

الغاز الطبيعي

اعداد

مهندس / خالد جابر حمد يوسف

الغاز الطبيعي

يعتبر الغاز من مصادر الطاقة المهمة حيث يوجد في الطبيعة إما مع مكامن البترول أو منفردا. لقد ازداد الطلب على الغاز الطبيعي بشكل كبير في الفترة الأخيرة بسبب نظافته وتعدد استخداماته ، كما أن حرقه بصورة صحيحة لا يؤدي إلى تلوث البيئة ، أي انه يحترق كاملا ولا يترك رمادا ، ولا يكون أول اوكسيد الكربون ، كما أن قيمته الحرارية (السعرية) (Calorific value) عالية جدا حوالي (11000 – 12000) كيلو كالوري لكل كيلو غرام، أي أنه أكبر بكثير من القيم الحرارية لأنواع الوقود الاخرى مثل الخشب (4700 – 5100) كيلو كالوري لكل كيلو غرام ، الفحم الحجري (6000 – 8000) كيلو كالوري لكل كغم ، والكروسين (10000) كيلو كالوري لكل كغم ، اضافة الى ما سبق فإن اسعاره مستقرة نسبيا وكذلك سهولة نقلة وتوزيعة بواسطة شبكة من الانابيب والى مسافات بعيدة. لكن هذا الوقود الغازي تترتب عليه مساوئ منها صعوبة خزنه وتسربه من الاوعية والانابيب الحاوية له والذي يؤدي إلى حوادث الانفجار والحرائق.

مكونات الغاز الطبيعي

يعرف الغاز الطبيعي بانه غاز يتكون من هايدروكربونات غازية والتي تمثل مكونات النفط عالية التطاير . ان المكونات الرئيسية للغاز الطبيعي في الاحوال الاعتيادية (من حيث الحرارة والضغط) عند أستخراجه من البئر تشمل الميثان والايثان وكميات من البروبان والبيوتان والهكسان أما بشكل غازات أو ابخرة أما الشوائب الغازية التي قد يحتويها الغاز الطبيعي فهي النتروجين وثاني اوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين واثار من الهيدروجين والاوكسجين وأوا اوكسيد الكربون وثاني اوكسيد الكبريت

نظرية الغاز في اعماق الأرض

هناك اكثر من دليل على ان الزلازل الأرضية تطلق غازات من اعماق طبقات الأرض تحتوي على غاز الميثان من اصل غير بيولوجي أو حياتي يمكن اعتباره مصدرا مهما وواسعا من مصادر الطاقة. هناك اعتقاد شائع بأن امدادات الأرض من الطاقة والوقود الهيدروكربوني سوف تستهلك بشكل واسع خلال المستقبل القريب وخاصة اهم انواع هذه الطاقة ألا وهي النفط والغاز الطبيعي خلال العقود القليلة المقبلة والفحم خلال القرون القادمة المقبلة. وهناك ادلة اخرى تشير الى وجود كميات هائلة من الغاز الطبيعي في اعماق الارض التي أن تم استخراجها فانها تكفي للاستهلاك ألاف من السنين . ان هذه النظرية توفر ايضا اساسا لتفسير العديد من الظواهر المحيرة التي تنذر بوقوع الزلازل او ترافقه في احيان اخرى.. لا يعرف مم يتألف الغاز بسبب ان الشواهد الظاهرية متنوعة ولا يمكن الأعتقاد عليها . ولكن تدفع الانفجارات البركانية بغازات كثيرة من اعماق الأرض تتألف في معظمها من الماء وثاني اوكسيد الكربون . كما يوجد الدليل على توفر اول اوكسيد الكربون وغاز الميثان والأمونيا وثابت الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين وغيرها ايضا. ولكن لا يمكن الاعتماد على الملاحظات هذه في وضع صيغة لما يتألف منه الغاز بشكل اولي ان كان ما يزال في اعماق الارض بسبب ان مقدارا معيناً من غاز البراكين قد يتألف من غازات متطايرة يتم تدويرها بفعل الكتل القشرية للارض ولا يتألف من غازات اولية تصل للوهلة الاولى من طبقة معينة من طبقات الأرض وان الغازات المخففة او الغنية بالهيدروجين يتم اكسدة معظمها في صهريج البركان السائل كلما ارتفعت الى السطح وان اغلب عينات الغاز قد تم الحصول عليها بفعل البراكين الخاملة لذا لا يمكن الأستفادة منها من الناحية الكيمياوية. اما الغازات التي تنطلق حالما يثور البركان فهي الغازات التي يعتمد عليها كعينات لما يمكن ان يوجد في قشرة الارض والطبقة العليا منها . لقد بدأت عملية اخذ العينات لهذه الغازات ولا يمكن لحد الان الأعتقاد على المعلومات التي توفرت غير اننا نستطيع الأفتراض بان مكونات غازات اعماق الأرض تختلف من مكان الى اخر . بسبب ان موقع المكامن المعدنية في القشرة يدل على ان الطبقة التي تحتها متغايرة الخواص ولعدت اسباب نعتقد بان غاز الميثان ذو مواصفات غير الحياتية هو واحد من الغازات الموجودة في اعماق الأرض ولهذا نحن لانريد ان نقلل من اهمية الغازات الأخرى

عندما نتحدث عن هذا الغاز الذي يصاحب الزلزال . ان وجود الميثان غير الحياتي يدحض الرأي القائل والساند في جيولوجيا أُلْفَط من ان النفط والغاز الطبيعي في الارض هو من اصل بايولوجي أو حياتي.

وعلى هذا ايضا فان الكربون الموجود في الهيدروكربونات قد اشتق في الاصل من ثاني اوكسيد الكربون المتوفر في الجو وان الطاقة التي فصلت الكربون عن الاوكسجين قد جاءت من ضوء الشمس بطريقة التحليل الضوئي للنبات . ان اندثار قسم من هذه المكونات العضوية قبل ان تصيبها الاكسدة يمكن ان تكون مصدر للمواد الاولية للنفط والغاز . ولا مجال للشك بان هذه العملية قد ساهمت في تكوين القسم الاعظم من النفط الذي تم اكتشافه لحد الان . لقد بدا العمل بنظرية احتواء اعماق الارض على غير الحياتية مع بداية النظريات القائلة بان هذه الهيدروكربونات تكون الجزء الاعظم من الجزينات العائمة الكربونية في النظام الشمسي . ويستدل على ان الكون يتالف في معظمه من الهيدروجين او ما يسمى بالكيمياء الكونية ان الارض وبقيّة الكواكب في النظام الشمسي قد ترسبت وتكيفت منذ بدء الخليقة بشكل غمامة مشبعة بالهيدروجين . كما ان معظم الكربون الداخل في تكوين النيازك والذي يوفر الدليل على التكوين الطبقي للكواكب يتألف من الهيدروكربونات المتعددة تشبه في بعض خواصها الكيميائية قار النفط . ويعتقد ان الأرض قد حصلت على الكثير من الكربون بشكل هيدروكربونات مماثلة . وان غلاف الارض او ما يسمى بجو الارض يحتفظ بمعظم هذا الكربون بشكل غاز الميثان . ويعتقد ان سبب ذلك يعود الى السنين الاولى في تكوين الارض وغلافها .

وعن طريق عملية التركيب الضوئي تم انتاج الاوكسجين الطلق وامتلاء الغلاف تدريجيا بما يحتويه الان من عنصر الاوكسجين الذي تتألف منه الان الهيدروكربونات ، خاصة الوقود والطاقة الكيميائية لأن الاوكسجين هو إحدى المكونات اللازمة لعملية الاحتراق لهذا يتوفر في اي مكان من الغلاف الجوي .

لقد انطمرت الهيدروكربونات بفعل الضغط العالي جدا والحرارة الملتهبة تحت الارض واخذت تطلق غاز الميثان كأحدى المكونات الاساسية لها . وينحو هذا الغاز الذي يخرج من طبقات الارض مصاحبا مع غازات اخرى نحو الارتفاع الى سطح الارض ويهاجر الى المناطق الرخوة في قشرة الارض تاركا الكتل الهائلة من الهيدروكربونات وراءه . وحينما تتصل تلك المناطق المشبعة بغاز الميثان بمنطقة الانفجار البركاني تتم اكسدتها الى ثاني اوكسيد الكربون (الاوكسجين المتحد مع الماء او احدى عناصر التاكسد في الصخور) قبل ان يدخل غلاف الارض .

ويدخل معظم الكربون الموجود في غاز الميثان المهاجر لسطح الارض الى غلافها اما بشكل غاز الميثان مباشرة او بشكل متأكسد اي ثاني اوكسيد الكربون . ويتم ترشيح معظم ثاني اوكسيد الكربون في المحيطات وتتم ازالته بهذه الوسيلة . اما الصخور المؤلفة لقشرة الارض فانها تبقى محتوية على كميات هائلة من الكربون وبشكل مادة الكلس او كربونات الكالسيوم . ان هذه الكميات الهائلة الزائدة بأفراط من الكربون يعتقد بانها قد جاءت الى قشرة الارض من اعماقها وبشكل غازات كاربونية (اي غاز ثاني اوكسيد الكربون المتحد مع غاز الميثان) ولا يمكن الان التاكيد على اجراء كل من الغازين بشكل منفصل ومن الاعتراضات التي تثار في بعض الاحيان حول وجود الهيدروكربونات في باطن الارض انها تتأكسد بفعل الضغط والحرارة الهائلة . الا ان مثل هذه الاقوال تفتقر الى سببين الاول ان الضغط الهائل في اي طبقة كانت تؤدي الى استقرار غاز الميثان ولا يؤدي الى عملية الاكسدة . والثاني هو ان توفر غاز الاوكسجين في الصخور البركانية لا يعني انه يؤكسد غاز الميثان حتى وان تكون له هذه الخاصية لان الصخور يجب ان تكون صخور مائيه . كما ان الغازات الطليقة من فتحات الارض وقريبة من منطقة الأنفجار البركاني قد تتأكسد تماما وتأتي على البقية من غاز الاوكسجين ويبقى غاز الميثان حرا طليقا بكميات كبيرة .

تحتوي الكثير من الصخور الترسيبية على بقايا بايولوجية او حياتية وأذا ما غمرت بالنفط غير الحياتي من الاسفل وتركت تتسرب به الالافا من السنين وتحت ضغوط متفاوتة ودرجات حرارة متغايرة يصبح النفط بالمادة البايولوجية . قد كتب الروفسور البريطاني سير روبرت روبسون قائلا لايمكننا دحض نظرية ان النفط لا يؤلف في مكونات منتوجات عضوية متطورة ، كما ان الأقوال حول اصل النفط تصلح في هذا الخصوص ايضا باضافات من منتوجات بايولوجي اخرى .

ورغم ان غاز الميثان يعتبر من الناحية الكيميائية غازا غير متفاعلا ، فانه يتبلر اي يتحد الى مركب النفط الخام تحت ظروف ملائمة من الحرارة والضغط والفعل التحفزي (بضمنه الفعل الجرثومي) . وعند حصول هذه الحالة فان جريان غاز الميثان يزيد وبشكل تدريجي وبطيء من المواد البايولوجية ومكانها ويوسعها الى احتياطي نفطي ذو قيمة تجارية . قد تكون هذه العملية غير ناجحة ، وفي كل الاحوال فان الغاز يتسرب نحو سطح الارض ويستمر جريانه مع تعاقب الفترات الجيولوجية ويعتبر اصل الهيدروكربونات المتوفرة بكميات تجارية في باطن الارض .

ان قابلية الازدياد الكيميائي المتراكم لهل مردود ايجابي حيث كلما ازدادت سعة المتراكم ارتفعت قابلية الحصول على الغاز المتسرب الى السطح . ان هذا التكوين البايولوجي يعطي السبب الى التساؤل حول بعض الحقول النفطية ولماذا تكون واسعة عند مقارنتها مع بقية الحقول . ومن بين الالاف من الحقول النفطية التجارية تحتوي ٣٣ حقلا (٢٥ حقل منها في الشرق الاوسط) على نصف كميات النفط الخام المكتشفة القابلة للاستخراج في العالم .

دعنا الان نبحث في موضوع تسرب غاز الميثان من باطن الارض . توجد الهايدروكربونات في القباب القشرية للارض

وفي الأحافير لطبقات التكتونية وحدودها ويوجد الميثان بكميات كبيرة في المياه العائمة في باطن الهضاب الموجودة بين الطبقات وعلى سبيل المثال تحتوي مياه البحر الميت الشديدة الملوحة على غاز الميثان بنسبة تزيد ١٠٠٠ مرة على ماتحتويه مياه البحر الاعتيادي. وفي المحيط الاطلسي او ما يسمى مرتفعات الاطلسي الشرقية نجد نافورات الريشة تتناثر من قعر البحر على السواحل وتحتوي على كميات هائلة من غاز الميثان . اما في بحيرة (كيفو) في ساحل الافريقي الشرقي فانها تحتوي على ٥٠ مليون طن من غاز الميثان المذاب في الماء ولا يعرف لها اي اصل جراثومي معلوم . ونعتقد ان غاز الميثان في هذه المياه كلها يتوفر ويتسرب من خلال التراكم العميقة للقشرة الارضية. ودليل اخر على وجود هذه الخواص وارتباطها بالهيدروكربونات الغير حياتية هو العلاقة بين مناطق النفط والغاز الرئيسية في العالم والمناطق القديمة والحديثة التي تجري فيها العمليات الزلزالية . وغالبا ما تقع الحقول النفطية بالقرب من التصدعات الجيولوجية النشطة او القديمة كما توجد معظم الينابيع الصغيرة للنفط والغاز في المناطق الزلزالية النشطة . واهم هذه الانواع بالنسبة الى الغاز هو ما يسمى البراكين الطينية التي تعتبر بمثابة التلوث تم بنائها نتيجة الأنفجارات الغازية العنيفة التي تحدث خلال فترات او بشكل متقطع ، ويتألف الغاز من ثاني اوكسيد الكربون في بعض الاحيان ويحتوي في الغالب على الميثان الخالص والصابي. وتوجد البراكين الطينية على وبالقرب من التصدعات الجيولوجية وحدودها . وفي المناطق ذات الحركات الزلزالية النشطة يمكن حدوث هزات ارضية عنيفة خلال بضع ملايين من السنين ويعتقد البعض ان تصدع الصخور في هذه المناطق يؤدي الى تسرب النفط والغاز في اوقات زمنية قصيرة قياسا على عمر الطبقة المحتوية عليها . اما الحقيقة فأن الحقول النفطية والغازية لها خواص مشابهة للمناطق المعرضة للزلازل . وهذا التشابه يدعونا الى الاعتقاد ان التصدعات العميقة قد يتسرب منها غاز الميثان وبشكل مستمر من اعماق الارض . وقد تؤدي هذه الترسبات والهجرة المستمرة لغاز الميثان و الغازات الاخرى في التصدعات الجيولوجية نحو السطح الى حصول الزلازل. لايستطيع النكهن بحصول الزلازل بواسطة الآلات فقط .وبعض الظواهر اصبحت معروفة من عصور غابرة . بحيث يدعونا ذلك للاعتقاد بان تلك الظواهر التي اصبحت شاهد عيان على وجود تسرب الغاز او غيره قد حصلت نتيجة للجريان المتزايد للغاز من خلال طبقات الارض . ومن بين الظواهر المكروسكوبية هو حصول اصوات انفجار خافت لمنطقة غير معروفة وفي التصرف الغريب للحيوانات في تلك المناطق والتبدل الشاذ في درجات الحرارة والفورات الفسفورية وانواع اللهب الخارجة من الارض وكذلك اضطراب جريان المياه داخل الأبار الارتوازية. ويمكن القول ان هذه الظواهر تحصل نتيجة لأنعزال الغاز من خلال مخارج مسامية واسعة للصخور المسطحة والتي تتعرض الى ضغط متزايد قبل حصول الزلازل كما تظهر هذه الأصوات والفورات وغيرها من الظواهر في مناطق متباعدة في أن واحد. وتشير ايضا الى وجود الغاز

مصادر الغاز الطبيعي

ان مصادر الغاز الطبيعي تكون على نوعين:-

- ١- الغاز الحر (Free gas) ويوجد في حقول حرة تحت اعماق الارض ويكون على الاغلب من النوع الجاف ، أي يحتوي على الايثان والميثان بصورة اساسية.
- ٢- الغاز المصاحب (Associated gas) ويظهر مصاحب للبترول عند استخراجة من اعماق الارض ويفصل في محطات عزل الغاز (تثبيت النفط) ، هذا ويعتبر الغاز العراقي من النوع المصاحب.

تعريف ومصطلحات متداولة فى صناعة الوقود الغازي

- الغاز الحامضي (Sour gas):-** الغاز الذي يحوي على الغازات الحامضية مثل H_2S و CO_2 .
- الغاز الحلو (Sweet gas):-** الغاز الخالي من الغازات الحامضية.
- الغاز الرطب (Wet gas) :-** الغاز الذي يحوي على كمية عالية نسبيا من البروبان والبيوتان والبنتان وسوائل هيدروكاربونية أخرى الى جانب الميثان والايتان.
- الغاز الجاف (Dry gas) :-** الغاز الذي يتكون من الميثان والايتان بصورة رئيسية ولا يحوي (اويحوي على كميات قليلة) من الغازات الهيدروكاربونية الاخرى.
- الغاز الطبيعي المسال (Liquefied natural gas) :-** ويتكون من الميثان والايتان وبالإمكان تسويله بأستعمال الضغط والتبريد معا.
- غاز البترول المسال (Liquefied petroleum gas):-** خليط من البروبان والبيوتان بصورة رئيسية وبالإمكان تسويله بأستعمال الضغط الى حد 20 ضغط جوي وبدون تبريد.
- البنزين الطبيعي (Natural gasoline):-** السائل الهيدروكاربوني المستخلص من الغاز الطبيعي الرطب ويحوي على البنتان والهكسان بصورة رئيسية

غاز نפט الشمال

غاز نפט الشمال مصاحب (Associated gas) يتلف كثير ا فى تركيبه وخصائصه وغاز نפט الجذب واول أوجه الخلاف نسبة عالية فيه من كبريتيد الهيدروجين ومركبات المركباتان الكبريتية وتبلغ النسبة حوالى الثمانية (8)% أغلبها من الكبريتيد وتزال المركبات الكبريتية من الغاز قبل أستخدامه ، وغاز الشمال أعلى كثافة من غاز الجنوب ، ونسبة غازي البروبان والبيوتان أفيها منها في غاز الجذب ، ونسبة غازي الميثان والايتان الخفيفين هي في غاز الجنوب أعلى منها في غاز الشمال ، ان الغاز المصاحب من حقول نפט كركوك يعالج في معمل غاز الشمال لتخلص الكبريت ويدول الكبريت السائل الناتج الى شرائح رقيقة صلبة . وبعد معالجة الغاز في المعمل يتم عزل الهيدروكاربونات الخفيفة (الميثان والايتان) ثم يتم كبسها عبر خط واط الانابيب الى الجهات المستهلكة لهذا الغرض . تم انتاج غاز البترول المسال (LPG) لتكييف من البروبان والبيوتان والذي يستخدم وقودا منزليا .

بالإضافة الى الغاز المصاحب يوجد الغاز الطبيعي وفي قباب غازية (Gas Domes) ال نطف في حقولها وفيها مكان غازية لاحتوي على النفط ومن أمثلة القباب فوق النفط ما يوجد في حقول كركوك وجمبور وباي حسن والقيدارة وبطمة والنفطخانة .

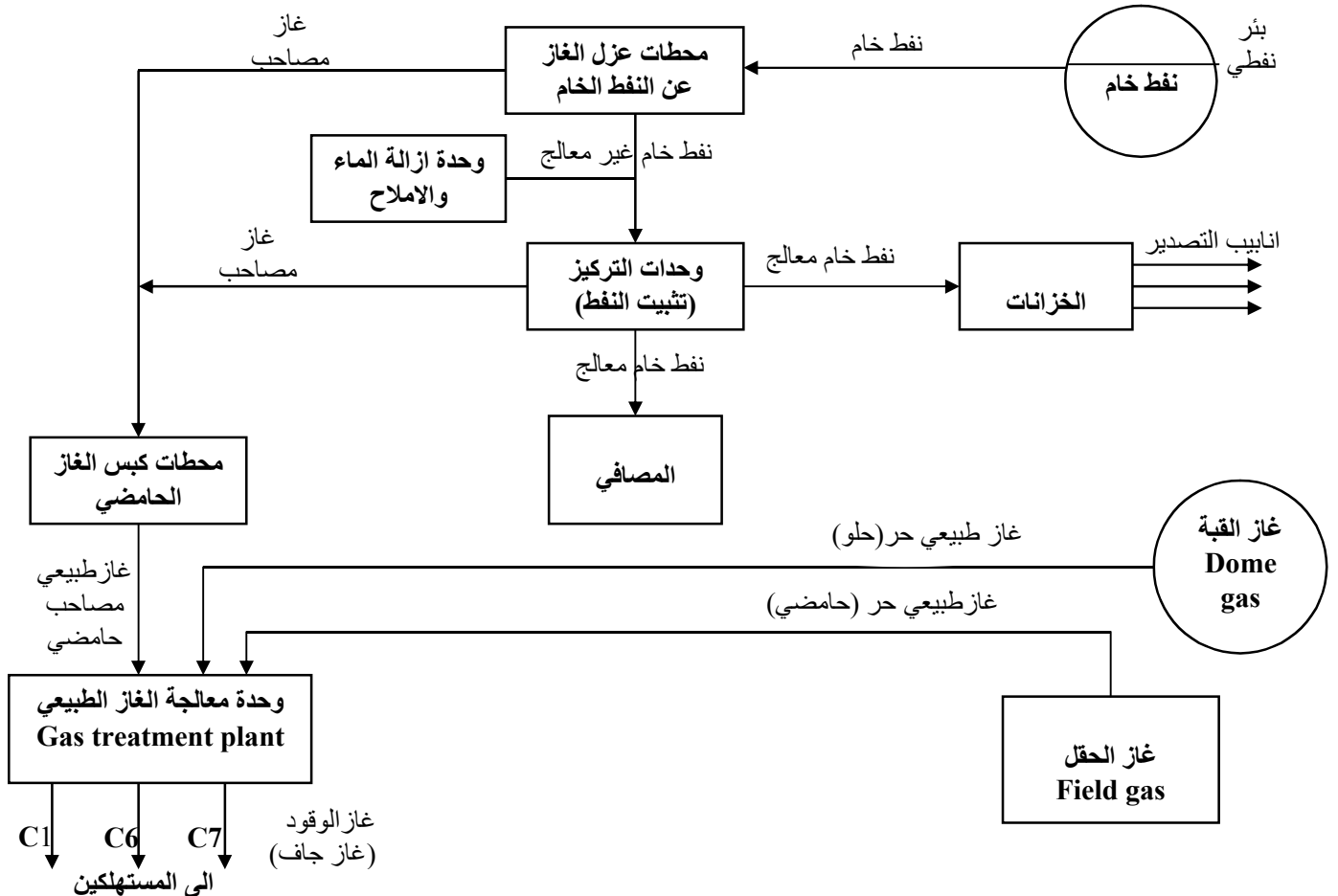
ومن امثلة المكامن الغازية حقل عجيل ، جمجمال ، خانوقة ، جربة بيكة

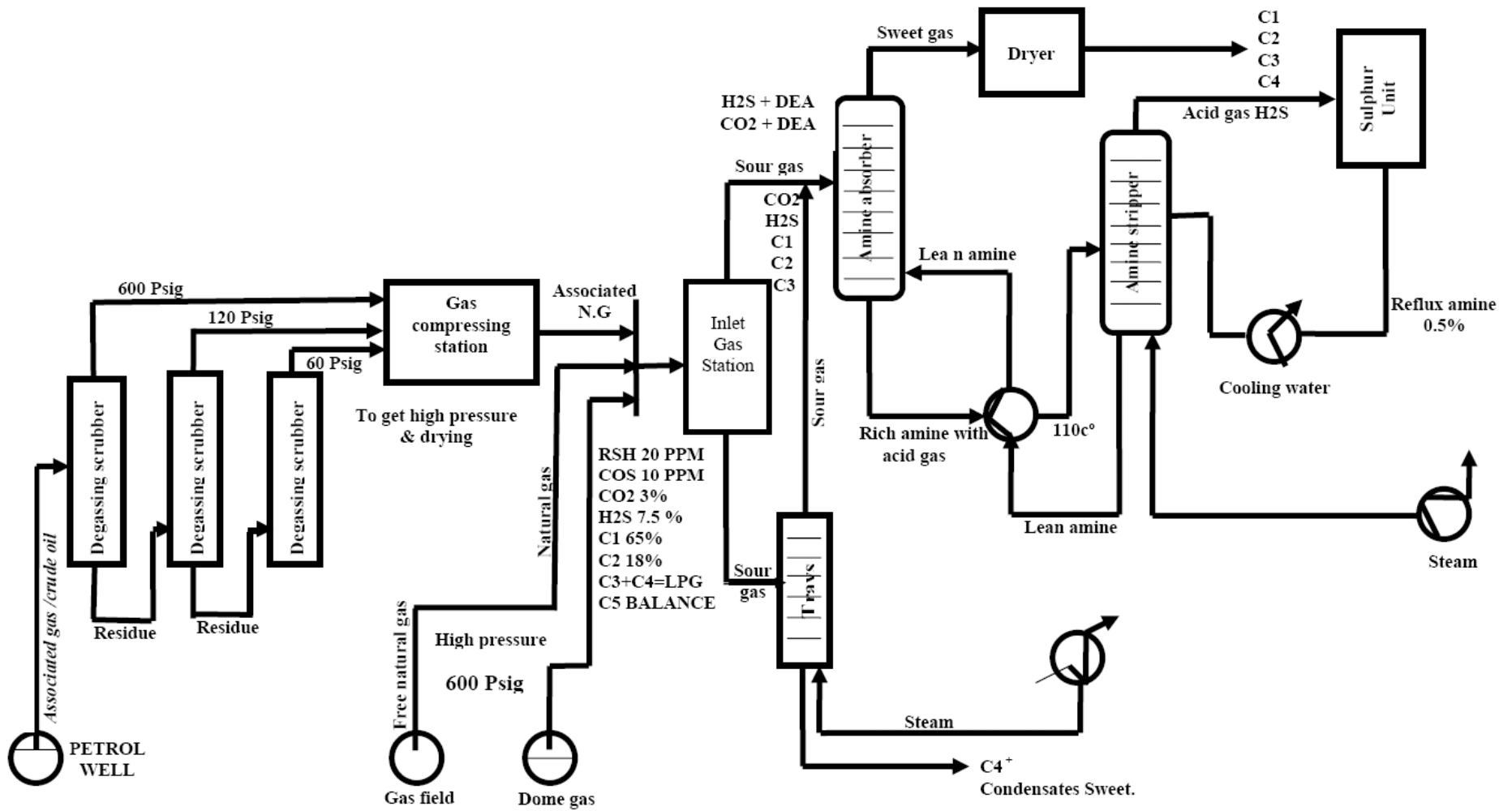
مجهزي معامل او مجمعات الغاز بالغاز الخام

- إن مصدر الغازات التي يغذى بها معمل غاز الشمال هي ثلاث مصادر :-
1. الغاز الطبيعي المصاحب (Associated natural gas) من النفط الخام من من الابار
 2. الغاز الطبيعي الحر (Free natural gas) من الحقول الغازية وبعضها يكون غاز حامضي
 3. الغاز الطبيعي الحر (Free natural gas) من القبب الغازية واغلبها ذي غاز حلو.

كيفية عزل الغاز الطبيعي المصاحب عن النفط الخام المراحل الاولى

يضخ النفط بفعل الجاذبية من رأس البئر وبضغط يتراوح ما بين (90 – 100) باوند / انج² ولذلك يكون النفط الخام المنتج حاويا على كميات كبيرة من الغازات الذائبة فيه ولوسمح لهذا المزيج الهيدروكربوني بأن يخرج من البئر الى السطح مباشرة فأن الغازات الموجودة ستتحرر نتيجة الهبوط في الضغط وتجرى عملية فصل الغازات من النفط الخام من خلال مرور النفط الخام بعازلات (Separators) كبيرة في المنشآت تسمى بمحطات عزل الغاز (Degassing station) للتخلص من ايكبركمية من الغازات الهيدروكربونية الخفيفة والغازات الاخرى المصاحبة مثل (H₂S) و(CO₂) اما عملية تثبيت (Stabilization) او تركيز النفط الخام (Processing) فتجرى بعد فصل الغازات منه في وحدات التثبيت ليتحرر ما تبقى من الغاز في النفط الخام قبل ضخه عن طريق الانابيب وذلك لأن ظروف حرارية قد يتعرض لها النفط الخام في داخل الانابيب تؤدي الى تبخر الغاز واذا كان ذلك في مواضع تبدل في مستوى ارتفاع الانابيب في الارض فأن فقاعات كبيرة تتكون في داخل الانبوب فتسبب خلا في الضخ اذ يؤدي الدفع الى تقلص الفقاعة ويؤدي انخفاض الدفع الى رجوع الفقاعة الى حجمها الاول وبذلك يختل جريان النفط في الانابيب وان عملية التثبيت (Stabilization) تحول دون ذلك ففيها تنفصل الغازات الهيدروكربونية عن النفط الخام في وحدات حرارية فلا تتكون فقاعات في ظروف النقل لتلك بالانابيب اما عملية ازالة الماء والاملاح من النفط الخام فتجرى بعد محطات عزل الغاز وذلك للتخلص منها بوحدات تنصب في محطات عزل الغاز





عملية عزل الغاز (Degassing process)

هي العملية التي يتم بواسطتها فصل او عزل الغازات الهيدروكربونية النفطية لغرض الاستفادة منها في الصناعة النفطية والبتروكيمياوية مع المحافظة على اكبر كمية ممكنة من جزيئات المقاطع الخفيفة (الهيدروكربونية الخفيفة) للبقاء مع النفط الخام ، ان الانخفاض الشديد في الضغط من البئر الى محطة عزل الغاز سيؤدي الى انفصال الغازات عن النفط داخل العازلات لذلك صممت العازلات للتخلص من غازات الميثان والايثان والبروبان وبقاء الهيدروكربونات الخفيفة .

ان ميكانيكية عملية عزل الغاز تعتمد على نقطتين رئيسيتين :-

1. تأثير الجاذبية يساعد على تحرير الغاز من النفط الخام .
2. الحركة المغزلية للنفط الخام داخل العازلة بفعل الاحواض الحلزونية والعوارض الموجودة فيها التي تؤدي الى رمي جزيئات النفط الخام الثقيلة بجدار العازلة وتحرير الغازات واما الغازات التي لا تزال تحتوي على بعض قطرات النفط الخام او على شكل رذاذ فيتم ازالتها بواسطة عنصر استخلاص الرذاذ (Mist extraction element) اثناء مرورها بمقاطع العازلة

ان الغازات الهيدروكربونية والابخرة الناتجة من الحقول النفطية والمصاحبة للنفط الخام المنتج تكون على عدة اشكال

1. الغاز الحر (Free gas)

مجموعة من المركبات الهيدروكربونية تحت ضغط ودرجة حرارة المكنم بحالة غازية وتبقى في هذه الحالة عندما يتم انتاج النفط تحت الظروف الاعتيادية .

2. الغاز المذاب (Soluble gas)

يكون الغاز مذاب في النفط الخام بصورة متجانسة عند ضغط ودرجة حرارة معينة ولكن عند انخفاض الضغط او الارتفاع في درجة الحرارة يؤدي الى تحرر هذا الغاز من النفط الخام ويطلق عليه مواصفات الغاز الحر .

3. الابخرة المتكثفة (Condensed vapor)

عبارة عن مركبات هيدروكربونية توجد على شكل ابخرة في ضغط ودرجة حرارة معينين ولكن تتحول الى الحالة السائلة عند تغيير الضغط والحرارة وعندما تكون هذه المواد الهيدروكربونية بشكل ابخرة تطبق عليها نفس فحوصات الغاز الطبيعي الوزن النوعي لهذه الابخرة حينئذ تتراوح بين 0.55 الى 4.91 (الهواء = 1) واللزوجة تتراوح بين 0.006 الى 0.011 سنتي بويز في الظروف القياسية .

العازلات (Separators)

العازلة عبارة عن وعاء اسطواني افقي او عمودي واحيانا كروي يوجد بداخله طبقات من الصفائح (Trays) او العوارض (Baffles) والتي تكون اما ثنائية او ثلاثية الطور ويفصل بها الغاز عن النفط .

انواع العازلات :-

- 1- تقسم العازلات من حيث الشكل الى افقية ، عمودية ، كروية .
- 2- تقسم العازلات من حيث الاطوار الى :-

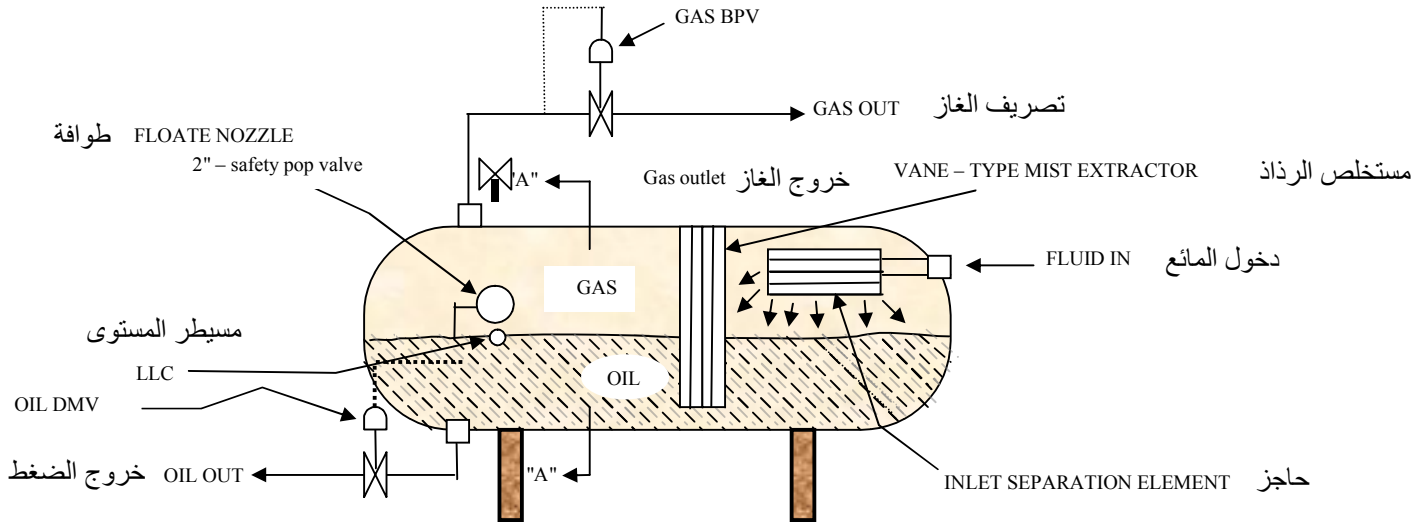
أ- ثنائية الطور (Two stages separator) حيث يفصل فيها المائع النفطي الى غاز و نفط خام ويتم تصريف الغاز من الجزء العلوي للعازلة والنفط الخام من اسفلها .

وتكون العازلة الافقية اما :-

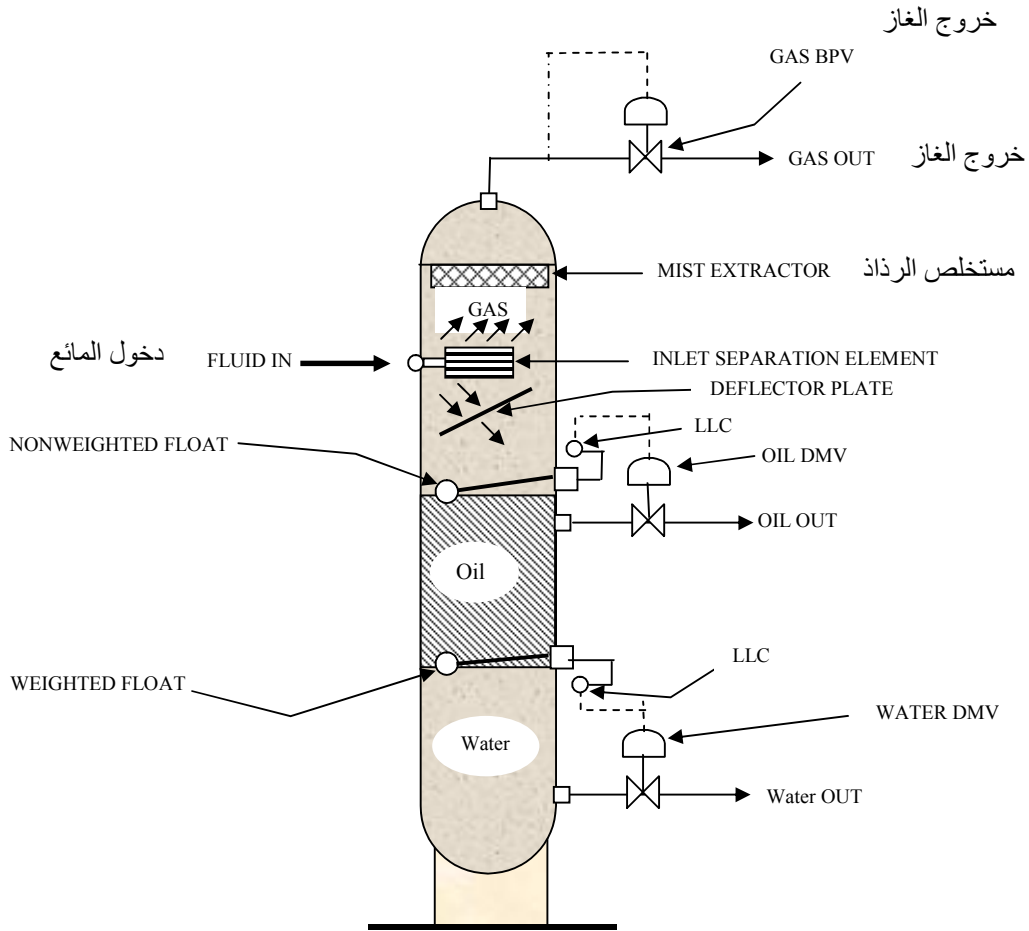
1- احادية الانابيب (Mono tube)

2- مزدوجة الانابيب (Double tube)

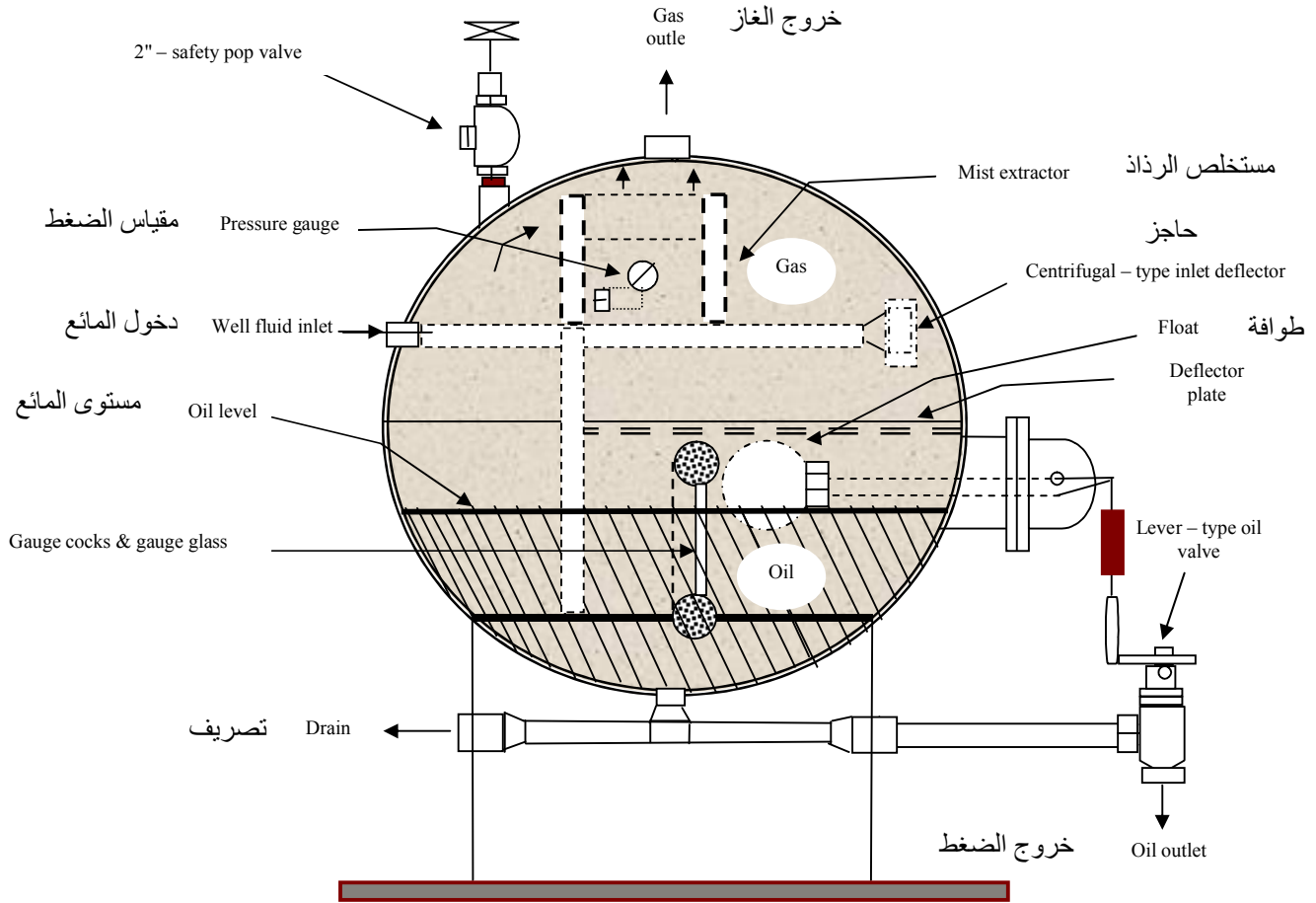
ب- ثلاثية الطور (Three stages separator) ينفصل فيها المائع النفطي الى غاز وسائل هايدروكاربوني وماء ويتم تصريف الغاز من اعلى العازلة اما السائل النفطي فيتم تصريفه من وسط العازلة ومن فتحة خاصة اما الماء فيتم تصريفه من اسفل العازلة



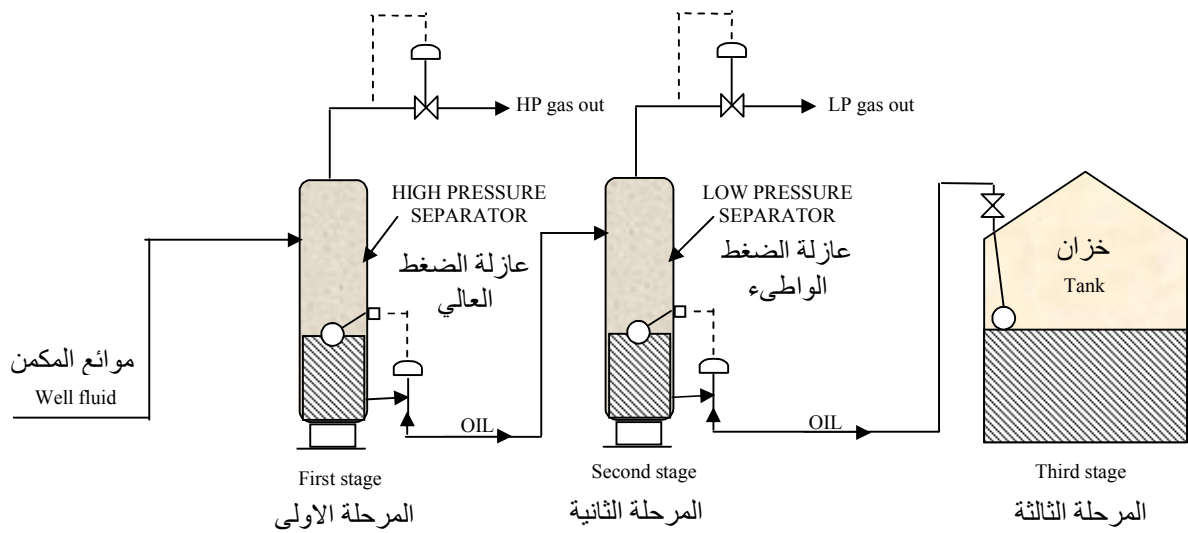
شكل يوضح عازلة ثنائية الطور - افقية



عازلة ثلاثية الطور - عمودية



عازلة كروية - ثنائية الطور



مخطط يوضح كيفية عزل الغاز بمرحلتين (بدون خزان) بثلاث مراحل مع الخزان

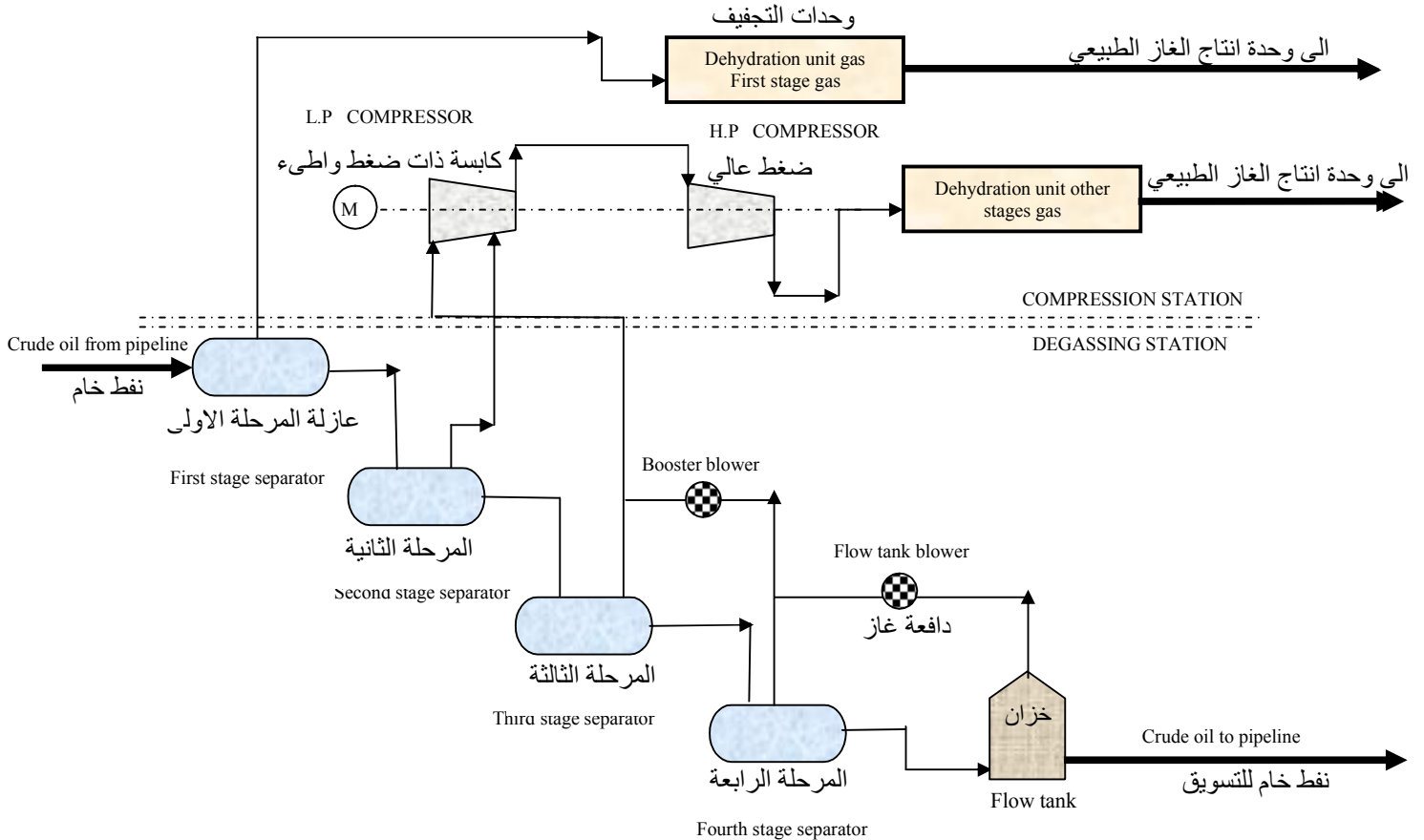
محطات عزل الغاز

الغاية الاساسية من محطات عزل الغاز هي :-

١- تحويل النفط المنتج من المكامن ذو الضغط العالي الى الضغط الجوي الاعتيادي مع المحافظة على السوائل الهيدروكاربونية الثقيلة الثمينة والمذابة في النفط الخام وتحرير فقط الهيدروكربونات الخفيفة والسبب في تحويل النفط المنتج من الضغط العالي الى الضغط الجوي الاعتيادي لصعوبة خزنه وتسويقه حيث يحتاج الى خزانات تعمل تحت ضغط عالي وهذه ترفع كلفة الانتاج بالإضافة الى المخاطر الكثيرة عند الخزن تحت ضغط عالي وكذلك لتحديد كمية النفط بصورة مضبوطة.

٢- ازالة الماء والسوائل الاخرى كالرمل والطين والمواد الصلبة :

تتكون محطات العزل عادة من عدة منظومات (Banks) موضوعة بصورة متوازية وكل منظومة تتكون من سلسلة من العازلات اربعة أو اكثر وعدد المنظومات يتوقف على طبيعة النفط الخام المستخرج من المكامن وكلما ازداد الانتاج ازدادت عدد المنظومات . ان مزيج النفط الخام الاتي من المكامن والحاوي على غازات نفطية مذابة فيه واملاح ورمل يدخل الى احد المنظومات والى أول عازلة في احد السلاسل فينخفض الضغط الى حد معين فينفصل جزء من الغاز ويخرج من فتحة خروج الغاز ، اما النفط فيستمر بالجريان ويخرج من فتحة خاصة ليدخل الى العازلة الثانية فينخفض الضغط اكثر ويخرج الغاز من فتحة خاصة والنفط يدخل الى العازلة الثالثة وهكذا الى العازلة الرابعة ويصل اخيرا الى الخزان المخصص لخزنه وفي الخزان يكون الضغط مساويا للضغط الجوي تقريبا ويكون النفط الخام في هذه المرحلة قد انفصلت منه معظم الغازات الهيدروكاربونية الخفيفة ويكون كامل للفصل بالانابيب الى وحدات تثبيت النفط الخام او نقلة للتصدير . اما الغازات النفطية المتحررة فتسحب من اعلى العازلات بواسطة كابسات ذات عدة مراحل الى شبكة الانابيب للغاز والتي تذهب به الى وحدات انتاج الغاز الطبيعي ووحدات انتاج الغاز السائل (LPG) والفائض يرسل الى المشاعل لحرقه.



نموذج لمحطة عزل وكبس الغاز

تجفيف الوقود الغازي

بعد اتمام عملية فصل او عزل الغاز عن النفط في محطات العزل يتم دفعه (كبيسه) بواسطة الكابسات الى وحدات معالجة الغاز الطبيعي (natural gas treatment units) في (معمل غاز الشمال) لغرض معالجته من الغازات الكبريتية (H₂S) وكذلك من ابخرة الماء المحمولة مع الغاز لذلك يجب تجفيف الغاز لأن الغازات الهيدروكربونية تذيب كمية من بخار الماء ، تختلف حسب الضغط ودرجة الحرارة وكما ان الماء يكون مع الهيدروكربونات مزيج مائي معقد يسمى بالهايديريرت (Hydrate) وبهذا يحوي الغاز الطبيعي بأنواعه على بخار الماء الذائب . ان لوجود الماء في الغاز مساوي كثيرة عند تصنيعه او استعماله ، اهمها تكثيف الماء عند ارتفاع الضغط او التبريد مما يعرقل عملية دفع الغازات واحتمالية تجمد الماء وتكوين بلورات صلبة عند التبريد مما يسبب الانسداد والماء بطبيعته يسبب في تاكل المعدات والانابيب . ان عملية تجفيف الغاز تتم اما بطريقة الامتزاز (Adsorption) وذلك من خلال استعمال مادة صلبة مناسبة او بطريقة الامتصاص (Absorption) بأستعمال سائل مناسب .

التجفيف بالامتزاز :-

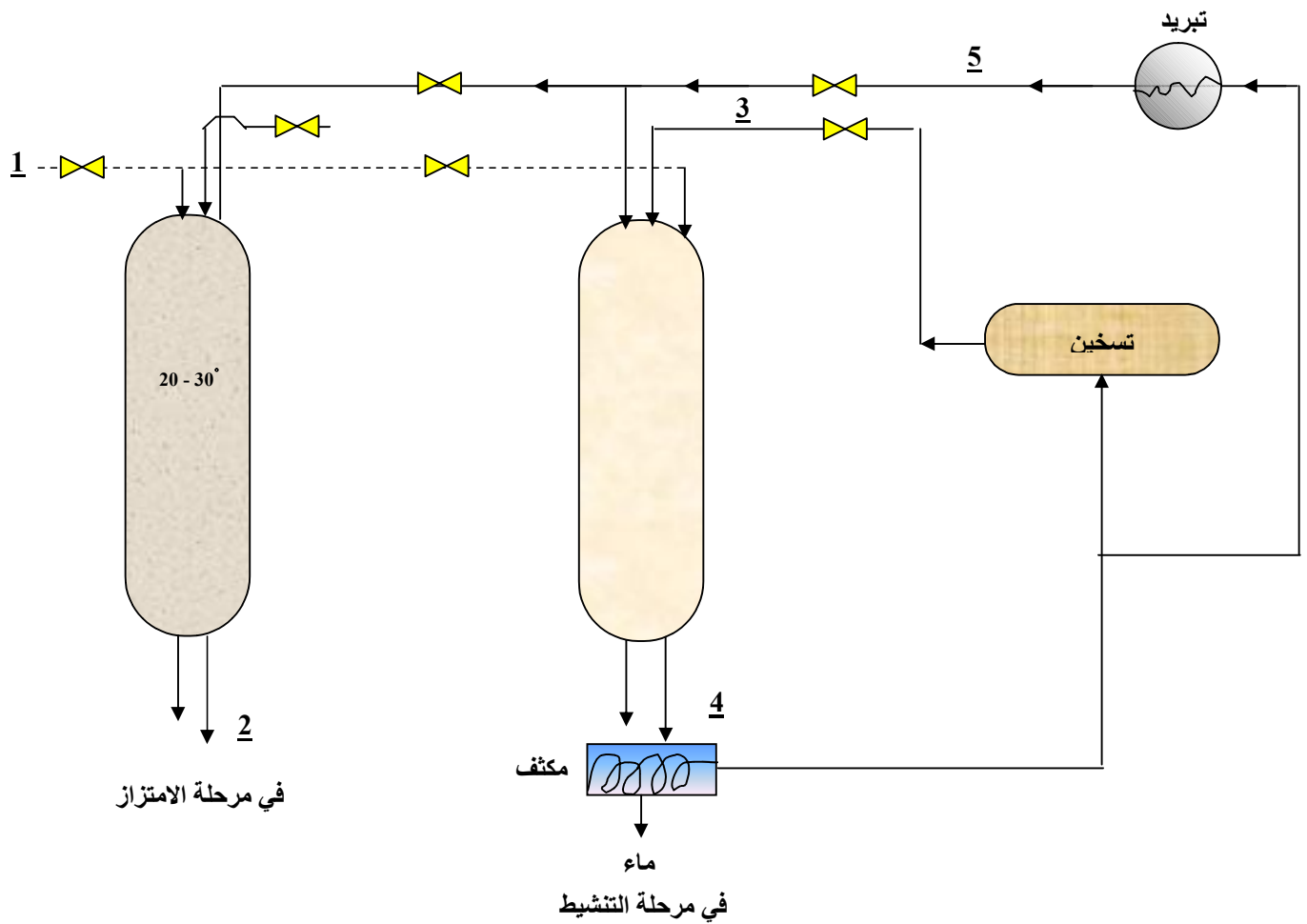
تمثل عملية الامتزاز الطريقة التي عندها تتوقف جزيئات من الغاز او بعض مكوناته على سطح المادة الصلبة (Solid desiccant) بواسطة القوى السطحية . ويتم تجفيف الغازات عند امرارها خلال وسط من مادة صلبة ملائمة . ويجب ان تقي المادة الصلبة المستخدمة في الامتزاز في متطلبات اساسية معينة . حيث يمتاز وسط الامتزاز بمساحة سطحية واسعة وفعالية عالية لامتصاص المادة ،بالاضافة الى المحافظة على هذه الفعالية عند الاستخدام . ويتصف وسط الامتزاز ايضا بالمقاومة الميكانيكية اللازمة ، لتجنب التهشيم وتكوين الغبار ، وبنفس الوقت مقاومة قليلة لجريان الغاز . ويتطلب للوسط الصلب ان يكون غير متفاعل كيميائيا أثناء دورات العمل ، وغير مسبب لتآكل المعادن .

المواد الشائعة والمستخدمه في تجفيف الغاز هي كما يلي :-

- البوكسايت (Bauxite) :- وهو معدن طبيعي يتكون بصورة اساسية من اوكسيد الالمنيوم المائي .
- اوكسيد الالمنيوم المصنع كيميائيا .
- هلام السليكا (Silica gel) وهي ثاني اوكسيد السليكون .
- المناخل الجزيئية (Molecular sieves) . وهي الومينوسليكات الكالسيوم او الصوديوم .
- الكربون المنشط (Charcoal)

وتتم عملية التجفيف بالامتزاز بثلاث مراحل هي مرحلة الامتزاز أي فصل الماء من الغاز عند درجات الحرارة الواطئة (20 - 30) مئوية وضغط مناسب . وبعد تشبع المادة الصلبة الممدصة (Adsorbent) بالماء تتم مرحلة استعادة النشاط ، أي ازالة الماء من المادة الممدصة عند درجات حرارية عالية ، بضخ غاز ساخن داخل محتويات برج الامتزاز . واخيرا تتم مرحلة تبريد البرج وتهينته لعملية الامتزاز . يستخدم عمليا في وحدات التجفيف برجين على الاقل ، حيث يكون في احدهما في مرحلة الامتزاز والثاني في مرحلتي التنشيط والتبريد على التوالي . يمثل الشكل A مخطط لوحدة تجفيف الغاز بالامتزاز ، بينما يشير الشكل B الى دورة اعتيادية للتنشيط والتبريد .

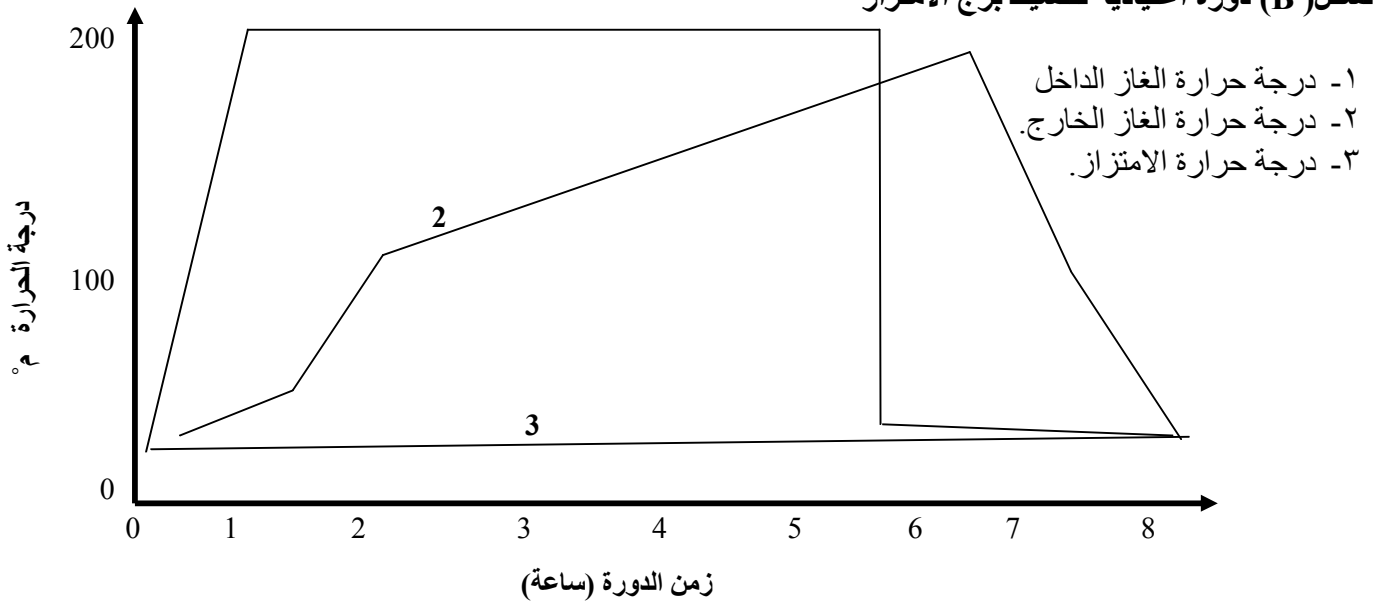
وفي دورة التنشيط ، يتم دفع غاز ساخن عند (170 - 230) م° داخل البرج . وتزيد درجة الحرارة العالية من سرعة ازالة الماء ، ولكن قد تحد من فعالية المادة الممدصة . ويمثل المنحني (2) في الشكل B تغيير درجات الحرارة لغاز التنشيط عند خروجه من برج الامتزاز مع الزمن . ويتراوح الوقت اللازم لأزاحة الماء نحو (4 - 8) ساعات ويفقد الغاز الداخل في بداية الامر حرارته لتسخين البرج ومحتوياته . وعند بلوغ درجة الحرارة داخل البرج نحو 120م° ، يبدأ الماء بالتبخر من المادة الممدصة ، بذلك يسير المنحني (2) في الشكل بوضع منبسط تقريبا الى حين بدء درجة الحرارة بالارتفاع الملحوظ ، مما يشير الى نهاية فصل الماء الممدص . يلي ذلك دفع غاز بارد لخفض درجة حرارة البرج والمادة الممدصة الى درجة الامتزاز اللازمة .



الشكل (A) :- مخطط لوحدة تجفيف الغاز بالامتزاز

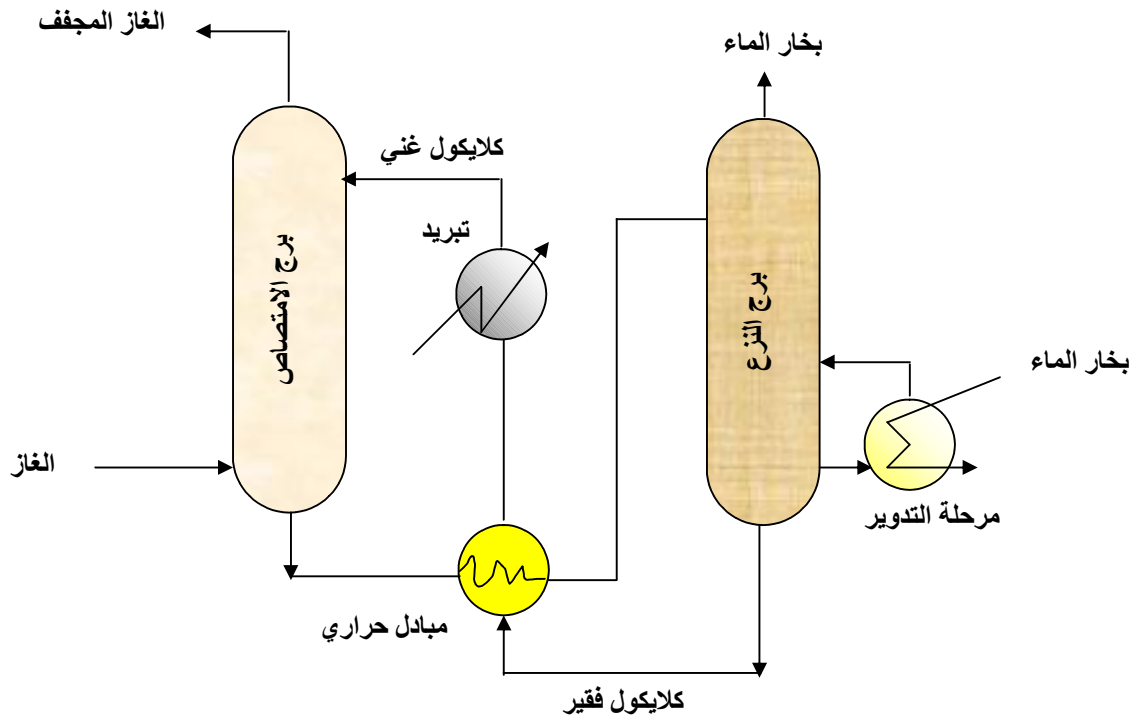
- ١- الغاز المطلوب تجفيفه .
- ٢- الغاز المجفف.
- ٣- غاز الاستعادة الساخن (180 – 200) °م
- ٤- غاز الاستعادة المحتوي على الماء.
- ٥- غاز للتبريد 20°.

الشكل (B) دورة اعتيادية لتنشيط برج الامتزاز



التجفيف بالامتصاص:-

تعتبر طريقة التجفيف بالامتصاص ، أي بأستعمال سائل لفصل الماء اكثر مناسبة خاصة عند تجفيف الغاز الطبيعي . وسائل الامتصاص الشائع الاستعمال عبارة ثلاثي اثيلين الكلايكول (Triethylene glycol) او ثنائي اثيلين الكلايكول (Diethylene glycol) . وتتكون وحدة التجفيف بالامتصاص من برجين اساسيين هما برج الامتصاص وبرج النزع (Stripping) في داخلهما صواني او مادة حشو لزيادة التلامس . يدخل الغاز من اسفل برج الامتصاص ويرتفع الى الاعلى بينما يضخ السائل من الاعلى أي بطريقة التيار المعاكس (Counter current flow). حيث يحصل امتصاص الماء عند درجات حرارة واطئة وضغط عال ويخرج الغاز المجفف من اعلى البرج بينما يترك السائل الغني (Rich liquid) من الاسفل مارا بمبادل حراري مع السائل الفقير (Lean liquid) الساخن من برج النزع لتسخينه بصورة اولية ويضخ بعد ذلك من خلال الثلث العلوي في برج النزع . يسخن برج النزع من الاسفل بواسطة مرجل التدوير (Reboiler) عند استعمال بخار الماء و الوقود . بذلك يطرد الماء الزائد في الكلايكول ويحصل على التركيز المطلوب للامتصاص . ثم يترك الكلايكول الساخن برج النزع مارا بمبادل حراري مع الكلايكول الغني البارد ويبرد بصورة اضافية لغرض الحصول على درجة الحرارة المطلوبة داخل برج الامتصاص . يبين الشكل (C) مخطط لوحدة التجفيف بالامتصاص . ومن العوامل التي تساعد على الامتصاص درجات حرارة واطئة وضغط عالي وسائل ذو تركيز عالي اما عملية النزع (طرد الماء) فتحصل عند درجات حرارة عالية (180- 200) م° وضغط واطئ ، كما ويزق احيانا غاز ساخن (Stripping gas) . لتسهيل عملية النزع .



الشكل (c) : مخطط لوحدة تجفيف الغاز بالامتصاص

تحلية الوقود الغازي (Sweetening of natural gas)

يحوي معظم انواع الغاز الطبيعي وبعض انواع الوقود الغازي الاخرى على نسب مختلفة من غازي كبريتيد الهيدروجين (H2S) او ثاني اوكسيد الكربون (CO2)(الغازات الحامضية) ، ان لوجود ذلك مساوي عند التفاعل او الاستعمال مثل احتمال انجماد ثاني اوكسيد الكربون عند درجات الحرارة الواطنة ومشاكل التآكل والتلوث . وتتم ازالة الغازات الحامضية (تحلية الغاز) اما بطريقة الامتزاز بأستعمال مادة صلبة ملائمة او بالامتصاص بواسطة سائل مناسب .

المواد الصلبة الملائمة لعملية التحلية بالامتزاز هي المناخل الجزيئية والفحم المنشط واوكسيد الحديد ، او هلام السليكا . تجري عملية التحلية بالامتزاز بطريقة مشابهة لعملية التجفيف بالامتزاز كما في الشكل (A) ، أي يتطلب وجود برجين على الاقل احدهما في مرحلة الامتزاز في حين الاخر يعمل في مرحلة التبريد والتنشيط . اما التحلية بالامتصاص تتم ايضا بطريقة مشابهة لعملية التجفيف بالامتصاص كما في الشكل (C) أي وجود برج للامتصاص واخر للنزع .

تعتمد السوائل الملائمة للتحلية بصورة اساسية على محلول من الايثانول – الامين (NH₂-CH₂-CH₂OH) خاصة ثنائي الايثانول – امين 2 (NH (CH₂-CH₂ OH) (DIETHANOLAMINE) كما توجد طرق تستعمل سوائل اخرى منها استعمال محلول من كاربونات البوتاسيوم او فينولات الصوديوم او السولفولان (Sulfolane) او محلول حامض اميني او الميثانول عند درجات الحرارة الواطنة (40- الى -70) م° وضغط مناسب .

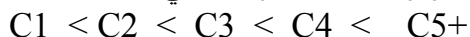
فصل الغاز (تجزئة الغاز) [Fractionations]

ملية فجزري الغاز الطبيعي به دف ازالة البنزين الطبيعي لتحسين المواصفات الفيزيائية للغاز ويطلب في صناعة البترول المسال (LPG) فصل البروبان والبيوتان اولا قبل مزجها حسب المواصفات المطلوبة كما يحصل فصل الغاز بهدف الحصول على مشتقات معينة او مركبات هيدروكاربونية موحدة . تجري عمليات الفصل بثلاث طرق :-

1. الامتزاز ، بأستعمال مادة صلبة مناسبة .
2. الامتصاص ، بأستعمال سائل مناسب .
3. التقطير تحت ضغط اعلى من الضغط الجوي او عند درجات الحرارة الواطنة .

فصل الغاز بالامتزاز :-

يستعمل في فصل الغاز بالامتزاز الكربون المنشط (Activated carbon) او هلام السليكا (Silica gel) ويعتمد على اساس ان سرعة الامتزاز النسبية تزداد بارتفاع الوزن الجزيئي للهيدروكاربون . حيث انها تتناسب عكسيا مع درجة التطاير النسبية (Relative volatility) ، أي ان سرعة الامتزاز النسبية تتغير كما يلي :-



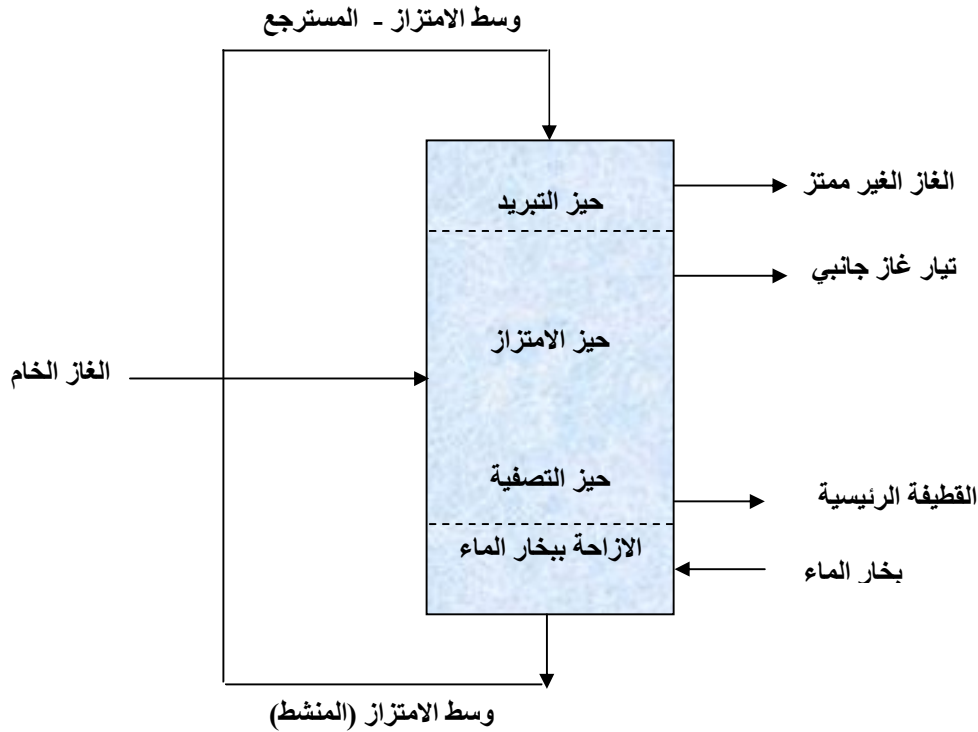
اما في مرحلة الانفصال فيحصل للهيدروكاربونات الاكثر تطايرا ازاحة اسرع من نظائرها الاقل تطايرا ، أي ان سرعة الازاحة النسبية تتغير كما يلي :-



وعلى هذا الاساس يتم فصل مكونات الغاز الطبيعي بصورة تقريبية او عزل البنزين الطبيعي منه . وتعمل طرق الامتزاز بصورة شبه مستمرة حيث يحصل اولا امتزاز الهيدروكاربونات حسب اوزانها الجزيئية وبعد ذلك تحدث عملية الازاحة حسب المبدأ المذكور سابقا بأستعمال غاز ساخن او بخار الماء عند 110 م° .

في حالة دفع غاز طبيعي رطب داخل برج الامتزاز ، يحصل امتزاز المركبات الهيدروكاربونية حسب اوزانها الجزيئية، بينما يتعرض الميثان للامتزاز بدرجة ادنى ، أي ان الغاز الذي يتحرر من البرج غني بالميثان . وعند اجراء مرحلة طرد الغاز من المادة الصلبة يتم فصل الميثان بسرعة اعلى ، أي ينتج في اعلى البرج غاز غني بالميثان ، وهكذا لنبسبة لمكونات الغاز الطبيعي . وبالامكان اجراء العملية بالطريقة المستمرة ، كما في الشكل (D)

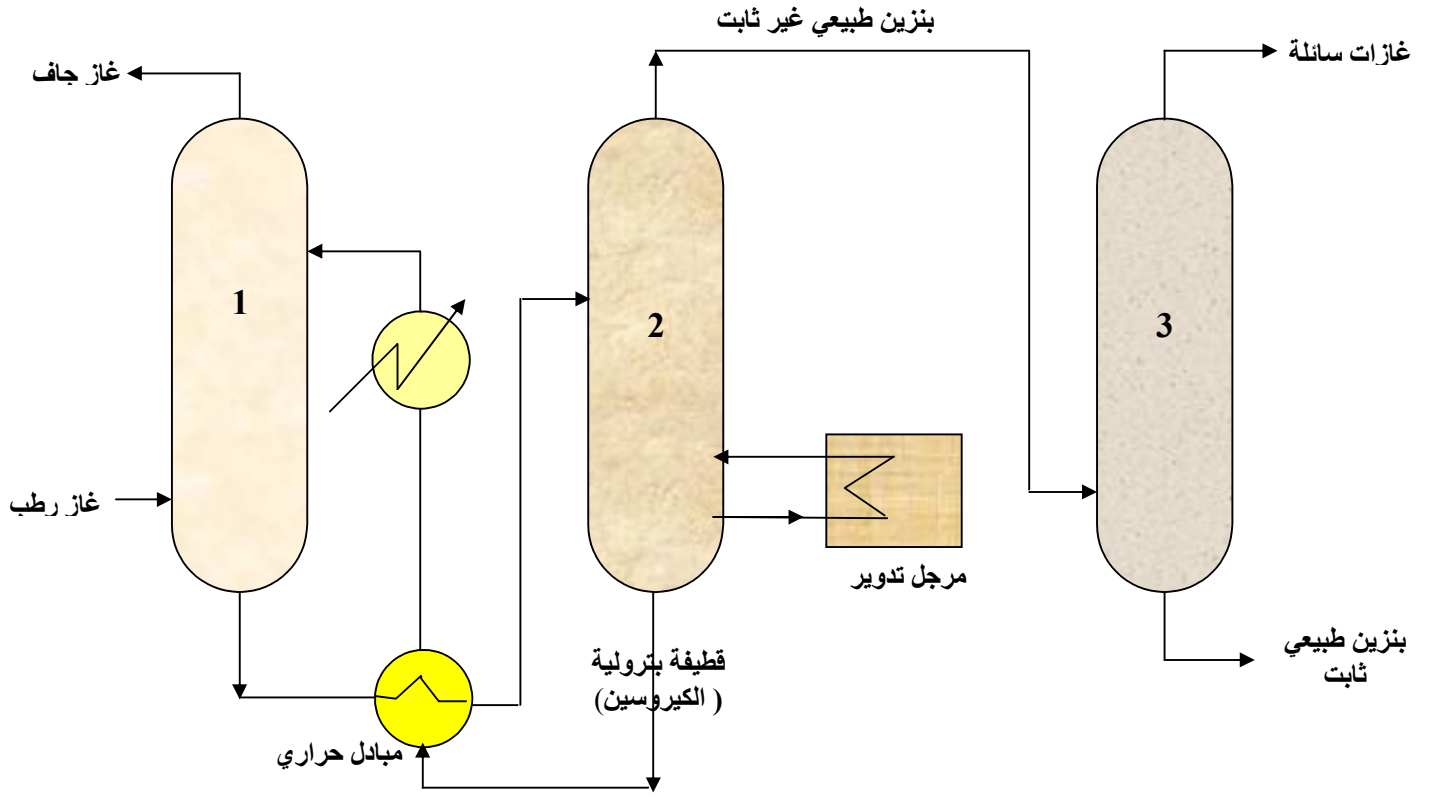
ومن الجدير بالذكر ان عملية الامتزاز ، تعني انضغاط الغاز ، وهي عملية باعثة للحرارة ، مما يتطلب التبريد ، بينما تعتبر عملية الازاحة ماصة للحرارة ، أي يلزم تسخين الوسط . وهذا يشير الى ان العملية تستنفذ كمية من الطاقة (طاقة تبريد او تسخين)



الشكل (D) يوضح فصل الغاز بالامتزاز (العملية المستمرة)

فصل الغاز بالامتصاص :-

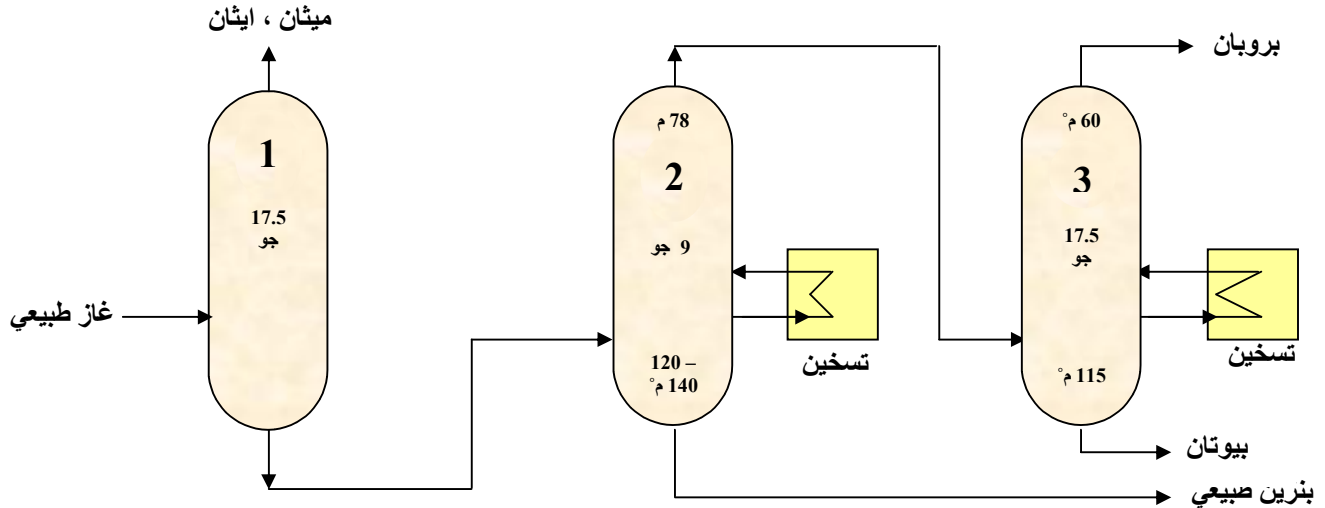
يعتمد الامتصاص ايضا على الوزن الجزيئي للغاز أي ان الهيدروكربونات الثقيلة تمتص في السائل اسرع من نظائرها الخفيفة ، ويستعمل لامتصاص الغاز قطرات نفطية مثل النفط الثقيلة او الكيروسين او زيت الغاز كما يساعد على الامتصاص الضغط العالي ودرجات الحرارة المنخفضة . وعمل وحدة الامتصاص لفصل الغاز شبيهه بوحدة الامتصاص للتجفيف او للتلمية كما في الشكل (C) ويمثل الشكل (E) مخطط لوحدة فصل البنزين الطبيعي (N.G) من الغاز كمثل لطريقة الامتصاص ، ويستعمل للامتصاص برج ذو صواني او برج حشو (Packed column) ، ويتم طرد الهيدروكربونات الممتصة من السائل بواسطة التسخين ، ان البنزين الطبيعي المستخلص بهذه الطريقة غير ثابت أي يحوي على قليل من الغازات السائلة (Liquid gases) . مما يتطلب فصلها في برج التقطير تحت الضغط كما في الشكل (F) .



الشكل (E) يوضح مخطط لعملية فصل الغاز بالامتصاص

التقطير تحت الضغط :-

عملية التقطير لفصل الغاز الطبيعي الى مكوناته تجري تحت الضغط او عند درجات الحرارة الواطئة او الاثنين معا . تتوقف ظروف عمل وحدات التقطير وعدد الابراج على مكونات الغاز ودرجة النقاوة المطلوبة للمنتجات ويمثل الشكل (F) مخطط لوحدة فصل الغاز الطبيعي حيث يحصل في برج التقطير الاول عند ضغط (17.5) جو فصل الميثان والايثان ، في البرج الثاني عند ضغط (9) جو و(120 – 140) م[°] (درجة حرارة قعر البرج) فصل البنزين كمتبقي في الاسفل بينما يحصل في البرج الثالث وعند (17.5) ضغط جوي ، (15) م[°] (حرارة القعر) فصل البروبان والبيوتان كما مبين في الشكل .



الشكل (F) مخطط لوحدة فصل الغاز الطبيعي بواسطة التقطير تحت الضغط

بعض الوحدات المتداولة

$$1 \text{ meter}^3 = 6.28981077 \text{ barrel (oil)}$$

$$1 \text{ barrel (oil)} = 0.1589872949 \text{ meter}^3$$

$$1 \text{ meter}^3 = 35.31466672 \text{ foot}^3 \longleftarrow \text{المتر المكعب الطبيعي}$$

$$1 \text{ meter}^3 = 37.33 \text{ foot}^3 \longleftarrow \text{المتر المكعب القياسي}$$

$$1 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 14.2231 \text{ Psi} \quad \text{حول إثبات المقدار الآتي}$$

$$\text{When } N = \text{Kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \longrightarrow N = 0.225 \text{ Lb, Force}$$

$$1 \text{ Lb, mass} = 0.4536 \text{ Kg} \longrightarrow \text{Kg} = 1 \text{ Lb, mass} / 0.4536$$

$$\# 1 \text{ in} = 2.54 \text{ c m} \text{ ,, } 1 \text{ in}^2 = 6.4516 \text{ cm}^2 \longrightarrow \text{cm}^2 = 1 \text{ in}^2 / 6.4516$$

$$1 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = \frac{1 \text{ Lb, mass}}{6.4516} = 14.2231 \text{ Psi}$$

Hence:

$$1 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 14.2231 \text{ Psi}$$

$$1.02 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 \text{ (bar)} \longrightarrow 1 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 98039 \text{ N} / \text{m}^2 \text{ (bar)}$$

Note:-

$$\text{Lit} = \text{dm}^3$$

$$\text{ml} = \text{cm}^3$$

$$\text{m}^3 = 1000 \text{ lit.} \text{ , } \text{lit} = 1000 \text{ cm}^3 \text{ , } \text{m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ foot} = 12 \text{ inch}$$

$$1 \text{ meter} = 3.280839895 \text{ foot}$$

$$1 \text{ barrel (oil)} = 158.9872949 \text{ liter}$$

$$1 \text{ barrel} = 115.6271236 \text{ liter}$$

كيفية حساب كفاءة المحطات الكهربائية نظرياً

مثلاً محطة كهرباء معينة نرسم لها P1

$$P1: 415 \text{ م}^3 \text{ ساعة} \times 37.33 \text{ م}^3 \text{ م}^3 \text{ ساعة} \times 24 \text{ ساعة} \text{ يوم} = 0.372 \text{ م}^3 \text{ م}^3 \text{ ساعة} \times \text{يوم} \times \text{الحمل}$$

القيمة الحرارية للوقود الغازي (sales gas) والمغذي للجهات المستهلكة نعتبرها = 9676 كيلو كالوري \ م³

$$\text{Calorific value} = 9676 \text{ kcal / m}^3$$

$$1 \text{ Kw.hr} = 860 \text{ Kcal}$$

$$1 \text{ MW.hr} = 860,000 \text{ Kcal} \longrightarrow 1 \text{ MW} = 860,000 \text{ Kcal / hr.}$$

According to this law:

$$\text{Efficiency} = \text{out put power} / \text{in put heat}$$

$$\eta = \frac{1 \text{ Mw}}{415 \text{ m}^3 / \text{hr} \times 9676 \text{ Kcal / m}^3} = \frac{860,000 \text{ Kcal / hr.}}{415 \text{ m}^3 / \text{hr} \times 9676 \text{ Kcal / m}^3} = 21.4 \%$$

وعلى فرض ثبوت القدرة الكهربائية الخارجة يمكن تبسيط القيم اعلاء بالصورة التالية:-

$$\eta = \frac{88.88}{\text{معدل استهلاك أو جريان الوقود الغازي}}$$

$$\eta = \frac{88.88}{260} = 34.18 \% \longleftarrow \text{كفاءة محطة كهرباء P2}$$

$$\eta = \frac{88.88}{300} = 29.6 \% \longleftarrow \text{كفاءة محطة كهرباء P3}$$

وهكذا بالنسبة لمعرفة كفاءة اي محطة او وحدة كهربائية يمكن احتسابها من الصيغ والقوانين اعلاه على شرط معرفة معدل استهلاك او جريان الوقود الغازي لها

