

انتاج الاسيتون من الايثانول

د. محمد عبد السلام قاسم ، حيدر عبد الخالق عبود

وزارة العلوم والتكنولوجيا/دائرة البحث والتطوير الصناعي

بغداد-العراق

الخلاصة

إن طريقة الزهرجة (إزالة ذرة الهيدروجين) الكحول الأيثلي لغرض إنتاج مادة الأسيتون ذو فوائد عديدة مقارنة مع العمليات الإنتاجية الأخرى مثل أكسدة البروبلين أو زهرجة الايزوبروبانول و تتلخص هذه الفوائد بان المادة الأولية الخام (الايثانول بتركيز واطئ) تكون رخيصة الثمن والتفاعل يتم تحت الضغط الجوي. إن تفاعل الكحول الأيثلي باستخدام العامل المساعد المحضر مختبرياً (ZnO-CaO) تم دراسته في مفاعل زجاجي أنبوبي تكاملي بقطر 2 سم و طول 80 سم ويتألف من جزئين الأول بطول 70 سم لتبخير و رفع درجة حرارة اللقيم و الجزء الثاني بطول 10 سم ويجري فيه التفاعل. تم استخدام 5 غم من العامل المساعد بدرجة حرارة تتراوح من 300-425 درجة مئوية تحت الضغط الجوي وبنسبة مولية تتراوح من (3.2-12) مول من الماء مقابل مول واحد من الكحول الأيثلي وبمعدل جريان يتراوح من 1-4 ملي لتر /دقيقة. كما تم تحضير العامل المساعد (ZnO-CaO) مختبرياً بنسبة مولية تسعة مول من اوكسيد الخارصين وواحد مول من اوكسيد الكالسيوم وأعطى تحول عالي للكحول الأيثلي وإنتاجية عالية للأسيتون بلغت 95 % و 41.5 % على التوالي.

الكلمات المفتاحية : زهرجة ، عامل مساعد ، أسيتون و تفاعل

Production of Acetone from Ethanol**Dr. Mohammed Abdulsalam Kassim , Hayder abdukhaliq**

Ministry of Science and Technology/Research and Development Directorate

Baghdad-Iraq

Abstract

The proposed dehydrogenation method offers several advantages over the various production processes such as the oxidation of propylene and dehydrogenation of isobutylene. These advantages are: Cheap raw material (low concentration of ethyl alcohol) and the reaction occur at atmospheric pressure. The catalytic dehydrogenation of ethyl alcohol into acetone using prepared ZnO-CaO catalyst was studied in an atmospheric integral up flow reactor (inside diameter and height equal to 2.0 and 80 cm respectively) containing two sections. The first is the evaporation and preheating section (70 cm long) and the second is the reaction zone section (10 cm long) which contains 5 g of the catalyst. The studied temperature range was 300-425 °C at atmospheric pressure, the molar ratio of water to ethanol ranging between 3.2-12 mole water to moles ethanol and the flow rate was 1-4 ml/min. The ZnO-CaO catalyst was prepared in the molar ratio of 9:1 respectively. When ZnO-CaO catalyst was employed the maximum conversion of ethyl alcohol and acetone yield were 95 and 41.5 % respectively.

Keywords: Dehydrogenation, Catalyst, Acetone and Reaction

زهرة الايثانول لانتاج الاسيتون

ان عملية زهرة الايثانول لانتاج الاسيتون بوجود عامل مساعد تتم حسب المعادلة التالية (Nakajima *et al.*, 1987)



حيث ان وجود الماء يحفز عملية زهرة الايثانول باتجاه انتاج الاسيتون وهذا يعني ان الايثانول المطلوب للعملية الانتاجية يكون بتركيز واطئ وبذلك يمكن الاستفادة من الايثانول الذي يصنع من المصادر النباتية كالتمر حيث يكون بتركيز واطئ (Liorca *et al.*, 2001).

ان عملية زهرة الايثانول قد تم دراستها من قبل عدة باحثين من مختلف دول العالم لاسيما في العقدين الاخيرين من القرن الماضي وباستخدام عدة انواع من العوامل المساعدة أعطت نتائج مختلفة حيث في عام 1987 قام البروفسور الهندي سريراما ميرثي بدراسة انتاج الاسيتون من الايثانول باستخدام اوكسيد الحديد الثلاثي مع بعض العناصر الأخرى (Serramaet *al.* , 1988)

جدول رقم (1) انتاجية الاسيتون مع العامل المساعد

العامل المساعد	انتاجية الاسيتون
Fe ₂ O ₃	39
Fe ₂ O ₃ - CaO	52
Fe ₂ O ₃ - ZnO	51
Fe ₂ O ₃ - MnO	54

وفي سنة 1989 قام البروفسور الياباني تسوتومو ناكاجيما وزميله البروفسور كوزو تاناكي (Nakajima *et al.* , 1989) بدراسة تحول الايثانول الى الاسيتون على سطح العامل المساعد (ZnO - CaO) وبنسب مختلفة حيث وجد ان نسبة (9 مول) من اوكسيد الزنك مقابل مول واحد من اوكسيد الكالسيوم هي افضل نسبة لانتاج الاسيتون حيث كانت نسبة انتاج الاسيتون (91%) كنسبة مولية⁽⁵⁾ ثم في سنة 1994 أعيد البحث باستخدام

الأسيتون (CH₃COCH₃) هو من ابسط واهم المركبات الكيتونية وهو مادة عديمة اللون، قابلة للاشتعال ويمتزج بصورة تامه مع الماء ومع اغلب المركبات العضوية وبمختلف النسب . يعتبر الأسيتون مذيب جيد لعدة مواد مثل الدهون والشمع والزيوت والمواد السليلوزية ومن اهم استعمالاته هو دخوله كمادة اولية في العديد من الصناعات الكيماوية مثل تحضير وانتاج ميثايل ميثا كريليت، بس فينول A وميثايل ايزوبيوتاييل كيتون. إن إنتاجية العالم من الاسيتون سنة 1990 م كانت بحوالي ثلاثة ملايين متر مكعب في السنة حيث مليون منها تقريبا انتج في الولايات المتحدة الامريكية واغلبه ياتي كمنتج مرافق لعملية انتاج الفينول من الكيومين والباقي من عملية زهرة الايزوبرانول (Howard, 1991) .

المواد وطرائق العمل

إن مادة الأسيتون تم تحضيرها لأول مرة في القرن السادس عشر الميلادي وكانت طريقة التحضير من حجر الكلس (من مادة الكالسيوم اسيتت) وبقيت هذه الطريقة هي المتداولة حتى الحرب العالمية الاولى وبالتحديد في بداية 1920 م تم تطوير العملية الانتاجية لينتج الاسيتون بعملية زهرة (ازالة ذرة الهيدروجين) الايزوبروبانول وبقيت هذه الطريقة سائدة حتى عام 1960 حيث ظهرت طريقة اخرى هي انتاج الاسيتون من اكسدة البروبلين حيث في هذه الطريقة يمر بخار البروبلين على النحاس أو البراص أو بعض العوامل المساعدة الاخرى بدرجة حرارة ما بين (400 م⁰ - 500 م⁰) كما تم تصنيع الاسيتون كمنتج مرافق لتصنيع الكليسرول من البروبلين .ان معظم انتاج العالم من الاسيتون الان هو كمنتج مرافق للفينول من الكيومين حيث تعتمد هذه الطريقة في 21 من اصل 31 مصنع في شمال امريكا واوربا واليابان مختصة بصناعة الاسيتون (Howard , 1991) .

بعد هذه الخطوات ينتج لدينا (100 غرام) من العامل المساعد (ZnO-CaO) ومواصفاته في الجدول رقم (2)

جدول رقم (2) الخواص الفيزيائية للعامل المساعد (ZnO-CaO)

المساحة السطحية (م ² /غم)	حجم المسامة (م ³ -كغم)	نسب المكونات	كثافة الحبة (كغم/م ³)	العامل المساعد
24.7	0.001157	ZnO=81% CaO=9% Al ₂ O ₃ =9%	1034	ZnO - CaO

المواد والمعدات المستخدمة للإنتاج

المواد

1- غاز النتروجين

يتم استخدام غاز نتروجين بنقاوة عالية (99.9%) وذلك لضمان توزيع جيد لدرجة الحرارة في داخل المفاعل ولطرد الهواء من داخل المفاعل مع بقية الغازات المتواجدة.

2- المواد الكيميائية

المادة الأولية هي الأيثانول بتركيز مختلفة كما موضح في الجدول رقم (3) جدول رقم (3) نسبة الماء الى الأيثانول مقابل تركيز الأيثانول

تركيز الأيثانول المكافئ	مول ماء : مول ايثانول
7.7%	1 : 12
10%	1:9
12.5%	1:7
18.18%	1:4.5
23.8%	1:3.2

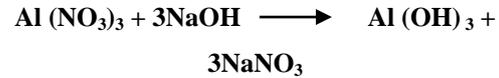
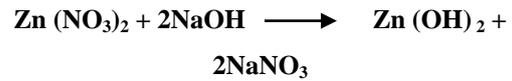
3- العامل المساعد

ان العامل المساعد الذي تم تحضيره و تم فحصه في مختبرات دائرة بحوث الكيمياء التابعة لوزارة العلوم والتكنولوجيا هو (ZnO-CaO) بنسبة مولية 9 مول من أكسيد الزنك مقابل 1 مول من أكسيد الكالسيوم .

خليط من أكسيد الزنك (ZnO) مع أكسيد الحديد (Fe₂O₃) وكانت نسبة انتاج الاسيتون (Nakajima et al. , 1994)%94

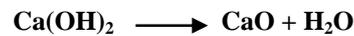
تحضير العامل المساعد

لتحضير العامل المساعد (ZnO -CaO) بوزن (100غم) وبنسبة مولية قدرها (9 مول) من أكسيد الزنك مقابل مول من أكسيد الكالسيوم استخدمنا طريقة الترسيب المزدوج باستخدام أكسيد الألمنيوم الثلاثي (Al₂O₃) كمادة رابطة للعامل المساعد (340غم) من نترات الزنك (Zn(NO₃)₂.6H₂O) و(100غم) من نترات الألمنيوم (AL(NO₃)₃.9H₂O) أذيت في 400 مليلتر من الماء المقطر لترسيب هيدروكسيد الزنك Zn(OH)₂ وهيدروكسيد الألمنيوم AL(OH)₃ واضيف 843 مليلتر من هيدروكسيد الصوديوم عياريه 1N وحسب التفاعل التالي:

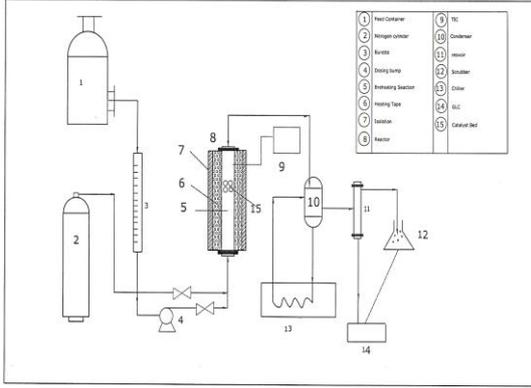


الناتج هو راسب جيلاتيني ابيض يغسل ويرشح بثلاثة لتر من الماء المقطر ثم بعد ذلك يضاف 12 غرام من هيدروكسيد الكالسيوم الى الراسب ثم يجفف بالعصر ثم ييثق بشكل ابري ويجفف بدرجة حرارة الغرفة ثم بدرجة حرارة (120 درجة مئوية) لثلاث ساعات في الفرن ثم بعد ذلك تجرى له عملية تصليد كخطوة اخيرة في تحضير العامل المساعد حيث تجري في فرن بدرجة حرارة (500 درجة مئوية) ولثلاثة ساعات باستخدام معدل صعود قدره (2 درجة مئوية) لكل دقيقة.

أكسيد الزنك وأكسيد الكالسيوم والألمنيوم تنتج جميعها من عملية التصليد.



مستلم - لجمع السائل المكثف وإرساله بعد ذلك الى الفحص في جهاز الغاز كروموتوغراف



الشكل رقم- A- لرسم التخطيطي للمنظومة

يدخل الكحول ويتبخر في مقطع التسخين يتفاعل الكحول في طوره الغازي على سطح العامل المساعد في درجة الحرارة المطلوبة وبمعدل الجريان المحدد. الناتج من التفاعل بطوره الغازي يمر من خلال المكثف والذي يعمل بدرجة حرارة مابين (-2 ، -8) درجة مئوية وان السائل المتكثف الناتج والمكون اساسا من (ماء ، ايثانول غير متفاعل ، است الديهايد ، خلات الاثيل والاسيتون) يجمع ويسحب بينما تطرح الغازات (الهيدروجين ، ثاني اوكسيد الكربون ، الاثيلين) الى الجو ويرسل السائل الناتج الى فحص (GC) بجهاز الغاز كروموتوغرافي. الرسم التخطيطي للمنظومة موضح في الشكل (A).

ب- المعدات والاجهزة

المنظومة المستخدمة للانتاج موضحة في الشكل

التخطيطي رقم A وتتألف من :

حاوية للايثانول - عبارة عن قنينة زجاجية حجم 2

لتر تستخدم للايثانول الداخل للمفاعل

سحاحة زجاجية - تستخدم لمراقبة معدل الجريان

للايثانول

مضخة نبضية - لضخ الايثانول يتراوح مابين

(0.04 - 4) لتر / ساعة

مفاعل - مصنوع من مادة الكربون ستيل قطره

الداخلي 2 سم وطوله 80 سم ينقسم الى جزئين

الاسفل هو للتسخين ورفع درجة حرارة الداخل الى

درجة حرارة التفاعل وطوله حوالي 70 سم والجزء

الثاني هو بطول 10 سم ويحدث فيه التفاعل

لاحتواءه على العامل المساعد

شريط تسخين حراري - وهو عبارة عن شريط تسخين

بطول 1.5 م ويقدره 400 واط واعلى درجة حراره

يصل اليها هي 450 ممتحسس ومسيطر لدرجة

الحرارة - تم استخدام متحسس نوع K مع مسيطر

لدرجة الحرارة مكثف - مبادل حراري من نوع

(Shell and Tube) استخدم مع جهاز تبريد

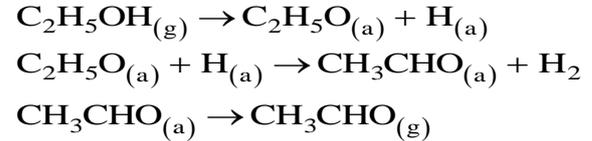
(Chiller) لتكثيف الأبخرة الخارجة من المفاعل

4 - التحليل

يتم تحليل الناتج بواسطة جهاز الغاز كروماتوغراف باستخدام عمود محشي نوع (بورياك Q) مصنوع من مادة الستانلس ستيل بقطر داخلي (8/1) انج وطول 2 متر ويفضل { 4متر } لضمان فصل جيد للمنتجات عن بعضها كما يجب ان يكون جهاز الغاز كروماتوغراف يحتوي على الكاشف نوع (TCD) . (Thermal) . Conductivity Detector .

ميكانيكية التفاعل

ناكاجيما سنة 1994 درس ميكانيكية تحول الايثانول الى الاسيتون وقد وجد انه بمعدل جريان واطئ جداً يظهر الاست الديهايد بصورة عالية ثم مع زيادة معدل الجريان يبدأ بالتناقص وعندما قام بامرار مزيج من الماء والاست الديهايد على سطح العامل المساعد كان الاسيتون وثاني اوكسيد الكربون هو الناتج وهذا يتطابق مع الميكانيكية المفترضة من قبله وهي ان الايثانول يتحول بفعل عملية الزهجرة الى الاست الديهايد ويتحرر الهيدروجين وكما يلي: (Nakajima et al.1994)



أما تحول الاست الديهايد الى الاسيتون فهناك عدة ميكانيكيات مقترحة منها ما اقترح من قبل العالم كولي ولعالم كوماورسكي الأســتديهايد

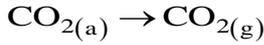
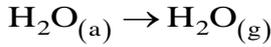
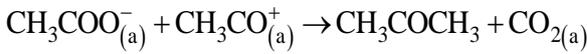
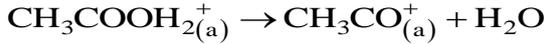
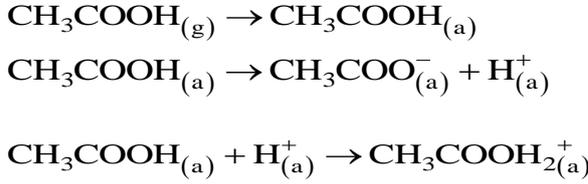
الدول ← ايزوبروبانول ← أسيتون.

في هذه الميكانيكية المقترحة فان الايزوبروبانول ينتج مع اول اوكسيد الكربون ولكن الايزوبروبانول لم يظهر في النتائج وهذا يدل على عدم ملائمة هذه الميكانيكية للتفاعل لذلك فان الميكانيكية المقترحة من قبل العالم الياباني كاجان سنة 1980 أكثر ملائمة للتفاعل وهي:

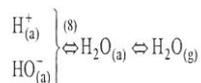
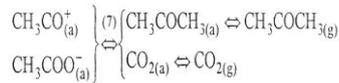
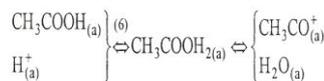
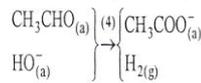
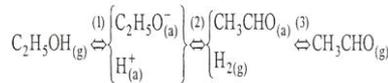
الاسيتالديهايد ← خلات الاثيل ← حامض

الخليك ← اسيتون

عملية تحول حامض الخليك الى الاسيتون درست من قبل العالم الياباني (Imanaka T , 1980) واقترح الميكانيكية التالية:

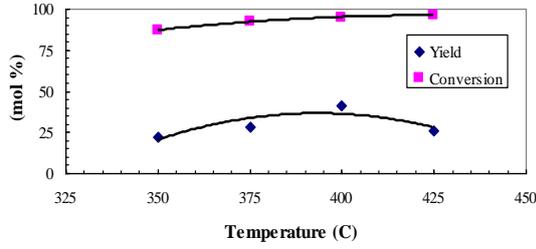


اذن من هنا يتضح لنا بان الميكانيكية العامة لتحول الايثانول الى الاسيتون هي. (Takesawa 1975) ،N. (Smith J.M, 1981)



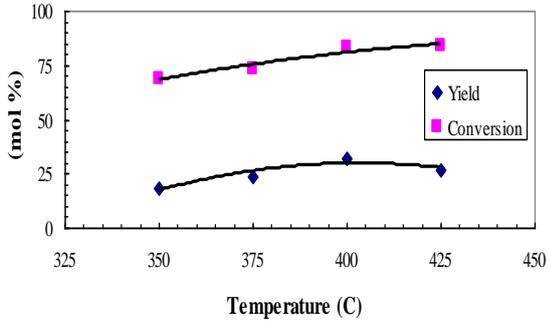
النتائج والمناقشة

ان جميع النتائج تم الحصول عليها بعد اجراء التحليل للنماذج في جهاز الغاز كوموتوغراف .



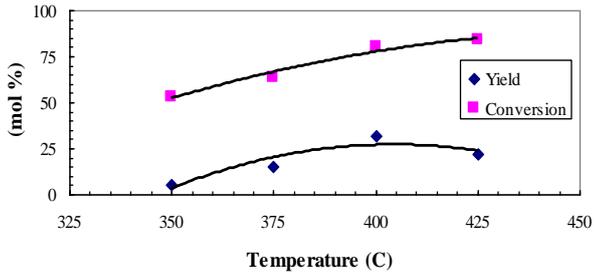
شكل رقم (1) تأثير درجة الحرارة على التفاعل

نسبة الماء الى الايثانول (1:7) معدل الجريان 1 مليليتر/دقيقة



شكل رقم (2) تأثير درجة الحرارة على التفاعل نسبة الماء الى

الايثانول (1:7) معدل الجريان 2 مليليتر/دقيقة



شكل رقم (3) تأثير درجة الحرارة على التفاعل نسبة الماء الى الايثانول

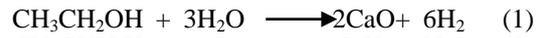
(1:4.5) معدل الجريان 1 مليليتر/دقيقة

ان المواد العرضية الناتجة لها سلوكين مختلفين فالنواتج العرضية لتفاعل زهرجة الايثانول (ازالة جزيئة هيدروجين) وهي خلات الاثيل والاسيتالديهيد تنخفض نسبتها مع زيادة درجة الحرارة اما الماء الذي ينتج مع الاثيلين من تفاعل رقم (2) وأيضا ثاني اوكسيد الكاربون الذي ينتج مع الهيدروجين من تفاعل رقم (1) فانهما يزدادان مع زيادة درجة الحرارة . هذا السلوك موضح في الأشكال من رقم (4) إلى رقم (6).

1) تأثير درجة الحرارة على التفاعل

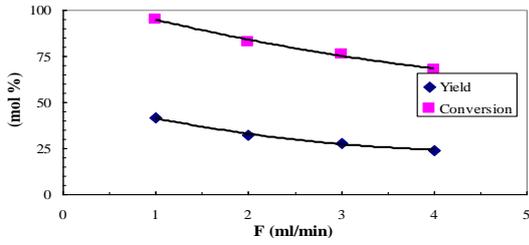
لقد تم دراسة تأثير درجة الحرارة على التفاعل باستخدام نسب مختلفة من الماء الى الايثانول وباستخدام معدل جريان يتراوح ما بين 1 (مل / دقيقة) الى 4 (مل / دقيقة) وقد لاحظنا ان نسبة انتاج الاسيتون ترتفع مع زيادة درجة الحرارة من (350 درجة مئوية) وتصل اعلى قيمة لها في (400) درجة مئوية ثم بعد ذلك تاخذ بالانخفاض كلما زادت درجة الحرارة .

هذا الانخفاض يمكن تفسيره حسب القاعدة التي اوردها ناكاجيما وهي إن هبوط فعالية العامل المساعد نتيجة تكون الكاربون ونتيجة حدوث حالة التليد قد كبت (خمد) تحول الايثانول الى الاسيتون ولكن لم يخمد تحول الايثانول الى الاثيلين و CO₂ والليذان ينتجان من التفاعلين ادناه (Nakajima et al. , 1994)



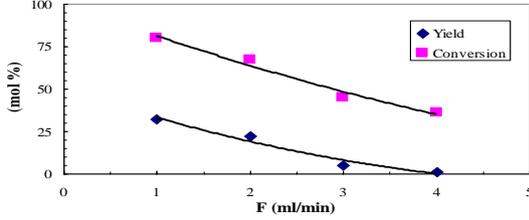
نلاحظ في الشكل (1) إلى رقم (3)

فان الايثانول تحوله يستمر بالتصاعد مع درجة الحرارة رغم انخفاض معدل انتاج الاسيتون وذلك كما اشرنا سابقا بفعل تحول الايثانول إلى مركبات أخرى هي الماء والايثيلين من تفاعل رقم (1) وثاني اوكسيد الكاربون والهيدروجين من تفاعل (2) .



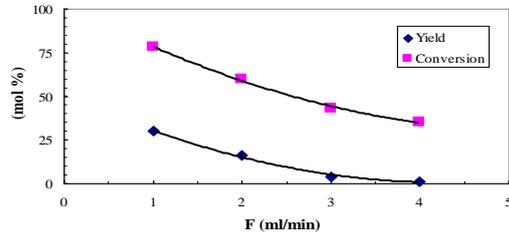
شكل رقم (7) تأثير معدل الجريان على التفاعل

نسبة الماء الى الايثانول (1:7) درجة الحرارة 400 درجة مئوية



شكل رقم (8) تأثير معدل الجريان على التفاعل

نسبة الماء الى الايثانول (1:4,5) درجة الحرارة 400 درجة مئوية

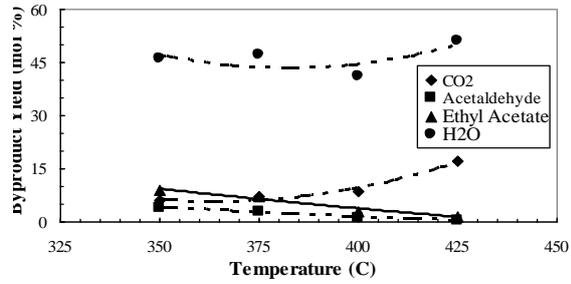


شكل رقم (9) تأثير معدل الجريان على التفاعل

نسبة الماء الى الايثانول (1:3,2) درجة الحرارة 400 درجة مئوية

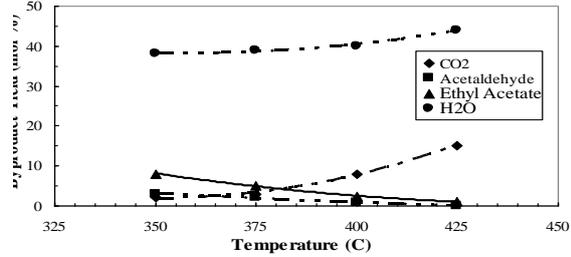
3) تأثير الماء على التفاعل

لقد تم دراسة تأثير إضافة الماء (تخفيف الايثانول) على التفاعل حيث استخدمنا تراكيز مختلفة للايثانول تبعاً للنسبة المولية للماء مقابل الايثانول حيث اخذنا نسب مولية هي (3,2,4,5,7,9,12) مول ماء لكل مول واحد ايثانول ولاحظنا بان تفاعل الزهرجة للايثانول يزداد الاسيتون وتقل النواتج العرضية الناتجة من ذلك التفاعل وهي الاستالديهيد وخلات الاثيل بينما تزداد النواتج العرضية الناتجة من التفاعلات الاخرى وهي (الماء وثاني اوكسيد الكربون) ان هذا السلوك موضح في الشكل رقم (9) والذي يوضح تحول الايثانول وانتاج الاسيتون مع النسب المختلفة للماء والايثانول والشكل رقم (10) والذي يوضح تأثير زيادة الماء على النواتج العرضية.



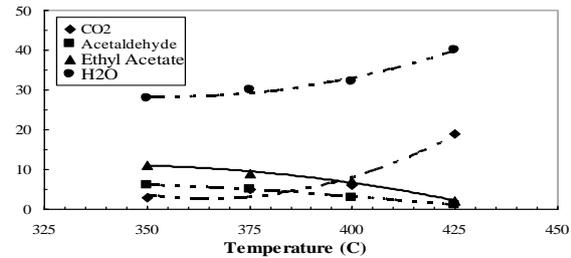
شكل رقم (4) تأثير درجة الحرارة على النواتج العرضية للتفاعل

نسبة الماء الى الايثانول (1:7) معدل الجريان 1 مليلتر/دقيقة



شكل رقم (5) تأثير درجة الحرارة على النواتج العرضية للتفاعل

نسبة الماء الى الايثانول (1:7) معدل الجريان 2 مليلتر/دقيقة



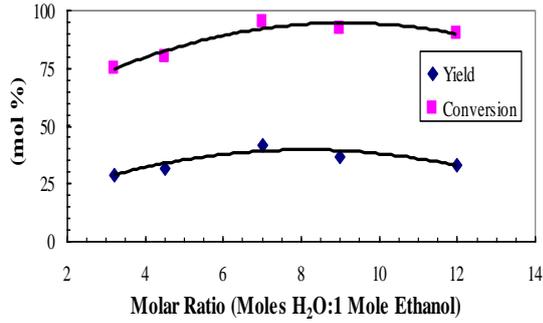
شكل رقم (6) تأثير درجة الحرارة على النواتج العرضية للتفاعل

نسبة الماء الى الايثانول (1:4,5) معدل الجريان 1 مليلتر/دقيقة

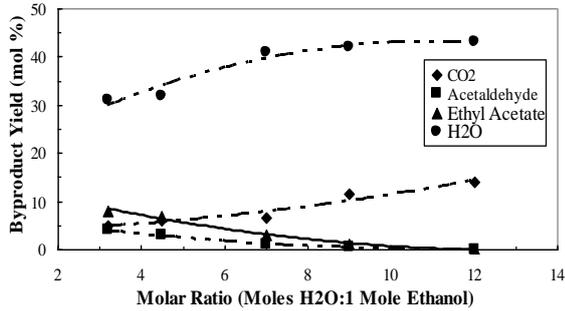
2) تأثير معدل الجريان على التفاعل

لقد تم دراسة تأثير معدل الجريان على التفاعل لتراكيز مختلفة من الايثانول وعند درجة الحرارة المثلى وهي (400 درجة مئوية) وقد لاحظنا ان زيادة معدل الجريان يقلل من تحول الايثانول والانتاجية سواء للاسيتون او للنواتج العرضية وهذا الامر يرجع الى قلة زمن التلامس ما بين الايثانول وسطح العامل المساعد الذي يجري عليه التفاعل ولذلك يعتبر معدل الجريان الاوطأ 1 (مل / دقيقة) هو الأفضل وكما موضح في الاشكال من رقم (7) إلى رقم (9).

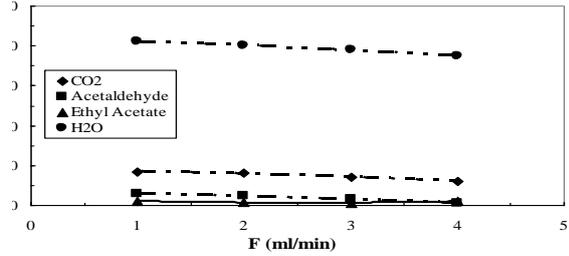
ان زيادة معدل انتاج الاسيتون مع زيادة نسبة الماء تصل الى اعلى مستوى لها عندما تكون النسبة هي 7 مول من الماء مقابل واحد للايثانول وبعدها يبدا الاسيتون بالانخفاض وهذا يرجع الى كون النسب العالية جدا من الماء تعمل على غلق بعض المواقع الفعالة على سطح العامل المساعد مما يقلل انتاج الاسيتون ويزيد من انتاج الماء وثاني اوكسيد الكاربون. (Liorca et al. , (2001).



شكل رقم (13) تأثير نسبة الماء الى الايثانول على التفاعل معدل الجريان 1 مليلتر درجة الحرارة 400 درجة مئوية

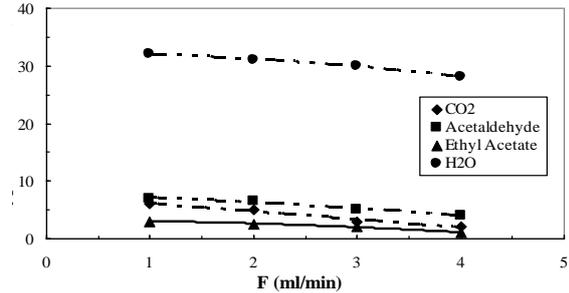


شكل رقم (14) تأثير نسبة الماء الى الايثانول على النواتج العرضية معدل الجريان 1 مليلتر درجة الحرارة 400 درجة مئوية

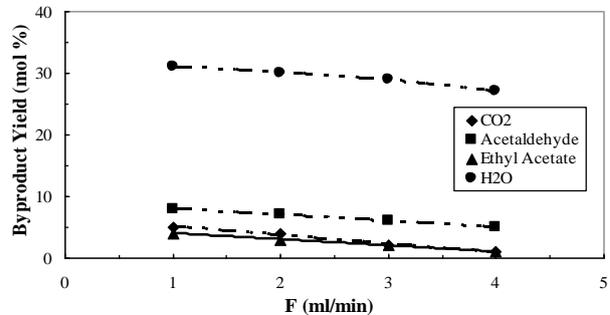


شكل رقم (10) تأثير معدل الجريان على النواتج العرضية للتفاعل نسبة الماء الى الايثانول (7:1) درجة الحرارة 400 درجة مئوية

الاشكال من (11) الى (14) توضح تأثير نسبة الماء على التفاعل.



شكل رقم (11) تأثير معدل الجريان على النواتج العرضية للتفاعل نسبة الماء الى الايثانول (5,4:1) درجة الحرارة 400 درجة مئوية



شكل رقم (14) تأثير معدل الجريان على النواتج العرضية للتفاعل نسبة الماء الى الايثانول (3,2:1) درجة الحرارة 400 درجة مئوية

the Conversion of Ethanol to Acetone in the Presence of Water Vapor, J. Mater Chem., 4 (6) 853-858.

Serrama, R.; P. Patnaik; P. Sidheswaran and M. Jayamani, (1988) Conversion of Ethanol to Acetone over Promoted Iron Oxide Catalysis, J. Catal., 109, 298-302 .

Smith J.M., (1981), Chemical Engineering Kinetics 3rd Ed., McGraw Hill, New York.

Takesawa, N.; C. Hanamaki and H. Kobayashi, (1975) The Mechanism of Dehydrogenation of Ethanol on Magnesium Oxide , J. Catal., 38, 101-109.

الاستنتاجات والتوصيات

أن أفضل ظروف للإنتاج هي درجة حرارة 400 درجة مئوية معدل الجريان الأمثل هو (1مل / دقيقة) وافضل نسبة ماء الى الايثانول هي (1:7) أي بتركيز (12.0%) للايثانول .

ان زيادة درجة الحرارة بصورة تدريجية تقود الى زيادة في انتاج الاسيتون حتى تصل الى افضل نقطة وهي (400 درجة مئوية) ثم بعد ذلك ينخفض انتاج الاسيتون نتيجة لتحلل الايثانول وتكسره الحراري .

ان تقليل معدل الجريان يؤدي الى زيادة انتاج الاسيتون وذلك لزيادة وقت التلامس بين الايثانول والمواقع الفعالة على سطح العامل المساعد .

ان زيادة الماء (تقليل تركيز الايثانول) يؤدي الى زيادة انتاج الاسيتون حتى يصل الى تركيز (12.0%) للايثانول فيبدأ انتاج الاسيتون بالانخفاض مع أي زيادة في نسبة الماء.

اجراء نفس الدراسة باستخدام عامل مساعد تجاري (اجنبي) متوفر في العراق يمتلك خواص مشابهه للعامل المحضر مختبريا مثل (ZnO- CuO/Al₂O₃) المتوفر لدى شركات انتاج الأسمدة.

References

Howard, W.,(1991) Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 1, John Wiley and Sons Inc., 845 – 864.

Imanaka, T., T.Tanemoto and Teranishi ,(1980) 7th International Congress of Catalysis , Tokyo, Preprints of paper No.4

Liorca, J.; J. Sales and N. Homs,(2001) Direct Production of Hydrogen from Ethanolic Aqueous Solution Over Oxide Catalysts, J. Chem. Soc., Chem. Commun., , 641-642.

Nakajima, T.; K. Tanabe; T. Yamaguchi, and T. Matsuzaki, (1987) Efficient Synthesis of Acetone from Ethanol Over ZnO-CaO Catalyst, J. Chem. Soc., Chem. Commun.,(6), 394-395.

Nakajima, T.; K. Tanabe; T. Yamaguchi; T. Matsuzaki and S. Mishima, (1989) Conversion of Ethanol to Acetone Over Zinc Oxide-Calcium Catalyst, J. Mater Chem., 3(52), 237-248.

Nakajima, T.; K. Tanabe; H. Nameta; S. Mishima, and T. Matsuzaki, (1994) A Highly Active and Highly selective Oxide Catalyst for