

تتشرف كلية الدراسات العليا و كلية الهندسة بدعوتكم لحضور

مناقشة أطروحة الدكتوراه

العنوان

تفاعل السولفاي المعدل (Modified Solvay Process) المبني علي هيدروكسيد البوتاسيوم (potassium hydroxide, KOH) : دراسات التحسين والحركية (Kinetics)

للطالبة

آية عبد الحميد إسماعيل مراد

المشرف

د. علي المرزوقي، قسم الهندسة الكيميائية وهندسة البترول

كلية الهندسة

المكان والزمان

الثلاثاء، 17 مايو 2022

الساعة 12:00 ظهرا

F3 building -Room 040

Join Zoom Meeting

<https://uaeu-ac-ae.zoom.us/j/82997864085>

الملخص

بم أن تحلية مياه البحر مهمة لتلبية الطلب علي المياه، فإن التكنولوجيا المستخدمة تنتج كميات كبيرة من المحلول الملحي (مياه عالية الملوحة) و CO_2 أيضا، مسببا تلوث بيئي. تفاعل السولفاي (Solvay Process) المبني علي الأمونيا ($ammonia, NH_3$) وتفاعل السولفاي المعدل المبني علي أكسيد الكالسيوم ($calcium oxide, CaO$) تحاول التحكم في تلك الملوثات. ومع ذلك، المزيد من الاهتمام مطلوب للتغلب على القيود المختلفة لتلك التفاعلات مثل الذائبية القلوية، درجة حرارة التشغيل، الحفاظ على قيمة عالية لدرجة الحموضة وكفاءة إنخفاض تركيز الصوديوم ($sodium, Na^+$)، الذي لا يتجاوز 35%. الهدف من هذه الدراسة هو تسليط الضوء والتعريف باستخدام مركب قلوي بديل، وهو هيدروكسيد البوتاسيوم ($potassium hydroxide, KOH$) والتحقق في قدرته على التغلب على تلك القيود.

أجريت دراسة أولية لمقارنة فعالية هيدروكسيد البوتاسيوم مع فعالية أكسيد الكالسيوم. أجريت جميع التجارب في (a novel inert particle spouted bed reactor). وقد لوحظ أن هيدروكسيد البوتاسيوم يستلزم ذوبانية عالية جدًا ويحافظ على مستوى عالٍ من درجة الحموضة مقارنةً بأكسيد الكالسيوم. بالإضافة إلى ذلك، كان التفاعل المشترك أكثر تلقائية في حالة هيدروكسيد البوتاسيوم

تم إجراء المزيد من البحث لتحسين شروط التفاعل باستخدام طريقة (RSM). عند درجة حرارة 10 درجات مئوية، قياس ضغط 2.1 بار، معدل تدفق الـ CO_2 848.5 مل / دقيقة، تركيز هيدروكسيد البوتاسيوم 110 جم / لتر، الحد الأقصى لإمتصاص الـ CO_2 بلغ 0.58 جم / جم هيدروكسيد البوتاسيوم، والحد الأقصى لإزالة الـ Na^+ 44.1%، وإزالة الكلوريد ($chloride, Cl^-$) 40.1%، و تم إزالة الكالسيوم ($calcium Ca^{2+}$) و الماغنيسيوم ($magnesium, Mg^{2+}$) بنحو 100%. تحليل المنتجات الصلبة أظهر إنتاج مواد قيمة، وخاصة بيكربونات الصوديوم ($sodium bicarbonate, NaHCO_3$) وبيكربونات البوتاسيوم ($potassium bicarbonates, KHCO_3$)، وكلوريد البوتاسيوم ($potassium chloride, KCl$).

يفضل تشغيل العملية التقليدية عند درجات حرارة منخفضة (10 إلى 20 درجة مئوية)، في حين يتم تغريغ المحلول الملحي (reject brine) من محطات التحلية عادة عند درجات حرارة عالية نسبياً (40 إلى 55 درجة مئوية). ولذلك، تم تحسين التفاعل المقترح للتحقق من قدرة هيدروكسيد البوتاسيوم على تقليل تركيز المحلول الملحي (brine salinity) عند درجات الحرارة العالية باستخدام طريقة (CCD-RSM). أظهرت النتائج أن إمتصاص جيد للـ CO_2 يبلغ 0.50 جم CO_2 لكل جم هيدروكسيد البوتاسيوم و الحد الأقصى لتقليل الـ Na^+ هو 45.6% عند مقياس ضغط 2 بار، وتدفق غاز 776 مل / دقيقة، وتركيز هيدروكسيد البوتاسيوم هو 30 جم / لتر، وعند درجة حرارة عالية تبلغ 50 درجة مئوية.

ومن ثم، تم تطبيق شروط التفاعل المحسنة تلك للتحقق من حركية التفاعل (reaction kinetics). تم تحديد أول معدل تفاعل كلي مع الحفاظ علي تركيز الـ CO_2 ، حيث كان ثابت معدل التفاعل (k) تقريبا (0.0003 mol/l. min).

تم تقييم المعالجة متعددة المراحل لتحقيق انخفاض إضافي في التخلص من الأيونات. تم التحقيق في ثلاث طرق مختلفة. قيمت الطريقة الأولى فعالية إضافة بيكربونات الأمونيوم ($ammonium bicarbonate, NH_4HCO_3$) في تقليل ذوبانية الـ $NaHCO_3$. تركيز كلا من الـ Na^+ و Cl^- قل بنسبة 56.2% و 40% علي التوالي. في الطريقة الثانية، تم التحقق من إضافة المزيد من هيدروكسيد البوتاسيوم في المراحل اللاحقة. كان هناك نسبة تحسن تقريبا 47.3% في إمتصاص الـ CO_2 عن الطريقة الأولى. علاوة على ذلك، زادت نسبة التخلص من كلا من الـ Na^+ و Cl^- إلي 65% و 64.5% علي التوالي. في الطريقة الثالثة، كان معدل إسترداد كلا من الـ Ca^{2+} و Mg^{2+} تقريبا 76.3% و 94.6% علي التوالي، بعد خطوة المعالجة المسبقة (filtration). أدى تقليل هذه الأيونات إلى تقليل التفاعلات التنافسية، مما أدى إلى معدل إمتصاص تراكمي أعلى من جميع المراحل إلى (108.2 g CO_2 / 1000ml)، وهو ما يزيد بنسبة 8.3% عن الطريقة الثانية.

أخيراً، تم تقييم السلوك الديناميكي للمفاعل باستخدام تغييرات مرحلية في معدل تدفق الغاز والسائل. النتائج واعدة من حيث قابلية الـ (reactor system) لتفاعلات ذات مقياس كبير.

مفاهيم البحث الرئيسية: تحلية، المحلول الملحي المركز (reject brine)، إمتصاص ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، عملية السولفاي (Solvay Process) المعدلة، هيدروكسيد البوتاسيوم، منهجية الـ (response surface)، معدل التفاعل (kinetics)، متعدد المراحل، الديناميكا المائية.