

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

حسين علي سويد^{1*} حسين تينة²

^{1*} طالب ماجستير، مهندس، قسم هندسة الميكانيك العام، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق.

hoseen1.sweed@damascusuniversity.edu.sy

² استاذ، دكتور، مهندس، قسم هندسة الميكانيك العام، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق.

HoseenTinah@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

قبل أن يصبح الغاز الطبيعي جاهزاً للنقل في الأنابيب يجب تجفيفه من الماء مما يساهم في تحسين أداء نقل الغاز في الأنابيب وخفض معامل تآكلها، وعادةً ما يتم استخدام أبراج التجفيف للتخلص من الماء، وتهدف الدراسة الى تحسين عملية تجفيف الغاز الطبيعي باستخدام غليكول (TEG) من خلال استخدام غليكولات مغايرة (EG, MEG) والمقارنة بينها من حيث حجم برج التجفيف والتكاليف السنوية المتغيرة والأثر البيئي من خلال حساب معدل انبعاث غازات BTEX (البنزين والتولوين وإيثيل بنزين والزيلين) ودراسة تأثير زيادة عدد مراحل التجفيف وذلك من خلال دراسة حالة بئر دير عطية الغازي.

وجد في نهاية الدراسة: في حالة بئر دير عطية أن الديثيلين (DEG) هو الأقل من حيث التكاليف السنوية وأن محلول (EG) هو الأقل تلويثاً، وفي حالتنا يُفضل استخدام المحلول الأقل تلويثاً (EG) أثناء عمليات المعالجة لعدم وجود فرق كبير في التكاليف عند استخدام المحاليل الاقتصادية كما وجد أنه بزيادة عدد مراحل التجفيف مرحلة واحدة انخفضت معدلات غازات BTEX بشكل ملحوظ.

الكلمات المفتاحية: تجفيف الغاز الطبيعي، برج تجفيف الغاز، غليكولات التجفيف، انبعاثات BTEX.

تاريخ الإيداع: 2023/6/5

تاريخ القبول: 2023/8/30



حقوق النشر: جامعة دمشق - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب CC BY-NC-SA

Choosing the best natural gas drying solution

Hoseen Ali Sweed^{*1} Hoseen Tinah²

^{*1}. Master student, Eng, Department of General Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University.

hoseen1.sweed@damascusuniversity.edu.sy

². Professor, Department of General Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University.

HoseenTinah@damascusuniversity.edu.sy

Abstract:

Before being ready to be transported in the pipes, natural gas must be purified from acid gases and dehydrated to improve the efficiency of its transportation in pipes and reduce the pipe corrosion. Usually, absorption towers are used to dispose Hydrogen Sulfide, whereas dehydrating towers are used to get rid of water. The study aims to improve natural gas dehydration process using glycol (TEG) through the use of heteroglycols (EG, MEG) and compare them both in terms of dehydrating tower size, glycol losses, energy required to reprocess glycol, changing annual costs and environmental impact by calculating the emission rate of BTEX gases (benzene, toluene, ethylbenzene and xylene). Moreover, it aims to study the effect of increasing the number of dehydration stages by examining the case of Deir Attia Gas Well.

The study concluded that in the case of the Deir Attia Well (with a flow rate of 150000 m³/sec), during dehydration, diethylene (DEG) is the least expensive in terms of annual costs and the (EG) solution is the least polluting. Besides, At average or low flow rate, it is preferable to use the least polluting solution (EG) during treatment processes, as there was no significant difference in costs when using cheap solutions. It was also found that by increasing the number of dehydration stages by one, the rates of BTEX gases decreased significantly.

Keywords: natural gas dehydration, gas dehydrating tower, dehydrating glycols, pipe corrosion, BTEX emissions.

Received: 5/6/2023
Accepted: 30/8/2023



Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a **CC BY- NC-SA**

المقدمة (Introduction):

الغاز الطبيعي يتشكل نتيجة تحلل المواد العضوية من النباتات والحيوانات والتي طمرت تحت سطح الأرض عبر مر السنين، فهو عبارة عن مزيج من مجموعة من الغازات التي تكونت تحت سطح الأرض وهي تعد من الغازات قابلة للاشتعال، يوجد الغاز الطبيعي في الأماكن التي يوجد فيها النفط بالعادة لكن في بعض الأحيان قد نجد الغاز دون وجود النفط في نفس المنطقة، تتعدد استخدامات الغاز الطبيعي فهو يدخل في مجالات التدفئة، توليد الطاقة الكهربائية، المعامل وفي كثير من التطبيقات الصناعية.

يتميز الغاز الطبيعي بعدة خصائص أهمها:

- يعتبر من أنظف أنواع الوقود التي تستخدم في الوقت الراهن.
- يتميز بعدم وجود رائحة له ولا لون. يعتبر أمن جداً وصديق للبيئة حيث يمكن استبداله بأنواع الطاقة الأخرى التي تعد ذات تأثير سلبي للبيئة.
- يتميز بأنه خفيف فهو أخف من الهواء، كما يعدّ من الغازات الغير سامه.
- يتميز بأنه أكثر أنواع الطاقة استخداماً، كما يتميز بقابلية تطبيقه في الوقت الحالي [1].

والغاز الطبيعي هو عبارة عن خليط من المواد الهيدروكربونية والتي تتكون من مادة: الميثان والإيثان، فهي من الغازات البارفينات المشبعة، تتكون هذه الغازات نتيجة الظروف الجوية، كما يحتوي الغاز الطبيعي أيضاً مواد أخرى؛ مثل: البروبان، والبيوتان، والبنتان، والهكسان، وعلى النيتروجين، وثاني أكسيد الكربون، والهيدروجين، والتي ترتبط في بعض الأحيان مع الغازات الهيدروكربونية في مزيج الغاز الطبيعي، وبعض الغازات النبيلة مثل: الهيليوم، إضافة الى احتوائه على بخار الماء، عند عملية المعالجة للغاز الطبيعي تتم عملية فصل لبعض المكونات مثل: الإيثان، والبروبان، والبيوتان، وكبريتيد الهيدروجين، والهيليوم، يكون الفصل بطريقة جزئية أو

كلية لنتمكن من معالجته، كما يمكن بيعها كسلع منفصلة، كما يتم إزالة أيضاً المكونات الأخرى مثل بخار الماء، وثاني أكسيد الكربون، والنيتروجين، وذلك من أجل تحسين نوعية الغاز الطبيعي، أو لتسهيل عملية نقله لمسافات كبيرة والتي تتم عبر خطوط الأنابيب.

تأتي أهمية الغاز الطبيعي من عدة أمور أهمها:

- يحترق الغاز الطبيعي بشكل كلي وينتج عن احتراقه ما يسمى بغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعدّ غاز غير سام عكس غاز أول أكسيد الكربون السام.
- يحتوي الغاز الطبيعي على كميات قليلة جداً من العوالق التي من الممكن القيام بإزالتها باستخدام طرق بسيطة وسهلة وغير مكلفة.
- يحترق الغاز الطبيعي تحت درجات حرارة مرتفعة وذلك من أجل إنتاج الطاقة الكهربائية، ونتيجة لاحتراقه تنتج مادة أكسيد النيتروجين، لكن يتميز بنسبة تلوث حراري فيه قليلة جداً ولا يمكن نكرها وذلك يعود لجودة الاحتراق الداخلي [1].

اسباب تجفيف الغاز الطبيعي:

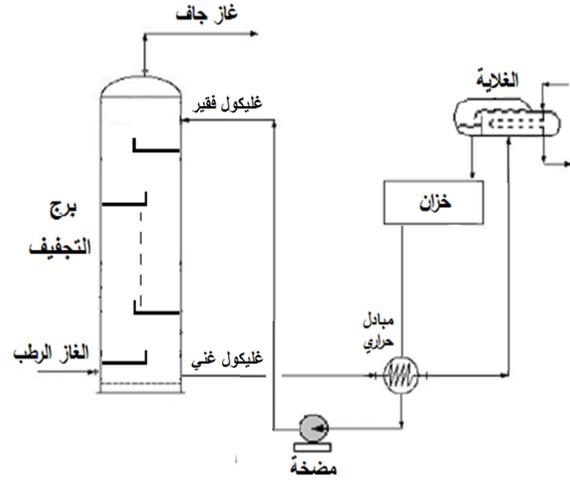
- يمنع تكتل (hydrate): تكثف الماء على طول خط الإنتاج يخلق الظروف لتكوين تكتلات الماء محتملة وهي عبارة عن بلورات من الثلج .
- تجنب مشاكل التآكل: يحدث التآكل غالباً عند وجود الماء السائل مع الغازات الحمضية .
- تلبية متطلبات معالجة المصب (downstream): في معظم عمليات الهيدروكربونات التجارية، قد يتسبب وجود الماء في تفاعلات جانبية أو الرغوة (foaming) أو تعطيل المحفز
- يمنع الجريان المنقطع (Slugging) والتعرية.
- يمنع خفض قيمة التدفئة للغاز [2].

وصف عملية تجفيف الغاز الطبيعي:

يضخ الغليكوول من خزان الغليكوول بواسطة المضخات الى أعلى برج التلامس في حين يدخل الغاز الرطب من أسفل برج التلامس، يخرج الغليكوول الرطب من برج التلامس، ويدخل

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

بعدها الى مبادل حراري لتسخين الغليكول بشكل أولي قبل دخوله الى المسخنة Reboiler حيث يتم تسخينه، يرجع الغليكول بعد تنشيطه الى خزان الغليكول Surge Tank ومنه يضخ بواسطة مضخات الغليكول الى برج التلامس مرة ثانية[2].



الشكل (1) عملية تجفيف الغاز الطبيعي

ويتلامس محلول الامتصاص مع الغاز الطبيعي ليمتص الشوائب، وخلال هذه العملية يمتص المحلول أيضاً الميثان والإيثان والعديد من المركبات العضوية الأخرى بما في ذلك البنزين والتولوين وإيثيل بنزين والزيلين (BTEX). ثم يتم إرسال هذا المحلول "الغني" إلى مُجدد، حيث يتم تسخينه ومعالجته لتخليصه من المياه أو الملوثات ثم يتم إعادة استخدام المحلول "الفقير" إلى برج الامتصاص، بينما يتم إطلاق المركبات الأخرى أما لوحدات معالجة أو إلى الجو مباشرة[4].

ويختلف معدل امتصاص المحاليل لمركبات ال BTEX وبالتالي تختلف انبعاثات BTEX تبعاً لمحاليل ولذلك يُفضل استخدام المحاليل الأقل إطلاقاً لانبعاثات BTEX.

وتعتبر عناصر BTEX من أهم الملوثات الكيميائية الموجودة في الهواء، وتنتج هذه العناصر أيضاً عن طريق التفاعلات الكيميائية الطبيعية والتلقائية كتلك التي تحدث أثناء نمو النباتات وإما عن طريق التفاعلات البتروكيميائية كالتالي تحدث

سويد، تينة

في محركات السيارة باعثةً غازها عبر المداخن أو في مصافي النفط وغيرها من المصانع التي تستعمل البتروكيماويات.

لـ BTEX آثار ضارة على الكبد والجهاز العصبي والقلب والكلية ويزيد من خطر الإصابة بسرطان الدم غير اللامفاوي ويجب اتخاذ إجراءات للحد منها لأدنى درجة[5].

مشكلة البحث:

بشكل عام يحوي الغاز الطبيعي على بخار الماء ويجب تخفيض نسبته إلى الحدود الدنيا ما لها من تأثير سلبي على البيئة بالإضافة إلى أنها تعمل على تآكل المعدات والتجهيزات وتعيق عملية نقل الغاز بالأنابيب وتخفض تدفقه وتزيد تآكل الأنابيب.

أهمية البحث:

لقد تزايد الاهتمام العالمي بالغاز الطبيعي كونه أقل تلويثاً للبيئة من الأنواع الأخرى من الوقود الأحفوري إضافة إلى تواجد احتياطات كبيرة من الغاز.

وتأتي أهمية بئر دير عطية الغازي كونه قريب من العاصمة دمشق ذات معدل الاستهلاك الغازي العالي جداً وكونه مقدر أن يكون ذات طاقة إنتاجية عالية حوالي 150 ألف متر مكعب من الغاز يومياً والاحتياطي القابل للإنتاج فيها يبلغ نحو 4 مليارات متر مكعب.

أهداف البحث:

- دراسة كمية الملوثات والتكاليف السنوية المتغيرة عند استخدام غليكولات مختلفة.
- اختيار أفضل محلول تجفيف في الحلة المدروسة.

2. مواد البحث وطرائقه:

أعمدة الامتصاص والصواني:

وتقسم أنواع أعمدة الامتصاص الى نوعين أساسيين: أعمدة الامتصاص ذات الصواني أعمدة الامتصاص ذات الحشو[6].

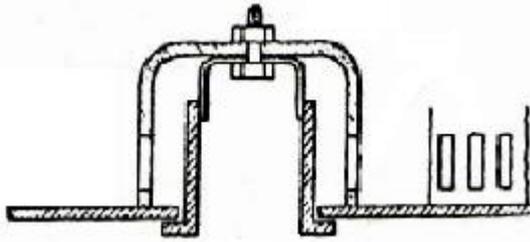
سويد، تينة

صواني المناخل وصواني الصمامات.

وصواني أكواب الفقاقيع.

وصينية المناخل عبارة عن قرص معدني به عدد من الثقوب الدائرية وخلال هذه الثقوب يلتقي الغاز الصاعد مع المحلول النازل وقد تزود الصينية بماسورة نزول للسائل تسمى بماسورة النزول لتوجيه السائل إليها حتى تكون الثقوب هي معبر البخار المتصاعد وحده، وأما صينية الصمامات هي عبارة عن قرص معدني به عدد من الثقوب وكل ثقب مزود بصمام يعمل على التحكم ف حجم فتحة الثقب بواسطة الغاز المتصاعد فإذا زادت كمية الغاز اتسعت الفتحة نتيجة لقدرة البخار على رفع الصينية فتضيق الفتحة ويمكن أن تنغلق الفتحة تماماً إذا انقطع سريان البخار وبذلك يمنع السائل من النزول خلال الثقوب.

وتعتبر صينية أكواب الفقاقيع ذات كفاءة عالية غير أنها معقدة التصميم وذات تكلفة عالية، والصينية عبارة عن قرص معدني به عدد من الثقوب مركب فوق كل ثقب منها كوب معدني مقلوب مثبت على الصينية بمسمار.

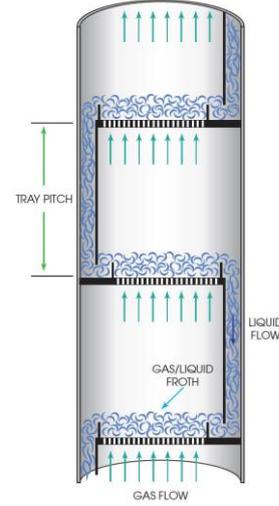


الشكل (4) صواني أكواب الفقاقيع

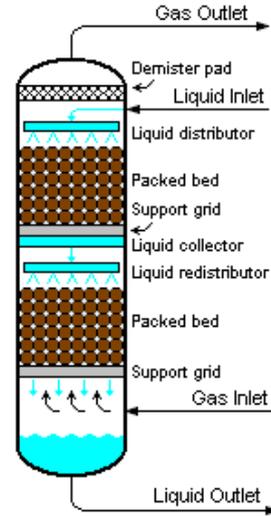


الشكل (5) صواني الصمامات

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي



الشكل (2) الأعمدة ذات الصواني



الشكل (3) الأعمدة ذات الحشو

وأعمدة الامتصاص ذات الصواني: تحتوي هذه الأعمدة على عدد من الصواني المثقبة مرتبة فوق بعض ويتم توجيه سريان الموائع من خلالها حيث تختلط مع بعضها اختلاطاً جيداً فيسمح بانتقال المادة بينهما مما ينتج عنه تنقية المخاليط حسب المواصفات المطلوب [6].

وتعتبر كل صينية مرحلة قائمة بذاتها وتسمى مرحلة اتزان أي يحدث عليها اتزان بين الموائع الداخلة والخارجة منها يعتمد على الظروف السائدة.

وأشهر أنواع الصواني المستخدمة:

سويد، تينة

بسبب سهولة تنظيفها عند ترسب بعض الملوثات الصلبة. واختيار صواني أكواب الفقاقيع لأنها ذات كفاءة عالية وتوفر خلط ممتاز للغاز والمحلول وجيدة في التدفقات المنخفضة. محاليل الامتصاص:

يجب أن يكون للمذيب الخواص التالية:

القابلية على امتصاص الغاز: أي أن يكون للمذيب قدرة عالية على امتصاص الغاز مما يزيد من معدل الامتصاص ويقلل من كمية المذيب المطلوبة، وعندما تكون الطبيعة الكيميائية بين المذيب والمذاب المراد امتصاصه متشابهة سوف يعطي المذيب إذابة جيدة.

التطاير: يجب أن يكون للمذيب ضغط بخاري منخفض (تطايرية منخفضة) وذلك لأن الغاز المغادر لعملية الامتصاص يكون مشبعاً بالمذيب ويمكن أن يفقد كمية من المذيب.

التآكل: يجب أن لا يسبب المذيب التآكل لمواد التي صنع منها البرج وفي حالة كان المذيب ذات طبيعة تُسبب التآكل يجب صنع البرج من مواد مقاومة للتآكل.

الكلفة: يجب أن يكون المذيب رخيص الثمن ومتوفر.

اللزوجة: تُفضل اللزوجة المنخفضة لأسباب منها إن معدل الامتصاص يكون سريعاً، تحسين حالات الفيضان Flooding في برج الامتصاص، انخفاض الحمل Load على المضخات وخواص انتقال الحرارة الجيدة.

يجب أن يكون غير سام، غير قابل للاشتعال، ومستقر

كيميائياً (لا يتحلل بالحرارة ولا يتأثر بمكونات خليط

الغازي)، درجة تجمده منخفضة[3].

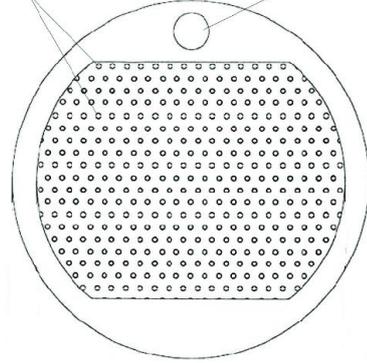
3. الدراسات المرجعية:

- درس الباحث (Mokhatab, S., 2012) عملية تجفيف الغاز وكيفية حساب معدل دوران الغليكول المناسب وفق كفاءة التجفيف المطلوبة، وحساب عدد المراحل الأكثر اقتصادية وفق المخططات التالية:

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

Downcomer hole, hole diameter: 9 mm

Tray holes, hole diameter: 2 mm



الشكل (6) الصواني ذات المناخل

وأعمدة الامتصاص ذات الحشو: الأعمدة المستخدمة في هذه الحالة تبنى على هيئة غلاف أسطواني مبطن بطبقة من مادة مقاومة للتآكل ويمكن أن يكون العمود مصنوع من الزجاج أو البلاستيك أو السيراميك[6].

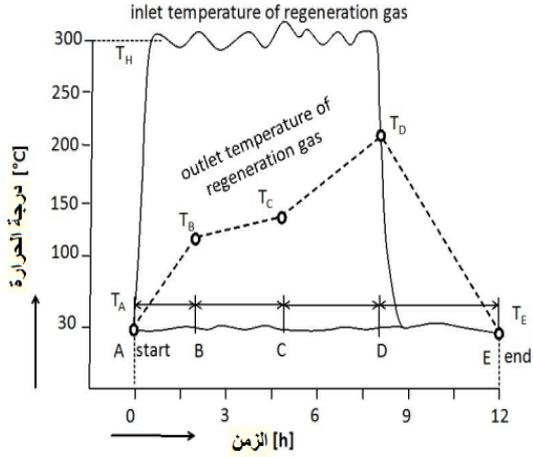
ويراعى ان يضبط العمود في وضع رأسي حتى يساعد ذلك على حسن توزيع المحلول الذي يغذى ن خلال موزع في أعلى العمود ويخرج السائل مع الغاز الممتص من الأسفل.

وهناك أنواع عديدة من الحشو مثل كسر المواد الصلبة أو الحشو ذو الشكل الهندسي كالحلقات الأسطوانية أو مقاعد الخيول ويجب أن تحقق وحدات الحشو عدة متطلبات منها أن تكون كبيرة الحجم تسمح بحدوث السريان الدوامي وأن تكون ذات مساحة سطح داخلي كبيرة وكذلك يكون للحشو خواص تسمح بانتقال المادة بشكل جيد داخل العمود ومادة الحشو قد تكون الفلزات أو السيراميك أو البورسيلين وقد يوضع بشكل عشوائي أو بشكل مرتب وترتيب الحشو يسمح بفقد صغير في ضغط الغاز إلا أنه لا يسمح بتلامس جيد بين الطور الغازي والطور السائل.

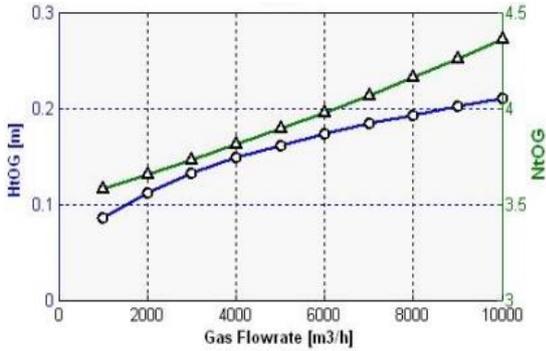
سيتم اختيار أعمدة الامتصاص ذات الصواني وذلك لأنها مناسبة للتعامل مع معدلات التدفق التي تعتبر منخفضة ويمكن استخدامها لمجموعة واسعة من معدلات تدفق المحلول والغاز كما يمكن توقع كفاءة اللوحات بشكل أكبر بالإضافة إلى أنها توفر ملامسة ممتازة بين المحلول والغاز وكذلك

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

سويد، تينة

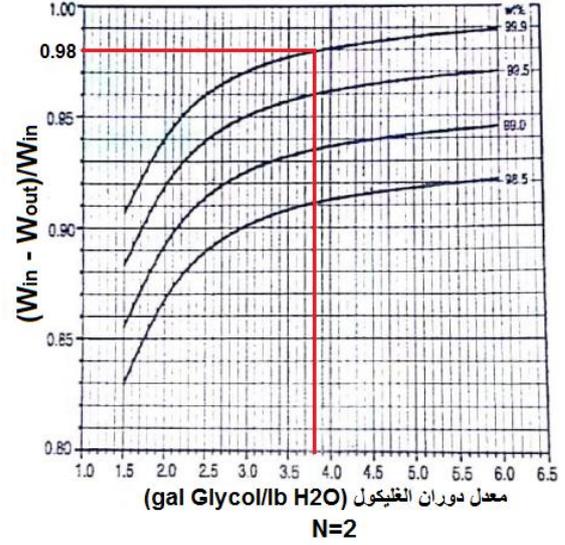


الشكل 9، تغير درجة حرارة الغاز مع الزمن أثناء التجفيف حيث أثناء عملية إزالة رطوبة الغاز ترتفع درجة حرارته تدريجياً ويُعاد إلى درجة حرارته عند انتهاء عملية التجفيف. - درس الباحث (Sánchez, P., 2016) تصميم أبراج الامتصاص وعدد مراحل الامتصاص وارتفاعها المطلوبة لتتقية الغاز من الشوائب واستنتاج العلاقة بين سرعة التدفق وعدد مراحل الامتصاص وارتفاعها:

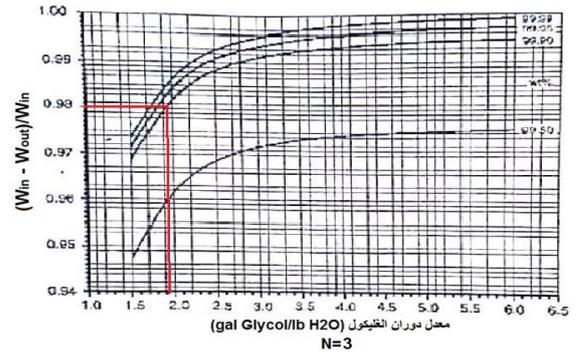


الشكل (10) العلاقة بين سرعة التدفق وعدد المراحل (الصواني)

واستنتج أنه بزيادة سرعة التدفق يزداد عدد المراحل المطلوبة عند نسبة شوائب أو رطوبة محددة. درس الباحث (Grynina, E., 2012) العلاقة بين درجة حرارة الغاز الطبيعي وضغطه ومحتوى الرطوبة في الغاز وفق المخطط التالي:



الشكل (7) العلاقة بين معدل التجفيف المطلوب وتركيز الغليكول ومعدل دوران الغليكول عند عدد مراحل N=2



الشكل (8) العلاقة بين معدل التجفيف المطلوب وتركيز الغليكول ومعدل دوران الغليكول عند عدد مراحل N=3

- درس الباحث (Netušil, M., 2011) علاقة درجة الحرارة مع الزمن أثناء عملية التجفيف وفق الشكل التالي:

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

سويد، تينة

$q_z + dq_z$: كمية الحرارة الخارجة من برج التجفيف.

مع الأخذ في الاعتبار توصيل الحرارة محوريًا إلى أعلى العمود بسبب الانتشار الجزيئي، فإن توازن الطاقة للعنصر التفاضلي الذي يطبق مبدأ الحفظ يعطى بالمعادلة:

$$\frac{\partial T_g}{\partial t} = \frac{\dot{m}}{AC_{Ag}} \frac{\partial T_g}{\partial z} + \frac{K_g \partial^2 T_g}{C_{Ag} C_{pg} \partial z^2} + \frac{Q}{Adz C_{Ag} C_{pg}}$$

حيث: C_{pg} : السعة الحرارية لبخار الماء في تيار الغاز.

A : مساحة أسطح التلامس بين الغاز والمحلول.

Z : ارتفاع برج التجفيف.

Q : كمية الحرارة المنقولة من الغليكول إلى الغاز.

تتبع عملية نقل الحرارة للمعادلة:

$$Q = LC_{pL}dT_L$$

حيث: L : التدفق المولي لمحلول التجفيف.

C_{pL} : السعة الحرارية لمحلول التجفيف.

dT_L : التغير في درجة حرارة محلول التجفيف.

كانت مواصفات الغاز المدروس (بئر دير عطية) كالتالي:

ضغط الغاز: 26 bar = 25.5 atm

درجة حرارة الغاز: 110 F = 43.3 C

تدفق الغاز: 111250 kg/hr

كمية الماء المقبولة في الغاز:

7 Lb/MMSCF = 17 kg/day

كمية الماء المتكاثفة في الغاز المدروس:

180 Lb/MMSCF = 432 kg/day

وعادةً ما يتم استخدام غليكول تريثيلين (TEG) في عملية

تجفيف الغاز الطبيعي، تم دراسة استخدام غليكولات تجفيف

أخرى وهي الديثيلين (DEG) والايثيلين (EG).

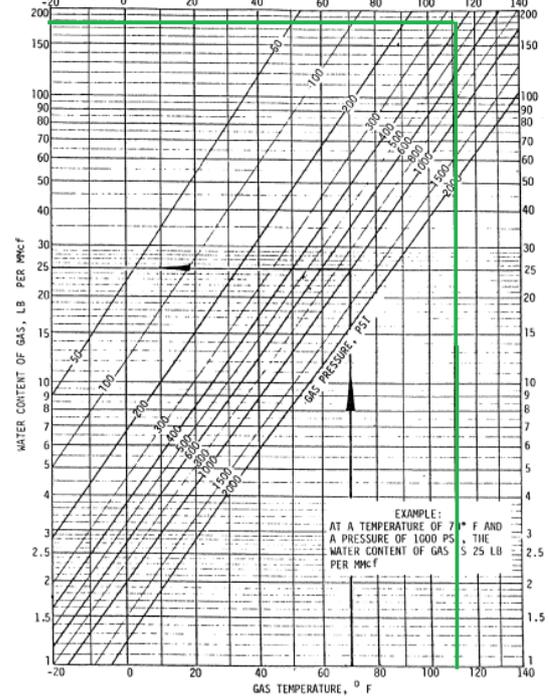
وتم القيام بالأجراء المخبري لقياس مواصفات المحاليل

المستخدمة:

جُربت الغليكولات TEG, DEG, EG لقياس معدل امتصاص

H₂O من الغاز الطبيعي، وذلك باستخدام عمود امتصاص

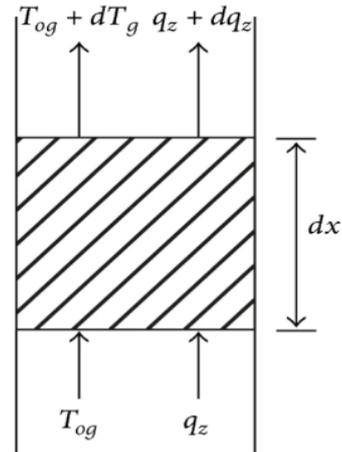
مخبري، حيث أُدخل كمية محددة من الغاز الرطب من أسفل



الشكل (11) حساب المياه المتكاثفة من الغاز

- درس الباحث (Roh, H., S., 2014) الموازنة الحرارية

لبرج التجفيف من خلال مايلي:



الشكل (12) الموازنة الحرارية لبرج التجفيف

حيث: T_{og} : درجة حرارة الغاز الداخل لبرج التجفيف.

$T_{og} + dT_g$: درجة حرارة الغاز الخارج من برج التجفيف.

q_z : كمية الحرارة الداخلة لبرج التجفيف.

سويد، تينة

الجدول (1) النتائج المخبرية للغليكولات (TEG, DEG, EG)

المحلول	معدل تجفيف H2O m ³ glycol/kg H2O	معدل خسائر الجليكول لكل 1Kg/s من الجليكول kg/s	الطاقة المستهلكة لمعالجة 1Kg/hr الجليكول kJ/hr
TEG	0.037	0.00011	231
DEG	0.037	0.0004	147
EG	0.037	0.0025	175

الجدول (2) معدل الانبعاثات والطاقة المستهلكة لمعالجة الأمينات

(TEG, DEG, EG) وفق [5]

المحلول	TEG	DEG	EG
معدل انبعاثات BTEX السنوية لكل 1 kg في الساعة من الأمين Kg/year	3.6	2.67	0.54

ومن الشكل (7) حُسب معدل دوران الغليكول وارتفاع البرج بناءً على عدد المراحل المختار (9, 2010, Mokhatab)، واعتماداً على مواصفات الغليكولات تم حساب حجم برج الامتصاص والتكاليف السنوية المتغيرة ومعدل انبعاثات غازات BTEX:

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

البرج ومحلول التجفيف من أعلى البرج وقيست الكمية اللازمة

من محلول التجفيف لإزالة بخار الماء من الغاز.



الشكل (13) برج الامتصاص المخبري لقياس معدل امتصاص المحاليل للشوائب من الغازات

وأخذت عينات مشابهة بالماء من الغليكولات TEG, DEG, EG وتسخينها بمرجل حتى درجة تبخر الماء وذلك لحساب معدل خسائر الغليكول والطاقة اللازمة لمعالجته.



الشكل (14) المرجل الكهربائي المخبري

واعتماداً على الدراسة المخبرية كانت مواصفات المحاليل المذكورة من معدل تجفيف الماء ومعدل خسائر الغليكول والطاقة المستهلكة لمعالجة الغليكول ومعدل انبعاثات غازات BTEX كالتالي:

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

الجدول (3) معدل دوران الغليكول وحجم برج الامتصاص عند استخدام

الغليكولات المختلفة

حجم برج التجفيف (m ³)	مساحة مقطع برج التجفيف (m ²)	عدد مراحل التجفيف	ارتفاع برج التجفيف (m)	معدل دوران الغليكول	المحلولة
19.5	4.6	2	4.22	0.204	TEG
19.1	4.52	2	4.22	0.208	DEG
19.2	4.545	2	4.22	0.2065	EG

الجدول (4) تكاليف الطاقة والغليكول ومعدل الانبعاثات السنوي

المحلولة	تكاليف الطاقة والغليكول السنوية Dollar/year	معدل انبعاثات BTEX السنوية Ton/year
TEG	29701	2.7
DEG	21891	2
EG	36000	0.4

كانت الدراسة عند عدد مراحل التجفيف 2 وعند زيادة عدد

المراحل ل 3 ومن خلال الشكل 8، يتم حساب معدل دوران

الغليكول عند عدد مراحل 3:

وكانت النتائج كالتالي:

سويد، تينة

الجدول (5) حجم برج الامتصاص عند زيادة عدد مراحل الامتصاص في

البرج الذي يستخدم محلول EG

حجم برج التجفيف (m ³)	مساحة مقطع برج التجفيف (m ²)	ارتفاع برج التجفيف (m)	المحلولة	عدد المراحل
19.2	4.545	4.22	EG	2
22	4.545	4.83	EG	3

الجدول (6) تكاليف الطاقة والأمن ومعدل الانبعاثات السنوي عند زيادة

عدد مراحل الامتصاص في البرج الذي يستخدم محلول EG

معدل انبعاثات BTEX السنوية Ton/year	تكاليف الطاقة والغليكول السنوية Dollar/year	المحلولة	عدد المراحل
0.4	36000	EG	2
0.22	20000	EG	3

4. النتائج والمناقشة:

في حالة بئر دير عطية نلاحظ أن غليكول التجفيف الديثيلين

(DEG) هو الأقل من حيث التكاليف السنوية.

أن أقل غليكول تلويناً هو الايثيلين (EG) حيث يظهر

معدلات منخفضة من ال BTEX عند معدل دوران

0.67m³/hr للغليكول.

زيادة عدد مراحل التجفيف من مرحلتين إلى ثلاثة يؤدي إلى

زيادة في حجم برج التجفيف وبالتالي ارتفاع التكاليف

التأسيسية ولكن بنفس الوقت يؤدي إلى انخفاض ملموس في

تكاليف الطاقة والغليكول السنوية وانخفاض بمعدلات BTEX.

في عملية التجفيف وعند معدلات التدفق المنخفضة كما حالتنا

هذه تكون الفروق في التكاليف السنوية صغيرة لذلك يفضل

استخدام الغليكول الأقل تلويناً وهو EG.

سويد، تينة

تصميم وحدة كلاوس للتخلص من انبعاثات غازات BTEX والقيام بدراسة اقتصادية لها عند استخدام كل محلول من محاليل التجفيف.
التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل(501100020595).

اختيار المحلول الأفضل لتجفيف الغاز الطبيعي

أن مدة أنجاز هذه التحسينات تتعلق فقط بالمدة المطلوبة لزيادة عدد مراحل التجفيف وبالتالي ارتفاع الأبراج وهي مدة قصيرة لا تتجاوز الاسبوع بالإضافة إلى أنها لا تعيق عمل البرج كون عمليات اللحام الأجزاء الجديدة تتم بشكل منفصل عن البرج.

المقترحات:

دراسة اقتصادية لزيادة عدد مراحل التجفيف وعند أي عدد من المراحل نحصل على أعلى مردود.
دراسة استخدام الأعمدة ذات الحشو في التجفيف ودراسة فعاليتها بالمقارنة مع الأعمدة ذات الصواني.
دراسة استبدال غليكولات التجفيف السائلة بالمجففات الصلبة ومقارنتها مع المجففات السائلة من حيث معدل الامتصاص والانبعاثات الضارة.

5-(References):

- 1- 2023 .5/طببشات، ألاء. (2018). مميزات الغاز الطبيعي. موضوع. 17
https://mawdoo3.com/%D9%85%D9%85%D9%8A%D8%B2%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%A7%D8%B2_%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D8%B9%D9%8A
- 2-OilGasWiki. تجفيف الغاز الطبيعي. (2021) .OilGasWiki1 ./5/.2023
<https://www.oilgaswiki.com/2020/08/Natural-gas-dehydration.html>
- 3-Mufeed5 ./5/.2023 مفيد. (2019). هندسة الغازات الطبيعية.
https://emufeed.com/ar/article/%C2%A0%D8%AA%D8%AD%D9%84%D9%8A%D9%80%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%A7%D8%B2%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D8%B9%D9%8A%D8%A9_%D8%AC2_Natural_Gas_Engineering
- 4- Collie, J. (1998). An Analysis of BTEX emissions from Amine Sweetening and Glycol Dehydration Facilities. Bryan Research and Engineering. 2-11
- 5- Wilbur, S. (2004). INTERACTION PROFILE FOR Benzene-Toluene-Ethylbenzene and Xylenes BTEX. U.S. Department of Health and Human Services. 137.
- 6- Andrews, K. (2023). Gas Absorber Tower: How the 3 Types Work to Dehydrate Your Natural Gas. KIM-RAY. 15/4/2023.
<https://kimray.com/training/gas-absorber-tower-how-3-types-work-dehydrate-your-natural-gas>
- 7- Mokhatab, S., William, A. P. (2012). Natural Gas Dehydration. Proceedings of the 2nd Annual Gas Processing Symposium. 14.
- 8- Netušil, M., (2011). Natural Gas Dehydration. Natural Gas. 29.
- 9- Sánchez, P., (2016). Design of an Absorption Column. Nacional de Ingeniería University. 22.
- 10- Grynina, E., (2012). Saturated Water Content. ScienceDirect. 6.
- 11- Roh, H., S., (2014). Numerical Simulation of an Industrial Absorber for Dehydration of Natural Gas. Journal of Engineering.