تكنولوجيا تصنيع الإيثيلين و أهميته الاقتصادية

إعداد:-
المهندس/عبد الحميد إسماعيل
مهندس أول إنتاج
بشركة سيدي كرير للبتروكيماويات

المجال العام لورقة العمل:

هندسة وتكنولوجيا تصنيع الغاز

المجال التطبيقي:

تكنولوجيا تصنيع الإيثيلين

الهدف من ورقة العمل:

إلقاء الضوء على عملية إنتاج الإيثيلين لأول مرة في مصر بشركة سيدي كرير للبتروكيماويات (سيدبك) كصناعة بتروكيماوية متكاملة من غازات التغذية حتى المنتج النهائي

مقدمة:

دخلت مصر عصر التطور الحقيقي في صناعة البتروكيماويات منذ عام 2000 بإنتاج الإيثيلين الذي يعتبر المادة الأساسية لتصنيع وإنتاج العديد من المنتجات البتروكيماوية.

ذلك بعد أن وهبنا الله بالغازات الطبيبعية الوفيرة والغنية بمكوناتها كالإيثان والبروبان.
فقد أنشئت شركة سيدي كرير للبتروكيماويات (سيدبك) بغرض إنتاج الإيثيلين لسد إحتياجات شركة البتروكيماويات المصرية من الكميات اللازمة لتصنيع مادة البولي فينيل كلوريد ليتوقف إستيراده من الخارج ولمد إحتياجات مصنع البولي إيثيلين.

الأساس النظري:

تعتمد صناعة الإيثيلين على عملية التكسير الحراري لخليط من غازي الإيثان والبروبان بإستخدام أحدث التكنولوجيات العالمية وقد تم إختيار تكنولوجيا :

ABB LUMMUS بعد معالجته لنزع الغازات الحمضية من الخليط ثم تبريده فجائيا للسيطرة على التفاعل ... بعد ذلك مرحلة فصل غاز الإيثيلين عن الغازات المصاحبة بإستخدام تكنولوجيا الضغط/التصقيع ليدخل في أبراج الفصل للحصول على منتج عالي النقاوة بدرجة (99.99 مول%)

التطبيق العملي:

دراسة حالة لتكنولوجيا تصنيع الإيثيلين في شركة سيدبك وتشمل :

1- غازات التغذية الواردة من الصحراء الغربية

2-وصف لمراحل الأنتاج

3- ترشيد إستهلاك الطاقة

المحتويـــــــــات

مقدمة

تطور صناعة الإيثيلين

- **أولا: المستوى المحلي بمصر**
- **ثانيا: مستوى الشرق الأوسط**
- **ثالثا: المستوى العالمي**

تكنولوجيا صناعة الإيثيلين

الفكرة الأساسية لتصنيع الإيثيلين

الخطوات الرئيسية لتصنيع الإيثيلين

- **معالجة غازات التغذية و التكسير الحراري**
- **الضغط والفصل والإسالة**
- **التصقيع والتخزين**

جدول مدلول الإختصارات

المراجع

مقدمة

تعتبر مادة الإيثيلين هي الأساس التي تعتمد عليها الصناعات البتروكيماوية حيث تدخل في صناعة العديد من المواد البلاستيكية مثل البولي فينيل كلوريد والبولي إستيرين والبولي إيثيلين...إلخ وقد تم إنتاج الإيثيلين لأول مرة في مصر إعتمادا على الغاز الطبيعي كمادة خام خلال عام 2000 حيث تم تشغيل مجمع الإيثيلين بشركة سيدي كرير للبتروكيماويات (سيدبك) بطاقة تصميمية قدرها 300 ألف طن /السنة .

تطور صناعة الإيثيلين

أولا: المستوى المحلي بمصر:

في إطار إستراتيجية قطاع البترول ونحو تنمية الصادرات من المنتجات البتروكيماوية بإعتبار أن التصدير هدف إستيراتيجي قومي اهتم قطاع البترول إهتماما كبيرا بتصدير المنتجات البترولية والبتروكيماوية عالية الجودة.

هذا وقد تم إنتاج الإيثيلين بسيدبك وإستكمالا لتحقيق الهدف القومي تم إنتاج البولي إيثيلين الذي تم تصديره إلى عدد 42 دولة عربية وإفريقية وأوروبية وأمريكية حيث بلغ إجمالي الكميات المصدره حتى فبراير 2004 حوالي 233 ألف طن.

وحرصا على إتباع التكنولوجيات الحديثة ومواكبة العصر حصلت سيدبك على الشهادات التالية:

- شهادة جودة حماية البيئة ISO 14001 (SGS)
- شهادة جودة السلامة والصحة المهنية OHSAS 18001 (SGS)
- شهادة ملائمة منتج البولي إيثيلين للمواد الغذائية (PIRA)

ثانيا: مستوى الشرق الأوسط:

تحتل منطقة الشرق الأوسط موقعا استراتيجيا هاما بالنسبة للاقتصاد العالمي في الدول المتقدمة صناعيا ، وهذه الميزة الجغرافية النسبية الهامة والفوائد التي تدرها أثرت على مستويات الناتج الوطني الإجمالي لسكان منطقة الشرق الأوسط ، وهي مبينة في التحليلات الموضحة للتطور الاقتصادي ومعدل الاحتياج الفردي.

وتبقى منطقة الشرق الأوسط جذابة بقوة لما نمتع به من مصادر ثابتة من المواد الخام ذات التكلفة المنخفضة نسبيا من الإيثيلين ، خصوصا مع تنامي عدد المصانع العالمية المستوى والتطور الحديث للبنية التحتية للصناعات . يبقى هدف الصناعة في منطقة الشرق الأوسط مركزا على راتنجات السلع الأساسية رغم أن القطاعات الصناعيـــة الأخرى تشهد زيادة أيضا سواء عن طريق الموقع الجغرافي للمنطقة أو العمليـــات التطبيقية أو المنتجات النهائية التي تطرح في الأسواق . ونحن نتوقع أن نرى طلبـــا متزايدا على راتنجات أعلى أداء .

وقد تزايد الطلب في الفترة الأخيرة علىالبولـي إيثيلين في منطقـة الشرق الأوسط ازديادا كبيرا . مما جعل الهدف نحو توسعات إنتاج الإيثيلين حتما لابد منه.

ثالثا: المستوى العالمي:

فعلى مستوى العالم يتم استهلاك نسبة 70 بالمائة من الإستيرين فـي صناعـة منتجين أساسيين من عائلـة البولي إستيرين هما العالي المقاومـة/ المتعـدد الأغراض والبولي إستيرين القابل للتمدد . أما راتـنجات البولي إيثيلين فتحتل المرتبة التالية.

بينماالطلب على بولي كلوريد الفينيل في الشرق الأوسط كبير لاستعماله في صناعة الأنابيب ومستلزماتها. والطلب العام من قبل كافة المنتجين تبلغ حدها الأعلى على البولي إيثيلين العالي الكثافة والبولي إيثيلين منخفض الكثافة الخطي . ويبدو أقوى نمو للبولي إيثيلين المنخفض الكثافة هو ما يلزم لصناعة وتغليف اسطوانات البثق ، ولصناعة الكوابل . أما البولي إيثيلين المنخفض الكثافة الخطي فهو ينمو بسرعة لصناعة رقائق التغليف والأكياس.

تكنولوجيا صناعة الإيثيلين:

يتم إنتاج الإيثيلين بالتكسير الحراري لغاز الإيثان أو لخليط غازي الإيثان/البروبان أو خليط البروبان/البيوتان أو الناقثا. فبالنسبة لمنتجي الإيثيلين في الشرق الأوسط الذين يعتمدون في إنتاجهم للإيثيلين على التكسير الحراري للإيثان ، فإن أسعار التكلفة المنافسة تحدد حسب تكلفة إنتـاج واستخلاص الإيثان بالاضافة إلى تكلفة مرافق الإنتاج والمصاريف الأخرى الضرورية .

وقد أنعم الله على مصرنا الحبيبة بحقول الغاز الطبيعي بوفرة مما أتاح فرص إستخلاص خليط غازي الإيثان/البروبان بحقول الصحراء الغربية . ففي سيدبك يتم إنتاج الإيثيلين بالتكسير الحراري لخليط غازي الإيثان/البروبان.

والجدول رقم (1) يوضح النسبة المئوية للإيثيلين المنتج من التكسير الحراري لغازات تغذية مختلفة

غازات التغذية	% إيثيلين	% بروبيلين	% مركبات ثقيلة
إيثان	52-42	-	-
بروبان – بيوتان	32-30	15-14	9-7
نافثا	29-22	17-14	13-9

جدول رقم (1)

الفكرة الأساسية لتصنيع الإيثيلين:

تعتمد عملية تصنيع الإيثيلين على التكسير الحراري لخليط غازي الإيثان / البروبان وينتج عن هذا التفاعل غاز الهيدروجين وغاز الميثان مع خليط من غازات أخرى يجب فصلها عن المنتج الرئيسي (الإيثيلين) عن طريق ضغط تلك الغازات وتبريدها إلى درجات حرارة منخفضة جدا

الخطوات الرئيسية لتصنيع الإيثيلين:

1- معالجة غازات التغذية:

يتم إستقبال غازات التغذية في حالة غازية بها نسبة من غازي ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين يتم التخلص منهما بواسطة محلول أمين ثنائي الجليكول (DGA) عن طريق الإمتزاز في برج نزع الغازات الحامضية ويتم في هذا البرج إمرار تيار عكسي من محلول (DGA) ليقوم بعملية إمتزاز الغازات الحامضية ويتم بعد ذلك طرد هذه الغازات في برج أخر وترسل إلى محرقة الغازات للتخلص منها ويتم غسل غازات التغذية بالماء بعد نزع الغازات الحامضية منها وتخلط بكمية أخرى من الإيثان المسترجع لتكون جاهزة لتغذية الأفران

2- أفران التكسير الحراري:

وتتكون هذه الوحدة من أفرن التكسير الحراري حيث يدخل إليها الغاز بعد تسخينة وإضافة كمية من البخار إليه لتخفيفه وعمل خليط متجانس جاهز للتكسير في ملفات الفرن ويتم الأستفادة من حرارة الغازات الناتجة عن التكسير في تسخين غازات التغذية وفي توليد بخار فائق الضغط يستخدم لتشغيل توربينة الضاغط الرئيسي ويحدث داخل الفرن التفاعلات الأتية:

$$C_2H_6 \longrightarrow C_2H_4+H_2$$

$$C_3H_8 \longrightarrow C_2H_4+CH_4$$

وينتج عن التكسير بعض الغازات الحامضية ومركبات ثقيلة يجب فصلها عن المنتج الرئيسي.

والجدول رقم (2) يوضح أن نسبة المركبات الثقيلة تعتمد على طبيعة غازات التغذية

غازات التغذية	%للمركبات الثقيلة (السائلة)
إيثان	3-2
بروبان	10-8
بيوتان	12-8
نافثا	25-20

جدول رقم (2)

3- التبريد الفجائي:

يتم في هذه الوحدة عمل تبريد مفاجيء للغازات الناتجة من الأفران عن طريق التلامس المباشر مع الماء في برج التبريد المفاجيء (Quench tower) وتتكثف المركبات الثقيلة مكونة جازولين يستخدم كوقود للأفران والغلايات.

4- ضغط الغازات:

في هذه الوحدة يتم إستقبال الغازات من أعلى برج التبريد المفاجيء وضغطها في ضاغط الغازات الرئيسي وهو يتكون من عدة مراحل طرد مركزي يتم تبريد الغازات المضغوطة بعد كل مرحلة وفصل المركبات المتكثفة وإرسالها إلى برج التبريد المفاجيء للإستفادة منها.

5- نزع الغازات الحامضية من الغازات المضغوطة:

يتم نزع الغازات الحامضية بإستخدام محلول الصودا الكاوية داخل برج الصودا ويحدث التفاعلات الأتية:

$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

$$2NaOH + H_2S \longrightarrow Na_2S + 2H_2O$$

ويتم التخلص من المركبات الناتجة عن طريق أكسدتها وإرسالها إلى وحدات المعالجة للتخلص منها بطريقة أمنه

أما الغازات الناتجة من البرج فتغسل بالماء وتؤخذ من أعلى البرج إلى المرحلة الأخيرة من الضاغط الرئيسي ثم إلى وحدات الفصل والإسترجاع

6- تجفيف الغازات المضغوطة:

يجب التخلص من الرطوبة قبل البدء في عملية التبريد والتصقيع لمنع تكون ثلج يعوق مسار الغازات وتتم هذه العملية في مجفف الغازات المضغوطة بإستخدام المناخل الجزيئية

7- نزع الزئبق(إن وجد):

ويجب أيضا التخلص من الزئبق الموجود مع الغازات لأنه يسبب تأكل للمعدات المستخدمة في وحدات التبريد وذلك بإمراره على طبقة من الكربون المنشط في وعاء خاص بذلك

8- تبريد وتصقيع الغازات المضغوطة:

في هذه المرحلة تكون الغازات المضغوطة جاهزة للفصل والتنقية عن طريق التصقيع إلى درجات حرارة شديدة الأنخفاض بواسطة التبادل الحراري مع البروبان المبرد ثم مع الإيثان المعاد تدويره ثم بواسطة قاع برج نزع الميثان ثم بواسطة المرور في الصندوق البارد (cold box) والتبادل الحراري مع الإيثيلين المبرد وفي هذه المرحلة يتم فصل غاز الهيدروجين وإرسال جزء منه إلى وحدة تنقية الهيدروجين (PSA) لكي يستخدم في هدرجة الأسيتيلين في مفاعل تحويل الأسيتيلين أما الجزء الأخر فيتم تمديدة في (turbo-expander) لكي يستخدم في تصقيع الصندوق البارد

9- برج نزع الميثان:

في هذا البرج يتم فصل الميثان وإرساله إلى الوقود بعد إستخدامه في الصندوق البارد لتصقيع الغازات المضغوطة أما قاع هذا البرج فيتم إرساله إلى برج نزع الإيثان بعد مروره على الصندوق البارد للأستفاده من حرارته المنخفضة.

10- برج نزع الإيثان:

يتم فصل خليط من غازات الإيثان والإيثيلين والأسيتيلين من أعلى برج نزع الإيثان عن المركبات الأثقل وهي التي تحتوي على أكثر من ثلاث ذرات كربون يتم إستخلاص غاز البوتاجاز منها وإرسال جزء منها إلى الوقود

11- هدرجة الأسيتيلين:

في هذه المرحلة يتم تحويل الأسيتيلين إختياريا إلى إيثيلين بإستخدام عامل حفاز وهيدروجين عالي النقاوة من وحدة تنقية الهيدروجين ويحدث التفاعل التالي:

$$C_2H_2 + H_2 \longrightarrow C_2H_4$$

ويتم التحكم في ظروف التفاعل وكمية الهيدروجين الداخلة إلى المفاعل للحد من تحويل الأسيتيلين والإيثيلين إلى إيثان

12-برج تجزئة الإيثيلين:

بعد فصل المركبات الثقيلة والهيدروجين والميثان يتبقى خليط من غازي الإيثان والإيثيلين يتم فصلهما في برج تجزئة الإيثيلين للحصول على منتج عالي النقاوة من الإيثيلين السائل للتخزين بعد سحبه من البرج أما الإيثان الموجود في قاع البرج فيتم تدفيع جزء منه كغاز معاد تدويره (مسترجع) إلى أفران التكسير الحراري ليختلط مع غازات التغذية لتقليل معدل استهلاك التغذية والجزء الأخر يتم تخزينة في المستودعات الكروية

13- تخزين الإيثيلين والإيثان:

يتم تخزين الإيثيلين و الإيثان في مستودعات كروية معزولة عزل بارد تحت ضغط عالي ليتم تدفيع الإيثيلين إلى خارج الوحدات إلى مصنع البولي الإيثيلين و مصنع البولي فينيل كلوريد بشركة البتروكيماويات المصرية أما الإيثان فيتم تخزينة لحين الحاجة إليه كبديل لغازات تغذية الأفران

14- التصقيع بالبروبان:

هي دائرة مغلقة تستخدم البروبان كغاز تبريد ويتم ضغطة بواسطة ضاغط طارد مركزي يدار بتربينة بخارية ويتم الحصول على مستويات مختلفة من الحرارة المنخفضة لازمة لتبريد الغازات المضغوطة ولتكثيف أعلى برج نزع الإيثان ولتكثيف أعلى برج فصل الإيثيلين

15- التصقيع بالإيثيلين:

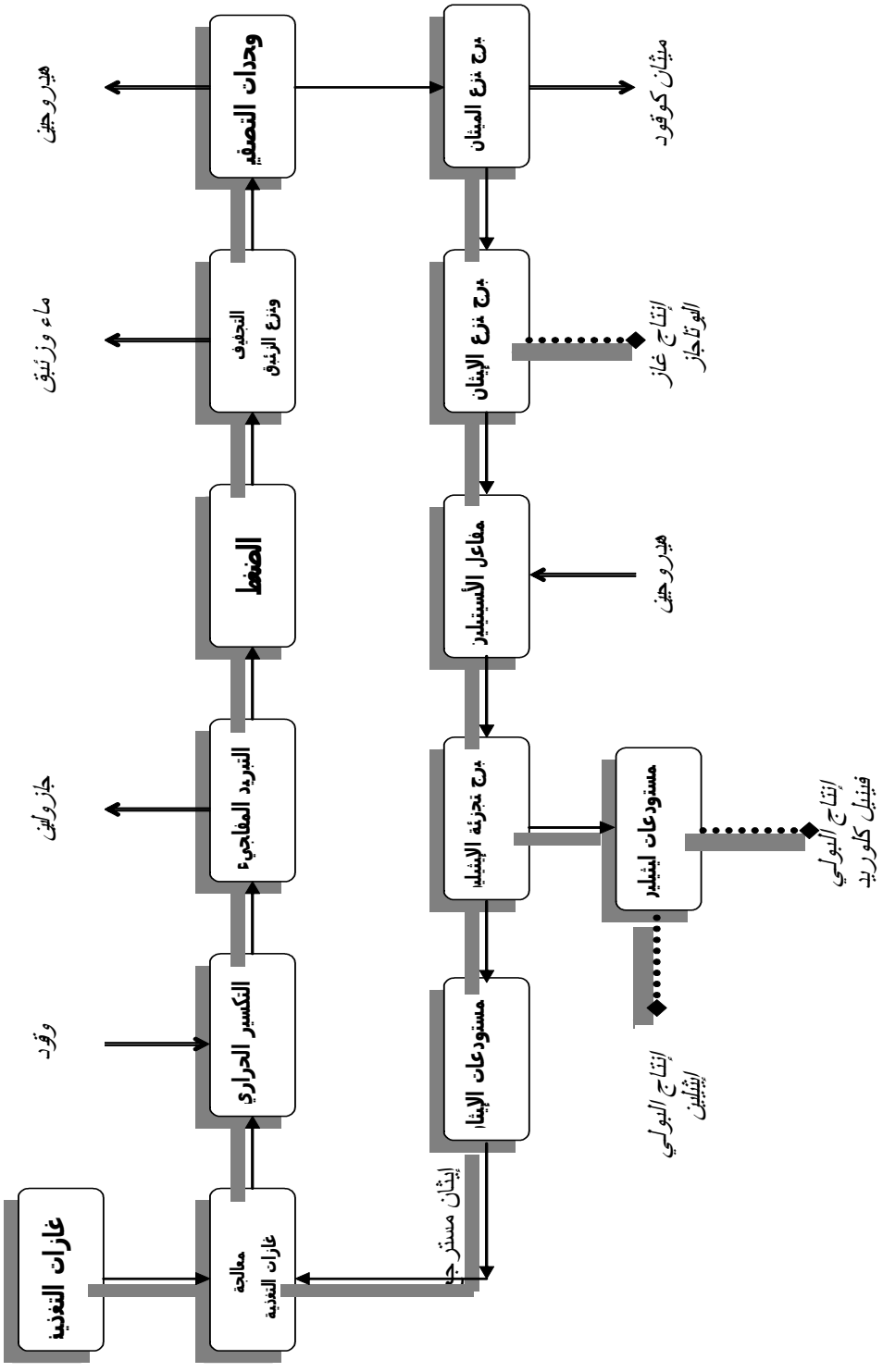
هي دائرة مغلقة تستخدم الإيثيلين كغاز تبريد بواسطة ضاغط طارد مركزي يدار بتربينة بخارية ويتم الحصول على مستويات مختلفة من درجات الحرارة المنخفضة لازمة لتصقيع غازات تغذية برج نزع الميثان .

وبذلك يمكن عرض مختصر للإتزان المادي (material balance) عن إنتاج الإيثيلين في حالة إستخدام الإيثان كتغذية ومقارنته بحالة إستخدام التكسير الحراري للنافثا حسب الجدول رقم (3)

المادة	% للمادة في حالة إستخدام الإيثان	% للمادة في حالة إستخدام النافثا
ميثان-هيدروجين	14	18.5
إيثيلين	50	29
بروبيلين	1	14
إيثان - بروبان	31	5
بيوتيلين	2	11.5
مركبات سائلة	2	22
المجموع	100	100

الجدول رقم (3)

رسم توضيحي لمراحل إنتاج الإيثيلين بشركة سيدبك



جدول مدلول الإختصارات:

الإختصار	المدلول
DGA	DiGlycol Amine
PSA	Pressure Swing Adsorber

المراجع:

- مجلة البترول عدد يونيو2004
- مجلة البترول عدد يونيو2004
- مجلة البترول عدد يونيو2004
- www.sidpec.com
- The Chemistry and Technology Of Petroleum and Gas, MIR Publisher