

AIChE Capsules

2

0

2

0

AIChE Technical Book

AIChE 
Suez University Student Chapter



WWW.AIChESUSC.ORG

Contents

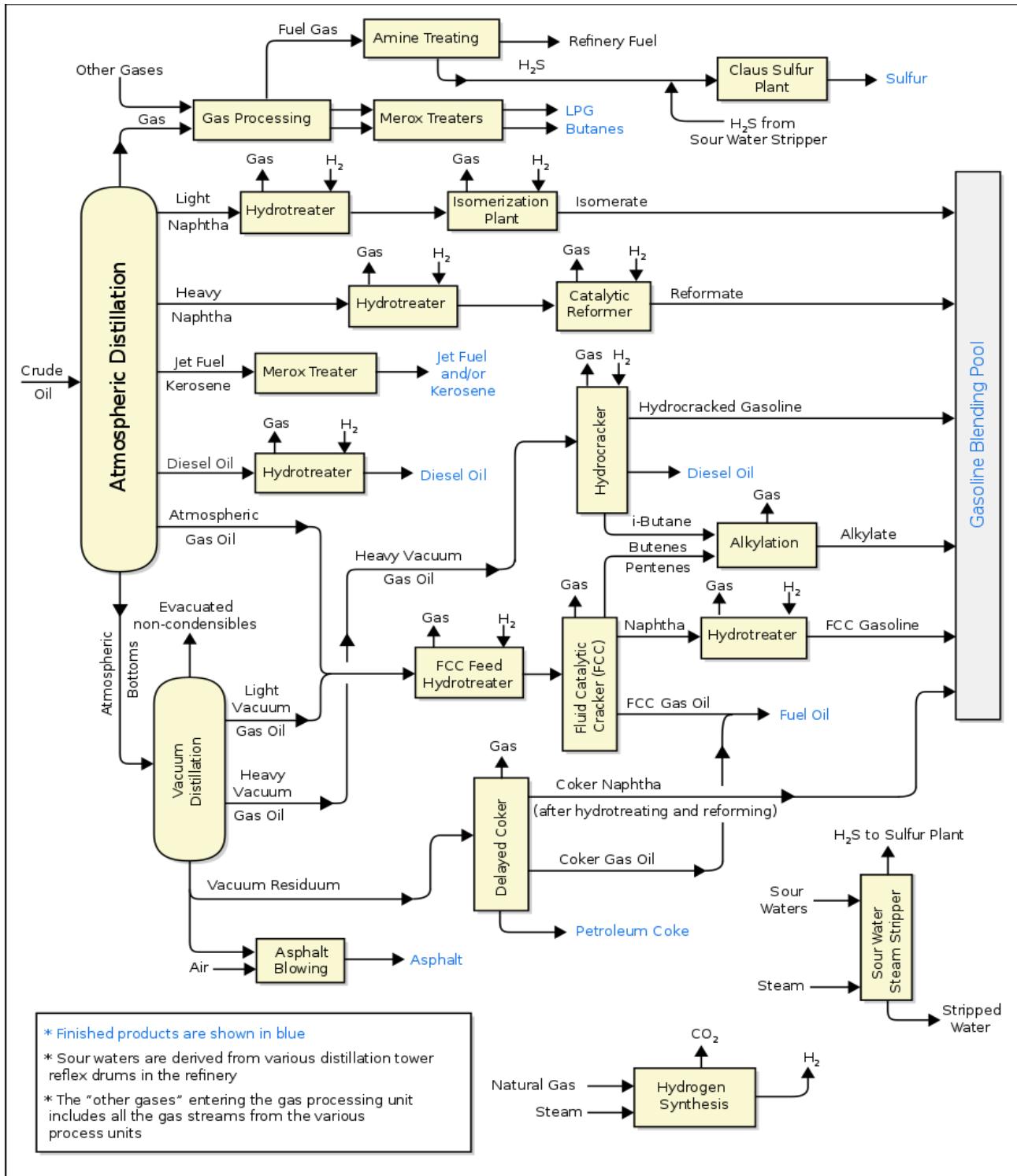
Refinery posts.....	6
Atmospheric distillation unit.....	7
Vacuum distillation unit.....	8
Coker unit.....	10
Fluidized catalytic cracking (FCC)	11
Hydrocracking unit	12
Catalytic reforming	14
Isomerization unit.....	16
Alkylation unit.....	17
Hydrotreating unit.....	18
Industrial Naphtha	19
Petroleum gases	21
Waxes	23
Petroleum Asphalt.....	24
Sulfur Recovery unit (SRU)	26
Vapor Recovery Unit	28
Gas processing.....	29
Introduction and water problems	30
J/T Process (Joule/Thomson):	33
hydrate inhibitor [LTS]	34
Hydrate [LTX].....	34
Mechanical Refrigeration System.....	35
Refrigerated J-T Process	37
Turbo Expander	38
NGL recovery	40

Cement industry	41
Introduction	42
Manufacturing steps.....	44
Cement types.....	47
Cement quality tests.....	48
Fertilizers industry.....	50
Introduction	51
Ammonia production	52
Urea production.....	54
Reactors	57
❖ Overview	58
❖ Types of reactors in detail	62
❖ Design Considerations.....	68
Separators.....	69
❖ Methods of Separation	69
❖ Classification	70
❖ Separator internals.....	72
❖ Horizontal separator Vs Vertical separator.....	74
❖ Troubleshooting of separators.....	77
Heat Exchangers.....	79
❖ Types of heat exchangers	80
❖ Shell and Tube Heat Exchanger	85
❖ U-Tube Heat Exchanger	87
Fired Heaters.....	89
introduction	90

Pumps and Compressors	96
❖ Overview	96
❖ Centrifugal Pump.....	97
❖ Reciprocating Pump.....	99
❖ Centrifugal vs reciprocating pumps.....	101
❖ Multi-Stage Pumps	102
❖ Cavitation	104
❖ Special Types of Pumps	107
❖ Pump Performance curve	110
Valves	114
Introduction	115
Valves types.....	116
Control Valve	121
JT-Valve.....	123
Polymerization	125
Introduction and types of polymerization	126
ABS.....	128
PVC	131
Poly Ethylene	133
Plastic healthy grades	136
Drilling Muds	138
Drilling fluids.....	138
Mud pump	140
Water treatment	142
Introduction and water characteristics	143
industrial water treatment systems	144

Reverse osmosis (RO)	150
Zero Liquid Discharge (ZLD)	152

Refinery posts



Atmospheric distillation unit

تعتبر من اهم الوحدات في معالجة النفط الخام.

- ❖ هي المسؤولة عن تقطير الخام للمنتجات الرئيسية مثل (بنزين السيارات ووقود الطائرات ومكونات أخرى كثيرة).
- ❖ فكرة العمل : هو الاختلاف في درجات الغليان لمكونات الخام، فالمكونات التي درجة غليانها قليلة تصعد لأعلى البرج والعكس صحيح .
لكن توجد مشكلة : ان المركبات الخفيفة التي تصعد لأعلى البرج يكون معها بعض المركبات الثقيلة ولكن بكميات صغيرة والعكس صحيح. وكيفية حلها؟؟
حلول تلك المشكلة لكي نصل لأكبر درجة نقاء: يفضل استخدام

Trays and down comers ❖
Condenser and reflux ❖
Reboiler ❖

- ❖ Trays : هي فتحات صغيرة في طبقات البرج يحدث داخلها اتصال بين السائل والغاز فيقصد الغاز الخفيف لأعلى البرج ويهبط السائل الثقيل لأسفل.
- ❖ Condenser : يستخدم في زيادة كفاءة الفصل. بعد صعود الغاز لأعلى يدخل في المكثف فتفقد درجة حرارته ثم يتم إعادةه الى أعلى البرج على هيئة reflux .
وهذا لأن البخار الذي صعد إلى البرج درجة حرارته عالية جداً ويكون خفيف جداً لكنه يحتوى على بعض المكونات الثقيلة التي من الضروري ان تهبط لأسفل البرج.
وبهذا تكون قد وصلنا لأعلى درجة نقأء في الفصل.

المنتجات الناتجة من التقطير:

- ❖ LPG &Light gases: وهي المركبات الخفيفة التي تخرج من أعلى البرج على هيئة غازات (مركبات من c1:c4) واهمهم غاز الميثان والبروبان والبيوتان.
- ❖ Naphtha: يستخدم كوقود للسيارات وصناعة الكيماويات
- ❖ Kerosene: يستخدم كوقود للطائرات
- ❖ Diesel oil: يستخدم كوقود للعربات النقل
- ❖ Bitumen: يستخدم في صناعة أسفلت الطرق

Vacuum distillation unit

هي المسؤولة عن التعامل مع ال Atmospheric residue الخارج من قاع برج التقطير الجوي والذي يحتوي على بعض المركبات الخفيفة التي نريد فصلها عنه.

❖ هناك سؤال يطأ على اذهاننا وهو :لماذا لا يتم فصل ال Atmospheric residue داخل وحدة ال Atmospheric unit ؟
السبب في هذا ان residue يغلي عند درجة حرارة عالية جدا لذلك اذا حاولنا الوصول لتلك الدرجة فسينتج عن ذلك :

1. Coking: يحدث تفحيم لمعظم المناجم لأنها تغلي عند درجة حرارة أقل بكثير من هذه الدرجة
2. Cracking: لكي نعمل في تلك الدرجات نحتاج طاقة هائلة مما قد يسبب

❖ وبما ان درجة الغليان هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط الجوي المحيط مع الضغط البخاري وبالتالي اذا قل الضغط المحيط ستقل درجة الغليان . اذن فقد توصلنا لفكرة عمل وحدة VDU :

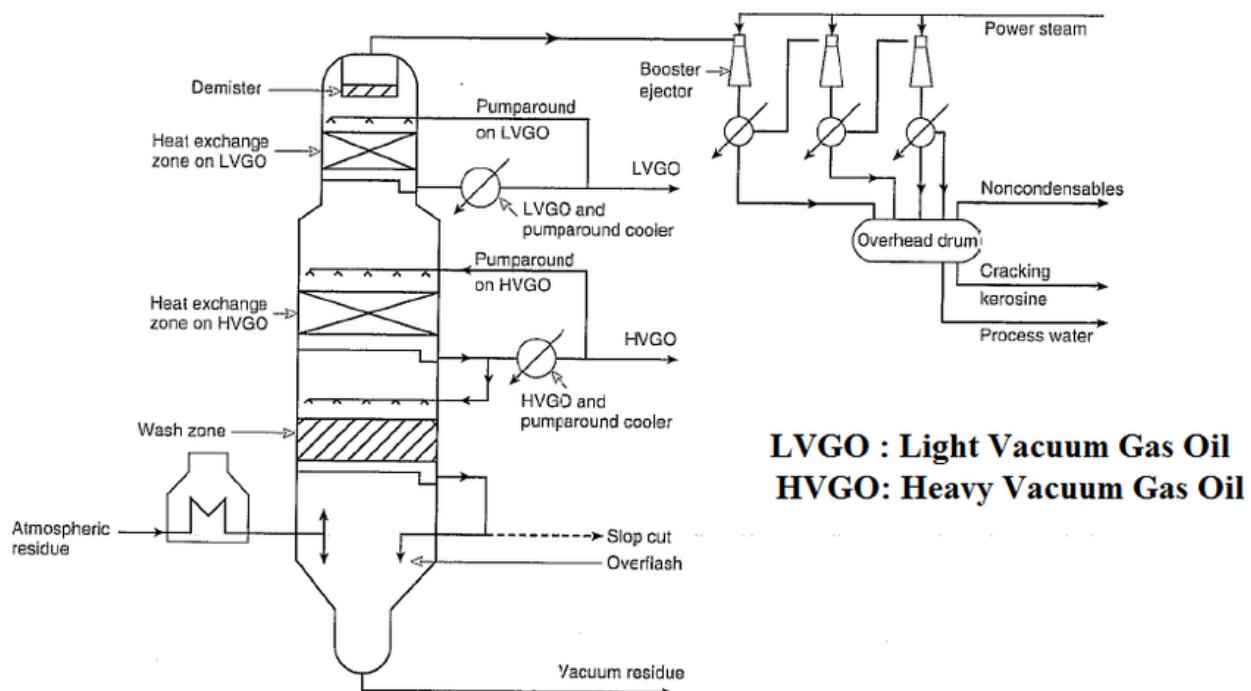
والتي تعتمد على خفض الضغط الى ٢٠ مللي زئبق في حين ان الضغط في وحدة التقطير الجوي ٧٦٠ مللي زئبق وبالتالي فسيحدث الغليان عند درجة حرارة اقل.

- ❖ آلية العمل داخل الوحدة :
1. يدخل ال feed على سلسلة من المبادلات الحرارية ترفع درجة حرارته جزئياً
 2. يدخل الى fired heater وهذا تصل درجة حرارته الى ٤٠٠ درجة مئوية
 3. يتم عمل super-heated steam injection اثناء الفصل داخل البرج وهذا يساعد في تقليل الضغط الجزيئي للهيدروكربونات الى ١٠ مللي زئبق وبالتالي يسهل من حدوث تبخّر للfeed.
 4. يوجد في اعلى البرج condenser يستخدم في فصل المياه الموجودة في الخام ويتم غليها مرة أخرى لإعادة استخدامها .

- ❖ يتم تقليل الضغط بطريقة من الأثنين :
 1. **Injectors**: تعمل بالبخار (أقل في التكلفة).
 2. استخدام **vacuum pump** (أفضل للبيئة).
- ❖ المنتجات الناتجة عن الوحدة :

Light gas oil .1
Heavy gas oil .2
Vacuum residue .3

Catalytic cracking ثم الى وحدة Hydrotreating (1,2) يتجهوا الى وحدة Hydrotreating ثم الى وحدة Coker (3) يتجه لوحدة Coker لأنّ انتاج البتومين.



Coker unit

النواتج الخارجة من وحدة vacuum distillation هي

.light gas oil .1

.heavy gas oil .2

.vacuum residue .3

تخضع هذه المنتجات للمعالجة للحصول على منتجات أخرى مطلوبة و من هذه العمليات عملية

Decoking

- ❖ حيث يتم أخذ قاع وحدة التقطير التفريغي كتغذية لإنتاج عدة منتجات عن طريق تكسير السلسل الكربونية الكبيرة في ال residue الى سلسل اصغر عند درجات حرارة من (507°C-482°C) وضغط 1.029 ضغط جوي.

- ❖ يمر feed على Furnace بسرعات عالية لتفليل retention time وتأجيل تكون الفحم إلى أن يصل لل drum ولذلك سمى delayed coking

- ❖ يتم دخول feed من الأسفل ليتم تكسير السلسل الكربونية و تخرج المنتجات الخفيفة من الأعلى لإستغلالها في وحدات أخرى بينما يتربس الكوك في الأسفل ليتم استخلاصه عن طريق high pressure water spray

- ❖ عند استخلاص الكوك يتم تبديل drum الممتلئة بأخر فارغة حتى لا تتوقف العملية.

المنتجات الأساسية للوحدة هي

.Fuels Gas and LPG .1

.Coker naphtha .2

.Coker kerosene .3

.Coker gas oil .4

.Coke .5

Fluidized catalytic cracking (FCC)

- ❖ عمليات cracking بشكل عام هدفها هو تكسير مركبات تقيلة ذات سلاسل طويلة إلى مركبات أخف وأقصر وذات قيمة اقتصادية عالية.
- ❖ ال feed الأساسية لوحدة FCC هو ال heavy gas oil سواء كان خارج من وحدة ال Coker أو Vacuum atmospheric distillation
- ❖ عند استخدام oil vacuum تلجئ محطات التكرير إلى القيام بعمليتين إضافيتين للتخلص من الاسفلت والكبريت (DE asphalting +Desulfurization) و تسمى في هذه الحالة RFCC.
- ❖ في بداية العملية يمر feed بعملية hydrotreating للتخلص من الشوائب بهدف تحسين جودة المنتجات و الحفاظ على العامل الحفاز.
- ❖ تتكون الوحدة باختلاف تصميمها من مكونين أساسين و هما Reactor and Regenerator .
- ❖ يتم دفع ال feed إلى أسفل ال reactor بعد تسخينه لحرارة تصل إلى (315: 426) درجة سيلزية حيث تتم عملية الخلط مع powdered catalyst تصل درجة حرارته من 760-650 درجة سيلزية.
- ❖ بعد الخلط تحدث عملية التكسير ثم تخرج المنتجات من أعلى المفاعل حيث يتم إرسالها إلى برج تقطير لفصل المنتجات عن بعضها البعض.
- ❖ التفاعل ي يتم سربع جدا حيث يحتاج من ثانتين إلى 10 ثواني لان تمام التفاعل بشكل نهائي.
- ❖ وأخيرا يتم إرسال ال catalyst + heavy oil reactor من أسفل و steam injection حيث يتم تجميعهم في catalyst و disengaging zone ارسال العامل الحفاز إلى Regenerator حيث يتم حرق الكوك المترسب على سطحه و اعاده استخاته مرة أخرى.

يوجد نوعان لوحدة FCC

- ❖ Stacked type
- ❖ يكون فيها Reactor فوق Regenerator وكلاهما له نفس vessel .
- ❖ Side by side
- ❖ يكون فيها Reactor and Regenerator في اتنين vessels مختلفتين.

المنتجات الأساسية لوحدة FCC هي

- ❖ Olefins and light gases
- ❖ Light fuel oil .
- ❖ Higher octane gasoline. ❖

Hydrocracking unit

من أهم الوحدات في ال refinery لأنها مسؤولة عن إنتاج gasoline و jet fuel ، و هما من المنتجات التي يتم الإقبال عليهم بكثرة من مركبات ثقيلة و لها قيمة اقتصادية أقل عن طريق التكسير باستخدام (Hydrogen catalysts).

Feed

- Atmospheric gas oil ♦
- Vacuum gas oil ♦
- Coker gas oil ♦

بينما يتكون العامل الحفاز من جزئين

(1) Metallic part

و هذا الجزء مسؤول عن عملية الهدرجة لإزالة الشوائب مثل الكبريت و النيتروجين الذي تسبب نف العامل الحفاز.

(2) Acid part

و هذا الجزء مسؤول عن تكسير feed و تحويله إلى مركبات أصغر غير مشبعة و التي بدورها تتم هدرجتها لتحويلها إلى مركبات ثابتة مستقرة.

بالنسبة للعامل الحفاز المستخدم يختلف باختلاف العملية و feed و المواد المرغوبة . و لكن الأكثر شيوعا هو خليط من silica alumina بالإضافة إلى كميات صغيرة من Metal earth ب المختلف من مصنع آخر مثل البلاتينيوم أو النيكل و هناك نوع آخر مكون من خليط من platinum-Zeolite .

نوع العملية يختلف باختلاف feed و المواد المرغوبة و هناك نوعان

- One stage (1)
نسبة conversion تتراوح بين 40:80% .
- Two stages (2)
Higher conversion

المراحل التي يمر بها feed

- 1) مرحلة الإعداد و فيها يتم التخلص من الشوائب التي تسمم العامل الحفاز.
- 2) بعد عملية المعالجة تتم عملية التسخين باستخدام مبادلات يليهم الفرن كي نصل الى الحرارة المطلوبة للتفاعل .
- 3) يتم بعد ذلك الاتجاه الى المفاعل و من ثم بدأ التكسير.
- 4) تخرج النواتج من المفاعل الى separator و ذلك لفصل الهيدروجين و إعادة استخدامه مرة أخرى أما المنتج السائل فيذهب الى fractionator ليتم فصله إلى

Light gases ♦

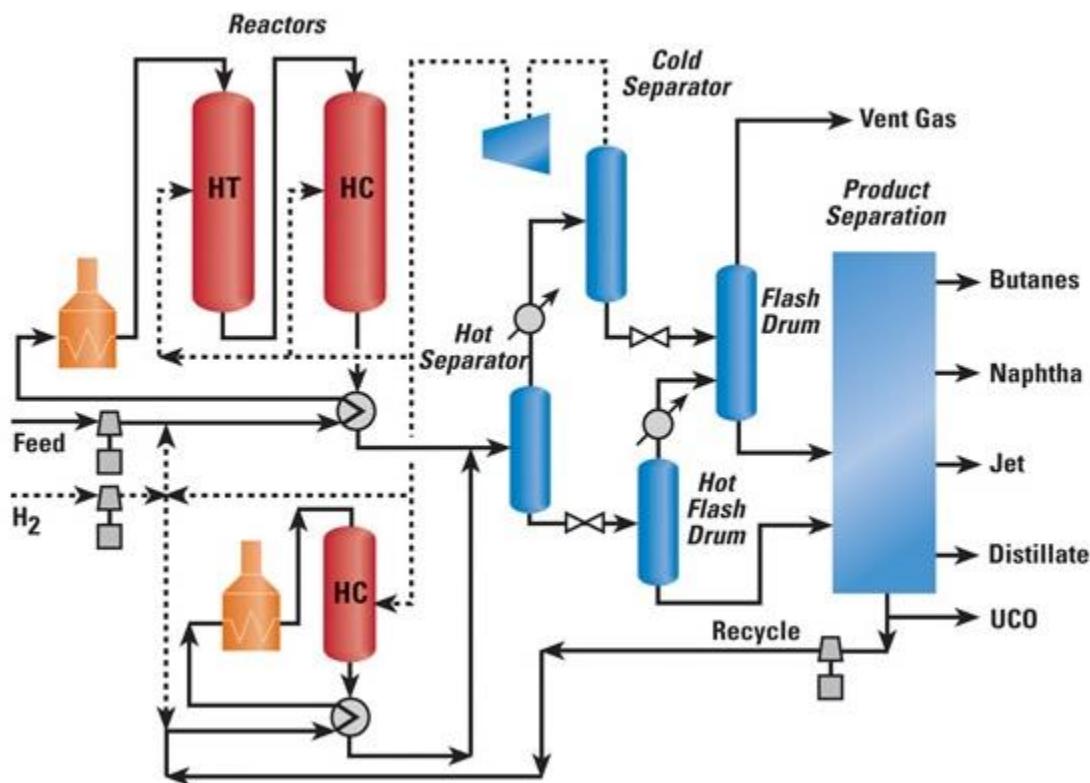
Light and heavy naphtha ♦

jet fuel ♦

Diesel ♦

Heavy bottoms ♦

و هذا المنتج تعاد معالجته مرة أخرى في second stage .



Catalytic reforming

- ❖ من اهم وحدات التحويل ومعالجه للخام الموجود فى شركات التكرير هي وحده الاصلاح الحفزي فهى مسئولة عن إنتاج حوالى 37% من نسبة الإنتاج الكلية للغازولين.
- ❖ الدخل الأساسي لهذه الوحدة هو الهيدروجين مع النافثا الثقيلة الذى ينتج من برج التقطر وبالإضافة الى الناتج من وحدتي التفحيم البترولي و التكسير أيضا.
- ❖ دور غاز الهيدروجين في هذه العملية هو حمايه العامل الحفاز من ان يتربس على سطحه الكربون الناتج من بعض التفاعلات وبالتالي ضمان حدوث العملية بكفاءة عالية ولأطول فترة ممكنة.
- ❖ العامل الحفاز المستخدم في هذه العملية غالبا هو البلاتينيوم وعلى نطاق اقل يتم استخدام الرينيوم على قاعده من أكسيد الالمونيوم .
- ❖ التغذيه لهذه الوحده معظمها هو الكانات عاديه وهى بنسبة 45-55% والكانات حلقيه بنسبة 30-40% ومركبات اروماتيكيه عطريه بنسبة من 30-40% والالكينات تكون معدومه بنسبة 0-2%
- ❖ تتم هذه العملية بهدف زياده الرقم الاوكتانى للتغذيه وذلك بتحويل اكبر نسبة من الالكانات العاديه والحلقيه الى مركبات اروماتيكيه عطريه لها رقم اوكتان عالي .
- ❖ وتتم هند العملية عند درجه حراه تصل الى 900 فهرنهait (500 سليزيوس تقريبا) , وضغط عالي يصل الى 45 ضغط جوى.
- ❖ أجزاء الوحدة الأساسية عموما هي ثلات مفاعلات وثلاث افران ومجزئ.

سننكلم الان عن اليه العمل خلال كل جزء من هذه الأجزاء للوصول للمنتج الذى نحتاج اليه .

- ❖ أول مرحله في الوحده هي المعالجه الاوليه للتغذيه التي يتم فيها اعداد الدخل او التغذيه قبل الدخول للمفاعل عن طريق إزالة الشوائب مثل مركبات الكبريت والنيدروجين والأكسجين اللي تؤثر على العامل الحفاز وبتسبب تسمم له وابطال مفعوله وهكذا تتم العملية لأطول فترة وبأعلى كفاءة ممكنه.
- ❖ ثم نمر الدخل او التغذيه اللي هي خليط من النافثا الثقيلة مع الهيدروجين علي المبادر الحراري ثم إلى الفرن لكي نصل لدرجة حرارة التفاعلات المطلوبة واللتي تكون من 495°C إلى 525°C وخرج من الفرن علي أول مفاعل الذي تتم فيه التفاعلات أهمها تفاعلات نزع الهيدروجين للالكانات والعاديه والحلقيه وهي تفاعلات ماصة للحرارة بدرجة كبيرة.
- ❖ ونتيجة لذلك بعد فترة تقل درجة الحرارة وبالتالي يقل معدل التفاعل فنحتاج لرفع الحرارة مره اخرى لنعرض النقص الذي حدث.
- ❖ بيخرج الخليط من أول مفاعل الى الفرن الثاني لرفع الحرارة لدرجة حرارة التفاعل ثم إلى ثاني مفاعل ليتكرر ما حدث ف أول مفاعل من نقص في الحرارة وفي معدل التفاعل فنمره علي فرن ثالث ثم مفاعل ثالث.
- ❖ غالبا الثلا ثلاثة مفاعلات كافيين إني أوصل المنتج المطلوب وأحيانا العدد يختلف حسب الظروف ونوع التغذيه والمنتج المطلوب.

❖ المنتج الخارج من ثالث مفاعل يكون خليط من reformate و الهيدروجين و الغازات الخفيفه (فيدخل الخليط علي فاصل الغاز لنفصل الهيدروجين).

❖ ثم ندخل علي المجزئ لنفصل الغازات الخفيفه من القمه التي تكون C4 وما أخف ونحصل علي الريفورميت من الأسفل كمنتج نهائي من الوحدة فناخذه علي وحدات المزج الخاصة بإنتاج الجازولين.

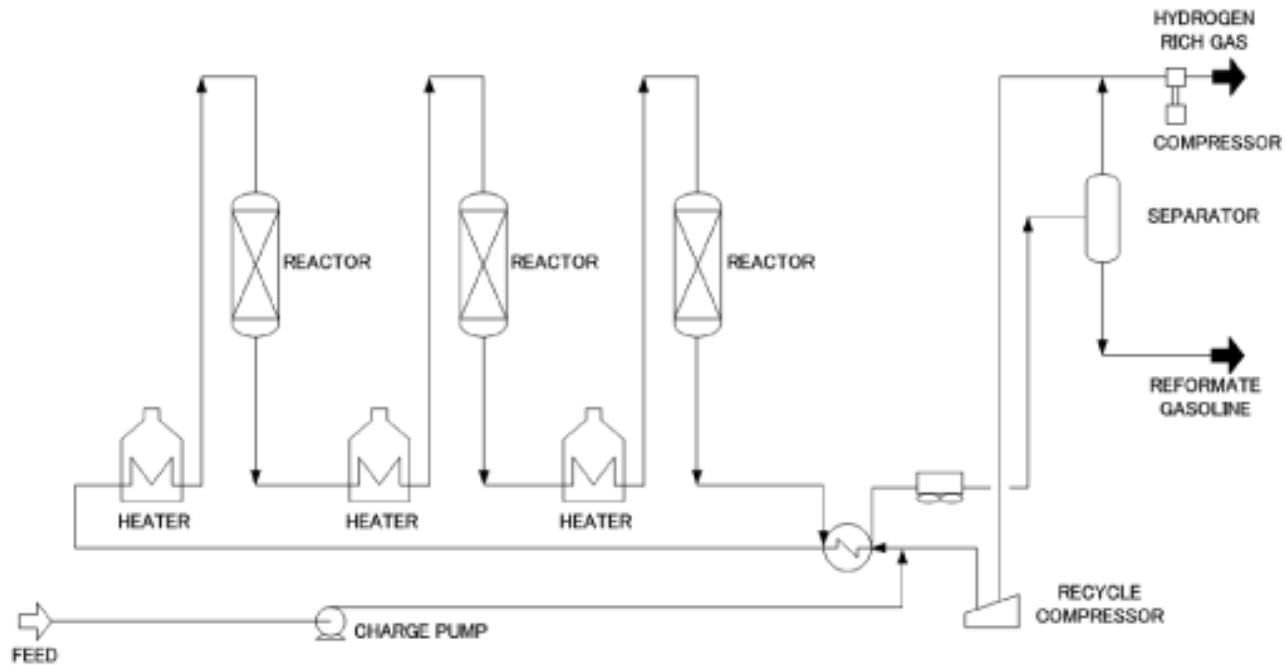
وهكذا تكون منتجات الوحدة هي

- الـ reformate الذي يستخدم في وحدات مزج الجازولين .

- غاز الهيدروجين المستخدم في وحدات المعالجه الاخرى مثل الـ hydrotreating التي سنتحدث عنها فيما بعد او الهيدروكرانج او كوقود غاز في الأفران.

- الغازات الخفيفه مثل c1,c2,c3,c4

بitem فصل من الغازات الخفيفه c3&c4 الذي يتم استخدامهم في صناعه انبيب البوتاجاز المستخدمه في المنازل و c1&c2 المستخدمه كوقود غازى او في الصناعات البتروكيماويه.



Isomerization unit

هي ايضا وحده لزياده رقم الاوكتان ولكن لجزء معين من النافثا وهو النافثا الخفيفه القادمه من التقطير الجوى

عندما تحدثنا عن التقطير الجوى لاحظنا انه من ضمن المنتجات الخارجيه هي النافثا.
يتم ادخالها على مجزئ يقسمها إلى نافثا ثقيله (تذهب لوحدة الاصلاح كما ذكرنا من قبل)
ونافثا (خفيفه تذهب لوحدة الازمره)

فيبيقي السؤال هنا ...بما إن العمليتين هدفهم انتاج منتج ذو رقم اوكتان عالي ..لماذا لا نكتفى بوحدة واحدة فقط ونقل التكاليف ؟

السبب هو التكسير الذي يحدث في الاصلاح سيسبب خسارة في النافثا الخفيفه وستتحول لغازات خفيفه لها قيمة أقل.

عملية الازمره هي عملية تحويل الالكانات العاديه إلى الكانات متفرعه المقابلة لها وهذا ينتج عنه زيادة كبيرة في رقم الاوكتان.

فالبنتان العادي مثلها رقم اوكتان 61.7 ولكن بعد تحويله إلى ايزوبنتان يترفع رقم الاوكتان لـ 92.3.

العامل الحفاز المستخدم في الوحدة هو ال بلاتينيوم علي قواعد مختلفة تختلف علي حسب التغذيه والكافأة المطلوبة للوحدة.

في كثير من الاوقات تحتاج اضافه كلوريد الذي يساعد في تحقيق أعلى كفائة للعامل الحفاز و نتيجة لهذا نمرر التغذيه علي مجفف قبل ان يدخل المفاعل لكي تكون خالية من الماء وأي مصدر للأكسجين لتجنب تفاعله مع الكلوريد وتكون HCl وبالتالي تتجنب مشاكل مثل التأكل او ابطال مفعول عامل الحفز

و ايضا لحماية العامل الحفاز من تراكم الكربون عليه نضيف هيدروجين مع التغذيه.

عملية الازمره تحتاج حرارة منخفضة من 300 $^{\circ}F$ لتجنب حدوث التكسير والتفاعلات التي تحدث داخل المفاعل عباره عن تفاعلات طارده للحراده(بنتج عنها حراره).

المنتج الرئيسي للوحدة هو ال isomers بالإضافة لغازات الخفيفه.

Alkylation unit

تحدثنا فيما قبل عن وحدة الـ FCC التكسير الحراري الحفري والوحدة تخرج عدة منتجات وهي:
 (الكينات وغازات خفيفه - الوقود النفطي الخفيف - جازولين له اوكتان عالي)

سنتحدث الان عن وحدة الالكله التي تستخدم ناتج وحدة التكسير الحراري الحفري FCC كتغذية لها وهو
 عبارة عن:

(الكينات لها وزن جزئي منخفض - الايزوبيوتان اللي يخرج من وحدة الازمه)

يتم في البدايه معالجه لللتغذيه داخل كوليسير (جهاز يستخدم للتخلص من المياه او اي شوائب موجوده في
 الدخل)

وحدة الالكله لها عدة أسماء علي حسب ال عامل الحفز المستخدم فيها:
 في حالة استخدام حمض H₂SO₄ كعامل حفز تسمى الوحدة وحدة الالكله باستخدام حمض الكبريتيك
 في حالة استخدام حمض HF يتم تسمية الوحدة وحدة الالكله باستخدام حمض الهيدروفلوريك

الوحدة تتكون من اربع اجزاء:

1-جزء التفاعل.

2-جزء المعالجه بالتدفق

3-جزء التبخير

4-وحدة التجزئ

في البدايه تتفاعل الالكينات مع الايزوبيوتان داخل غرف تفاعل عند درجات حرارة(300°C) والتي يتكون
 ممتنئة بالحمض لإنتاج alkylate والذى يكون عبارة عن جازولين له رقم اوكتان عالي.

بعد ذلك يتم إرسال الناتج إلى وحدة المعالجة بالتدفق ليتم فصل الالكيليت عن المحمض وأى منتج جانبي
 تكون اثناء العملية، يليها إرسال الناتج إلى وحدة التجزئ حيث يتم فصل أي زيادة من ايزوبيتين ليتم
 استرجاعه واستخدامه مرة أخرى.

وأخيرا يتم إرسال ال حمض المستهلك الى وحدة التبخير حيث تتم حدوث عملية استخلاص الحمض يليها
 حدوث عملية تعادل له ليتم ال تخلص منه.

Hydrotreating unit

❖ تحدثنا مسبقاً عن وحدات الـ reforming والـ FCC والـ alkylation وغيرها وكلها وحدات مشتركة في شيء إلا وهو مرور الدخل الخاص بها على وحدة الـ ...hydrotreating

تقوم بالخلص من الشوائب الموجودة في الخام مثل

- الكبريت والنتروجين والأكسجين وذلك لضبط مواصفات المنتج النهائي أو لاعداده للدخول في عملية بعدها بالإضافة أنها تسبب تسمم للعامل الحفاز داخل المفاعل
 - المعادن بيتم التخلص منها
- يتم التخلص من المعادن عن طريق حدوث عملية الهدرجة فترسب فنتخلص منها؛ لأن المعادن تؤدي تأكل حاد داخل المفاعل والخطوط.

وحدة المعالجة بالهيروجين تشمل عدة عمليات:

1- وحدة الفرن

2- مفاعل الهدرجة

high pressure separator-3

low pressure separator-4

amine absorber-5

❖ في البداية يتم رفع درجة حرارة الدخل عن طريق المبادل الحراري يليه عملية الخلط مع الهيدروجين ثم الدخول إلى الفرن وبعد خروج التغذية مع الهيدروجين من الفرن يدخلوا على مفاعل الهدرجة ؛ وهذا عبارة عن مفاعل ملي بالعامل الحفاز مثل: الموليبيديوم والنikel والكوبالت داخل المفاعل فيتم تفاعل الـ هيروجين على الشوائب الموجودة داخل الـ تغذية ويخرج (دخل نقى وغاز غنى بالهيروجين)

❖ يتم تبريد الناتج الخارج من المفاعل ثم يدخل على فاصل ضغط عالي والذي يتم فيه اكمال الفصل بين الدخل النقى والغاز الغنى بالهيروجين ؛ فيتم ارسال الدخل النقى من أسفل الـ فاصل الضغط العالى إلى وحدة فاصل الضغط المنخفض حيث يتم فصله إلى الغاز المستخدم في أنابيب البوتاجاز LPG ومنتجات اثقل يتم ارسالها إلى وحدة الفصل مرة أخرى.

❖ أما الغاز الغنى بالهيروجين فيخرج من أعلى فاصل الضغط العالى إلى ممتص الامين حيث يتم فصل الـ هيروجين عن الشوائب ليتم استخدامه مرة أخرى.

Industrial Naphtha

مصطلح ينبغي علينا كمهندسين كيميائيين معرفة هويته ..
 لكن أولاً يجب علينا معرفة هوية الموصوف ألا وهو ال Naphtha .
 فهو عبارة عن خليط من الهيدروكربونات يتم الحصول عليه كمنتج وسط بين الغازات الخفيفة
 في أعلى البرج والكيروسين أثناء عملية التقطير .. متطايرة وقابلة للاشتعال كما أنها لا تذوب
 في الماء .. تخضع ل SP.GR تساوى 0.7
 وكقطعة فإن لها boiling range يتراوح ما بين تحت 30-200 ° C كمصطلاح عام
 ولكن تم تقسيمها إلى نوعين (خفيفة و ثقيلة) .
 الخفيفة منها يتراوح ال boiling range ما بين (30-90) أما الثقيلة (90-200) ° C .

تصنيف النافثا

تصنف ال Naphtha تبعاً ل Solvency التي تحدد بطريقة تسمى Kauri-Butanol Test :
 فيما Solvency = 45 : وهذا تكون قيمة ال Aliphatic (paraffin, naphthens) -1
 أقل .
 إذا كانت قيمة ال Solvency = 98 : وهذا أكثر Aromatic -2 .
 وهنا يتراوح مدي ال Solvency ما بين النوعين الآخرين . Intermediate -3
 وهذا تندعيم قيمة ال Solvency Odorless -4 .

تجري بعض الاختبارات الأخرى على ال Naphtha مثل Distillation Range - (Volatility - Gravity and density - Evaporation Range - Color)

لم هناك اختبار مثل ال color .. ! وذلك لأهميته في الدهانات .
 إذن ل Naphtha استخدامات .. ! ولكن إذا أردنا أن نتحدث عنها فلا بد أن نذكر كلا النوعين
 على حدا .
 أما عن الخفيفة فهي تستخدم ك feedstock للحصول على olefins مثل ethylene و toluene و benzene و aromatics .. propylene

وذلك عن طريق تسخينها فى وجود بخار الماء وغياب الأكسجين إلى أن hydrogen fall apart

وتكون أهمية المنتجات فى صناعة البلاستيك و synthetic fiber precursors أما عن التقيلة فهى تستخدم ك feedstock لعملية ال reforming وذلك لزيادة رقم الأوكتان.

كما أن ال Naphtha تستخدم كمذيب لأنها سائل فلها القدرة على ذوبان بعض المواد مثل Gums, Resins and Grease

وتشتمل أيضاً على power of Thinner لذا تضاف للدهانات والورنيش مع عدم تقليل ال .the solvent

وتشتمل أيضاً على power of the solvent diluent لتقليل ال diluent

Petroleum gases

من المهم معرفة مدخلات ومنتجات كل وحدة .. أما الآن سنتحدث قليلاً عن أول منتج لوحدة التقطير التجزيئي والذي يتميز بأقل petroleum gases boiling range .. ألا وهو ال petroleum gases والذى يصنف لنوعين:

Natural gases - 1

والذى يمكن الحصول عليه من ثلاثة مصادر ..

A- Natural gas reservoir

ويكمن تكوينه هنا من الميثان بنسبة 85% والإيثان يتراوح بين 10-12%

B- Condensate reservoir

والذى يتكون هنا بسبة كبيرة من الغازات الأثقل من C₂, C₃ .. وكذلك النوع التالي

C- Crude oil reservoir

حيث يسمى الغاز الذى يحتوى على 800 gm/m³ من الهيدروكربونات الثقيلة ب wet gas .. أما ما يحتوى على 100 فيما أقل ب dry gas.

Refining gases - 2

وهي الغازات التى يتم الحصول عليها بصورة غير مباشرة من عمليات المعالجة ويسمى باسم العملية التى يتم إنتاجه بها مثل distillation gases - cracking conversion .gases - reforming gases

Liquefied Petroleum Gas (LPG)

ويتكون من أحد أو أكثر من مكون من تلك الهيدروكربونات

(propane - propylene - butane - butylene)

وأيضاً نسبة صغيرة من ال ethane وال isopentane .

وللتفرق بين ال LPG الناتج من النوع الأول و الثاني .. يسمى الخارج من عمليات المعالجة ب LRG .

LPG . يتكون بشكل أساسى من البروبان والبيوتان والذى يستخدم فى أنابيب المنازل ..

أما الخارج من عمليات المعالجة فيحتوى على نسبة من ال olefins لذا يستخدم فى معامل البتروكيماويات .

كما إنه يستلزم بعض المواصفات اللازم ضبطها فى الغاز منها ال vapor pressure للبروبان لا يزيد عن (215 psi) وللبيوتان (70 psi) عند 70°F

- الطرق الكيميائية لإزالة غاز H_2S :

وذلك عن طريق إضافة مواد مثل (NaOH - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - FeO - Na_2CO_3) أو عن طريق ما يعرف ب Girbotal method وذلك بإضافة RNH_2 أو عن طريق K_3PO_4 وذلك بإضافة Shell process.

تجفيف الغازات

عن طريق

Compression, cooling and refrigeration. ♦

Absorption ♦

Adsorption ♦

ونختم ب Specifications and standard grads of LPG

- درجة غليان البروبان والبيوتان لا تزيد عن 34°F

- تواجد نسبة قليلة من H_2S وذلك لأضراره فى التسبب بالتأكل

- $\text{negative copper-strip corrosion test}$.. حيث يوضح هذا الاختبار تأثير مكونات الغاز على الأنابيب المصنوعة من النحاس

- تواجد المياه عن طريق اختبار cobalt bromide test

- لتقليل فرصة تكوين ال hydrate الذى يسبب plugging لأنابيب

Waxes

نستكمل رحلتنا في معرفة المنتجات البترولية مع منتج جديد وهو Petroleum Waxes . وهو عبارة عن شموع صلبة تظهر عادة في ال paraffinic base crudes كما أنها تتواجد مع قطرة ال lubricating oil و يجب فصلها منها قبل استخدامها.

كما أنها تقسم لنوعين :

paraffinic waxes in petroleum distillate (1)
وهنا تتكون بشكل رئيسي من ال normal paraffins التي تتراوح بين C20-C30 ودرجة انصهارها تتراوح بين 43-71 °C .

Slack Wax ♦

وهو ال paraffin wax الناتج من عملية المعالجة ل lubricating oil ومن خواصه :

- مادة صلبة بيضاء
- خالي من الزيت
- لا طعم له ولا رائحة
- درجة انصهاره تتراوح بين 1-2°C

Microcrystalline Waxes in residuum ♦

والتي تتكون بشكل رئيسي من iso and cycloparaffins and some aromatics .. كما أن درجة انصهارها تتراوح وتنتج عادة من ال heavy lubricating oil residue .. بين 60-90 °C. ويتوارد في عدة ألوان منها الأبيض والأصفر والأسود والبني .. ويتنوع تركيبها ما بين soft plastic material و hard brittle solid .

Petrolatum or Petroleum Jelly (2)

وهي النوع الثاني ولكن تحتوي على نسبة كبيرة من الزيت .

هناك طريقتين لاختبار ال waxes .. الأولى تعنى بالتعرف على الطبيعة الفيزيائية للمادة أنا الثانية فيقاس بها خواصها.

وهناك أيضاً بعض الاختبارات التي تحدد الأهمية الاقتصادية لل waxes منها:

- درجة الانصهار
- اللون
- API gravity -
- flash point -
- viscosity -
- chemical stability test -
- flexibility test -

Petroleum Asphalt

استكمالاً لجولتنا حول معرفة المنتجات البترولية .. سنتحدث عن منتج آخر هو Petroleum Asphalt.

يوجد في كل أنواع البترول بنسب متفاوتة كما أنه أثقل قطعة تُنتج من برج التقطير ويستخدم في أسفلت الطرق بعد خلطه بالأسمنت وبعض المواد الأخرى حيث يُعرف الخليط باسم Cut back Asphalt.

للأسفلت أنواع منها:

Asphalt cement (1)

وهي مادة لينة تتأثر بالحرارة ، تتنوع بين اللين والصلابة في درجات الحرارة المعتادة .. ولكن يلزم تسخينه وتحويله للحالة السائلة حتى يستخدم في التطبيقات المتعددة بعد خلطه بمواد أخرى. كما أن هناك أربع درجات من أسفلت الأرصفة ودرجة واحدة للاستخدام والاستخدامات الخاصة .. فقد أصدر المعهد الأمريكي لاختبار المواد أربع درجات ل Asphalt cement تبعاً penetration test

(200 :150 , 100:120, 85:70,60:50)

The liquid asphalts (2)

وهو نوع من هذه الأنواع الثلاثة:

Slow Curving (SC) - ١

وهو المتبقى من برج التقطير من بعض ال crudes ويمكن تحضيره عن طريق خلط oily petroleum fraction مع Asphalt cement

Medium Curving (MC) - ٢

Rapid Curving (RC) - ٣

فالنوعين الثاني والثالث ينتجوا من خلط Asphalt cement مع ال naphtha أو الجازولين أو الكيروسين.

والأنواع الثلاثة ينتج منهم ست درجات تتراوح بين 0-5 حيث أن الصفر يعني the most liquid.

الاختبارات التي تجرى على كلا النوعين ..

أما التي تجرى على النوع الأول

penetration - ١

وهو مقياس لـ asphalt relative hardness وتقاس بوحدات mm10/1 .. و ال soft تخضع لأكبر رقم ل penetration cements.

flash point - ٢

وهي مقياس عن قدرة المادة لعدم الاشتعال عند تسخينها.

Ductility-٣

وهي مهمة في كثير من التطبيقات كما أنها تقايس بما يسمى ب extension.

Solubility - ٤

حيث يتم إذابة cement في مذيب مناسب مثل ال carbon tetrachloride لمعرفة المعادن الموجودة به.

loss on heating test - ٥

وهي مقياس لدرجة الحرارة التي يفقد عندها الخواص الأصلية.

أما الاختبارات التي تجرى على النوع الثاني :**flash point - ١**

ويحدث هذا الاختبار ل back asphalt road oil وال SC بطريقة ال open cup ولا يجرى على ال MC و RC وذلك بسبب ال Volatility العالية. كما أنه لا يجرى على ال emulsified asphalt.

viscosity - ٢

وهو مقياس لمدى التجانس لـ liquid asphalt

distillation - ٣

وهو مقياس لنسب المكونات الموجودة في الأسفلت لاختيار أنساب الطرق لفصلها.

Blown asphalt

يتم إنتاجه عن طريق ضخ الهواء خلال ال residual oil في درجة حرارة تتراوح بين (400-600) F° . ويستخدم في تغطية الأنابيب تحت الأرض

ويعتبر ال softening point test مقياس لمدى ليونته أو صلابته.

Sulfur Recovery unit (SRU)

أتعرف ما هو الفرق بين ال sour gas وال acid gas ؟
قبل أن نعرف ذلك لابد أن نعرف غازين اساسيين هما

- H_2S (Hydrogen Sulfide) -
- CO_2 (Carbon dioxide) -

إذا احتوى الغاز على كلا الغازين أو أي غاز آخر يسبب التآكل يسمى .. acid gas
أما إذا احتوى الغاز على H_2S فيسمى ب sour gas

- $\bullet \text{H}_2\text{S}$ •
- الغاز أو ال stream عاماً يقال عليه sour إذا احتوى على حببية من H_2S لكل مائة قدم تكعيب.
- له رائحة تشبه تماماً عفن البيض.
- يسبب التآكل.

- مشتعل ولكن درجة الحرارة التي يشتعل عندها ذاتياً هي 230°C .
- التعرض إلى 1000 ppm يؤدي الوفاة لحظياً.

وبحسب ال Environmental regulations لا ينبغي للإنسان أن يتعرض لسبة تزيد عن 10 ppm منه لمدة عشر دقائق.

وبعد أن أدركنا خطورة هذا الغاز كان لابد من إنشاء وحدة لإزالته وهي ال Sulfur Recovery Unit (SRU).

يوجد كثير من الطرق لإزالتها من ال crude ولكن سنتطرق للحديث عن وحدة ال Recovery Sulfur بشركة Amoco .. والتي تسمى THIOPAQ وهي ذات كفاءة عالية جداً تصل ل 99.5 % وتقلل تركيز ال H_2S لحد يصل إلى 4 ppm .

وميكانيكيتها كالاتي .. فهى Absorber بواسطة mild alkaline solution يقوم بامتصاص H_2S من ال stream ومن ثم يحدث أكسدة للغاز الممتص يتتحول بعدها إلىكبريت يتم تجميعه فيما بعد.

رغم ما للكبريت من كوارث وخطورة كبيرة إلا أن له مجموعة من الفوائد منها:
- يستخدم في صناعة البارود والألعاب النارية وأعواد الثقاب.

- يستخدم في صناعة المبيدات الحشرية.
- يستخدم في صناعة حمض الكبريتيك.
- وصناعة مخصبات التربة والأسمدة.
- ال vulcanization of rubber وهو عملية تستخدم لتنقية المطاط وزيادة صلابته.

Vapor Recovery Unit

كوننا مهندسين كيميائيين يندرج مصطلح ال optimization تحت أهدافنا في كل معاملاتنا ..
لذا لتحقيق الفائدة القصوى من الغازات المنتجة من قمة برج التقطير ، يجب فصل كل غاز على حدا و ذلك
لأهمية كل غاز واستخداماته المختلفة باستخدام وحدة تسمى Vapor Recovery Unit (VRU) .
فالغرض الأساسى منها هو استرجاع غاز البروبان والبيوتان من الغازات الأخف.

ت تكون الوحدة من عدة مراحل تبدأ بإنزال غاز H_2S ثم الإيثان لبرج فصل الإيثان عن طريق ال absorption
بواسطة النافتا الخفيفة التي تمتص كلًا من البروبان والبيوتان فيخرج الإيثان وما أخف من
قمة البرج ويخرج البروبان والبيوتان مع النافتا من قاع البرج.

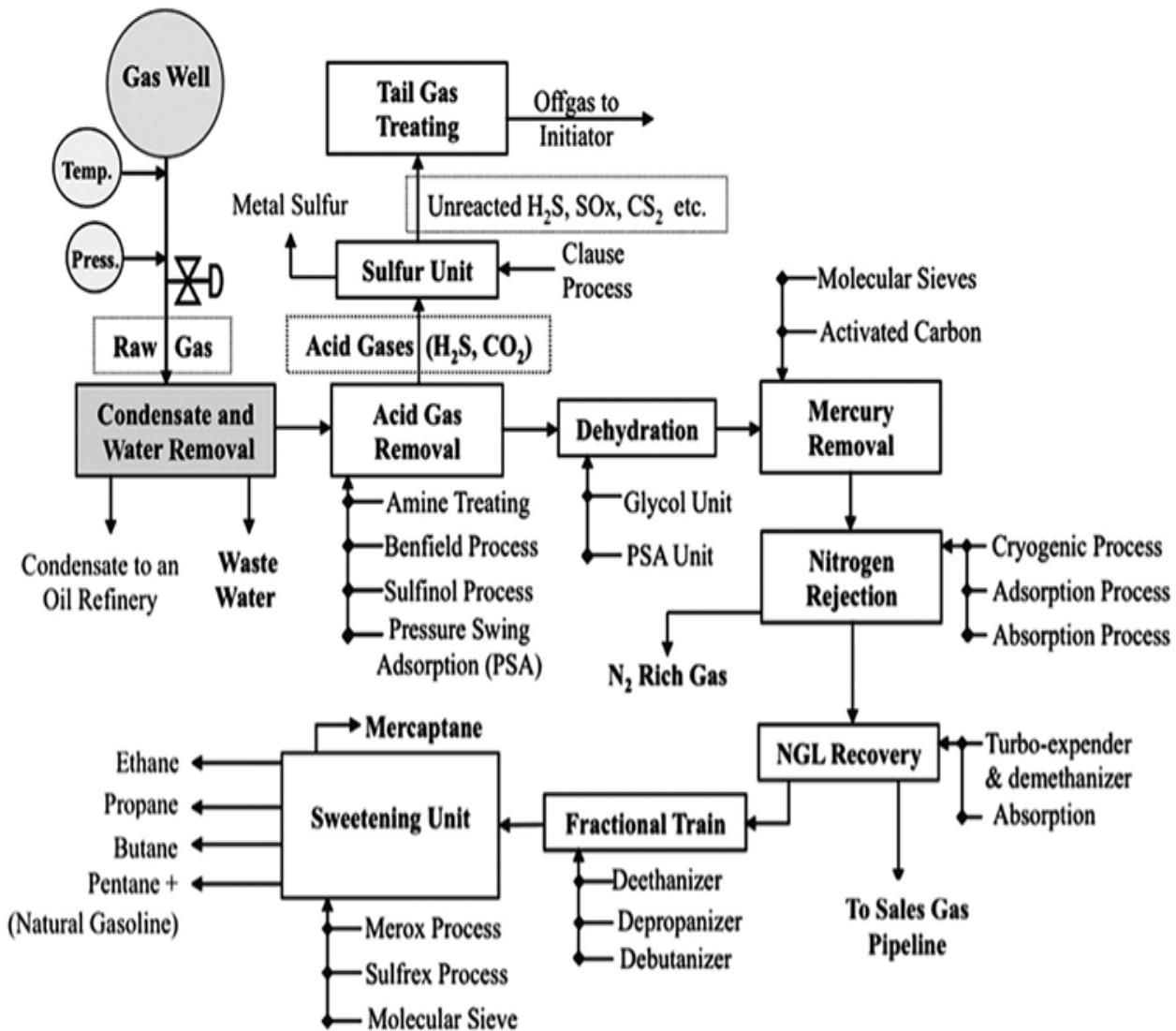
ثم يتم إدخالهم إلى De-propanizer لفصل البروبان عن البيوتان فيخرج البروبان من قمة البرج أما
البيوتان والنافتا يتم سحبهم كمنتج ثقيل من القاع.

ومن ثم يتم إدخالهم إلى Debutanizer لفصل البيوتان عن النافتا فيخرج البيوتان كمنتج خفيف من القمة
والنافتا كمنتج ثقيل من القاع.

أما الشركات التي تتوارد بها تلك الوحدة في مصر هي:

- شركة القاهرة لتكرير البترول
- شركة السويس لتصنيع البترول
- شركة أسيوط لتكرير البترول.

Gas processing



Introduction and water problems

❖ بعد استخراج الغاز من ال reservoir يخرج بجودة سيئة جداً بسبب الشوائب المصاحبة للغاز مثل بخار الماء وكبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وغيرها، وتعتبر معالجة الغاز هي مجموعة العمليات التي تقام على الغاز للتخلص من هذه الشوائب.

❖ قبل ما التعمق في معالجة الغاز وكيف نتخلص من هذه الشوائب، نبدأ بذكر أنواع ال reservoirs وهم:

Oil Reservoir .1

Gas Reservoir .2

Oil and Gas Reservoir .3

ويتواجد الغاز في الثلاثة انواع بكميات مختلفة، وأقلهم هو ال oil reservoir

❖ ومن أبرز الشوائب في الغاز التي يلزم التخلص منها هي الماء (H_2O)، ويتوارد في صورتين هما:

1-في صورة free liquid water وهي سهلة الفصل عن طريق أول فاصل يمر عليه الغاز.

2-في صورة saturated مع الغاز وفي هذه الحالة يسبب عدة مشاكل مثل:

Corrosion •

Slugging in Pipelines •

Decreasing Heating Value •

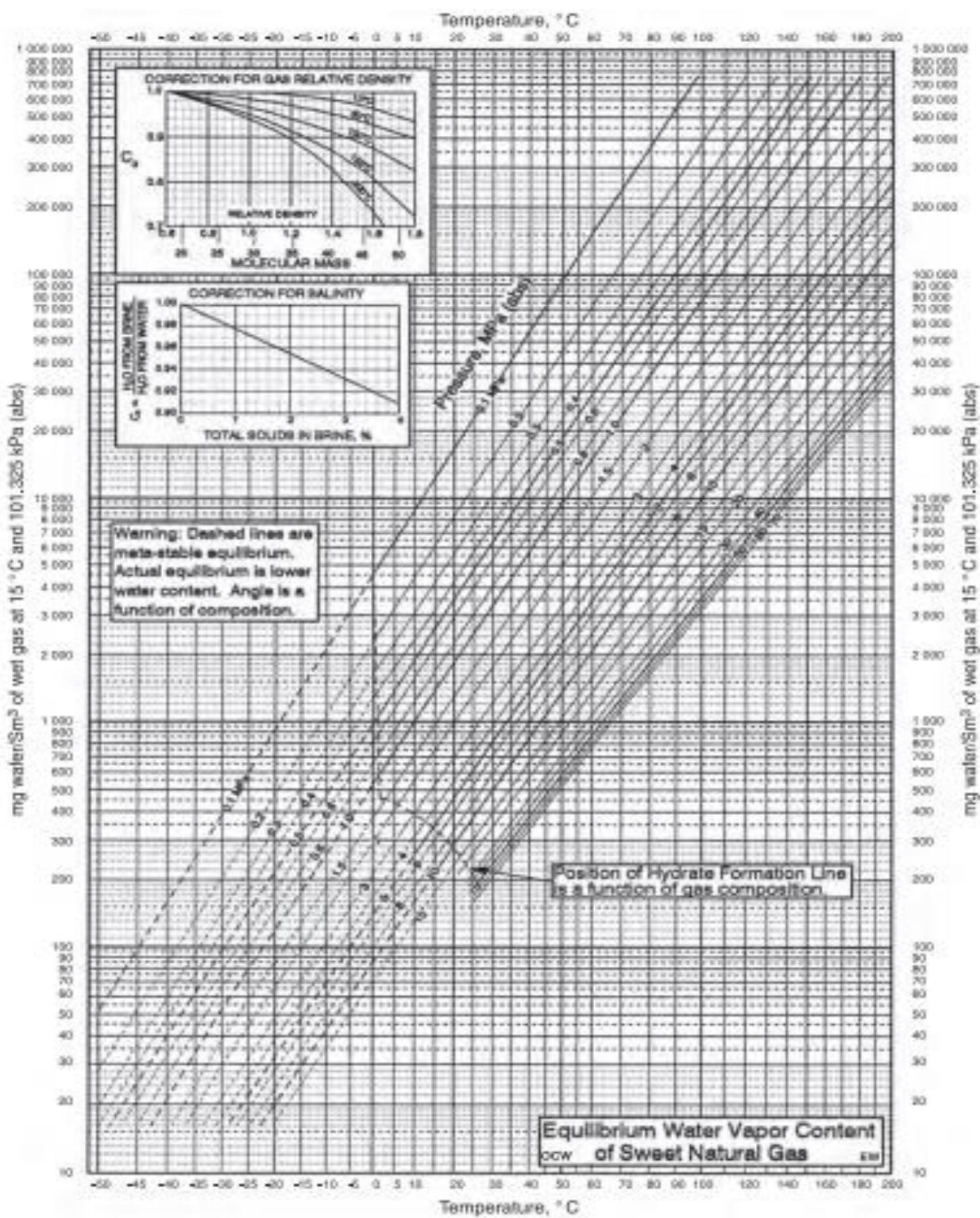
Hydrate •

وتعتبر آخر مشكلة من أخطر مشاكل الماء ويجب دراستها جيداً والتعرف على أسبابها وطرق التخلص منها.

❖ ال hydrate هو عبارة عن crystal lattice؛ بلورات من جزيئات الماء كـ host وحاصرة بداخلها جزيئات الغاز كـ guest molecules مثل غاز الميثان.

❖ وت تكون هذه ال crystals عند ال hydrate point وهي عبارة عن الضغط ودرجة الحرارة التي يتكون عنها ال hydrate وتزداد أو تقل على حسب نسبة الماء في الغاز وينتج عنها انسداد خطوط النقل بالإضافة إلى تقليل كفاءة العملية.

لحساب نسبة الماء الموجودة في الغاز، توجد عدة طرق أشهرهم عن طريق Graph يسمى (Macktite-Wehe)، وهو يمثل علاقة بين الضغط ودرجة الحرارة وكمية الماء الموجودة في الغاز، ونستنتج منه أن كلما زاد الضغط وقلت الحرارة نقل كمية الماء في الغاز.



❖ تظهر مشكلة ال **hydrate** عندما تقل درجة حرارة العملية عن ال **dew point** وتعرف ال **Dew Point** بانها درجة الحرارة والضغط الذي يتكون عندها اول قطرة سائلة من الغاز كما تُعتبر مقياس لجودة الغاز.
ولتخلص من مشكلة تكون ال **Hydrate** عدة طرق مثل:

1. التسخين عن طريق تمرير الغاز على مبادرات حرارية او عمل تسخين غير مباشر لأنابيب النقل وتعتبر هذه الطريقة صعبة الاستخدام بالنسبة للأنباب الموجودة تحت ماء البحر.

2. حقن المواد الكيميائية حيث تستخدم فيها **Chemicals** أو ال **Dew point** لتقليل ال **Hydrate** مثل:

- الميثanol: يستخدم في العمليات لفترات زمنية قصيرة ولا يمكن استرجاعه ولا يتفاعل مع الهيدروكربونات ويتم حقنه بصورة غير متصلة.
- الجليكول: يستخدم في العمليات لفترات زمنية طويلة ويمكن استرجاعه وله عدة أنواع مثل:
 - 1- Mono Ethylene Glycol [MEG]
 - 2- Di Ethylene Glycol [DEG]
 - 3- Tri Ethylene Glycol [TEG]
 - 4- Tetra Ethylene Glycol

مصطلح الـ **Natural Gas Processing** يقصد به عمليات الفصل لكل الـ **Components** الموجودة ومصاحبة للـ **Pure Natural Gas** حتى يتحول الى **Natural Gas** وتشمل هذه العمليات أربعة مراحل أساسية هم:

1. Oil & Condensate Removal
2. H₂S & CO₂ Removal
3. Water Removal
4. NGL Recovery

نبدأ مع أول مرحلة وهي **Oil & Condensate Removal** وهي تتم عن طريق استخدام **(Three Phase separator)**

١. الغاز يخرج من الأعلى مشبعاً بالماء
٢. ومن الأسفل يوجد مخرجان الأول يخرج منه ال **liquid water** والآخر يخرج منه ال **Oil** ويكونان مشبعان بنسبة من الغاز

ومن الـ specifications المهمة بالنسبة لل Natural Gas ما يسمى بالقيمة الحرارية أو Heating Value وهي كمية الحرارة الناتجة من لحظة احتراق الغاز حتى تصل نواتج الاحتراق الى 25 درجة سليزيوس، وقيمتها تكون في المدي: (35.400 to 42.800 KJ/Sm3)

بعد إزالة الزيت من الغاز نقل القيمة الحرارية للغاز ولكن يلزم الحفاظ عليها لتكون في المدي المطلوب وذلك عن طريق ترك كمية من الايثان مع الغاز للحفاظ على المحتوى الحراري.

نقطة أخرى يجب وضعها في الاعتبار أثناء نقل الغاز من الابار الى وحدات المعالجة وهي الـ Dew point للهيدروكربون وهي درجة الحرارة التي يتكتف عنها الهيدروكربون و يبدأ تكون two phase في الانابيب و يؤدي إلى slugging و زيادة فرق الضغوط داخل الخطوط.

وكما زادت الـ dew point of HCs كان دليلاً على وجود heavy HCs في الغاز بكمية أكبر. لذلك فالحل الأنسب هو إزالة كمية من الـ Heavier HCs وبالتالي نقل من مشكلة ظهور two phases في الخطوط.

والآن نبدأ الحديث عن طرق ال Oil and Condensate Removal ونبأ بأول طريقة وهي:

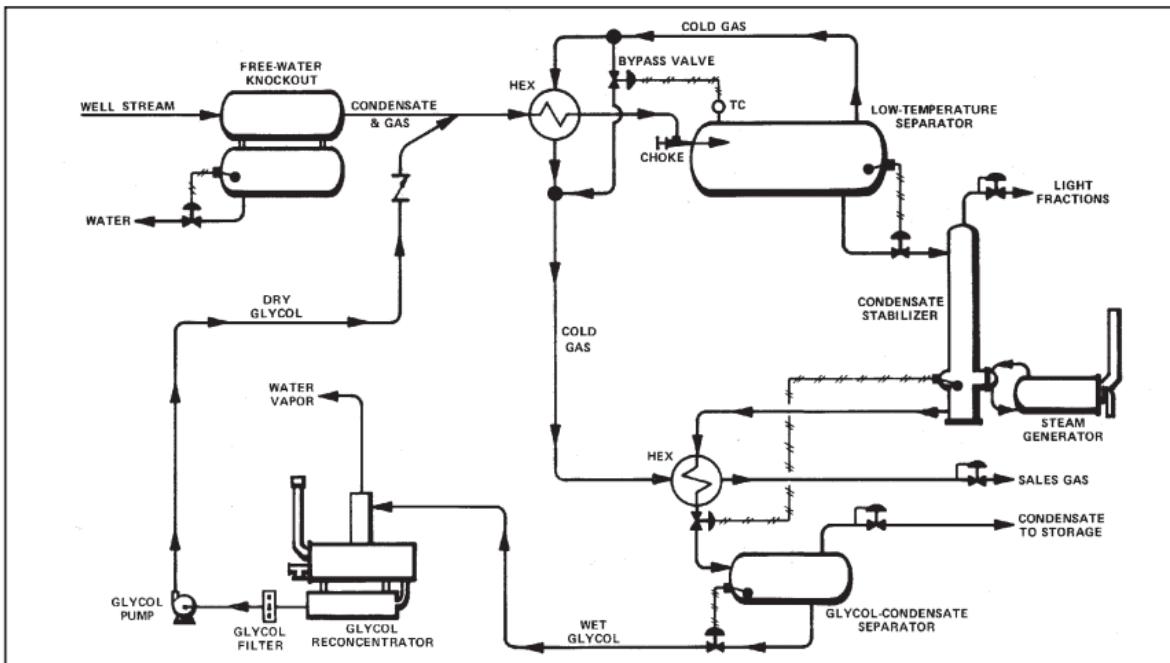
J/T Process (Joule/Thomson):
وفكرتها معتمدة على ال low temperature separation وهي تعني تقليل درجة حرارة الغاز وبالتالي تكتيف الزيت والماء وفصلهم بسهولة، تقليل الحرارة ينتج عن عمل expansion للغاز فيقل الضغط وبالتالي نقل درجة الحرارة وعندما يتكتف الزيت والماء الموجودان بالغاز.

ولكل كيف نقوم بعمل Expansion للغاز؟
أكثر الطرق المستخدمة هي ال Choke Valve وهو عبارة عن Control Valve طبيعي ولكن يتميز بأن ال seat cone به أكثر مقاومة لل erosion وتستخدم هذه الطريقة فقط في حالة إن الغاز القائم من ال offshore ضغطه عالي.

على الصعيد الآخر عندما نقل درجة الحرارة سيدأ ظهور مشكلة تكون ال Hydrate ولكي نمنع تكونه هناك طريقان:

[LTS] hydrate inhibitor
الغاز القادم من الابار يدخل على free-water knockout drum، فيها يتم فصل أي water

ثم يتم تمرير الغاز والCondensate على مبادل حراري لتقليل درجة الحرارة، وهنا يبدأ التخوف من تكون ال Hydrate فنبدأ بحقن الجليكول، بعد التبريد يذهب الى ال choke valve فيحصل تقليل للضغط ثم يدخل على Low temperature separator حيث يحدث expansion للغاز ومن ثم تقل درجة الحرارة للغاز والCondensate ويتكتف ال Condensate والماء ويتحولوا للحالة السائلة.



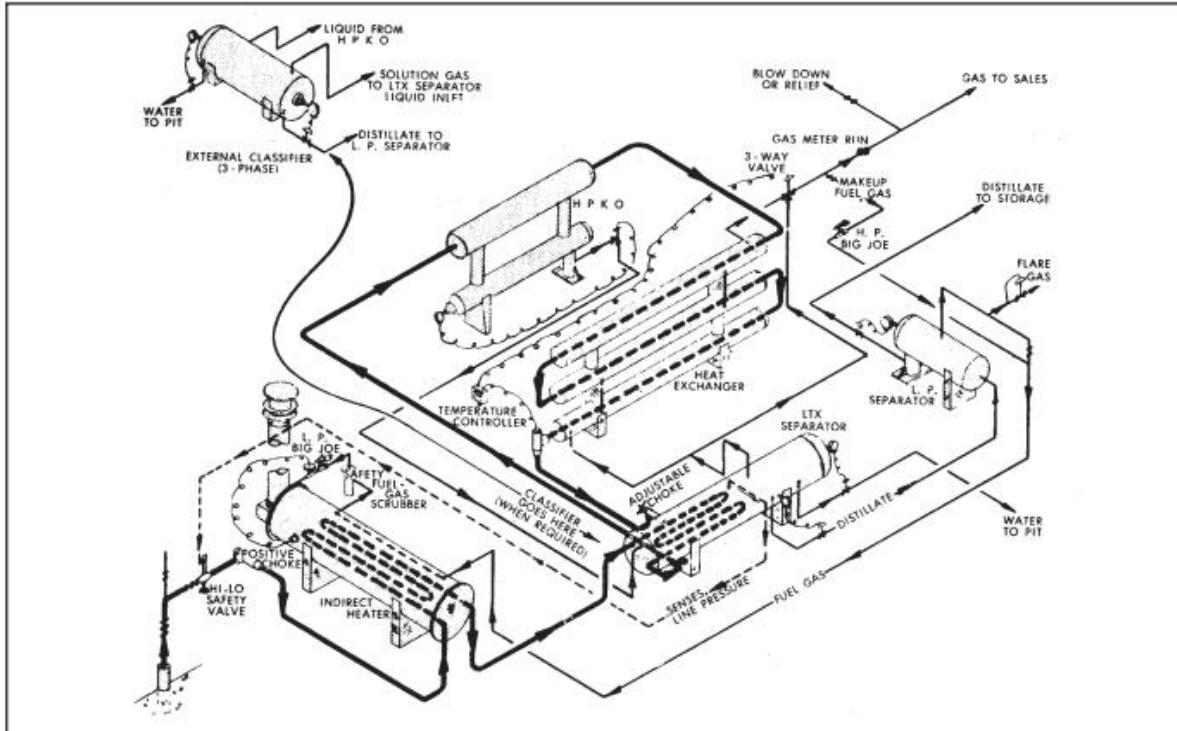
LTS with hydrate inhibition

[LTX] Hydrate

❖ هنا نقوم بتمرير الغاز وال Condensate على indirect heater لرفع درجة حرارتهم، ثم يدخل على ال LTX Separator والغرض هنا ليس الفصل ولكنه يمر بأنابيب بقاع الفاصل لكي يقوم بتسخينه ويخرج مرة اخري، ثم يدخل على high pressure Knockout drum لفصل أي free liquid water، ثم يدخل على مبادل حراري لكي يحافظ على درجة حرارة الغاز وال

أعلى من منطقة تكون ال hydrate حتى لا يتكون قبل دخول ال LTX Condensate Separator

❖ بعد ذلك يدخل على ال choke valve ومن ثم يدخل على ال LTX بدرجة حرارة منخفضة، فيتكتف ال condensate والماء وهنا يبدأ تكون ال Hydrate ويهبط لأسفل ال LTX ولكننا قمنا بتسخين القاع من قبل لذلك يذوب ال Hydrate بهذه الحرارة.



LTX with hydrate melting

Mechanical Refrigeration System

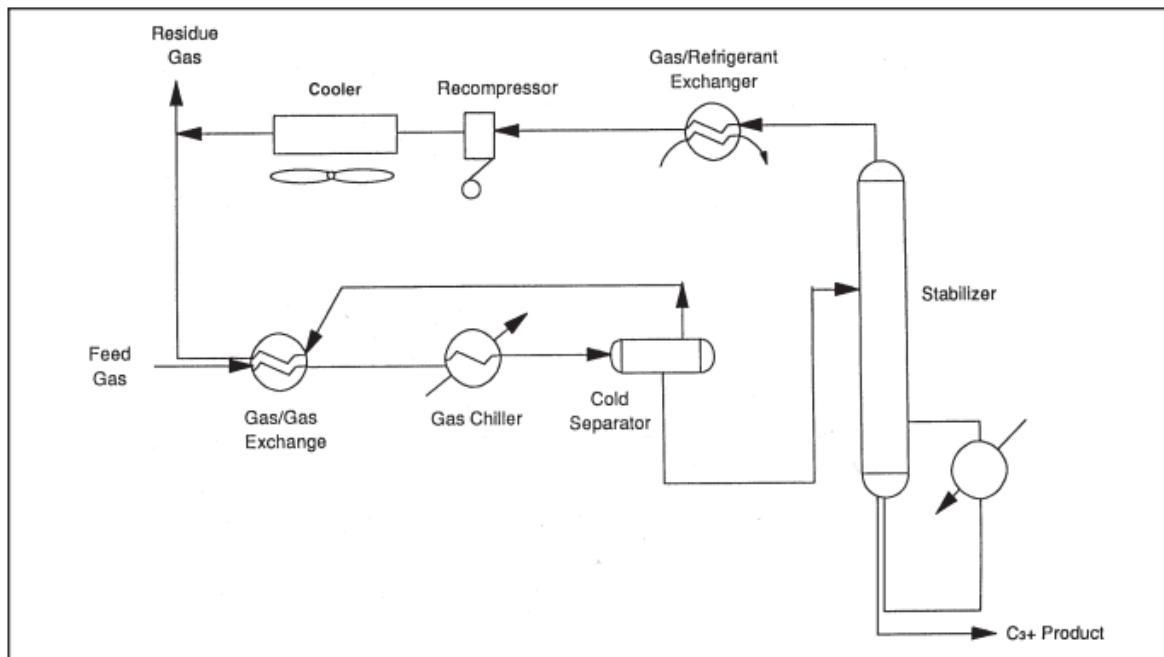
❖ الطريقة الثانية لإزالة ال Oil وال Condensate هي التبريد أو ال refrigeration system

❖ في حالة إن ضغط الغاز قليل لن تستخدم الطريقة السابقة، وبالتالي يجب وجود طرق أخرى تناسب ظروف الضغوط المنخفضة ومن هنا برزت طريقة ال Mechanical Refrigeration System.

❖ خلال هذه العملية يمر الغاز على مبادل حراري للتبريد، وهنا يبدأ القلق من ظهور Hydrate فيبدأ حقن الجليكول قبل الدخول على المبادل، ثم يذهب إلى chiller و هنا تقوم بحقن مبرد مناسب مثل غاز البروبان، فيتبرد الغاز بشكل كافي قبل الدخول إلى الفاصل على هيئة سائل وغاز، يصعد الغاز لأعلى ويمر على مبادل لتبريد الغاز القادم، ومن الأسفل يخرج السائل condensate وفي نفس الوقت إلى glycol الغني بالماء الذي يذهب إلى وحدة regeneration ليتم استخدامه من جديد.

❖ والهدف الرئيسي لهذه الطريقة هو التحكم في ال Dew Point أما في حالة استخدامها في NGL فتعتمد حينها على ثلاثة عوامل هم الضغط ودرجة الحرارة وتركيب الغاز.

❖ تركيز الهيدروكربون السائل صغير ينتج عنه كفاءة صغيرة في استرجاع ال NGL



Mechanical Refrigeration System

Refrigerated J-T Process

❖ لذلك اذا اردنا عمل استرجاع أكثر للهيدروكربون بكفاءة عالية مع التحكم في ال Dew Point سنحتاج لاستخدام طرق أخرى، احدي هذه الطرق هي الطريقة الثالثة وهي عبارة عن دمج للطريقتين السابقتين وتسمى Refrigerated J-T Process

❖ هذه الطريقة مناسبة عند استخدام غاز ضغطه قليل مع احتوائه علي نسبة عالية من الايثان والهيدروكربونات الأثقل.

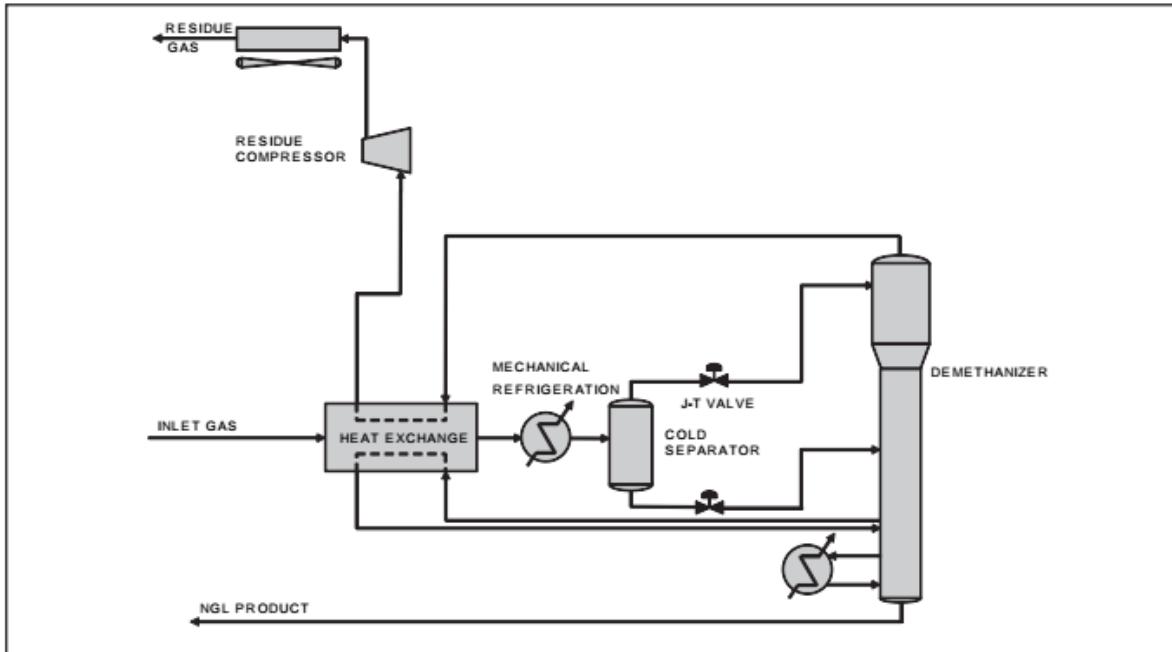
❖ في هذه الطريقة يدخل الغاز القادم أولاً على وحدة نزع الماء dehydration unit، وذلك لأنها تصنف بأنها Cryogenic process أي تحت درجات حرارة منخفضة جداً وبالتالي معرضة لظهور ال Hydrate.

❖ عند درجة الحرارة المنخفضة جداً لا يمكن استخدام الجليкол لتخفيف ال dew point لدرجة حرارة أقل من درجة حرارة العملية، ولذلك تقوم بعمل تجفيف للغاز أولاً لتقليل نسبة الماء به، وبالتالي تقليل احتمالية تكون ال Hydrate.

❖ بعد ذلك يمرر الغاز الجاف على مبادل حراري لكي يبرد قبل الدخول الى chiller حيث تقل درجة حرارته لدرجات منخفضة جداً باستخدام مبرد مناسب مثل البروبان، وهنا تتكثف المواد الثقيلة ويدخل الغاز والسائل على ال cold separator؛ فيقصد الغاز من الأعلى، ويخرج السائل من الأسفل، يذهب كلاً منهما على ال J-T valve لكي يحدث لهما expansion قبل الدخول الى وحدة التثبيت او demethanizer column او stabilization unit.

❖ ال demethanizer column هو عبارة عن برج فصل عادي، يتم فصل الغاز البارد من الأعلى و تستغل حرارته المنخفضة في تبريد الغاز الخارج من ال Cold Separator وتبريد الغاز القادم من التغذية.

❖ أما من الفاع يخرج ال condensate كمنتج، ولكي نحصل على منتج بكفاءة أعلى يتمأخذ جزء من المنتج ويدخل على Reboiler لتسخينه وارجاعه للبرج مرة أخرى، ولزيادة الكفاءة بطريقة أخرى يتم أيضا سحب جزء من جانب البرج وتسخينه قبل ارجاعه مرة أخرى.



Refrigerated J-T Process

Turbo Expander

❖ هذه الطريقة السابقة لا تستخدم حالياً بكثرة وذلك بسبب اختراع نظام جديد وهو Turbo Expander

❖ ال Turbo Expander هو أكثر الأنواع استخداماً في الوقت الحالي، خاصةً بعد عام ١٩٦٠، أول ظهور للعملية كان سنة ١٩٦٠ عندما استطعنا الوصول لدرجة حرارة 1.6°F وذلك مكننا من الوصول للكفاءة أعلى في استرجاع الإيثان والهيدروكربونات الأعلى C_2+ من الغاز.

❖ وكما ذكرنا من قبل، في درجة الحرارة المنخفضة جداً يجب نزع الماء أولاً قبل دخول الغاز إلى Turbo Expander وذلك لمنع تكون ال Hydrate .

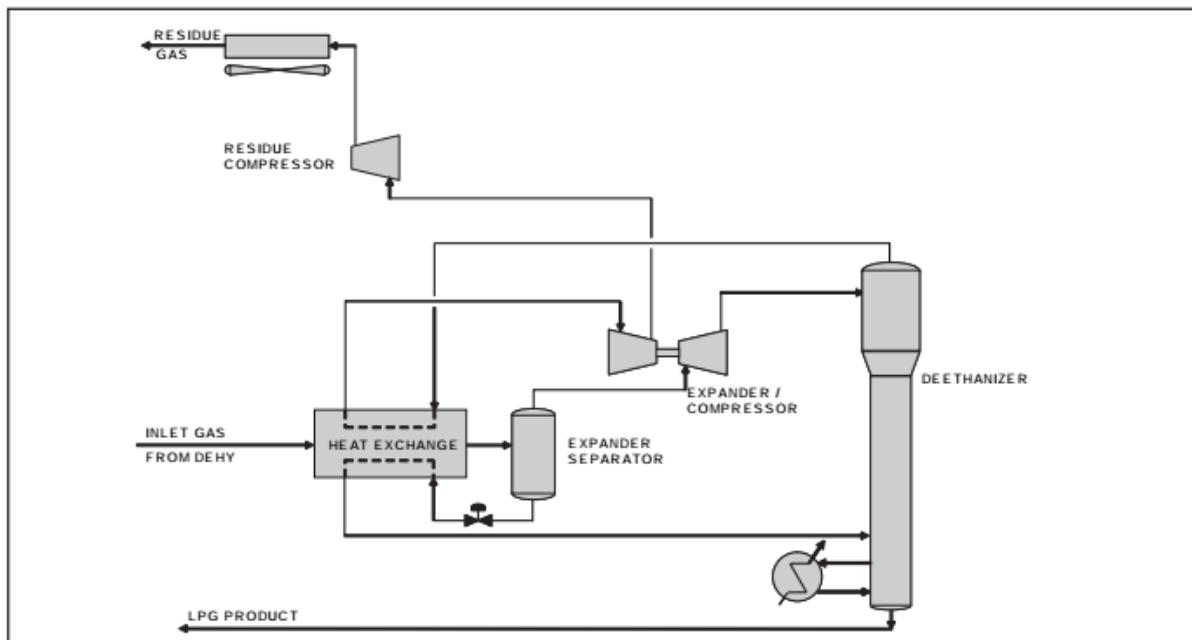
❖ تعتمد العملية بشكل رئيسي على ما يسمى ب Turbo Expander ، وهو عبارة عن turbine متصل ب compressor على العمود، بحيث إن ال turbine تسحب الشغل من الغاز وبذلك

فهي تقل من ال Enthalpy للغاز وبالتالي تقل درجة الحرارة بشكل كبير وهذا هو الفارق الجوهرى بين هذه الطريقة وطريقة ال J-T Process حيث كانت ال enthalpy ثابتة.

❖ في هذه الطريقة يدخل الغاز أولاً على فاصل لفصل ال free liquid water من الأسفل ومن الأعلى يخرج الغاز إلى وحدة التجفيف dehydration unit لقليل محتوى الماء وتقليل احتمالية تكون ال Hydrate في العملية، ثم يمرر الغاز على مبادلين حراريين لتبريده تدريجياً قبل الدخول إلى Cold Separator لفصل السائل المتكتف نتيجة التبريد، يخرج الغاز من الأعلى إلى ال Demethanizer ثم إلى Turbine

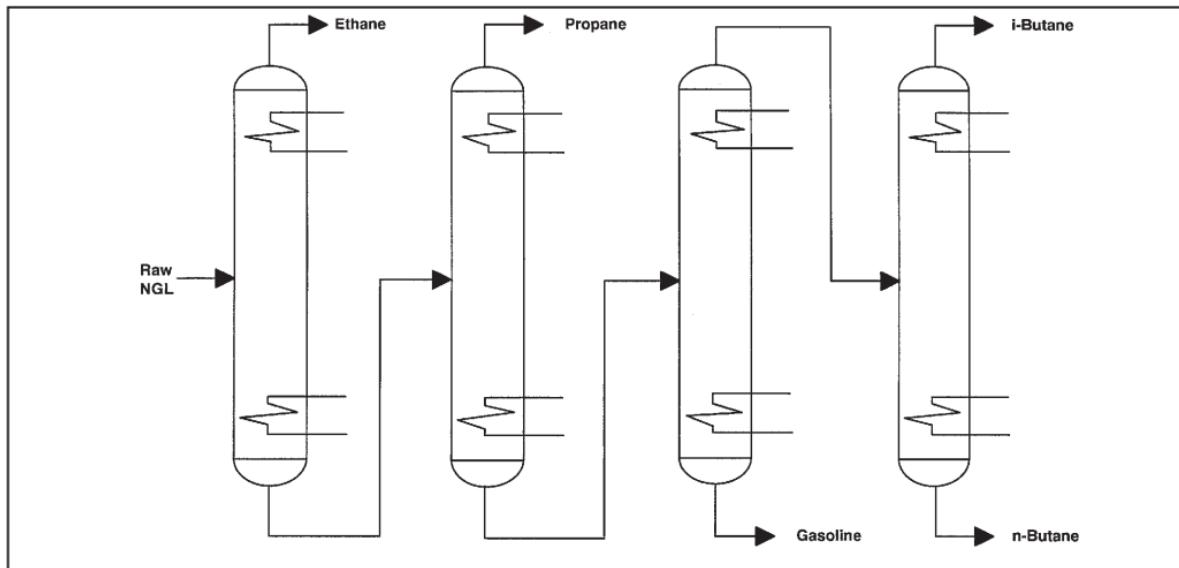
❖ وهنا ال demethanizer عبارة عن جزأين؛ الجزء الأعلى عبارة عن فاصل والجزء الأسفل هو برج تقطير، يخرج الغاز من الأعلى ويرجع على مبادل لتبريد الغاز القادم ثم على ال Turbo Expander compressor side فيزيد ضغط الغاز، ثم يمرر على مبرد لقليل حرارته ويخرج ك sales gas

❖ أما بالنسبة للسائل الخارج من قاع ال cold separator يدخل إلى قاع ال demethanizer يتم تسخين القاع عن طريق Reboiler باستخدام ال sales gas قبل دخوله للمبرد، من قاع ال demethanizer يتم سحب ال condensate كمنتج.



NGL recovery

- ❖ يتكون ال condensate بشكل أساسى من خليط c3 و c4 و c5 و c6 حيث يطلق على c3 و c4 اسم Intermediate Components ويطلق على c5 و c6 اسم Heavy Components
 - ❖ يوجد اتجاهان لل condensate الناتج، إما أخذه لوحدات معالجة أخرى لاستخلاص منتجات محددة، أو ارساله إلى الخزانات وبيعه كما هو.
 - ❖ هذه الخزانات تكون معرضة للهواء الجوي أي تحت تأثير الضغط الجوي، هذا يعني أنه في حالة وجود أي غازات خفيفة لم يتم فصلها جيداً سوف تتبخر عند الضغط الجوي وتسبب زيادة في الضغط البخاري لل Condensate، ولذلك يلزم تقليل كمية هذه الأبخرة لتجنب حدوث Flashing داخل الخزانات، ويتم فصل هذه الأبخرة عن طريق الفصل على عدة مراحل داخل separators أو باستخدام أبراج التقطير.
 - ❖ في حالة معالجة ال condensate يكون الهدف هو استخلاص منتجات مثل الايثان الذي يستخدم كوقود أو في الصناعات البتروكيماوية، والبروبان والبيوتان ويستخدمان لك LPG أو في صناعة البتروكيماويات، وال Natural Gasoline الذي يتكون بشكل أساسى من C5 ويضاف للجازولين لضبط ضغطه البخاري.



NGL Recovery

Cement industry



Introduction

- ❖ اذا كنت مهندسا كيميائيا، كيميائيا، مهندس جيولوجيا أو حتى مهندس مواد (فلزات)، فإن هذا الموضوع يهمك ألا وهو (صناعة الأسمنت).
- ❖ الأسمنت هو المادة الرابطة الناعمة التي تتصلب وتقسي فتملك بذلك خواصاً تماسكية وتلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادرًا على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض. وأهم استخدام للأسمنت هو الملاط والخرسانة حيث يربط المواد الاصطناعية أو الطبيعية لتشكل مواد بناء قوية مقاومة للتأثيرات البيئية العادبة.
- ❖ صناعة الأسمنت من الصناعات الكيميائية التي يتواجه بها معظم الناس نظراً لعدم تسلیط الضوء عليها، لذلك من خلال هذا المقال سنتعرف عليها من خلال الحديث عن المادة الخام وعمليات الصناعة وانواع الأسمنت والقيود التي تحد من تلوث البيئة منها

تركيب الأسمنت

الخلط الأساسي لصناعة الأسمنت يتكون من:

- الحجر الجيري لاستخراج الكلس.(Calcite)
- الصلصال لاستخراج الطين أو الطفلة.

- ❖ تكون الطفلة أو الطين من تقريريا 50 % رمل و 15 % بوكسيت، والباقي عبارة عن أكسيد كالسيوم و أكسيد حديد وبعض الشوائب مثل الكلور والبوتاسيوم.
- ❖ وللوصول للمواصفات المطلوبة، يتم إضافة مواد أخرى لهاتين المادتين يطلق عليهم corrective materials وتشمل هذه المواد:
 - 1. أكسيد الحديد (Fe_2O_3)
 - 2. الرمل (SiO_2)
 - 3. البوكسيت (Al_2O_3)

والآن ننتقل لتركيب الأسمنت كيميائياً.
يتكون الأسمنت كيميائياً من أربع أكسيد:
 1- SiO_2 والمصدر الأساسي له هو الرمل.
 2- Al_2O_3 والمصدر الأساسي له هو الطفلة.
 3- $CaCO_3$ والمصدر الأساسي له هو CaO حيث يتحول الحجر الجيري إلى الجير الحي في درجات حرارة مرتفعة.
 4- Fe_2O_3 والمصدر الأساسي له هو الحديد.

اتحاد هذه الأكسيد مع بعضها تكون مركبات تسمى اطوار الكلنكر clinker ولتسمية كل مركب جديد على حسب مكوناته، من هنا قاموا بعمل رمز لكل أكسيد من الأربعة بحيث تكون العملية سهلة:

- رمز CaO هو ال C
- رمز Al_2O_3 هو ال A
- رمز SiO_2 هو ال S
- رمز Fe_2O_3 هو ال F

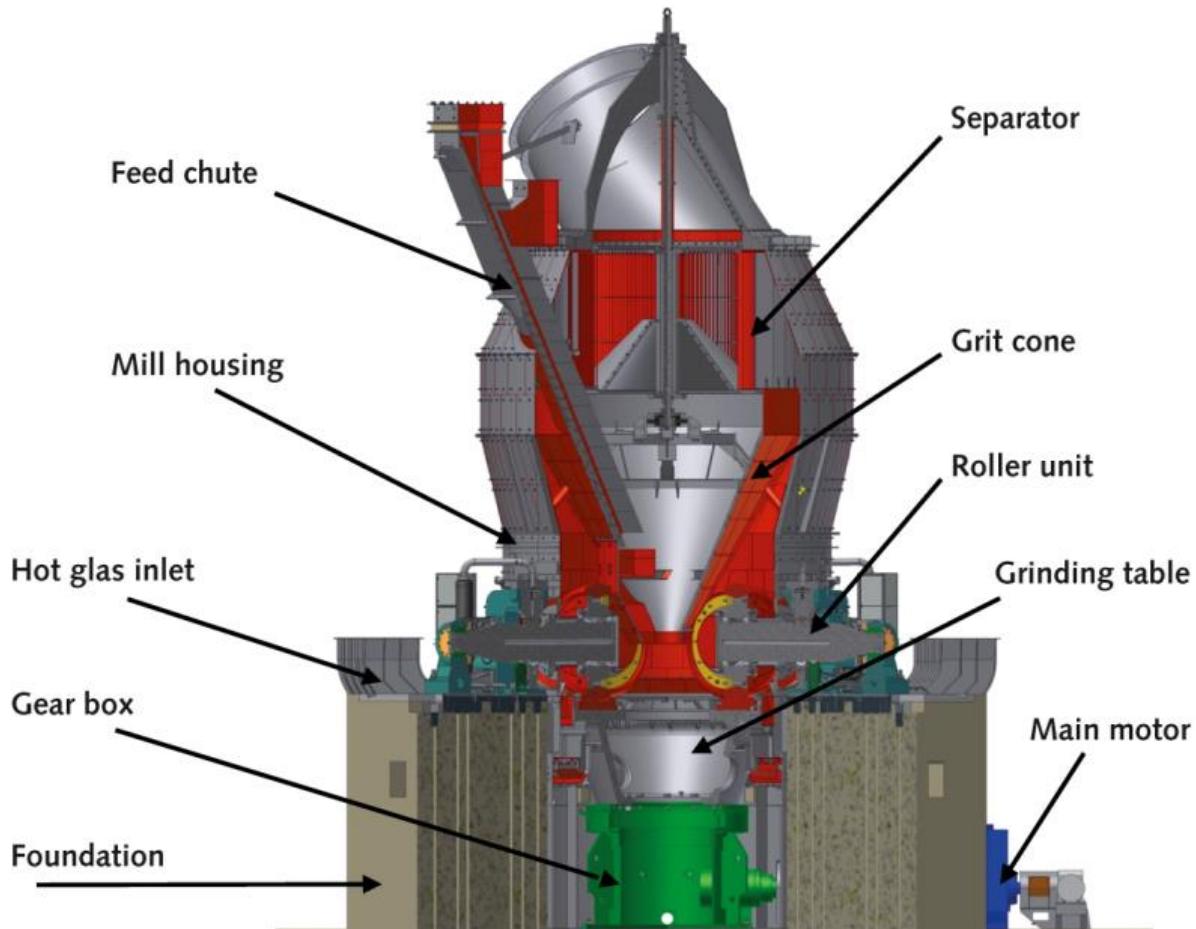
مثال: مركب يسمى C_3A هو عبارة عن 3 جزيئات CaO مع جزئ Al_2O_3 . ويكون الاسمنت تقريباً من 75% من الحجر الجيري و 20% من الطفلة و 3% من الرمل و 2% من الحديد.

وتختلف هذه النسب من مكان لآخر طبقاً لثلاث معاملات:

- معامل تشبّع الجير (Lime Saturation Factor)
- معامل السيليكا
- معامل الألومينا

Manufacturing steps

❖ يتم إضافة المواد الخام مع بعضها البعض وتدخل طاحونة ضخمة تسمى طاحونة الخام Raw Mill وداخل هذه الطاحونة لا يحدث أي تفاعل كيميائي، كل الغرض منها هو طحن المواد الكيميائية مع بعضها البعض بغرض زيادة السطح المعرض للتفاعل بحيث نضمن إن كل الجزيئات تتعرض للتفاعلات بالإضافة إلى الزيادة من معدل التفاعل الكيميائي.



❖ بعد الخروج من طاحونة الخام يدخل الخليط على صومعة التخزين والغرض منها تقليل الخليط مع بعضه لزيادة التجانس والaffinity. بعد خروج الخليط من صومعة التقليل، يدخل على أول مراحل التفاعلات الكيميائية وهي البرج أو preheater أو calciner ويتكون من cyclones وهو عبارة عن خزان كبير ويحتوي على شعلة، بالإضافة لوجود عدد 5 cyclones فوق بعضهم كما هو موضح بالصورة.



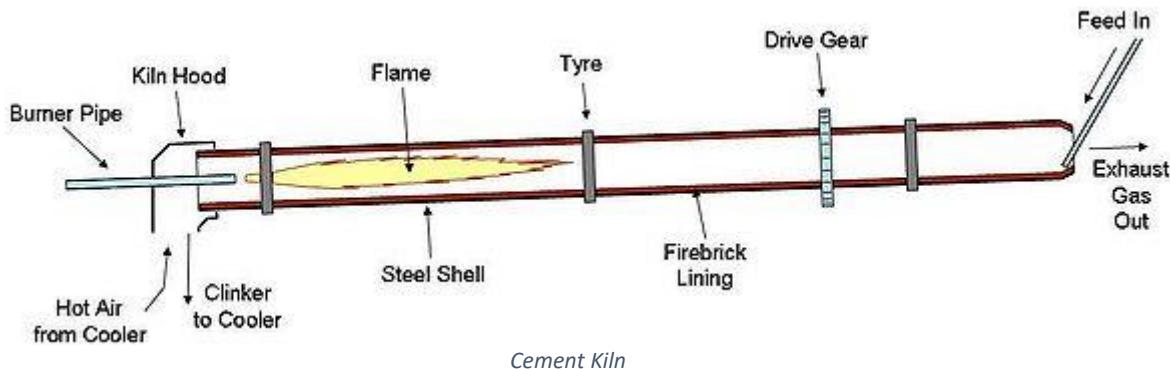
5 cyclones preheater

فوائد البرج هى :

- 1- تسخين الخليط وإعداده للدخول للفرن.
- 2- تحويل الحجر الجيري (CaCO_3) إلى الجير الحى (CaO) عن طريق الإنحلال الحرارى فى درجة حرارة تصل إلى 850°C طبقاً للمعادلة: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ بالحصول على الجير الحى تكون الأكاسيد الأربعية جاهزة.

- ❖ ثم يدخل الخليط الفرن بدرجة حرارة تصل تقريباً 900°C ، والفرن عبارة عن أسطوانة ضخمة مائلة بدرجة بسيطة أفقية تدور حول نفسها وفي طرفها شمعة ضخمة وبداخل الفرن تتحدد الأكاسيد الأربعية بفعل الحرارة مكونة أنوار الكلنكر كما عرفناهم من قبل وأنوار الكلنكر هم (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF)
- ❖ وبالوصول لأنوار الكلنكر يمكن تصديرهم للخارج أو إكمال التصنيع، لأن الكلنكر هو المواد الأولية في صناعة الأسمنت.

تصل درجات الحرارة أثناء الخروج من الفرن إلى ما يقرب من 1500°C في منطقة الحريق عند الشعلة.



❖ في درجات الحرارة العالية من الوارد الوصول للاتزان تفك اطوار الكلنكر لأكسيداتها الأولية طبقاً لقاعدة لوشاتيليه، ولتفادي ذلك يدخل الكلنكر إلى مبرد-cooler وتعرضه للتبريد المفاجئ لمنع التفاعل العكسي.

❖ بعد خروج الكلنكر من المبرد اذا اختبرنا سرعة التصلب باستخدام الماء سنجد ان طور الكلنكر C3A يتصلب بسرعة جداً تكاد تكون لحظية، وحل هذه المشكلة، بعد الخروج من المبرد يتم إضافة الجبس إلى الناتج وذلك لتنظيم التصلب او ما يعرف بزمن الشك.

❖ الجبس يتكون من $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ويتم إضافته بنسبة تصل إلى 5% لكي تتحدد مع C3A وتكوين مركب يسمى الأترنجيت حيث يقوم بتكوين طبقة خارجية فوق C3A ويقوم بتأخير زمن الشك.

- ❖ يتم تصنيع الأسمنت بعدة طرق وهي:
 - 1- الطريقة الرطبة: حيث يتم خلط المواد الخام مع الماء لتعطى ناتج ملعق ويتم الحصول على الكلنكر عند درجة حرارة تصل إلى 1480°C .
 - 2- الطريقة الجافة: حيث تقوم الطريقة الجافة بأخذ مكان الرطبة لما فيها من توفير للطاقة وعدم استخدام للماء وكذلك الدقة في التحكم.
 - 3- الطريقة شبه الجافة: وهي حالة خاصة من الطريقة الجافة حيث تتشكل المواد الخام في العمليات الجافة على هيئة حبيبات كبيرة فيتم إضافة 13% ماء إليها.

Cement types

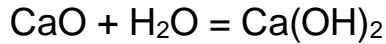
❖ لا يجهل أحد منا ان إضافة الماء الى الاسمنت ينتج عنه تصلب الاسمنت، ولكن هل سمعت عن نوع من الاسمنت يتصلب بمجرد التعرض الى الهواء؟

❖ هناك نوعان من الأسمنت من النظرة العلمية:

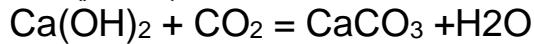
- Hydraulic Cement -1
- Non-Hydraulic Cement -2

❖ من الواضح ان الـ hydraulic هو النوع الذي يتصلب في وجود الماء ويطلق عليه الأسمنت البورتلندي ويكون mineral hydrates بحيث تكون مقاومة للضغط او أي نوع من أنواع التأكل وهذه الطريقة للتصلب اكتشفها الرومان عندما قاموا بوضع الرماد البركاني على الجير الحى فى وجود الماء.

❖ اما النوع الثاني وهو الـ non-hydraulic يتصلب بسبب تعرضه للهواء الجوى حيث يتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون الموجود ف الهواء و يطلق عليه slacked lime وذلك لأن الجير الحى بعد تكونه من الحجر الجيرى يبقى حر و أي جزئ ماء يتفاعل معه يكون ما يسمى slacked lime أو الجير المطفى طبقاً للمعادلة:



❖ بمجرد انتهاء هذه العملية تبدأ عملية آخر وهى التفاعل مع ثانى أكسيد الكربون الموجود في الجو (carbonation) لكن التفاعل يأخذ وقتاً طويلاً لأن الضغط البخاري لثانى أكسيد الكربون قليل جداً (تقريباً 0.4 millibar)، ولذلك تفاعل الـ carbonation لا يتطلب وجود ماء وهو فقط تعریض الجير المطفى للجو لكي يتكون الحجر الجيري كما في المعادلة الآتية:



اما في حياتنا اليومية لدينا تقريباً 30 نوع من أنواع الأسمنت، ويتم تحديد نوع الاسمنت طبقاً لنسب مركبات اطوار الكلنكر مثل:

- الـ C3S يُسمى آليت
- الـ C2S يُسمى بيليت
- الـ C3A يُسمى سيليت
- الـ BROWN MILL RATE C4AF يُسمى

والأنواع الأكثر شيوعاً هي:

- 1- الأسمنت البورتلندي العادي:** (أصل الأنواع)، وهو المستخدم دائمًا في الحياة اليومية وفي صناعة الخرسانة، يتم إضافة جبس إليه لتكوين طبقة فوق السيليت لتأخير زمن الشك.
- 2- الأسمنت المقاوم للكبريتات:** يتم استخدامه في الأماكن التي بها نسبة عالية من أملاح الكبريتات و ذلك يتحدد طبقاً لنوع التربة التي يتم العمل عليها.
- 3- الأسمنت منخفض الحرارة:** يستخدم في المباني الضخمة مثل السدود والكبارى والأماكن التي لا تحتاج خروج كميات حرارة كبيرة لذلك فإن البيليت هو أكثر مكونات هذا النوع.
- 4- الأسمنت التمددى:** يستخدم فى الأغراض التى لا تحتاج تغير فى الحجم بعد التجفيف وهو عبارة عن أسمنت بورتلندي عادى مضاف إليه عامل تمدد وعامل مثبت.
- 5- أسمنت آبار البترول:** يستخدم لتطحين آبار البترول والمكونات الصخرية ذات النفاذية العالية ولذلك فهو يستخدم عند درجة حرارة عالية وكذلك ضغط عالى ويكون له خشونة أكبر من الأسمنت العادى وبه نسبة كبيرة من البيليت.
- 6- أسمنت عالي الأمونيا :** يُحضر هذا النوع من الحجر الجيري و البوكسيت حيث يتم حرقهم مع بعض داخل بوائق ولا يتم تحضيره داخل فرن ويختلف نوعه وتحمله لدرجات الحرارة باختلاف نسب الحجر الجيري والبوكسيت.
- بالإضافة لهذه الأنواع، هناك أنواع أخرى وكل نوع له استخداماته ونسب مختلفة في أطوار الكلنكر.

Cement quality tests

كأي منتج يتم انتاجه، الأسمنت له مواصفات واختبارات للتأكد من مطابقته للمواصفات المطلوبة:

:Fineness (DIN 1164 part 4) -1

اختبار مدى نعومة الأسمنت والمواصفات تقول إن الأسمنت يجب ألا يترك رواسب أكثر من 3%wt وكذلك specific surface التي يتم قياسها عن طريق ما يسمى بنفاذية الهواء air permeability .cm²/gm2200 يجب ألا تقل عن 2200

:Setting times (DIN1164 part 5) -2

وهو ما يعرف بزمن الشك أو التصلب طبقاً للمواصفات لا يجب أن يقل زمن الشك عن ساعة واحدة بعد الخلط ويتم التصلب بصورة كاملة في غضون 12 ساعة.

يتم قياس زمن الشك عن طريق ما يسمى بـ vicat's needle أو إبرة فيكات حيث يتم خلط 500 gm من الأسمنت مع 30-25% Wt وتقليبيهم معاً وهناك زمنان للشك:

- زمن الشك الابتدائي: يتم تحديده عندما تغوص الإبرة في العينة مسافة من 5-3 cm.
- زمن الشك النهائي: يتم تحديده عندما تكون أكبر مسافة نقطتها لقطعها الإبرة لا تزيد عن 1 mm داخل العينة.

:Soundness (DIN 1164 part 6)

مدى صلابة الأسمنت وقدرته في الحفاظ على حجم ثابت، ومن الممكن أن يسبب مشكلة عدم الاستقرار وجود أكسيد الماغنيسيوم MgO بنسبة أكبر من المسموح بها حيث يسبب ما يعرف بتمدد الماغنيسيوم by weight حيث يجب أن نسبة الـ MgO لا تزيد عن 5% magnesia expansion

:Heat of hydration (DIN 1164 part 8) -4

يتم تصنيع الأسمنت بخاصية مميزة وهي low heat of hydration حيث لا يسمح أن يتم انبعاث أكثر من 270 جول من الحرارة لكل جرام من الأسمنت في أول أسبوع بعد الخلط مع الماء وذلك لأن رفع درجة الحرارة من الممكن أن تؤدي لحدوث تصدعات وشروخ في تلك الفترة.

صناعة الأسمنت بالرغم من إنها سهلة ومرجحة إلا أنها صناعة مميتة حيث أن مصانع الأسمنت في العالم مسؤولة عن 5% من انبعاثات الـ CO2 (الإحصائية لعام 2010)، مما يؤثر بالسلب على تقب الأوزون وظاهرة الاحتباس الحراري.

إنتاج كل طن من الأسمنت البورتالندي يصاحب طن آخر من ثاني أكسيد الكربون كما أنها تؤثر بالسلب على الحيوانات حيث الانبعاثات من الغبار والغازات تقوم بالقضاء على الدورة الوراثية، وأيضاً تقوم بتسميم النباتات والمحاصيل الزراعية.

أما بالنسبة للعاملين في المجال فهي تسبب للإصابة بعدة أمراض من أكثرهم شيوعاً التهاب الجلد ومرض تصون الرئة الناتج عن استنشاق (SiO) ولا يوجد علاج لهذا المرض، كذلك مرض تشبع الرئة بالأمينات وهو يؤدي لتدحرج سريع للرئة، ومن أفضل طرق الوقاية؛ العمل في بيئة رطبة وارتداء أقنعة خاصة لتجنب غبار الأمينات.

وبعد كم الكوارث التي يسببها، كان هناك اتجاه في صناعة أسمنت صديق للبيئة أو ما يُعرف بالـ green cement حيث يقوم بتخفيف نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة تصل إلى 50 مليون طن وأيضاً يقلل من استهلاك الماء والحرارة العالية والأبحاث مازالت مستمرة حتى توصلوا لتركيبة ما بتقوم تقريراً بكفاءة 70% من كفاءة الأسمنت البورتالندي العادي.

Fertilizers industry



Introduction

- ❖ السُّمَاد مادَةٌ تُضافُ لِلتُّرْبَةِ مِنْ أَجْلِ مُسَايِدَةِ النَّبَاتِ عَلَى النَّمَوِ
- ❖ تَحْتَوِي الْأَسْمَدَةُ عَلَى مُغَذِّيَاتٍ (مُوَادِ غَذَائِيَّة) أَسَاسِيَّةٍ لِنَمَوِ النَّبَاتِ. وَتُصْنَعُ بَعْضُ الْأَسْمَدَةِ مِنَ الْمُوَادِ
الْعَضُوِيَّةِ، مِثْلِ رُوثِ الْحَيْوَانِ أَوْ مُخْلَفَاتِ الْصَّرْفِ الصَّحيِّ، وَبَعْضُهَا الْآخَرُ مِنْ مُوَادِ مَعْدِنِيَّةِ أَوْ
مَرْكَبَاتِ مُنْتَجَةٍ فِي الْمَصَانِعِ. وَقَدْ اسْتَخَدَمَ الإِنْسَانُ الْأَسْمَدَةَ مِنْذَآلِفِ السَّيْنِينِ، حَتَّى فِي الْأَوْقَاتِ الَّتِي
كَانَ لَا يَعْلَمُ مَدْىِ فَائِدَتِهَا لِلنَّبَاتِ، وَقَبْلَ أَنْ يَعْيَيِ الإِنْسَانُ أَهْمِيَّةَ تَغْذِيَةِ النَّبَاتِ بِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ. فَقَدْ لَاحَظَ أَنَّ
رُوثَ الْحَيْوَانِ وَرَمَادَ الْخَشْبِ وَبَعْضَ الْمَعَادِنِ الْآخَرِيَّ تَسْاعِدُ النَّبَاتَ عَلَى أَنْ يَنْمُو بِقُوَّةٍ. وَخَلَالِ
الْقَرْنِ التَّاسِعِ عَشَرَ وَأَوَّلِ الْقَرْنِ الْعَشَرِيِّ اكْتَشَفَ الْبَاحِثُونَ أَنَّ بَعْضَ الْعَنَاصِرِ الْكِيمِيَّيَّةِ ضَرُورِيَّةٍ
لِتَغْذِيَةِ النَّبَاتِ.
- ❖ النَّبَاتُ عَامَّةً يَكُونُ غَذَائِهِ إِنْتَاجَهُ أَثْنَاءِ عَمَلِيَّةِ الْبَنَاءِ الضَّوئِيِّ أَوْ photosynthesisِ لِكُنَّ الْعَمَلِيَّةِ
بِالإِضَافَةِ إِلَيْهِ تَحْتَاجُ كَمِيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنْ عَدَدِ عَنَاصِرٍ تُعْرَفُ بِالْعَنَاصِرِ الْكَبِيرِيِّ وَهِيَ الْكَرْبُونُ
وَالْهَيْدِرُوجِينُ وَالْفُوسْفُورُ وَالْبُوتَاسِيُّومُ وَالْنِيْتَرُوجِينُ وَالْكَبِيرِيتُ وَالْمَاغْنِيُّومُ وَالْكَالْسِيُّومُ.
- ❖ وَبِزَوْدِ الْمَاءِ وَالْهَوَاءِ النَّبَاتُ بِمَعْظَمِ احْتِيَاجَتِهِ مِنَ الْكَرْبُونِ وَالْهَيْدِرُوجِينِ وَالْأَكْسِجِينِ، أَمَّا بَاقِي
الْعَنَاصِرِ، فَيُتَحْصَلُ عَلَيْهَا مِنَ التُّرْبَةِ. وَمَعَ مَرُورِ الْوَقْتِ تَقْلُ كَفَاءَةُ التُّرْبَةِ وَتَخْتَفِي بَعْضُ
الْعَنَاصِرِ مِنَ التُّرْبَةِ لِذَلِكَ يُفْضِّلُ تَغْيِيرُ الْمُحَصُولِ مِنْ حِينِ لَآخِرِ.
- ❖ الْعَنَاصِرُ الَّتِي تَخْتَفِي تَشَمَّلُ ثَلَاثَةَ عَنَاصِرٍ أَسَاسِيَّةٍ وَهِيَ الَّتِي تَقْوِيُّ عَلَيْهَا صَنْعَةَ الْأَسْمَدَةِ وَهِيَ:
1- الْنِيْتَرُوجِينُ
2- الْبُوتَاسِيُّومُ
3- الْفُوسْفُورُ
وَالثَّلَاثَةَ عَنَاصِرَ مجَمُوعِيَّنْ يُسَمُّونَ بِالْأَسْمَادِ الْكِيمِيَّيِّيِّ (NPK) وَالنَّبَاتُ يَحْتَاجُهُمْ فِي 3 مَرَاحِلِ مِنْ نَمَوِ النَّبَاتِ
وَوُجُودُ سَمَادِ الْنِيْتَرُوجِينِ هُوَ الأَهْمَنِ نِسْبِيَّاً بَيْنَ الْثَّلَاثَةِ.
- ❖ الْأَسْمَدَةُ بِشَكْلِ عَامٍ يَتَمُّ إِنْتَاجُهَا عَلَى هَيْئَةِ أَرْبَعِ صُورِ رَئِيسِيَّةٍ:
1) أَسْمَادَةٌ نَقِيَّةٌ: عَبَارَةٌ عَنْ مَرْكَبَاتِ كِيمِيَّيَّةٍ تَحْتَوِي عَلَى أَحَدِ عَنَاصِرِ السَّمَادِ أَوْ أَكْثَرِ.
2) أَسْمَادَةٌ مُخْلُوطَةٌ: عَبَارَةٌ عَنْ خَلِيلَتِهَا بَيْنَ الْأَسْمَادَةِ النَّفِيَّةِ وَالْأَسْمَادَةِ الْمُصَنَّعَةِ بِنَسْبَتِ مَعْيَنَةٍ
وَيَكُونُ عَلَى هَيْئَةِ حَبَّيَّاتِ.
3) أَسْمَادَةٌ سَائلَةٌ: وَتَحْتَوِي عَلَى أَحَدِ عَنَاصِرِ السَّمَادِ الْمَذَابَةِ فِي الْمَاءِ وَيَمْكُنُ أَكْثَرُ مِنْ ذَلِكَ.
4) أَسْمَادَةٌ التَّحْرُرِ الْبَطِيءِ: يَتَمُّ صَنَاعَتُهُ لِأَنْوَاعِ مَعْيَنَةٍ مِنَ النَّبَاتَاتِ الَّتِي تَحْتَاجُ مُغَذِّيَاتٍ لَكِنَّ
لَفَرَاتٍ طَوِيلَةٍ الْمَدِيِّ أَثْنَاءِ نَمَوِهَا

❖ الأسمدة النيتروجينية هي أكثر الأنواع استخداماً وتُنتج على شكلين:

- 1- سماد سائل من غاز النشار
- 2- سماد صلب مثل كبريتات الأمونيوم ونترات الأمونيوم ومركب عضوي يسمى اليوريا.

الأمونيا هي المصدر الرئيسي للأسمدة النيتروجينية وتصنع غالباً باتحاد النيتروجين في الهواء الجوي مع الهيدروجين $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ ، ومنها يمكن إنتاج اليوريا ($NH_2-CO-NH_2$).

Ammonia production

الأسمدة النيتروجينية لها شكلين، إما سائل (غاز الأمونيا) أو صلب (اليوريا)، ونبأ الحديث عن الأمونيا أولاً

❖ الأمونيا لها استخدامات كثيرة مثل:

- 1- تصنيع حمض النيتريك (HNO_3)
- 2- التبريد
- 3- تصنيع الأدوية
- 4- صناعة التأليلون
- 5- فصل بعض المعادن النفيسة

هذه المعادلة البسيطة $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ يتم اتمامها عن طريق 6 عمليات:

1- الـ Desulfurization للتخلص من الشوائب الموجودة في الغاز الطبيعي عن طريق إضافة أكسيد الزنك لكبريتيد الهيدروجين وينتج كبريتيد الخارصين (ZnS) وماء.

2- الـ Primary reforming للغاز الطبيعي باستخدام الـ super-heated steam عند حرارة تصل إلى $770^{\circ}C$ في وجود النikel كعامل حفاز وينتج الهيدروجين كناتج أساسي ونواتج جانبية مثل ثاني أكسيد الكربون وكمية صغيرة من أول أكسيد الكربون ويتم التخلص من النواتج الجانبية باستخدام Carbon Synthesis Gas و هذا الخليط يسمى dioxide removal process.

3- تمرير الهواء الجوي على الـ Synthesis Gas وبعد تبريده لدرجة $735^{\circ}C$ يذهب إلى Secondary reformer في الـ secondary reformer يحدث تفاعلين:

التفاعل الأول: CO and H_2 ينتج عنه steam reforming
 التفاعل الثاني يسمى $\text{gas shift reaction}$

$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{CO}_2$$

يتم إزالة أول أكسيد الكربون لحماية العامل الحفاز عن طريق إضافة ماء وينتج ثاني أكسيد الكربون المستخدم في تفاعل الـ CO_2 و هذه العملية تتم على خطوتين:

1- يستخدم عامل حفاز كروم / ماجنتيت عند 360°C

2- يستخدم نحاس وأكسيد الـ Cu و Cr_2O_3 كعامل حفاز عند 210°C

نفس التفاعل في الخطوتين لزيادة الـ conversion، والهيدروجين الناتج يتفاعل مع الـ N_2O_4 لإنتاج الأمونيا.

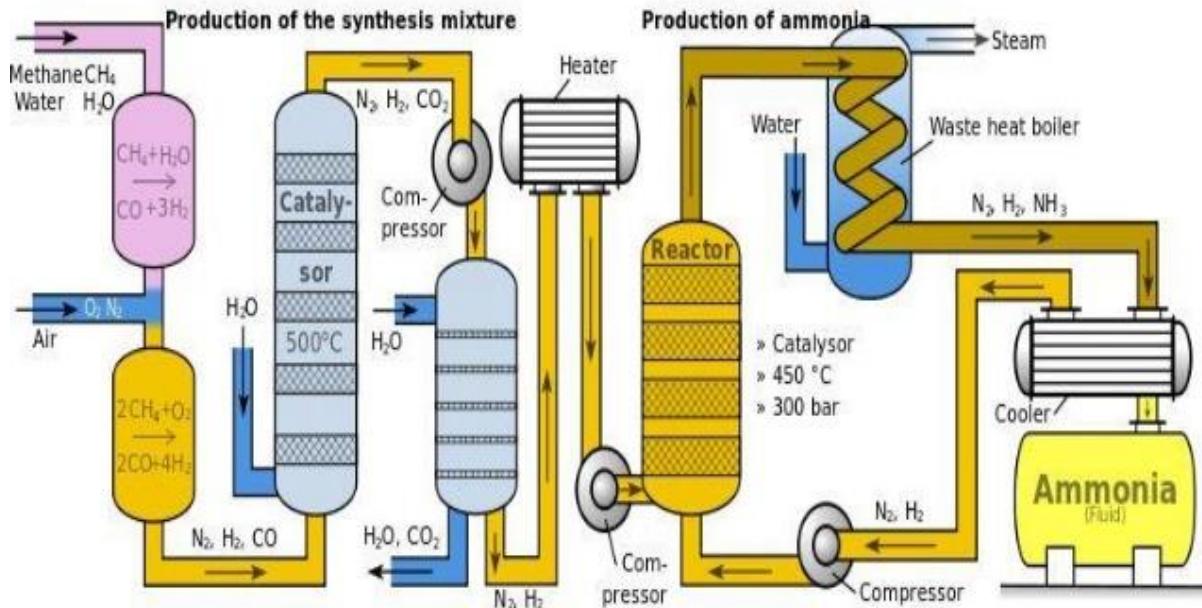
4- بعد إزالة أول أكسيد الكربون يتم إزالة الماء عن طريق التكثيف بالتبريد عند حرارة 40°C

5- إزالة ثاني أكسيد الكربون عن طريق إذابته في محلول (Di-methyl ethanol amine) حيث يقوم بإزالة 99.9% من ثاني أكسيد الكربون وبقایا الـ CO_2 وأول أكسيد الكربون تُجرى عليهم عملية الـ Methanation باستخدام خليط الـ $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ كعامل حفاز وينتج ميثان وماء ويتم التخلص من الماء بالتكثيف مرة أخرى.

6- إنتاج الأمونيا عن طريق تسخين خليط الغازات "الهيدروجين والنیتروجين" لدرجة حرارة 400°C ، وضغط 160 إلى 170 bar في وجود الحديد كعامل حفاز وتحصل على خليط من الأمونيا بنسبة تحول 26 % وغازات غير متفاعلة يتم خلطها مع الـ feed مرة أخرى عند حرارة 5 سلیزیوس.

يلٰى إنتاج الأمونيا في الصورة الغازية عملية التبريد من درجة حرارة 220°C لدرجة حرارة 30°C ، ثم decompression للأمونيا لضغط 25 Bar لفصل الشوائب الغازية مثل الميثان والهيدروجين ويتم إمتصاص الأمونيا السائلة في وحدة الـ ammonia recovery، وهذا هو الغرض من العملية وهو الحصول على الأمونيا السائلة التي يمكن استخدامها كسماد.

Process flow Diagram



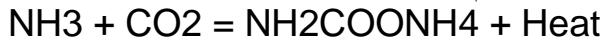
Ammonia Production PFD

Urea production

"وقد وجّه فوهلر ضربة قاضية عندما استطاع تحضير مركب الــيوريا في المعمل لأول مرة" حققت الــيوريا بعد استخدامها كــسماد طفرة كبيرة حيث بعد استخدامها زادت نسبة إنتاج المحصول بمعدل ربع الإنتاج العالمي.

يتم إنتاج الـN2 عن طريق تفاعلين وهما:

1- تفاعل التكثيف وده يتم عن طريق المعادلة الآتية:



2- تفاعل نزع الماء طبقاً للمعادلة:



وإنتمام هذه العملية يتم من خلال أربع عمليات وهم: التصنيع والتنقية والتركيز والتحبيب.

1- عملية التصنيع:

يتفاعل خليط من الأمونيا وثاني أكسيد الكربون عند ضغط 241 bar لتكوين كاربامات الأمونيا ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$)، وهذا التفاعل طارد للحرارة ويتم التبريد عن طريق تسخين الماء في غلاية. المفاعل الإبتدائي يقوم بتحويل ثاني أكسيد الكربون بنسبة 78% إلى يوريا ويتم تنقية السائل من الشوائب الغازية التي يستقبلها المفاعل الثاني.

2- عملية التنقية:

معظم الشوائب في هذه الوحدة هي الماء الناتج من عملية إنتاج الـN2 وكذلك بعض المتفاعلات التي لم تُستهلك في التفاعل مثل ثاني أكسيد الكربون والأمونيا وكاربامات الأمونيا وتم الإزالة على ثلاثة مراحل:

- المرحلة الأولى يتم فيها تقليل الضغط من 241 bar إلى 18 bar ويتم تسخين محلول وهذا يتسبب في تحلل كاربامات الأمونيا إلى أمونيا وثاني أكسيد كربون.

- المرحلة الثانية يتم فيها تقليل الضغط مرة أخرى إلى 2 بار ليتم التخلص من كمية من الأمونيا وثاني أكسيد الكربون.

- المرحلة الثالثة يصل فيها الضغط إلى 0.65 bar ويتبقى محلول يوريا مذاب في الماء خالياً من الشوائب.

في كل مرحلة من الثلاث يتم امتصاص المواد الغير متفاعلة على هيئة محلول مائي يتم استخدامه مرة أخرى في المفاعل الثانوي والأمونيا تُستخدم كمتفاعلة في المفاعل الإبتدائي.

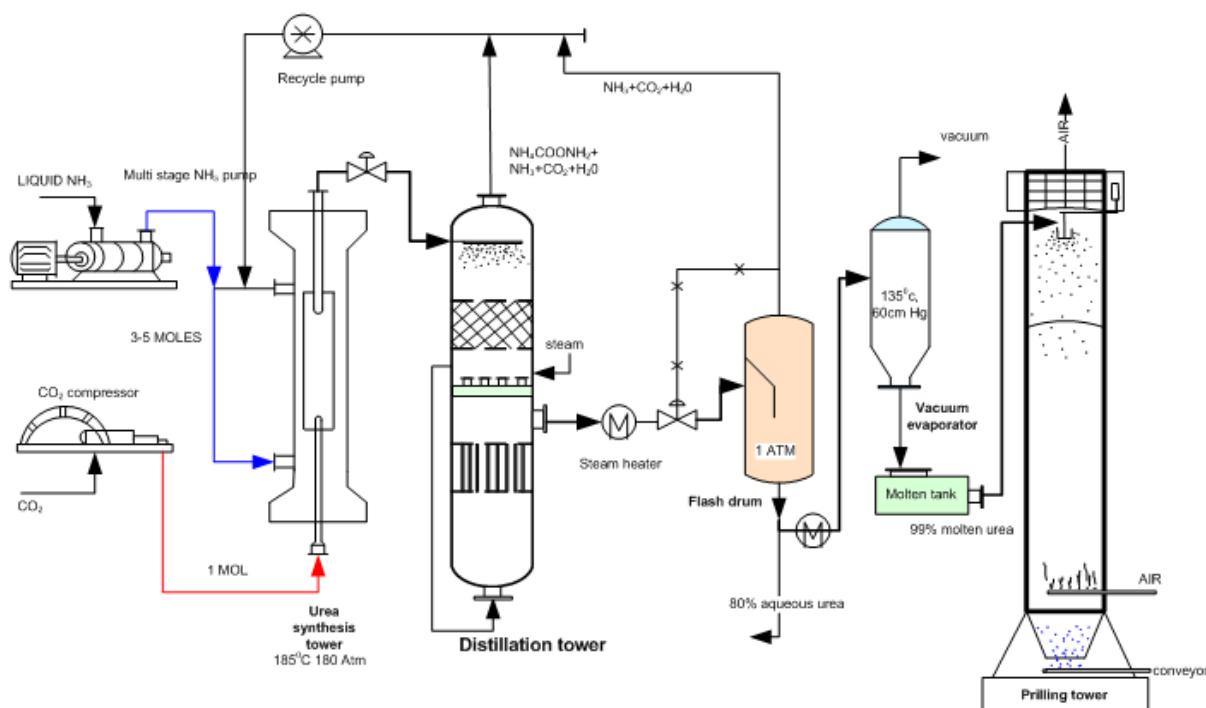
3- عملية التركيز:

- يتم تسخين 75% من محلول الـN2 في غياب الضغط (vacuum) لتبخير بعض الماء وبالتالي زيادة تركيز الـN2 من 68% إلى 80% وفي هذه العملية تتكون بلورات من الـN2.

- يتم تسخين محلول من 80°C إلى 110°C لإذابة هذه البلورات مرة أخرى وفي خلال عملية التبخير يتم إنتاج الـN2 المنصهرة عند 140°C والـ25% المتبقية يتم إدخالها على مبخر (evaporator) متصل على التوالي مع برج فصل (separator) في غياب الضغط عند 135°C.

- التحبيب:

- يتم بيع اليوريا كسماد على هيئة حبيبات قطرها من 4-2 ملليمتر ويتم إنتاج الحبوب عن طريق رش اليوريا المنصهرة من خلال فتحات لها القطر المطلوب والتي يتم تدعيمها من خلال سطح هوائي.
 - يتم تجميع الحبيبات الباردة والجافة على هيئة طبقات من خلال منخل (screens) والحببيات الكبيرة يتم تكسيرها وخلطها مع اليوريا المنصهرة.
 - يتم تنظيف اليوريا الناتجة من عملية التحبيب من الأتربة والهواء عن طريق مروحة تقوم بإزالة اليوريا عن طريق محلول مائي وإزالة الهواء إلى الجو، والمنتج النهائي يتم تبریده بالهواء وزنه وتجمیعه ثم بيعه.



Reactors





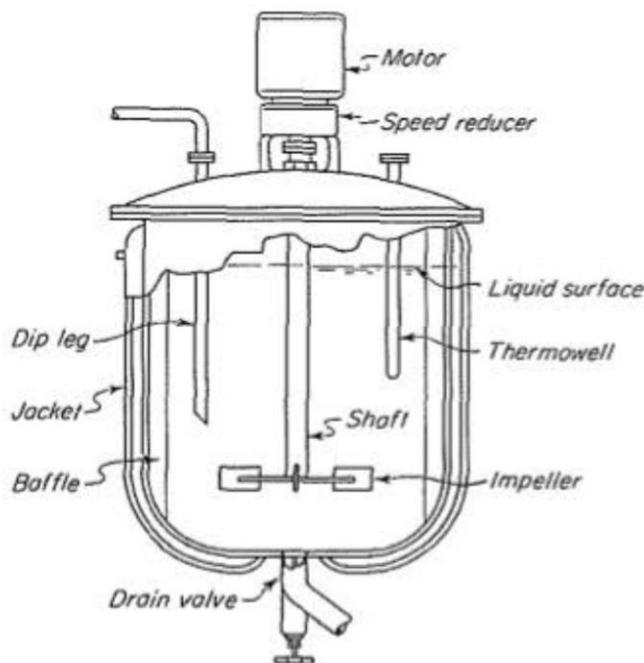
Overview❖

التعريف : هي الحاوية اللي بيتم فيها التفاعل، وطبعا معروف أن أي تفاعل في عوامل بتتأثر عليه اللي هي reaction variables على أساسها هنضم المفاعل وكمان لازم المفاعل يحقق أعلى إنتاجية ممكنه بأقل التكاليف وكمان التأكد من أن التفاعل ماشى ف مجرى الصحيح.

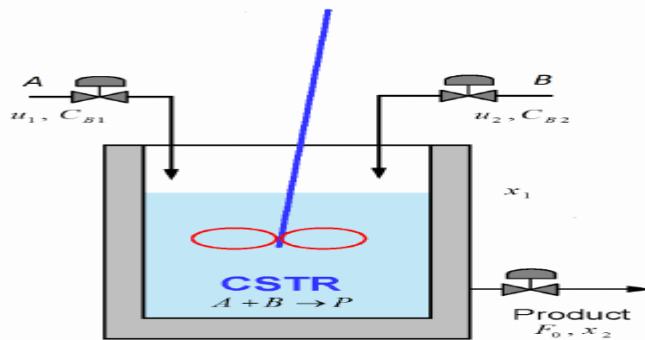
❖ تصنیف المفاعلات على حسب طریقة التشغیل

1. النوع الأول وهو ال batch reactor أو الدفعي (وسمى بهذا الاسم لأن التغذية تدخل على دفعات) ويستخدم في الانتاج الصغير أو اختبار التفاعلات الجديدة أو العمليات اللي من الصعب انها تتم بشكل مستمر زي الصناعات الكيميائية الحيوية او الصناعات الدوائية.

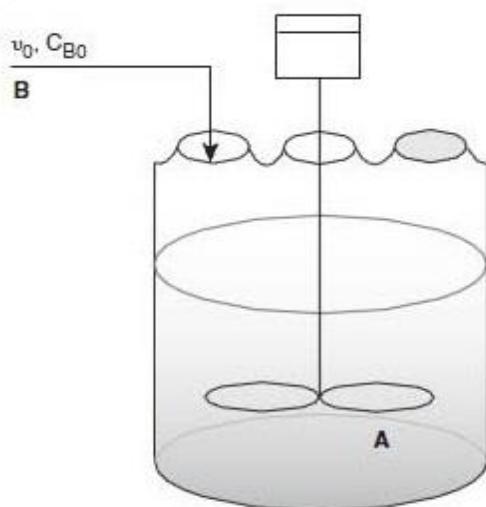
التغذية بتدخل من قتحه مخصصه ف الجزء العلوى وعاده بيكون مزود بقلاب ميكانيكي عشان نضمن انتظام تركيز المفاعلات والنواتج، والعامل اللي بيتأثر على تركيز المفاعلات و النواتج بيكون الزمن ف فنهایه زمن التفاعل المحدد هبدأ تقریغ شحنه المفاعل وتنضفه ونرجع نملأه بشحنه جديده عشان يبدأ دوره تانیه. طبعاً نجد إن الإنتاج صغير لا يتماشى مع تكلفة التشغيل.



2. الـ continuous ومن اسمه نجد أن التغذية والإنتاج بتدخل وتخرج بشكل مستمر فبنستخدمه في الحالات المستقرة حيث تركيز المتفاعلات والنواتج ثابت مع الزمن وهذا يحقق ربح اقتصادي أعلى للعملية الكيميائية.



3. الـ semi batch حيث يجمع بين الطريقتين حيث أتحكم في درجة حرارة التفاعل وبالتالي هقل من التفاعلات الجانبية وذلك يجعل تركيز احد المتفاعلات قليل بالنسبة للثاني (التغذية تدفق ببطئ).

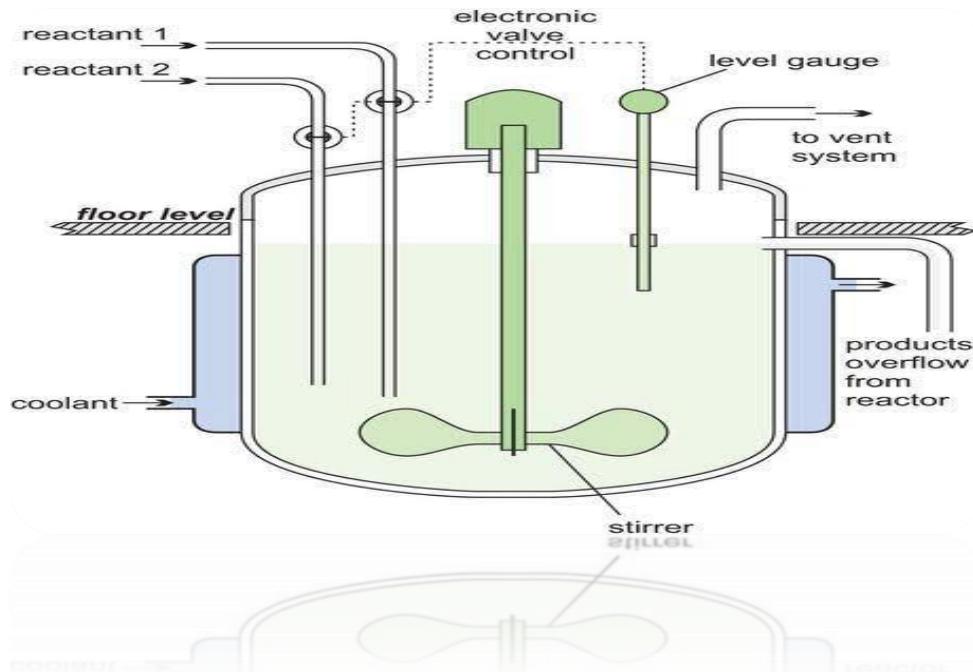


❖ التصنيف الثاني على حسب الشكل الهندسي للمفاعل

هذا نقسم المفاعلات المستمرة لـ

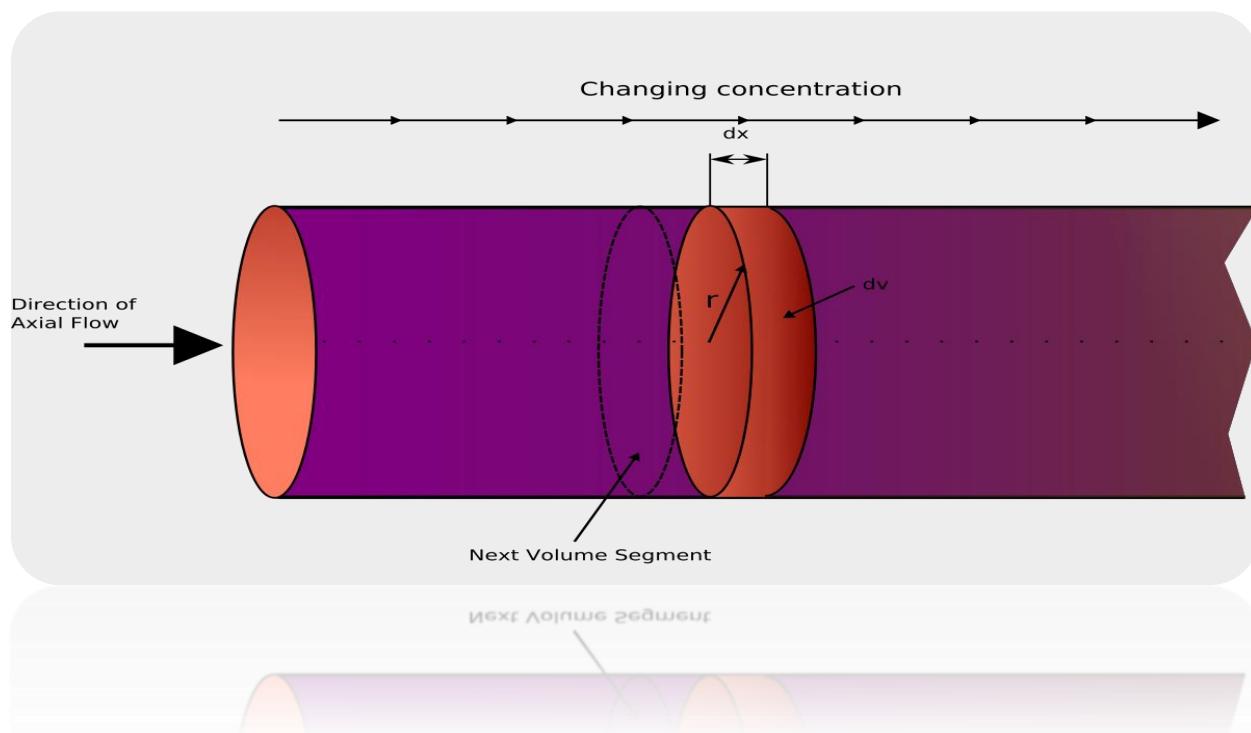
1. CSTR (continuous stirred tank reactor)

عبارة عن خزان على شكل أسطوانة كبيرة قطرها تقريرياً أكبر من ارتفاعها ويتم استخدامه في حالة التفاعلات السائلة؛ كمان هو مزود بقلاب ميكانيكي لكنه ضمن التقليب القوى ومن مميزاته التحكم في درجة الحرارة ومن عيوبه أن درجه تحول التفاعلات لنواتج قليله بالنسبة للحجم وبالتالي هضره استخدم مفاعل حجمه كبير، ودا يعتبر أكثر أنواع المفاعلات استخداماً، بالإضافة أنه لا يحتاج عماله بشريه فقط يحتاج good control



2. PFR (plug flow reactor)

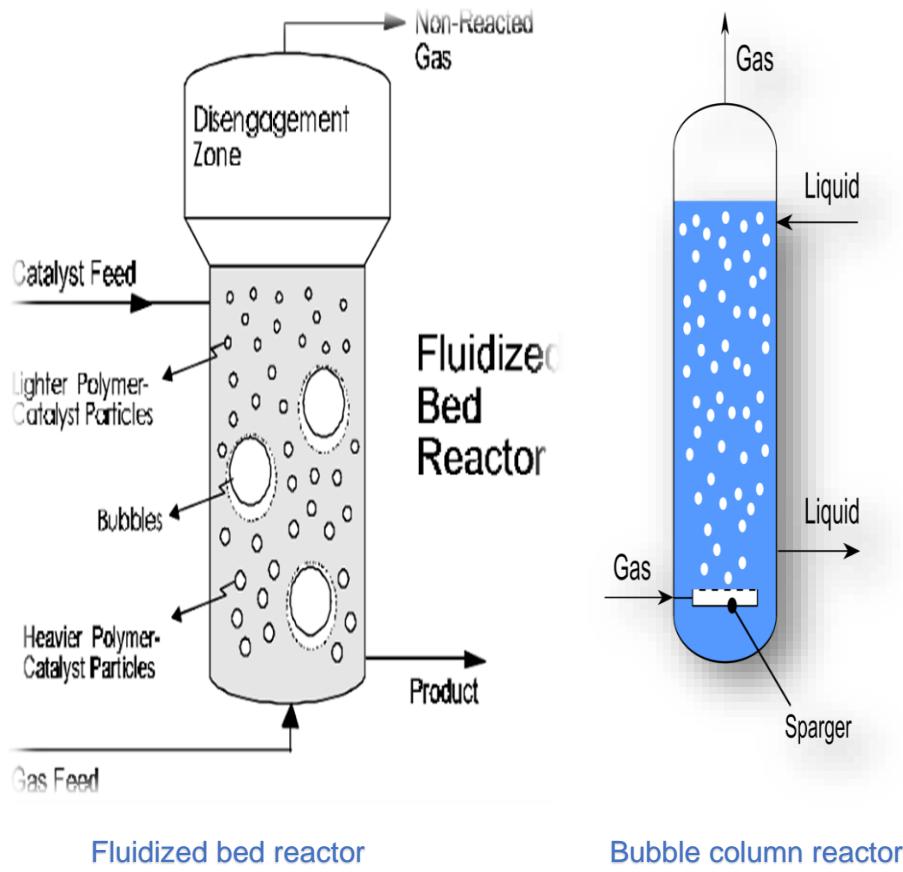
عبارة عن أسطوانة طويلة أو مجموعه من الانابيب القصيره مرتبه على التوازي، ويتم استخدامه في حالة التفاعلات الغازيه عكس الـ CSTR ولا يوجد قلاب كما أنه سهل الصيانه، ولكن من عيوبه عدم التحكم في درجة الحرارة.



❖ التصنيف على حسب عدد الأطوار الموجدة في التفاعل

من الممكن أن يكون وسط التفاعل عبارة عن طور واحد متجانس أو عدة أطوار و فيما يلي بعض الحالات التي تتعرض لها داخل المفاعلات :

- .i. تفاعل بين سائل و غاز نستخدم Bubble Column Reactor
- .ii. إذا كان لابد من عامل حفاز صلب في تفاعل سائل نستخدم Two -Phase Slurry Reactor Fixed Bed Reactor
- .iii. تفاعلات البلمرة نستخدم Three-Phase Slurry Reactor
- .iv. التفاعلات الحفزية مثل التكسير الحراري للمقطرات البترولية نستخدم Fluidized Bed Reactor



Types of reactors in detail❖

• المفاعل الدافي (Batch Reactor)

هو عبارة عن نظام مغلق أي أنه لا دخول لمتفاعلات جديدة أو خروج لنواتج قبل انتهاء التفاعل حيث أنه يتم مليء المفاعل بالمتفاعلات ثم يُغلق لفترة زمنية حتى انتهاء التفاعل ثم تُفرغ الناتج ليتم ملئه بالمتفاعلات مرة أخرى وتستمر العملية بهذا الشكل.

يتكون من :

- .i. خزان من الفولاذ الصلب مبطن من الداخل لحفظ الحرارة وسعته تختلف من 1لتر 1500 لتر.
- .ii. نظام لتقليل المتفاعلات.
- .iii. نظام تبريد وتسخين متكمال وفتحات لتغريغ الغازات من أعلى والسائل من أسفل.

ومن أنظمة التبريد والتسخين:

- .i. Single External Jacket هو عبارة عن غلاف خارجي واحد ولكنه نظام قديم.
- .ii. Half Coil Jacket هو عبارة عن غلاف نصف دائري ملفوف ويعد أفضل من النوع الأول.
- .iii. Constant Flux Cooling Jacket يتكون من حوالي 20 لفة من مواد مختلفة تساعد على سرعة التبريد والتسخين ولذلك يعتبر الأفضل.

ومن أبرز استخداماته:

- .i. يستخدم مع تفاعلات تحتاج إلى وقت طويل وإنتاج صغير.
- .ii. يستخدم في المنتجات التي تتطلب ظروف تفاعلات خاصة.
- .iii. يستخدم في التفاعلات الكيميائية وإذابة المواد وخلطها.
- .iv. يستخدم في اختبارات تحديد سرعة التفاعل الكيميائي التي تحتوي على مواد حاربة او متطايرة.
- .v. يستخدم في معالجة مياه الصرف.
- .vi. يقل نسبة BOD (biological oxygen demand) في المياه الغير معالجة.



• المفاعل النصف دفعي (Semi –Batch Reactor)

مثل **Batch Reactor** يتكون من خزان و قلاب ليخلط المتفاعلات جيداً ويوحد درجة الحرارة . نملئه ببعض المتفاعلات والباقي ندفعه باستمرار (يعنى لو سنفاعل A مع B سنضع مثلاً A في ال Reactor وندفع B باستمرار وبالتالي المادة التي تتكون في المفاعل هي **(Limiting Reactant)**)

يفضل هذا النوع عن النوع الأول في حالات :

- i. التفاعلات المتوازية **Parallel Reaction** (حيث أن المتفاعلات تحول لمنتجات مرغوب فيها ومنتجات غير مرغوب فيها) وذلك لأنه يزود ال **selectivity**.
- ii. التفاعلات الطاردة للحرارة **Exothermic Reaction** لأنه يسمح بدفع جزء من المتفاعلات ببطء وبالتالي تتحكم في الحرارة المنطقية وبالتالي تتحكم في درجة حرارة **Reactor**.
- iii. التفاعلات الانعكاسية **Reversible Reaction** عند سحب النواتج عن طريق **Purge Stream** فإنه يقلل من تركيزها في ال **Reactor** وبالتالي سيزيد من معدل التفاعل الطردي لتكون النواتج.

❖ المفاعلات الأنبوية (Tubular Reactors)

ويسمى أحياناً **Continuous Tubular Reactor (CTR)** . هو Piston Flow Reactor ويسمى أيضاً عبارة عن أنبوب أسطواني أفقى يتم دفع المائع أو أكثر (المتفاعلات) من أحد طرفيه وتخرج النواتج من الطرف الآخر. ومن المفترض أن تمر عناصر المائع خلال المفاعل دون خلطهم دون خلطهم معاً في الاتجاه الأفقي اتجاه سريان المائع ولكن يتم خلط العناصر في الاتجاه الرأسي لذلك تركيز العناصر مختلف من نقطة لأخرى على طول مسار المفاعل حيث أن يكون تركيز العناصر أكبر ما يمكن عند دخول المفاعل ولذلك تختلف مكونات المائع من نقطة لأخرى أيضاً. جميع عناصر المائع لابد أن تقضي نفس الوقت داخل المفاعل أي أن جميع العناصر يجب أن تكون لها نفس السرعة داخل المفاعل.

أهم استخداماته :

1. يستخدم في تفاعلات متعددة مثل تفاعلات يحدث فيها تغيير في درجات الحرارة أو الضغوط أو في الكثافات.

2. يفضل استخدامه في التفاعلات الطاردة للحرارة أو التفاعلات التي ينتج عنها انفجارات لذلك يجب تصميم هذا المفاعل بعناية وجودة فائقة.
3. يستخدم لوصف التفاعلات الكيميائية.

أهم مميزاته :

1. سهل الصيانة حيث لا توجد به أجزاء متحركة.
2. نسبة تحويل المفاعلات إلى نواتج عالية.
3. جودة النواتج عالية.
4. يمكن تشغيله لفتره طويلة جداً بدون صيانة.
5. له قدرة على نقل الحرارة بكفاءة ممتازة.
6. يستخدم للعمليات المستمرة.
7. يستخدم لدراسة التفاعلات السريعة.

من أهم عيوبه :

1. صعوبة التحكم في درجات الحرارة وقد تصل إلى درجة غير مرغوب فيها.
2. غالى الثمن.
3. صيانته مكلفة.
4. تنظيفه أيضاً قد يكون مكلف.

ومن أهم تطبيقاته:

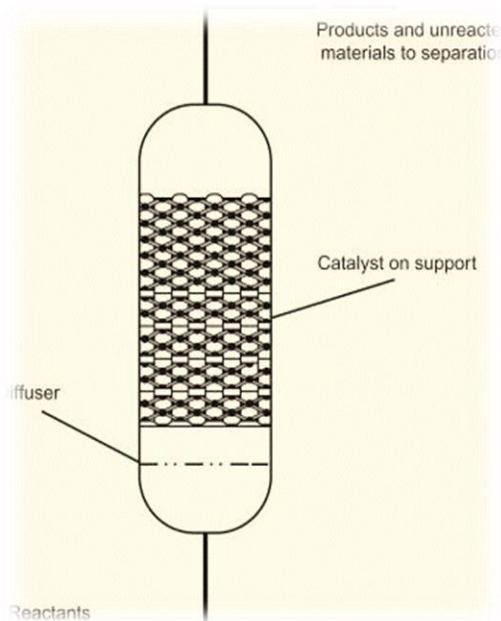
1. التفاعلات السريعة.
2. الإنتاج المستمر.
3. التفاعلات المتجانسة أو غير المتجانسة.
4. التفاعلات عالية الحرارة.
5. التفاعلات واسعة النطاق.
6. يستخدم في أنظمة الغاز والسائل.
7. إنتاج البنزين.
8. إنتاج الأمونيا.

• المفاعلات الحفزية (Catalytic Reactors)

تعتبر المفاعلات الحفزية من أهم أنواع المفاعلات والتي تعتمد بشكل أساسي على وجود عامل حفاز يؤثر على التفاعل دون أن يتأثر مما يزيد بشكل كبير في إنتاجية المفاعل وينقسم المفاعل الحفاز إلى عدة أنواع تختلف بإختلاف طريقة تركيب العامل الحفاز:

i. النوع الأول

هو (FBR) Fixed Bed Reactor أو ما يطلق عليه Packed Bed ويعتبر هذا النوع من الأنواع الأساسية التي يثبت عليها العامل الحفاز على هيئة أشكال هندسية لا تتغير ويوضع العامل الحفاز على هيئة حبيبات صغيرة الشكل مكونة من اسطوانات مفرغة لزيادة المساحة السطحية ويستخدم على نطاق واسع في الصناعات الكيميائية نظراً لسهولة التعامل مع العامل الحفاز و يتم وضع العامل الحفاز داخل غرفة احتواء ويوضع أعلى وأسفل هذه الغرفة طبقات من الكرات السيراميكية Ceramic Balls وذلك لتحسين توزيع المتفاعلات على العامل الحفاز و جعل سريان المواد المتفاعلة غير مستقر Turbulent مما يزيد من فرص التلامس بين سطح العامل الحفاز والمتفاعلات . يستخدم هذا النوع من المفاعلات داخل العديد من الوحدات أهمها وحدات الامتصاص Absorption و وحدات الفصل Stripping و معظم المفاعلات الحفزية مثل Catalytic Isomeration و Catalytic Reforming . وتمثل عيوب ذلك النوع من المفاعلات هو الحاجة لإيقاف المفاعل بعد مرور فترة زمنية معينة حيث تقل كفاءة العامل الحفاز حيث يكون بحاجة للاستبدال.



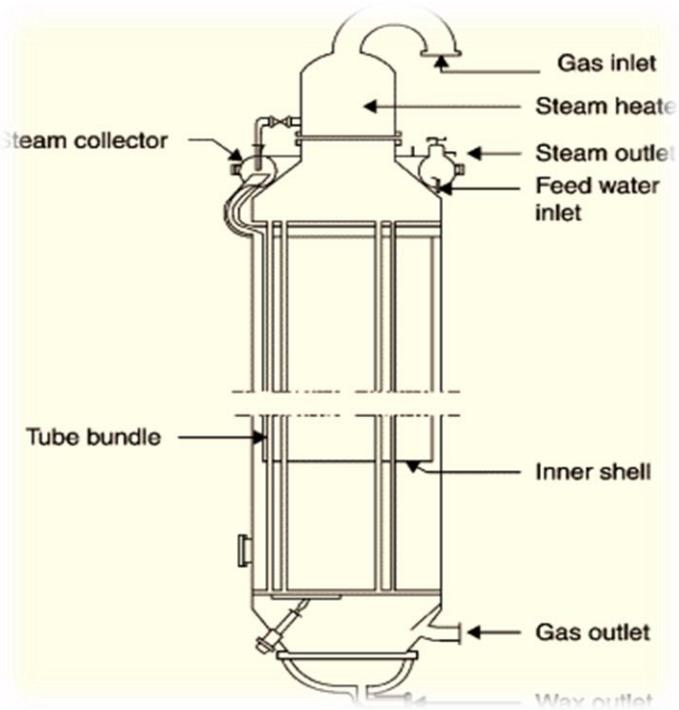
Fixed Bed Reactor

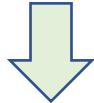
ii. النوع الثاني

هو Fluidized Bed Reactor ويستخدم في هذا النوع من التفاعلات حبيبات من العامل الحفاز حتى تزداد نسبة الخلط بين المواد المتفاعلة و العامل الحفاز و يتم تعويم العامل الحفاز داخل المفاعل وبذلك يصبح قادرا على إعادة تجهيزه مرة أخرى في مرحلة التجهيز Regeneration لذلك لا يستلزم تلك النوع من المفاعلات إيقاف و إعادة استبدال العامل الحفاز و من أشهر استخداماته هي FCC Unit (Fluidized Catalytic Cracking) أو عملية التكسير الحراري الحفزي وكذلك CCR Platforming Unit Cracking .

iii. النوع الثالث

هو Tubular Bed Reactor و في ذلك النوع يعتمد نسبة التحويل Conversion على موقع المائع في المفاعل بمعنى أنه إذا كان في بداية المفاعل يكون نسبة التحول عالية ثم تبدأ في الانخفاض ويمكن العمل في هذا النوع على الحالات الثلاثة للمادة أو حالتين فقط وتعتبر الميزة الرئيسية لذلك النوع هو القدرة على تحسين الكفاءة عن طريق تصغير قطر الأنابيب وتسيير المائع بإيسوبيرية دون حدوث انخفاض في الإنتاجية مثل باقي المفاعلات الحفازية . و يعتبر العيب الرئيسي لذلك النوع هو صعوبة تغيير العامل الحفاز أثناء الاستخدام و يدخل في عملية تخليق الميثanol Methanol Synthesis .





Design Considerations ♦

تستخدم في عملية تصميم المفاعلات عدة تدابير للحصول على كفاءة جيدة للمفاعل و من المستحيل تكوين شكل عام للمفاعل بسبب الاختلاف الكبير للمتغيرات التي تحكم المفاعل و لكن في البداية يجب تحديد النظام ما إذا كان نظام متجانس أو غير متجانس

و لابد أن تحتوى تلك التدابير على عدة مفاهيم أهمها :

1. حجم المتفاعلات و كتلة العامل الحفاز المستخدمة .
2. الطاقة أو الوقود اللازم لتشغيل المفاعل.
3. توفير طرق لاستعادة الطاقة المفقودة.
4. مواصفات المواد المستخدمة في بناء المفاعل.
5. التحكم اللازم لتنفيذ عملية التشغيل الأمثل .
6. مواصفات المعدات الثانوية المساعدة مثا خطوط التغذية و المراوح و المضخات.
7. أحكام السلامة.
8. نوع التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل المفاعل لتكوين تصميم سليم و مناسب .

يتم وضع تصميم نهائي لتوصيل المفاعلات مع الوحدات المساعدة في رسم نهائي يعرف ب Process Flow Sheet ويتضمن :

1. ترقيم و توضيح للمعدات المختلفة بأسمائها .
 2. درجات الحرارة و الضغط المستخدمة .
 3. معدلات السريان الحجمية و المولارية لكل خط تغذية.
 4. جدول Material Balance
 5. الخواص الفيزيائية و متطلبات الطاقة لكل خط.
- بذلك يتكون فهم كامل و واضح للعملية الكيميائية و كيفية معالجة العيوب و الأخطاء لتحسين كفاءة الانتاج و اتخاذ تدابير السلامة و الصحة المهنية.

Separators

هي معدات تقوم بعمليه فصل لل phases الذى يتكون منها الخليط، فإذا تواجد بير يحتوى على خام البترول فنجد انه يحتوى ايضا على نسبة غازات و نسبة ميه وكذلك اذا تواجد بير يحتوى معظمها على غازات فهناك نسبة من الخام أيضا.



Methods of Separation ♦

Flash separation .1

وهي تعتبر عملية فصل على مرحله واحده، ويتم عن طريق اننا اعمل تدفيع للتغذيه على الفرن لرفع درجه الحراره و المحتوى الحراري لها ثم يتم تمريره من خلال صمام مع تقليل الضغط ، هيدا يحصل تبخير جزئي للسائل، وبمجرد ما يوصل لحجم كافى من الخليط في ال drum

و هنا بيدا يحصل الفصل بين ال الغاز والسائل حتى تتم حالة الاتزان بينهم .
وتعتبر هذه العملية هي أشهر عمليات الفصل المستخدمة في الصناعه و لاسيما في مجال التكرير، وحسابات الطريقه دى شائعه جدا ويتم تطبيقها على كثير من البرامج زى ال HYSYS وغيره.

Differential separation .2

تم عن طريق عمل انخفاض تدريجي في الضغط اللي مطبقه على التغذية مع اللازالة المستمرة للغاز اللي بيكون، على عكس التلامس المستمر بين البخار وسائل اللي بيحصل في ال flash separation .
الغرض من ال Separation بوجه عام:

- .i فصل الغازات الخفيفه C1,C2 من ال crude
- .ii الحصول على اكبر كمية من ال heavier components

 **Classification ♦**

✓ يتم تسميه ال Separators بناء على وظيفتها و أشهر هذه الأسماء هي :
Trap .1

عبارة عن مصيدة يوجد مباشره بعد خروج البترول من البير

Gas scrubber .2

يتم استخدامه اذا كانت ال GOR عالية
(GOR: gas to oil ratio)

Slug catcher .3

يتم استخدامه للتعامل مع كميات غاز كبيره مع وجود كميات slug

Knock-out drum .4

يستخدم في حاله التخلص من اي قطرات سوائل موجوده في الغاز وشهر استخدام له قبل ال flare

✓ **الأسماء التجاريه الأكثر شهره في مجال ال Separators**
.i Vertical separator

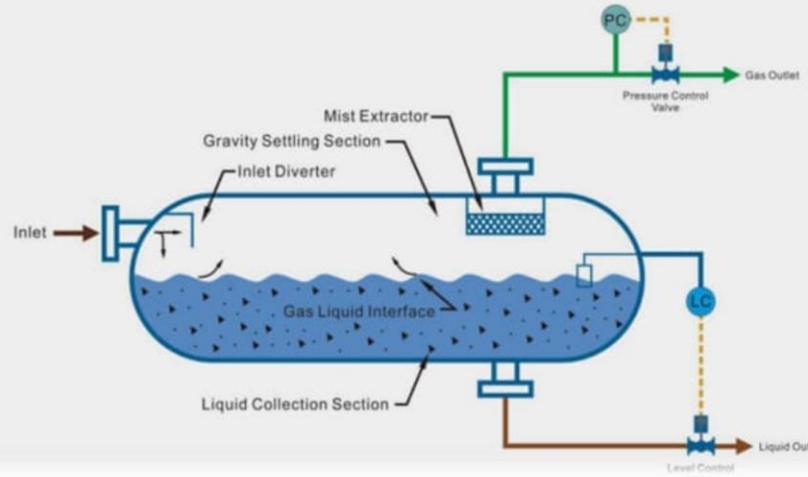
.ii Horizontal separator

.iii Spherical separator

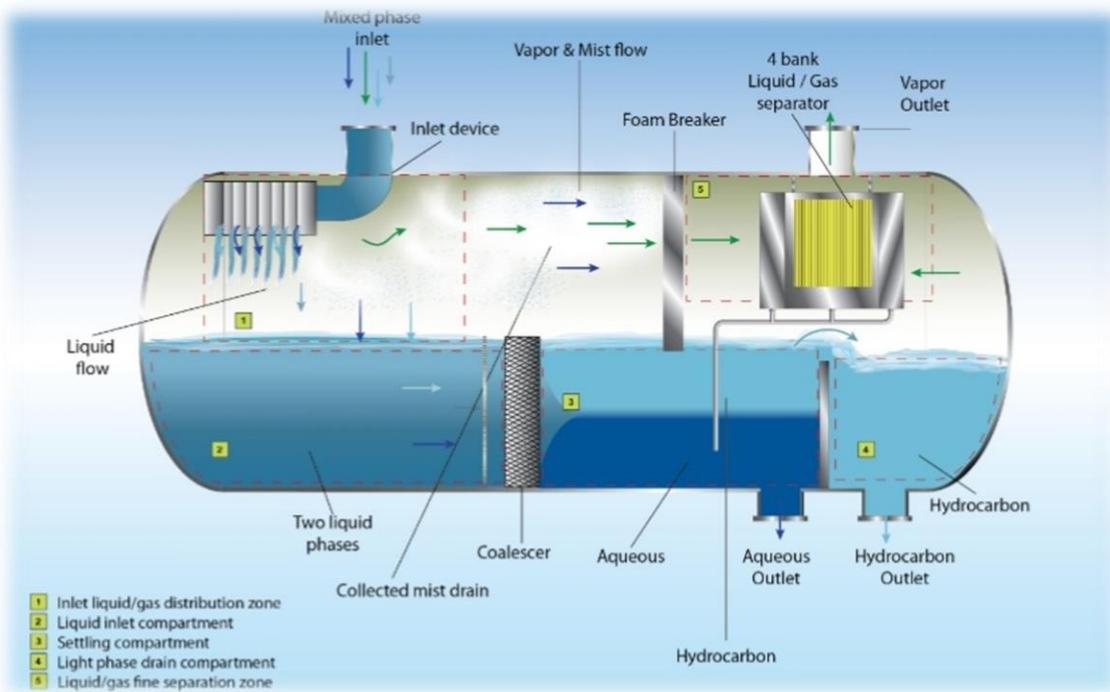
نھیف ال بندے طی separators ✓ phases of separation

:Two-phase separator .i
separates gas from liquid

Flow chart of the **Horizontal Two-phase Separator**



:Three-phase separator .ii
separates oil, gas and water



✓ تصنیف ال Separators طبقاً لضغط التنشیل :

- Low pressure separator (LPS) .i
- High pressure separator (HPS) .ii

✓ تصنیف ال Separators طبقاً لدرجة الحرارة :

- Low temperature separator (LTS) .i
- High temperature separator (HTS) .ii



Separator internals ♦

Inlet device or Inlet deflector .1

يتواجد داخل قطاع قبل عملية الفصل ويستخدم في عملية الفصل الأولى

يقوم بفصل الـ Fluid عن الـ Gas Stream

Baffles downstream .2

تقوم بتحسين توزيع الـ Flow

Separation enhancement .3

تتواجد في قطاع الفصل الأولى ويقوم بالاهتمام بالـ Phase separation

Mist extraction device .4

- يقلل محتوى السائل في الـ Gas Stream

Vortex breaker .5

تقلل تدفق الدوّمات مع فتح صمام التحكم في السائل

Interface controller .6

يتحكم في مستوى المياه

Pressure relief valve & pressure controller .7

يتحكم في الضغط أثناء عملية الفصل

Weirs .8

يتحكم في مستوى الـ Oil

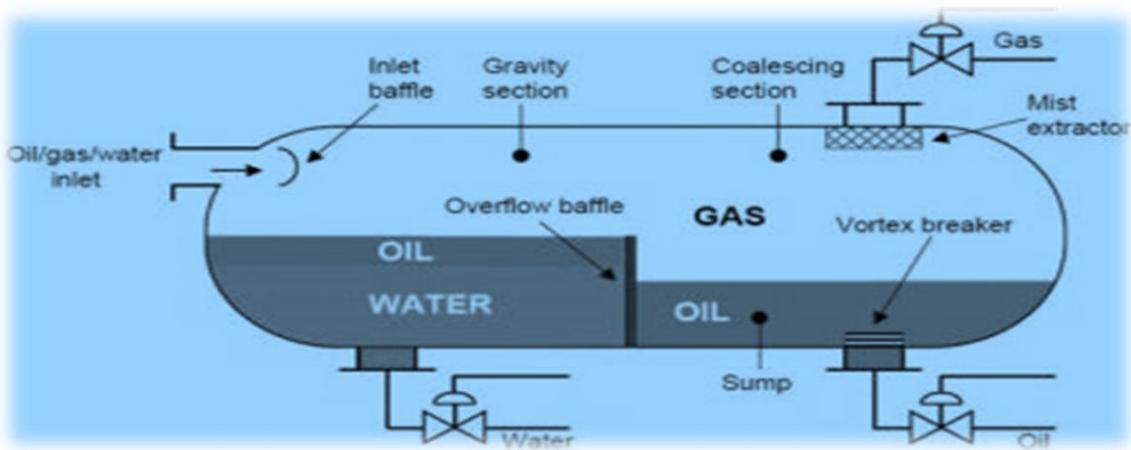
Gas, oil, water outlet .9

تستقبل الناتج من عملية الفصل

Defoaming plat.10

يقلل الـ Gas عند الـ Foaming





↓ Horizontal separator Vs Vertical separator ♦

:Horizontal separator ✓

هو الأكثر استخداماً من ال Vertical separator وذلك لـ ما له من مميزات:

- .i. اصغر حجما
- .ii. اقل تكلفة
- .iii. اكثر كفائه
- .iv. مساحه التداخل بين الغاز و السائل كبيره
- .v. يستخدم لو كان هناك قابلية كبيرة لحدوث Foaming

ولكن لديه بعض العيوب:

- .i صعوبه التنظيف
- .ii اشغال مساحه كبيرة



Vertical Separator ✓

- بعض المميزات التي تميزه عن ال **Horizontal separator** :
- i. الأفضل عند التعامل مع ال Solids واذا كان ال feed يحتوى على كميات كبيرة من الرمال او الطين او غيرها من الشوائب الغير مرغوب فيها
 - ii. يفضل استخدامه اذا كانت نسبة ال liquids اكبر من gas
 - iii. يفضل في حالة ال constant flow





Troubleshooting of separators ♦

تنتج بعض المشاكل عند الحيد عن الهدف الرئيسي من استخدام Separator ألا وهو فصل Phases عن بعضها فبمجرد حدوث تداخل بين Phases تبدأ ظهور المشاكل ويأتي ذكر بعضها:

Liquid Carryover -1

- السبب: صعود جزء من السائل مع الغاز أو Flow rate الداخل أعلى من المسموح

تعبر مؤشر لمشاكل أخرى كعلو مستوى السائل أو انسداد مخارج السوائل وتكون Foam

- الحل: تركيب Level Safety High Sensor (LSH) يقوم بغلق Inlet Flow بمقدار 10:15 عن Normal Maximum Level

Gas blowby -2

- السبب: انسحاب جزء من الغاز مع السائل (عكس ما سبق) تعتبر مؤشر لانخفاض مستوى السائل
- الحل: زيادة الحركة الدورانية

Foaming -3

- السبب: مع انخفاض الضغط على الخام تتكون فقاعات تحيط بالOil تعمل على تكون Foams وهي السبب الرئيسي لتكون Impurities تشغل حجم كبير وتقلل الحجم المتاح للسائل فتصعب عملية الفصل

- الحل: التسخين أو إضافة Foam Depressants أو من خلل Agitation (Baffling)

paraffin wax -4

- السبب: تراكم Paraffin Wax في coalescing plates تسد Gas Section أو تسد mesh-pad mist extractor في section
- الحل:

- استخدام vane type or centrifugal mist extractor
- تنظيف الأجزاء الداخلية باستخدام steam or solvent
- عمل Coating للأسطح باستخدام plastic

Sand & Salts -5

- المشاكل: الأملاح تسبب تآكل والرمال تعمل على انسداد الأجزاء الداخلية
- الحل:
 - تضاف المياه لتقليل الملوحة ومن ثم تنزع بعد الفصل
 - استخدام vertical vessels لإزالة الرمال

Sloshing -6

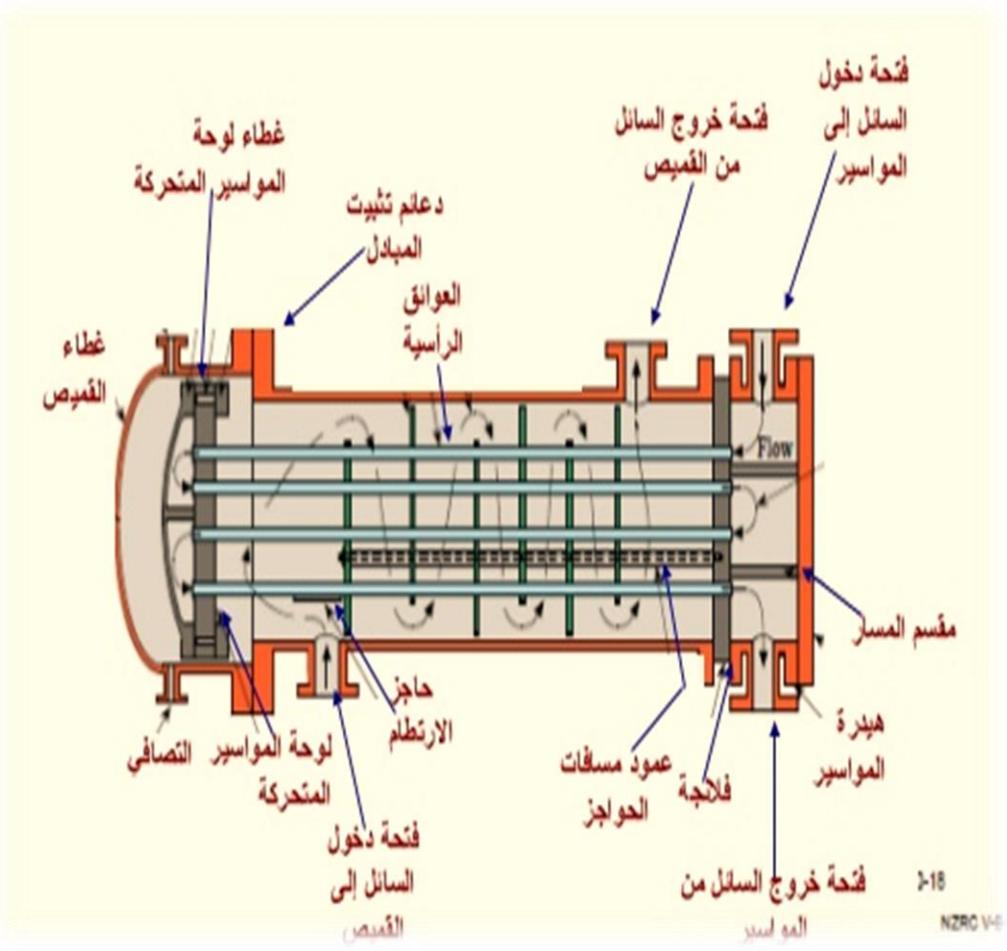
- السبب: الـ waves تثير السائل وتقلل من كفاءة الفصل
 - الحل: زيادة الـ wave breakers وهي عبارة عن perforated baffles or plates وتقع في الـ liquid collection section
-

Heat Exchangers

- المبادل الحراري :**

هو عبارة عن جهاز او أداة تستخدم لنقل الطاقة الحرارية بين مائعين منفصلين دون الخلط بينهما.

- المكونات الأساسية له :**





Types of heat exchangers ♦♦

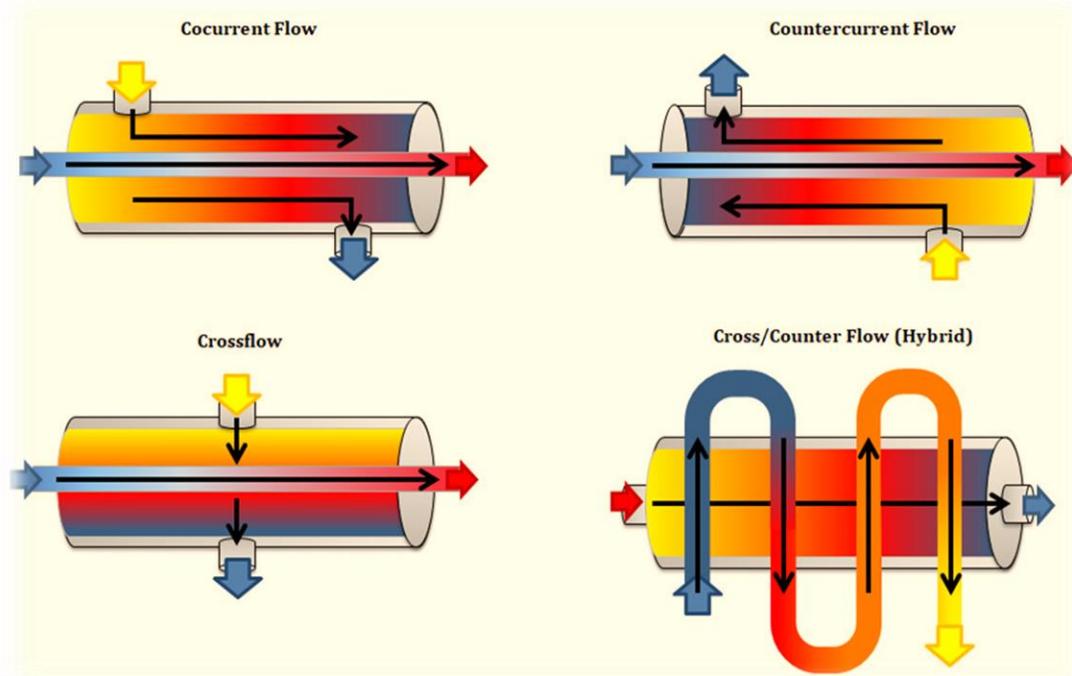
• أنواعه :

أ- تبعاً لـ : Flow

Parallel flow .i

Counter Current flow .ii

Cross flow .iii



ب- تبعاً لـ Construction

Shell and Tube .i

عبارة عن vessel كبيرة و بها مجموعة من ال tubes تكون صغيرة نسبياً و تبعاً لـ configuration الخاص بها يوجد 3 انواع فرعية لـ HE shell and tube

و هم :

- U-tube •
- Single pass straight •
- Two pass straight •



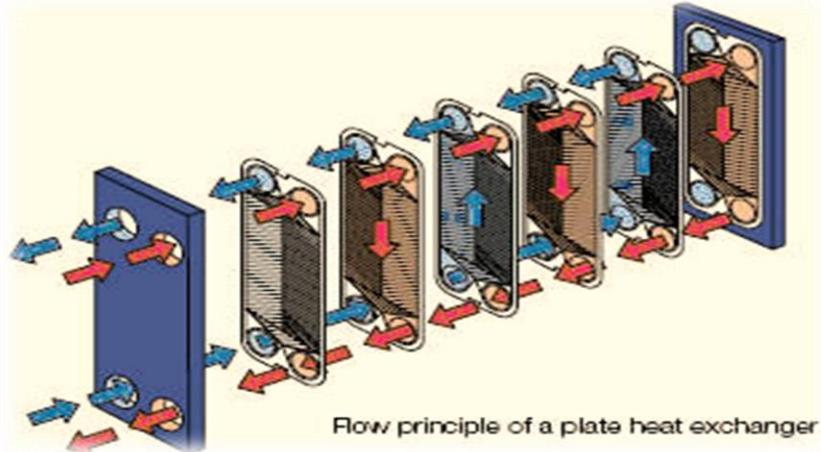
compact heat exchanger .ii

يتميز بتوفير مساحة سطح انتقال حرارة عالية لكل وحدة حجم area per unit volume

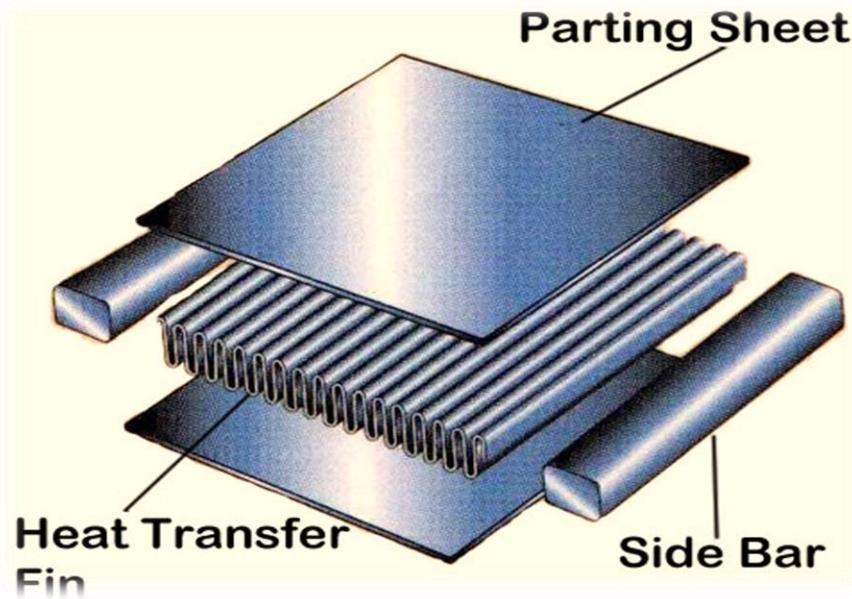
وينقسم الى :

Plate and frame heat exchanger •

عبارة عن عدد من ال plates موضوعين بجانب بعضهم البعض على مسافات متقاربة و مصممين بحيث كل plate يسير عليه المائعين الساخن و البارد كل منهما من جهة و انتقال الحرارة يتم من خلال ال plate.

**Plate fin heat exchanger •**

يوجد به او زعانف توضع بين ال plates لزيادة مساحة سطح انتقال الحرارة والزعانف تكون لها اشكال هندسية مختلفة حيث يمكن أن تكون مثلثة او مستطيلة او موجة.



Spiral heat exchanger •

وهو المبادل الحراري الحلواني ويكون على شكل حلزوني عباره عن two plates ملفوفين حول أسطوانة، حيث يدخل السائل الساخن من ال center ويبخر من السطح الخارجى و في نفس الوقت يدخل السائل البارد من السطح الخارجى و يخرج من ال Centre وبالتالي زيادة انتقال الطاقة وتعظيم ال energy recovery

ويوجد من ال Spiral اكثر من نوع هنتكلم عن أشهر :
اربع أنواع :

counter current flow .i

مصمم على شكل افقي بحيث يتناسب مع ال fluid التي يحدث لها fouling فإذا كان على شكل راسى كان من الممكن حدوث settling للمواد الصلبة.

Cross flow condensing .ii

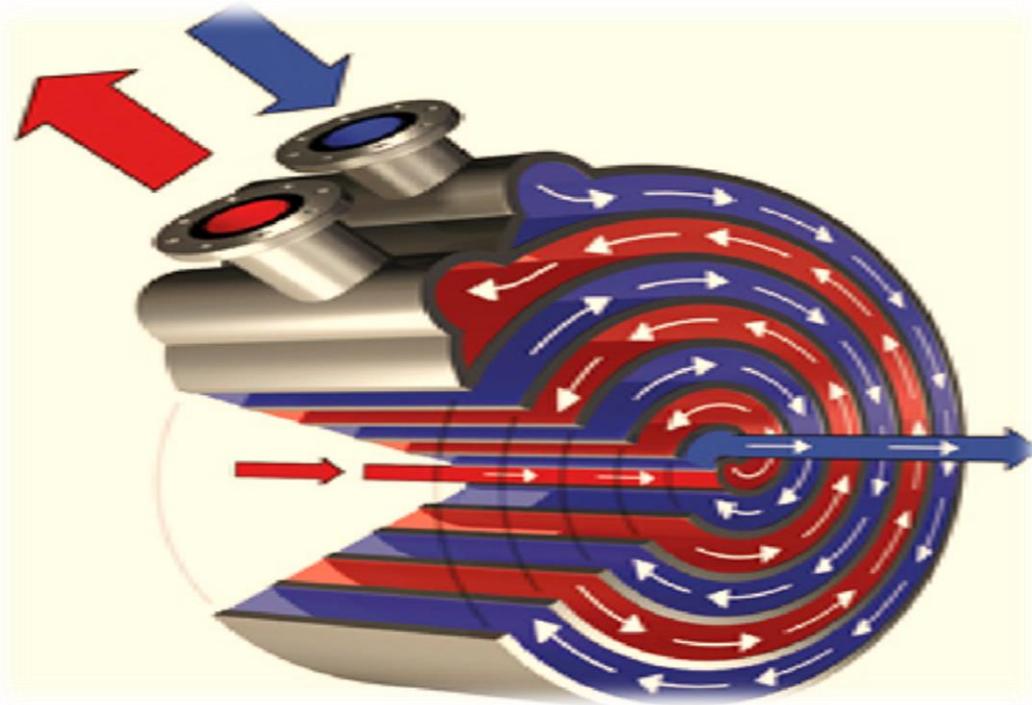
مصمم على شكل راسى بحيث يناسب حركة الغازات وهذا النوع يكون ال drop pressure له قليل وبالتالي من الممكن أن نستخدمه كمكثف.

steam heater .iii

.Cross flow condensing وال counter current flow يجمع فى صفاته بين ال

column solutions .iv

يشبه النوع الثاني ولكن ليس به physical contact وبالتالي لا يحدث تلوث.



• مميزات ال compact heat exchanger

i. يتعامل مع السوائل التي تسبب fouling فبمجرد حدوث تراكم للمواد الصلبة تقل مساحة مقطع ال channel وبالتالي تزيد سرعة السائل فيحطم التراكمات الصلبة ويدفعها في طريقه فيما يعرف بخاصية ال self-cleaning

ii. ال turbulent flow الناتج عن السريان اللولبي فتتلون قوة طرد مركزى بالإضافة لوجود فوائل فى ال heat transfer channel والتي تنشئ تيارات دواميه والتي تساعده فى إزالة ال fouling وزيادة ال heat transfer

iii. ال high heat recovery capability وبالتالى هنكل من استهلاك الوقود والغازات المنبعثة.

iv. ال compact structure وبالتالى لا يشغل مساحة كبيرة وبالتالي تقل تكلفة التصنيع.

• **العيوب:**

- .i. يُحتاج **high welding quality** لمنع أي تسريب
- .ii. أنشاء عملية النقل والتركيب يجب مراعاة الـ **heavy weight, poor rigidity, special care**



 **Shell and Tube Heat Exchanger ♦**

من أنواع H.E التي تتميز بتحملها لضغط عالي مقارنة بالبيئة المحيطة.
عبارة عن أنابيب دائريه مركب معها ال Shell بحيث محور الأنابيب الدائريه موازي للShell
منها نوعين:

- .i. front end head
- .i. rear end head

وبالتالي يوجد نوعين من المبادل الحراري وهما:

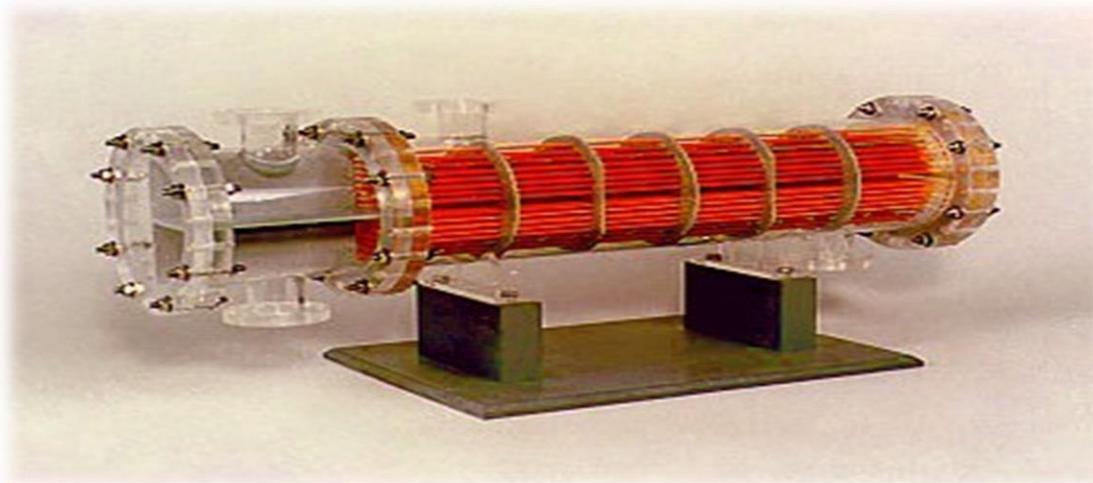
fixed tube sheet .1

• المميزات:

رخيص ونظيف ويعد ارخص انواع المبادلات الحراريه كلها..

• العيوب:

أنه خاص بالتيارات النظيفه فقط ومقيد بانخفاض درجه الحرارة وذلك لانه أثناء ارتفاع درجه الحرارة لا يوجد سماحية لتمدد الأنابيب لانه ثابتة وبالتالي مع ارتفاع درجات الحرارة وعدم وجود سماحية لتمدد الأنابيب سيحدث انكسار الأنابيب وبالتالي يعتبر هذا شرط عملهما انه من الصعب استبداله.



floating head .2

اغلى نوع من أنواع shell and tube H.E

يتعامل مع درجات الحرارة العالية على عكس النوع الأول وهذا لأنه يعطي سماحية كبيره للأنبيب أنها تتحرك لأن ال **head** يتحرك كل معاها مع ارتفاع درجات الحرارة وبالتالي يمكن إن تمدد الأنابيب دون حدوث انكسار وبالتالي تحمل **range** كبير من درجات الحرارة العالية. كما يتميز بالصيانة السهله.

• العيوب : أبرزها السعر فهو اغلى نوع،كما أنه اكثر تعقيدا من النوع الأول

 **U-Tube Heat Exchanger ♦****• المميزات:**

وهذا الشكل يوفر ميزة مهمة جداً U. به يكون شكل الأنابيب الداخلية والأنبوبة الخارجية على شكل حرف U وهي مضاعفة المسافة التي سيسيرها المائعين بداخله ضعف طوله وبالتالي يتزيد مدة التبادل الحراري وبالتالي بيزود الكفاءة.

يصل طوله ل 6م وبالتالي بيحالى مشكله المساحة نسبياً لأنه بيطولي المسافة التي يسیرها المائعين وفي نفس الوقت يوضع في مساحة ارض صغيره

كما boiler او condenser او Heater وحاله حال باقي المبادلات من حيث الوظيفة فيمكن استعماله كما في بعض الحالات

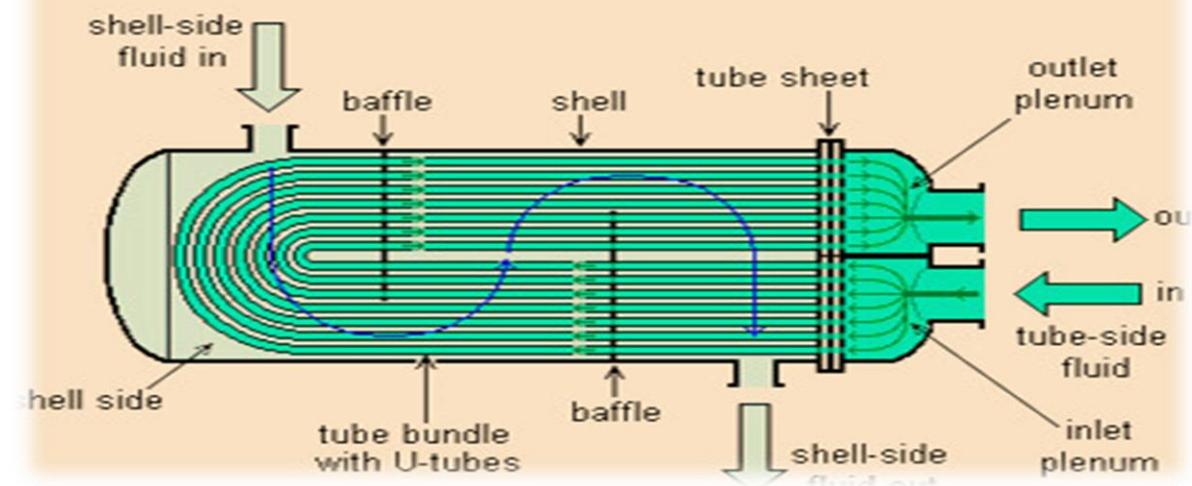
• العيوب:

لكنه لا يستخدم في مجال البترول وذلك لأن من أهم مشاكله مشكلة التنظيف وذلك بسبب شكله بتكون عملية التنظيف صعبة وكما ان شكله يسمح بترسيب الأملاح والعوالق الموجودة في الموائع بشكل أسهل وبالتالي لا يستخدم في مجال البترول الا بشكل نادر جداً يكاد يكون منعدم ،كما أن سعره غالٍ.

• تطبيقات أخرى:

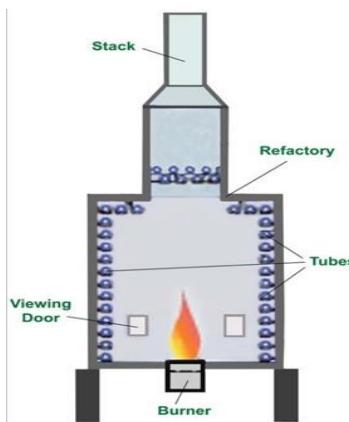
لكن بيتم استخدامه في التطبيقات النظيفة جداً مثل تطبيقات المفاعلات النوويه لأنه مصمم للاستخدام في تطبيقات الحرارة والضغوط العالية جداً فبستخدمه في تبريد المفاعل النووي أثناء عمله وباستخدم في التبريد ده مياه البحر وبعد كده باقوم بتصريفها مره اخرى ولكن بعد تكييفها حتى لا تضر الأحياء البحرية وهنا يكون دور

ال U-Tube heat exchanger انه يكتف بالمياه ويبردها قبل تصريفها مره اخرى.

U-tube heat exchanger

Fired Heaters





introduction

الفرن عبارة عن غرفة مغلقة و معزولة يتم فيها تسخين المائع من خلال الحرارة الناتجة من احتراق وقود.

طرق انتقال الحرارة

- حركة الهواء هى العامل الاساسى فى انتقال الحرارة

الحمل

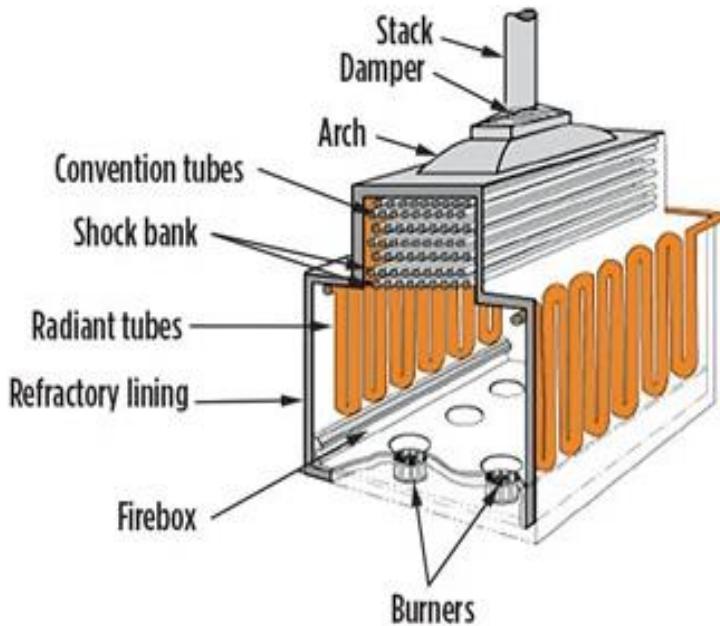
- تعتمد على الموجات الكهرومغناطيسية المنشعة من المواد عند رفع درجة حرارتها

الاشعة

- تنتقل الحرارة بالللامس بين المادتين

التوصيل

اماكن انتقال الحرارة داخل الفرن

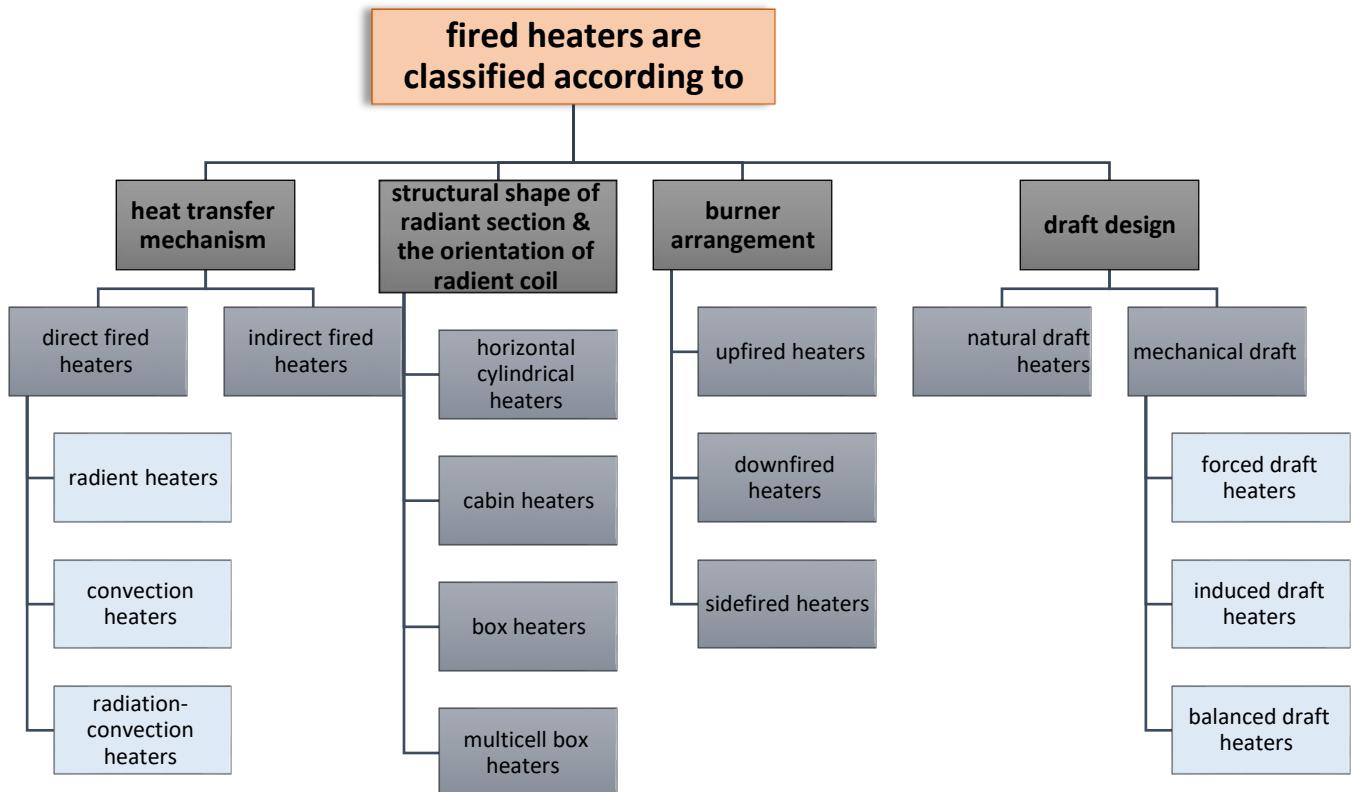


توجد بـ **Radiant Section (1)** انابيب افقية أو رأسية تنتقل اليها الحرارة مباشرة من الشعلة عن طريق الاشعاع وتنتقل اليها ايضا حرارة غازات الاحتراق بالاشعاع والحمل وجاء بسيط بواسطة التوصيل.

يوجد **Convection Section (2)** في الجزء العلوي من الفرن ويتم فيه انتقال حرارة غازات الاحتراق الى جدارن الانابيب عن طريق الحمل وينتقل جزء بسيط عن طريق

التوسيط وعادة تكون هذه الانابيب مزعنفة finned أو studded

تصنيف الافران



اولا:- التصنيف حسب heat transfer mechanism

Direct fired heater (1 للنار مباشرة) يسخن بطريقة مباشرة لأن الانابيب المحتوية على الماء تكون معرضة

Indirect fired heater (2) يسخن بطريقة غير مباشرة و هي عبارة عن تسخين وسط معين بين النار و الماء فمثلاً لو الوسط مياه فهتحتوى على أنابيب بها الماء و أخرى بها النار فعند تشغيل الشعلة يتم تسخين المياه ثم تنتقل الحرارة للماء

مميزات indirect fired heater عن direct fired heater

- يحول الوقود المستخدم بأكمله إلى حرارة ولذلك يقل تكلفة التشغيل
- تنتج كميات كبيرة من الحرارة
- بعض وحداته لا تحتاج كهرباء

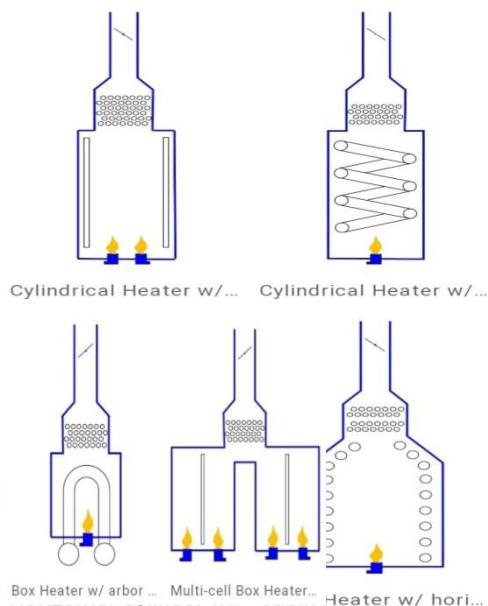
- ثمن وحداته رخيص
- سهل الصيانة

أنواع direct fired heaters

Radiant heaters (1) تنتقل الحرارة فيه عن طريق الاشعاع ويستطيع نقل كمية كبيرة الا انه لا يفضل استخدامه لانه من الصعب التحكم في الحرارة النقلة وايضا من الممكن ان تتوزع تلك الحرارة بشكل غير متساوی على سطح الانابيب

Convection heaters (2) تنتقل الحرارة فيه عن طريق الحمل و تتوزع بشكل مكافئ

Radiation-Convection heaters (3) تنتقل الحرارة فيه عن طريق الاشعاع و الحمل هو الاكثر استخداما لانه يجمع بين النوعين السابقين فيستطيع نقل كمية كبيرة من الحرارة وتوزيعها بشكل مكافئ



ثانيا:- التصنيف حسب structural shape of radiant section & the orientation of the radiant coil

يصمم ال radiant section على هيئة اسطوانات أو صناديق و يحتوى على coils وهي عبارة عن ملفات تتحرك رأسيا لا على ولاسفل أو تتحرك أفقيا أو تتحرك بشكل دوراني مثل الهليكووتر أو تكون على شكل شجرة أو بوابة صغيرة.

Horizontal cylindrical heaters (1)

Cabin heaters (2)

Box heaters (3)

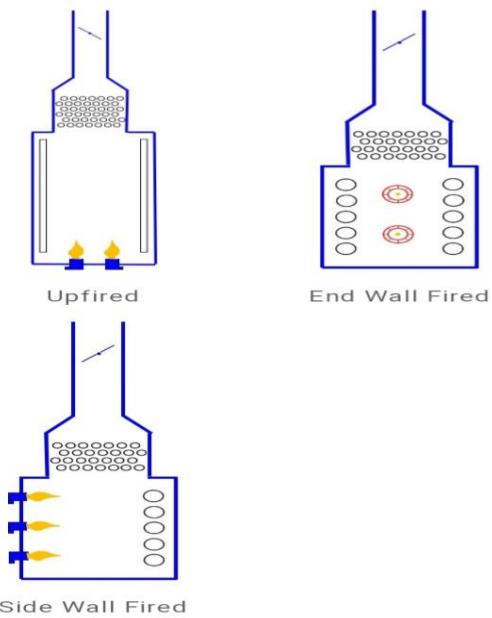
Multi cell box heaters (4)

تللك الانواع يوجد منها vertical و horizontal وهى تشير لاتجاه حركة ال radiant coil

ثالثا:- التصنيف حسب Burner arrangement

عبارة عن اجهزة مثبتة في الفرن تقوم بخلط الهواء مع الوقود بنسب مناسبة لتوفير احتراق مستقر ولهب جيد ومؤجه بشكل مناسب للجزء المراد تسخينه.

Burners
المقصود به مكان تثبيت
burners واتجاه اللهب فمن الممكن ان يتم التثبيت فى
الارضية أو الجدران أو سقف الـ.radiant section



- Up fired heaters (1)**
- Side fired heaters (2)**
- Down fired heaters (3)**

رابعاً:- التصنيف حسب draft design

وهي طريقة سحب الهواء اللازم للاحتراق

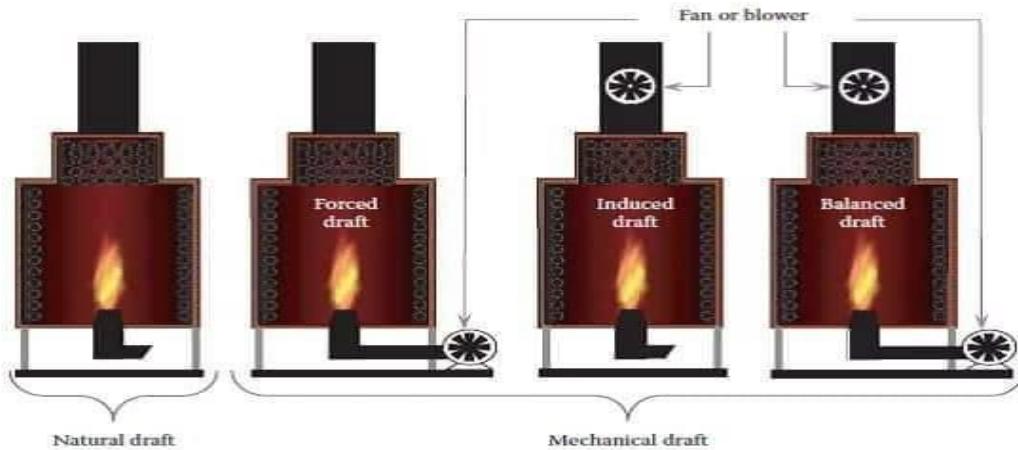
Natural draft heaters هو اكثرا الانواع شيوعا ويكون السحب فيه طبيعي فعندما يسخن الهواء تقل كثافته ويبدأ في التصاعد ويدخل تلقائيا في مسارات الهواء التي تزود الفرن بالهواء اللازم للاحتراق وذلك بدون استخدام مراوح لتدقيق الهواء. مشكلة هذا النوع ان كمية الهواء المتوفرة للاحتراق قليلة فمن الممكن حدوث احتراق غير كامل وتكون duty صغيرة.

Mechanical draft heaters

Forced draft heaters (1) يحتوى على مروحة موجودة في أعلى غرفة الاحتراق وتقوم بتدفع الهواء الساخن الخارج من غرفة الاحتراق وضخه للفرن. من مميزاته انه يمكن استخدام heat recuperation system فمن خلاله يمكن استرداد جزء من حرارة الهواء المدفع لتسخين الهواء الجديد وايضا يكون الـduty ليه عالي والاحتراق كامل.

Induced draft heaters (2) يحتوى على مروحة موجودة في الاعلى قبل الـstack تقوم بزيادة سرعة الهواء فيقل الضغط فيزداد سحب غازات الاحتراق ويكون الـduty اعلى من السحب الطبيعي.

Balanced draft heaters (3) يعتبر دمج للنوعين السابقين لأنه يستخدم مروحتين لتدفيع الهواء الساخن من غرفة الاحتراق للفرن.



مشاكل الافران

Flame out (i)

- (a) السبب انقطاع اللهب ولكن الوقود ما زال شغال
- (b) النتيجة فقد الحرارة وتقليل درجة حرارة الفرن و زيادة كمية الوقود المستهلكة نظرا لفتح automatic controller
- (c) الحل معرفة الاعراض الاولية لهذه المشكلة وبالتالي تجنب حدوثها أو غلق الفرن في حالة عدم معرفة كمية الوقود الغير محترق

Flame Impingement (ii)

- (a) السبب اصطدام اللهب بالأنابيب
- (b) النتيجة حدوث تفحّم الخام وإذا كان الاصطدام مستمر أو متكرر يسبب اجهاد حراري للأنابيب ويضعف المعدن وينكسر
- (c) الحل ضبط ال burners أو تقليل تدفق الوقود وإذا لم تنجح الطريقتين نضطر لازالة burner وعمل تنظيف وصيانة لها

Hot Spot (iii)

- (a) السبب تعرض الأنابيب أو ال refractory لاجهاد حراري ويتم الكشف عنها بواسطة pyrometer أو النظر لأنها تظهر على هيئة بقعة حمراء متوجّحة
- (b) النتيجة تفحّم الخام وانكسار الأنابيب
- (c) الحل غلق الفرن وتفریغ الأنابيب ثم حقنها ب superheated steam or air

Spalled refractory (iv)

(a) حدوث فقد لاجزاء من جوانب الفرن وسقوطها فى ارضيته وذلك بسبب قدم ال refractory وتأكله او انه لم يتعرض لعمليات معالجة وتجفيف

Burner Failure (v)

(a) السبب حدوث fouling أو انسداد وبالتالي ينطفيء اللهب

(b) الحل تنظيف ال burner أو عمل صيانة لها

Feed Pump Failure (vi)

(a) النتيجة حدوث اجهاد حراري للانابيب بسبب وجود الخام الساخن فيها لفترة اطول

(b) الحل عمل restart للطلمية أو استخدام طلمبة اخرى

Soot Blowing(vii)

(a) نتائج احتراق الوقود يتكون ash على الاسطح الجارجية للانابيب وبالتالي يقلل من

انتقال الحرارة ويمكن حلها بتزويد الفرن ب soot blowers

Fan Failure (viii)

(a) النتيجة فقد الدافع responsible عن تزويد burner system بالهواء

(b) الحل تزويد الفرن ب automatic natural draft doors تفتح فى حالة ال fan

failure لامداد الهواء أو تزويد الفرن ب steam rings تقوم بسحب البخار للمدخنة

فيحدث draft وتستمر العملية.

Pumps and Compressors



Overview ♦

هو أداة أو جهاز يستخدم لإجبار السائل ليتحرك في اتجاه محدد.

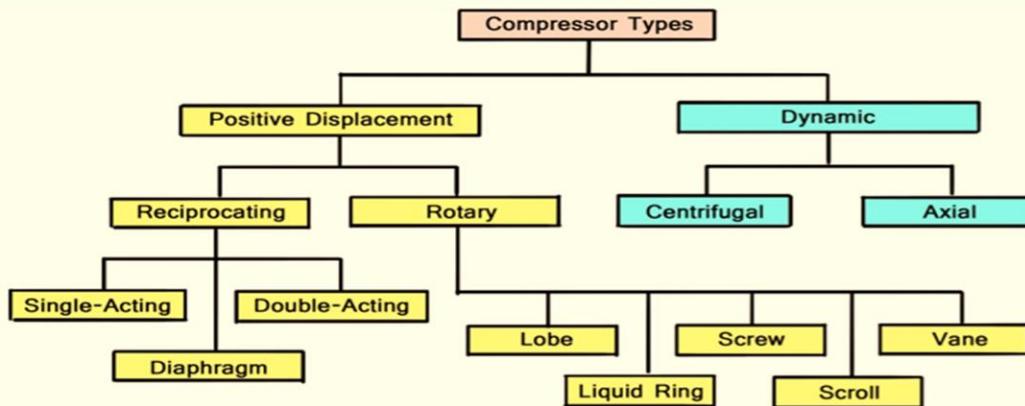
بساطة شديدة : في البيت لكي تصل المياه للدور الثالث مثلاً لابد إنك تتغلب على الضغط الناتج عن لكي تساعدنا في التغلب على هذا الضغط pump فرق الارتفاع ولذلك احنا نلجأ لل

لازم ال (operating pressure) نفس الكلام بالضبط في مجالنا ، نتيجة إن كل معدة لها ضغط تشغيل معين feed يدخل عند هذا الضغط فنضطر نستخدم ال pump.

ولكن فيه حاجة تانية أهم وهي pressure تحتاجها بتكون لل pump تعال لكي نزن الكلام خد بالك ليس أي اللي داخلة للبرج لكي أرفع oil افرض أنا عملت تعديل على البرج و يحتاج أزود كمية ال...flow rate... الإنتاجية واكسب أكثرالحل ايضا هو pump.

يعنى هي بترفع الضغط ولا بترفع الكمية !!؟ اكيدا السؤال جه على بالك

نرد ونقولك انه فيه **أنواع** :-





Centrifugal Pump ❖

نبدأ كلامنا عن اول الانواع والأشهر، فاحنا اكيد سمعنا عن حاجة اسمها قوة الطرد المركزية وسمعنا عن المضخات أيضا ، لو دخلنا الكلمتين على بعض يعملا لينا المضخة الطاردة المركزية أو **Centrifugal pump**

طب يا ترى معنى مضخة الطرد المركزية ايه ؟ وهل طالما إنها تطرد السائل تسحبه ازاي ؟ !

خلينا نعرف الاول بعض **المصطلحات**:

- المضخة**: هي الأداة التي بها نقدر نُكسب السائل الطاقة التي تحركه ، عن طريق سحبه من البئر مثلا وبعدين نضغط عليه ، فسرعته تزيد والمضخة تستمد طاقتها من محرك كهربائي أو حراري. تتكون من جسم غير متحرك (غلاف المضخة)"انظر عليه في الصور" بيكون داخله فراغ وفيه فتحتين واحدة منهم لسحب السائل وبعدين تضغطه وسرعته بتزويذ إخراجه من الفتحة الثانية.

المضخة لها أنواع أشهرهم هي المضخة الطاردة المركزية أو **Centrifugal pump** وهذا موضوعنا الاول.

مبدئيا لازم نعرف معنى طرد مركزي:

قوة الطرد المركزية: هي قوة فيزيائية تنشأ نتيجة لتحرك الجسم في شكل دائري ومن اسمها فهي تطرده بعيد عن مركز الدوران.

طب دخل كدا تعريف المضخة فيتعريف قوة الطرد المركزي نستنتج أن:

Centrifugal pump ✓

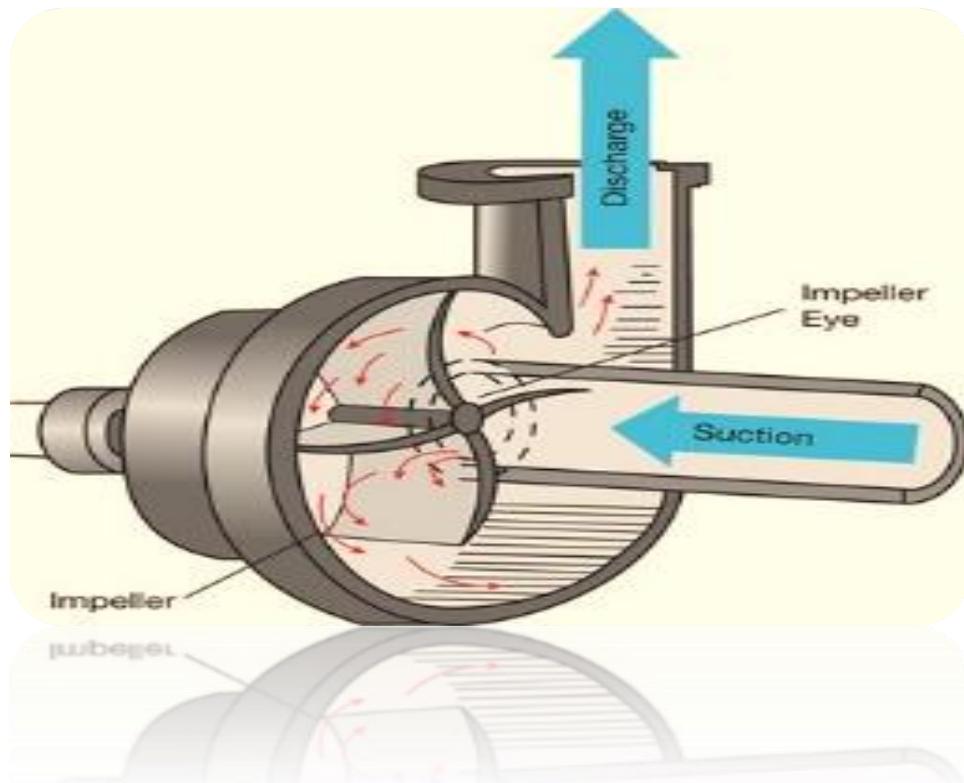
مضخة دورانية هدفها إنها ترفع ضغط السائل وبالتالي زيادة سرعته عن طريق إنها تسمح له يقرب من مركزها وبعدين باستخدام المروحة أو **impeller** تطرد السائل بعيد عن المركز نتيجة قوة الطرد المركزية الناتجة عن دورانها فتطرده بسرعة أعلى.

طب كيف يتم الموضوع عمليا في **المضخة** ؟

نتيجة إن ضغط السائل عند عين المروحة (مركزها) أقل من الأطراف فيتجمع عندها ومع لف المروحة يبدأ السائل يُطرد للخارج على الأطراف ومنها يخرج من فتحة ثانية.

هل يا ترى هي كذا تطرد السائل ولا تسحبه!!

بساطة هي تسحبه من عين المروحة وتطرده باستخدام قوة الطرد المركزية.



المميزات :-

سهولة التشغيل _ قلة التكلفة _ سهولة الصيانة والتركيب _ كفاءتها عالية

العيوب :-

إن مقدار رفع المياه سيكون محدود نسبيا
نستخدمها في أماكن كثيرة:

ضخ المياه من الآبار والجداول والخزانات والبحيرات وضخ المخلفات المائية بالمواد الصلبة التي فيها بالإضافة لضخ المياه النقية
فعلا تستحق الشهادة بين كل المضخات.

↓ Reciprocating Pump ♦

هي نفس فكرة الحقيقة بالضبط. كمية معينة من سائل يدخل أسطوانة ومن ثم يدفعهم للخارج من خلال Pumping Element وعندئلي منها 3 أنواع:

- Piston Pumps .1
- Plunger Pumps .2
- Diaphragm Pumps .3

وكلهم في منهم Single Act و Double Act يكون single فقط ...

دعنا نتكلم عن أول نوع وهو ال Piston Pumps
يتكون من :

:Piston .i

يستخدم في إزاحة السائل و غالباً يُصنع من الحديد الصلب أو بعض السبائك الخاصة من الصلب (على حسب نوع و مكونات السائل الذي يتعامل معه) و يتحرك داخل أسطوانة و من خلال حاجة اسمها Piston Rings لا يحصل تسرب للسائل بين المكبس piston و الأسطوانة اضافة الى أنها بتقل الاختلاف بينهم ..

:Cylinder .ii

عبارة عن الجسم الذي السائل يكون داخله و يتولد فيه الضغط و هي التي تحدد النوع إذا كان Single او Double Act

و سنعرف امّى نحدد النوع حالاً...

:Valves .iii

وهذه هي البوابة اللي السائل يدخل و يخرج من الأسطوانة من خلاه و بتبقى من النوع Check Valve، و دي بتقتحم أوتوماتيك بفرق الضغط.

لو عندي صمامين بس في الأسطوانة تبقى Single Act؛ أما

لو عندي 4 صمامات 2 امام المكبس و 2 وراءه تبقى Double Act

وهذه فكرتها إن مشوار السحب في ناحية ما من المكبس يحصل أثناء طرد من الناحية الثانية و العكس صحيح.

:Crankcase(Frame) .iv

و هذه العلبة التي تتحمل الأجزاء الميكانيكية الخاصة بال Power End و بيكون فيها زيت التزييت و مصممة إنها تتحمل الأحمال اللي الاتية من المكبس.

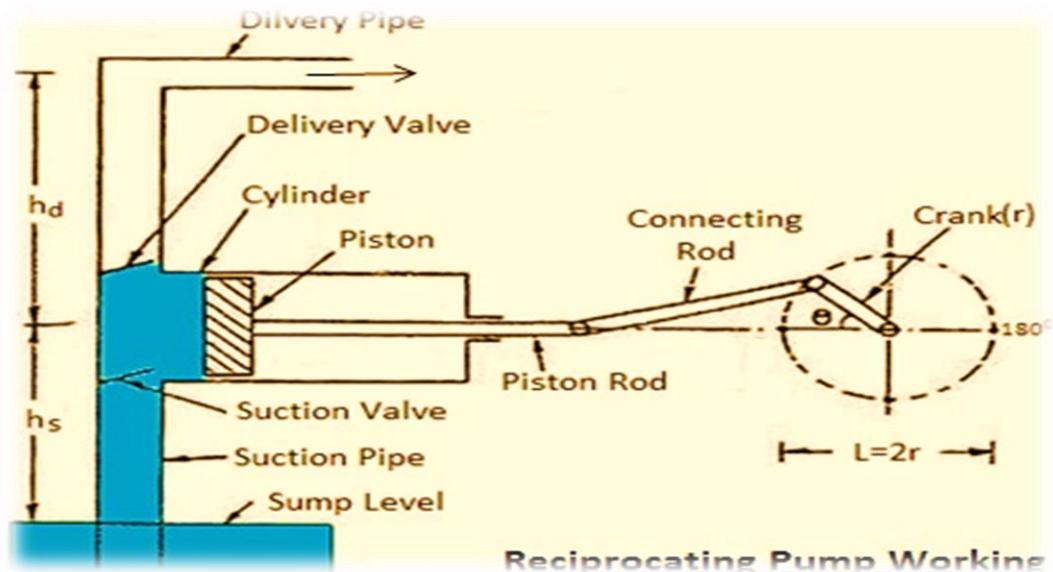
:Crank Shaft .v

و هذا القصيب الذي ينقل الحركة من المотор لل Connecting Rod، و الذي دوره يحول الحركة الدورانية المستمرة لحركة ترددية و ويوصل إلى Cross-head (أو عمود الكرانك) بالمكبس مباشرة أو بحاجة اسمها Crank Shaft

:Cross head .vi

وهذا يحول الحركة الترددية الاتية لحركة أفقية و يستخدم فقط في حالة الإجهاد الكبير على المضخة أو في حالة ال Double Act

هذا النوع من pump غالباً يستخدمه في مصانع التكرير في الحقن لما تحب تحقن مادة معينة أثناء السريان



↓ Centrifugal vs reciprocating pumps ♦

الفرق بينهم؟!

يلا بینا نشوف

ال **Centrifugal mechanism** بتاع ال **Centrifugal** أبسط عشان كدا أجزاءها عددها صغير وبسيطة؛ فسرعها أقل وتنشغل مساحة أصغر على عكس **reciprocating** ، وكمان هتكون أسهل في الصيانة وأرخص.

كمان ال **centrifugal** تتعامل مع كميات كبيرة من السائل عشان عملية التفريغ مستمرة عكس **reciprocating** تتعامل مع كميات صغيرة والتفريغ متقطع عشان بستني لما أسطوانة المكبس تمتلأ بالسائل وبعدين تفرغه.

طيب عشان نملّى الخزانات نستخدم أنّي نوع؟؟

نستخدم **centrifugal** عشان لما يكون الارتفاع صغير يفرغ كمية أكبر من السائل أما في الـ **reciprocating** فمعدّل السريان ثابت وصغير ونستخدمها لما نكون محتاجين كمية صغيرة ترتفع مسافة كبيرة.

عشان نرفع سائل لزج نستخدم أيه؟؟

ال **reciprocating** لأنّه لا يتتأثر المعدّل باللزوجة، أما **centrifugal** كلّ لما اللزوجة تزيد يقل المعدّل.

ال centrifugal كمان نستخدمها مع السوائل التي معها catalyst، بينما المواد الصلبة نستخدم معها ال PDP

هو أي نوع معدل سريانه لا يتأثر ب specific gravity

reciprocating

طب أي نوع لا يعاني من مشكله priming

Centrifugal

ال reciprocating بنسميها self-priming عشان لما نسحب المكبس ينشأ فرق في الضغط أما ال centrifugal لازم السائل يكون موجود في pump لكى يولد فرق في الضغط...
ومن الممكن اننا نحل المشكلة دي عن طريق اننا نستخدم double acting
وأخيرا وليس اخرا نتمنى تكون كدا وصلنا لك الفرق كويس جدا وتقدر تحدد من خلاله تختار أي نوع....

Multi-Stage Pumps ♦

هي عبارة عن مضخات تتكون من سلسة من المضخات متصلة مع بعضها والتي نسمى كل واحدة منها مرحلة؛ بحيث إن كل مرحلة تزيد الضغط أكثر عن المرحلة اللي قبلها لكن يكون معدل التدفق ثابت وبالتالي نقدر نولد ضغط عالي جداً نقدر ننقل بيه السائل اللي عندنا لمسافات طويلة.

تنقسم لنوعين :

أ- أفقي multistage pumps

ب- رأسي multistage pumps

والفرق ما بينهم يعتبر في إن المضخات الأفقيه تحمل ضغوط عالية أكثر من الرأسيه باستثناء مضخات التوربينات، إلى جانب إن النوع الرأسي ممكن استخدامه كمضخات غاطسة مثل ما يحدث في الآبار العميقه.

و قبل ما نعرف التطبيقات خلينا نعرف الأول نختار النوع على أي أساس ؟
من الحاجات التي نختار على أساسها النوع :

- ١- **المكان** اللي نحط فيه المضخة إذا كان كبير أو صغير؛ فبلاقي إن المضخات الرئيسية تشغل مساحة أصغر.
- ٢- **سهولة الصيانة** يعني بشوف الصيانة لأي نوع هنكون أسهل وأوفر معنا والذى يعتمد أحياناً على انواع المضخات الأخرى المتصلة معها على الخط.
- ٣- **الغرض** الذي نحتاج المضخة لأجله؛ يعني لو عاوز أوصل السائل لأبعد مسافة أفقية نستخدم المضخة الأفقية ولو عاوز أوصل السائل لأعلى نقطة نستخدم النوع الرأسي.

وها هي التطبيقات:-

من التطبيقات اللي نستخدم فيها المضخات هي

❖ تطبيقات المضخة الأفقية:

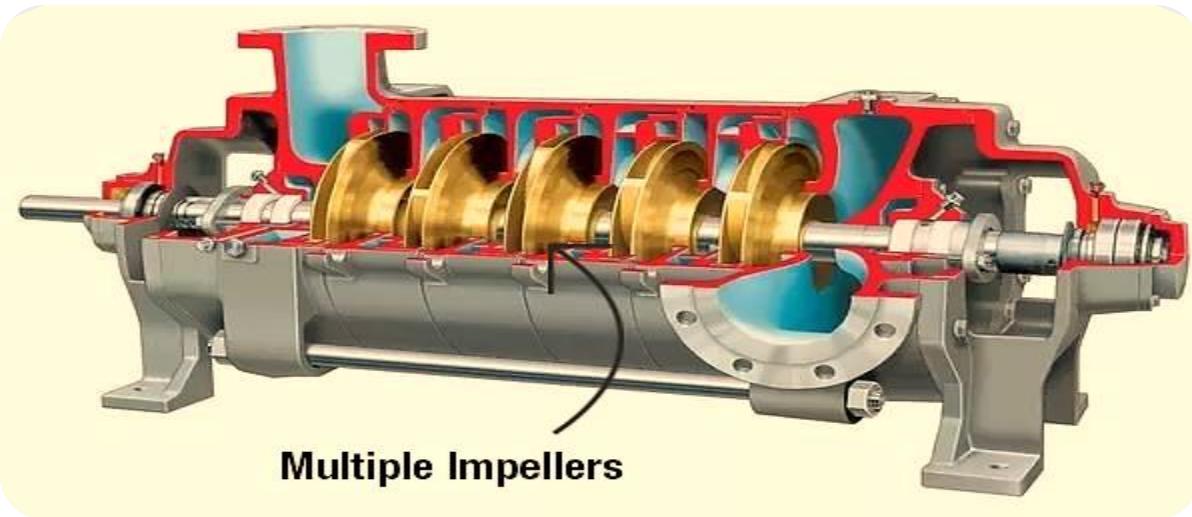
- Reverse Osmosis
- Boiler Feed
- Shower
- Spray
- Cogeneration
- Pressure Boosting
- High Pressure Cleaning
- Snow making
- Condensate
- Mine dewatering
-
-

تطبيقات المضخة الرئيسية:

- High pressure shower systems
- Boiler feed water
- Desuperheater feed
-

وأخيراً نعرف العيوب:

والتي يمكن أن تتمثل في زيادة حساسية العمود الدوار للاهتزازات نتيجة لزيادة العدد.



↓ Cavitation ♦

تعد ظاهرة التكهف (cavitation) أحد أكبر المشاكل التي تواجه مصانع التكرير وقد تتسبب في خسائر كبيرة جداً.

90% من المشاكل التي تحدث في المضخات تكون بسبب:

1- التكهف cavitation

2- التصميم الغير جيد

3- عدم الانتظام في الصيانة الدورية

كما ان المشاكل التي يسببها الـ cavitation قد تقلل من عمر المضخة حوالي 10-15 سنة

٠ ما هي ظاهرة التكّهف Cavitation

هي ظاهرة تحدث نتيجة التغير في ضغط السائل ليصبح اقل من او يساوي الضغط البخاري مما يؤدي لتكوين فقاعات من البخار او ما يعرف بالـ cavities

قد يتم تقاضي تلك الظاهرة بالتصميم الجيد مع الأخذ في الإعتبار الـ losses الناتجة عن الاحتكاك داخل الخطوط و مراعاة التشغيل في ضغط أعلى من الضغط البخاري ولكن قد ينسى بعض المصممونأخذ الأجزاء الداخلية للمضخة في الإعتبار مما يزيد من الـ losses ويكون الحل فيما يدعى بالـ (Net Positive Suction Head required) او ما يعرف بالـ NPSHr و هو عبارة عن الفرق بين ضغط السائل و الضغط البخاري عند دخول المضخة و يتم تحديد قيمة الـ NPSHr من الجهة المصنعة للمضخة ولا يجب المخاطرة و العمل بتلك القيمة بالضبط حيث انها اقل قيمة لا يحدث عنها cavitation و بناءً عليه يجب علينا حساب NPSH جديد يعرف بالـ NPSHa او الـ NPSH_a (available) بحيث ان تكون دائمًا $NPSH_r < NPSH_a$ و يمكن التحكم في الـ NPSHa بأكثر من طريقة كالتالي:

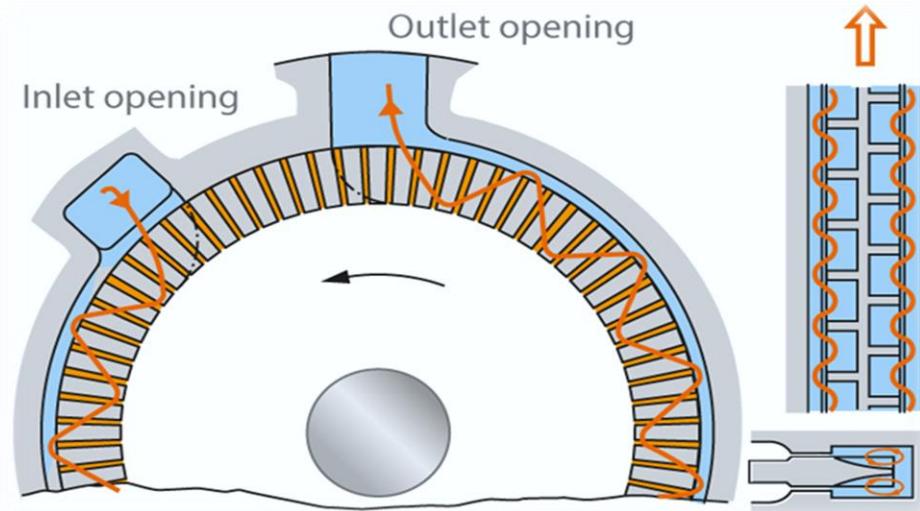
- 1- زيادة ضغط الـ drum التي يسحب منها السائل
- 2- زيادة ارتفاع الـ drum
- 3- استخدام خطوط ذات قطر أكبر لتقليل الـ losses
- 4- تخفيض حرارة الـ fluid مما يقلل الضغط البخاري للسائل



 **Special Types of Pumps ♦****Peripheral Pumps .1**

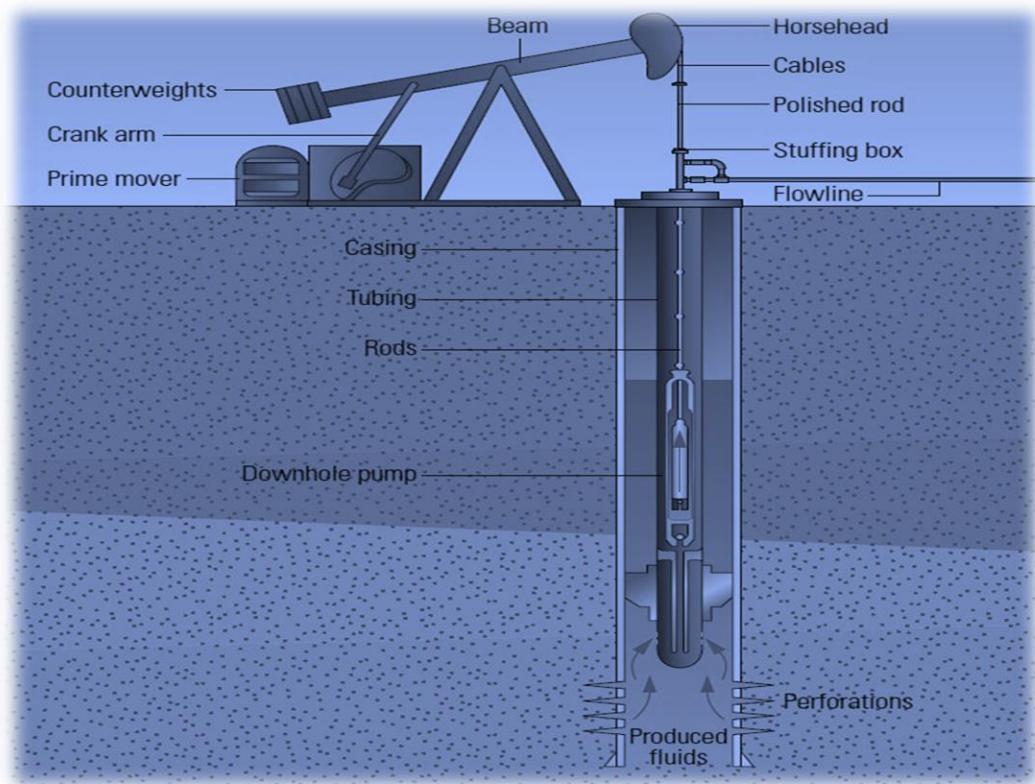
و تشبه في شكلها الخارجي الـ centrifugal pump و تعمل على زيادة الـ flow rate بالإضافة إلى قدرتها على زيادة الـ pressure Head عند معدلات سريان صغيرة و ذلك لأن السماحية بين الـ Impeller و الـ casing تكون صغيرة جداً





Gas Lift Pump .2

وفي هذه النوع يتم استخدام غاز او هواء مضغوط لرفع السائل من مكان منخفض لمكان عالي عن طريق خلطهم معاً لتكوين مزيج خفيف و كان هذا النوع يستخدم قديماً في الابار .



Jet Pumps .3

و فيها يتم استخدام الـ Momentum الخاص بسائل لتحريك سائل اخر و تنقسم الى نوعين:

Ejector Jet Pump •

ويسمى هذا النوع أيضاً بالـ siphon, exhauster, educator ويكون للسائل الذي يستخدم في التدفق أعلى من السائل المُدفع Head

Injector jet pump •

و في هذا النوع نستخدم البخار و خاصة في الـ Boilers و الوظائف المشابهة و يتم سحب السائل بنفس ضغط البخار المستخدم كفاءة النوع الأول تكون قليلة مقارنةً بكفاءة النوع الثاني.

Screw pump •

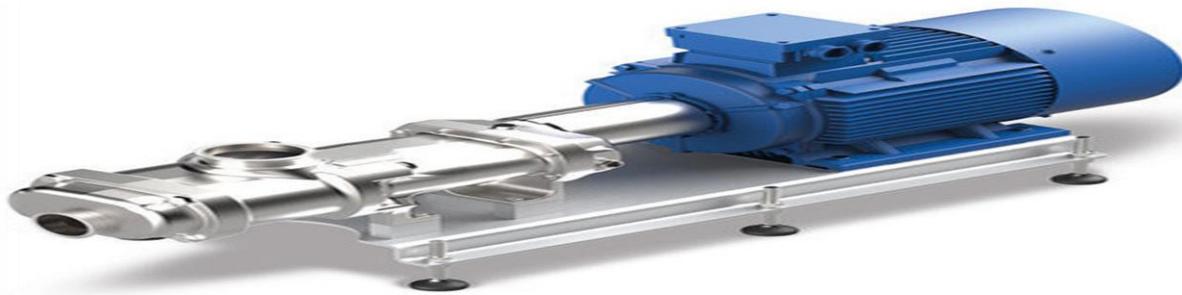
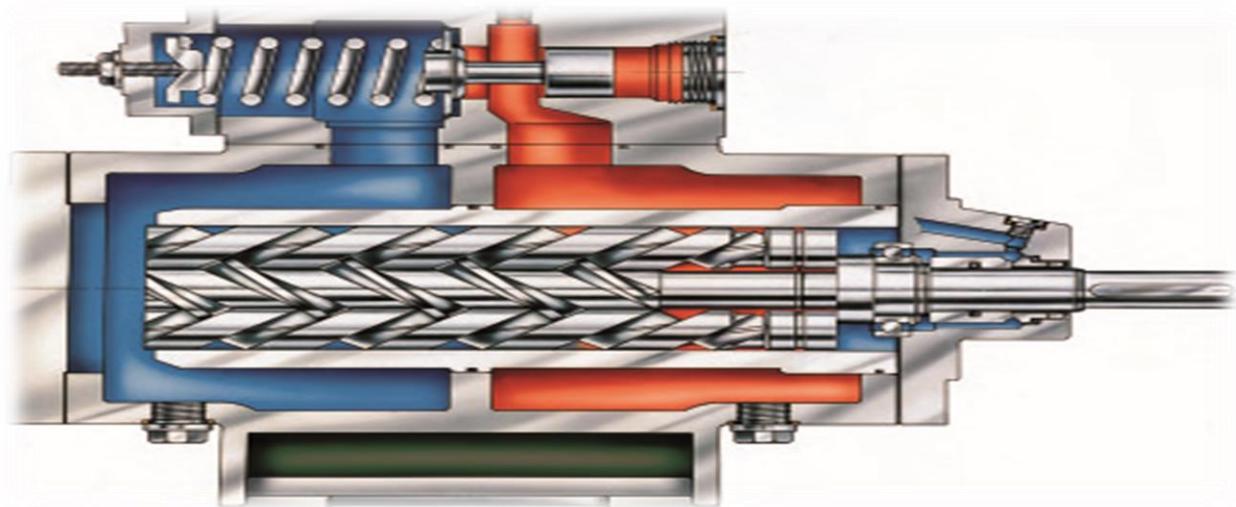
و تشبه هذه المضخة المسamar و هي نوع من أنواع الـ positive displacement pumps و يكون الـ screw ذا قطر كبير ويمكن استخجام هذا النوع لتدفيع

Thick sludge

Solids

ولكن عند low NPSH, low shear, low entrance angle and low turbulence conditions

و يستخدم هذا النوع في مصانع العصائر للخضروات و الفاكهة



Pump Performance curve ♦

و هو منحنى يعبر عن أداء المضخة كدالة في معدل السريان والـ head أي ان لكل مضخة ظروف معينة تعمل عليها بأعلى كفاءة ممكنة و يحتوي هذا المنحنى على كل شيء تحتاج معرفته عن المضخة مثل :

driver horsepower, impeller size, liquid properties, pump efficiency, pump head and capacity and NPSH requirements.

Vapor lock

و هي مشكلة تظهر أثناء التشغيل نتيجة فقدان المضخة للـ priming أي ان الجزء الذي يوجد فيه الـ impeller غير ممتنئ تماماً بالسائل ولكنه يحتوي على بعض الأبخرة مما يؤدي الى تكسير الـ impeller

الفرق بين المضخات و الضواغط:

المضخة هي الة تضخ المائع بسرعة أعلى من سرعة دخوله اليها و تختلف الية عملها باختلاف نوعها

اما الضواغط فيقوم بضخ المائع بسرعة اعلى من سرعة دخوله عن طريق ضغطه الى حد معين ثم فتح طريق امامه ليخرج بسرعة عالية و يعمل مع الغازات فقط لانه يعتمد علي ضغط المائع فقط

Pumps	Compressors
تعتمد علي الـ head	يعتمد علي ضغط المائع
تعمل مع السوائل	يعمل مع الغازات
حجم المائع يظل ثابت	حجم المائع يتغير

خصائص الموائع :

تكمن أهمية خصائص الموائع في اختيار الأجزاء المكونة للمضخات و الضواغط و هذه الخصائص هي :

1- اللزوجة viscosity

تكمن أهمية اللزوجة في قابلية الغاز للتسرريب من بين الخلوص و التي تكون اعلى بكثير من قابلية السائل لأن لزوجة الغاز اقل بكثير من لزوجة السائل و ينقسم التسربيب الى تسريب داخلي و خارجي

التسربيب الخارجي:

قابلية المائع للتسريب من داخل الضاغط او المضخة لخارجهما تكون عالية جداً مما يجعلنا نستخدم أنواع مختلفة من الـ external seals في حالة المضخات نستخدم:

B) Mechanical Seal

A) Packing Seal

في حالة الضواغط نستخدم:

C) Oil Lubricated Seal B) Dry Gas Seal A) Carbon Ring Seal

التسريب الداخلي:

أي سريان يكون من نقطة أعلى في الضغط إلى نقطة أقل في الضغط مما يجعل إمكانية تسريب الغاز في الأجزاء الداخلية للضاغط عالية و بالتالي يجب ان تكون سرعة الضاغط أكبر من سرعة المضخة فسرعة المضخة تتراوح بين 1500:3000 rpm أما سرعة الضاغط فتبدأ من 5000 rpm لمنع التسريب الداخلي مما يأخذنا لنقطة هامة جداً و هي أنواع المотор المستخدمة في كلاهما في حالة المضخة نستخدم Electric Steam Turbine Drive or Gas Turbine Drive Motor Drive

2- الكثافة:

كثافة السائل تكون أكبر بكثير من الغاز مما يتربّع عليه أن حجم نفس الكتلة من الغاز يكون أكبر بكثير من السائل مما يتربّع عليه أن حجم الضاغط يكون أكبر بكثير من حجم المضخة في المعتاد

و يكون للغاز light inertia او بلغة بسيطة يكون خفيف و يسهل ضخه عكس السائل و يتربّع على ذلك أن

-السرعة العالية للضاغط لا تسبب inertia head كما في حالة السائل

-الـ impellers في المضخة تكون سميكة عنها في الضاغط لأن التعامل مع الغاز يكون أسهل

3- قابلية الانضغاط او الـ Compressibility

السوائل غير قابلة للانضغاط عكس الغازات و بناءً على ذلك في حالة الـ Multi-stage compressor نجد أن حجم الغاز في كل مرحلة يكون أقل من المرحلة التي تسبقها

و أيضاً في حالة التخزين يمكن تخزين الغاز تحت ضغوط عالية أي أن الخزان الذي يتحمل حجم X من السائل يمكن أن يتحمل تقربياً حجم 10x من الغاز

4- العلاقة بين الضغط و درجة الحرارة:

في حالة السوائل نجد أن درجة الحرارة تتغير بغير بسيط جداً بتغيير الضغط على عكس الغازات و لذلك نجد أنه في حالة الـ piston compressor تحتاج نظام تبريد سواء للضاغط أو للخطوط التي يتحرك داخلها الغاز.

Valves

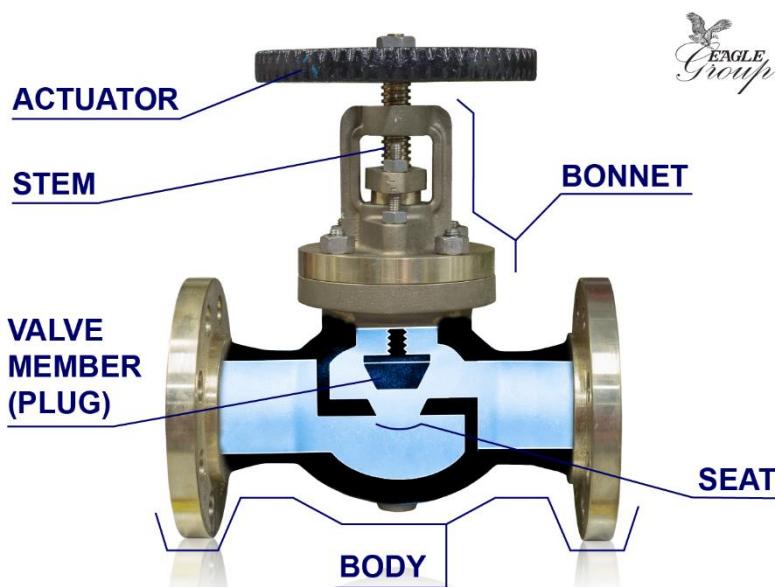


Introduction

❖ يتم استخدام ال valve للتحكم في سريان السائل ويوجد منه انواع وأحجام مختلفة على حسب الاستخدام .
ويتم تصنيف الأنواع طبقاً ل:

- 1- عنصر التحكم في السريان اك (gate, ball, plug, needle, disc, diaphragm, butterfly) وغالباً يكون العنصر المتحكم في تسمية الصمام
- 2- الوظيفه (on-off, control, check, relief)
- 3- ظروف التشغيل (الضغط، السريان، الحرارة)

- ❖ تشتراك جميع الصمامات في الأجزاء الأساسية:
- 1- ال body: ويمثل الجزء الأكبر في الصمام
 - 2- ال trim: وتمثل الأجزاء الداخلية للصمام وتختلف من نوع لآخر
 - 3- ال bonnet: وهي غطاء لل body
 - 4- ال packing: ودا عشان يمنع تسرب السائل أو الغاز للخارج
 - 5- ال actuator: المحرك ممكن يكون يدوى أو كهربى أو هيدروليكي أو بواسطة الهواء المضغوط.



❖ يوجد على جسم الصمام معلومات خاصة بيه مثل:-
W=low temperature water service*

O=low temperature oil service*

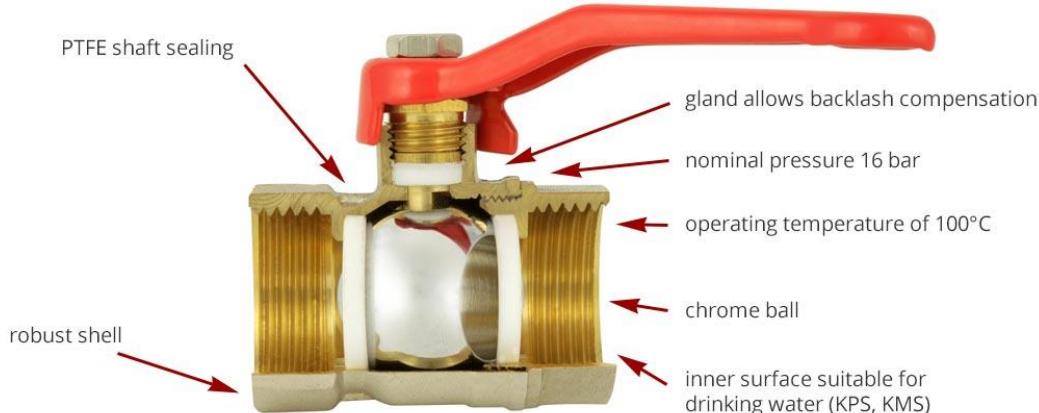
G=low temperature gas service*

Flow direction*

Valves types

BALL VALVE .1

- المميزات: متوفّر بأحجام مختلفة، سهولة التحكم في الفتح والغلق، السماح ب التدفق الكامل وفي كلا الاتجاهين وبالتالي الانخفاض في الضغط ،
- العيوب: التأثير بدرجة الحرارة.



BUTTERFLY VALVE .2

- المميزات: * السطح اللي بيستقر عليه القرص، اللي بيعرف بسطح الجلوس، غير حاسم لأن فيه القرص بيأثر على بطانة رقيقة جداً وبالتالي سهولة تشغيل الصمام بأقل عزم دوران، * طريقة عمله بتسهل عملية ترتيب الأنابيب وأنها صمامات بسيطة واحجامها بتراوح بين mm40 ل mm1000 وسهولة التحكم فيها برافعة مسننة أو بعجلة يدوية أو مشغل هوائي أو كهربائي.



CHECK VALVE .3

- طريقة التشغيل: تتم بشكل اتوماتيكي
- أشهر الانواع:-
 - .Swing Check Valves -1
 - .Piston Check Valves -2
 - .Ball Check Valves -3
 - .Titling Disc Check Valves -4



DUAL DISC CHECK VALVE



SWING CHECK VALVE



LIFT /PISTON CHECK VALVE



BALL CHECK VALVE



SILENT CHECK VALVE



NOZZLE TYPE CHECK VALVE



WAFER CHECK VALVE



TILTING DISC CHECK VALVE

GLOBE VALVES Globe .4

- المميزات: بيتبع مسارات متغيرة
- النتيجه: انخفاض كبير للضغط وبالتالي يكون مناسب كصمام خانق
- العيوب: سهوله التلف وممكن يسبب إتلاف الأنابيب

**Stop Check Valves (SDNR) .5**

- المميزات: القرص يعتمد في فتحه على ضغط البخار
- النتيجه: السريان في اتجاه واحد وبيشتعل كصمام فحص و صمام ايقاف.

GATE VALVES .6

- الاستخدام: التحكم في تشغيل او ايقاف التدفق بدل تنظيمه
- المميزات: بيتم تصنيعه بأحجام مختلفة على حسب الطلب
- الانواع: •

-:Knife Gate Valves -1

بستخدم في تطبيقات أعمال الأنابيب الكبيرة (mm50) وده لأنه على عكس صمامات البوابة التقليدية فهو له القدرة على الاختناق .

-:Parallel Slide Gate Valves -2

يستخدم في تطبيقات البخار، لأنه يقدر يعالج التمدد الحراري.

-:Pipeline Slab Gate Valves -3

ودي بتبقى البوابة بتاعتها متصمنة على شكل ألواح، ومن استخداماتها الشائعة استخدامها على رؤوس الآبار، ومن مميزاتها أنها بتصنع بالكامل من المعدن.



PLUG VALVES .7

- الشكل وطريقة العمل: عبارة عن صمامات ذات "سدادات" أسطوانية أو مدبة مخروطياً، والتي يمكن تدويرها داخل جسم الصمام للتحكم في التدفق عبر الصمام
- المميزات: بسيط واقتصادي.



Pressure Relief valve .8

- المميزات: يتم تصميمها للاستجابة بشكل تلقائي لأي زيادة غير متوقعة في ال pressure وال liquid system ، وده بيقى مصمم إنه يفتح عند ضغط معين بس، بيتم تحديده لضمان عدم

زياده الضغط عن الضغط المطلوب فيؤثر على العملية أو ممكن يسبب تلف لل pipes و بيكون الفتح تدريجياً إذا كان الزيادة تدريجية.

- الاستخدام: يتم استخدامها على Pumps عند عمل bypass;
- طريقه التحكم: يتم التحكم في ال valve عن طريق spring هو اللي بيحدد ال limiting pressure و من خلله اقدر أضمن سلامه العملية.



Saftey valve .9

- المميزات يشبه كثيرا ال relief valve
- الاستخدام : يستخدم في ال gas system
- طريقة العمل: عند الحاجة الى working pressure معين فلو الضغط زاد عن الحد المطلوب بنسبة معينة بتفتح ال valve دي تلقائيا و تعمل ventilation للغاز دا
- ونقطة مهمة إنها لما بتفتح بتفتح كلية وليس تدريجيا مثل Relief valve



Control Valve

- التعريف: هو عبارة عن صمام(valve) يتم استخدامه للتحكم في معدل سريان السائل أو الضغط عن طريق التغيير في فتحة الصمام بواسطة إشارة من ما يسمى بال controller
- طريقة التشغيل : اوتوماتيكي عن طريق دائرة التحكم أو ال control loop تتكون من:

1. Sensor
2. Transmitter
3. Controller
4. Actuator

❖ طريقة عمل ال control loop:

- بفترض أن فيه خزان وان السائل اللي بيدخل للخزان هيكون عند نقطه بتبع ارتفاع معين عن الخزان يطلق عليها اسم ال set point
- لو حصل اي زيادة او نقصان لمستوى السائل عن ال set point الجزء اللي بيلاحظ التغيير هو ال sensor
- وبعد الملاحظه ال controller يقوم بنقل الإشارة من ال transmitter
- ودوره أنه يقارن الاشاره بالتغير اللي حصل بال valve stem على أساسه يتم تحديد مقدار الفتح أو الغلق ف ال valve وبعد التحديد يقوم ال actuator بعملية الفتح أو الغلق ومن أنواع ال actuator

:Pneumatic actuators -1

يعتبر من أشهر الأنواع المتدولة والتي يتم استخدامها،
حيث يتم استخدام هواء مضغوط الضغط على ال valve stem، وبالتالي التغلب على قوة ال spring المسئولة عن تحركه لأعلى؛ فيتحرك لأسفل ويقفل ال valve.

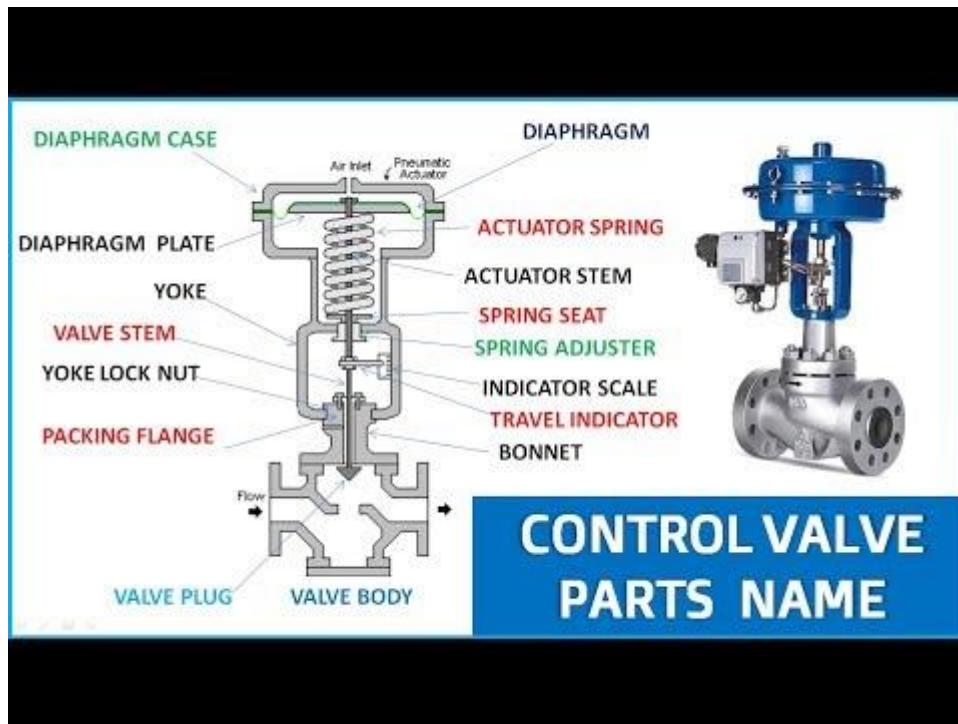
Electrical actuators -2

يوجد منه نوعين (motor - solenoid)
ال motor بين من اسمه عبارة عن ماتور شغال بكهربا بيتتحكم في ال valve
لقلق أو فتح ال valve

ال solenoid عبارة عن مرور تيار كهربى في coil؛ فبتولد مجال بيتتحكم في movable piston

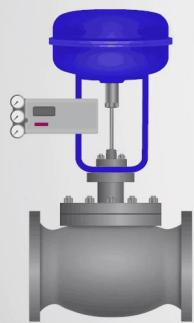
:Hydraulic actuators -3

حيث يتم استخدام سائل مضغوط بدلاً من الهواء عشان يتم التحكم في فتح وقفل ال valve عن طريق piston يتم تحريكه بواسطه السائل



Actuators Type

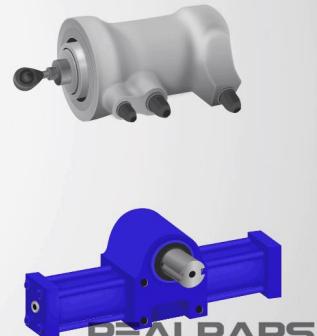
Pneumatic Control Valve



Electric motor



Hydraulic motor



.JT-Valve

- ❖ الفرق بين ال valve ده وأي valve تم ذكرها إنه يتطلب شرطين:-

 - 1) إن العملية تتم عند constant enthalpy
 - 2) بالإضافة إن لازم يحصل عزل كويس للنظام وتكون العملية adiabatic.

- ❖ الاستخدام: يتم عمل Throttling للغاز عن طريق ال JT-valve
- ❖ النظريه أو أساس العمل :

في عام 1852 عالمين يطلق عليهم اسم (Joule & Thomson) قرروا إنهم يعملوا لبعض الغازات في الفراغ مع ثبوت ال enthalpy ليها والغازات كانت (Hydrogen-Helium-Neon) والنتيجة إن درجة حرارة الغازات زادت .

ومع التجربة على غازات أخرى مثل الهوا أو ال steam، كانت النتيجة إن الغازات ماعدا الثلاثة اللي تم ذكرهم بيحصلهم انخفاض كبير في درجة الحرارة (cooling) وممكن يتم استخدام الغاز في التبريد

وبالتالي عند ضغط الغاز ومن ثم حدوث rapid expansion ببأدي لحدوث انخفاض سريع في درجة الحرارة وهذا ما يطلق عليه اسم Joule-Thomson Effect

وباستفاضة أكثر إن ($H=E+PV$) والعملية شرطها Constant enthalpy فبالتالي عند زيادة الشغل (PV) بالتالي هنقول الطاقة الداخلية للنظام وتنخفض درجة حرارة

Vapor compression Refrigeration ❖ هي Joule Thomson Valve cycle

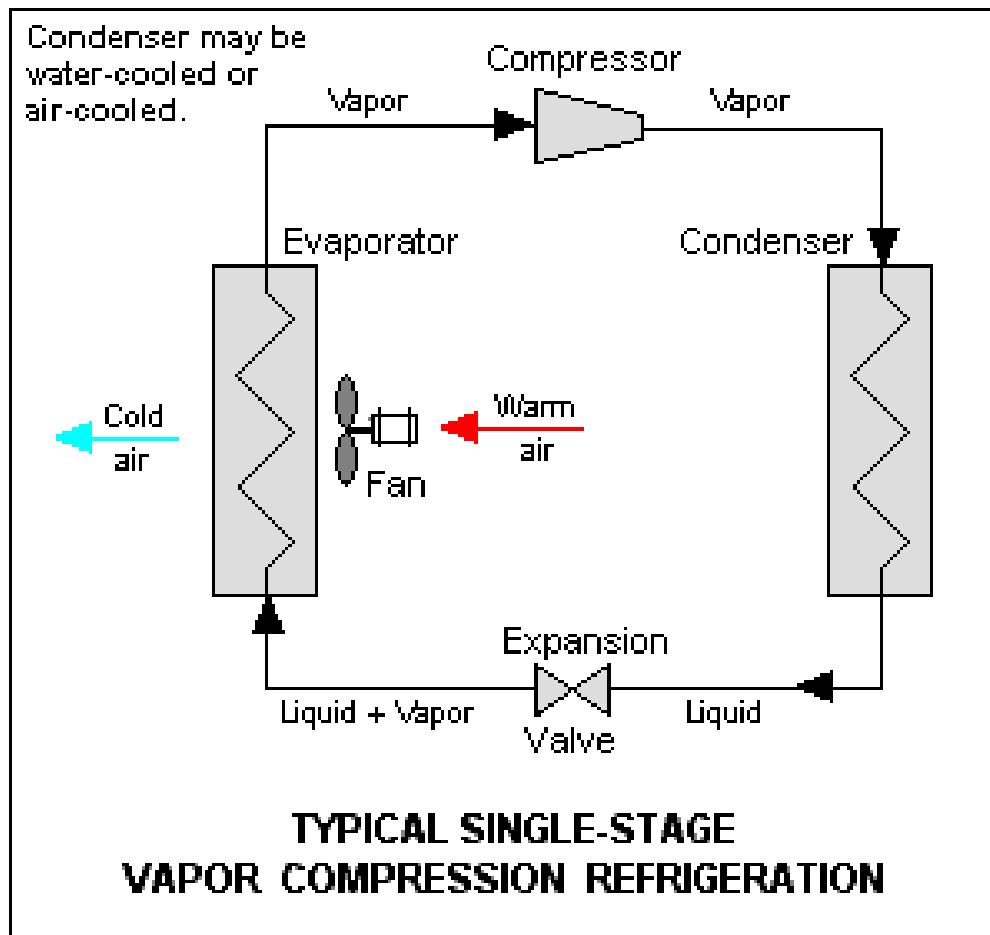
والذي فيها يتم عمل Throttling للغاز عن طريق ال JT-valve، ومن ثم Rapid expansion يؤدي لحدوث انخفاض كبير في درجة الحرارة.

❖ Vapor compression Refrigeration cycle تتم بالخطوات التالية:

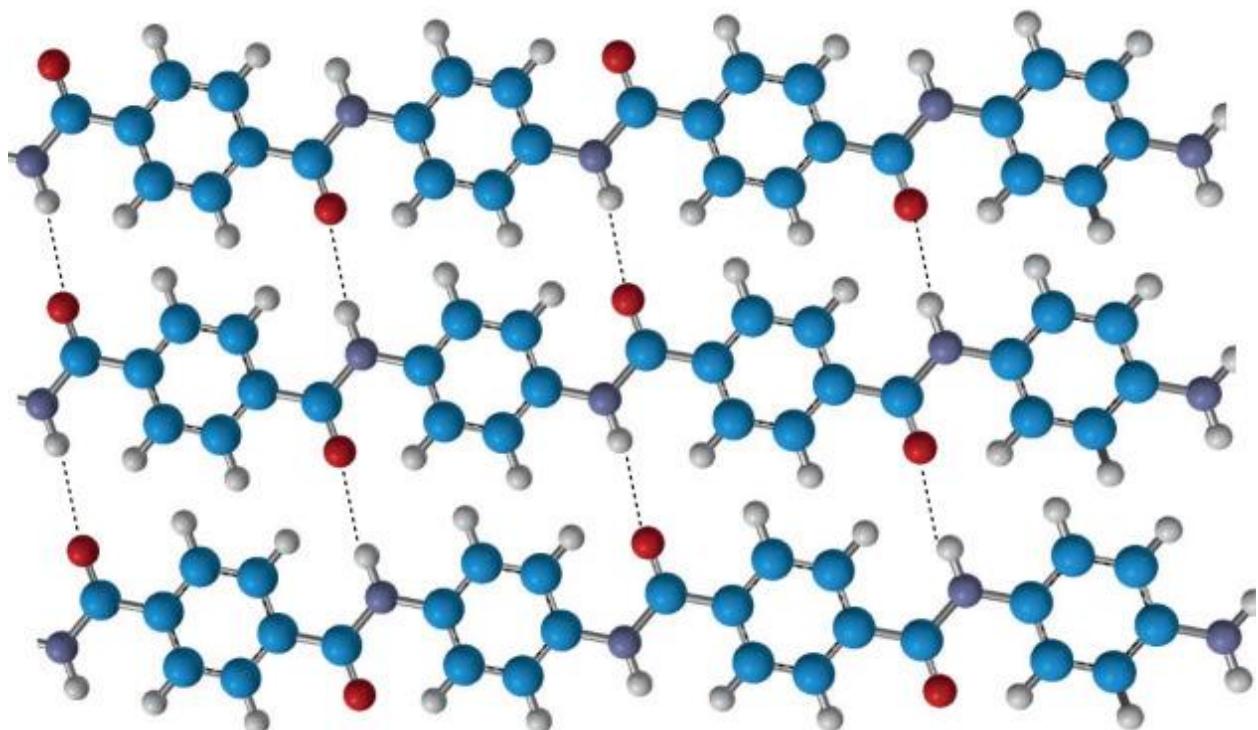
- 1) ال Refrigerant لزياده ضغطه بيتم استخدم positive displacement compressor
- 2) الغاز المضغوط بيروح بعد كدة على condenser لكي يتم تغيير ال phase ليه ويبقى liquid وبيتم تقليل درجة حرارته عشان يدخل ع ال JT VALVE

(3) يحصل throttling وبعدين Expansion JT VALVE ف ال درجة حرارة التبريد

(4) الغاز بعد م وصل لدرجة التبريد المطلوبة يتم استخدامه في تبريد مواد تانية داخل Heat Exchanger (Evaporator)



Polymerization



Introduction and types of polymerization

❖ كثيراً ما نسمع عن الكلمة (بولимер Polymer) والتي عكسها (مونيمير Monomer). المعنى الحرفي لهذه الكلمة هي (مُتعدد الأجزاء) وهي مشتقة من كلمة يونانية من شعفين وهم (porus) وترجمتها بالإنجليزية (many parts).

يوجد نوعين من البولимерات:

1. البولимерات الطبيعية: مثل **cellulose** و هو جزيء مكون من العديد من جزيئات **glucose**، وأيضاً البروتين والذي يعد أهم العناصر الازمة للحياة والذي نجده مكوناً من العديد من α -**amides aminoacids**.

2. البولимерات الصناعية وهذا النوع سيكون محور حديثنا في السلسلة الآتية.

❖ عملية البلمرة أو **polymerization** هي عبارة عن ارتباط مجموعة من الجزيئات الصغيرة تسمى **monomers** مع بعضها البعض لتكوين جزيء كبير اسمه **polymer**، ويدرك التاريخ أن أول بولимер تم تصنيعه كان عن طريق **condensation reaction** بين **phenol** والـ **formaldehyde**.

وبالحديث في هذا السياق، يمكننا تقسيم أنواع تفاعلات عملية البلمرة إلى عدة أنواع، سنتناول منها نوعين في هذا المقال:

Addition Polymerization: وهذا النوع من التفاعل يتطلب سلسلة من تفاعلات الإضافة، بحيث يتم إضافة جزيئين سوياً ثم إضافة الثالث لهما وهكذا حتى يتم تشكيل البولимер. الجدير بالذكر أن هذا النوع من التفاعلات يتم مع **monomers** التي لديها وزن جزيئي صغير مثل **ethylene olefins** كالـ **styrene** والـ **isoprene** والـ **butadiene diolefins** كالـ **isobutylene** والـ **1,4-pentadiene**.

Condensation Reaction: وهذا النوع من التفاعل قد يتم بين **monomers** المتشابهة كما هو الحال مع **addition polymerization**، أو مع **monomers** المختلفة. الجدير بالذكر حول هذا النوع هو تكون ناتج جانبي من التفاعل، فمثلاً تفاعل الإستر يُنتج جزيء ماء.

بعد الحديث عن أنواع تفاعلات البلمرة، دعونا نتطرق للطرق التي تتم بها عملية البلمرة :
(polymerization techniques)

Bulk Polymerization: في هذه الحالة لا يكون لدينا solvent من أجل المساعدة في حدوث عملية البلمرة، لذلك تكون البوليمرات أكثر مقاومة من العملية التالية، ولكن في المقابل فإن هذه العملية تتطلب ظروف تفاعل أكثر صعوبة في التحكم بها كالحرارة واللزوجة، ولذلك يتم تقليل نسبة conversion وزيادة التقليب بين monomers.

Solution Polymerization: في هذه الحالة يتم إضافة organic solvent إلى monomers مما يساعد على التحكم في ظروف التفاعل بطريقة أسهل من العملية السابقة، وأحياناً لا نضطر لإزالة solvent من البوليمر الناتج وذلك في بعض التطبيقات (استخدام البوليمر في coatings أو adhesives).

Emulsion Polymerization: في هذا النوع تكون البوليمرات المنتجة على هيئة مستحلبات مثل الدهانات، ويتم استخدام هذا النوع من التفاعلات مع monomers التي لا تذوب في الماء، كما هو الحال في انتاج polystyrene وال PVC. تتم إضافة emulsifier حتى يتم تسهيل حدوث العملية.

Suspension Polymerization: من خلال هذه الطريقة تتم إذابة monomers في سائل معين مثل الماء، ومع التقليب يتم تكوين البوليمر، لكن في هذه الحالة يمكن ان ترتبط monomers ببعض ليحدث settling ولذلك يتم إضافة مواد كيميائية لمنع حدوث هذا الارتباط، وتشمى هذه المواد بالstabilizers وأقرب مثال لها هو talc or polyvinyl alcohol وبعد التقليب ووضع stabilizer يتكون البوليمر على هيئة حبوب (granular form).

الجدير بالذكر انه هناك فرق بين هذا النوع وبين solution polymerization، فالاختلاف الأول هو ان suspension polymerization يُنتج بوليمرات أكثر مقاومة من solution polymerization، وكذلك يمكن التحكم بشكل أسهل في لزوجة وحرارة solution polymerization عن suspension polymerization.

Interfacial Polymerization: هذه الطريقة تُستخدم في انتاج polyesters، polyamides، polycarbonates والـ two immiscible liquids interface، وتم هذه الطريقة بوجود interface بين سحب البوليمر المتكون من interface نفسها.

نرجو ملاحظة أنه هناك أنواع عدّة ولكننا قمنا بذكر أشهرهم. دعونا الآن نتطرق لأنواع البولимерات التي يمكن الحصول عليها:

يمكن تصنيف البولимерات بناء على نوع التفاعل المستخدم لإنتاجها سواء addition أو condensation.

يمكن تصنيفهم بناء على نوع monomer المستخدم وشكل الترابط بين الجزيئات (– alternating (random – block

يمكن تصنيفهم بناء على نوع technique المستخدم، كما ذكرنا مسبقاً.

وطالما تطرقنا لنقسيم أنواع البولимерات، فجدير بالذكر أنه هناك 3 أنواع رئيسية ومستخدمة عالمياً بناء على استخدام البولимерات وهم:

- 1. Plastics
- 2. Elastomers
- 3. Synthetic Rubber

وفيما يتعلق بالplastics، فهي مُقسمة إلى نوعين مألففين كثيراً لمعظم العاملين بمجال البتروكيماويات وهم:

: والمعرف عنهم أن تطبيق الحرارة عليهم يُكسبهم مرونة ويعرضهم لاستطالة مثل Thermoplastics polypropylene والpolyethylene

: والمعرف عنهم قوتهم واحتمالهم للحرارة دون تغيير في مرونتهم، والسبب في ذلك هو Thermosetting crosslinking هو monomers بين جزيئات ABS

ABS

❖ سنتحدث في هذا المقال عن واحد من أهم المواد البتروكيمائية ألا وهو الـ Acrylonitrile (C₃H₃N) ورمزه Butadiene Styrene (ABS)، وذلك يمكن تقسيم هذا المركب لثلاثة مركبات فرعية.

❖ أولاً (Acrylonitrile (C₃H₃N)) وهو عبارة عن monomer ينتج من تفاعل البروبيلين والأمونيا، وهذا المونمر يضيف لخصائص ABS من حيث مقاومة المواد الكيميائية وزيادة heat stability.

❖ ثانياً (Butadiene (C₄H₆)): وينشأ هذا المركب كمنتج جانبي من عملية إنتاج الإيثيلين بواسطة steam cracking، ويعمل هذا المركب على زيادة impact strength (قدرة المادة على تحمل الأحمال المفاجئة).

❖ ثالثاً (Styrene (C₈H₈)): ويبتنتج من عملية dehydrogenation للـ ethyl benzene، ويعمل على زيادة rigidity.

❖ وعن طريق عملية emulsion polymerization ABS بين هذه المواد يتم انتاج ABS

❖ وفيما يلي أهم خصائصه:

(1) مقاوم للمواد الكيميائية مثل الأحماض والقلويات المُخففة، وللـ oil والـ greases، لكن مقاومته للأـ aromatics ضعيفة.

(2) impact strength متوسط ويمكن تعديله حسب الحاجة.

(3) tensile strength (القدرة على تحمل جهد الشد) والـ (جهد الضغط) مرتفع.

(4) لا تتغير خصائصه بتغيير درجة الحرارة.

(5) لديه dimensional stability مرتفعة، وأنه thermoplastic عند تسخينه حتى melting point وتبریده مجدداً يعود لأبعاده الطبيعية.

(6) سعره رخيص ومتوفّر.

❖ أهم مميزاته:

(1) يجمع بين impact strength والـ rigidity لكل من acrylonitrile والـ styrene بوليمير، بالإضافة للأـ toughness الخاصة بالـ polybutadiene.

(2) مقاوم للمواد الكيميائية ولا يتخلّل نتيجة الروابط الكيميائية القوية، وهذا أيضًا يُكسبه thermal stability عالية.

(3) نتيجة أنه amorphous solid ليس لديه melting point محددة وبالتالي يمكن تصنيع عدد من المنتجات الأخرى منه.

❖ أكبر مخاطره: قابل للإشتعال عند وجود شعلة وعند درجات الحرارة العالية، وينتج CO وهيدروجين سيانيد وكلاهما مواد سامة.

❖ أهم استخداماته:

- 1) المعدّات الإلكترونية والكهربائية
- 2) في وسائل النقل والسيارات
- 3) الأنابيب والتركيبيات (elbows)
- 4) حزام الأمان
- 5) plastic sheets

PVC

❖ سنتحدث الآن عن مادة الـ PVC أو الشهيرة بالـ Polyvinyl Chloride (C_2H_3Cl). والمادة الخام المستخدمة في انتاجه هي الـ VCM والشهيرة بالـ Vinyl Chloride Monomer.

❖ دعونا نوضح أهم طرق تحويل الـ VCM إلى PVC، وهم ثلاثة طرق: suspension، bulk polymerization و emulsion. ولكن الجدير بالذكر أن حوالي 80% من إنتاج PVC يتم بطريقة الـ suspension polymerization وذلك بالطريقة الآتية: يتم ضغط وإسالة الـ VCM ودفعه إلى الـ polymerization reactor، ومن ثم إضافة initiator وعند درجة حرارة تتراوح بين 40 – 60 درجة سليزية يبدأ الـ PVC بال تكون ويكون على هيئة جسيمات صغيرة ويبعد حجمها بال الكبير إلى أن تصل للحجم المطلوب، على أن يعاد تدوير الجسيمات التي لم تصل للحجم المطلوب. ويكون الـ PVC المطابق للمواصفات على هيئة بودرة بيضاء بعد أن يتم تنشيفها.

❖ هناك نوعين من الـ PVC:

- (1) الـ Rigid Polyvinyl Chloride (RPVC)
- (2) الـ Plasticized PVC: وهذا لين أكثر ويُستخدم في أسلاك الكهرباء.

❖ أهم خواص الـ PVC:

- 1) الكثافة العالية مقارنة بباقي أنواع البلاستيك ($Sp.Gr = 1.4$)
- 2) الـ hardness لدى الـ RPVC عالية جداً، مع ملاحظة أيضاً أن الـ tensile strength الخاص به عالي.
- 3) الـ PVC عموماً تصنف كـ thermoplastic material أي أنها تستجيب للحرارة، فعند الـ melting point والتي تتراوح بين 100 – 260 درجة سليزية تتحول إلى liquid degradation وعند تبريدها تعود للـ solid phase بدون حدوث

❖ مميزات الـ PVC:

- 1) رخيص وإنما تجده بوفره في العالم.
- 2) كثافته عالية والـ strength الخا به عالي لذلك يقاوم الـ deformation بشكل جيد مقارنة بباقي أنواع البلاستيك.
- 3) لديه tensile strength عالي.
- 4) مقاوم للمواد الكيميائية والقلويات.

❖ عيوب PVC :

- 1) الـ heat stability الخاصة به ضعيفة جدًا ولذلك يتم إضافة بعض المواد لمعالجة هذا الأمر (سنذكرها بعض لحظات).
- 2) يقوم ببعث أدخنة سامة حينما يتعرض لدرجة حرارة عالية.

❖ المواد المضافة لـ PVC :

- 1) الـ antioxidants، وذلك لتوفير فترة استخدام المنتج ضد الأكسجين والحرارة.
- 2) الـ compatibilizers، وذلك لتوفير خاصية إعادة الاستخدام.
- 3) الـ flame retardants، وذلك لتقليل الـ flammability للبلاستيك.
- 4) الـ impact modifiers، وذلك لتقليل تأثير الصدمات على المنتجات.

❖ استخدامات PVC :

- 1) أنابيب المياه
- 2) التغليف
- 3) الأسلاك والكابلات



Poly Ethylene

❖ سنتحدث الآن عن واحد من أكثر المواد البتروكيماوية استخداماً في العالم وهو البولي إيثيلين (Poly Ethylene). في الحياة اليومية نقابل البولي إيثيلين بشكل أكبر مما نظن، فآخر احصائية تمت بخصوص البولي إيثيلين كانت في 2018 وأوضحت أن الانتاجية السنوية من هذا البولимер تعدّت 120 مليون طن، وهو يشكل تقريباً 40% من إنتاج البلاستيك في العالم.

❖ وهذه هي أكثر الصور التي نرى البولي إيثيلين بها:

- الأكياس البلاستيكية
- زجاجات المياه
- أفلام التصوير
- حاويات الطعام
- غلاف الأسلاك الكهربائية

❖ تفاعل تكوين البولي إيثيلين هو عبارة عن تفاعل طارد للحرارة (exothermic reaction) بيتم عن طريق أحد أنواع عملية البلمرة تسمى Coordination Polymerization، والذي يُعد نوعاً مشهوراً جدًا في تكوين البوليمرات مثل polypropylene، polyethylene، polybutadiene والـ free-radical reactions. من الممكن أيضًا أن يتم إنتاج البولي إيثيلين عن طريق الـ

❖ يتم التفاعل باستخدام catalyst يسمى Ziegler-Natta Catalyst والذي يتكون من titanium III chloride ويعُد أشهر عامل حفاز في العالم في تكوين البولي إيثيلين.

لكن دعونا نوضح أولاً كيف نحصل على الإيثيلين. هناك طريقتين شهيرتين:

Dehydration of Ethanol (1)

(2) الحصول على الإيثان من الغاز الطبيعي ومن ثم عمل Dehydrogenation له وعلى كل حال يجب أن تؤخذ نسبة الشوائب في الاعتبار أثناء الصناعة، حيث يجب ألا تزيد عن 5 ppm.

والآن لنقم بتوسيع أنواع البولي إيثيلين:

Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene (UHMWPE) ❖

اسمها فوزنه عالي جداً حيث يصل لملايين الوحدات الذرية، كما يتميز بصلاحيه عاليه جداً مما يصعب التعامل معه حينما يتعلق الأمر بالتغليف وغيرها من هذا القبيل. يجب الأخذ في الاعتبار أن شدة صلابتها تتيح استخدامه في بعض الأجزاء الميكانيكية للآلات، كما يستخدم في تصنيع الملابس الواقية ضد الرصاص.

High-Density Polyethylene (HDPE) ❖

0.942 جم/سم³، ويتم إنتاجه باستخدام أنواع كثيرة من العوامل الحفازة أشهرهم Ziegler-Natta Catalyst ويكون التفاعل من نوع free-radical. هذا النوع نجده في أشياء كثيرة جداً مثل أنابيب المياه والجرادل وحاويات القمامه، وأكثر من 35% من الألعاب للأطفال.

Medium-Density Polyethylene (MDPE) ❖

تترواح من 0.926 إلى 0.940 جم/سم³ ويتم إنتاجه بنفس نوع catalyst. نجد هذا النوع قابل للتشكيل أكثر من HDPE وأيضاً لديه stress-cracking resistance أكبر. نجد هذا النوع في أنابيب الغاز في البيوت وأيضاً في elbows fittings مثل التفاصيل.

Low-Density Polyethylene (LDPE) ❖

0.910 إلى 0.939 جم/سم³، ويكون لديه الكثير من branches التي تؤدي لصغر tensile strength وزيادة ductility. يتم إنتاج هذا النوع من خلال الدليل على التشكيل free-radical polymerization لكن بدون وجود catalyst وهذا ما يؤدي لحدوث branching. نجد هذا النوع كثيراً في الأكياس البلاستيكية والتغليف وبعض أجزاء الكمبيوتر المصنوعة من البلاستيك وزجاجات الماء.

Linear Low-Density Polyethylene (LLDPE) ❖

0.910 إلى 0.926 جم/سم³ ويحتوي على أعداد صغيرة من branches. لدى هذا النوع tensile strength أعلى من LDPE كما أنه أفضل من حيث stress-cracking resistance. نجد هذا النوع يستخدم في sheets الخاصة بالتغليف وفي الأكياس، ويتم استخدامه بشكل أساسى في صناعة أفلام التصوير بكافة أنواعها.

❖ يُرجى أيضًا ملاحظة أن البولي إيثيلين لديه أنواع متعددة لم نتطرق سوى لأهمها، فمن بقية الأنواع:

Cross-Linked Polyethylene (PEX or XLPE) (1)

Very-Low-Density Polyethylene (VLDPE) (2)

ونحيطكم علمًا أيضًا بأن أكبر شركة منتجة للبولي إيثيلين في مصر هي شركة إيثيدكو وإنما إنتاجها حوالي 400 ألف طن سنويًا، ويليها شركة سيدبك وإنما إنتاجها يصل إلى 225 ألف طن سنويًا، وتقع كلتا الشركتين بمحافظة الإسكندرية.



Plastic healthy grades

❖ قبل قيامك بشراء قارورة ماء أو launch box أو أي حاوية بلاستيكية لطعام أو شراب ما، عليك أولاً بالنظر للرقم الموجود على الحاوية والذي يكون بداخل ثلاثة أسمهم على هيئة مثلث. أشهر الأرقام تتراوح من 1 إلى 7، والآن دعونا نوضح الأنواع التي يمكن استخدامها في احتواء الطعام والشراب والأنواع التي لا يمكننا ذلك حتى لا ننسب بإعفاء أنفسنا.

❖ رقم 1 (Polyethylene Terephthalate or PETE): أحياناً يُكتب أيضاً (PET) أو (PEE)، وهذا النوع يتم استخدامه في صناعة الملابس وعبوات الطعام والـ "water jugs" زمية الماء والزجاجات العادي. يتم إنتاج هذا البوليمر في مصر عن طريق شركة العين السخنة EIPET وذلك من خلال polycondensation reaction بين الإيثيلين جليكوا وحمض terephthalate.

❖ رقم 2 (Low Density Polyethylene or HDPE) ورقم 4 (High Density Polyethylene or LDPE): يتم استخدام كلاهما في تصنيع حاويات الطعام وصناعة Turbo (حاوية حفظ الثوم والبصل الموجودة بمعظم البيوت)، ويُصنع منه أيضاً الـ "شاليموه" وأغطية الزجاجات.

❖ رقم 3 (Polyvinyl Chloride or PVC): يتم استخدامه في تصنيع أدوات السباكة على اختلاف أشكالها وأنواعها وكذلك تغليف أسلاك الكهرباء.

❖ رقم 5 (Polypropylene or PP): يتم تصنيعه عن طريق بلمرة البروبولين والذي يتم إنتاجه من البروبان، كما هو الحال مع شركة EPPC التي تقوم بإنتاج البولي بروبيلين عن طريق البروبان المنتج من شركة UGDC. أكثر استخدامات الـ PP تكون في أغطية الزجاجات والملابس، مع ملاحظة أن استخداماته شبيهة باستخدامات البولي إيثيلين.

❖ رقم 6 (Polystyrene or PS): يتم استخدامه في تصنيع علب الزبادي وأيضاً الفوم الأبيض الذي يكون على هيئة كرات صغيرة، وأطباق الفيل البيضاء المخصصة للأكل.

❖ رقم 7 (Other): وهذا يوضح أن هناك أنواع أخرى من البوليمرات التي يُصنع منها البلاستيك مثل (SAN) و(ABS).

- ❖ والآن لننطرّق للنقطة الهامة فيما يتعلّق بصحتنا، فكما يُلاحظ بعضاً أن هناك أنواع من أكواب البلاستيك التي يُقال أنها غير مخصصة للشرب. فرقم (2، 4 و 5) يمكن استخدامهم في الطعام والشراب لأكثر من مرة، أما رقم (1) يُفضّل استخدامه لمرة واحدة فقط.
- ❖ أيضاً رقم (7) يُفضّل تجنبه نهائياً في لاحتواء الطعام والشراب لأنّه أحياناً يحتوي مواداً مسرطنة، ورقم (3) أيضاً يكون ضاراً إن تم استخدامه لفترة طويلة، ورقم (6) ضار وغير آمن على الرغم من استخدامه في تصنيع علب البرجر وأكواب الشاي الفلبينية.
- ❖ نرجو ملاحظة أن هذا المقال هام جداً لأن الكثير يتعامل مع الحاويات البلاستيكية للطعام والشراب دون النظر إلى grade الخاص بها، ولذلك يجب أن نضع هذا الموضوع في اعتبارنا ونُخبر من استطعنا أخباره به.

Drilling Muds

Drilling fluids

حينما كنا نقوم بحفر حفرة صغيرة على شاطئ البحر ونحن صغاراً، كنا نضع مياه على جوانب الحفرة لضمان عدم انهيارها.

❖ في مجال حفر الآبار، هناك سؤال دائماً ما يطرح نفسه وهو كيف تحافظ الآبار العميقة على **hydrostatic pressure** الخاص بها؟ سؤال آخر أيضاً وهو كيف لنا أن نسمح بتساقط تلك الشوائب من صخور وماء من البئر على النفط؟ والإجابة على هذه التساؤلات يتمثل في استخدامنا للـ "**Drilling Fluids**"، والتي تسمى أيضاً "**Drilling Muds**". والآن دعونا نتطرق للـ **mud** من وجهة نظر الهندسة الكيميائية وليس هندسة الحفر.

❖ مبدئياً دعونا نجيب على سؤال "لما نستخدم الطين **mud**؟" كما ذكرنا من أجل الحفاظ على **hydrostatic pressure**، وأيضاً من أجل التبريد والتزييت في جزء رأس الحفار، وبعض الأغراض الأخرى.

❖ **أنواع *drilling mud***، هناك ثلاثة أنواع رئيسية:

Water-Based Muds (WBs) (1)

Oil-Based Muds (OBs) (2)

Gaseous Drilling Muds (3)

❖ الأشهر في الاستخدام هو **oil-based muds**، وذلك لإمكانية استخدامه في درجات الحرارة المرتفعة وأيضاً في الطبقات الحساسة أثناء استخراج الماء، وأيضاً يمكن استخدام خليط بين **WBs** والـ **OBs**.

❖ كلمة **based** في الأنواع الثلاثة تدل على المادة الأساسية التي تمثل (مفرش) لوضع بعض العناصر الأخرى عليه. تلك العناصر الأخرى (**additives**) يتم إضافتها على حسب عمق البئر، أي كلما زاد عمق البئر كلما زادت كمية **additives** المطلوبة.

❖ أهم الإضافات هي:

Weighting Materials (1): تلك المواد تُستخدم لمعاييرة كثافة السائل وعلى أساسها يتم

حساب **hydrostatic pressure** ($P = \rho gh$) لتجنب تغيرات الضغط المفاجئة،

بالإضافة لمنع حدوث أي **blowouts** ومنع أي تسرب للـ **fluid** ما بين الطبقات. من

أشهر المواد المستخدمة هو كبريتات الباريوم (Barite)، ولأن أغلب المواد المستخدمة تكون corrosive inhibitor يُفضل استخدام .inhibitor

Fluid Loss Additives (2): يتم إضافة تلك المواد لحفظ على fluids في البئر دون أي فقد في كميتهما. في الغالب تكون تلك المواد عبارة عن بوليمرات، وأشهر المواد المستخدمة هي bentonite.

Thinner & Dispersants (3): تتم إضافتهم لمنع تكتل الطين (تجمّعه على هيئة كتلة واحدة)، وذلك لمنع مواجهة صعوبة في ضخ mud للبئر. من أمثلة تلك المواد هي البوليمرات الصناعية كالبولي ستيرين grade 6.

Bactericides (4): يتم إضافة تلك المواد لمنع نمو البكتيريا التي تسبب corrosion أو تسد المسام. من أمثلة تلك المواد هييدروكسيد الصوديوم.

PH controllers (5): يتم إضافة تلك المواد لمنع corrosion ومنع حدوث أي تفاعل بين mud والمعادن الموجودة بالبئر.

Emulsifiers (6): وهذه تمثل بعض أنواع surfactants .

Scale Inhibitors (7): يتم إضافتها لمنع تكون أملاح الكالسيوم غير الذائبة التي تسبب تلامس بين mud والfluid .

يتم إضافة أيضًا كمية من الأحماض سواء المعدنية أو العضوية لإذابة مواد الكربون الموجودة بالبئر، مع ملاحظة أن الأحماض العضوية تسبب corrosion أقل من الأحماض المعدنية.

Mud pump

❖ **mud** يجب أن يصل لآخر نقطة في عملية الحفر (رأس الحفار) ويعود للأعلى مجدداً حاملاً **cuttings** (الرائش أو فنات البئر). الوسيلة الأنسب لتحقيق هذه العملية هي **mud pump**.

❖ من المعروف أن **mud** يستخدم لمعاييره **hydrostatic pressure** في **reservoir** وبالتالي نجد أن **pumping rate** يختلف من فترة لأخرى، فمثلاً نجد أن نسبة **mud** أثناء الحفر العادي تختلف في أوقات وجود مشكلة ما.

❖ **mud pump** بكل بساطة عبارة عن **reciprocating pump** كبيرة في الحجم تُستخدم في تدفيع **fluid** لأسفل البئر بضغط عالي حتى يقوم بالوظائف التي قمنا بذكرها سابقاً.

❖ هناك نوعين من المضخات **مستخدمين**:
 1) **Duplex Pump**: هذا النوع يعتمد على مبدأ **double act** حيث يستخدم **two pistons** للقيام بوظائف عمل مختلفة حيث يتم دفع السائل في شوطي التحريك (**forward and backward stroke**).

Triplex Pump (2): وهذا نجد أنه يتم استخدام **three pistons** لكن بمبدأ **single act** حيث يتم التدفيع فقط في حالة **forward stroke**، ويُعد هذا النوع هو السائد في شركات الحفر.

❖ لأن **pumping rate** يختلف من فترة لأخرى ودائماً ما يتغير **flow rate**، يتم استخدام **surge chamber** وهي عبارة عن كرة مطاطية تحتوى غاز النيتروجين للحفاظ على انسبيافية **flow** وتجنب المشاكل الناتجة عن التغيير المستمر.

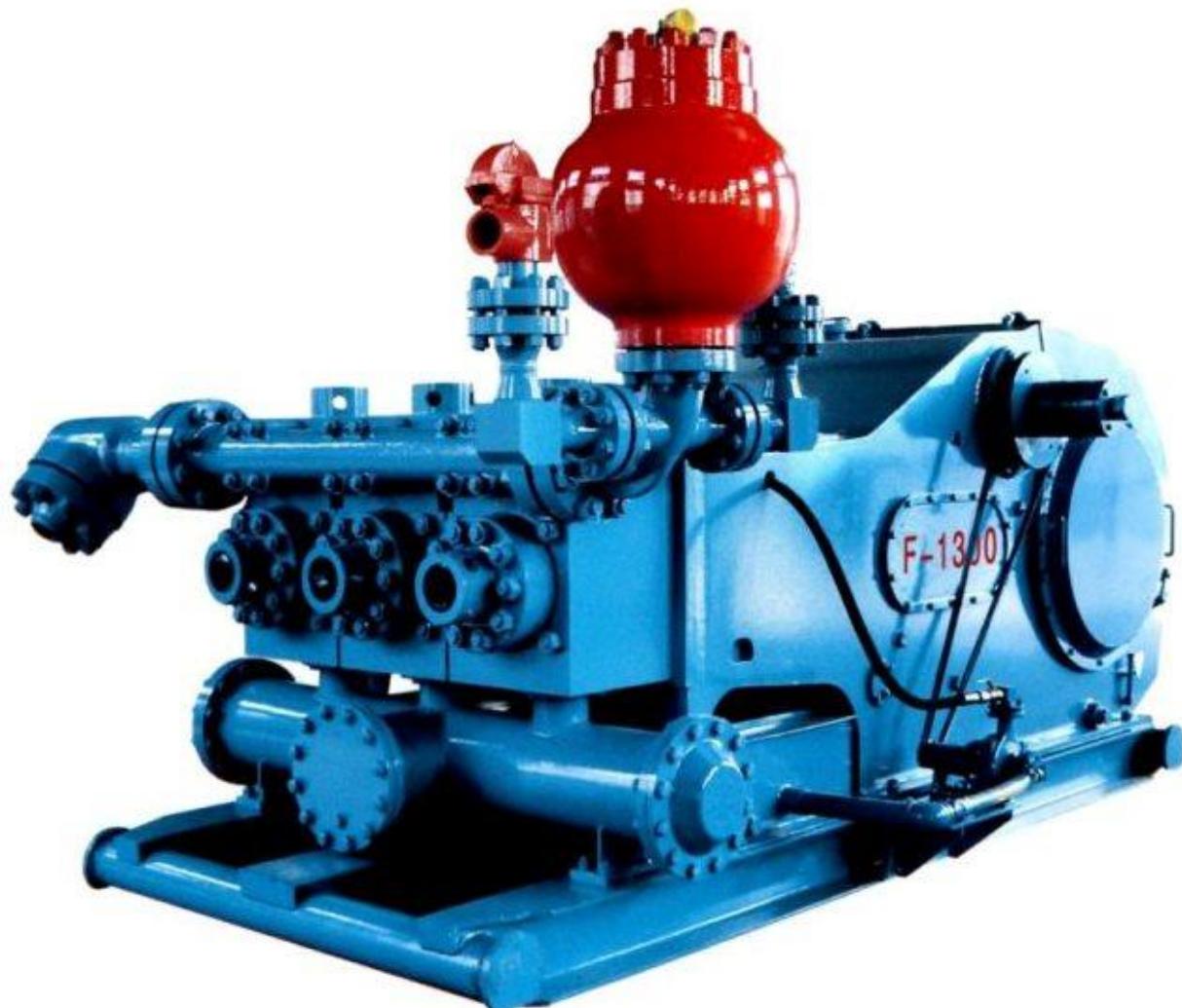
❖ **المضخة** شأنها شأن أي **pump** حيث تتكون من ثلاثة أجزاء وهم:
Hydraulic Part (1)
Mechanical Part (2)
Electrical Part (3)

❖ **mud** حينما يرتفع مجدداً بعد نزوله يكون حاملاً للرائش وللثير من **impurities**، ولذلك يجب إعادة تهيئته مرة أخرى كما هو الحال مع **catalyst** في عملية **regeneration**. تتم هذه العملية باكثر من طريقة:

Shale Shaker (1): هذا ببساطة عبارة عن منخل (غربال) يقوم بنخل **mud** كله ويخلصه من الرواسب وأي شوائب صلبة وأيضاً أجزاء من الصخور والتي تساعد في تحليل طبقة الأرض التي تم الوصول إليها عن طريق جيولوجي الموقع.

Desander (2): بطريقة الفصل المركزي يتم فصل الرمال عن **mud** وتنقيته أكثر.

Degasser (3): بطريقة الفصل المركّز يتم فصل الغازات التي صعدت مع **cuttings**, وبذلك نستطيع إعادة **fluid** لحاله الطبيعي لتدفيعه مرة أخرى.



Water treatment



Introduction and water characteristics

❖ تعتبر المياه عنصر أساسى للحياة وأيضاً للصناعة، حيث أنها تُستخدم للتبريد بسبب كبر **specific heat** خاصتها والتي تدل على كمية الحرارة التي تستطيع المياه امتصاصها لتغيير درجة حرارتها درجة مئوية واحدة.

❖ هناك مصادران للمياه يتم استخدامهم في الصناعة بشكل كبير:

Surface Water .1

Ground Water .2

❖ أهم خصائص السطح :surface water

1. تركيز dissolved solids قليل

2. تركيز suspended solids عالي

3. جودتها تعتمد بشكل كبير على الطقس

❖ أهم خصائص التربة :ground water

1. تركيز dissolved solids عالي

2. تركيز suspended solids قليل

3. تركيز iron والمanganese عالي

4. تركيز الأكسجين قليل

5. جودتها ثابتة لا تتغير حسب الطقس

❖ والآن لنتطرق لأهم الخواص الكيميائية للمياه، حيث سنسلط الضوء على أربعة خواص وهي:

Conductivity .1

Hardness .2

pH Value .3

Alkalinity .4

أولاً conductivity: تعبّر عن كمية dissolved solids الموجودة بالمياه وتقاس بالـ micro Siemens. المياه النقيّة التي لا يوجد بها أي minerals تكون غير موصلة للكهرباء، وبزيادة كمية conductivity أو dissolved solids تزداد minerals.

ثانياً hardness: تعبّر عن تركيز أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم في المياه، وهذه المواد تتراكم بارتفاع درجة الحرارة (عكس باقي الأملاح) وتكون scale.

ثالثاً pH value: تعبّر عن مدى حامضية وقاعدية المياه، حيث تتراوح بين 1:7 للحامضي، و14:7 للقاعدي.

رابعاً alkalinity: تعبّر عن تركيز bicarbonate والcarbonate الموجودة في المياه.

industrial water treatment systems

❖ سنتحدّث الآن عن industrial water treatment system، وهو عبارة عن نظام مُستخدم لمعالجة المياه من أجل استخدامها في غرض معين كالboiling أو cooling، وأيضاً من أجل التخلص منها؛ التخلص من المياه يجب أن يتم وفق شروط بيئية معينة.

❖ هناك أنظمة كثيرة للمعالجة، يتم الاختيار منهم طبقاً لكمية contaminants الموجودة والمراد إزالتها. هناك أربعة أنظمة مشهورة وهي:

- 1. Raw Water Treatment Systems
- 2. Boiler Feed Water Treatment Systems
- 3. Cooling Tower Water Treatment Systems
- 4. Wastewater Treatment Systems

❖ :Raw Water Treatment Systems

❖ raw water هي المياه الموجودة في الطبيعة مثل المياه الجوفية ومياه الأمطار والأنهار، وتتغّير خصائصها بشكل كبير استجابة للعوامل البيئية المختلفة. يُستخدم هذا النّظام في عملية pre-treatment وغالباً ما يكون هدفه حماية المعدّات من corrosion وال-scaling وال-fouling، ويمكنه أيضاً إزالة silica/colloidal solids، colloidal solids، suspended solids، bacteria، iron، silica، hardness، والـ.

❖ كيف يعمل هذا النّظام؟
الخطوة الأولى تتم من خلال سحب المياه عن طريق pumps ومرورها على mesh screen لمنع مرور الأجسام الكبيرة.

الخطوة الثانية هي عبارة عن clarification ومن خلالها يتم إزالة suspended solids. يتم إضافة مادة كيميائية (coagulant) ليحدث flocculation بحيث تجتمع suspended solids مع بعضها لتكون أجسام أكبر وتنفصل بسرعة أكبر ليحدث sedimentation في نهاية المطاف.

الخطوة الثالثة هي disinfection وتم في حالة وجود biological contaminants من خلال إضافى مادة معينة مثل chlorine.

الخطوة الرابعة هي lime softening ومن خلالها يتم تقليل hardness عن طريق إزالة بعض minerals الموجودة في المياه، ثم يتم ضخ المياه للـ downstream processes.

❖ أكبر مشاكل تواجه أنظمة raw water treatment هي:

1. Variable Turbidity Levels
2. Variable Flo Rates
3. Changing Feed Chemistry
4. Changing Quality Requirements
5. Secondary Waste

وأغلب هذه المشاكل يكون سببها هو التقلبات الموسمية، وبالتالي فالمياه القادمة من الآبار أو الأنهر أو الأبحار تتغير خصائصها الكيميائية والفيزيائية مما يؤدي لتغيير تركيزات contaminants.

❖ والآن لنتحدث عن Boiler Feed Water Treatment Systems

❖ والذي يستخدم لإزالة dissolved solids، dissolved gases، hardness، material fouling والـ scaling من piping والـ boiler والـ corrosion.

❖ كيف يعمل هذا النظام؟
سنذكر الأن خطوات العمل ولكن يجب التوضيح أن هذا النظام لا يعمل فقط على إزالة impurities بل أيضًا من أجل التحكم في conductivity والـ acidity.

الخطوة الأولى هي makeup water intake وهذه عبارة عن مياه معالجة من قبل، ويتم إدخالها للـ boiler من أجل تعويض النقص الناتج عن التبخير.

الخطوة الثانية هي **filtration**, وفيها تمر المياه على هذه الوحدة من أجل إزالة **the sediments**, **organic material** و **turbidity**.

الخطوة الثالثة هي **softening** وعادة يتم استخدام **ion exchange unit** خلالها، والتي يتم استخدام خلالها **strong acid cation resin** به أيونات الصوديوم التي تتبادل مع أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم، وبعد فترة زمنية معينة يتم عمل **resin regeneration**.

الخطوة الرابعة هي **dealkalization** ويتم عملها من أجل منع **foaming** والـ **carry over** ويسخدم فيها أيضًا **ion exchange unit** بنفس الطريقة السابقة، لكن يتم استخدام **strong anion resin** بدلاً من **strong acid cation resin**، وذلك من أجل إزالة **the bicarbonate**, **sulfate**، والـ **nitrate ions**، وأيضاً لتقليل **pH** لمنع **corrosion**.

الخطوة الخامسة هي **reverse osmosis**. الطبيعي أن **fluid** ينتقل من مكان ذو تركيز أعلى لآخر ذو تركيز أقل، وبالتالي الطبيعي أن المياه تنتقل من المكان المحتوي على مياه كثيرة (تركيز أملاح أقل) للمكان صاحب كمية المياه القليلة (تركيز أملاح أكثر)، لكن في هذه الخطوة تقوم بالعكس تماماً، حيث يجعل المياه تسير في عكس مسارها الطبيعي وذلك عن طريق تطبيق **force** خارجية تسمى **osmotic pressure** وهو الضغط اللازم لجعل المياه تعبير من خلال **membrane**. ما هو **membrane**? هو عبارة عن غشاء يمنع مرور بعض المواد ويسمح بمرور أخرى، وبالتالي يمنع مرور **impurities** خالله.

الخطوة السادسة هي **deaeration or degasification** وخلالها تُزيل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من المياه لأنهم يسببوا **corrosion** ويتم ذلك عن طريق عدة طرق أهمها:

- 1. Pressure Reduction
- 2. Membrane Degasification
- 3. Thermal Degasification
- 4. Substitution

❖ سنتطرق الآن لنظام الـ Cooling Tower Water Treatment Systems

- ❖ يتم استخدام هذا النظام من أجل حماية أجزاء cooling tower من عدّة مشاكل مثل biological growth، scaling، corrosion، iron，hardness، chlorides، TDS and/or TSS، sulfates، silica، biological materials.
- ❖ تلك المشاكل تنشأ نتيجة وجود ملوثات مثل makeup water chemistry of the feed equipment، makeup and blowdown water，الـ.
- ❖ ويتم تحديد النظام الذي سيتم العمل عليه طبقاً للـ requirements of the cooling tower.

يتكون هذا النظام من أربع خطوات رئيسية وهي:

الخطوة الأولى هي Makeup Water Intake وخلالها يحدث vaporization لجزء من المياه التي نستخدمها للتبريد في tower وبالتالي تحتاج لتعويضها بـ makeup water والتي لها أكثر من مصدر: raw water – municipal water supplies – wells – recycled plant wastewater.

الخطوة الثانية هي filtration وهذه الخطوة تقوم بها من أجل إزالة sediment، turbidity، organic material، ion قبل الـ pre-treatment عبارة عن exchange من أجل زيادة الكفاءة وتقليل التكلفة.

الخطوة الثالثة هي عبارة عن chemical addition حيث يتم إضافة: – algaecides or biocides – scale inhibitors corrosion inhibitors.

الخطوة الرابعة هي side-stream filtration، فمعظم cooling towers تستخدم المياه مرة ثانية.

❖ هناك ثلاثة أنواع من الـ cooling system :

- Once-Through .1
- Closed Recirculating .2
- Open Recirculating .3

أولاً Once-Through Cooling System: هو نظام تبريد وكما يتضح من اسمه فهو يستخدم المياه مرة واحدة فقط قبل صرفها. أهم ميزة لهذا النظام هو أن تكلفتها سواء **operating cost** أو **capital cost** قليلين، ولكن عيوبها هو استخدام كمية كبيرة من المياه بسبب صلاحية استخدامها لمرة واحدة فقط بالإضافة إلى الاضطرار لمعالجة هذه الكميات الكبيرة قبل صرفها.

ثانياً Closed Recirculating System: هو نظام تبريد يستخدم فيه المياه دون صرفها لعدم حدوث evaporation لل المياه (فالمياه التي نستخدمها للتبريد تقوم بتبريدتها مرة أخرى لإعادة استخدامها).

مميزات هذا النظام:

1. استخدام كمية مياه قليلة
2. عدم استخدام كميات كبيرة من **makeup water** leak لعدم حدوث
3. كمية المياه التي تعالج قبل الصرف قليلة

عيوب هذا النظام:

- يحتاج لإعادة **cooling** للمياه -

ثالثاً Open Recirculating System: يكون هذا النظام مفتوحاً على الهواء الجوي مثل **cooling tower**، وخلاله يتم تبريد المياه عن طريق التبخير وبخار الماء يخرج على **atmosphere** ويُعاد استخدام المياه مرة أخرى.

مميزات هذا النظام:

1. استخدام كميات صغيرة من **makeup water**
2. استخدام **discharge rate** صغير

عيوب هذا النظام:

- يحتاج لـ **capital cost** عالي -

Waste Water Treatment System

- ❖ وهو عبارة عن نظام يحول **spent systems** (المياه الخارجة من العمليات) إلى مياه صالحة للاستخدام في عمليات أخرى، أو على أقل تقدير يتم تحويلها لمياه آمنة بيئياً للصرف.
- ❖ يختلف **waste water treatment system** من موقع لأخر حسب العمليات المتطلبة للمياه وحسب المياه نفسها ومواصفاتها كـ **input** و **output**.
- ❖ تضع البيئة بعض المواصفات والتي يجب أن تكون المياه الخارجة من هذا **system** مطابقة لها، وأهم هذه المواصفات هي:

High Biochemical Oxygen Demand limitations: حيث تضع البيئة **limits** من أجل حماية مصارف المياه من نقص الأكسجين الذي أئب في المياه، ومن أجل ضمان الوصول للأـ **BOD** المطلوب، يتم عمل تهوية **aeration** (لزيادة **biological oxygen**)

High Total Suspended or Dissolved Solids TSS: حيث تضع البيئة أيضاً حدوداً لكمية **TSS** والـ **TDS** للمياه. من أجل الوصول لكمية المحددة من **TSS** يتم عمل **sand clarification** و **clarification**. من أجل الوصول لكمية المحددة من **TDS** (عملية أكثر تعقيداً من تقليل **TSS**) يتم عمل **filtration** و **evaporation** و **demineralization** و **chemical treatment**.

High Nitrate or Phosphate Level food waste: النitrates والـ **foسفات** يدخلون للماء عن طريق **food waste**، **pesticides detergents** والـ **waste**. للـ **nitrates** والـ **foosphates** آثار ضارة جداً على المياه لذلك تقوم البيئة بالتركيز عليهم. تتم إزالة النitrates من خلال **reverse osmosis** أو **ion exchange** أو **biological treatment**، بينما يُزال الفوسفات عن طريق **clarification** أو **biological treatment**.

Oil and Grease: من أكبر المشاكل التي تسبب انسداد **drainage pipes** وللـ **sewer**. يتم التخلص منهم عن طريق **activated carbon** أو **dissolved air flotation** أو **ultrafiltration** أو **filtration**.

High Discharge Volume: في بعض المناطق تزداد التكلفة كلما زادت كمية المياه المُراد صرفها، ولذلك في حالة صرف كميات كبيرة فالأفضل الاستثمار في تكنولوجيا نقل من **discharge rate** مثل **Zero Liquid Discharge (ZLD)** والتي تمنع تقريباً خروج أي مياه من **plant** حيث تُعاد معالجة المياه واستخدامها بشكل دوري.

Reverse osmosis (RO)

❖ مصطلح كثيراً ما نسمعه في مجال معالجة المياه، وقد يكون بعضاً على عدم دراية به على الرغم من أهميته، وهو **reverse osmosis (RO)**. **RO** هو نظام يُستخدم لتنقية المياه عن طريق تدفيئها خلال **semi-permeable membrane** تحت ضغط.

❖ لكن أولاً ما هو **osmosis**? هو سريان محلول من تركيز أقل (**solute** كمية أقل) إلى تركيز أكبر (**solute** أكبر)، وعادة ما تكون عملية طبيعية تتم دون الحاجة لإضافة طاقة. فمثلاً لو لدينا محلول ملحي في ماء و محلول ملحي آخر ذو تركيز أكبر ويفصل بينهما **semi-permeable membrane**، نجد أن محلول الأول (المحلول ذو التركيز الأقل) يتحرك ماؤه للمحلول الآخر (المحلول ذو التركيز الأعلى).

❖ هذا يحضرنا لسؤال آخر وهو "ما هو **semi permeable membrane**"؟ هو عبارة عن **membrane** (غشاء) يمنع مرور بعض المواد ويسمح بمرور أخرى، تماماً كما هو الحال مع (**سلك الشبّاك**) والذي يسمح بمرور الهواء مانعاً مرور أي شيء أكبر من فتحاته. **semi-permeable membrane** يقوم بمنع المواد التي تتعدى حجمها أو شحذاتها حد معين، فمثلاً الجزيئات التي لديها وزن جزيئي أكبر من 200 تفشل في المرور من خلال هذا الغشاء، وكذلك الشحنة كلما زادت كلما زادت صعوبة مرور المادة، ولهذا السببين نجد أن هذا الغشاء يصعب عليه إزالته غاز ثاني أكسيد الكربون نظراً لصغر حجمه وأيضاً شحنته.

❖ والآن لنتجه لعملية **RO** نفسها، وكما يتضح من اسمها فهي عكس عملية **osmosis**. في هذه العملية تُجبر محلول على الانتقال من التركيز الأعلى للأقل باستخدام طاقة خارجية، يمر محلول أثناء مروره على **semi-permeable membrane** والذي بدوره يسمح بمرور بعض المواد مثل المياه ويمنع بمرور أخرى مثل الملوثات كالـ **dissolved salts**, **organics**, **pyrogen** و **bacteria**.

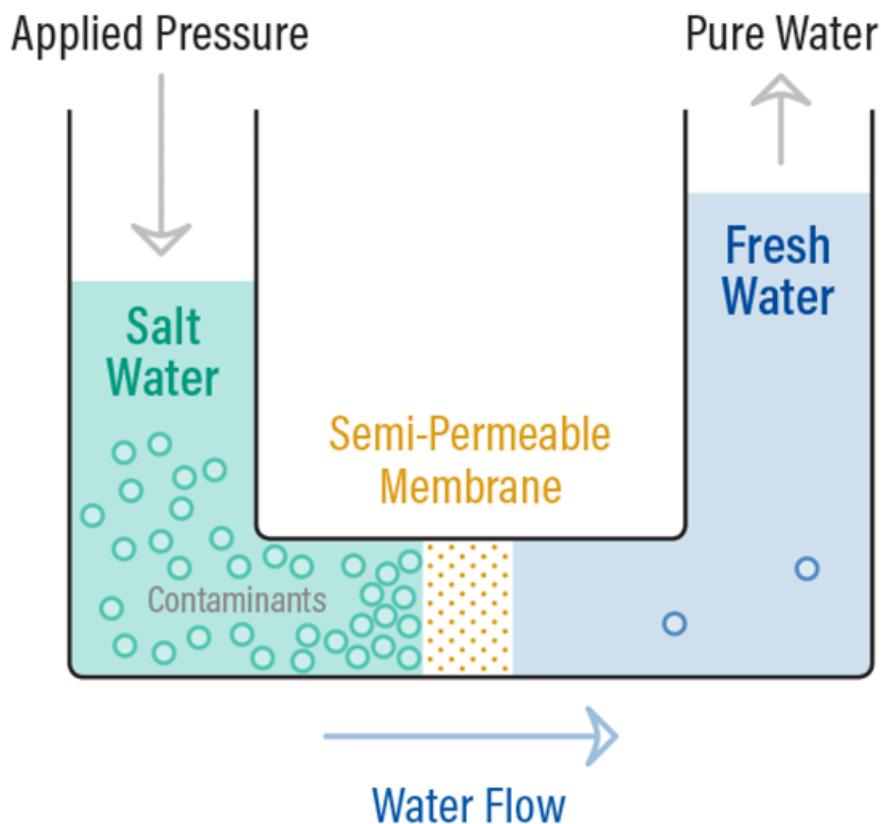
❖ مثل ما قولنا من لحظات، وهذه العملية عكس العملية الطبيعية وبالتالي تلزم طاقة خارجية. هذه الطاقة هي الضغط، حيث يتم تطبيق ضغط أعلى من الضغط الطبيعي الموجود عند **semi-permeable membrane**.

كيف ي عمل هذا النظام؟

أولاً يتم تدفيع المياه الطبيعية (بها ملوثات) بواسطة high pressure pump من أجل زيادة الضغط والسماح للمياه بالعبور خلال **semi-permeable membrane** والذي يمنه مرور من 95% لـ 99% من الملوثات. كمية الضغط المطلوب يعتمد على تركيز الملوثات، فكلما زادت الملوثات كلما كان مطلوب ضغط أكبر.

❖ هذه العملية تُنتج نوعين من المياه:

1. **permeate water**, وهي المياه صاحبة التركيز الملحي القليل.
2. **reject water**, وهي المياه صاحبة التركيز العالي من الأملاح والتي أحياناً ما يتم إضافتها مجدداً للنظام لإزالة الملوثات.



Zero Liquid Discharge (ZLD)

- ❖ استخدام المياه في الصناعة يؤدي لارتفاع درجة حرارتها وتلوثها ببعض الملوثات والمركبات الكيميائية والتي تضر البيئة عند صرفها في البحر أو الأنهر.
- ❖ من هذا الصدد، نشأت اللوازم البيئية للحد من ارتفاع درجة حرارة المياه التي يتم صرفها، الأمر الذي بدوره ترتب عليه اختراع تكنولوجيا جديدة تُدعى ZLD وهي اختصار لـ zero liquid discharge. بكل بساطة، تؤدي هذه التكنولوجيا لحدوث أمرتين مهمتين:
 1. كل المركبات الكيميائية التي اخترطت بالمياه يتم إرجاعها واستخدامها مرة أخرى.
 2. المياه نفسها تعود بدون ملوثات وبالتالي يمكن إعادة استخدامها، حيث يمكن استرجاع أكثر من 95% من المياه، وبهذا يتم تحقيق شبه اكتفاء ذاتي، حيث تقريباً يتم أخذ المياه مرة واحدة فقط ويعاد معالجتها وإعادة استخدامها مراراً وتكراراً.
- ❖ ولكن عيب هذه التكنولوجيا هو تكلفة إنشائها العالية (fixed cost) والتي تحول بين بعض الشركات وبين إنشائها.

كيف تعمل هذه الوحدة؟

المرحلة الأولى هي clarifier: هذا مثل pretreatment في بداية العملية والغرض منه ترسيب metals في الواقع، وفي بعض الأحيان يمكن إضافة lime أو caustic soda إلى قاع clarifier من أجل ترسيب metals. أكثر المواد المستخدمة هي aluminum-based chemical feed.

المرحلة الثانية هي filter press: من أعلى نقطة في clarifier تبدأ المياه بالنزول من أعلى تاركة sludge الذي تكون بداخل clarifier. يبدأ sludge بالنزول إلى قاع clarifier إلى أن يقابل sludge blanket، ثم يتم ضخ sludge لعملية نزع الماء.

المرحلة الثالثة هي ultrafiltration: تمر الماء بعد ذلك على أنابيب موضوعة بطريقة معينة ويتر牧场 عدد من 64 إلى 128 أنابيب (قد يزيدوا أو يقلوا عن هذا المدى). فكرة هذه الأنابيب بسيطة جداً، ورق ترشيح موضوع بطريقة مكثفة ويسمح بمرور المياه مانعاً مرور المواد الصلبة، وبالتالي يزيد من نقاوة

المياه على أن يُعاد ضخ المواد الصلبة مرة أخرى. إزالة هذه المواد أيضًا يحافظ على المعدّات من corruption وأي مشاكل ممكّن أن تسبّبها fouling.

المرحلة الرابعة يمكن أن تتم بأكثر من طريقة وهي: reverse osmosis (RO) – brine concentrations – electrodialysis MOPCO و ETHYDCO، والغرض من هذه العملية هو إزالة أي بوّاقٍ من suspended solids موجودة في water stream. يمكن أيضًا استخدام brine concentrations لكن في حالة وجود نسبة أملاح أعلى من تلك التي يُستخدم معها RO.

المرحلة الخامسة هي evaporator: بعد ما تم التخلص من الأملاح الموجودة في المياه، وإزالة المواد العالقة المتبقية، يتم تبخير المياه وإعادة تكييفها مرة أخرى. يمكن أيضًا عمل deaeration في حالة وجود غازات ت Bharت مع المياه مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

المرحلة السادسة هي crystallizer: الغرض من هذه المرحلة هو تجميع جزيئات solid التي لم تزال بعملية التبخير، ومن ثم يتم إما استخدامها أو التخلص منها.

تم بحمد الله ...

WORKING TEAM



**Mamdouh
Mohamed**



**Ahmed
Shaker**



**Mahmoud
Raouf**



**Hadeer
Mahmoud**



**Eman
Sakr**



**Maichel
Botros**



**Osama
Khafagy**



**Ahmed
Abdeen**



**Ahmed
Selim**



**Taha
Mohamed**



**Mahmoud
Mohamed**



**Mazen
Reda**



**Ahmed
Abdelwahed**



**Ahmed
Karam**

AUXILIARY TEAM



**Mohamed
Kurtam**



**Shaymaa
Elhalaby**



**Mervat
Magdy**



**Rasha
Ahmed**



**Osama
Gamal**

AIChE stands for "The American Institute of Chemical Engineers". It is the world's leading organization for chemical engineering professionals, with more than 60,000 members from over 110 countries.

AIChE Suez University Student Chapter (AIChE SUSC) was founded in 2013 as a branch of AIChE International, and it includes a group of undergraduates dedicated to the advancement of the academic learning techniques and personal development systems, trying to create links between the university and the industry. Our main aim in AIChE SUSC is to serve students of petroleum refining and petrochemical engineering at Suez University and all those who are interested in the field of chemical engineering in general.

Since we started our journey, our goal has always been to help students be more prepared for the job market and post-graduate life. On the technical level, we have provided over 1,200 training opportunities and field trips for various oil and gas companies in Egypt, in addition to some courses with strong contents provided by some of the best engineers in Egypt in their field. Speaking in this context, we would like to refer to our technical events, the most prominent of which were the AIChE Petrochemical Conference, our annual diploma (AIChE Refining Diploma) which always receive excellent feedback from its attendees. Our annual magazine (SPARK magazine) also cover the most important news of the oil and refining industry in the world and Egypt.

Our success during our past seven years of work has been crowned more than once with the Outstanding Chapter Award, and this is an international recognition by AIChE Headquarters in the USA that we are one of the strongest and most active student chapters in the world.

