without the deactivation observed. For the pilot scale production, Zeolite in the phase of sodium aluminum silicate hydrate is synthesized in the reactor volume of 100L, each batch with 2 kg of CFA. This gives the yield in the range of 71-74%. Regarding the water adsorption performance, the synthesized zeolite by this pilot apparatus provides lower adsorption performance than the commercial grade molecular sieve. However, an economic analysis demonstrates that the total expense per batch of zeolite synthesized by pilot scale is relatively low when compared with commercial grade molecular sieve cost.