الانتقال الحراري بالحمل للمائع المصطدم بجدار عمودي

سلام كاظم لدلوي، عبد الله كدوش*، وستار عداي سلمان**
قسم الهندسة الكيمياوية – كلية الهندسة – جامعة بغداد - العراق
* منظمة الطاقة الذرية العراقية - العراق

تـم الحصـول علـى حلـول عدديـة لحسـاب الانتقـال الحراري لمـائع يجـري حـول صـفيحة معدنيـة شـاقولية . تـم افتـراض جريـان انسـيابي وخـالي مـن اللزوجـة فـي حـل معادلة الطاقة .

تم حساب التوزيع الحراري ورقم Nusselt عنـد رقـم Peclet يتـراوح بـين(100-30) ورقـم Prandtle (0.72) (الانتقـال الحراري في الهواء) .

وجد من النتائج أن سمك الطبقة الحرارية يقل مع زيادة البعد عن نقطة الاصطدام وهذا يتعارض مع الجريان الطبقي الاعتيـادي ، وإن رقم Nusselt عند الحافة السفلى للصفيحة يكون أكبر مقارنة بالحافـة العليا عندما تصبح زاوية الاصطدام أكبر من صفر .

ووجد من النتائج أيضـاً إن معـدل رقـم Nusselt يقـل مـع زيادة زاوية اصطدام المائع بالصفيحة.

التخفيض الحفازي لأوكسيد النتروجين في غازات عادم المركبات

عبد الحليم عبد الكريم محمد، ومهند عبد الرزاق حسن
قسم الهندسة الكيمياوية – كلية الهندسة – جامعة بغداد - العراق

تم تخفيض تركيز أكاسيد النيتروجين في غـازات عـادم المركبات إلى الحدود البيئية المسموح بهـا باسـتخدام محـول يحتوي على عدد من عوامـل مسـاعدة المحضـرة مختبريـاً وبطريقة التشريب (Impregnation) وهـي: Ru، Os، و Ir المحملة على الألومينا نوع غاما والتي تعمـل علـى اختـزال أوكسيد النيتروجين إلى النيتروجين. هـذا ويسـتخدم Pt و Pd المحمل على الألومينا نوع غاما لأكسدة أوكسـيد الكربـون و الهيدروكربونات إلى ثاني أوكسيد الكربون والماء على التوالي.

تم استخدام طبقات ثنائية و ثلاثية من العوامـل المسـاعدة داخل المحول. كانت الطبقات الثلاثية تتكون من: (Ru-Pt-Pd, Os-Pt-Pd, Ir-Pt-Pd) في حين كانت الطبقات الثنائية تتكـون من: (Ru-Pt, Os-Pt, Ir-Pt). وقد تم دراسـة تـأثير درجـة الحرارة و السرعة الفراغية للغاز (GHSV) على نسبة تحول أوكسيد النيتروجين إلى النيتروجين.

لقد أثبتت العوامل المحضرة مختبرياً كفاءة جيدة في اختزال أوكسيد النيتروجين و أكسدة أوكسيد الكربون. وقد وجد أن نسبة تحول أوكسيد النيتروجين إلى النيتروجين تزداد بزيادة درجـة الحرارة و انخفاض السرعة الفراغية للغاز وإن تـأثير درجـة الحرارة على نسبة التحول كانت أكثر وضوحاً.

لقد تم استخدام الطبقات الثنائية من العوامل المساعدة لأول مرة في هذا البحث بالإضافة إلى اسـتخدام العامـل المسـاعد المختزل Os/Al_2O_3 في الطبقات الثنائية والثلاثية من العوامل المساعدة.

أداء المرسب الكهروستاتيكي الصفائحي لازالة غبار المواد الأولية للاسمنت

عباس حميد سليمون، وحسين رسول عبد*
قسم الهندسة الكيمياوية – كلية الهندسة – جامعة بغداد – العراق
قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة – جامعة بغداد – العراق

تـم دراسـة إزالـة غبـار المـواد الأوليـة للأسـمنت بواسـطة اسـتخدام المرسـب الكهروسـتاتيكي مـن النـوع ذات الصـفائح المتوازيـة وبمرحلـة واحـدة . يحتـوي المرسـب علـى ثـلاث أقطـاب تفريـغ بقطـر (2ملـم) وبطـول (30سـم) موزعـة علـى طـول المرسـب فـي منتصف المسـافة بـين الأقطـاب والتـي تسـاوي (4سـم) . كـان الغـرض مـن هـذه الدراسـة إيجـاد أفضـل ظروف تشـغيلية للمرسـب لإزالـة غبـار المـواد الأوليـة للأسمنت.

عند تشـغيل المنظومـة بثبـوت السـرعة والتركيـز وتغييـر الفولطيـة فـأن أفضـل قيمـة للفولطيـة تسـاوي (13,5كف) وثم عنـد تشـغيل المنظومـة بثبـوت الفولطيـة والسرعة، وتغيير التركيز كان أفضـل تركيـز (0,4غـم/م^3) ولكن عند تشـغيل المنظومـة بتثبيـت الفولطيـة والتركيـز وتغيير السرعة كانـت أفضـل سـرعة (0,32م/ثـا) . عنـد تغيير العوامل أعلاه أوطأ أو أعلـى مـن الظـروف المثاليـة فأن كفـاءة المرسـب سـوف تتنـاقص. الكفـاءة النظريـة للمرسب كانت محسوبة على أسـاس التوزيـع اللوغـاريتمي وكانت النتائج النظرية متوافقة مع النتائج التجريبية.

دراسة خصائص الامتصاص الكيمياوي لغاز ثاني اوكسيد الكربون في العمود المحشو

عصام خضر حلية*، أحمد ممدوح لبريفكاني**، وفرح طلب جاسم*
* قسم الهندسة الكيمياوية - الجامعة التكنولوجية – العراق
** الشركة العامة للتصاميم الهندسية - العراق

تضمن البحث دراسة عملية امتصاص غاز ثاني اوكسيد الكاربون في خليط ثاني اوكسيد الكاربون – نتروجين بأستخدام محلول الـ Diethanolamine .

إن الهدف الرئيس للبحث هو دراسة العوامل المؤثرة على عملية الامتصاص لغاز ثاني اوكسيد الكاربون وهي: معدل جريان السائل، تركيز المذيب، درجة حرارة المحلول وكذلك ايجاد الظروف التشغيلية المثلى لامتصاص غاز ثاني اوكسيد الكاربون.

طبق التصميم التجريبي بطريقة Central Composite Rotatable Design لايجاد العلاقات بين المتغيرات الثلاثة المحددة سابقاً ودوال الهدف (Objective Functions) وهي نسبة التحول ومعدل امتصاص غاز ثاني اوكسيد الكاربون في محلول الـ Diethanolamine وقد مثلت العلاقات بموديل رياضي من الدرجة الثانية.

استخرج معامل انتقال المادة للطورين الغازي والسائل (K_{La}, K_{Ga})، وثابت التفاعل k_2 بالاعتماد على العلاقات المذكورة أعلاه.

لقد تم الوصول إلى أفضل الظروف التشغيلية لأمتصاص غاز ثاني اوكسيد الكاربون باستخدام طريقة المفاضلة (Optimization Technique) ضمن المديات العملية لمتغيرات المنظومة المستخدمة . وقد كانت الظروف التشغيلية المثلى لامتصاص غاز ثاني اوكسيد الكاربون في محلول الـ Diethanolamine هي:

معدل جريان السائل = 3,86 لتر/ دقيقة

تركيز الـ Diethanolamine = 25% وزناً

درجة حرارة السائل = 66°م

وقد أوضحت النتائج العملية إن معدل امتصاص غاز ثاني اوكسيد الكاربون ومعامل انتقال المادة بمحلول الـ Diethanolamine تزداد بأزدياد كل من معدل جريان السائل ، تركيز Diethanolamine ودرجة حرارة السائل , ويصل معدل الأمتصاص ومعامل إنتقال المادة إلى أعلى قيمة عند الظروف التشغيلية المثلى ، ويقل معدل الأمتصاص ومعامل إنتقال المادة لغاز ثاني أوكسيد الكاربون عند ازدياد معدل جريان السائل ودرجة حرارته عن القيمة المثلى.نسبة تحول Diethanolamine تقل بأزدياد كل من معدل جريان السائل وتركيز Diethanolamine وتزداد بأزدياد درجة حرارة السائل وتقل عندما تصل درجة حرارة السائل 66 م[5].

ازالة ثنائي اوكسيد الكبريت المترسب من مصنع حامض الكبريتيك

ملك مصطفى محمد، محمود مهدي بربوتي*، رعد صلاح رشيد**، وهند قدري منير
قسم الهندسة الكيمياوية – كلية الهندسة – جامعة بغداد - العراق
* مركز ابن البطار للبحوث - العراق
** شركة الفرات العامة - العراق

تم بناء منظومة منضدية تتضمن توليد ثنائي اوكسيد الكبريت وادخاله في مجرى تيار هوائي للحصول على هواء ذي محتوى متغير من الغاز. وهنالك برج امتصاص زجاجي بابعاد محددة معبأ بحلقات زجاجية. يدخل الهواء المحمل بالغاز من اسفل البرج بينما ينزل محلول الامتصاص من الأعلى الى الأسفل بالاضافة الى مجسات للدفق ومسيطرات على درجة الحرارة وحركة السوائل والغازات. تمت دراسة تاثير تركيز ثنائي اوكسيد الكبريت في الهواء وتركيز هيدروكسيد الصوديوم كمحلول امتصاص على كفاءة الامتصاص. لقد وجد ان التركيز الامثل لهيدروكسيد الصوديوم الذي يعطي افضل كفاءة امتصاص هو 0.33 غم/لتر.

طريقة ايجاد معامل الانتشار السطحي لعملية الامتزاز

عباس حميد سليمون، ياسمين عبد العزيز مصطفى، وياسر احمد دهمان
قسم الهندسة الكيميلوية – كلية الهندسة – جامعة بغداد – العراق

الهدف من هذا البحث هو أيجاد معامل الانتشار السطحي الذي يعتبر مهم في حساب ميكانيكية الانتقال لعملية الامتزاز . استخدمت طريقة الامتزاز بالوجبات عند ثبوت درجة الحرارة لدراسة الامتزاز لمادة الفينول على الفحم المنشط . تم دراسة تأثير التركيز ، حجم حبيبات المادة الممتزة ، سرعة الخلط على معامل الانتشار السطحي .

دراسة سرعة ترسيب هيدروكسيد المغنيسيوم من الماء المر

عادل أحمد الحميري، أحمد جواد علي، وكريم خليفة زغير
قسم الهندسة الكيميلوية – كلية الهندسة – جامعة بغداد – العراق

عند انتاج اوكسيد المغنيسيوم من ماء البحر او الماء المالح (المر) فانه غالبا ما يمثل سرعة ترسيب هيدروكسيد المغنيسيوم الخطوة المعرقلة (الخانقة) لتلك العملية.

تم في هذا البحث دراسة تاثير اضافة النوى الناتجة من تفاعل سابق لهيدروكسيد المغنيسيوم، اضافة مادة تـدمج الـدقائق المترسـبة واضافة النوى مع المادة التي تدمج الدقائق المترسبة سوية على معدل ترسيب هيدروكسيد المغنيسيوم. وقد اوضحت التجـارب بصورة عامة ان معدل سرعة الترسيب يزداد مـع الاضـافات السابقة الذكر.

عند اضافة النوى فان معدل سرعة الترسيب يزداد مع زيادة تركيز النوى نسبة مئوية (20% وزنا) بعـدها تكـون العلاقـة عكسية ما بين تركيز النوى ومعدل سـرعة الترسـيب. وعنـد اضافة المادة التي تدمج الدقائق المترسبة فـان معـدل سـرعة الترسب يزداد مع زيادة تركيز تلك المادة الى ان يصل الى (30 سم^3/لتر). بعد ذلك يكون زيادة تركيز المادة التي تدمج الـدقائق ذو تاثير غير مهم على معدل سرعة الترسيب.

تم الحصول على اعلى معدل لسرعة الترسيب عند اضـافة تركيز نوى (20% وزنا) مع 30 سم^3/لتر من المادة التي تدمج الدقائق المترسبة سوية.

نمذجة برج تكرير النفط الخام في الحالة المستقرة

سلام كاظم الدلوري، وقيصر مسلم السعدي
قسم الهندسة الكيميلوية – كلية الهندسة – جامعة بغداد – العراق

تضمن البحث نمذجة برج تكرير النفط الخام الذي يعد مـن ابراج التقطير المعقدة لظروف تشغيل حالة الاستقرار باستخدام موديل المراحل المتوازنة والنتمثلة باجراء موازنة الطاقة والكتلة وتوازن الاطوار والمسماة (MESH equations) لكل مرحلة من مراحل البرج المتعددة التي ترتبط مع بعضها بشكل لا خطي مما تطلب استخدام المشتقات الجزئية للمعادلات اعـلاه نسـبة لجميع المتغيرات لغرض تحويلها الى نظام خطي وسهولة حلها.

رتبت هذه المعادىت الخطية بشكل مصفوفة ثلاثيـة القطـر والمعروفة بمصفوفة جاكوبي واعتماد طريقة نيـوتن–رافسـن التكرارية لايجاد المتغيرات لكل تكرار ومقارنتها مع التكـرار السابق.

استخدمت معادلـة الحالـة (Soave-Redlich-Kwong) لحساب الخصائص الثرموديناميكية للطورين السائل والبخـار9 لسهولة برمجتها. تم التوصل الى الحل بعدد من المحـاولات لا يتجاوز 10 محاولات.

نمذجة سلوك الطور التركيبي لحقل جمبور النفطي

ميعد الهويدي*، غزوان نوري سعد**، ومهند عبد الرزق
* قسم هندسة النفط – كلية الهندسة – جامعة بغداد – العراق
** قسم الهندسة المدنية – كلية الهندسة – جامعة الكوفة – العراق
*** قسم الهندسة الكيميلوية – كلية الهندسة – جامعة تكريت - العراق

تم تطوير موديل رياضي باستخدام الحاسـبة لبيـان سـلوك الطور التركيبي للنفط الخام باستخدام الصيغة المعدلة لمعادلات الحالة لـ ريدلخ – كوانـك وبـنج – روبنسـن. وباسـتخدام المعلومات العملية المتوفرة تم الحصول على معاملات التـداخل لنفط خام حقل جمبور.

Recovery of Styrene and Divinylbenzene Monomers from their Polymers by Thermal Degradation Method

Matheel D. Al-Sabti, Jawad K. Jawad, and Wisam F. Yaqob
Ibin Sina General Company – military Production Authority - Iraq

This study involves a method of recovering styrene and divinylbenzene monomers from their polymers by thermal degradation method using iron oxide as a catalyst to decrease the temperature needed for destroying the bonds in the polymer chain. The percentage of styrene that was recovered (60%) with (98%) purity and for divinylbenzene, the recovery was more than (80%) with (98%) purity too.

استرجاع مونمرات الستايرين والثنائي فنيل بنزين من بوليمراتها بطريقة التفكك الحراري

مثيل ضايف المبتي، جواد كاظم جواد، ووسام فرج يعقوب
شركة ابن سينا العامة – هيئة التصنيع العسكري - العراق

الخلاصة

تضمن هذا البحث طريقة لاسترجاع مونومرات الستايرين والثنائي فنيل بنزين من بوليمراتها حيث استخدمت طريقة التحطيم الحراري بوجود اوكسيد الحديد كعامل مساعد الذي يقلل من الحرارة اللازمة لتحطيم الأواصر الموجودة في سلاسل البوليمر. بلغت نسبة الستايرين المسترجع بحدود (60%) وبنقاوة (98%)، أما نسبة الثنائي فنيل بنزين المسترجع فكانت اكثر من (80%) وبنقاوة تصل إلى (98%) أيضا". لقد تم الاستفادة من الستايرين والثنائي فنيل بنزين المتبلمر وعديم الفائدة (متوفر بكميات كبيرة) في الحصول على المونومرات غير المتوفرة في القطر والاستفادة منها في تحضير المبادلات الايونية.

المقدمة

توجد طريقتان شائعتان لتحطيم البوليمرات هما البايولوجية والكيميائية[1]. طرق التحطيم بالطريقة الكيميائية عديدة أهمها التحطيم الحراري التي تعتبر الطريقة الأكثر شيوعا" في استرجاع المونومرات من بوليمراتها، حيث يتم تحطيم السلاسل الرابطة للجزيئات المكونة للبوليمر. تعتمد هذه العملية على عدة عوامل منها: طريقة تحضير البوليمر، طبيعة الأواصر الموجودة في هيكله وطبيعة تركيبه النهائي[2].

وجد أن البولي ستايرين المحضر انيونيا" يكون في بداية التحطيم اكثر ثباتا" من البوليمر المحضر حراريا" او المحضر في وجود بواديء البلمرة بالجذور الحرة ولكن بعد أن يصل الفقد في الوزن الى (10%) من وزن البوليمر فان معدل التحطيم يتساوى لكلا النوعين[3]. تشير بعض المصادر[4] الى أن التحطيم الحراري للبولي ستايرين يبدأ عند طرف السلسلة تتبعها عملية انفصال نهاية السلسلة (التي تنتج المونومر)، وقد عزز الباحث (Grassie)[5] هذه الحقيقة الكيميائية للتحطيم.

اقترح عدد من الباحثين[6،7] تكون جذور حرة في جزيئه البولي ستايرين عندما يسخن بين (280 – 300 م°) وهذه الجذور الحرة ذات الإعاقة الفراغية الكبيرة، أما أن تعاود ارتباطها أي تزدوج (لا يحدث تغير في الوزن الجزيئي) او تنتهي فاعليتها عن طريق الانتقال لذرة واحدة بين الجرينتين بما يسمى تفاعل الاضمحلال والذي يؤدي الى تكون اصرة مزدوجة عند طرق السلسلة.

وفي سلسلة البولي ستايرين المنتهية باصرة مزدوجة، فان الاصرة الكاربونية (C--C) في الموقع بيتا من الاصرة المزدوجة تكون هي بؤرة عملية التحطيم الحراري عند درجة حرارة أعلى من (300 م°) مما يؤدي الى تكوين المونومر. لقد وجد بأنه عند أية درجة حرارة فان هناك كمية محددة من مونومر الستايرين التي يمكن أن يتواجد في حالة اتزان مع البوليمر، وعادة ما تكون هذه النسبة في حدود (41%)[8،9] ولكن الباحثين الروس تمكنوا من زيادة هذه النسبة الى (95%) باستخدام احد أنواع اوكسيد الحديد (24 – K) كعامل مساعد[10].

أما بالنسبة لاسترجاع الثنائي فنيل بنزين ومن خلال متابعة الأدبيات، وجد بأنه لا توجد طريقة خاصة بتفكيك بوليمره. اثبت الباحث (Guyot)[11] بان فعالية جزيئه الثنائي فنيل بنزين تقل بتبلمر وانفتاح إحدى الأواصر المزدوجة للمجاميع المعوضة على الحلقة وهذا يعني إن احتمالية تكوين البوليمر الشبكي قليلة.

المواد وطرق العمل

المواد المستخدمة

ستايرين متبلمر ذاتيا"، ثنائي فنيل بنزين متبلمر، اوكسيد الحديد (Fe_3O_4, GPR)، كلوريد الالمنيوم اللامائي ($AlCl_3$, GPR)، كلوريد الحديديك اللامائي ($FeCl_3$, GPR)، من انتاج شركة (BDH) الإنكليزية. المناخل الجزيئية (Molecular Sieve 5A) من انتاج شركة (Union Carbide) الأمريكية، منظومة تقطير تجزئي، مسخن حراري مسيطر عليه، جهاز كروماتوغرافيا الغاز (GC) نوع (Packard 438A) من شركة (Packard) الأمريكية.

طريقة العمل

بعد الاطلاع على الأدبيات حول التحطيم الحراري للبوليمرات بوجود أو عدم وجود العوامل المساعدة، تم اختيار عدد من العوامل المساعدة لاستخدامها ومعرفة درجة تأثيرها في عملية التحطيم الحراري للبولي ستايرين والثنائي فنيل بنزين. أجريت عدة تجارب

باستخدام نسب مختلفة من العوامل المساعدة لمعرفة جدوى استخدامها في زيادة نسبة ونقاوة المونومر الناتج من عملية التحطيم وكفاءتها في خفض درجة حرارة التفكك الحراري من عدمه مع عدم حصول مشاكل عند إجراء التجارب.

تم وضع برنامج لتجارب نموذجية يتم فيها تحديد نسبة العامل المساعد وكمية المادة المسترجعة ونقاوتها حيث شملت التجارب التي أجريت على الستايرين المتبلمر مرحلتين:

المرحلة الأولى (بدون وجود العامل المساعد)

تم اخذ (500 غم) من الستايرين المتبلمر ووضع في دورق دائري القعر حيث تم ربط عمود التقطير التجزيئي على الدورق، وربط المكثف (condenser) بأعلى عمود التقطير التجزيئي وبصورة مائلة مع وضع دورق (conical flask) في اسفل المكثف لاستلام المادة المتقطرة. ربطت توصيلة ثلاثية بين المكثف والدورق والمضخة الفراغية (التي تعطي الضغط المخلخل للمنظومة) وكما في الشكل رقم (1).

سخنت المادة تدريجيا" في منظومة التقطير التجزيئي وتحت الضغط المخلخل حيث بدأت المادة بالتفكك وتصاعدت الأبخرة التي تم تكثيفها بالمكثف المربوط بالمدور المائي المبرد إلى درجة حرارة اقل من (4 م°). عند توقف الأبخرة المتصاعدة يتم رفع درجة الحرارة حيث يلاحظ تصاعد أبخرة والتي يتم جمعها عند درجة حرارة (27 م°) وضغط (6 ملم زئبق). استمر تسخين المادة المتبلمرة وصولا" إلى درجة حرارة (300 م°) وملاحظة زيادة تصاعد الأبخرة البيضاء التي يتم تكثيفها. وعند رفع درجة الحرارة اكثر لوحظ تصاعد أبخرة سوداء لم تتكثف وتخلفت مادة سوداء وهي عبارة عن مخلفات كاربونية.

بعد جمع المادة المتقطرة، يتم غسلها بمحلول قاعدي (NaOH 10%) لإزالة المواد المانعة للبلمرة (4-terbutyl pyro catechol). ويتم الغسل بمزج المونومر والمحلول القاعدي بحجوم متساوية في قمع فصل ورج الخليط جيدا" ويترك لينفصل الى طبقتين حيث تفصل الطبقة السفلي وتهمل ثم تغسل الطبقة العليا بالماء المقطر عدة مرات حتى تصبح متعادلة لورقة عباد الشمس، ثم التجفيف باستخدام (Molecular Sieve). بعد التجفيف تقطر المادة مرة ثانية باستخدام منظومة التقطير التجزيئي وتحت الضغط المخلخل وبإضافة (1 غم/لتر) من كلوريد النحاسوز كمثبت وإجراء التقطير في وجود غاز النتروجين الجاف، ثم تحفظ بدرجة حرارة اقل من (+4 م°) وبعيدا" عن الضوء.

المرحلة الثانية (بوجود العامل المساعد)

أجريت عدة تجارب وتم استخدام نسب مختلفة (4،3،2،1%) من العوامل المساعدة حيث تضاف إلى البوليمر وتنشر فيزيائيا" (العجن) لضمان مجانسة توزيع العامل المساعد لان البوليمر ليس صلبا" وانما على شكل كتلة جيلاتينية كثيفة القوام، بعد ذلك توضع المادة في الدورق وتجرى عملية التحلل الحراري كما ذكر أعلاه. تم استخدام العوامل المساعدة التالية: اوكسيد الحديد (Fe_3O_4)، كلوريد الألمنيوم اللامائي ($AlCl_3$)، و كلوريد الحديديك اللامائي ($FeCl_3$).

تم تطبيق نفس التجارب على الثاني فنيل بنزين المتبلمر بوجود وعدم وجود العامل المساعد (اوكسيد الحديديك).

طريقة التحليل باستخدام تقنية كروماتوغرافيا الغاز

تم استخدام طريقة (GC) للكشف عن نقاوة الستايرين والثنائي فنيل بنزين مع تحديد نسبها في المواد المتقطرة من كل تجربة وذلك من خلال استخدام مواد قياسية.

استخدم جهاز نوع (Packard 438A) حيث كانت ظروف التحليل كالآتي:

1.5% OV101 chromosorb w 2m x 1/8 inch.
Mesh no.: 60~80
Carrier gas: He 40 ml/min.
Detector: FID 325°c
Oven: 160°c
Injection temp.: 325°c

النتائج والمناقشة

استخدم في هذه الدراسة ستايرين متبلمر ذاتيا" حيث انه من المعروف إن الستايرين يمكن أن ينتج عدد كاف من الجذور الحرة تحت التأثير الحراري أثناء خزنه وذلك نتيجة لتفاعل (ديلز ــ الدر) بين جزيئتين من المونومر[12]، وهذه المجموعات الحرة هي المسؤولة عن بلمرة الستايرين. وجد من نتيجة التحليل باستخدام جهاز كروماتوغرافيا الغاز إن نسبة البوليمر في الستايرين المتبلمر تتراوح بين (35ــ38 %) والباقي هو مونومر ممتص في البوليمر مسببا" انتفاخه. عند اجراء تجارب التحطيم الحراري (بدون استخدام العامل المساعد)، وجد أن البولي ستايرين يتحطم بدرجة حرارة (300 م°)

وان نقاوة المونومر الناتج مقاسا" بجهاز GC (كروماتوغرافيا الغاز) بحدود (96%) أما نسبتة فكانت (55%) من وزن البوليمر المستخدم.

عند استخدام نسب مختلفة من العامل المساعد (اوكسيد الحديديك اللامائي) كما في الجدول (1)، وجد أن حرارة تفكك البوليمر انخفضت الى (130 م°)، وكانت نسبة المونومر الناتج (60%) ونقاوته اكثر من (98%) وان افضل نسبة للعامل المساعد هي (2%). إن استخدام اوكسيد الحديد كعامل مساعد في عملية التحطيم الحراري يكون دوره كمادة خافضة للحرارة اللازمة للتحطيم وهذا ما أكد عليه الباحثون الروس[10]، وهذا ما تم ملاحظته فعلا" في التجارب التي أجريت من قبلنا. وحسب اعتقادنا بان العامل المساعد ينتشر داخل السلاسل البوليمرية وقد يعمل كمادة شائبة تساعد على تكوين مواقع ضعيفة في السلاسل مما يؤدي الى سهولة كسرها.

لقد استخدم عدد من الباحثين[12] حوامض لويس كعوامل مساعدة في تحطيم البوليمرات حراريا" مثل (كلوريد الالمنيوم اللامائي) ولكن عند تجربتها من قبلنا وجدنا بان هذه المادة تتسامى عند درجة الحرارة (150 م°) مسببة في انسداد منظومة التقطير، ونتيجة لذلك أهمل استخدامها. كذلك العامل المساعد (كلوريد الحديديك اللامائي) أيضا" تسامى عند درجة حرارة (200 م°) وسبب في انسداد منظومة التقطير ولم يحسّن من عملية التحطيم لذلك أهمل استخدامه.

إن البولي ثنائي فنيل بنزين التجاري والذي استخدم في هذا العمل يتكون مونومره بالأساس من مادتين أساسيتين وبنسبة (49%) لكل منهما (ثنائي فنيل بنزين و الاثيل فنيل بنزين) وكل من هذه المواد تحتوي على ايزومرين هما البارا والميتا مع نسبة قليلة من المادة المانعة للبلمرة وبعض الشوائب. ولما كانت فعالية الاصرة المزدوجة غير المتآصرة والمعوضة على حلقة البنزين لمادة الثنائي فنيل بنزين تقل كثيرا" عند اتحاد الاصرة المزدوجة الأخرى وهذا ما أكد عليه الباحث (Guyot)[11]، لذلك نعتقد بان المادة المتبلمرة هي من النوع الخطي وليس الشبكي ولو كانت من النوع الشبكي لكان من الصعب تفكيك البوليمر وذلك لصعوبة كسر السلاسل المتشابكة حتى في درجات الحرارة العالية جدا" وبوجود العوامل المساعدة.

يعتبر بوليمر الثنائي فنيل بنزين من البوليمرات العشوائية (Random Polymer) إذ تحتوي كل سلسلة فيه على جزيئات الثنائي والاثيل فنيل بنزين. إن وجود هذا الخليط من الجزيئات في السلسلة الواحدة وكذلك وجود المجاميع المعوضة في كل جزيئه باعتقادنا تزيد من مواقع الضعف بين أواصر السلسلة مما يؤدي الى سهولة كسرها وبذلك تزداد النسبة المئوية للمونومر الناتج (80%) مما هي عليه في البولي ستايرين (60%) والذي يعتبر من البوليمرات المتجانسة (Homopolymer).

كانت نسبة استرجاع الثنائي فنيل بنزين بوجود وعدم وجود العامل المساعد (80%) و(75%) على التوالي، الجدول رقم (1)، حيث نلاحظ بان افضل نسبة للعامل المساعد المستخدم هي (2%). جمعت المادة المتقطرة عند درجة حرارة (37 م°) وضغط (8 ملم زئبق)، وتم تحليل النموذج بجهاز (GC) وكانت نسبة الثنائي فنيل بنزين (49%) ونسبة الاثيل فنيل بنزين (49%) أيضا" وبنقاوة اكثر من (98%) وهذه هي نفس نسبة النموذج المستورد.

الاستنتاجات

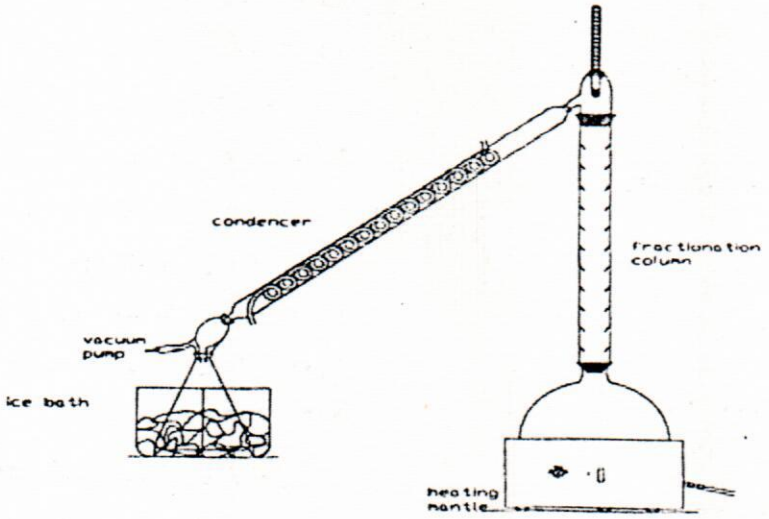
1. انخفاض الحرارة اللازمة لتحطيم البوليمر من (300 °م) إلى (130 °م) بالنسبة للستايرين ومن (350 °م) إلى (150 °م) بالنسبة للثنائي فنيل بنزين (DVB) عند استخدام العامل المساعد اوكسيد الحديديك.
2. زيادة نقاوة المونومر الناتج (96% إلى 98%) بالنسبة للستايرين و (DVB) عند استخدام العامل المساعد.
3. زيادة نسبة المونومر (55% إلى 60%) بالنسبة للستايرين و (75% إلى 80%) بالنسبة (DVB) عند استخدام العامل المساعد.
4. افضل نسبة للعامل المساعد المستخدم هي 2% لنوعي البوليمر المستخدمين والتي أعطت نتائج جيدة.
5. لم تنجح العوامل المساعدة (كلوريد الالمنيوم وكلوريد الحديديك) اللامائية في خفض درجة حرارة تحطيم البوليمر أو زيادة درجة نقاوة ونسبة المونومر الناتج، وهذا عكس ما ذكرته بعض المصادر.
6. الحصول على نسبة (80%) من مونومر DVB مقارنة بنسبة (60%) من مونومر الستايرين بسبب ان بوليمر (DVB) يعتبر من البوليمرات العشوائية التي يسهل كسر الأواصر فيها أي وجود مواقع ضعف في السلسلة عكس ما هو عليه في بوليمر الستايرين حيث يعتبر من البوليمرات المتجانسة التي تكون الأواصر فيها صعبة الكسر.

المصادر

1. Mark H. F. and Caylord N. G., Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol. 4, John Wiley and Sons Inc., New York, (1966).
2. Collins F. H. and Kraus D. A., Technical Papers, Thirty-First, Annual Technical Conference, Society of Plastic Engineering. Montreal, Quebec, Canada, May 7-10, Vol. XIX, (1973).
3. Throne J. L., Technical Papers, Forty-Third, Annual Technical Conference, Society of Plastics Engineers, Washington, D. C., April 29–May 2, Vol. XXXI, (1985).
4. Merrill E. W., Mickley H. S. and Ran A. J., J. Polym. Sci., 62, S109, (1962)
5. Grassie N. and Weir N. A., J. Appl. Polym. Sci., 9, 975, (1965).
6. Mc-Curdy J. L. and Delong C.E, U.S. Pat. 2,740,157 (Mar. 3, 1956).
7. Nakamura M., U.S. Pat. 3, 960,792 (June, 1, 1976).
8. Grassie N. and Kerr W. W., Trans. Faraday Soc., 53, 234(1957).
9. Grassie N. and Kerr W. W., Trans. Faraday Soc., 55, 1050(1959).
10. Lychkin I. P. and Fomenko A. T., Chem. Abs., Vol. 102, 204322r (1985).
11. Guyot A., Synthesis and Structure of Polymer Supports, Jone Wiley, New York (1988), pp. 6-7.
12. Olaj O. F., Kauffman H. F. and Breitenback J. W., Makromol. Chem, 178, 2707 (1977).

جدول رقم (1) يوضح نقاوة ونسب استرجاع المونومرات من بوليمراتها باستخدام وعدم استخدام العامل المساعد

البوليمر	نسبة المونومر الناتج (%)	درجة حرارة التفكك (م°)	نقاوة المادة (%)	الملاحظات
بولي ستايرين	55	300	96	بدون استخدام عامل مساعد
	57	150	97	(1%) من العامل المساعد
	60	130	98	(2%) من العامل المساعد
	59.6	140	98	(3%) من العامل المساعد
	59.8	135	97	(4%) من العامل المساعد
ثنائي فنيل بنزين	75	350	96	بدون استخدام عامل مساعد
	78	175	97	(1%) من العامل المساعد
	80	150	98	(2%) من العامل المساعد
	78.6	155	98	(3%) من العامل المساعد
	79	160	98	(4%) من العامل المساعد



شكل (1) منظومة التقطير التجزيئي تحت الضغط المخلخل