

النفط والغاز الطبيعي

مكتب العمل الدولي • جنيف

موسوعة

الصحة

والسلامة

المهنية

الأصدار الرابع

المجلد III
الفصل 78 النفط والغاز الطبيعي

منظمة العمل العربية
المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية
دمشق

ترجمة

نشرت الطبعة الأصلية لهذا العمل من قبل مكتب العمل الدولي - جنيف تحت عنوان:

Oil and Natural Gas

في موسوعة الصحة والسلامة المهنية، الطبعة الرابعة.

حقوق النشر 1998 منظمة العمل الدولية

حقوق النشر للطبعة العربية 2010 - منظمة العمل العربية/ المعهد العربي للصحة

والسلامة المهنية بدمشق.

وقد تمت ترجمته وإعادة إصداره بموافقة مكتب العمل الدولي

تقديم

فصل جديد من فصول موسوعة الصحة والسلامة المهنية الصادرة عن منظمة العمل الدولية نضعه بين أيديكم قراءنا الأعزاء باللغة العربية بعنوان «النفط والغاز الطبيعي».

يتناول هذا الكتاب موضوعاً يهم معظم دولنا العربية وهو الصحة والسلامة المهنية في عمليات تكرير النفط التي تكتنفها مخاطر عديدة على صحة وسلامة العاملين تبعاً لوحدات المعالجة المستخدمة فيها .

نأمل أن يحقق كتابنا هذا كل الفائدة لجميع المعنيين بمسائل حماية بيئة العمل مجددين شكرنا وامتناننا لمكتب العمل الدولي في جنيف لتعاونه المخلص ودعمه المستمر لقضايا الصحة والسلامة المهنية في المنطقة العربية .

مدير المعهد

د. محمود إبراهيم

المحتويات

| | |
|----|---|
| 5 | تقديم |
| 9 | ● عملية تكرير النفط |
| 9 | 1. عرض عام |
| 15 | 2. المنتجات الأساسية لتكرير النفط الخام |
| 27 | 3. عمليات تكرير النفط |
| 71 | 4. العمليات المساعدة في المصفاة |
| 87 | 5. أنشطة ومنشآت دعم المصفاة |
| 97 | 6. الحماية البيئية |
| 99 | ● المراجع |

• عملية تكرير النفط

ريتشارد س كروس

Richard W. Krous

1. عرض عام

يبدأ تكرير النفط بالتقطير أو التجزئة للنفط الخام لفصله إلى مجموعات هيدروكربونية. وتتعلق طبيعة المنتج بخصائص النفط الخام المعالج. ومعظم نواتج التقطير تحول لاحقاً إلى منتجات مرغوبة بتغيير تركيبها الفيزيائي والجزيئي عن طريق التكسير (تقطير هدام للنفط الخام) والتحسين بالإضافة إلى عمليات تحويل أخرى. تخضع هذه المنتجات إلى عمليات متعددة من المعالجة والفصل كالاستخلاص والمعالجة بوجود الهيدروجين (Hydrotreating) والتحلية (معالجة النفط الخام لإزالة الكبريت) وصولاً إلى المنتجات النهائية. يقتصر عمل المصافي البسيطة على التقطير الجوي والتقطير الفراغي، في حين يمتد العمل في المصافي المتطورة والمتكاملة ليشمل التجزئة، التحويل، المعالجة والمزج بالملزقات، تصنيع الوقود الثقيل والأسفلت، كما يمكن أن تتضمن الصناعة البتروكيميائية.

دشنت أول مصفاة عام 1861 لإنتاج الكيروسين عن طريق التقطير الجوي البسيط واحتوت منتجاتها الثانوية على القطران (Tar) والنفثا (مزيج بترولي درجة غليانه بين 95 و150 درجة مئوية).

واكتشف لاحقاً أن الحصول على جودة عالية إنما يتحقق من خلال التقطير تحت الخلاء. على كل، وفي الثلاثين سنة التالية، بقي الكيروسين المنتج الأكثر طلباً، إلا أن حدثين اثنين بدلا الحالة وهما:

- 1 - التوسع في إنتاج الطاقة الكهربائية مما قلص الطلب على الكيروسين.
- 2 - التوسع في إنتاج محركات الاحتراق الداخلي مما أدى إلى زيادة الطلب على وقود الديزل والكازولين (النفثا).

مع بداية الحرب العالمية الأولى، ازداد، وبصورة مثيرة، عدد العربات التي تعتمد على الكازولين مما أدى إلى تضاعف الاحتياجات من هذه المادة خاصة وأن التقانات الموظفة في حينه لم تكن لتنتج إلا كميات محددة من الكازولين بالتقطير الجوي والتقطير تحت الخلاء.

طورت أول عملية تكسير حراري في عام 1913. وفي التكسير الحراري، يعرض الوقود الثقيل إلى ضغط وحرارة عالية مؤدياً ذلك إلى تكسير الجزيئات الكبيرة وتحويلها إلى جزيئات صغيرة وبالتالي الحصول على كميات إضافية من الكازولين ومن الوقود المقطر. وتبع ذلك تطوير مدهش للتكسير الحراري عبر توظيف عملية تحطيم اللزوجة في عام 1930 للحصول على المزيد من المنتجات المرغوبة ذات القيمة.

كنتيجة لتطوير المحركات العاملة بالكازولين بتطبيق ضغط عال، نما الطلب على الكازولين عالي الأوكتان وبمواصفات أفضل كمانع للخبث. وبإدخال عمليات التكسير التحفيزي والبلمرة في منتصف عام 1930 وحتى نهايته، تم تلبية الطلب المتزايد على الكازولين المحسن وبمحتوى أعلى من الأوكتان. هذا من ناحية، من ناحية ثانية، وفي بداية عام 1940، وظفت الألكلة (استبدال الهيدروجين بشق أليفاتي هيدروكربوني) كعملية تكسير تحفيزي أخرى وذلك لإنتاج كازولين الطيران ذات المحتوى الأوكتاني العالي وإنتاج مواد بتروكيميائية أولية ومواد أولية للمتفجرات ولتصنيع المطاط. وعليه، تم تطوير الأزمرة التحفيزية لتحويل الهيدروكربونات ومن ثم إنتاج كميات إضافية من المواد الخاضعة للألكلة.

بعد الحرب العالمية الثانية أدخلت عمليات إعادة اتحاد متنوعة مما حسن من جودة الكازولين ومردود إنتاجه كما أدى ذلك إلى الحصول على منتجات ذات نوعية عالية. ويتضمن بعض هذه العمليات استخدام المحفزات و/أو الهيدروجين لتغيير الجزيئات ولنزع الكبريت. وخلال عام 1960 تم استخدام محفزات محسنة وكذلك تطوير طرائق المعالجة كالتكسير بوجود الهيدروجين وعمليات التحسين، وانعكس ذلك إيجاباً على مردود إنتاج الكازولين بمواصفات أفضل كمانع للخبث. وعمليات التحفيز هذه أدت إلى توليد الألكينات ذات الرابطة المضاعفة (فئة المركبات الهيدروكربونية الدهنية غير المشبعة) مما أسس للصناعة البتروكيميائية المتطورة.

يعتمد عدد ونموذج العمليات الموظفة في المصافي الحديثة، وبصورة أولية، على طبيعة المواد الأولية الخام وعلى مواصفات المنتج النهائي.

الجدول 1.78. موجز عن تاريخ عمليات التكرير

| السنة | اسم العملية | غاية العملية | النواتج الثانوية للعملية |
|-------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1862 | تقطير جوي | إنتاج الكيروسين | نفثا، قار، الخ. |
| 1870 | تقطير فراغى | زيوت التزليق (أصلية) | أسفلت، مخازين تلميم متبقية |
| | | مخازين تلميم للكسر | لوحة التوكويك |
| | | (الثلاثينيات من القرن العشرين) | |
| 1913 | تكسير حرارى | زيادة البنزين | متبق، وقود السفن |
| 1916 | تحلية | إنقاص الكبريت والرائحة | كبريت |
| 1930 | تحسين حرارى | تحسين العدد الأوكتانى | متبق |
| 1932 | هدرجة | إزالة الكبريت | كبريت |
| 1932 | توكويك | إنتاج المواد الأساسية للبنزين | كوك |
| 1933 | استخلاص بمذيب | تحسين درجة لزوجة زيت التزليق | عطريات |
| 1935 | فصل الشمع بمذيب | تحسين نقطة الانسكاب | شمع |
| 1935 | بلمرة بالحفز | تحسين مردود البنزين والعدد الأوكتانى | مخازين تلميم بتروكيميائية |
| 1937 | تكسير بالحفز | بنزين عالى المحتوى الأوكتانى | مخازين تلميم بتروكيميائية |
| 1939 | تكسير للزوجة | إنقاص للزوجة | زيادة في ناتج التقطير، قار |
| 1940 | ألكلة | زيادة أوكتان البنزين والمردود | بنزين الطيران عالى الأوكتان |
| 1940 | أزمرة | إنتاج مخزون تلميم الألكلة | نفثا |
| 1942 | تكسير بالحفز السائل | زيادة مردود البنزين والأوكتان | مخازين تلميم بتروكيميائية |
| 1950 | فصل الأسفلت | زيادة مخزون تلميم التكسير | أسفلت |
| 1952 | تحسين بالحفز | تحويل النفثا منخفضة الجودة | عطريات |
| 1954 | نزع الكبريت بالهيدروجين | إزالة الكبريت | كبريت |
| 1956 | تحلية تبييطية | إزالة المركبتان | ثانى كبريتيت |
| 1957 | أزمرة بالحفز | تحويل إلى جزيئات بعدد أوكتانى عال | مخازين تلميم الألكلة |
| 1960 | تكسير بوجود الهيدروجين | تحسين النوعية وإنقاص الكبريت | مخازين تلميم الألكلة |
| 1974 | نزع الشمع بالحفز | تحسين نقطة الانسكاب | شمع |
| 1975 | تكسير المتبقى بوجود | زيادة مردود البنزين من المتبقى | متبقيات ثقيلة |

الهيدروجين

العمليات الأساسية في تكرير النفط

يمكن تصنيف العمليات الموظفة في منشآت تكرير النفط إلى: الفصل، التحويل، المعالجة، التحسين والمزج، عمليات تكرير إضافية ووحدات التكرير غير العملياتية:

1. الفصل: فيزيائياً، يفصل النفط الخام عن طريق التجزئة في أبراج التقطير الجوي أو التقطير تحت الخلاء، إلى مجموعات من الجزيئات الهيدروكربونية وبمجاللات متعددة من درجات الغليان والتي تسمى بالأجزاء أو القطع.

2. التحويل: حيث يتم توظيف عمليات التحويل لتغيير حجم و/أو تركيب الجزيئات الهيدروكربونية، ويتضمن ذلك ما يلي:

أ - التحطيم (التقسيم) باستخدام التكسير الحراري والتحفيزي والتكويك وتحطيم اللزوجة.

ب - إعادة الترتيب باستخدام الأزمرة (تشابه في التركيب واختلاف في الخواص) والتحسين بالوسيط الكيميائي.

3. المعالجة: منذ تأسيس منشآت تكرير النفط تم استخدام العديد من طرائق المعالجة لنزع المركبات غير الهيدروكربونية والشوائب وبعض المكونات التي تؤثر سلباً على كفاءة وخواص المنتج النهائي أو للحد من فعالية عمليات التحويل.

تشمل المعالجة التفاعلات الكيميائية والفصل الكيميائي كالحل (الإذابة) والامتصاص أو الترسيب بتوظيف العديد من العمليات المتعددة. وتتضمن طرائق المعالجة إزالة الشوائب والملوثات غير المرغوبة.

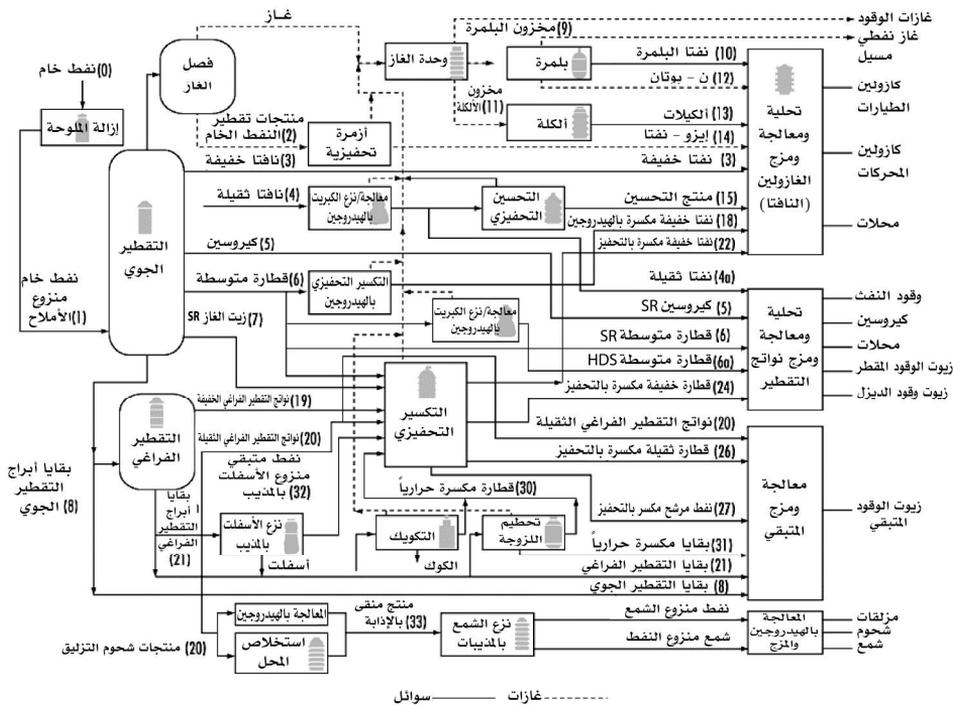
تضاف مركبات التحلية والحموض لنزع الكبريت من النفط الخام وذلك قبل الإعداد ولمعالجة النواتج في أثناء وبعد المعالجات المتعاقبة. وتشمل طرائق المعالجة الأخرى على إزالة ملوحة الخام، التحلية الكيميائية، المعالجة الحمضية، التماس الغضاري، إزالة الكبريت بالمعالجة المائية، التكرير بالمذيب، الغسل القلوي، المعالجة المائية، التجفيف، الاستخلاص بمذيب وفصل الشمع بمذيب.

4. الصياغة والمزج: كعملية المزج واتحاد أجزاء هيدروكربونية وإضافة المضافات ومركبات أخرى وصولاً إلى الحصول على المنتج النهائي بالكفاءة النوعية والخواص المطلوبة.

5. عمليات التكرير الإضافية: لدعم عمليات معالجة الهيدروكربونات يتم توظيف عمليات تكرير إضافية كاسترداد المتطايرات (أجزاء النفط المنخفضة درجة الغليان)، تعرية المياه الحامضية، النفايات الصلبة، النفايات المائية، معالجة مياه العمليات وإنتاج الهيدروجين بالتبريد، استرداد الكبريت ومعالجة الحموض ومخلفات التقطير الغازية. وينحصر أداء العمليات الأخرى في التزويد بالمحفزات، الكواشف الكيميائية، البخار، الهواء، الآزوت، الأوكسجين، الهيدروجين وغازات الوقود.

6. وحدات التكرير غير العملية: تحتوي منشآت تكرير النفط على العديد من الوحدات والمهام والتجهيزات والمنظومات لدعم عمليات معالجة الهيدروكربونات. ومن عمليات الدعم النموذجية: توليد الحرارة والطاقة، حركة المنتج، الخزانات، الشحن والتعبئة، أنظمة الإضاءة والإسعاف، الأفران والمسخّنات، أجهزة إنذار ومجسات، أخذ العينات، الاختبارات والتفتيش. وتتضمن الوحدات غير العملية: الإطفائيات، المياه ومنظومات الوقاية، مراقبة وضبط الضجيج والتلوث، المخابر، حجرات المراقبة، مستودعات الخزن، أقسام الصيانة والإدارة.

الشكل 1.78 • مخطط عملية التكرير



ملاحظة: الرقم بين الأقواس يشير إلى طرق تدفق عمليات المنتج النموذجية المصدر: 1996 OSHA (وهو المصدر نفسه لجميع الأشكال الواردة في هذا الكتاب)

2. المنتجات الأساسية لتكرير النفط الخام

يتطور تكرير النفط بصورة مستمرة استجابة للحاجات المتنامية للمستهلك في الحصول على المنتجات الأفضل المختلفة. لقد كانت الغاية الأساسية من العمليات الموظفة في منشآت تكرير النفط هي إنتاج الكيروسين كمصدر طاقي أرخص وأفضل من زيت الحوت في مجال الإنارة.

وفيما بعد، أدى تطوير محركات الاحتراق الداخلي، إلى إنتاج البنزن والكايزولين ووقود الديزل، كما قاد التطور الذي حصل في صناعة الطائرات إلى تلبية احتياجات الطيران من مادة الكايزولين عالية الأوكتان وكذلك وقود الطائرات النفاثة، الكيروسين في الوقت الحالي، تنتج المصافي منتجات متنوعة والمتضمنة العديد من المواد الأولية المستخدمة في عمليات التكسير وفي صناعة زيوت التزليق وفي الصناعة البتروكيميائية. وعليه، يمكن تصنيف هذه المنتجات كوقود، مواد أولية بتروكيميائية، مذيبيات، زيوت العمليات، مزلاقات ومنتجات خاصة كالشمع والأسفلت والكوك. (انظر الجدول 2.78).

الجدول 2.78 • النواتج الرئيسية لتكرير النفط الخام

| الاستخدامات | الغازات الهيدروكربونية |
|--------------------------------|--------------------------------|
| غاز طبخ وصناعي | الغازات المسيلة |
| غاز وقود محركات | |
| غاز الاستضاءة | |
| أمونيا | |
| الأسمدة الاصطناعية | |
| الكحولات | |
| مذيبيات وأسيبتون | |
| ملدنات | |
| راتينجات وألياف للدائن والنسيج | |
| دهانات وورنيش | |
| حبر الطباعة | مخزون تلقيم للصناعة الكيميائية |
| صناعة المطاط | سناج (أسود الكربون) |

نواتج التقطير الخفيفة

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| أولييفينات | نفثا خفيفة |
| مذيبات وممدات | |
| مذيبات استخلاص | |
| مخازين تقيم للصناعة الكيميائية | |
| بنزين الطيران والمحركات | نفثا متوسطة |
| مذيبات التنظيف الجاف | |
| وقود نفثا عسكري | نفثا ثقيلة |
| وقود نفثا وكيروسين | |
| وقود جرارات | |
| مخزون تكسير | زيت الغاز (السولار) |
| زيت التسخين ووقود الديزل | |
| وقود تعدين | |
| زيت امتصاص - استرداد البنزول والبنزين | |

نواتج التقطير الثقيلة

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| زيوت النسيج | زيوت صناعية |
| زيوت طبية ومستحضرات تجميل | |
| الزيت الأبيض - الصناعة الغذائية | |
| زيوت محولات ومحاور | زيوت التزليق |
| زيوت محركات | |
| زيوت آلات وضواغط | |
| زيوت عنفات وزيوت هيدروليكية | |
| زيوت علبة السرعة | |
| زيوت التجهيزات وعزل الكبلات | |
| زيوت محور الدولاب وزيوت علبة التروس | |
| والمحركات البخارية | |
| زيوت معالجة المعادن والقطع والشحن | |
| زيوت التسقية ومنع التآكل | |
| زيوت نقل الحرارة | |
| شحوم ومركبات التزليق | |
| زيوت حبر الطباعة | |
| صناعة المطاط | شمع بارافيني |
| مستحضرات صيدلانية ومستحضرات | |
| التجميل | |
| صناعة الأغذية والورق | |
| شمعات وثقاب الكبريت | |

متبقيات

| | |
|-----------------------|---------------------------------|
| هلام البترول (فازلين) | هلام النفط (فازلين) |
| زيوت الوقود المتبقى | مستحضرات التجميل |
| أسفلت | موانع التآكل ومزلقات |
| | مركبات تبطين الكابلات |
| | المرجل رقم 6 وزيت وقود المعالجة |
| | أسفلت التعبيد |
| | مواد التسقيف |
| | مزلقات إسفلتية |
| | عزل وحماية الأساسات |
| | منتجات ورقية مانعة لتسرب المياه |

المنتجات الثانوية للمصفاة

| | |
|-------------|----------------------|
| كوك | إلكتروادات ووقود |
| سلفونات | مستحلبات |
| حمض الكبريت | أسمدة اصطناعية |
| كبريت | مواد كيميائية |
| هيدروجين | تحسين الهيدروكربونات |

هناك عدد من المواد الكيميائية المستخدمة أو المشكلة في أثناء المعالجة المتعاقبة للهيدروكربونات وفيما يلي وصف موجز للمواد النوعية ذات الصلة بالتركيب:

1.2. ثاني أكسيد الكبريت:

غاز مدخنة يأتي من احتراق المحتوى العالي للكبريت في الوقود والذي يحتوي عادةً على سوياات عالية من ثاني أكسيد الكبريت، وينزع عن طريق القرقرة بالماء.

2.2. القلويات:

تضاف القلويات لإزالة ملوحة الماء وتعديل الحموض والحد من التآكل، كما تضاف القلويات لتخليص الخام من الملوحة وبالتالي التقليل من كميات الكلورايد الأكال في الأجزاء العلوية من الأبراج. وتستخدم القلويات في عمليات المعالجة التكريرية لإزالة الملوثات من الدفق الهيدروكربوني.

3.2. أكاسيد الآزوت وأول أكسيد الكربون:

غاز المدخنة يحتوي على أكثر من 200 ppm من أكسيد الآزوت والذي يتفاعل، ببطء، مع الأوكسجين لتشكيل ثاني أكسيد الآزوت. لا ينزع أكسيد الآزوت بالقرقرة المائية.

ومن المعروف أن ثاني أكسيد الآزوت ينحل في الماء مؤدياً إلى تشكيل النتروز وحمض الآزوت. هذا من جهة، من جهة ثانية، يحتوي غاز المدخنة على كميات خفيفة من أول أكسيد الكربون إلا إذا كان الاحتراق غير طبيعي.

4.2. كبريت الهيدروجين:

يوجد كبريت الهيدروجين، وبصورة طبيعية، في أغلب النفط الخام كما أنه يتشكل في أثناء عمليات المعالجة المتعاقبة عن طريق تحطيم مركبات الكبريت غير المستقرة. يعتبر كبريت الهيدروجين شديد السمية، لا لون له، وهو غاز قابل للاشتعال وأثقل من الهواء وينحل في الماء له رائحة البيض الفاسد ويمكن تمييز رائحته عند تراكيز أخفض من التركيز الموافق لحدود التعرض المتدنية جداً. وبخصوص إجراءات الصحة والسلامة المهنية، يجب تركيب كواشف خاصة لتنبية العاملين إلى وجود كبريت الهيدروجين، كما يجب استخدام أجهزة تنفس مناسبة في حال وجود الغاز. يؤدي التعرض إلى سويات منخفضة من كبريت الهيدروجين إلى التهيج والدوار (الدوخة) والصداع، في حين يقود التعرض إلى سويات أعلى من الحدود السابقة إلى انهيار النظام العصبي وبالتالي الموت.

5.2. المياه الحامضية:

إن المياه الحامضية هي مياه متحدرة من المعالجة وتحتوي على كبريت الهيدروجين، الأمونيا، الفينولات (حامض الكربوليك)، الهيدروكربونات وعلى بعض مركبات الكبريت منخفضة الوزن الجزيئي. تنتج المياه الحامضية من التجزئة الهيدروكربونية بالتعرية البخارية وذلك في أثناء التقطير وإعادة توليد المحفزات أو التعرية البخارية لكبريت الهيدروجين أثناء المعالجة المائية. كما تتولد المياه الحامضية من إضافة المياه اللازمة لمعالجة وامتصاص كبريت الهيدروجين والأمونيا.

6.2. حمض الكبريت وحمض فلور الماء:

يستخدم كل من حمض الكبريت وحمض فلور الماء كمحفزات في عمليات الألكلة. ويستخدم حمض الكبريت أيضاً في بعض عمليات المعالجة.

7.2. المحفزات الصلبة:

يستخدم في عمليات التكرير عدد من المحفزات الصلبة المختلفة لها العديد من الصيغ والأشكال، فهي إما أن تكون على شكل كريات أو على شكل خرزات

جيبية أو على شكل بودرة، هذا بالإضافة إلى تمايزها في مادة الصنع وفي التركيب.

ففي الوحدات ذات الأسرة المتحركة والثابتة، تستخدم المحفزات التي تكون على شكل كريات تتجاز سرداً يتحكم بشكلها، في حين تستخدم العمليات بالسرير التدفقي محفزات دقيقة (على شكل بودرة) ومحفزات خاصة كروية. لإزالة الكبريت، تخلص محفزات المعالجة المتعاقبة بالكوبالت والنيكل أو الموليبيديوم. هذا من جهة، من جهة ثانية، تستخدم وحدات التحطيم محفزات ذات وظيفة حمضية كالغضار الطبيعي وسيليكات الألمنيوم والزيوليت الصناعي. أما في عمليات الأزمنة والاتحاد، فيتم استخدام محفزات ذات وظيفة حمضية ومخصبة بالبلاتين أو بمعادن أخرى.

يتطلب استخدام المحفزات تناول خاص لهذه المواد وحماية من التعرض لها، فهي يمكن أن تحتوي على المعادن، الزيوت العطرية، المركبات العطرية، متعددة الحلقات وهي مركبات مسرطنة، وبعض المواد الخطرة، يضاف إلى ذلك أن بعضها تلقائي الالتهاب.

8.2. الوقود:

تتمثل منتجات الوقود الأساسية في: الغاز البترولي المسيل، الكازولين، الكيروسين، وقود الطائرات النفاثة، الوقود المقطر والوقود المتبقي.

الغاز البترولي المسيل: والذي يتكون من خليط من الهيدروكربونات البارافينية والأليفينية كالبروبان والبوتان. يخزن ويستعمل على شكل سائل تحت الضغط، وتتراوح درجة غليانه بين -74 و+38 درجة مئوية وهو عديم اللون وبخاره أثقل من الهواء وسريع الاشتعال إلى درجة كبيرة جداً. ومن وجهة نظر الصحة المهنية والأمان، فإن الجودة الأهم في هذا الغاز هو ضغط البخار والتحكم بالملوثات.

الكازولين: المنتج الأكثر أهمية في المصفاة هو كازولين المحركات كمزيج من أجزاء هيدروكربونية منخفضة درجة الغليان نسبياً ويحتوي على المنتج المحسن، وألكيلات، ونواتا أليفاتية، ونواتا عطرية وعلى الإضافات. تتراوح درجة غليان مادة المزيج الكازولين من درجة الحرارة المحيطة إلى ما يقارب 204 درجة مئوية، في حين أن نقطة الوميض (درجة اشتعال البخار المنطلق) أقل من -40 درجة مئوية. إن

المقادير الحرجة بالنسبة للكايزولين هي الرقم الأوكتاني (مانع الطقطقة)، قابلية التطاير وضغط البخار. وكما هو معروف، تستخدم الإضافات لتحسين كفاءة الكايزولين ولإيجاد وقاية من بؤر الأكسدة والصدأ. أما عندما يتعلق الأمر بكايزولين الطائرات فإنه عالي المحتوى الأوكتاني وممزوج بصورة استثنائية لضمان الكفاءة في الارتفاعات العالية. سابقاً، كانت إضافات الكايزولين هي رباعي إيثيل الرصاص (TEL) ورباعي ميثيل الرصاص (TML) وذلك لتحسين درجات الأوكتان ولضمان الكفاءة على صعيد موانع الخبط. وضمن السعي للتقليل من نسبة الرصاص في انبعاثات عوادم السيارات، تم التخلي عن هذه الإضافات باستثناء كايزولين الطيران. عوضاً عنها يتم حالياً استخدام كل من ثلاثي إيثيل بوتيل إيتير (ETBE) وثلاثي ميثيل بوتيل إيتير (MTBE) وثلاثي أميل ميثيل إيتير (TAME).

بالإضافة إلى مركبات أخرى مؤكسجة، مما أدى إلى تحسين نوعية الكايزولين الخالي من الرصاص وضمان الكفاءة على صعيد منع الخبط وكذلك التقليل من انبعاثات أول أكسيد الكربون.

وقود الطائرات النفاثة والكيروسين: الكيروسين هو مزيج من البرافينات والنفثينات وبمحتوى من المركبات العطرية أقل من 20%، وله نقطة وميض أعلى من 38+ درجة مئوية وتتراوح درجة غليانه بين 160 و288 درجة مئوية، ويستخدم للإنارة والتسخين وكمذيبات ويضاف إلى وقود الديزل.

أما فيما يتعلق بوقود الطائرات النفاثة، فإنه كيروسين معتدل التقطير وتتمثل مقادير الحرجية في نقطة التجمد ونقطة الوميض ونقطة الأدخان. وتتراوح درجة غليان وقود الطائرات النفاثة التجاري بين 191 و274 درجة مئوية. أما العسكري منه، فإن درجة غليانه تتراوح بين 55 و288 درجة مئوية.

الوقود المقطر: إن وقود الديزل وكذلك زيوت التسخين المنزلي هي مزائج من البرافينات والنفثينات والعطريات ويمكن أن تحتوي على كميات معتدلة من الأوليفينات، يمتلك الوقود المقطر نقطة وميض أعلى من 60 درجة مئوية، في حين تتراوح درجات غليانه بين 163 و371 درجة مئوية. الوقود المقطر هو وقود قابل للاحتراق وعندما يسخن يمكن أن يصدر أبخرة تستطيع أن تشكل مزائج مشتعلة مع الهواء.

وفيما يتعلق بالخصائص المرغوبة في الوقود المقطر، فإنها تتضمن نقاط الوميض والانصباب (الانسكاب)، النظيف الاحتراق، عدم تشكل توضعات في الخزانات وتمتعه بدرجات أوكتانية لضمان البداية الجيدة والإقلاع.

الوقود المتبقي: هناك العديد من السفن والمنشآت التجارية والصناعية التي تستخدم الوقود المتبقي أو مزائج منه مع الوقود المقطر وذلك من أجل الطاقة والحرارة والمعالجات المتعاقبة. للوقود المتبقي لون أسود وهو مزائج سائلة عالية اللزوجة تتمتع بجزيئات هيدروكربونية كبيرة ونقاط وميض أعلى من 121 درجة مئوية بالإضافة إلى نقاط غليان عالية. ومن ناحية مقادير الحرجية، فإنها تنحصر باللزوجة وبالمحتوى المنخفض من الكبريت.

اعتبارات الصحة والسلامة (منتجات الوقود)

يتمثل الخطر الأساسي على السلامة لكل من الغاز البترولي المسيل والكاربولىين في الحريق. فقابلية التطاير المرتفعة وقابلية الاشتعال العالية للمنتجات ذوات درجات الغليان المنخفضة، تسمح للأبخرة أن تتفاعل بسرعة مع الهواء مؤدياً ذلك إلى تشكيل مزائج قابلة للاشتعال يمكن لها وبسهولة أن تشتعل.

إن هذا الخطر المركب يتطلب خزناً نوعياً وحذراً في حجزها واستعمالها بالإضافة إلى تدابير وقاية لضمان أن إطلاقات الأبخرة وكذلك بؤر الاشتعال مسيطر عليها تماماً وبالتالي عدم حدوث حرائق. إن أصغر كمية من الوقود المتطاير كالكيروسين ووقود الديزل يجب التعامل معها بعناية وذلك لتجنب الانسكاب (أو الفاضض) وبالتالي توفر إمكانية الاشتعال طالما أن أبخرتها قابلة للاشتعال عندما تمتزج مع الهواء، بالطبع ضمن مجال الاشتعال. عند العمل في أجواء حاوية على أبخرة الوقود فإن تراكيز أبخرة المنتج القابل للاشتعال والمتمتع بقابلية تطاير عالية يجب أن لا تتجاوز 20% من الحدود الدنيا للاشتعال وذلك تبعاً لتنظيمات الشركة والحكومة للحد من مخاطر الاشتعال.

من أجل غايات تتعلق بالسلامة، يجب الإبقاء على مستويات أبخرة الكاربولىين الممزوجة بالهواء بصورة أخفض من 10% من LFL ذلك لأن التراكيز الموافقة 10% هي أعلى من تلك الموافقة لحدود التعرض. عند استنشاق كميات صغيرة من أبخرة الكاربولىين في الهواء وبصورة أقل من الحدود الدنيا للاشتعال فإن ذلك

يؤدي إلى إحداث تهيج ودوخة وصداع، بينما يؤدي استنشاق تراكيز كبيرة إلى فقد الوعي والموت. ونشير هنا إلى التأثيرات الصحية الطويلة الأجل في حالة احتواء الكازولين على البنزن، على سبيل المثال، ونتيجة للدور المسرطن للبنزن، فإن حدود التعرض المسموح بها هي فقط أجزاء قليلة من المليون. وعليه، فحتى العمل في أجواء يكون فيها تركيز أبخرة الكازولين أقل من 10% من LFL يتطلب اتخاذ تدابير صحية مناسبة كالوقاية المتعلقة بالتنفس أو التهوية الساحبة الموضعية.

في الماضي، وكما ذكرنا سابقاً، فقد كان الكازولين يحتوي على ألكيل (شق أليفاتي هيدروكربوني أحادي التكافؤ) رباعي إيتيل أو رباعي ميثيل الرصاص كإضافات مانعة للخبط. وهذه المواد، وكما هو معروف، هي مواد سامة وأدت إلى أضرار حقيقية على صعيد امتصاص الرصاص عن طريق التماس الجلدي أو عن طريق الاستنشاق. ولهذا، فإن الخزانات والأوعية التي كانت حاوية على الكازولين الحاوي على الرصاص، في أي وقت مضى، يجب تهويتها جيداً وغسلها بصورة كاملة وبالتالي اختبار مدى تلوثها باستخدام جهاز قياس الرصاص في الهواء وتعريفها لاحقاً بأنها خالية من الرصاص كخطوة ملحة تضمن للعاملين الدخول إليها دون الحاجة إلى التزود بأجهزة التنفس الصناعي طالما أن مستويات الأوكسجين طبيعية وأن الكازولين الموجود في تلك الخزانات غير حاوٍ على الرصاص.

تتمتع كل الأصناف البترولية الغازية وكذلك منتجات الوقود عالية التطاير بتأثير مخدر معتدل، وبصورة تتناسب عكسياً مع الوزن الجزيئي. يسبب الوقود السائل المتمتع بأدنى درجات غليان، كالكازولين والكيروسين، اعتلالات رئوية حادة عند الاستنشاق، ولذلك يجب عدم سحبها بالمص لأن ذلك قد يؤدي أيضاً إلى ابتلاعها. يضاف إلى ما سبق، إلى أن الغازات والأبخرة، وعندما تكون بتركيز عالية، تؤدي إلى إزاحة الأوكسجين (من الهواء) وبالتالي جعل تركيزه أخفض من حدود التنفس الطبيعية. في حالات كهذه، يجب التدخل مباشرةً لتنظيف الموقع وتهويته.

بما أن قطرات التكسير تحتوي على كميات صغيرة من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والمسرطنة، فإن التعرض إليها يجب أن يكون معروفاً

ومحدداً. هذا من جهة، من جهة ثانية، فإن التعرض للكاكزولين والكيروسين والوقود المقطر يمكن أن يسبب التهابات جلدية، كما أنها يمكن أن تزيد الدهون من الجلد.

ولهذا يجب التزود بأجهزة وقاية فردية وبالكريمات الواقية والتقليل من زمن التعرض بالإضافة إلى الالتزام بممارسات صحية جيدة، كالغسل بالماء الفاتر والصابون عوضاً عن غسل اليدين بالكاكزولين والكيروسين أو بالمذيبات.

يحتوي الوقود المتبقي على تراكيز منخفضة جداً من بعض المعادن والتي يمكن أن تجذب (تجرف) معها كبريت الهيدروجين السام جداً. كما أن هذا الوقود، يتمتع بدرجات غليان عالية لمواد التكسير وتتجاوز 370 درجة مئوية، ويحتوي على الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والمسرطنة. وهكذا، يجب تجنب التعرض المتكرر للوقود المتبقي دون حماية فردية مناسبة خاصة عندما يتعلق الأمر بالخزانات والأوعية المفتوحة حيث يمكن أن ينبعث كبريت الهيدروجين.

9.2. بعض المشتقات البتروكيميائية

هناك العديد من المنتجات التي تتحدر من تكرير النفط الخام كالأثيلين والبروبيلين والبوتاديين، وجميعها هيدروكربونات أوليفينية تشتق من عمليات التكسير وذلك من أجل استخدامها اللاحق في الصناعة البتروكيميائية كمواد أولية لإنتاج البلاستيك والأمونيا والمطاط الصناعي وجليكول الإثيلين.

10.2. المذيبات البترولية

العديد من المركبات كالبنزن والتولوين والزايلين والهكسان والهبتان والتي تتمتع بدرجات غليان متقاربة وبمحتوى هيدروجيني متقارب، تنتج لاستخدامها لاحقاً كمذيبات. وتصنف المذيبات إلى مركبات عطرية وغير عطرية تبعاً لتركيبها. وتستخدم في تمديد الدهانات والغسل الجاف وإزالة الدهون وكمحلات للمبيدات. أما بالنسبة لدرجات وميضها فإنها تتراوح بين 18- و60 درجة مئوية.

إن المخاطر المرتبطة بالمذيبات متشابهة مع تلك الناجمة عن الوقود، ويعود ذلك إلى درجات وميضها المنخفضة، وبالتالي فإنها قابلة للاشتعال كذلك الأمر بالنسبة لأبخرتها عندما تمتزج بالهواء في المجالات القابلة للاشتعال. وعندما يتعلق الأمر بالمذيبات العطرية فإنها أكثر سمية من المذيبات غير العطرية.

11.2. زيوت المعالجة

وتتضمن زيوتاً ذات مجالات درجات الغليان المرتفعة ودفوق منتجات التقطير المباشر الجوي أو الفراغي وتلك المواد التي تنتج في أثناء التكسير التحفيزي والحراري. تحتوي هذه المزائج المعقدة على جزيئات هيدروكربونية بارافينية ونفتينية وعطرية وبعده من ذرات الكربون يتجاوز الـ15 ذرة تستخدم هذه المواد في عمليات التكسير وفي تصنيع المزلقات.

تمتلك هذه المواد لزوجات نسبية مرتفعة وتتراوح درجات غليانها بين 260 و538 درجة مئوية، في حين تتجاوز نقاط وميضها الـ121 درجة مئوية.

تعتبر زيوت المعالجة من الزيوت المهيجة للجلد وتحتوي على تراكيز عالية من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAHS) وكذلك على الكبريت والآزوت ومركبات الأوكسجين. وعلى هذا الأساس، يجب تجنب استنشاق أبخرتها ورذاذها، كما يجب حماية الجلد من التعرض لها وذلك باستخدام نظام حماية فردية وكذلك الالتزام بممارسات صحية جيدة.

12.2. الشحوم والمزلقات:

تتمتع زيوت التزليق بقابلية منخفضة وبلزوجة عالية، وهي مزائج من زيوت بارافينية ونفتينية وعطرية، وتتراوح درجات غليانها بين 371 و538 درجة مئوية. تمزج الإضافات مثل مفككات المستحلبات ومانعات التآكسد ومحسنات اللزوجة إلى زيوت المزلقات وذلك لتلبية المواصفات المطلوبة من أجل زيوت المحركات والتوربينات والزيوت الهيدروليكية والشحوم الصناعية والمزلقات وزيوت المسننات وزيوت قطع أسنان التروس. تتمثل النوعية الحرجة لزيوت المزلقات بمؤشر اللزوجة بحيث لا يتأثر مستوى اللزوجة تحت تأثير درجات الحرارة المتنوعة. تضاف المنظفات لجعل أية حمأة (Sludge) في حالة معلقة.

أما فيما يتعلق بالشحوم، فهي مزائج من زيوت التزليق والصابون المعدني (الشمع المعدني) مضافاً إليها بعض المواد مثل الأسبيستوس، الغرافيت، الموليبيدينوم، السيليكونات، والطلق لضمان العزل أو التزييت. أما زيوت القطع وزيوت العمليات المعدنية، فهي زيوت تزليقية مضافاً إليها بعض المواد الخاصة مثل الكلورين والكبريت والحموض الدهنية والتي تتفاعل تحت تأثير التسخين

مؤدياً ذلك إلى ضمان تزليق وحماية أدوات القطع. تضاف عوامل حماية من المستحلبات والبكتيريا إلى زيوت القطع للتخلص من آثار الماء في هذه الزيوت.

على الرغم من أن زيوت التزليق غير مهيجة وقليلة السمية إلا أن مخاطر معينة يمكن أن تتجم عن الإضافات. إن الخطر الأساسي المرتبط بزيوت التزليق هو الالتهابات الجلدية والتي يمكن التحكم بها باستخدام أجهزة وقاية فردية بالإضافة إلى الممارسات الصحية المناسبة. هذا من جهة ومن جهة ثانية، هناك بعض القلق الناجم عن التعرض المسرطن لرذاذ زيوت القطع ذات المنشأ النفثيني وزيوت المحاور (محاور الدوران)، ويمكن ضبط ذلك عبر التبديل والسيطرة الهندسية أو السيطرة الشخصية. تتشابه مخاطر التعرض للشحوم مع تلك المتعلقة بزيوت التزليق.

13.2. منتجات خاصة

الشمع: يستخدم الشمع لحماية المنتجات الغذائية وفي الطلاء وكمكون من مستحضرات التجميل وفي مواد تلميع الأحذية وفي تصنيع الشموع.

الكبريت: منتج من منتجات تكرير النفط، يخزن على الساخن على شكل سائل مصهور في خزانات مغلقة أو أنه يخزن صلباً في حاويات خاصة.

الكوك: وهو على الأغلب كبريون نقي، وله استخدامات متنوعة مثل الإلكترودات وقوالب الفحم تبعاً لخصائصه الفيزيائية، وهو بالأساس منتج من عمليات التكويد.

الأسفلت: يستخدم بصورة أساسية في تعبيد الطرق وفي مواد التسقيف وهو خامل إزاء أغلب المواد الكيميائية، والظروف الجوية في درجة الحرارة المحيطة، يوجد كل من الشمع والأسفلت بحالة صلبة. ومن أجل تخزينهما واستعمالهما ونقلهما، لا بد من تطبيق درجات حرارة عالية، وبالتالي هناك مخاطر جدية مرتبطة بالاشتعال. وبما أن الشمع البترولي ذو نقاوة عالية، فإن المخاطر الناجمة عنه تكاد تكون معدومة. ولكن التماس الجلدي مع الشمع يمكن أن يؤدي إلى سد المسامات، ويمكن تجنب ذلك عبر ممارسات صحية مناسبة. كما يمكن التحكم بالتعرض لكبريت الهيدروجين الناجم عن خزانات الأسفلت والكبريت المصهور من خلال مراقبات هندسية مناسبة أو بالحماية التنفسية. يضاف إلى ذلك قابلية اشتعال الكبريت عند درجات حرارة عالية.

3. عمليات تكرير النفط

يعني تكرير الهيدروكربونات استخدام المواد الكيميائية والمحفزات والحرارة والضغط وذلك من أجل فصل وإعادة اتحاد النماذج الأساسية من الجزيئات الهيدروكربونية والتي توجد بصورة طبيعية في النفط الخام، ومن ثم تحويلها إلى مجموعات جزيئية متشابهة. كما تؤدي عمليات التكرير إلى إعادة ترتيب تركيب وأنماط ارتباطات الجزيئات الأساسية وصولاً إلى الحصول على الجزيئات الهيدروكربونية المختلفة والمرغوبة.

وبخصوص إجراءات الصحة والسلامة المهنية، فإنه من الهام جداً إيجاد وتطبيق ممارسات العمل المأمون وكذلك استخدام ألبسة وأجهزة الوقاية الفردية بما في ذلك الوقاية التنفسية بحيث يتم ضبط ومراقبة التعرض للنار والمواد الكيميائية والحرارة والضجيج في أثناء عمليات المعالجة المتعاقبة وأخذ العينات والتفتيش والإعداد لدورة تالية وأنشطة الصيانة. بما أن أغلب عمليات التكرير هي عمليات متواصلة، ودفوق المعالجة محصورة في أوعية وأنابيب، فإن التعرض يكون محدوداً. ومع هذا، فإن خطر اندلاع الحريق موجود على الرغم من أن عمليات التكرير هي معالجات مغلقة ويمكن لهذا الخطر أن ينجم عن تسرب للسائل الهيدروكربوني، تشكل أبخرة أو غازات المسخنات، الأفران والمبادلات الحرارية وكلها تعتبر مصادر فعلية للاشتعال والحرائق.

1.3. المعالجة الأولية للنفط الخام

إزالة الملوحة

على الأغلب، يحتوي النفط الخام على الماء والأملاح غير العضوية والمواد الصلبة المعلقة وعلى تراكيز أثر من المعادن المنحلة في الماء. وعليه، فإن الخطوة الأولى في عملية التكرير هي نزع هذه الملوثات عن طريق إزالة الملوحة لتحقيق عدة غايات منها التقليل من التآكل، تجنب انسداد التجهيزات ومنع تسمم (فساد) المحفزات في وحدات المعالجة المتعاقبة. وهناك ثلاث طرائق لإزالة ملوحة النفط الخام وهي:

إزالة الملوحة كيميائياً، الفصل الإلكتروستاتيكي والترشيح. ففي إزالة الملوحة كيميائياً، يضاف الماء والمواد الكيميائية الخافضة للتوتر السطحي (مستحلبات) إلى النفط الخام، وبالتسخين، تنحل الأملاح والشوائب الأخرى في الماء أو تعلق به ومن ثم تنقل إلى خزان آخر لكي تترسب. أما من أجل إزالة الملوحة كهربائياً، يطبق (فرق) كمون إلكتروستاتيكي عال لتركيز الكريات المعلقة بالماء في الجزء السفلي من خزان الترسيب. وتضاف المستحلبات فقط عندما يحتوي النفط الخام على كميات كبيرة من العوالق الصلبة. وفي الطريقة الثالثة الأقل شيوعاً، يمرر النفط الخام المسخن في وسط مرشح من التراب الدياتومي (طحلب مجهري أحادي الخلية جدرانه مشبعة بالسيليكا). في الطريقتين الكيميائيتين والإلكتروستاتيكية، يسخن النفط الخام إلى درجة حرارة تتراوح بين 66 و177 درجة مئوية وذلك للتقليل من اللزوجة ومن التوتر السطحي بما يؤدي إلى تسهيل مزج وفصل الماء.

تحدد درجة الحرارة عن طريق ضغط بخار مادة النفط الخام وتوصف العمليات في الطريقتين بأنها متواصلة. تضاف المواد القلوية والحموض لتعديل درجة حموضة (PH) مياه الغسل في حين تضاف الأمونيا للتقليل من التآكل. تفرغ النفايات المائية مع الملوثات من أسفل خزان الترسيب وتساق إلى وحدة معالجة النفايات المائية. يسحب النفط الخام المنزوع من الملوحة من الجانب العلوي لخزان الترسيب ويرسل إلى برج التقطير الجوي (انظر الشكل 2.78).

يمكن لعمليات إزالة الملوحة غير المناسبة أن تؤدي إلى انسداد أنابيب المسخن وأنابيب المبادلات الحرارية وذلك في كافة وحدات العمليات والمعالجات، ويؤدي هذا إلى الحد من تدفق المنتج وفق التبادل الحراري وبالتالي إخفاق المنظومة نتيجة زيادة الضغوط والحرارة.

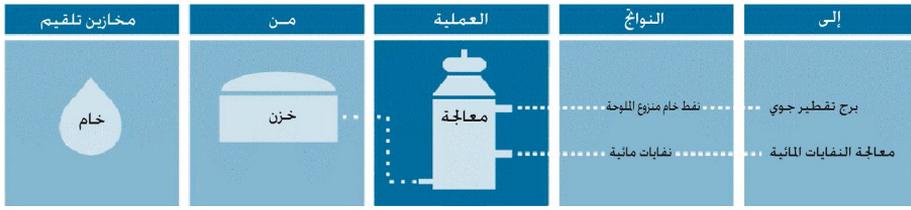
يظهر التآكل كنتيجة لوجود كبريت الهيدروجين، كلور الهيدروجين، حموض (عضوية) النفطينيك وبعض الملوثات الأخرى في النفط الخام، وهذا يؤدي إلى إحداث أعطال في التجهيزات والمعدات. ويبدو التآكل واضحاً عندما ترطب الأملاح المعدلة (كلوريدات الأمونيوم والكبريتات) بالماء المكثف. وبما أن عملية إزالة الملوحة هي عملية مغلقة، فإن هناك إمكانية طفيفة للتعرض للنفط الخام أو للمواد الكيميائية المستخدمة في العملية إلا في حالة وجود تسرب أو إطلاق.

ويمكن للحريق أن يندلع كنتيجة للتسرب في المسخّنات مما يسمح بإطلاق مكونات ذات درجات غليان منخفضة من النفط الخام.

هناك إمكانية للتعرض للأمونيا وللمستحلبات الكيميائية الجافة والقلويات و/أو الحموض في أثناء إزالة الملوحة.

وبسبب درجات الحرارة العالية المطبقة عند إزالة ملوحة النفط الخام الحامضي، فإن كبريت الهيدروجين سيكون موجوداً. وطبقاً لنوعية المادة الأولية من النفط الخام وللمعالجات الكيميائية المستخدمة، فإن النفايات المائية ستحتوي على كميات مختلفة من الكلورايد والكبريتات والبيكربونات والأمونيا والهيدروكربونات والفينولات والموالق الصلبة. وعند استخدام التراب الدياتومي للترشيح، يجب خفض التعرضات أو السيطرة عليها حيث يحتوي هذا التراب على السيليكا بحجوم حبيبية صغيرة جداً الأمر الذي يجعل منه خطراً تنفسياً محتملاً.

الشكل 2.78 • عملية إزالة الملوحة (قبل المعالجة)



2.3. عمليات فصل النفط الخام

إن الخطوة الأولى في تكرير النفط هي التقطير التجزيئي للنفط الخام في أبراج التقطير الجوي والفراغي. يفصل فيزيائياً النفط الخام المسخن إلى عدة أجزاء أو إلى منتجات التقطير المباشر والمتمايزة بمجالات درجات الغليان النوعية، ويصنف من أجل التقليل من قابلية التطاير إلى كل من الغازات والقطارات الخفيفة والقطارات المتوسطة والزيوت الغازية والمتبقيات.

تؤدي أعمال التقطير التجزيئي وكنتيجة للتدرج الحراري من أسفل إلى أعلى برج التقطير إلى تكثف المركبات ذات درجات الغليان الأعلى أولاً في حين تصعد الأجزاء ذات درجات الغليان الأدنى إلى ارتفاعات أعلى من البرج وذلك قبل أن تتكثف. وفي داخل البرج، تمتزج الأبخرة الصاعدة مع السوائل الهابطة (الدفق الراجع) وذلك عند سويات تمتلك عندها المواد الممتزجة تركيبات متوازنة مع

بعضها البعض. توضع صينيّات خاصة عند هذه السويات (أو المراحل) ويُنزع جزء من السائل الذي يتكثف عند كل سوية من هذه السويات.

في وحدة الخام النموذجية ذات المرحلتين، يتبع برج التقطير الجوي المنتج للأجزاء الخفيفة والقطارات مباشرة بـ برج تقطير تحت الخلاء والذي يعالج متبقي التقطير الجوي بعد التقطير، القليل من الهيدروكربونات يكون صالحاً للاستخدام كمنتج نهائي دون الحاجة إلى أية معالجة لاحقة.

أ. التقطير الجوي

في أبراج التقطير الجوي، يعاد تسخين المواد النفطية الخام المنزوعة الملوحة عن طريق استثمار الحرارة المستردة من العمليات. ومن ثم تساق إلى مسخنات الحمولة النفطية بالحرق المباشر حيث تسكب في عمود تقطير من نقطة تعلو قاعه حيث تكون الضغوط أعلى قليلاً من الضغط الجوي وبدرجات حرارة تتراوح بين 343 و371 درجة مئوية لتجنب التكسير الحراري غير المرغوب عند درجات حرارة عليا. تنتشر الأجزاء الأخف (درجات الغليان الأخفض) في الجزء العلوي من البرج. وبصورة مستمرة توجه إلى وحدات أخرى من أجل عمليات لاحقة ومعالجة ومزج وتوزيع.

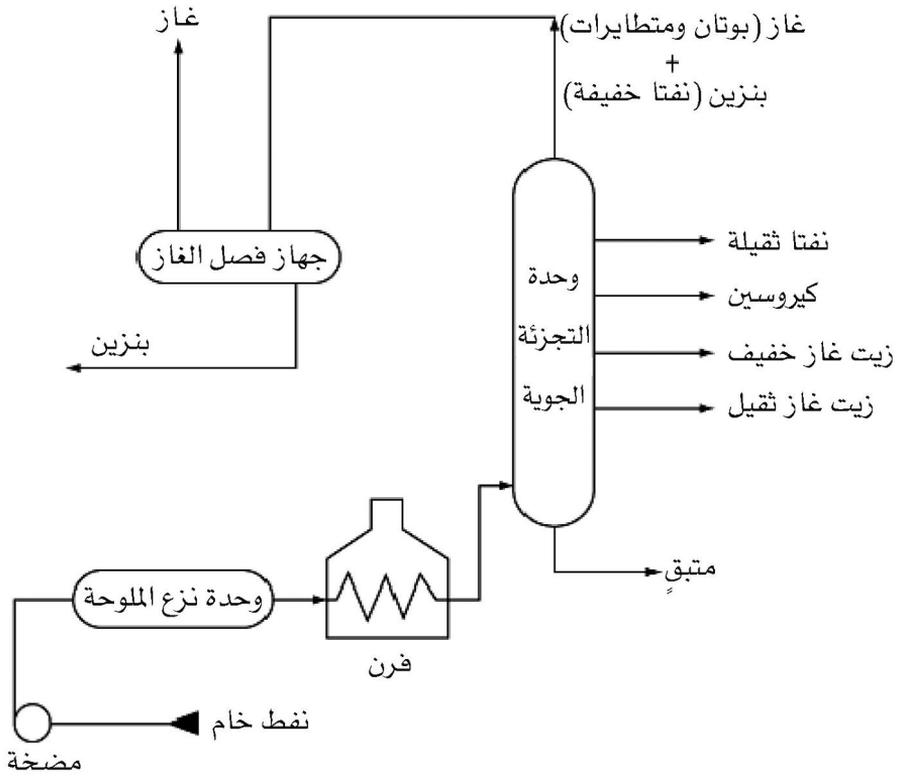
تنزع الأجزاء ذات درجات الغليان الأخفض كغاز الوقود والنفثا الخفيفة، تنزع كأبخرة من الجزء العلوي للبرج عن طريق خط علوي. تؤخذ النفثا وكازولين التقطير المباشر من أعلى مقطع من البرج كدفع علوي. تستخدم هذه المنتجات كمواد بتروكيميائية وكمواد محسنة ومزج الكازولين ومذيبات وغاز بترولي مسيل. تزاح الأجزاء ذات درجات الغليان المتوسطة كزيوت الغاز والنفثا الثقيلة والقطارات من المقطع الأوسط من البرج وذلك على شكل دفوق جانبية، ترسل هذه المنتجات إلى العمليات النهائية لاستخدامها ككبروسين، وقود الديزل، زيت الوقود، وقود الطائرات النفاثة، مواد التحطيم التحفيزي وكمواد مزج. يعرى جزء من هذه الأجزاء السائلة من التطايرات الخفيفة والتي تعاد إلى الأبراج كدفع عائد.

بالنسبة للأجزاء الأثقل ذات درجات الغليان الأعلى (المتبقي، خام القاع أو الخام المقطوف)، فإنها تكثف أو تبقى في أسفل البرج ليصار إلى استخدامها كزيت وقود، تصنيع البيتومين أو مواد أولية للتكسير أو أنها تساق إلى مسخن في برج التقطير الفراغي من أجل تقطير تجزيئي لاحق. (انظر الشكلين 3.78 و4.78).

الشكل 3.78 . عملية التقطير الجوي

| مخازين التلقيح | من | العملية | النواتج | إلى |
|----------------|---------------|---------|--|---|
| خام | إزالة الملوحة | فصل | غازات نفثا كبروسين/نواخ تقطير زيت الغاز متبق | وقود/استرداد الغاز خسبن/معالجة معالجة تكسير بالحقن برج فراغي/وحدة تكسير اللزوجة |

الشكل 4.78 . مخطط عملية التقطير الجوي



ب . التقطير الفراغي

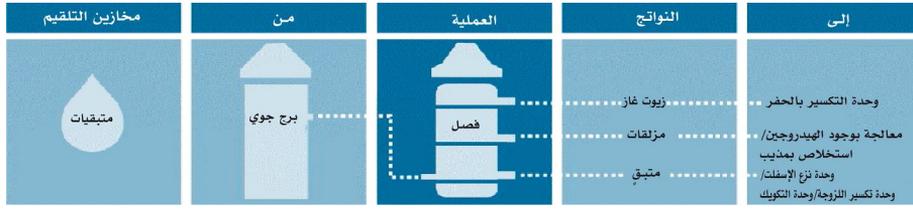
تستجيب أبراج التقطير الفراغي لمتطلبات إنقاص الضغط وذلك لتجنب التكسير الحراري عند تقطير المتبقي أو الخام المقطوف من برج التقطير الجوي عند درجات الحرارة الأعلى.

يختلف التصميم الداخلي لبعض أبراج التقطير الفراغي عن ذلك الخاص بأبراج التقطير الجوي حيث يتم استخدام التعبئة العشوائية ووسائد إزالة الرطوبة

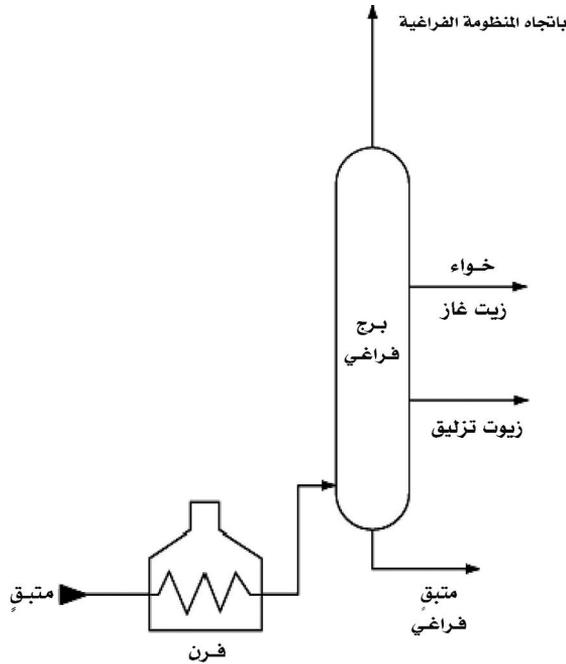
عوضاً عن الصينيات، بالإضافة إلى استخدام أبراج بأقطار أكبر للمحافظة على السرعات منخفضة. يمكن لبرج التقطير تحت الخلاء وكمرحلة أولى نموذجية أن ينتج زيوت غازية وزيوت التزليق ومتبقي ثقيل من أجل فصل الزيت البروبيني.

وفي برج المرحلة الثانية والمميزة بأخفض تخلية، يتم تقطير المتبقي الفائض من برج التخلية الأول غير المستخدم في فصل الزيت. تستخدم أبراج التخلية وبصورة نموذجية لفصل مواد التكسير التحفيزي من المتبقي الفائض. هذا ويمكن أن يساق محتوى أسفل برج التخلية إلى وحدة التكويد واستخدامه كمزلق أو إسفلت أو زيت وقود قليل الكبريت. (انظر الشكلين 5.78 و6.78).

الشكل 5.78. عملية التقطير الفراغي



الشكل 6.78. مخطط عملية التقطير الفراغي



ج . أعمدة التقطير

يوجد في المصافي عدد آخر من أبراج التقطير الأصغر والتي تسمى بالأعمدة والمصممة لفصل منتجات وحيدة ونوعية، وكلها تعمل على الأسس نفسها تماماً كأبراج التقطير الجوي. فعلى سبيل المثال، هناك عمود صغير مصمم لفصل البروبان عن الإيزوبوتان وعن المركبات الأثقل. أيضاً يوجد عمود آخر لكنه أكبر يستخدم لفصل إيتيل البنزن عن الزايلين. كما يوجد أبراج «مبققة» تسمى بالمعريات تستخدم البخار لنزع كميات زهيدة من المنتجات الخفيفة (الكازولين) من الدفوق المنتجة الأثقل.

يجب التحكم جيداً بدرجات الحرارة والضغط والتدفقات للمحافظة على بارامترات التشغيل وبالتالي تجنب حدوث التكسير الحراري داخل أبراج التقطير. ومن المطلوب تأمين منظومة تدخل لأن الشذوذات في الضغط والحرارة أو في مستويات السائل يمكن أن تظهر إذا أخفقت أجهزة التحكم الأتوماتيكية. في بعض الحالات، يمكن للمواد الخام أن تحتوي على كميات ملموسة من الماء وبحالة معلقة تفصل في أثناء الإقلاع والتشغيل مع الماء المتبقي في البرج وهي متحدرة من التنظيف البخاري وتتحول إلى أسفل البرج. فهذه المياه يمكن أن تسخن إلى درجة الغليان وبالتالي خلق انفجار بخاري لحظي بمجرد التماس مع النفط في الوحدة.

إن كلاً من مبادل التسخين الأولي وفرن التسخين الأولي ومبادل الأجزاء السفلية وبرج التقطير الجوي وفرن التخلية وبرج التخلية والأجزاء العلوية، كلها معرضة للتآكل بسبب حمض كلور الماء وكبريت الهيدروجين والماء والمركبات الكبريتية والحموض العضوية. هذا من جهة، ومن جهة ثانية، ولدى معالجة النفط الخام الحامضي، يمكن أن يظهر تآكل حاد في أبراج التقطير الجوي والفراغي حيث تتجاوز درجات حرارة المعدن الـ 232 درجة مئوية، كذلك الأمر في أنابيب الفرن. أيضاً، يسبب كبريت الهيدروجين الرطب تشققات في الفولاذ. ولدى معالجة النفط الخام الغني بالأزوت، فإن أكاسيد الأزوت الأكلة للفولاذ والتي تبرد إلى درجات حرارة منخفضة بوجود الماء، تتشكل في غازات مدخنة الأفران. تستخدم المواد الكيميائية للسيطرة على التآكل الناجم عن حمض كلور الماء في وحدات التقطير. حيث يمكن حقن الأمونيا في الجزء العلوي من الدفق قبل التكثيف البدئي كما يمكن حقن محاليل قلوية ولكن بعناية في المادة الأولية للنفط الخام

الحار. إن لم يحقن كفاية من ماء الغسل، فإن توضعات من كلور الأمونيوم يمكن أن تتشكل مؤدية إلى تآكل حقيقي.

بما أن العمليات الموظفة في التقطير الجوي والتقطير تحت الخلاء هي عمليات مغلقة، فإن التعرضات تكون في حدودها الدنيا. ولكن وعند معالجة النفط الخام الحامضي (محتوى عالٍ من الكبريت)، هناك تعرضات ممكنة لكبريت الهيدروجين في مبادل التسخين الأولي والفرن، في منطقة وميض البرج وفي النظام العلوي، في فرن التخلية والبرج ومبادل الأجزاء السفلية. يحتوي النفط الخام وكذلك منتجات التقطير على مركبات عطرية عالية درجات الغليان بما في ذلك الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والمسرطنة. إن التعرض القصير لتراكيز عالية من بخار النفط يسبب الصداع والغثيان والدوخة، في حين يؤدي التعرض الطويل إلى فقد الوعي. يمكن أن يحتوي الجزء العلوي من نازع الهكسان على كميات كبيرة من الهكسان الطبيعي والذي يمكن أن يؤثر على النظام العصبي ويمكن للنفايات المائية أن تحتوي على كبريتات منحلّة في الماء وبتراكيز عالية وعلى مركبات أخرى منحلّة في الماء كالأمونيا والكلوريدات والفينولات والمركبتان (كحول كبريتي) وذلك تبعاً لطبيعة النفط الخام والمواد الكيميائية المستخدمة في المعالجة.

الجدول 3.78 . عرض لعمليات تكرير البترول

| اسم العملية | الضعل | الطريقة | الغاية | مخازين التلقيح | النواتج |
|------------------------|-------|--------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| عمليات تجزئة | | | | | |
| تقطير جوي | فصل | حراري | فصل الأجزاء | نפט خام منزوع الملوحة | غاز، زيت السولار، ناتج تقطير، متبق |
| تقطير فراغي | فصل | حراري | فصل من دون تكسير | متبقي السبرج الجوي | زيت السولار، خام زيت التزليق، متبق |
| عمليات تحويل - تحلل | | | | | |
| تكسير بالحفز | تحول | حفزي | بنزين محسن | زيت السولار، كوك ناتج التقطير | زيت السولار، خام زيت التزليق |
| تكويك | بلمرة | حراري | تحويل المتبقيات الفراغية | متبق، نפט ثقيل، قار | نفتا، زيت السولار، كوك |
| تكسير بوجود الهيدروجين | هدرجة | حفزي | تحويل إلى هيدروكربونات خفيفة | زيت السولار، زيت التكرير، متبقيات | متطايرات، نواتج عالية الجودة |
| تهذيب ببخار الهيدروجين | تحلل | حراري - حفزي | إنتاج هيدروجين | غاز -منزوع الكبريت، O2، بخار | هيدروجين، CO2، CO |

| | | | | | |
|---|----------------------|----------------|------------------------------------|---|--|
| تكسير البخار | تحلل | حراري | تكسير الجزيئات الكبيرة | وقود ثقيل للبرج الجوي/ ناتج تقطير متبقيات | نفثا تكسير، كوك، |
| تكسير اللزوجة | تحلل | حراري | إنقاص اللزوجة | متبقي للبرج الجوي | ناتج تقطير، قار |
| عمليات تحويل - اتحاد | | | | | |
| ألكلة | اتحاد | حفزي | أوليفينات متحدة وإيزوبرافينات | إيزيوبوتان التقطير / أوليفين تكسير | إيزوأوكتان (ألكل) |
| تصنيع شحم | اتحاد | حفزي | متحد صابوني وزيوت | زيت تزليق، حمض دهني، ألكيل معدني | شحوم تزليق |
| بلمرة | بلمرة | حفزي | أوليفينات - متحdan أو أكثر | أوليفينات تكسير | نفثا بأوكتان عالٍ، مواد بتروكيميائية |
| عمليات تحويل - تحوّل / إعادة الترتيب | | | | | |
| تحسين بالحفز | تحول/ نزع الهيدروجين | حفزي | نفثا محسنة منخفضة الأوكتان | وحدة تكويك / نفثا وحدة التكسير بوجود الهيدروجين | محسن عالي الأوكتان عطري / |
| أزمنة | إعادة الترتيب | حفزي | تحويل السلسلة المستقيمة إلى متعرجة | بوتان، بنتان، هكسان | إيزيوبوتان / بنتان / هكسان |
| عمليات معالجة | | | | | |
| معالجة بالأمين | معالجة | امتصاص | نزع الملوثات الحامضية | غاز حامضي، هيدروكربونات مع H_2S و CO_2 | غازات منزوعة الحموضة وهيدروكربونات سائلة |
| إزالة الملوحة | إزالة الماء | امتصاص | نزع الملوثات | نפט خام | نפט خام منزوع الملوحة |
| تخفيف وتحلية | معالجة | امتصاص / حراري | نزع H_2O ومركبات الكبريت | هيدروكربون سائل، غاز بترولي مسيل، مخزون تلقيم للألكلة | هيدروكربونات حلوة وجافة |
| استخلاص بالفورفورال | استخلاص بمذيب | امتصاص | ناتج تقطير متوسط محسّن ومزلقات | زيوت الدورة ومخازين تلقيم للتزليق | ديزل عالي الجودة وزيت تزليق |
| نزع الكبريت بالهيدروجين | معالجة | حفزي | نزع الكبريت والملوثات | متبقي بمحتوى عالٍ من الكبريت، زيت السولار | أوليفينات منزوعة الكبريت |
| معالجة بالهيدروجين | هدرجة | حفزي | نزع الشوائب/ هيدروكربونات مشبعة | متبقيات، هيدروكربونات التكسير | تغذية وحدة التكسير، ناتج تقطير، مزلق |
| استخلاص بالفينول | استخلاص بمذيب | امتصاص / حراري | تحسين درجة لزوجة المزلق واللون | مواد أساسية لزيت التزليق | زيوت تزليق عالية الجودة |

| | | | | | |
|-------------------|---------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| نزع الأسفلت بمذيب | معالجة | امتصاص | نزع الأسفلت | متبقي للبرج الفراغي، البرويان | زيت تزليق ثقيل، أسفلت |
| نزع الشمع بمذيب | معالجة | تبريد / مرشح | نزع الأسفلت من مواد التزليق | زيوت تزليق للبرج الفراغي | مواد تزليق أساسية منزوعة الأسفلت |
| استخلاص بمذيب | استخلاص بمذيب | امتصاص / ترسيب | فصل العطريات غير المشبعة | زيت السولار، محسن، ناتج تقطير | بنزين عالي الأوكتان |
| تحلية | معالجة | حفزي | نزع H ₂ S، تحويل المركبتان | ناتج تقطير غير معالج / بنزين | ناتج تقطير عالي الجودة / بنزين |

3.3. عمليات تحويل النفط الخام

تغير عمليات التحويل كالتكسير والاتحاد وإعادة الترتيب حجم وتركيب الجزيئات الهيدروكربونية وذلك لتحويل الأجزاء إلى منتجات مرغوبة. هناك العديد من الجزيئات الهيدروكربونية غير الموجودة طبيعياً في النفط الخام لكنها هامة لعمليات التكرير ويتم إيجادها عبر التحويل. إن الأوليفينات هي جزيئات هيدروكربونية بسلسلة غير مشبعة أو من النموذج الحلقي، وتحتوي على الأقل رابطة مضاعفة واحدة. وهي تتشكل عادةً عن طريق التكسير الحراري والتحفيزي ونادراً ما يكون ظهورها طبيعياً في النفط الخام غير المعالج. الألكينات هي جزيئات مستقيمة السلسلة تمتلك الصيغة C_nH_n وتحتوي على الأقل رابطة تساهمية مزدوجة (غير مشبعة) في السلسلة. والجزيء الألكيني الأكثر بساطة هو الإثيلين أحادي الأوليفين الحاوي على ذرتين من الكربون ترتبطان بواسطة رابطة مضاعفة وأربعة ذرات هيدروجين. في حين أن الدي أوليفينات (والحاوية على اثنتين من الروابط المضاعفة) مثل 1، 2 بوتادين، و 1، 3 بوتادين، والألكينات (الحاوية على رابطة ثلاثية)، هذه المركبات تظهر في C5 وفي الأجزاء الخفيفة من التكسير.

تعد الأوليفينات أكثر تفاعلية من البارافينات أو النفثينات ويمكن أن تتحد، وبسرعة، مع العناصر الأخرى مثل الهيدروجين والكلور والبروم.

آ. عمليات التكسير:

بعد التقطير، يتم توظيف عمليات تكرير لاحقة بغية تبديل التركيب الجزيئي للأجزاء بهدف الحصول على المنتجات المطلوبة. إحدى هذه العمليات هي التكسير لتحطيم الأجزاء البترولية الأثقل وذات درجات الغليان الأعلى وتحويلها إلى

منتجات ذات قيمة كالهيدروكربونات الغازية ومواد خلط الكازولين والزيوت الغازية وزيوت الوقود. وفي أثناء العمليات، تتحد بعض الجزيئات (تبلمر) لتشكل جزيئات أكبر. إن النماذج الأساسية للتكسير هي التكسير الحراري والتكسير التحفيزي والتكسير بوجود الهيدروجين.

1. عمليات التكسير الحراري:

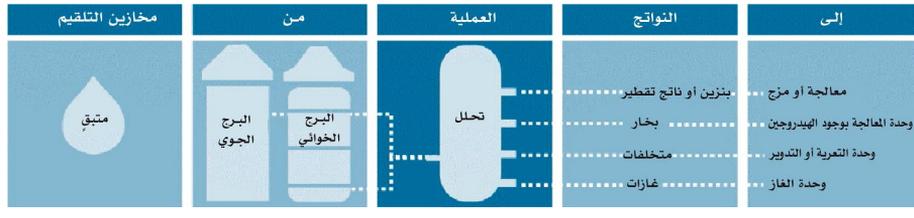
طورت عمليات التكسير الحراري في عام 1913، وتعتمد على تسخين الوقود المقطر والنفط الثقيل بتطبيق ضغوط في براميل كبيرة حتى تتحطم (تتقسم) إلى جزيئات أصغر بخصائص أفضل على صعيد منع الخبط. وتم تعديل هذه الطريقة التي تنتج كميات كبيرة من المواد الصلبة ومن الكوك غير المرغوب وحولت إلى عمليات تكسير حراري متطورة متضمنة تحطيم اللزوجة والتكسير البخاري والتكويك.

1.1. التكسير الهدام (إنقاص اللزوجة):

إن التكسير الهدام هو شكل معتدل من التكسير الحراري ويؤدي إلى إنقاص نقطة انصباب (انسكاب) المتبقيات الشمعية وإنقاص، لزوجة المواد الأولية دون التأثير على مجال درجات غليانها. يحطم، وبصورة معتدلة، المتبقي المتحدر من برج التقطير الجوي في مسخن في جو مضغوط. ومن ثم يبرد بواسطة زيت غاز التبريد وذلك للسيطرة على التكسير المفرط وتوميضه في برج التقطير.

إن القار المتبقي والمكسر حرارياً والذي يتجمع في أسفل برج التجزئة يومض تحت الخلاء في جهاز تعرية ويعاد تدوير القطارة. (انظر الشكل 7.78)

الشكل 7.78 . عملية تكسير اللزوجة



2.1. التكسير البخاري:

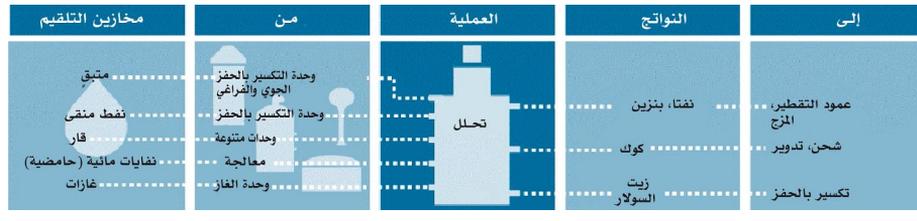
ينتج هذا النوع من التكسير الأليفينات عن طريق التكسير الحراري للجزيئات الهيدروكربونية الكبيرة عند ضغط أعلى قليلاً من الضغط الجوي ودرجات حرارة عالية

جداً. بمزج المتبقي الناتج عن التكسير البخاري مع الوقود الثقيل. والنفثا الناتجة عن التكسير البخاري تحتوي عادةً على البنزن والذي يستخلص بالمعالجة المائية.

3.1. التوكيك:

يعتبر التوكيك شكلاً قاسياً من التكسير الحراري ويستخدم للحصول على كازولين التقطير المباشر (نفثاتكويكية) وكذلك لإنتاج العديد من الأجزاء المقطرة بصورة معتدلة ليصار إلى استخدامها لاحقاً كمواد في التكسير التحفيزي. وهذه العملية تنقص تماماً الهيدروجين من الجزيئات الهيدروكربونية. حيث أن المتبقي هو شكل، على الأغلب، نقي من الكربون يسمى بالكوك. والشكلان الأكثر شيوعاً من التوكيك هما التوكيك المعوق والتوكيك المستمر وذلك تبعاً لآلية التفاعل والزمن ودرجة الحرارة والمادة الأولية المعالجة. وعليه، يوجد ثلاثة أنواع من الكوك: الاسفنجي والنخروي (قرص العسل) والإبري. (انظر الشكل 8.78).

الشكل 8.78 . عملية التوكيك



1.3.1. التوكيك المعوق

حيث تساق المادة الأولية إلى مجزئ لفصل الهيدروكربونات الخفيفة ومن ثم يجري اتحادها مع النفط الثقيل المعاد تدويره. تفرغ المادة الأولية الثقيلة في فرن التوكيك وتسخن عند درجات حرارة عالية وبتطبيق ضغوط منخفضة وذلك لتجنب احتجاز الكوك في أنابيب المسخن، وينتج عن ذلك تبخير جزئي وتكسير معتدل. يسخن المزيج سائل - بخار من المسخن إلى برميل توكيك أو أكثر حيث يتم حجز المادة لمدة تقارب 24 ساعة (تأخير) وذلك عند ضغوط منخفضة. وصولاً إلى التكسير إلى منتجات خفيفة - بعد وصول الكوك إلى مستوى مقدر مسبقاً في برميل واحد، يحول الدفع إلى برميل آخر لضمان استمرارية العملية. تعاد أبخرة البراميل إلى المجزئ لفصل الغاز والنفط والزيوت الغازية ولإعادة تدوير الهيدروكربونات الثقيلة إلى الفرن. يبخر البرميل المملوء لتعرية الهيدروكربونات

غير المحطمة وتبرد عن طريق حقن الماء وإزالة الكوك ميكانيكياً عبر ثقب (مخرج) موجود في أسفل البرميل، أو بصورة هيدروليكية عن طريق تكسير سرير الفحم بحقن الماء تحت ضغط عال من خلال القاطع الدوار.

1.3.2. التكويد المستمر

وذلك بوجود سرير عمليات متحرك يعمل عند ضغوط أدنى ودرجات حرارة أعلى بالمقارنة مع التكويد المعوق. في التكويد المستمر، يحدث التكسير الحراري باستخدام الحرارة المنقولة من جسيمات الكوك الحارة والمعاد تدويرها إلى المادة المعالجة في الخلاط الدائري والذي يسمى بالمفاعل. تؤخذ الغازات والأبخرة من المفاعل وتبرد. لإيقاف التفاعل التالي وتجنب تجزئة جديدة يدخل الكوك المتفاعل إلى برميل تخميد ومن ثم يرفع إلى مغذ (جهاز تلقيم) ويصنف حيث تنزع جسيمات الكوك الكبيرة. أما الكوك المتبقي فيسقط في مفاعل التسخين الأولي من أجل إعادة التدوير مع المواد الأولية. إن العملية بمجملها هي عملية أتوماتيكية، ولهذا هناك استمرارية في تدفق الكوك والمواد. ويظهر الكوك في المفاعل وفي برميل التخميد .

اعتبارات الصحة والسلامة

في أثناء التكويد، يجب ضبط درجات الحرارة ضمن مجال معين. فعلى الرغم من استخدام درجات حرارة عالية إلا أن المنتج من الصعب جداً إخراجها من البرميل. وعلى العكس من ذلك، فدرجات الحرارة المنخفضة جداً تؤدي إلى إنتاج ملاط رقيق القوام بمحتوى إسفلتي عال. وعند فقط السيطرة على درجات الحرارة فإن تفاعلاً ناشراً للحرارة يمكن أن يظهر.

في أثناء التكسير الحراري، ولدى معالجة النفط الخام الحامضي، يمكن أن يظهر التآكل عندما تكون درجات حرارة المعدن بين 232 و482 درجة مئوية. ويمكن أن يظهر على الرغم من تشكيل الكوك لطبقة واقية على المعدن من أجل درجات حرارة تتوق الـ482 درجة مئوية. كما أن كبريت الهيدروجين يؤدي إلى إحداث تآكل كنتيجة لعدم ضبط درجات الحرارة بصورة تتجاوز الـ482 درجة مئوية. إن كلاً من الجزء السفلي من البرج، مبادلات الحرارة العالية، الفرن وبراميل النقع، كلها يمكن أن تكون معرضة للتآكل. ونشير هنا إلى أن التبدلات الحرارية المستمرة تحدث انتفاخاً لطبقات براميل الكوك وبالتالي تحطيمها.

يستخدم حقن الماء والبخار لتجنب تجمع الكوك في أنابيب فرن التكويد المعوق، ولهذا يجب تصريف الماء في وحدة التكويد وبصورة كاملة، لتجنب حدوث انفجار بمجرد الوصول إلى الكوك الساخن وعليه، وضمن خطة الطوارئ، يجب إيجاد وسائل متعاقبة للخروج من منصة العمل في أعلى براميل الكوك.

يمكن أن تحصل الحروق لدى استعمال الكوك الساخن وكنتيجة للأبخرة المتصاعدة من نقاط التسرب ومن المياه الساخنة والكوك الساخن أو من الملامط الساخن والذي يمكن أن ينطلق عند فتح وحدة التكويد. إن احتمالات التعرض تنجم عن النفط العطرية الحاوية على البنزن وكبريت الهيدروجين وغازات أول أكسيد الكربون ومن كميات أثر من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والمسرطنة والمرتبطة أساساً بعمليات التكويد. يمكن أن تحتوي النفايات المائية الحامضية على كميات ملموسة من القلويات وكذلك على النفط والكبريتات والأمونيا والفينولات وعندما يتم ترحيل الكوك كملاط يمكن أن يحصل نضوب بالأوكسجين داخل الأماكن المحصورة كصوامع الخزن ذلك لأن الكربون الرطب يمتص الأوكسجين.

2. عمليات التكسير التحفيزي

يحطم التكسير التحفيزي الهيدروكربونات المعقدة ويحولها إلى جزيئات أبسط وذلك من أجل زيادة نوعية وكمية المشتقات الأخف كمنتجات مرغوبة بصورة أكثر وبالتالي إنقاص كمية المتبقيات. تعرض الهيدروكربونات الثقيلة، عند درجات حرارة عالية وضغوط منخفضة، على المحفزات وذلك لتعزيز التفاعلات الكيميائية. إن العمليات الموظفة تعيد ترتيب التركيب الجزيئي مؤدياً ذلك إلى تحويل الهيدروكربونات الثقيلة إلى أجزاء أخف كالكيروسين والكازولين والغاز البترولي المسيل وزيوت التسخين والمشتقات البتروكيميائية (انظر الشكلين 9.78 و10.78). يعتمد اختيار المحفز على تمتعه بتفاعلية أعظمية وبأفضل مقاومة للتآكل. والمحفزات المستخدمة في وحدات التكسير هي بصورة نموذجية مواد صلبة (زيوليت، سيليكات الألمنيوم المائية، غضار بنتوني معالج، تراب القصار، بوكسيت) وتكون غالباً على شكل بودرة أو خرزات أو كريات أو مواد مشكلة بالبتق.

هناك ثلاث وظائف أساسية في كل عمليات التكسير التحفيزي وهي:

- التفاعل: حيث تتفاعل المادة الأولية مع المحفز وتتحطم إلى هيدروكربونات مختلفة.

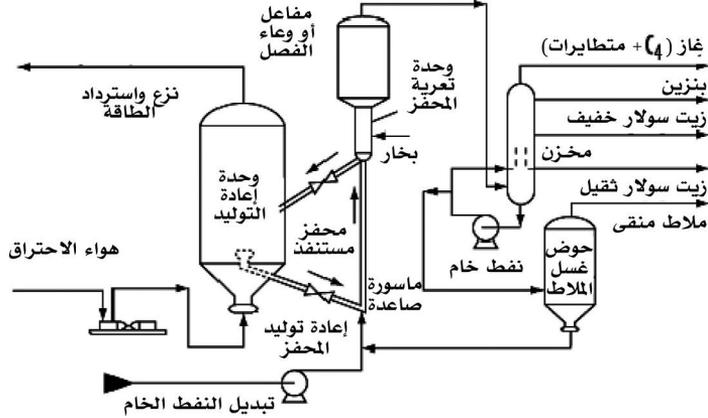
- إعادة التوليد: حيث ينشط المحفز عن طريق حرق الكوك.

- التجزئة: حيث يفصل دفق الهيدروكربونات المكسرة إلى منتجات متنوعة.

الشكل 9.78. عملية التكسير بالحفز

| مخازين التلقيح | من | العملية | النواتج | إلى |
|---------------------|---------------------|------------|----------------------------|---------------------------------------|
| زيوت السولار | أبراج، وحدة التوكيك | تحلل، تحول | بنزين | وحدة معالجة أو مزج |
| زيوت منزوعة الإسفلت | وحدة تكسير الزرجة | | غازات | وحدة الغاز |
| | وحدة فرز الإسفلت | | نواتج تقطير متوسطة | معالجة بوجود الهيدروجين، مزج أو تدوير |
| | | | مخازين لتلقيح بتروكيميائية | مواد بتروكيميائية أو أخرى |
| | | | متبق | مزج الوقود المتبقي |

الشكل 10.78. مخطط عملية التكسير بالحفز



تعتبر العمليات الموظفة في التكسير التحفيزي من العمليات المرنة (قابلة للتكيف) جداً ويمكن معايرة بارامترات تشغيلها لإحداث التبدلات المطلوبة في المنتج. إن النماذج الأساسية الثلاثة في عمليات التكسير التحفيزي هي:

- التكسير التحفيزي السائل (Fcc)
- التكسير التحفيزي بالسرير المتحرك
- التكسير التحفيزي الحراري

1.2. التكسير التحفيزي السائل:

تحتوي وحدة التكسير التحفيزي ذات السرير السائل على قسم التحفيز (مقطع التغذية، المفاعل والتجديد) وقسم التجزئة، والقسمان يعملان سوياً

كوحدة عمليات متكاملة. يستخدم التكسير التحفيزي السائل محفزات على شكل بودرة ناعمة تعلق في أبخرة النفط أو في الغازات، وهكذا فإنها تتفاعل كسائل ويحدث التكسير في أنبوب التغذية حيث مزيج المحفز والهيدروكربونات يدخل المفاعل.

تمزج عملية التكسير التحفيزي السائل حمولة من الهيدروكربونات المسخنة مسبقاً مع المحفز المعاد توليده بمجرد دخوله وحدة التغذية التي تقود إلى المفاعل تتحد الحمولة مع النفط المعاد تدويره داخل وحدة التغذية وتبخر ومن ثم ترفع إلى المفاعل الحراري العامل بالمحفزات الحرارية. وبمجرد تجاوز المزيج للمفاعل، تكسر الحمولة عند ضغط منخفض ويستمر التكسير حتى تنفصل أبخرة النفط عن المحفزات في فراغات المفاعل. بعدها يدخل دفق المنتج إلى عمود حيث يفصل إلى أجزاء حاوية على كمية محدودة من النفط الثقيل الذي يوجه من جديد إلى وحدة التغذية كنفط معاد تدويره.

يعاد توليد (تجديد) المحفز المستهلك لنزع الكوك العالق بالمحفز خلال عمليات المعالجة حيث يساق المحفز المستهلك عبر وحدة تعرية المحفز إلى وحدة التجديد حيث يمزج مع الهواء المسخن مسبقاً لحرق أغلب توضع الكوك. يضاف المحفز الطازج في حين يزاح المحفز التالف وذلك لتحسين عملية التكسير.

2.2. التكسير التحفيزي بالسرير المتحرك

يتشابه هذا النوع من التكسير مع التكسير التحفيزي السائل مع تباين شكل المحفز الذي يستخدم على شكل كريات عوضاً عن البودرة الناعمة. تساق الكريات وبصورة مستمرة عن طريق ناقل أو عن طريق أنابيب مصعدية تعمل بالهواء المضغوط وصولاً إلى الخزانات القادوسية (قمعية الشكل تفرغ من قاعها) وذلك في الجانب العلوي من الوحدة، بعد ذلك تساق نحو الأسفل بفعل الجاذبية عبر المفاعل وصولاً إلى وحدة التجديد، يعزل كل من المجدد والقادوس (Hoper) عن المفاعل باستخدام موانع تسرب البخار. يفصل منتج التكسير إلى غاز يعاد تدويره، نفط، نفط منقى، قطارة، نفتا وغاز رطب.

3.2. التكسير التحفيزي الحراري

هنا تساق المادة الأولية المسخنة بصورة مسبقة بفعل الجاذبية إلى سيرير المفاعل التحفيزي. تفصل الأبخرة عن المحفز وترسل إلى برج التجزئة. يجدد المحفز المستهلك ومن ثم يبرد ويعاد تدويره وترسل الغازات المتولدة من عملية التجديد إلى مرجل أول أو أكسيد الكربون من أجل استعادة الحرارة.

اعتبارات الصحة والسلامة

يجب أن يكون أخذ العينات وإجراء الاختبارات بصورة دورية ويجب مراقبة المنتج وكذلك الدفوق المعاد تدويرها لضمان أن عمليات التكسير تعمل وفق ما هو متوقع وضمان عدم تلوث هذه الدفوق بأية ملوثات، لاسيما وأن وجود المواد الأكلية والتوضعات في المادة المعالجة يلوث غازات الضغوط. عند معالجة النفط الخام الحامضي، يتوقع ظهور التآكل عند درجات حرارة أقل من 482 درجة مئوية. ويحدث التآكل كنتيجة لوجود الأطوار السائلة والبخارية في آن واحد في المناطق الخاضعة لتبريد موضعي كما هو الحال في الفوهات ودعائم المنصة. ولدى معالجة مواد عالية المحتوى بالأزوت، فإن التعرض للأمونيا والسيانيد يمكن أن يعرض النظام العلوي في تجهيزات الفولاذ الكربوني في التكسير التحفيزي السائل إلى التآكل وإلى التكسر أو إلى التنفط الهيدروجيني (خلل في الأسطوانة ناتج عن انطلاق البخار لدى الضغط)، ويمكن الحد من ذلك عن طريق الغسل بالماء وباستخدام كوابح التآكل. يمكن استخدام الغسل بالماء لحماية الأجزاء العلوية من المكثفات في العمود الأساسي المعرض للتلوث بكبريتات الأمونيوم المائية.

يجب إجراء تفتيش للتجهيزات ذات الحرجية الخاصة مثل المضخات، الضواغط، الأفران، والمبادلات الحرارية. ويجب أن يتضمن التفتيش فحص التسربات الناجمة عن التآكل والاختلالات الأخرى مثل تجمع المحفز على المحددات (الموسعات) والتكويك في الجانب العلوي من خطوط التغذية بالإضافة إلى ظروف التشغيل غير العادية.

إن الهيدروكربونات السائلة في المحفز أو دخولها إلى المحرك الهوائي للاحتراق الحراري يمكن أن تسبب تفاعلات ناشرة للحرارة.

في بعض العمليات يجب أخذ الحذر لضمان أن التراكيز الانفجارية لأغبرة المحفز غير موجودة في أثناء إعادة الشحن أو التخلص. وعند تفريغ المحفز المكوك، هناك إمكانية لاشتعال كبريت الحديد. فكبريت الحديد سوف يشتعل بصورة تلقائية عندما يتعرض للهواء ولهذا يجب ترطيبه بالهواء لتجنب تحوله إلى مصدر اشتعال للأبخرة. ومن الممكن تبريد المحفز المكوك إلى درجة أخفض من 49 درجة مئوية قبل نقله من المفاعل أو التخلص منه ووضعه في حاويات منظفة بالأزوت الخامل ومن ثم تبريده قبل استعماله اللاحق.

إن التعرض للسوائل الهيدروكربونية الحارة جداً وللأبخرة هو احتمال موجود في أثناء أخذ العينات أو في حال تسرب أو ظهور إطلاقات. بالإضافة إلى ذلك، فإن التعرض للهيدروكربونات العطرية عديدة الحلقات والنفثا العطرية الحاوية على البنزن والغازات الحامضية وكبريت الهيدروجين و/أو غاز أول أكسيد الكربون، هذا التعرض يمكن أن يحدث كنتيجة لانطلاق المنتج أو البخار. إن التشكل غير المتعمد لكربونيلات النيكل السامة جداً يمكن أن يظهر في عمليات التكسير عند استخدام المحفزات النيكلية مما يؤدي إلى إمكانية التعرضات الخطرة.

يتضمن تجديد المحفز تعرية البخار ونزع الكوك مما يؤدي إلى إمكانية التعرض للنفايات السائلة الحاوية على كميات مختلفة من المياه الحامضية والهيدروكربونات والفينولات والأمونيا وكبريت الهيدروجين والمركبتان بالإضافة إلى مواد أخرى وذلك تبعاً للمادة المعالجة والكواشف والعمليات المستثمرة. يوجد حاجة ماسة لممارسات العمل الآمن وكذلك استخدام أجهزة وقاية فردية مناسبة عند معالجة المحفز المستهلك وإعادة الشحن بالمحفز أو في حال التسربات وظهور الإطلاقات.

3. عمليات التكسير بوجود الهيدروجين

يتألف التكسير بوجود الهيدروجين من مرحلتين، التكسير التحفيزي والتكسير بوجود الهيدروجين حيث تحطم أجزاء التقطير بوجود الهيدروجين ومحفزات خاصة وذلك لإنتاج منتجات مرغوبة أكثر. يمتاز التكسير بوجود الهيدروجين عن التكسير التحفيزي بمقدرته على معالجة المواد الأولية عالية المحتوى بالكبريت دون

الحاجة إلى إزالة كبريت مسبقة. في هذه العملية، تحول المادة الأولية العطرية الثقيلة إلى منتجات أخف بتطبيق ضغوط عالية جداً ودرجات حرارة عالية لكن باعتدال. عندما يكون محتوى المادة الأولية من البارفينات عالياً، يمنع الهيدروجين تشكل الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات كما أنه ينقص من تشكل القار ويمنع تجمع الكوك على المحفز. ينتج التكسير بوجود الهيدروجين كميات، كبيرة نسبياً من الإيزوبوتان من أجل مواد الألكلة وتحديث الأزمرة من أجل مراقبة نقطة الانصباب ونقطة الادّخان وهما هامتان من أجل وقود الطائرات النفاثة عالي الجودة.

في المرحلة الأولى، تمزج المادة الأولية مع الهيدروجين المعاد تدويره، يسخن ويرسل إلى المفاعل الأولي حيث تتحول كمية كبيرة من المادة الأولية إلى قطارات معتدلة. تتحول مركبات الكبريت والنتروجين، باستخدام محفز في مفاعل المرحلة الأولى، إلى كبريت الهيدروجين والأمونيا. يسخن المتبقي ويرسل إلى فرازة بضغط عال، حيث تنزع الغازات الغنية بالهيدروجين ويعاد تدويرها. أما بالنسبة للهيدروكربونات المتبقية، فتعري أو تنقى بنزع كبريت الهيدروجين والأمونيا والغازات الخفيفة تجمع في مجمع حيث يفصل الكازولين من الغاز الحامضي.

تمزج الهيدروكربونات السائلة المعرة من المفاعل الأولي، مع الهيدروجين وترسل إلى مفاعل المرحلة الثانية حيث تحطم إلى كازولين عالي الجودة وإلى وقود الطائرات النفاثة ومواد مزج القطارات. تساق هذه المنتجات عبر سلسلة من الفرازات بضغط عالية ومنخفضة لفصل الغازات التي يعاد تدويرها.

تركز الهيدروكربونات السائلة وتفصل وتعري مع منتجات نفثا خفيفة تتحدر من وحدة التكسير بوجود الهيدروجين المستخدمة لمزج الكازولين، في حين يعاد تدوير النفثا الأثقل أو ترسل إلى وحدة التحسين بالمحفز. (انظر الشكل 11.78).

اعتبارات الصحة والسلامة

يعتبر تفتيش واختبار أجهزة الأمان من القضايا الهامة وذلك بسبب الضغوط العالية جداً في هذه العمليات. وهناك حاجة لمراقبة مناسبة للعملية للوقاية من انسداد أسرة المفاعل. بسبب درجات حرارة التشغيل ووجود الهيدروجين، فإن محتوى المادة المعالجة من كبريت الهيدروجين يجب أن يبقى، وبصرامة، في

الحدود الدنيا وذلك للتقليل من إمكانية التآكل الشديد . كما يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار التآكل الناتج عن ثاني أكسيد الكربون في مناطق التكثيف. عندما تكون المادة المعالجة عالية التركيز بالأزوت، تسبب الأمونيا وكذلك كبريت الهيدروجين المتحدران من كبريتات الأمونيوم المائية تآكلاً جدياً عند درجات حرارة أدنى من نقطة تكثف الماء. كما أن كبريتات الأمونيوم المائية توجد في تعرية المياه الحامضية.

وبما أن وحدة التكسير بوجود الهيدروجين تعمل عند ضغوط ودرجات حرارة عالية، فإن مراقبة تسربات الهيدروكربونات وانبعاثات الهيدروجين من الأمور الهامة لتجنب النيران. وبما أنها عملية مغلقة، فإن التعرض يكون أصغرياً إذا كانت ظروف التشغيل طبيعية. لكن هناك إمكانية للتعرض للنفثات الأليفاتية الحاوية على البنزن والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والمسرطنة وعلى غازات الهيدروكربونات والانبعاثات البخارية وتحتوي أيضاً على الغازات الغنية بالهيدروجين وعلى غاز كبريت الهيدروجين كنتيجة لتسربات الضغط العالي. كميات كبيرة من أول أكسيد الكربون يمكن أن تنبعث خلال تجديد المحفز والتحويل. إن التعرية البخارية للمحفز والتجديد يولدان نفايات سائلة تحتوي على المياه الحامضية والأمونيا. وبهذا، فإنه من المطلوب اتباع ممارسات العمل الآمن وكذلك استخدام أجهزة الوقاية الفردية المناسبة عند معالجة المحفز المستهلك. في بعض العمليات، فإن العناية المطلوبة لتجنب تشكل التراكمات الانفجارية من غبار المحفز أثناء عملية إعادة التحميل. يتطلب تفريغ المحفز المكوك تدابير وقائية خاصة لتجنب اشتعال كبريت الحديد. ولهذا، يجب تبريد المحفز المكوك إلى درجة حرارة أدنى من 49 درجة مئوية قبل نقله، أو أنه يوضع في حاويات فيها أزوت خامل ويترك حتى يبرد .

الشكل 11.78 . عملية المعالجة بوجود الهيدروجين



ب . عمليات الاتحاد

هناك عمليتان من الاتحاد، البلمرة والألكلة وتستخدمان لضم الجزيئات الصغيرة المفقرة بالهيدروجين والتي تسمى بالأوليفينات المستردة من التكسير الحراري والتحفيزي وذلك ضمن هدف الحصول على مواد خلط الكازولين.

1 . البلمرة

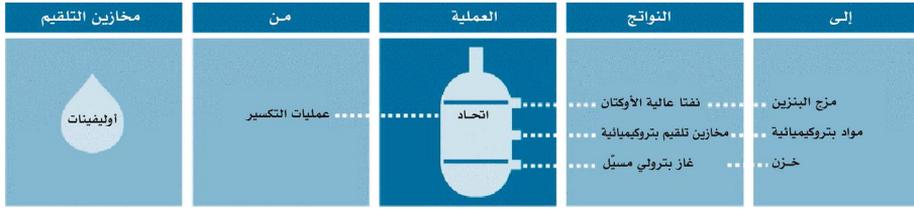
البلمرة هي عملية اتحاد بين جزيئين أو أكثر من الجزيئات العضوية غير المشبعة (أوليفينات) مؤدياً ذلك إلى تشكل جزيئة واحدة تكون أثقل لكنها تحتوي على العناصر ذاتها وبالنسب ذاتها كما كانت في الجزيء الأصلي. إنها تحول الأوليفينات الغازية كالإثيلين والبروبيلين والبوتيلين وذلك باستخدام وحدات التكسير الحراري والتكسير السائل، إلى جزيئات أثقل وأكثر تعقيداً وبمحتوى أوكتاني أكبر كالنفثا والمشتقات البتروكيميائية.

تعالج المادة الأوليفينية معالجة أولية لنزع مركبات الكبريت والمواد الأخرى غير المرغوبة ومن ثم تمرر على محفز فسفاتي يكون عادة على شكل محفز صلب أو حمض الفسفور السائل، حيث تحدث تفاعلات بلمرة ناشرة للحرارة. يتطلب ذلك استخدام مياه تبريد وحقن مادة باردة في المفاعل وذلك للتحكم بدرجات الحرارة عند ضغوط مختلفة.

يزال الحمض من السائل باستخدام الغسل القلوي ومن ثم تتم تجزئة السوائل، أما بالنسبة للمحفز الحمضي فيعاد تدويره. كما تتم تجزئة البخار لإزالة البوتانات ويعدل لنزع بقايا الحمض. (انظر الشكل 12.78).

يظهر تآكل شديد يقود إلى تعطيل التجهيزات كنتيجة لتماس الماء مع حمض الفسفور كما هو الحال في أثناء الغسل بالماء عند الإيقاف. كما يمكن أن يظهر التآكل في وصلات (ذات فتحات) الأنابيب وفي المراجل والمبادلات وفي الأماكن الأخرى التي يمكن أن يترسب فيها الحمض. هناك إمكانية للتعرض للغسل القلوي (هيدروكسيد الصوديوم)، ولحمض الفسفور المستخدم في العملية أو الغسيل العام في أثناء إعداد (المصفاة) لدورة ثانية.

الشكل 12.78 . عملية البلمرة



2 . الألكلة

تجمع الألكلة جزيئات الأوليفينات المنتجة من التكسير التحفيزي، مع الجزيئات الإيزوأوليفينية وذلك لزيادة الحجم والرقم الأوكتاني لمزائج الكازولين. ستتفاعل الأوليفينات مع الإيزوأوليفينات بوجود محفز منشط جداً والذي يكون عادة حمض الكبريت أو حمض فلور الماء (أو كلور الألمنيوم) وذلك لخلق جزيئات بارافينية ذات سلسلة متفرعة طويلة تسمى بالألكيل (إيزو-أوكتان) وبنوعية استثنائية لمنع الخبط. بعد ذلك، يفصل الألكيل ويجزأ.

يجب الحفاظ على درجات الحرارة المنخفضة نسبياً والتي تتراوح بين 10 و16 درجة مئوية من أجل حمض الكبريت، وبين 0 و27 درجة مئوية بالنسبة لحمض فلور الماء وصفر درجة مئوية لكلور الألمنيوم، وذلك من خلال التبريد. (انظر الشكل 13.78).

الشكل 13.78 . عملية الألكلة



1.2 . الألكلة بحمض الكبريت

في وحدات الألكلة بحمض الكبريت ذات النموذج التعاقبي، فإن المادة المعالجة والمتضمنة البروبيلين والبيوتيلين والإميلين والإيزوبوتان الطازج، تدخل المفاعل وتصبح على تماس مع محفز حمض الكبريت. أما المفاعل، فيقسم إلى مناطق، حيث تتم التغذية عبر موزعات تصل إلى كل منطقة، أما حمض الكبريت والإيزوبوتانات فتجتاز الحواجز منتقلة من منطقة إلى أخرى. تزال حرارة التفاعل

عن طريق تبخر الإيزوبوتان، وينزع غاز الإيزوبوتان من الجانب العلوي للمفاعل ثم يبرد ويعاد تدويره مع تخصيص نسبة منه توجه إلى برج إزالة البروبان. يرسب المتبقي في المفاعل في حين يتم التخلص من حمض الكبريت من الجانب السفلي للأوعية ليصار إلى إعادة تدويره. تستخدم أجهزة غسل الغاز بالقلويات و/أو الماء وذلك لإزالة الكميات الصغيرة من الحمض المتحدر من سائل العملية والذي يساق ثانية إلى برج إزالة الإيزوبوتان. يعاد تدوير القسم العلوي من الإيزوبوتان منزوع البوتان وتفصل الهيدروكربونات المتبقية في برج الدورة الثانية و/أو يرسل إلى المزج.

2.2. الألكلة بحمض فلور الماء:

هناك نموذجان من عمليات الألكلة بحمض فلور الماء: Phillips و Uop ففي عملية Phillips، تجفف الأوليفينات وعادة الإيزوبوتان ومن ثم ترسل إلى وحدة اتحادية مكونة من مفاعل ومرسب. تساق الهيدروكربونات المتحدرة من منطقة الترسيب إلى الجزئ الرئيسي، حيث أن الجانب العلوي من الجزئ الرئيسي موصول مع وحدة نزع البروبان. يذهب البروبان الحاوي على كميات أثر من حمض فلور الماء إلى وحدة تعرية هذا الحمض بعد ذلك يخلص هذا البروبان من الفلور، وبعد المعالجة يساق إلى التخزين. يسحب الإيزوبوتان من الجزئ الرئيسي ليصار إلى إعادة تدويره إلى المفاعل/المرسب، أما الألكيل الخارج من أسفل الجزئ الرئيسي فيرسل إلى مجزئ الغازات.

تستخدم طريقة uop مفاعلين مع مرسبات للفصل. يساق نصف المادة الأولية الجافة إلى المفاعل الأول وذلك عبر الإيزوبوتان المعاد تدويره والمصنّع أيضاً ومن ثم إلى المرسب حيث يعاد تدوير الحمض في حين، تشحن الهيدروكربونات إلى المفاعل الثاني. يشحن النصف الآخر من المادة الأولية الجافة إلى المفاعل الثاني وذلك مع الحمض المرسب المعاد تدويره وتساق الهيدروكربونات إلى الجزئ الرئيسي. هناك عمليات معالجة متعاقبة شبيهة بتلك الموظفة في phillips حيث يتم توصيل القسم العلوي من الجزئ الرئيسي مع وحدة نزع البروبان. يعاد تدوير الإيزوبروبان في حين يرسل الألكيل إلى مجزئ الغازات.

اعتبارات الصحة والسلامة

كما هو معروف فإن حمض الكبريت وحمض فلور الماء هما من المواد الكيميائية الخطيرة. وهكذا، فإن العناية مطلوبة وجوهرية في أثناء توريد وتفريغ الحمض. من أجل تشغيل جيد وللحد من التآكل، هناك حاجة للمحافظة على تركيز حمض الكبريت بين 85 و95%. ولتجنب التآكل الذي ينتج عن حمض فلور الماء، يجب المحافظة على تركيز هذا الحمض في وحدة المعالجة بصورة تزيد عن 65% وبرطوبة أقل من 4%. يظهر بعض التآكل والترسب في وحدات حمض الكبريت كنتيجة لتكسير إسترات (أملاح عضوية) حمض الكبريت أو كمحصلة لإضافة القلويات من أجل التعديل. ويمكن إزالة هذه الإسترات عن طريق المعالجة بالحمض الطازج والغسل بالماء الساخن.

يمكن أن تحدث فلتحات كنتيجة لنقص مياه التبريد اللازمة للمحافظة على درجات حرارة العملية. يجب أن يكون الضغط المطبق على مياه التبريد وجناح البخار من المبادلات أخفض من الضغط الأصغري المطبق على جناح خدمة الحمض وذلك لتجنب التلوث بالماء. يمكن للفتحات أن تضخ فقاعات كربونات الصوديوم اللامائية لتعديل غاز فلور الهيدروجين أو أبخرة حمض فلور الماء وذلك قبل الإطلاق. ومن الممكن إيجاد منظومة من المكابح والصرف والعزل في وحدة المعالجة وذلك من أجل تعديل الدفع قبل إطلاقه إلى مجرى التصريف.

يجب أن تجفف وبصورة شديدة وحدات حمض فلور الماء وأن تنظف كيميائياً وذلك من أجل إعداد المصفاة لدورات تالية، والغاية من ذلك إزالة كل آثار فلور الحديد وحمض فلور الماء. عقب الإيقاف، وحيث تم استخدام الماء، يجب تجفيف الوحدة بصورة شديدة وذلك قبل إدخال حمض فلور الماء. التسريبات والفوائض أو الإطلاقات الحاوية على حمض فلور الماء هي جميعاً خطيرة جداً. ولهذا، الحيلة ضرورية لضمان أن التجهيزات والمواد التي كانت بتماس مع الحمض تستعمل بعناية وتغسل جيداً قبل ترحيلها من منطقة العمليات أو المصفاة. وعلى الأغلب، يجب تأمين كميات كبيرة للغسل بالتغطيس لتعديل التجهيزات التي كانت على تماس مع حمض فلور الماء.

عندما تحصل التسربات والفوئاض أو الإطلاقات فإنها ترتبط بمخاطر جدية وتعرضات للسمية. فالتماس المباشر مع حمض الكبريت أو مع حمض فلور الماء سوف يؤدي إلى أضرار شديدة في الجلد والعيون، كما أن استنشاق رذاذ الحمض أو الأبخرة الهيدروكربونية الحاوية على الحمض سوف يحدث تهيجاً حاداً وأضراراً شديدة في الجهاز التنفسي. ولهذا، يجب استعمال وتطبيق إجراءات خاصة على صعيد الاستعداد الوقائي وكذلك إيجاد وسائل الحماية المناسبة من المخاطر الكامنة خاصة في المواقع التي تتأثر بهذه المخاطر. هناك ضرورة لإيجاد ممارسات العمل المأمون وكذلك تجهيزات الحماية الفردية المناسبة للجلد والتنفس حيث يوجد مخاطر كامنة للتعرض لحمض الكبريت وحمض فلور الماء في أثناء التشغيل الطبيعي، وتشمل مجموعات الوقاية الكيميائية، أغطية الرأس والحداء، القفازات، تجهيزات حماية الوجه والعين وكذلك حماية التنفس، لضمان تنظيفها الشديد وإزالة التلوث منها قبل إعادة الاستخدام مرة ثانية.

ج . عمليات إعادة الترتيب

إن التحسين بالحفز وكذلك الأزمره هما عمليتان تتضمنان إعادة ترتيب الجزيئات الهيدروكربونية من أجل خلق منتجات بخصائص متنوعة بعد التكسير، إن بعضاً من دقوق الكازولين، ورغم امتلاكها للحجم الجزيئي الصحيح، تحتاج إلى مزيد من العمليات لتحسين كفاءتها كونها تفتقد بعض عناصر الجودة مثل الرقم الأوكتاني والمحتوى من الكبريت.

ينتج التحسين بالهيدروجين كميات إضافية من الهيدروجين من أجل استخدامه في عملية الهدرجة.

1. التحسين بالحفز:

يحول التحسين بالحفز النفط الثقيلة ذات الرقم الأوكتاني المنخفض إلى هيدروكربونات عطرية من أجل مخازين التلقيم البتروكيميائية ومن أجل مركبات الكازولين ذات الرقم الأوكتاني العالي، والمسماة بالمنتجات المحسنة وذلك عن طريق إعادة ترتيب جزيئي أو عن طريق نزع الهيدروجين. تبعاً لمخزون التلقيم وللمحفزات، فإن المنتجات المحسنة يمكن أن تنتج بتركيز عال جداً من التولوين، البنزن، الزيلين، وعطريات أخرى مفيدة في مزج الكازولين وفي العمليات البتروكيميائية. يفصل الهيدروجين، كمنتج ثانوي ذي دلالة، من المنتج المحسن من

أجل إعادة تدويره ومن أجل استخدامه في عمليات أخرى. يعتمد المنتج المحصل على درجة حرارة المفاعل والضغط وعلى المحفز المستخدم ومعدل إعادة تدوير الهيدروجين.

تعمل بعض محسنات الحفز عند ضغط منخفض في حين تعمل الأخرى عند ضغط عال. بعض منظومات التحسين بالحفز تعيد توليد المحفز، وبصورة مستمرة. كما أن هناك بعض المنشآت التي تجدد كافة المفاعلات خلال الإعداد لدورة تالية، في حين تعالج المنشآت الأخرى مفاعلاً واحداً خلال إيقاف الجريان من أجل إعادة توليد المحفز.

في التحسين بالحفز، يعالج، معالجة أولية، بالهيدروجين، مخزون التلقيح من النفط لإزالة الملوثات كمركبات الكلور والكبريت والأزوت والتي يمكن أن تسمم المحفز. يومض ويجزأ المنتج في أبراج حيث يتم التخلص من المتبقي من الملوثات والغازات. يرسل مخزون التلقيح - المنزوع بالكبريت من النفط إلى وحدة التحسين بالحفز حيث يسخن ويعبر بخاره مفاعلاً مجهزاً بسرير ثابت من محفز ثنائي الفلز أو فلزي حاو على كميات صغيرة من البلاتين، الموليبيدينوم، الرينيوم أو على معادن نبيلة أخرى. إن التقاعلين الأوليين اللذين يظهران هما إنتاج عطريات ذات رقم أوكتاني مرتفع عن طريق نزع الهيدروجين من جزيئات مخزون التلقيح، وتحويل البارافينات العادية إلى برفينات بسلسلة متفرعة أو إلى إيزوبارافينات. في أثناء التحسين بالحفز (البلاتيني)، هناك عملية أخرى للتحسين بالحفز، حيث يتم اتحاد مخزون التلقيح منزوع الكبريت بالهيدروجين مع الغاز المدور ومن ثم التمرير أولاً على المحفز الأرخص. أية شوائب متبقية ستحول إلى كبريت الهيدروجين والأمونيا، وبالتالي التخلص منها قبل تمرير الدفق على المحفز البلاتيني. يعاد تدوير البخار الغني بالهيدروجين لكبح التفاعلات والتي يمكن أن تسمم (تفسد) المحفز. يفصل نتاج المفاعل كمنتج يضغط ويعاد تدويره. (انظر الشكل 14.78).

إن إجراءات التشغيل مطلوبة لمراقبة النقاط الحارة في أثناء الإقلاع. يجب اتخاذ الحذر لتجنب تكسر أو تهشم المحفز عند تحميل الأسرة، ذلك أن دقائق صغيرة ستسطم دريئات المحسن، كذلك، فإن إجراءات الوقاية مطلوبة من مخاطر الغبار في أثناء تجديد أو تبديل المحفز. ويمكن أن تظهر انبعاثات صغيرة لأول أكسيد الكربون وكبريت الهيدروجين في أثناء تجديد المحفز.

يجب رصد الغسل بالماء عندما تتعزز التلوثات المستقرة في وحدات التحسين كنتيجة لتشكيل كلور الأمونيوم وأملاح الحديد . يمكن أن يتشكل كلور الأمونيوم في مبادلات التسخين الأولى مما يؤدي إلى إحداث تآكل وتلوث. ويمكن لكلور الهيدروجين المتحدر من هدرجة المركبات الكلورية أن يشكل حموضاً أو أملاحاً من كلور الأمونيوم. يوجد احتمال التعرض للنفثا الأليفاتية والعطرية وغازات العمليات الغنية بالهيدروجين وكبريت الهيدروجين والبنزن وذلك في حالة التسرب أو الانبعاثات.

الشكل 14.78 . وحدة التحسين بالحفز



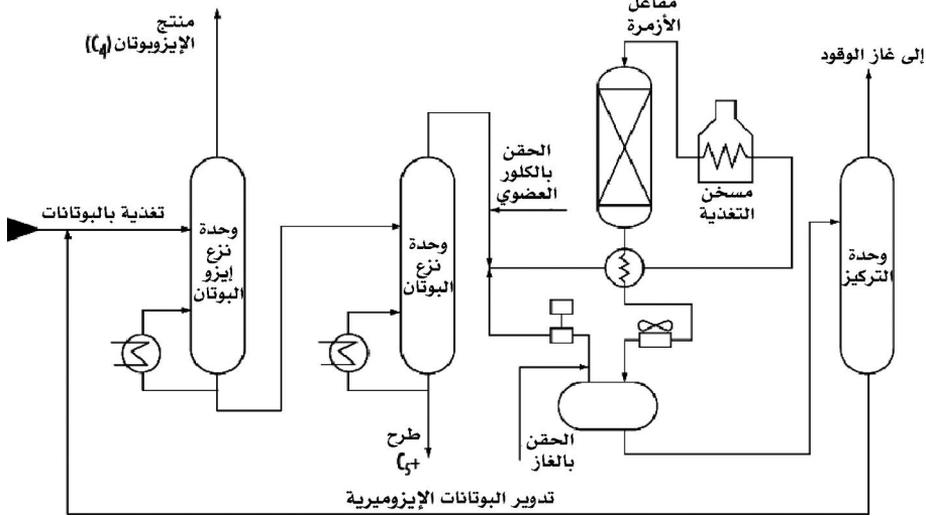
2. الأزمرة

تحول الأزمرة كلاً من n - بوتان و n - بنتان و n - هكسان إلى ما يوافق من الإيزوبارافينات. إن بعض المكونات البارافينية ذات السلسلة المستقيمة العادية لنفثا التقطير المباشر الخفيفة يكون محتواها من الأوكتان منخفضاً .

هذه المكونات يمكن أن تحول إلى إيزوميرات عالية الرقم الأوكتاني وبسلسلة متفرعة عن طريق إعادة ترتيب الروابط بين الذرات دون تغيير عدد وأنواع الذرات. إن الأزمرة شبيهة بالتحسين بالحفز حيث يعاد ترتيب الجزيئات الهيدروكربونية، ولكن التحسين والأزمرة غير المرغوبين يحولان فقط البرافينات إلى إيزوبارافينات. تستخدم الأزمرة أنواعاً مختلفة من المحفزات بالمقارنة مع التحسين بالحفز.

إن عمليتي الأزمرة المميزتين هما بوتان (C4) وبنثان/هكسان (C6/C5) - تنتج أزمرة البوتان (C4) مخزون التلقيح للألكلة. تستخدم عملية المعالجة المتعاقبة عند درجات الحرارة الأخفض كلور الألمنيوم المنشط بصورة عالية أو محفزاً من كلور الهيدروجين من دون مسخنات بالنار وذلك لأزمرة الـ n - بوتان. يضاف مخزون التلقيح المعالج والمعالج مسبقاً إلى الدفع المعاد تدويره، يمزج مع HCl ويمرر إلى المفاعل (انظر الشكل 15.78).

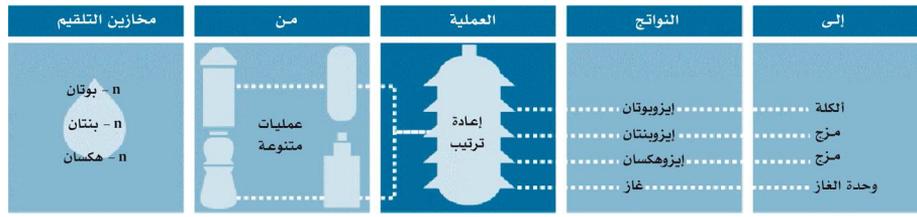
الشكل 15.78 . مفاعل الأزمرة



تستخدم أزمرة الـ بنتان/هكسان لزيادة الرقم الأوكتاني عن طريق تحويل n - بنتان و n - هكسان. في العملية النموذجية لأزمرة الـ بنتان/هكسان، يمزج مخزون التلقيح المحفز والمنزوع الكبريت مع كمية صغيرة من الكلور العضوي والهيدروجين المعاد تدويره ومن ثم يسخن إلى درجة حرارة المفاعل. بعد ذلك يمرر على محفز مخضب بمعدن في المفاعل الأول حيث تتم هدرجة البنزن والأوليفينات. بعدها، تساق التغذية إلى مفاعل الأزمرة حيث تتم أزمرة البارافينات بالحفز إلى إيزوبارافينات، تبرد وتمرر إلى جهاز الفصل. يعاد تدوير كل من غاز الفرازة والهيدروجين وكذلك الهيدروجين المعوض.

يعدل السائل باستخدام مواد قلووية ويرسل إلى عمود التعرية حيث يتم استرداد وإعادة تدوير كلور الهيدروجين (انظر الشكل 16.78).

الشكل 16.78 . عملية الأزمرة



إن لم يكن مخزون التلقيح مجففاً ومنزوعاً من الكبريت بصورة كاملة، فإن هناك احتمال تشكل حموض مؤدياً ذلك إلى تسمم المحفز وتآكل المعدن. يجب

عدم السماح للماء أو البخار بالوصول إلى المناطق التي يوجد فيها كلور الهيدروجين. إن إجراءات الوقاية المطلوبة لتجنب دخول HCl إلى المجاريير والبواليع. هناك احتمال للتعرض للأيزوبنتان ولسائل وأبخرة النفط الأليفاتية وكذلك لغاز العمليات الغني بالهيدروجين ولحمض كلور الماء وكلور الهيدروجين وكذلك للغبار عند استخدام المحفز الصلب.

د. إنتاج الهيدروجين (التحسين بالبخار):

هناك ضرورة للهيدروجين عالي النقاوة (90 إلى 99%) وذلك من أجل نزع الكبريت بالهيدروجين والهدرجة والتكسير بوجود الهيدروجين والعمليات البتروكيميائية. إن لم يكن هناك كفاية في إنتاج الهيدروجين كمنتج ثانوي من عمليات المصفاة لتلبية الاحتياجات الكلية للمصفاة، فإن المطلوب هو تصنيع كميات إضافية من الهيدروجين. في التحسين ببخار الهيدروجين، تمزج الغازات منزوعة الكبريت مع بخار مسخن بصورة مفرطة وتحسن في أنابيب حاوية على المحفز ذات الأساس البلاتيني. إن الغاز المحسن، والمؤلف من البخار والهيدروجين وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون، يبرد ويساق إلى وحدات تحويل حيث يتفاعل أول أكسيد الكربون مع البخار مؤدياً ذلك إلى تشكل الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون. يتم تمرير ثاني أكسيد الكربون في محاليل أمينية ويهوى تهوية جوية حيث يعاد تنشيط المحاليل بالتسخين. تحول أية كمية متبقية من أول أكسيد الكربون في البخار المنتج إلى الميتان (انظر الشكل 17.78).

الشكل 17.78. عملية التحسين بالبخار



يجب إجراء عمليات التفطيش والاختبار حيث توجد إمكانية لتعطل الصمام نتيجة للتلوث بالهيدروجين. يجب مراقبة الترحيل (Carryover) من وحدات القرقرة القلوية لتجنب التآكل في المسخنات الأولية، ويجب تجنب دخول الكلوريدات المتحدرة من مخزون التلقيح أو من منظومة البخار إلى أنابيب وحدات

التحسين وكذلك تجنب تلوث المحفز. يمكن أن تنجم التعرضات من تلوث منتج التكثيف عن طريق مواد المعالجة كالمواد القلوية والأمينية ومن الزيادة في الهيدروجين وأول وثاني أكسيد الكربون. يوجد احتمال للحرق من الغازات الحارة ومن البخار المفرط التسخين وذلك في حالة حدوث انبعاثات.

ه . عمليات المصفاة المتنوعة

1. العمليات المتعاقبة لإنتاج مواد التزليق والشمع

إن زيوت التزليق والشموع هي زيوت مكررة من عدة أجزاء من التقطير الجوي والفراغي. وباختراع التقطير الفراغي، اكتشف أن المتبقي الشمعي يصنع مزلقاً أفضل بالمقارنة مع الشحوم الحيوانية والتي كانت رائجة الاستخدام في حينها، وكان بمثابة البداية الحديثة لتكنولوجيا تكرير المزلقات حيث كانت الغاية الأولية التخلص من المنتجات غير المرغوبة كالأسفلت والشموع العطرية المكبرتة والبارافينية والإيزوبارافينية وذلك من الأجزاء المتبقية، والهدف من ذلك هو الحصول على مزلقات بجودة عالية. وقد أنجز ذلك عن طريق سلسلة من العمليات والمتضمنة التخلص من الأسفلت والاستخلاص بمذيب والفصل بالإضافة إلى عمليات المعالجة وفصل الشمع والمعالجات المائية النهائية (انظر الشكل 18.78).

الشكل 18.78 . عملية تصنيع زيت التزليق والشمع



في أثناء عمليات الاستخلاص، فإن الخام المسترجع من وحدة التقطير الفراغي والمؤلف من البروبان منزوع الأسفلت والمتحد مع مخزون التلقيم لزيت التزليق كمنتج تقطير مباشر، يسخن بصورة مسبقة قبل أن يستخلص بمذيب لإنتاج مخزون تلقيم يسمى بمنتج منقى بالإذابة. في عملية الاستخلاص النموذجية والتي تستخدم الفينول كمذيب، يمزج مخزون التلقيم مع الفينول في قسم المعالجة عند درجات حرارة أقل من 204 درجة مئوية. ثم يفصل الفينول عن المنتج المنقى

بالإذابة وبعاد تدويره. يمكن أن يخضع المنتج المنقى بالإذابة لعمليات استخلاص أخرى والتي تستخدم الفرفورال (ألدهيد سائل) لفصل المركبات العطرية من الهيدروكربونات غير العطرية وذلك لإنتاج منتج منقى بالإذابة ملون بصورة خفيفة ويتمتع بدرجة لزوجة محسنة وباستقرار أكسدي وحراري.

يمكن أن يخضع المنتج المنقى بالإذابة والمخلص من الشمع لعمليات معالجة إضافية لتحسين خصائص المادة الأساسية.

تستخدم عوامل الامتصاص الغضارية لإزالة اللون الأسود ولنزع الجزيئات غير المستقرة من المواد الأساسية لزيت التزليق. هناك أيضاً طريقة بديلة، طريقة زيت التزليق المعالج مائياً، حيث يمرر المنتج المنقى بالإذابة والمخلص من الشمع وكذلك الهيدروجين على محفز مؤدياً ذلك إلى تغيير طفيف في التركيب الجزيئي يحدث في الزيت الملون بصورة خفيفة وبالتالي الحصول على خصائص محسنة. بعد ذلك، تمزج المواد الأساسية المعالجة لزيت التزليق و/أو تركب مع المضافات لتلبية الخصائص الفيزيائية والكيميائية لزيوت المحركات ولزيوت التزليق الصناعية والأعمال المعدنية.

إن النموذجين المتميزين من الشمع المتحدر من النفط الخام هما الشمع البارافيني المنتج من مواد نواتج التقطير والشمع دقيق التبلور (Microcrystalline) المصنع من المواد المتبقية. يحتوي المنتج المنقى بالإذابة والمتحدر من وحدة الاستخلاص على كميات معتبرة من الشمع والذي يمكن أن ينزع بالاستخلاص بمذيب وبالتبلور (Crystallization). يمزج المنتج المنقى بالإذابة مع مذيب كالبروبان، ميثيل إيثيل كيتون (MEK) وخليط التولوين أو ميثيل إيزوبوتيل كيتون (MIBK) ومن ثم يبرد بصورة متقدمة في المبادلات الحرارية. يتم الوصول إلى درجة حرارة التبلور عن طريق تبخير البروبان في المبردات وفي خزانات التغذية العاملة بالترشيح. ينزع الشمع وبصورة مستمرة عن طريق مرشحات وبالغسل بمذيب بارد لاسترداد المتبقي من النفط. يسترد المذيب من المنتج المنقى بالإذابة والمنزوع من الشمع عن طريق الوميض (Flashing) وبالتعرية البخارية ومن ثم يعاد تدويره. يسخن الشمع مع المذيب الساخن ثم يبرد ويرشح ويخضع لغسل نهائي لإزالة كل كميات الأثر المتبقية من النفط. قبل استخدام الشمع، يمكن أن يغسل غسلاً مائياً نهائياً لتحسين رائحته وللتخلص من كل كميات الأثر من

العطريات الأمر الذي يسمح باستخدامه في الصناعات الغذائية. إن المنتج المنقى بالإذابة المنزوع الشمع والحاوي على كميات صغيرة من البارافينات والنفثينات وبعض العطريات، يمكن أن يخضع لمعالجات لاحقة ليصار إلى استخدامه كمواد أساسية لزيت التزليق.

إن مراقبة درجة حرارة المعالجة أمر هام لتجنب التآكل الناجم عن الفينول. يمكن للشمع أن يسد المجاريير ومنظومات تصفية النفط وبالتالي يتداخل مع معالجة النفايات المائية. هناك احتمال للتعرض لمذيبات المعالجة كالفينول والبروبان وميثيل إيثيل كيتون وخليط التولوين أو ميثيل إيزوبوتيل كيتون. إن استنشاق الغازات الهيدروكربونية والأبخرة والنفثا العطرية الحاوية على البنزن وكبريت الهيدروجين وغاز المعالجة الغني بالهيدروجين، يشكل مصدرًا للخطر.

2. معالجة الأسفلت

بعد عمليات التقطير الأولية، فإن الأسفلت هو جزء من المادة المتبقية والتي تتطلب معالجات لاحقة لإيجاد الخصائص المطلوبة من أجل الاستخدام النهائي. ينتج أسفلت مواد التسقيف بنفخ الهواء. يسخن المتبقي في أنبوب يبقى متحكماً بنقطة وميضه، ومن ثم يعبأ في برج النفخ حيث يحقن الهواء الساخن لفترة زمنية محددة مسبقاً. يؤدي نزع الهيدروجين من الأسفلت إلى كبريت الهيدروجين وتخلق الأكسدة ثاني أكسيد الكبريت. يستخدم البخار لتغطية الجزء العلوي من البرج لجذب الملوثات ومن ثم يمرر على مقرقر (جهاز لغسل الغاز) لتكثيف الهيدروكربونات. عادةً، يستخدم التقطير الفراغي لإنتاج أسفلت الطرق القيري. يسخن المتبقي ويعبأ في عمود حيث يطبق الخلاء لتجنب التكسير.

سيحتوي البخار المكثف من عمليات معالجة الأسفلت المتعددة على كميات أثر من الهيدروكربونات. إن أي تصدع في الخلاء سيؤدي إلى دخول الهواء الجوي وبالتالي اندلاع الحريق. في أثناء إنتاج الأسفلت، فإن زيادة درجة الحرارة في الجزء السفلي من البرج الفراغي بغية تحسين الفعالية يمكن أن تولد الميثان بالتكسير الحراري. وهذا يولد أبخرة في صهاريج خزن الأسفلت وهي ضمن المجال 7لقابل للاشتعال ولكن لا يمكن كشفها بالاختبار الوميضي.

يستطيع نفخ الهواء أن يخلق عطريات متعددة النوى (مثل المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات). ويمكن أن يحتوي البخار المكثف من معالجة الأسفلت بالنفخ الهوائي على العديد من الملوثات.

3. عمليات تحلية ومعالجة الهيدروكربونات

هناك العديد من المنتجات كالفنتات الحرارية المتحدرة من التكسير الهدام للزوجة ومن التكوين أو التكسير الحراري وكذلك النفثات الغنية بالكبريت والقطارات المتحدرة من تقطير النفط الخام، هذه المنتجات تتطلب المعالجة ليصار إلى استخدامها في الكازولين وفي مزائج زيت الوقود. يمكن أن تحتوي منتجات التقطير، المتضمنة الكيروسين والمنتجات الأخرى، على كميات أثر من العطريات ومن النفثينات والمواد الأساسية لزيوت التزليق، ويمكن أن تحتوي على الشمع. تنزع هذه المركبات غير المرغوبة إما في مراحل وسيطة من التكرير أو تماماً قبل إرسال المنتجات للمزج والخزن، وذلك عن طريق عمليات التكرير كالاتخلاص بمذيب وفصل الشمع بمذيب. يحتاج العديد من المنتجات الوسيطة والنهائية والمتضمنة القطارات المتوسطة والكازولين والكيروسين ووقود الطائرات النفاثة والغازات الحامضية، إلى التجفيف والتحلية.

تنجز المعالجة إما عند مرحلة وسيطة من عملية التكرير أو تماماً قبل إرسال المنتجات النهائية إلى المزج والتخزين - تزيل المعالجة الملوثات من النفط كالمركبات العضوية الحاوية على كبريت، آزوت وأوكسجين، معادن منحلة، أملاح غير عضوية وأملاح منحلة في المياه المستحلبة.

تتضمن مواد المعالجة حموضاً، مذيبات، قلويات وعوامل أكسدة وامتزاز. تستخدم المعالجات الحمضية لتحسين رائحة ولون وبعض الخصائص الأخرى للمواد الأساسية للتزليق، ولتجنب التآكل وتلوث المحفز وكذلك لتحسين استقرارية المنتج. يستخلص كبريت الهيدروجين المزال من الغاز الحامضي «الجاف» باستخدام عامل امتزاز (دي إيثانول أمين)، ليصار إلى استخدامه كوقود أو أنه يحول إلى كبريت. يعتمد نموذج المعالجة والعوامل على مخزون التقييم من النفط الخام والعمليات الوسيطة وعلى خصائص المنتج النهائي.

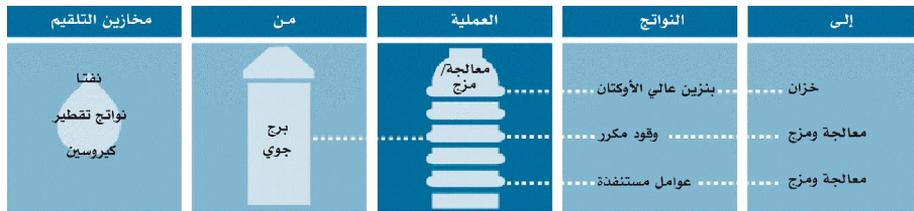
4. عمليات المعالجة بالمذيب

يفصل الاستخلاص بمذيب العطريات والنفثينات والشوائب من الدفوق المنتجة وذلك عن طريق الإذابة أو الترسيب. يمنع الاستخلاص بمذيب التآكل ويحمي المحفز في العمليات المتعاقبة ويحسن من المنتجات النهائية بإزالة الهيدروكربونات العطرية غير المشبعة من المواد الأساسية للمزلق والشحم.

يجفف مخزون التلقيم ومن ثم يخضع للمعالجة بالمذيب بصورة متواصلة وبتيار معاكس. في إحدى العمليات، يغسل مخزون التلقيم بسائل تكون فيه المواد المراد التخلص منها أكثر انحلالية بالمقارنة مع انحلاليتها في المنتج المرغوب. في عملية أخرى، تضاف مذيبات مختارة مؤدياً ذلك إلى ترسيب الشوائب خارج المنتج. يفصل المذيب من الدفق المنتج بالتسخين والتبخير أو بالتجزئة مع وجود كميات أثر متبقية تنزع لاحقاً من المنتج المنقى بالإذابة عن طريق التعرية بالبخار أو بالوميض الفراغي. ويمكن أن يستخدم الترسيب الكهربائي لفصل المركبات غير العضوية. ومن ثم يعاد توليد المذيب لاستخدامه ثانية في العملية.

تتضمن المواد الكيميائية النموذجية المستخدمة في عملية الاستخلاص تنوعاً عريضاً من الحموض والأسس والمذيبات المتضمنة الفينول والفرفورال وكذلك العوامل المؤكسدة وعوامل الامتزاز. في عملية الامتزاز، تجتمع الجزيئات السائلة على سطوح مواد صلبة عالية النفوذية. يعتمد اختيار العمليات النوعية والعوامل الكيميائية على طبيعة مخزون التلقيم المعد للمعالجة والملوثات الموجودة وعلى متطلبات المنتج النهائي، (انظر الشكل 19.78).

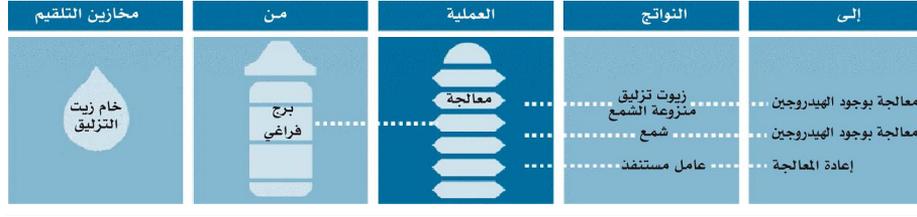
الشكل 19.78 . عملية الاستخلاص بمذيب



يزيل فصل الشمع بمذيب الشمع من القطارة أو من المواد الأساسية المتبقية، ويمكن تطبيقه في أية مرحلة من عمليات التكرير. في فصل الشمع بمذيب، تبرد مخازين التلقيم الشمعية عن طريق مبادل حراري، ويضاف المذيب للمساعدة في

نمو البلورات التي يتم التخلص منها بالترشيح الفراغي. يومض ويعرى كل من النفط منزوع الشمع والمذيب، ومن ثم يمرر الشمع على مرسب الماء وعلى مجزئ المذيب وبرج التوميض (انظر الشكل 20.78).

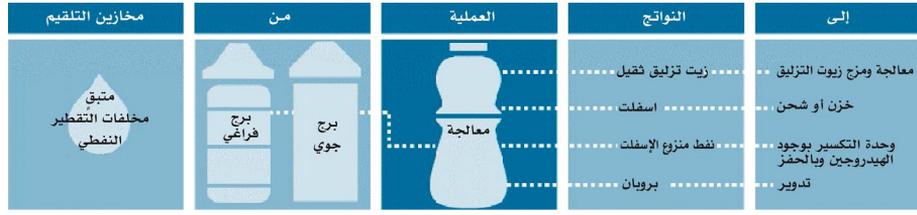
الشكل 20.78 .عملية نزع الشمع بمذيب



نزع الأسفلت بمذيب:

هذه العملية تفصل أجزاء النفط الثقيلة لإنتاج زيت التزليق الثقيل، ومواد التكسير التحفيزي والأسفلت. يضح مخزون التلقيم والبروبان السائل (أو الهكسان) إلى برج استخلاص عند مزائج ودرجات حرارة وضغوط مسيطر عليها بدقة. يحدث الفصل في القاطع التلامسي ذي القرص الدوار بالاعتماد على الفروقات في الانحلالية. تبخر المنتجات بعد ذلك وتعرى بالبخار لاسترداد البروبان وإعادة تدويره أيضاً. إن فصل الأسفلت بمذيب يزيل المركبات الأزوتية، المعادن، المتبقيات الكربونية، والبارافينات من مخزون التلقيم (انظر الشكل 21.78).

الشكل 21.78 .عملية نزع الأسفلت بمذيب



اعتبارات للصحة والأمان

في فصل الشمع بمذيب، أي تصدع في الخلاء سيخلق احتمالية لخطر الحريق وذلك بسبب السماح للهواء بالدخول إلى الوحدة، هناك احتمال التعرض لأبخرة المذيب المستخدم لفصل الشمع وكذلك لخليط MEK والتولوين. وعلى الرغم من أن الاستخلاص بمذيب هو عملية مغلقة، إلا أن هناك احتمال للتعرض للهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAHs) المسرطنة في زيوت المعالجة

وكذلك لمذيبات الاستخلاص كالفينول والفرفورال والغليكول وMEK والأمينات والمواد الكيميائية الأخرى في أثناء المعالجة والعمليات.

يتطلب فصل الأسفلت درجة حرارة مضبوطة ومراقبة للضغط لتجنب الفلطحية. يضاف إلى ذلك، أن الرطوبة والزيادة في المذيب أو الهبوط في درجة حرارة التشغيل يمكن أن يحدث رغووة تؤثر على ضبط درجة حرارة المنتج وبالتالي يمكن أن تخلق الفلطحية. سيسبب التماس مع الدفوق النفطية الساخنة حروقاً جلدية. هناك احتمال التعرض للدفوق النفطية الساخنة الحاوية على المركبات العطرية متعددة الحلقات والمسرطنة وكذلك للبروبان المسيل ولأبخرة البروبان وكبريت الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت.

5. عمليات المعالجة بالهيدروجين

تستخدم المعالجة بالهيدروجين لإزالة ما يقارب 90% من الملوثات والمتضمنة آزوت، كبريت، معادن وهيدروكربونات غير مشبعة (أوليفينات) وذلك من الأجزاء البترولية السائلة ككازولين التقطير المباشر. تتشابه المعالجة بالهيدروجين مع التكسير بوجود الهيدروجين حيث يستخدم كل من الهيدروجين والمحفز لإغناء المحتوى الهيدروجيني في مخزون التلقيم الأوليفيني. ومع ذلك فإن درجة الإشباع ليست كبيرة بالمقارنة مع ما هي منجزة في التكسير بوجود الهيدروجين. وبصورة نموذجية، تنجز المعالجة بالهيدروجين من أجل بعض العمليات كالتحسين بالحفز، وعليه، فإن المحفز غير ملوث بمخزون التلقيم غير المعالج. كما تستخدم المعالجة بالهيدروجين قبل التكسير بالحفز لإنقاذ الكبريت وتحسين مردود المنتج وكذلك من أجل تحسين نوعية الأجزاء البترولية من القطارات المتوسطة في المنتجات النهائية لكل من الكيروسين ووقود الديزل وزيوت الوقود المستخدمة في التسخين. تتباين عمليات المعالجة بالهيدروجين تبعاً لمخازين التلقيم بالمحفزات. تزيل عملية نزع الكبريت بالهيدروجين الكبريت من الكيروسين كما أنها تنقص العطريات وخصائص تشكل الصمغ وتشبع أية أوليفينات. إن التحسين الهيدروجيني هو عملية نزع الهيدروجين وتستخدم لاسترداد الزيادة من الهيدروجين وإنتاج كازولين عالي الرقم الأوكتاني. تمزج المنتجات المعالجة بالهيدروجين أو تستخدم كمخازين تلقيم للتحسين بالحفز.

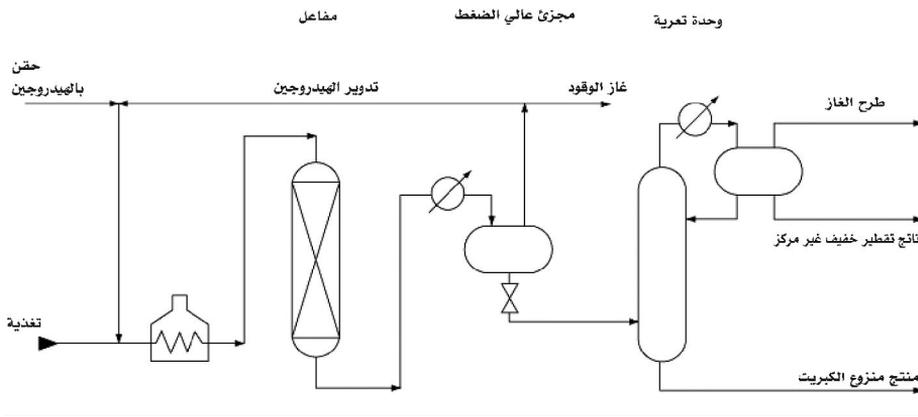
في أثناء العملية التحفيزية لنزع الكبريت بالهيدروجين، ينزع مخزون التلقيح من الهواء ويمزج مع الهيدروجين. وبعد التسخين إلى درجة حرارة معينة يساق تحت ضغط عالٍ إلى مفاعلٍ بالحفز ذي سرير ثابت. يفصل الهيدروجين ويعاد تدويره ويركز المنتج في عمود تعرية حيث تتم إزالة المتطايرات.

في هذه العملية، تحوّل مركبات الكبريت والآزوت الموجودة في مخزون التلقيح إلى كبريت الهيدروجين (H_2S) والأمونيا (NH_3). تتم إزالة المتبقي من كبريت الهيدروجين والأمونيا إما عن طريق التعرية بالبخار وعن طريق مجزئ يوافق بين ضغط مرتفع وضغط منخفض أو عن طريق الغسل الأميني والذي يسترد كبريت الهيدروجين في الدفق المركز بصورة عالية والمناسب للتحويل إلى الكبريت العنصري (انظر الشكلين 22.78 و 23.78).

الشكل 22.78. عملية نزع الكبريت بوجود الهيدروجين



الشكل 23.78. عملية نزع الكبريت بوجود الهيدروجين



في أثناء المعالجة بالهيدروجين، يجب أن يكون المحتوى من كبريت الهيدروجين في مخزون التلقيح مضبوطاً بدقة بحيث يبقى أصغرياً وذلك للتقليل من التآكل. يمكن أن يتشكل كلور الهيدروجين ويتكثف على شكل حمض كلور الماء في أجزاء

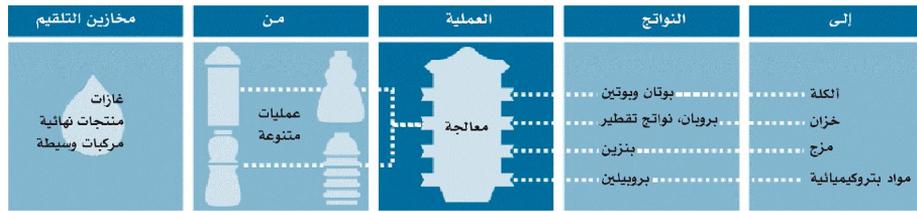
الوحدة ذات درجات الحرارة الأخفض. في حالة حدوث انبعاثات، هناك احتمال للتعرض لأبخرة الفتنة العطرية الحاوية على البنزن وكبريت الهيدروجين أو غاز الهيدروجين أو الحاوية على الأمونيا في حالة حدوث تسرب للمياه الحامضية أو انسكاب لها. هذا ويمكن، أيضاً، للفينول أن يكون موجوداً عند معالجة مخازين تلقيم ذات درجات غليان مرتفعة.

سينجم عن زمن التماس المفرط و/أو درجة الحرارة، تكويك في الوحدة. وعليه، هناك حاجة لاتخاذ تدابير وقائية عند تفريغ المحفز المكوك من الوحدة وذلك لتجنب حرائق كبريت الحديد. يجب أن يبرد المحفز المكوك من الوحدة وذلك لتجنب حرائق كبريت الحديد. يجب أن يبرد المحفز المكوك إلى درجة حرارة أخفض من 49 قبل الإزالة أو يخزن في صناديق حاوية على الآزوت الخامل حيث يمكن أن يصبح بارداً قبل المعالجة اللاحقة، بالإمكان استخدام مضافات خاصة مانعة للرغوة لتجنب تسمم المحفز من الحمولة السيليكونية المفرطة في مخزون تلقيم وحدة التكويك.

عمليات التحلية والمعالجة الأخرى

تستخدم عمليات المعالجة والتجفيف والتحلية لإزالة الشوائب من مواد المزج (انظر الشكل 24.78). تستخدم عمليات التحلية الهواء أو الأوكسجين. وإذا دخل أوكسجين زائد إلى هذه العمليات، هناك إمكانية لحدوث حريق في المرسب بسبب تولد الكهرباء الساكنة. هناك احتمال التعرض لكبريت الهيدروجين، ثاني أوكسيد الكبريت، قلوبات (هيدروكسيد الصوديوم)، قلوبات مستهلكة، محفزات مستهلكة (Mercox) ولغبار المحفز وعوامل التحلية (كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم).

الشكل 24.78 . عمليات التحلية والمعالجة



وحدات الأمين (المعالجة الغازية الحمضية)

يجب معالجة الغاز الحامضي (غاز وقود متحدر من عمليات كالتكسير بالحفز والمعالجة بالهيدروجين ويحتوي على كبريت الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون) وذلك قبل أن يصار إلى استخدامه كوقود تكرير. تنزع وحدات الأمين الملوثة الحمضية من الغاز الحامضي ومن الدفوق الهيدروكربونية. في وحدات الأمين، يساق كل من الغاز والدفوق الهيدروكربونية السائلة الحاوية على ثاني أكسيد الكربون و/أو كبريت الهيدروجين إلى برج امتصاص الغاز أو إلى تلامس مع سائل حيث تمتص الملوثة الحمضية عن طريق محاليل أمينية بالجريان المتعاكس - مونوإيثانول أمين (MEA)، دي إيثانول أمين (DEA)، أو ميتيل دي إيثانول أمين (MDEA). ينزع الغاز المعرى أو السائل من الجزء العلوي، في حين يرسل الأمين إلى المجدد. في المجدد، تعرى المكونات الحمضية بالحرارة ومن جراء إعادة الغليان، وهكذا يتم التخلص منها، في حين يعاد تدوير الأمين.

من أجل جعل التآكل أصغرياً، يجب إرساء ممارسات تشغيل مناسبة، كما يجب مراقبة الجزء السفلي من المجدد ودرجات حرارة مرجل إعادة الغلي. يجب الإبقاء على الأوكسجين خارج المنظومة لتجنب أكسدة الأمين. هناك إمكانية للتعرض للمركبات الأمينية مثل (MEA, DEA, MDEA) وكبريت الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون.

التحلية والتجفيف

تعالج التحلية (نزع المركبتان) مركبات الكبريت (كبريت الهيدروجين، الثيوفين والمركبتان) وذلك لتحسين اللون والرائحة واستقرارية الأكسدة ولإنقاص تراكيز ثاني أكسيد الكربون في الكازولين. تزال بعض المركبتانات عن طريق إحداث تماس للمنتج مع مواد كيميائية منحلة في الماء (مثل حمض الكبريت) والتي تتفاعل مع المركبتانات يمكن استخدام سائل قلوي (هيدروكسيد الصوديوم) والمركبات الأمينية (دي إيثانول أمين) أو التحلية بالحفز ذات السرير الثابت وذلك لتحويل المركبتانات إلى ثنائي كبريتيدات أقل إثارة للاعتراض. يتم تجفيف المنتج (إزالة الماء) بامتصاص الماء باستخدام أو بعد استخدام عوامل امتصاص. بعض العمليات المتزامنة تجفف وتحلى بالامتصاص على مناخل جزيئية.

استرداد الكبريت

يزيل استرداد الكبريت كبريت الهيدروجين من الغازات الحامضية ومن الدفوق الهيدروكربونية. تحول عملية كلاوس (Clause) كبريت الهيدروجين إلى كبريت عنصري عبر استخدام التفاعلات الحرارية والتحفيزية. بعد حرق كبريت الهيدروجين تحت شروط مضبوطة، تزيل أوعية (Knockout pots) الماء والهيدروكربونات من دفوق التلقيم الغازية، والتي، تعرض على محفز لاسترداد كميات إضافية من الكبريت. يكثف ويسترد بخار الكبريت الناجم عن الاحتراق والتحويل.

معالجة الغاز الثقيل (الذيلي)

تستخدم كل من الأكسدة والإرجاع لمعالجة الغاز الثقيل (الذيلي) (Tail gas) المتحدر من وحدات استرداد الكبريت وذلك بالاعتماد على تركيبة الغاز وعلى اقتصاديات المصفاة. تحرق عمليات الأكسدة الغاز الثقيل لتحويل كل مركبات الكبريت إلى ثاني أكسيد الكبريت، في حين تحول عمليات الإرجاع مركبات الكبريت إلى كبريت الهيدروجين.

غسل كبريت الهيدروجين

إن غسل (Scrubbing) كبريت الهيدروجين هو عملية معالجة أولية لمخزون التلقيم الهيدروكربوني تستخدم لتجنب تسمم المحفز. تبعاً لمخزون التلقيم ولطبيعة الملوثات، فإن طرائق نزع الكبريت سوف تتنوع من الامتصاص بالفحم الفعال عند درجة الحرارة المحيطة إلى الهدرجة بالحفز عند درجة حرارة عالية، وإتباع ذلك بمعالجة بأوكسيد الزنك.

وحدات الغاز المشبع وغير المشبع

ترسل مخازين التلقيم المتحدرة من وحدات المصفاة المختلفة إلى وحدات معالجة الغاز حيث يتم نزع البوتونات والبوتينات ليصار إلى استخدامها كمخزون تلقيم للألكلة، في حين ترسل المكونات الأثقل إلى مزج الكازولين، ويسترد البروبان من أجل الغاز البترولي المسيل (LPG). وينزع البروبيلين من أجل استخدامه في المواد البتروكيميائية.

تفصل وحدات الغاز المشبع المكونات من غاز المصفاة المتضمنة بوتانات للألكلة وبناتانات لمزج الكازولين، والغاز البترولي المسيل للوقود وإيثان للمواد

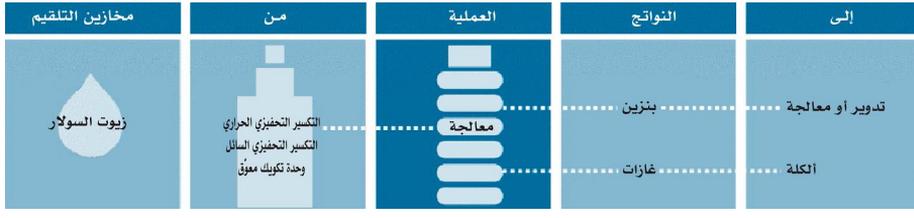
البتروكيميائية. يوجد عمليتان من عمليات الغاز المشيع: امتصاص - تجزئة أو تجزئة مباشرة. في عملية امتصاص - تجزئة، ترسل الغازات والسوائل من الوحدات المختلفة إلى وحدة نزع الإيثان حيث تفصل C_2 والأجزاء الأخف بواسطة امتصاص زيتي مفقر. ومن ثم تنزع لاستخدامها كغاز وقود أو كتغذية تلقيمية للمواد البتروكيميائية. تعرى الأجزاء الأثقل المتبقية وترسل إلى وحدة نزع البوتان ويعاد تدوير مادة الامتصاص الزيتي المفقر باتجاه وحدة Knockout/نزع الإيثان. تفصل C_4/C_3 من البناتانات في وحدة نزع البوتان وتغسل لإزالة كبريت الهيدروجين ومن ثم تساق إلى مجزئ (Splitter) لفصل البروبان عن البوتان. في وحدات التجزئة، فإن مرحلة الامتصاص ملغاة. تعتمد عمليات الغاز المشيع على مخزون التلقيم وعلى طلب المنتج.

يظهر التآكل من وجود كبريت الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون ومركبات أخرى كنتيجة لمعالجة سابقة. يجب تجفيف الدفوق الحاوية على الأمونيا قبل المعالجة. تستخدم الإضافات المانعة للرغوة في زيت الامتصاص لحماية المبادلات الحرارية. وتستخدم كإبحاث التآكل للسيطرة على التآكل في منظومات الأجزاء العلوية. هناك احتمال التعرض لكبريت الهيدروجين، ثاني أكسيد الكربون، هيدروكسيد الصوديوم، MEA, DEA, MDEA، والمنقلة من معالجة سابقة. تسترد وحدات الغاز غير المشيع الهيدروكربونات الخفيفة من دفوق الغاز الرطب المتحدر من وحدات التكسير بالحفز ومن المجمعات العلوية لوحدة التوكيك المعوق أو من مستقبلات التجزئة. في عملية نموذجية، تضغط الغازات الرطبة وتعالج بالأمين لإزالة كبريت الهيدروجين إما قبل أو بعد الدخول إلى وحدة امتصاص تجزيئية حيث تمزج في دفق متزامن من الكازولين منزوع البوتان. تفصل الأجزاء الخفيفة بالتسخين في مرجل إعادة الغلي، ولنزع الغاز منها ترسل إلى ماص إسفنجي، في حين ترسل الأجزاء السفلية إلى وحدة نزع البوتان. يعاد تدوير جزء من الهيدروكربونات منزوعة البوتان ويساق الرصيد المتبقي إلى مجزئ من أجل الفصل. تساق الغازات العلوية إلى وحدة نزع البروبان لاستخدامها كمخزون تلقيم في وحدة الألكلة. (انظر الشكل 25.78).

يمكن أن يظهر التآكل بسبب كبريت الهيدروجين والرطب والسيانيدات في وحدات الغاز غير المشيع والتي تعالج مخازين تلقيم الـ FCC (التكسير بالحفز

السائل). كذلك يمكن أن يحدث التآكل من كبريت الهيدروجين ومن توضعات مركبات الأمونيوم في مقاطع الضغط العالي من ضواغط الغاز وذلك عندما يكون مخزون التلقيح متحدرًا من وحدة التكويد المعوق أو من الـTCC (التكسير بالحفز الحراري). يوجد إمكانية للتعرض لكبريت الهيدروجين وللمركبات الأمينية مثل .MDEA, DEA, MEA

الشكل 25.78 . عملية وحدة الغاز غير المشبع



عمليات مزج المادة الأساسية للكازولين والوقود المقطر والمزلق

إن المزج هو خلط فيزيائي لعدد من الأجزاء الهيدروكربونية السائلة المختلفة وذلك لإنتاج المنتجات النهائية بالخصائص المرغوبة النوعية. يمكن أن تمزج المنتجات داخل الأنابيب في نظام متشعب أو أنها تمزج على دفعات في الخزانات والأوعية. تتجز عملية المزج في الأنابيب للمواد الأساسية للكازولين والقطارات ووقود الطائرات النفاثة والمزلاقات عن طريق حقن كميات متناسبة من كل مكون في الدفق الرئيسي حيث يتعزز الاضطراب عبر الخلط.

- الكازولينات هي مزائج من مواد محسنة، ألكيلات، كازولين التقطير المباشر (البسيط)، كازولينات التكسير التحفيزي والحراري، كازولين وحدة التكويد، البوتان والإضافات المتناسبة.

- زيت الوقود وزيت الديزل هما مزائج من القطارات وزيوت الدورة ويمكن لوقود الطائرات النفاثة أن يكون منتجاً للتقطير المباشر أو ممزوجاً بالنفثا.

- يمزج الأسفلت من مواد متبقية متنوعة بالاعتماد على الاستخدام المراد. على الأغلب، تخلط الإضافات بالكازولين ووقود المحركات في أثناء أو بعد المزج وذلك لإيجاد الخصائص النوعية غير المتأصلة في الهيدروكربونات البترولية. تتضمن هذه الإضافات محسنات الأوكتان، عوامل منع

الطقطقة، موانع أكسدة، مثبطات التصمغ، مثبطات الرغوة، مثبطات الصدأ، منظفات الكربوريتور (كربون)، منظفات لتنظيف المحقنة، بواغث رائحة الديزل، أصبغة لونية، قطارة مانعة للكهرباء الساكنة، عوامل أكسدة الكازولين كالميثانول والإيثانول وميثيل ثلاثي بوتيل الإيثر، مخمدات الفعالية الكيميائية للمعادن ومضافات أخرى.

تتطلب عمليات المزج على دفعات والمزج في أنابيب مراقبات دقيقة للمحافظة على جودة المنتج المطلوبة. يجب تنظيف الانسكابات وإصلاح التسربات لتجنب الانزلاقات (Slips) والسقوطات (Falls). يجب استعمال المضافات في البراميل والأكياس بصورة صائبة لتجنب المشقة والتعرض. في أثناء المزج، يوجد احتمال ملامسة المضافات الخطرة، المواد الكيميائية، البنزن والمواد الأخرى. لتخفيض التعرضات إلى الحدود الدنيا، يجب تطبيق إجراءات السيطرة الهندسية المناسبة واستخدام أجهزة الوقاية الفردية وممارسات صحية حقيقية.

4. العمليات المساعدة في المصفاة:

تتضمن العمليات المساعدة الدائمة لعمليات المصفاة الإمداد بالتسخين والتبريد، إيجاد نظام تصريف الضغط، ضبط الانبعاثات الهوائية، تجميع ومعالجة النفايات المائية، إيجاد مصالغ خدمية عامة كالطاقة والبخار والهواء وغازات الوحدة وكذلك ضخ وخزن ومعالجة وتبريد مياه العمليات المتعاقبة.

معالجة النفايات المائية

تتضمن النفايات المائية في المصفاة البخار المكثف، مياه التعرية، المحاليل القلوية المستهلكة، المياه المصروفة من المرجل، مياه الغسل، نفايات مائية معادلة قلوية وحمضية ومياه العمليات المرافقة الأخرى، بصورة نموذجية، تحتوي النفايات المائية على هيدروكربونات، مواد منحلّة، مواد صلبة معلقة، فينولات، أمونيا، كبريتات وعلى مركبات أخرى. تستخدم معالجة النفايات المائية من أجل مياه المعالجة ومياه الأمطار الجارية على سطح الأرض ومياه شبكة المجاري قبل التصريف. ربما تتطلب هذه المعالجات تراخيص أو قد يكون من الضروري إجراء إعادة التدوير. بسبب احتواء الأبخرة الناجمة عن النفايات المائية على هيدروكربونات، فإن هناك إمكانية لاندلاع حريق بمجرد وصولها إلى مصدر اشتعال في أثناء عملية المعالجة. يوجد احتمال التعرض للمواد الكيميائية المتنوعة ولنواتج النفايات في أثناء أخذ العينات والتفتيش والصيانة والإعداد لدورة ثانية.

المعالجة الأولية

إن المعالجة الأولية هي فصل أولي للهيدروكربونات والمواد الصلبة من النفايات المائية. تُستخدم حواجز API، ألواح معترضة وبرك ترسيب، لإزالة الهيدروكربونات المعلقة والحماة الزيتية والمواد الصلبة عن طريق الفصل بالثقل والكشط والترشيح. تعدل النفايات المائية الحامضية باستخدام الأمونيا وبالجير (أو أكسيد الكالسيوم) أو بيكربونات الصوديوم اللامائية. تعالج النفايات المائية القلوية بحمض الكبريت، حمض كلور الماء، غاز المدخنة الفني بثاني أكسيد

الكربون أو بالكبريت. بعض المستحلبات الزيتية في الماء تسخن أولاً لفصل الزيت عن الماء. يعتمد الفصل بالثقل على الاختلاف في الثقل النوعي للماء وللكريات الزيتية غير القابلة للامتزاج مما يسمح بكشط الزيت الطليق من على سطح النفايات المائية.

تعرية المياه الحامضية

تسمى المياه الحاوية على الكبريتات بالمياه الحامضية وتنتج من التكسير بالحفر ومن عمليات المعالجة بالهيدروجين ومن تكثيف البخار بوجود غازات حاوية على كبريت الهيدروجين. تستخدم التعرية على النفايات المائية الحاوية على الكبريتات و/أو الأمونيا، في حين يستخدم الاستخلاص بمذيب لإزالة الفينولات من النفايات المائية. أما بالنسبة للنفايات المائية التي يجب إعادة تدويرها، فربما تحتاج إلى تبريد للتخلص من الحرارة و/أو الأكسدة بواسطة الرش أو التعرية الهوائية لأن ذلك سيؤدي إلى إزالة أية متبقيات من الفينولات والنترات والأمونيا.

المعالجة الثانوية

كمرحلة تالية للمعالجة الأولية، تنزع المواد الصلبة المعلقة عن طريق الترسيب أو عن طريق التعويم الهوائي. تصفى أو ترشح النفايات المائية ذات المحتويات المنخفضة من المواد الصلبة، ويمكن إضافة عوامل التدمج للمساعدة في عملية الفصل. تستخدم المواد ذات الخصائص الامتصاصية العالية في مرشحات الأسرة الثابتة، أو أنها تضاف إلى النفايات المائية لتشكيل ملاط ينزع بالترسب أو الترشيح. أما بالنسبة لعمليات المعالجة البيولوجية الثانوية، فإنها تحلل وتؤكسد المادة العضوية المنحلة باستخدام الحمأة المنشطة (Activated sludge)، الأحواض (اللاغونات) غير المهواة أو المهواة، طرائق الترشيح بالنض (Trickling) أو المعالجات غير الهوائية. تستخدم طرائق معالجة إضافية لإزالة الزيوت والمواد الكيميائية من النفايات المائية.

المعالجة الثالثية:

تزيل المعالجات الثالثية الملوثات النوعية وذلك لإيجاد متطلبات التصريف المتناسق. وتتضمن هذه المعالجات الكلورة، التشبع بالأوزون، التبادل الأيوني، التناضح العكوسي، الامتصاص بالكربون الفعال ومعالجات أخرى. يمكن نشر

الأوكسجين المضغوط في دقوق النفايات المائية لأكسدة بعض المواد الكيميائية أو لتلبية متطلبات المحتوى المنتظم من الأوكسجين.

أبراج التبريد

تزيل أبراج التبريد الحرارة من مياه المعالجة عن طريق التبخير وبالتبادل الحراري الكامن بين المياه الساخنة والهواء. إن نموذجي الأبراج هما الدفق المتعاكس والدفق المتعامد .

- في التبريد بالدفق المتعاكس، تضخ مياه المعالجة الساخنة إلى الحيز العلوي الممتلئ ويسمح لها بالسقوط على امتداد البرج. يتوضع العديد من الشرائح (Slats) أو من فوهات الرش على امتداد طول البرج وذلك لتشتيت دفق المياه والمساعدة في التبريد . وبصورة متزامنة، يدخل الهواء إلى الجانب السفلي من البرج مؤدياً ذلك إلى خلق دفق متعاكس مع دفق المياه. تمتلك أبراج السحب المستحث مراوح عند مخرج الهواء. وتمتلك أبراج السحب القسري مراوح أو نافخات عند مدخل الهواء.

- تقدم أبراج الدفق المتعامد دفقاً هوائياً بصورة معامدة للدفق المائي على امتداد البنية. يجب معالجة مياه التبريد التي يعاد تدويرها بهدف إزالة الشوائب وأية هيدروكربونات منحلّة. بإمكان الشوائب في مياه التبريد أن تصيب الأنابيب والمبادلات الحرارية بالتآكل والتلوث، وتستطيع الرواسب الحرفشية المتحدرة من الأملاح المنحلّة أن تشكل توضعات في الأنابيب، ويمكن أن تتضرر أبراج التبريد الخشبية بفعل الكائنات الحية المجهرية. يمكن لمياه أبراج التبريد أن تتلوث بمواد المعالجة وبالمنتجات الثانوية، المتضمنة ثاني أكسيد الكبريت، كبريت الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون والتي ينجم عنها تعرضات. هناك إمكانية التعرض للمواد الكيميائية المستخدمة في معالجة المياه أو لكبريت الهيدروجين عندما تعالج النفايات المائية بالاقتران مع أبراج التبريد . وحيث أن المياه مشبعة بالأوكسجين لكونه يتبرد مع الهواء، تكون فرص التآكل معززة. إحدى الوسائل لمنع التآكل هي إضافة مادة إلى مياه التبريد تشكل طبقة رقيقة واقية على الأنابيب وعلى السطوح المعدنية الأخرى. عندما تكون مياه

التبريد ملوثة بالهيدروكربونات، فإن الأبخرة القابلة للاشتعال يمكن أن تتبخر في هواء التصريف. وإذا كان هناك مصدر للاشتعال أو في حالة البرق، فإن الحرائق يمكن أن تندلع. إن مخاطر الحريق موجودة عندما يكون هناك مناطق جافة نسبياً في أبراج التبريد بالسحب المستحث ذات التركيب القابل للاحتراق. إن انقطاع الطاقة عن مراوح برج التبريد أو عن مضخات المياه، يمكن أن يؤدي إلى نتائج وخيمة في عمليات المعالجة.

توليد البخار

ينتج البخار من خلال عمليات المسخن والمرجل في محطات توليد البخار المركزية وفي وحدات المعالجة المتنوعة باستخدام الحرارة الناجمة عن غاز المداخن والمصادر الأخرى.

تتضمن منظومات البخار:

- المسخنات (الأفران) مع الحراقات ونظام الاحتراق الهوائي.
- أنظمة السحب أو الضغط لإزالة غاز المداخن من الفرن، نافخات السخام وأنظمة الهواء المضغوط والتي تسد وبإحكام الفتحات لمنع غاز المداخن من الإفلات.
- مراجل مؤلفة من عدد من الأنابيب الحاملة للمزيج مياه/بخار وصولاً إلى الفرن لتحقيق التبادل الحراري الأعظمي (تمتد هذه الأنابيب بين براميل توزيع البخار عند الجانب العلوي من المرجل وبراميل تجميع المياه عند الجانب السفلي من المرجل).
- براميل البخار لتجميع البخار وتوجيهه إلى المسخن المفرط وذلك قبل دخوله منظومة توزيع البخار.

إن العملية الخطرة الأكثر احتمالاً في توليد البخار هي إقلاع المسخن. ويمكن أن يتشكل مزيج قابل للاشتعال من الغاز والهواء كنتيجة لفقدان اللهب في حراق أو أكثر في أثناء التوقف عن الإشعال. وكل نموذج مختلف من الوحدات، يتطلب إجراءات خاصة للإقلاع، والمتضمنة التنظيف قبل التوقف عن الإشعال وتوفير إجراءات الطوارئ في حالة إخفاق الإشعال أو فقدان لهب الحراق. إذا كانت مياه التغذية تجري ببطء والمراجل جافة، فإن الأنابيب ستسخن بصورة مفرطة مؤدياً ذلك إلى

تعطلها. أما الزيادة من المياه، فإنها سوف تنتقل إلى منظومة توزيع البخار محدثةً أضراراً في التوربينات (العنفات). يجب أن تمتلك المراحل أنظمة مستمرة أو متقطعة لتصريف المياه وذلك لنزع الماء من براميل البخار وللحد من تجمع الراسب الحرشفي على شفرات التوربين وفي أنابيب المسخن المفرط. يجب الحرص على عدم التسخين المفرط في أثناء الإقلاع والإيقاف المؤقت. يجب إيجاد مصادر الوقود البديلة في حالة فقد غاز الوقود كنتيجة لتعليق العمل في وحدة المصفاة أو للطوارئ.

وقود المسخن

يمكن أن يستخدم في المسخنات أي وقود أو أي مزيج من الوقود والمتضمن غاز المصفاة، الغاز الطبيعي، زيت الوقود والفحم المبودر (على شكل بودرة). إن غاز المصفاة المنبعث يجمع من وحدات المعالجة ويمزج مع الغاز الطبيعي والغاز البترولي المسيل في برميل مخزون غاز الوقود. يؤمن برميل المخزون ضغطاً منتظماً وثابتاً ووقوداً بمحتوى معتدل الاستقرار من الـ BTU (طاقة) (وحدة الحرارة البريطانية) وفصلاً ألياً للسوائل المعلقة في أبخرة الغاز كما أنه يمنع ترحيل كتل كبيرة من نواتج التكتيف إلى منظومة التوزيع. إن زيت الوقود هو، وبصورة نموذجية، خليط من نפט المصفاة الخام والتقطير المباشر ومخلفات التكسير مع منتجات أخرى. يقوم نظام زيت الوقود بتوريد الوقود إلى مسخنات وحدة المعالجة ومولدات البخار بدرجات الحرارة والضغط المطلوبة. يسخن زيت الوقود حتى درجة حرارة الضخ ويمص عبر مصفاة امتصاص خشنة، ومن ثم يضخ إلى مسخن التحكم في درجة الحرارة ليصار بعد ذلك إلى تمريره عبر مصفاة ذات شبكة دقيقة قبل تهويته. تزود وحدات المعالجة بمصدات قاشطة لإزالة السوائل من زيت الوقود قبل الحرق. في أحد الأمثلة عن توليد الحرارة في وحدة المعالجة، فإن المراحل العاملة بأول أكسيد الكربون (CO) تسترد الحرارة في وحدات التكسير بالحفز على شكل ثاني أكسيد الكربون في غاز المداخن والذي يحرق وصولاً إلى الاحتراق التام. في العمليات الأخرى، تستخدم وحدات استرداد الحرارة المتبقية الحرارة الوافدة من غاز المداخن لتوليد البخار.

توزيع البخار

بصورة نموذجية، يؤد البخار بواسطة المسخنات والمراحل المجتمعة في وحدة واحدة. يترك البخار المسخنات عند الضغط الأعلى وفق ما تقتضيه وحدات

المعالجة أو المولد الكهربائي. بعد ذلك، يتم إنقاص ضغط البخار في التوربينات التي تدير مضخات العملية والضواغط، أيضاً، يستخدم بخار المصفاة لتدوير مولدات العنفة البخارية لإنتاج الكهرباء، ويجب أن ينتج البخار عند ضغط أعلى وبكثير بالمقارنة مع الضغط اللازم لبخار المعالجة. تتكون منظومة توزيع البخار من صمامات وقطع لتركيب الأنابيب ووصلات تكون مناسبة من أجل ضغط الغاز المنقول. أغلب البخار المستخدم في المصفاة يكتف إلى ماء في المبادلات الحرارية يعاد استخدامه كمياه تزويد للمرجل.

مياه تغذية البخار

إن التزويد بمياه التغذية جزء هام من توليد البخار. يجب أن يكون هناك، وبصورة دائمة، العديد من الباوندات (الباوند : رطل إنكليزي يساوي 453.6غرام) من المياه الداخلة إلى منظومة توليد البخار بما يعادل باوندات البخار التي تترك المنظومة، يجب أن تكون المياه المستخدمة في توليد البخار خالية من الملوثات المتضمنة الفلزات والشوائب المنحلة، والتي تستطيع أن تحدث أضراراً في المنظومة أو تؤثر على العملية. إن المواد المعلقة كالطيني ومياه المجارير وأقذارها والزيت، والتي تشكل راسباً حارشفياً أو حمأة، هذه المواد تخثر أو ترشح من المياه. إن الغازات المنحلة وبصورة خاصة ثاني أكسيد الكربون والأوكسجين، والتي تسبب تآكلاً للمرجل، تتم إزالتها بنزع الهواء والمعالجة. أما فيما يتعلق بالفلزات المنحلة كالأملح المعدنية، الكالسيوم والكربونات والتي تؤدي إلى تشكل راسب حارشفي وإلى التآكل وتوضعات مترسبة على شفرة التوربين، فإنها تعالج بالجير أو بكاربونات الصوديوم اللامائية بغية ترسيبها وفصلها عن المياه. تبعاً لخصائصها، يمكن أن تعالج مياه تغذية المرجل بالترويق، الترسيب، الترشيح، التبادل الأيوني، نزع الهواء والمعالجة الداخلية. أيضاً، يجب معالجة مياه التبريد المعاد تدويرها وذلك لإزالة الهيدروكربونات والملوثات الأخرى.

مسخنات المعالجة، المبادلات الحرارية والمبردات:

تسخن المسخنات والمبادلات الحرارية مخازين التلقيم تسخيناً أولياً في أبراج التقطير وفي عمليات المعالجة في المصفاة وصولاً إلى درجات حرارة التفاعل. إن الجزء الأساسي من الحرارة المؤمنة لوحدات المعالجة إنما يأتي من المسخنات العاملة بالحرق الموجودة في وحدات التسخين المتقدم للنفط الخام المحسن ومن

مسخنات وحدات التوكيك ومراجل إعادة الغلي ذات العمود الكبير والتي تزود بالوقود عن طريق المصفاة أو بالغاز الطبيعي وبمنتج التقطير والزيوت المتبقية. عادةً، تصمّم المسخنات من أجل عمليات المعالجة النوعية، وأغلبها إما أن يكون ذا تصميم عامودي أسطواني أو صندوقي النموذج. تستخدم المبادلات الحرارية إما البخار أو الهيدروكربونات الساخنة المنقولة من قطاعات أخرى من عملية المعالجة وذلك من أجل حرارة الدخل. أيضاً، يتم التخلص من الحرارة الوافدة من بعض العمليات عن طريق الهواء والمبادلات بالماء، المراوح الدقيقة، مبردات الغاز والسائل والمكثفات العلوية، أو عن طريق نقل الحرارة إلى منظومات أخرى. إن الأساس الميكانيكي لنظام التبريد بالضغط البخاري، مصمم لتخديم وحدة أو أكثر من وحدات المعالجة، ويتضمن هذا النظام كلاً من مبخر، ضاغط، مكثف، مكابح وأنابيب. إن المبردات الشائعة هي المياه، خليط كحول/مياه أو محاليل مختلفة من الغليكول. من المطلوب إيجاد الوسائل التي تكفل السحب الملائم أو التنظيف البخاري وذلك لإنقاص فرصة الانفجارات عند إشعال النيران في أفران المسخن. ومن المطلوب أيضاً إجراءات نوعية للإقلاع والطوارئ من أجل كل نموذج في الوحدة. إذا دهمت النيرات المراوح الدقيقة، فإن ثمة عطلاً يمكن أن يظهر كنتيجة للتسخين المفرط. وإذا تسرب منتج قابل للاشتعال من المبادل الحراري أو من المبرد كنتيجة لحالة تسرب، فإن الحريق يمكن أن يندلع. إن الحرص مطلوب لضمان التخلص من كل الضغط من أنابيب المسخن وذلك قبل نزع أي أنبوب توصيل رئيسي أو سدادات قطع تركيب الأنابيب. هذا ويجب أن تعطى الاعتبارات لإيجاد تصريف الضغط في منظومات أنابيب المبادل الحراري في حالة انسدادها وهي مملوءة بالسائل. إذا فقدت السيطرة، فإن تغيرات في درجة الحرارة والضغط يمكن أن تظهر جانبي المبادل الحراري. إذا أخفقت أنابيب المبادل الحراري وكان ضغط العملية أكبر من ضغط المسخن، فإن المنتج يمكن أن يدخل المسخن مؤدياً ذلك إلى عواقب في اتجاه مجرى الدفق. أما إذا كان الضغط أقل، فإن دفق المسخن يمكن أن يدخل في الدفق السائل للمعالجة. إذا حصل ضياع في الدوران (التوزيع) في المبردات العاملة بالسائل أو الغاز، فإن زيادة درجة حرارة المنتج يمكن أن تؤثر على عمليات التدفق، الأمر الذي يتطلب تصريفاً للضغط.

تبعاً للوقود وعملية المعالجة وتصميم الوحدة، هناك إمكانية للتعرض إلى كبريت الهيدروجين، ثاني أكسيد الكربون، الهيدروكربونات، حمأة مياه التغذية في مراحل البخار والمواد الكيميائية المستخدمة في معالجة المياه. يجب تجنب التماس الجلدي مع مياه تصريف المرجل والتي يمكن أن تحتوي على مركبات فينولية. إن التعرض للحرارة المتوهجة والبخار المفرط التسخين والهيدروكربونات الساخنة هو أمر ممكن.

أنظمة تصريف الضغط والتوهج:

تتضمن إجراءات السيطرة الهندسية المشتركة في عمليات المعالجة إنقاص تراكيز البخار القابل للاشتعال عن طريق التهوية والتمديد والتخميد. يستخدم تكييف الضغط للمحافظة على حجات التحكم في ضغط أعلى من الضغط الجوي بهدف التقليل من إمكانية دخول الأبخرة. إن أنظمة تصريف الضغط وجدت للتحكم بالأبخرة والسوائل التي تنطلق من معدات تصريف الضغط وتصريف المياه. إن تصريف الضغط هو آلي ومبرمج الإقلاع عندما يصل ضغط العمليات إلى مستوى محدد مسبقاً. عادةً، يحال تصريف المياه إلى انطلاق متعمد للمادة كالتصريفات المتعلقة بإقلاعات وحدة المعالجة، تصريفات الفرن، الإيقافات والطوارئ. إن إزالة ضغط البخار هي إزالة سريعة للأبخرة من أوعية الضغط في حالة الطوارئ. ويمكن أن ينجز ذلك باستخدام أقراص قطع تجهز عادة عند ضغط أعلى بالمقارنة مع صمام التصريف.

صمامات أمان التصريف

تستخدم صمامات أمان التصريف للتحكم بضغط الهواء، البخار، أبخرة الغاز والهيدروكربونات والسائل، وتفتح بشكل متناسب مع زيادة الضغط عن ضغط التشغيل العادي. في البداية، صممت صمامات الأمان لإطلاق حجوم كبيرة من البخار تفتح عادةً حتى تعبئة السعة. يزداد الضغط المفرط المطلوب لفتح صمامات تصريف السائل، حيث لا يكون هناك ضرورة للتصريف بحجم كبير مع ارتفاع الصمام، ويعزى ذلك إلى المقاومة النابضية المتزايدة. تستخدم صمامات أمان للإطلاق تجريبية التشغيل، وبسعة أكبر بست مرات من سعة صمامات التصريف العادية، وذلك عندما يطلب الإغلاق المحكم والتصريفات بحجم كبير. عادةً، تضخ السوائل غير المتطايرة إلى وحدة الفصل زيت/مياه وإلى منظومات الاسترداد، وترسل السوائل المتطايرة إلى الوحدات التي تعمل عند أخفض ضغط.

التوقد:

تتضمن منظومة تحرير الضغط المغلق والتوقد النموذجية صمامات التصريف والخطوط الآتية من وحدات تجميع التصريفات، براميل لفصل الأبخرة عن السوائل، موانع تسرب و/أو مزيل الغاز للوقاية من الوميض الخلفي، كما تتضمن نظاماً للتوقد والإشعال والذي يحرق الأبخرة إذا كان التصريف المباشر إلى الجو غير مسموح.

يمكن إعادة حقن البخار في موقد التوهج لإنقاص الدخان المرئي. يجب عدم السماح للسوائل بأن تفرغ في منظومة التخلص من البخار. إن براميل تخميد التوهج ومواقد التوهج تحتاج لأن تكون كبيرة بما فيه الكفاية من أجل استعمال تصريفات الطوارئ، وتتطلب البراميل تصريفاً في حالة الضغط المفرط. يكون التزود بصمامات تصريف الضغط حيث توجد إمكانية الضغط المفرط في عمليات المصفاة، ويعزى مثل ذلك إلى الأسباب التالية:

- فقد في مياه التبريد والمحتمل حصوله في المكثفات كنتيجة لهبوط الضغط بصورة حادة، وفي المقابل، هناك زيادة في الضغط في وحدة المعالجة.
- التبخر السريع وازدياد الضغط كمحصلة للحقن بسائل يتمتع بدرجات غليان أخفض والمتضمن المياه وذلك في أوعية المعالجة العاملة عند درجات الحرارة الأعلى.
- تمدد البخار والضغط المفرط الناتج والذي يعزى إلى بخار المعالجة الحرارية المفرطة وإلى سوء أداء المسخنات أو النار.
- عطل في التحكمات الآلية، المخارج المغلقة، تعطل المبادل الحراري، الخ...
- انفجار داخلي، تفاعل كيميائي، تمدد حراري، غازات متجمعة، الخ...
- فقد في الدفع الراجع محدثاً زيادة في الضغط في أبراج التقطير.

بسبب أن كمية الدفع الراجع تؤثر على حجم الأبخرة المغادرة لبرج التقطير، فإن الفقد في الحجم يؤدي إلى هبوط في الضغط في المكثفات وإلى زيادته في أبراج التقطير.

إن الصيانة هامة بسبب أن الصمامات مطلوب منها أن تقوم بوظيفة خاصة، تتضمن مشاكل تشغيل الصمام الشائعة:

- عطل في الفتح عند ضغط ثابت بسبب انسداد مدخل ومخرج الصمام أو بسبب التآكل، الأمر الذي يمنع التشغيل المناسب لحامل القرص والتوجيهات.
- عطل في إعادة التجليس بعد الفتح الانفجاري والناجم عن انسداد، تآكل، أو توضع على مقعد (الصمام) أو على الأجزاء المتحركة أو بسبب المواد الصلبة في الدفق الغازي التي تقطع قرص الصمام.
- الفتح الارتجاجي وقبل الأوان والناجم عن كون ضغط التشغيل قريباً جداً من النقطة الثابتة للصمام.

مصالح الخدمة العامة

المياه: تبعاً للموقع والمصادر المشتركة، يمكن للمصافي أن تعتمد على موارد المياه العامة لتأمين مياه الشرب ومياه المعالجة أو يمكن لها أن تضخ وتعالج مياه الشرب الخاصة بها. يمكن للمعالجة أن تتضمن مجالاً واسعاً من المتطلبات من إزالة الملوحة حتى الترشيح والكلورة والاختبار.

مياه المجارير: أيضاً، واعتماداً على المتاح من وحدات المعالجة المشتركة أو الفرعية الخاصة، ربما يجب على المصافي اتخاذ الترتيبات الملائمة من أجل الترخيص وتجميع ومعالجة وتصريف نفاياتها الصحية.

الطاقة الكهربائية: المصافي إما أن تستقدم الكهرباء من مصادر خارجية أو أنها تنتج كهرباءها وذلك باستخدام مولدات الكهرباء بواسطة توربينات البخار أو المحركات العاملة بالغاز. تصنف المناطق مع الأخذ بعين الاعتبار النموذج المطلوب من الوقاية الكهربائية لمنع الشرارة من أبخرة الإشعال أو الانفجار في التجهيزات الكهربائية. إن المحطات الفرعية لإنتاج الكهرباء والتي تشيد عادةً في المناطق غير المصنفة بعيداً عن منابع البخار الهيدروكربوني القابل للاشتعال أو عن رذاذ مياه برج التبريد، هذه المحطات تحتوي على محولات، قواطع الدارة والمفاتيح الكهربائية لدارة التغذية. تقوم المحطات الفرعية بتزويد الطاقة إلى محطات التوزيع بما في ذلك مناطق وحدة المعالجة. يمكن لمحطات التوزيع أن تتوضع في المناطق المصنفة عبر إيجاد متطلبات التصنيف الكهربائي. تستخدم محطات التوزيع النموذجية محولة معبأة بسائل ومزودة بجهاز فصل بالحشوة الزيتية أو بالكبح الهوائي.

تتضمن تدابير السلامة الكهربائية العادية قاعدة جافة، إشارات إنذار بتوتر عال ويجب ترسيخ الحماية للوقاية من الموت بالكهرباء. يجب أن يكون العاملون ملمين بإجراءات العمل الكهربائي المأمون في المصفاة. إن ممارسات الإغلاق/التعليق وممارسات العمل المأمون المناسبة الأخرى يجب أن ترسخ لمنع التنشيط الطاقى في أثناء تأدية العمل على التجهيزات الكهربائية ذات التوتر العالى. إن التعرضات الخطرة يمكن أن تظهر عند العمل حول المحولات والمفاتيح الكهربائية والتي تحتوي على سيالة في العازل مما يتطلب إجراءات استعمال خاصة.

التوربين وعمليات ضاغط الغاز والهواء

ضواغط الهواء والغاز

إن كلاً من تهوية الغازات العادمة في المصفاة ومنظومات التزود بالهواء مصممة لأسر أو تمديد الغازات، الأدخنة، الأغبرة والأبخرة التي يمكن أن تلوث أمكنة العمل أو الجو الخارجى. تسترد الملوثات المأسورة (المحتجزة) إذا كان ذلك ممكناً أو توجه إلى منظومات التخلص بعد تنظيفها أو حرقها. تتضمن منظومات التزود بالهواء ضواغط، مبردات، مستقبلات الهواء، مجففات الهواء، التحكم وأنابيب التوزيع. كما تستخدم النافخات لتزويد بعض العمليات بالهواء. تجهز وحدة الهواء من تشغيل العدد العاملة بالهواء، تجديد المحفز، مسخنات المعالجة، نزع الكوك بالبخار والهواء، أكسدة المياه الحامضية، تحلية الغازولين، صهر الأسفلت واستخدامات أخرى. يتم التزود بأجهزة الهواء من أجل استخدامها في الأجهزة العاملة بالهواء المضغوط ومعدات التحكم، المحركات الكهربائية وتوصيلات التنظيفات. أما وحدة الغاز، كالأزوت، فيتم التزود بها من أجل تخميد الأوعية ومن أجل استخدامات أخرى. يتم استخدام كل من الضواغط ذات الكباس المتردد والضواغط بقوة الطرد المركزي من أجل الغاز والهواء المضغوط. يجب أن توضع الضواغط بحيث لا يحصل الامتصاص (السطف) في الأبخرة القابلة للاشتعال أو الغازات الأكالة. هناك إمكانية للحريق عندما يحصل تسرب في ضواغط الغاز. إذا كانت الغازات ملوثة بمواد صلبة، فإن المصافي مطلوبة. إن تعطل التحكم الآلى للضاغط سيؤثر على العمليات. إذا كان الضغط الأعظمى، وبصورة احتمالية، أكبر من الضغط المصمم للضاغط أو لتجهيزات المعالجة، في

هذه الحالة يجب إيجاد تصريفاً للضغط. الحماية مطلوبة من أجل الأجزاء المتحركة المكشوفة على الضواغط. يجب أن تكون أبنية الضاغط مصنفة كهربائياً بصورة مناسبة، أما الإمدادات فتتظم لضمان التهوية المناسبة.

عندما تستخدم وحدة الهواء كمساند لهواء الجهاز، فإن التوصيلات المشتركة يجب أن تكون معاكسة في الدفع لمنظومة جهاز التجفيف بالهواء وذلك لمنع تلوث الأجهزة بالرطوبة. هناك مصادر بديلة للتزود بهواء الأجهزة كاستخدام الآزوت، ربما تكون مطلوبة في حال انقطاع الطاقة أو تعطل الضاغط. تطبق إجراءات وقائية بحيث لا يتم استخدام الغاز وهواء الوحدة وهواء الأجهزة كمصدر للتنفس أو من أجل الضغط في منظومات مياه الشرب.

التوربينات

التوربينات عادةً هي مزودات طاقة بالغاز أو بالبخار، وتستخدم لتدوير المضخات الضواغط، النفاخات وتجهيزات أخرى للمعالجة في المصفاة. يدخل البخار إلى التوربينات عند درجات حرارة وضغوط عالية، فيتمدد عبرها ويدير شفرات الدوران، في حين يوجه بواسطة شفرات ثابتة. تحتاج التوربينات البخارية المستخدمة في تشغيل التفريغ تحت الخلاء إلى صمام أمان للتصريف وذلك على الجانب المخصص للتصريف من أجل الوقاية والمحافظة على البخار في حالة إخفاق التخلية. عندما يكون ضغط التشغيل الأعظمي أكبر من الضغط التصميمي، تحتاج التوربينات البخارية إلى أجهزة تصريف. يجب إيلاء الأهمية لتوفير منظومات وأجهزة تحكم بتجاوز السرعة المقررة في التوربينات.

المضخات والأنابيب والصمامات

تستخدم مضخات الطرد المركزي والإزاحة الموجبة (الترددية) لنقل الهيدروكربونات، مياه المعالجة، مياه الحريق والنفائيات المائية على امتداد المصفاة. تدار المضخات بواسطة محركات كهربائية وتوربينات بخارية أو بواسطة محركات احتراق داخلي.

إن منظومات أنابيب المعالجة ومصالحة الخدمة العامة توزع الهيدروكربونات والبخار والمياه والمنتجات الأخرى على امتداد المنشأة. إنها مفصلة ومركبة من مواد بالاعتماد على نوع الخدمة، الضغط، درجة الحرارة وطبيعة المنتجات. هناك

نماذج مختلفة من الصمامات والمتضمنة صمامات بوابية، صمامات التحويل، صمامات كروية، صمامات سداسية، صمامات كبح وتفريغ وصمامات غير مرجعة، وتستخدم هذه النماذج بالاعتماد على غايات تشغيلها. يمكن أن تعمل هذه الصمامات يدوياً أو آلياً.

إن الصمامات ومجموعة الآلات التي تتطلب تخديماً أو عملاً آخر، يجب أن تتمتع بخاصية الوصول إليها عند مستوى مدرج أو من منصة تشغيل. إن الصمامات التي تعمل عن بعد وصمامات الحريق وصمامات العزل ربما تستخدم للحد من فقد المنتج عند خطوط الامتصاص في المضخة وذلك في حالة التسرب أو الحريق.

يمكن تزويد منفس التشغيل وتوصيلات الصرف بصمامات كبح مزودة أو بصمام كبح وشفة ربط مسدودة للوقاية من الإطلاقات. تبعاً للمنتج والخدمة المرجوة، ربما يكون هناك حاجة لدفق خلفي للوقاية من خط التصريف. يمكن اتخاذ تدابير احتياطية من أجل تمديد خط أنابيب ومن أجل التبدلات في الحركة ودرجة الحرارة وذلك لتجنب الانقطاع. يمكن للمضخات العاملة بتدفق منقوص أو بلا تدفق أن تسخن تسخيناً مفرطاً وتتصدع. إن الإخفاق في التحكم الآلي للمضخة يمكن أن يحدث انحرافاً في ضغط ودرجة حرارة العملية. وعندما تكون المضخات بضغط مفرط، يجب إيجاد تصريف للضغط في أنابيب التصريف.

صهريج التخزين

تستخدم صهاريج التخزين الجوي وصهاريج التخزين الضغطي على امتداد المصفاة لتخزين النفط الخام، الهيدروكربونات الوسيطة (تلك المستخدمة في المعالجة) والمنتجات النهائية السائلة منها والغازية، أيضاً يتم التزود بالصهاريج من أجل مياه الحريق، مياه العملية والمعالجة، الحموض، الهواء والهيدروجين، الإضافات والمواد الكيميائية الأخرى. إن نموذج وتركيب وسعة وتوضع الصهاريج يعتمد على استخدامها وطبيعتها، ضغط البخار، نقاط الوميض ونقاط انسكاب المواد المخزنة. هناك العديد من نماذج الصهاريج المستخدمة في المصافي وأبسطها هو الصهاريج فوق سطح الأرض ذات السقف المخروطي لتخزين السوائل القابلة للاحتراق (غير المتطايرة) مثل وقود الديزل وزيوت الوقود وزيوت التزليق. إن الصهاريج ذات السقف المفتوح وكذلك الصهاريج ذات السقف العائم المغطى

(داخلياً)، والتي تخزن السوائل القابلة للاشتعال (المتطايرة) كالكازولين والنفط الخام، تحدد مقدار الحيز بين ذروة المنتج وسقف الصهريج بهدف المحافظة على جو غني بالبخار لمنع الاشتعال.

إن احتمال الحريق موجود إذا كانت صهاريج تخزين الهيدروكربونات مملوءة بصورة مفرطة أو نتيجة لظهور التسربات التي تسمح للسائل والأبخرة بالتسرب والوصول إلى مصادر الاشتعال. يجب على المصافي إرساء إجراءات المعايرة اليدوية واستلام المنتج للسيطرة على التبعثات المفرطة أو إيجاد تحكم آلي بالتدفق المفرط وكذلك إيجاد أنظمة إشارة على الصهاريج. يمكن أن تجهز الصهاريج بأنظمة ثابتة أو نصف ثابتة للوقاية من الحريق باستخدام الرغوة - المياه.

يمكن تزويد الصهاريج بالصمامات التي تعمل بالتحكم عن بعد وصمامات العزل وصمامات الحريق من أجل التفريغ بالضح أو الإغلاق في حالة حصول حريق داخل الصهريج أو في الرصيف المرتفع للصهريج أو في منطقة التخزين. يستخدم كل من تهوية الصهريج والتنظيف وبرامج دخول الحيز المحصور للتحكم بالعمل داخل الصهاريج، كما تستخدم أنظمة السماح بالعمل في المناطق الساخنة للتحكم بمصادر الاشتعال داخل وحول صهاريج التخزين.

التعبئة والشحن البحري والنقل

إن تعبئة الغازات والهيدروكربونات السائلة في خطوط الأنابيب، شاحنات صهريج، عربات نقل صهريج وسفن وطوافات بحرية من أجل النقل إلى المحطات النهائية والمستهلكين، تعتبر العملية الختامية للمصفاة. إن خصائص المنتج، احتياجات التوزيع، متطلبات الشحن، الوقاية من الحريق، الحماية البيئية ومعايير التشغيل، كلها هامة عند تصميم المرافق البحرية ومنصات التعبئة ومشعبات خط الأنابيب. تحتاج إجراءات التشغيل لأن تكون مثبتة ويوافق عليها من قبل الشاحن والمستقبل، مع المحافظة على الاتصالات في أثناء نقل المنتج. يمكن لعربات نقل صهريج وعربات نقل صهريج بالسكك الحديدية أن تعبأ إما من الأعلى أو من الأسفل. تتطلب تعبئة وتفريغ الغاز البترولي المسيل اعتبارات خاصة إضافة إلى تلك المتعلقة بالهيدروكربونات السائلة. عندما يتطلب الأمر، يجب إيجاد منظومات استرداد البخار في منصات التعبئة والمرافق البحرية.

ربما تكون هناك حاجة إلى ممارسات العمل المأمون وإلى تجهيزات الوقاية الفردية المناسبة عند التعبئة أو التفريغ، تنظيف الانسكابات أو التسريبات أو عند المعايرة، الاختبار، تحضير العينات أو أنشطة تأدية الصيانة في منشآت التعبئة أو أنظمة استرداد البخار. يجب إيقاف التوريد أو تحويله في حالة الطوارئ كالتعبئة المفرطة للمقصورة عربة نقل الصهريج. هناك عدد من المواد الكيميائية المختلفة الخطرة والسامة التي تستخدم في المصافي والتي تتنوع من كميات صغيرة من كواشف الاختبار المستخدمة في المعالجة القلوية. تحتاج هذه المواد لأن تستلم وتخزن وتستهمل بصورة مناسبة. يقوم مصنعو المواد الكيميائية بتقديم معلومات عن أمان المادة والتي يمكن استخدامها في المصافي لتطوير تدابير الأمان، إجراءات السيطرة الهندسية، تجهيزات الوقاية الفردية وإجراءات الاستجابة للطوارئ وذلك من أجل استعمال المواد الكيميائية.

تعتمد طبيعة الخطر في منشآت التعبئة والتفريغ على المنتجات التي تعبأ وعلى المنتجات المنقولة بصورة مسبقة في عربة نقل أو صهريج أو الطوافة البحرية.

إن الربط يعادل الشحنة الكهربائية بين منصة التعبئة وعربة نقل الصهريج أو عربة الصهريج. يمنع التأريض تدفق التيارات الشاردة في منشآت النقل والتحميل على السكك الحديدية.

تستخدم حواف عزل على توصيلات أنابيب المرفأ البحري لمنع تشكل الكهرباء الساكنة ولتصريفها. تركيب واقيات لهب في منصة التعبئة وعلى خطوط استرداد البخار البحرية لمنع الوميض الخلفي. عندما يسمح بفتح التعبئة، يجب إرساء واتباع إجراءات الأمان. إن الأنظمة الآلية واليدوية على أنابيب التوصيل الرئيسي للإمداد يجب تثبيتها في أعلى وأسفل منصات التعبئة والمرفأ البحرية في حالة التسريبات أو التعبئة المفرطة. يمكن أن تكون الوقاية من السقوط، كدرايزين الدرج مطلوبة من أجل المرفأ والجانب العلوي من منصات التعبئة. يمكن التزود بأنظمة الصرف والاسترداد في منصات التعبئة من أجل الصرف المفاجئ وفي المرفأ وكذلك لمعالجة الانسكابات والتسريبات. إن تدابير الوقاية مطلوبة في منشآت تحميل الغاز البترولي المسيل وذلك لتجنب التعبئة والضغط المفرطين في عربات الصهريج وعربات نقل الصهريج.

5. أنشطة ومنشآت دعم المصفاة

هناك عدد من المنشآت والأنشطة والبرامج المختلفة، والتي يمتلك كل منها متطلباته الخاصة للأمان والصحة، مطلوبة لدعم عمليات المصفاة وذلك تبعاً لموقع المصفاة والمصادر المتاحة.

الأنشطة الإدارية

تبعاً لفلسفة شركة التكرير وتيسر الخدمات المشتركة، فإنه من المطلوب تنوع واسع من الأنشطة الإدارية الداعمة، وذلك لضمان العملية المستمرة في المصفاة. إن الوظيفة التي تشرف على حركة النفط الداخل والخارج من المصفاة هي وظيفة حصرية بالمصافي. يمكن للأعمال الإدارية أن تتعطل وفقاً لما سيرد لاحقاً.

إن التشغيل اليومي لوحدة المعالجة هو وظيفة العمليات. هناك وظيفة أخرى مسؤولة عن ضمان اتخاذ الترتيبات الملائمة من أجل التزود المستمر بالنفط الخام. وتشتمل الأنشطة الوظيفية الأخرى على الخدمات الطبية (الطوارئ والرعاية الصحية الدائمة)، خدمة الطعام، الخدمات الهندسية، خدمة الحجاب والبوابين، وظائف إدارية روتينية مشتركة مع معظم الصناعات الأخرى كالمحاسبة والشراء والعلاقات العامة، الخ. إن وظيفة التدريب في المصفاة هي المسؤولة عن تدريب العامل والمشرف على المهارات والبراعات، كما أنها مسؤولة عن توجيه العامل والمقاول وكذلك التدريب على الاستجابة للطوارئ وممارسات وإجراءات العمل المأمون.

التعمير والصيانة

تعتمد العملية المأمونة المستمرة في المصافي على إرساء وتنفيذ برامج وإجراءات من أجل الصيانة الدورية والصيانة الوقائية وضمان الاستبدال عند الضرورة، إن إعدادات المصفاة لدورة تالية، والتي من خلالها ستتوقف المصفاة بأكملها أو وحدات المعالجة بأكملها من أجل كشف كامل على التجهيزات والاستبدال في آن واحد، إنما هي نموذج من برنامج الصيانة الوقائية المقتصرة على صناعة المعالجة. إن الأنشطة الميكانيكية المكتملة كالتفتيش، الإصلاح، الاختبار وضبط جودة الصمامات وأجهزة التصريف، والتي تعتبر جزءاً من برنامج

إدارة أمان العملية، إن هذه الأنشطة ضرورية من أجل تشغيل مأمون ومستمر للمصفاة كما أنها بمثابة ترتيبات عمل الصيانة من أجل استمرار إدارة المصفاة وبصورة فعالة في تنفيذ برنامج التبديل. تراقب برامج الإذن بالعمل في المناطق الساخنة وكذلك العمل المأمون كالعزل والإغلاق والدخول إلى الأماكن المحصورة. إن الصيانة وورشات الآلات تمتلك غايات تتضمن:

- عمل مرهف ودقيق للاختبار، صيانة ومعايرة التحكم بعمليات المصفاة، الآلات والحواسيب.
- اللحام.
- إصلاح وتجديد المعدات.
- صيانة السيارات
- النجارة وأشياء أخرى.

ترتبط اعتبارات الصحة والأمان للتعمير والصيانة ببعض البرامج التالية:

العزل:

على الأغلب، تتطلب الصيانة المأمونة وكذلك الإصلاح واستبدال التجهيزات في وحدات المعالجة عزل الصهاريج والأوعية والخطوط وذلك لمنع إمكانية دخول السوائل القابلة للاشتعال والأبخرة إلى منطقة ينجز فيها عمل على الساخن. ويحقق العزل، وبصورة طبيعية، بفصل وإغلاق كافة الأنابيب المؤدية إلى أو من الأوعية، سد فتحات الأنبوب عند نقطة الوصل القريب من الصهرج أو الوعاء، أو إغلاق صمامات الكبح على الأنابيب إغلاقاً مزدوجاً إذا كانت موجودة، وفتح صمام التفريغ بين كل صمامين من صمامات الإقفال.

الإغلاق / الربط

تمنع برامج الإغلاق والربط التنشيط الطاقي غير المتعمد للتجهيزات الكهربائية، الميكانيكية، الهيدروليكية أو العاملة بالهواء المضغوط وذلك في أثناء الإصلاح أو الصيانة. كل التجهيزات كهربائية الطاقة يجب أن تمتلك قاطع دارة خاصاً بها أو مفتاحاً رئيسياً، يغلق أو يربط ويختبر لضمان عدم التشغيل وذلك قبل البدء بالعمل. يجب أن تفرغ طاقياً التجهيزات الهيدروليكية الميكانيكية وكذلك العاملة بالهواء المضغوط ويجب أن تكون مصادرها الطاقية مغلقة أو مربوطة وذلك قبل البدء بالعمل. إن الأنابيب المزودة بصمامات إغلاق والتي يتم

العمل عليها، أو التي تكون معزولة، يجب أن تُغلق أو تربط لتجنب الفتح غير المسموح.

التعدين

يستخدم التعدين لضمان ديمومة مقاومة وسلامة الأنابيب، الأوعية، الصهاريج والمفاعلات والمعرضة للتآكل من الحموض، المواد الأكلة، المياه الحامضية والغازات ومواد كيميائية أخرى تنتج أو تستخدم في أثناء معالجة النفط الخام. تستخدم طرائق الاختبار اللاتخريبي على امتداد المصفاة للكشف عن التآكل المفرط والحت قبل أن يظهر العطل. إن إجراءات الأمان المناسبة مطلوبة لوقاية العمال، الذين يتعاملون أو يتعرضون لتجهيزات الاختبار الإشعاعي والأصبغة والمواد الكيميائية من التعرضات المفرطة.

مستودعات الخزن

إن مستودعات الخزن لا تخزن فقط قطع الغيار والمواد والتجهيزات المطلوبة من أجل عمليات المصفاة المستمرة وإنما تخزن أيضاً المواد الكيميائية والمضافات العبأة والتي تستخدم في الصيانة والمعالجة والمزج. كما يمكن لمستودعات الخزن أن تحتفظ بمخزون من الألبسة وأجهزة الوقاية الفردية والمتضمنة قبعات قاسية، قفازات، مريولات، واقيات للعين والوجه، معدات وقاية التنفس، لباس قدم كتيمة ومأمون، ألبسة مقاومة للهب وألبسة واقية من الحمض. من المطلوب اتباع طرق ملائمة لتخزين وفصل السوائل القابلة للاشتعال والاحتراق وللمواد الكيميائية الخطرة لمنع الانسكابات والحرائق وخط المنتجات المتضاربة.

المخابر

إن المخابر هي المسؤولة عن تحديد قيم وقوام (تماسك) النفط الخام قبل المعالجة وكذلك إنجاز الاختبار المطلوب من أجل ضبط جودة المنتج النهائي. يجب أن يدرب طاقم المخبر للتعرف على المخاطر اللازمة لاستعمال ومزج المواد الكيميائية السامة والسوائل القابلة للاشتعال، وبالتالي إيجاد الحماية لأنفسهم وللآخرين.

السلامة والإصحاح البيئي والمهني

الأنشطة الأخرى الهامة الداعمة للمصفاة هي السلامة، منع الحريق والوقاية، الوقاية البيئية والإصحاح الصناعي. ويمكن إعدادها كوظائف منفصلة أو متكاملة

في عمليات المصفاة. إن أنشطة السلامة، الاستعداد للطوارئ والاستجابة ومنع الحريق والوقاية، هي، على الأغلب، مسؤولية الجهة نفسها داخل المصفاة.

تشارك مهمة السلامة في برامج إدارة السلامة العملياتية كجزء من فرق مراجعة التصميم، مراجعة ما قبل التعمير، مراجعة التعمير ومراجعة ما قبل الإقلاع من جديد. على الأغلب، تساهم السلامة في عملية تصنيف المتعهد وفي مراجعة أنشطة المتعهد وتستقصي عن الحوادث التي تشمل العمال والمتعهدين. يمكن أن يكون فريق السلامة هو المسؤول عن مراقبة الأنشطة التي تتطلب إذناً كالدخول إلى المكان المحصور والعمل الساخن وعن اختبار تيسر وجهوية مطافئ الحريق النقالة، منشآت إزالة التلوث، دوشات السلامة، محطات غسل العين، أجهزة الكشف المثبتة وإشارات الخطر وأجهزة التنفس المستقلة للطوارئ التي توضع في الأماكن الاستراتيجية في حالة إطلاق غاز سام.

برامج السلامة

تتولى مهمة السلامة في المصفاة عادة مسؤولية تطوير وإدارة العديد من برامج السلامة والوقاية من الحوادث والمتضمنة ما يلي دون أن تقتصر عليها:

- مراجعات السلامة عن تصميم التعمير وما قبل الإقلاع؛
- التقصي والإبلاغ عن الحادث والحادث العرضي؛
- خطط الاستعداد للطوارئ وبرامج الاستجابة؛
- برنامج الالتزام بالسلامة؛
- ممارسات العمل المأمون وإجراءات الوقاية؛
- الإغلاق / الربط
- الدخول إلى المكان المحصور؛
- السقالة؛
- السلامة الكهربائية، تأريض التجهيزات وبرنامج الوقاية من العطل؛
- حماية الآلة؛
- إشارات السلامة والتنبيهات؛
- العمل الساخن، العمل المأمون وأنظمة السماح بالدخول.

فرق الإطفاء

يمكن أن تكون فرق الإطفاء والاستجابة للطوارئ في المصفاة مكونة من أعضاء مختصين بالإطفاء يعملون بدوام كامل، أو عمال معينين في المصفاة كالمشغلين

وطاقم الصيانة المدربين والمعهود إليهم بالاستجابة بالإضافة إلى مهامهم النظامية، كما يمكن الجمع بين الاثنين. بالإضافة إلى الحرائق، تستجيب السرايا، وبصورة تقليدية، للحوادث العرضية كإطلاقات حمض أو غاز، الإنقاذ من الأوعية والصهاريج، الانسكابات وغيرها، يمكن أن تكون مهمة الوقاية من الحريق مسؤولة عن تفتيش واختبار الكواشف والإشارات وأنظمة وتجهيزات الوقاية من الحريق الثابتة أو النقالة والمتضمنة سيارة الإطفاء، مضخة إطفاء الحريق، خطوط مياه إطفاء الحريق، مآخذ إطفاء الحريق، خراطيم وفوهات.

تختلف مكافحة الحريق في المصفاة عن مكافحة الحريق العادية، بسبب أن الأفضل من الإطفاء، هو وفي أغلب الأحيان، السماح للحرائق بالاستمرار بالاحتراق. علاوة على ذلك، لكل نموذج من الهيدروكربونات، سائل، غاز وبخار، خصائص فريدة في كيمياء الاحتراق، والتي يجب أن تفهم بصورة كاملة وذلك من أجل السيطرة على الحرائق الناجمة عنها. فعلى سبيل المثال، إن إطفاء حرائق بخار هيدروكربوني دون إيقاف إطلاق البخار في البداية، سوف يؤدي فقط إلى خلق غاز بخاري مستمر مع إمكانية إعادة الاشتعال والانفجار. إن الحرائق في الصهاريج الحاوية على النفط الخام والمتبقيات الثقيلة تحتاج إلى معالجة بتقانات نوعية لمكافحة الحريق وذلك لتجنب انفجار أو فوران الصهريج أثناء الغليان. على الأغلب، يتم إطفاء حرائق الهيدروكربونات بإيقاف تدفق المنتج والسماح للنيران بمتابعة الاحتراق، في حين تستخدم مياه التبريد لحماية التجهيزات المجاورة والصهاريج والأوعية من الانفجارات الحرارية. يصمم العديد من الأنظمة الثابتة للوقاية من الحريق لهذه الغاية المحددة. تتطلب مكافحة الحرائق في وحدات المعالجة العاملة بتطبيق ضغط، اعتباراً وتدريباً خاصاً، وبصورة خاصة لدى استخدام المحفزات كحمض فلور الماء. إن المواد الكيميائية الخاصة لمكافحة الحريق، كالبودرة الجافة أو محاليل مياه - رغوة، يمكن أن تستخدم لإطفاء حرائق الهيدروكربونات وللسيطرة على انبعاث البخار.

الاستعداد للطوارئ

تحتاج المصافي إلى تطوير وتنفيذ خطط الاستجابة للطوارئ من أجل عدد من الحالات المحتملة المتعددة والمتضمنة الانفجارات، الحرائق، الإطلاقات وعمليات الإنقاذ. يجب أن تتضمن خطط الطوارئ استخدام المساعدة الخارجية والمتضمنة

المساعدة من المتعهدين والمساعدة الحكومية والمشاركة بالإضافة إلى استخدام المتاح من الإمدادات والتجهيزات الخاصة، كالرغوة لمكافحة الحريق والانسكاب والمواد الماصة.

اختبار الغاز والبخار

تؤدي مراقبة ورصد الغاز، الجسيمات الدقيقة والبخار، وكذلك تحضير العينات والاختبار في المصافي، إلى ضمان إنجاز العمل بسلامة وإدارة العمليات من دون تعرضات سامة أو خطرة، ومن دون انفجارات أو حرائق. ينجز الاختبار الجوي باستخدام مجموعة متنوعة من التجهيزات والتقانات لقياس المحتوى من الأوكسجين، الأبخرة الهيدروكربونية والغازات وتحديد مستويات التعرض الخطر والسام. يجب أن تكون الأجهزة معايرة ومضبوطة بصورة مناسبة قبل الاستخدام وذلك من قبل أشخاص مؤهلين لضمان قياسات دقيقة يعتمد عليها. تبعاً لمكان العمل، يمكن التوصل إلى المخاطر الممكنة ونموذج العمل الذي ينجز، الاختبار، تحضير العينات والمراقبة وذلك قبل البدء بالعمل، أو عند فواصل زمنية محددة أثناء العمل، أو بصورة مستمرة على امتداد جريان العمل.

عند تأسيس إجراءات الوقاية في المصفاة من أجل تحضير العينات واختبار الأجواء القابلة للاشتعال والحاملة والسامة، يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار استخدام أجهزة الوقاية الفردية والمتضمنة معدات حماية التنفس المناسبة. يجب أن يلحظ بأن الكمادات ذات النموذج العليبي غير مناسبة من أجل الأجواء المنقوصة الأوكسجين. يجب أن تعتمد متطلبات الاختبار على درجة الخطر والذي يمكن أن يكون موجوداً في حالة تعطل الجهاز.

إن اختبار المواد التالية يمكن أن ينجز باستخدام التجهيزات النقالة أو أجهزة ثابتة.

الأوكسجين

أجهزة قياس الغاز القابل للاحتراق تعمل بحرق عينة صغيرة من الجو المراد اختبارها. من أجل الحصول على قراءة دقيقة للغاز القابل للاحتراق، فإن حداً أدنى 10% وحداً أعلى 25% من الأوكسجين يجب أن يكون موجوداً في الجو. تحدد كمية الأوكسجين الموجودة في الجو باستخدام مقياس الأوكسجين قبل، أو بصورة متزامنة مع استخدام مقياس الغاز القابل للاحتراق. إن قياس الأوكسجين عند

العمل في أماكن محصورة أو مغلقة، كالدخول من دون حماية تنفسية (شريطة ألا يكون هناك تعرضات سامة)، يتطلب تركيزاً عادياً من أوكسجين هواء التنفس بحدود 21% أيضاً، تستخدم مقاييس الأوكسجين لقياس كمية الأوكسجين في الحيزات الخاملة لضمان عدم وجود كمية كافية لدعم الاحتراق في أثناء العمل الساخن أو العمليات الأخرى.

أبخرة الهيدروكربونات والغازات

إن العمل الساخن هو العمل الذي يخلق مصدراً للاشتعال كاللحام، القطع، الشحذ، التنظيف بالدفع الهوائي، تشغيل محرك يعمل بالاحتراق الداخلي وهلمّ جراً، وذلك في منطقة تشتمل على إمكانية التعرض للأبخرة القابلة للاشتعال والغازات. من أجل تأدية العمل الساخن بسلامة، تستخدم أجهزة معروفة مثل مقاييس الغاز القابل للاحتراق لاختبار الأبخرة الهيدروكربونية في الجو.

إن الأبخرة الهيدروكربونية أو الغازات ستحترق فقط عندما تمزج بالهواء (الأوكسجين) بنسب معينة وتشتعل. إن لم تكن هناك كفاية من البخار في الهواء، يوصف المزيج بأنه «فقير جداً كي يحترق»، أما إذا كان هناك الكثير من البخار، فإن المزيج يكون «غنياً جداً كي يحترق» تسمى النسب الحدية بحدود الالتهاب العليا والدنيا، ويعبر عنها كنسبة مئوية من حجم البخار في الهواء. إن كل جزيء هيدروكربوني أو خليط يمتلك حدوداً مختلفة للالتهاب، وتصنف، نموذجياً، من حوالي 1 إلى 10% من البخار في الهواء. يمتلك بخار الغازولين، على سبيل المثال، حداً أدنى للالتهاب قدره 1.4% وحداً أعلى للالتهاب قدره 7.6%.

الأجواء السامة

تستخدم أجهزة خاصة لقياس سويات سمية وخطورة الغازات، الأبخرة والجسيمات الدقيقة والتي يمكن أن تكون موجودة في الجو حيث ينجز العمال أعمالهم. تستخدم هذه القياسات لتحديد سوية ونموذج الوقاية المطلوبة، والتي يمكن أن تتنوع من تهوية كاملة واستبدال الجو إلى استخدام تجهيزات التنفس والوقاية الفردية من قبل الناس الذين يعملون في المنطقة. تشمل الأمثلة عن التعرضات الخطرة والسامة والتي يمكن أن توجد في المصافي الأسيستوس، البنزن، كبريت الهيدروجين، الكلورين، ثاني أوكسيد الكريون، حمضي الكبريت وفلور الماء، الأمينات، الفينول ومركبات أخرى.

برامج الصحة والسلامة

إن الأساس في الإصحاح الصناعي للمصفاة هو برنامج إداري وإجراءات سيطرة هندسية يغطي تعرضات المنشأة للمواد الكيميائية السامة والخطرة، كما أنه يغطي السلامة والإصحاح في المخبر والعوامل الإرغونومية (التلاؤمية) والمراقبة الطبية.

تؤسس وكالات وشركات التنظيف حدود التعرض للمواد الكيميائية المتنوعة السامة والخطرة. تنجز وظيفة الإصحاح المهني المراقبة والرصد وتحضير العينات وصولاً إلى قياس تعرض العامل للمواد الكيميائية والمكونات السامة والخطرة. يمكن لاختصاصيي الإصحاح الصناعي أن يوصوا باتخاذ إجراءات السيطرة الهندسية، وممارسات العمل الوقائية واستبدال المنتج واستخدام ملابس ومعدات الوقاية الشخصية أو الإجراءات البديلة للحماية أو خفض التعرض.

البرامج الطبية

تتطلب المصافي، بصورة نموذجية، إجراء فحوص طبية قبل التعيين وفحوص طبية دورية لتحديد قدرة العامل على إنجاز العمل في البداية وبصورة لاحقة، وضمان أن متطلبات وتعرضات العمل المستمرة سوف لن تعرض صحة أو سلامة العامل للخطر.

الحماية الشخصية

يجب أن تغطي برامج الحماية الشخصية التعرضات النموذجية للمصفاة مثل الضجيج، والأسبيستوس، والعزل، والنفايات الخطرة، وكبريت الهيدروجين، والبنزن، والمواد الكيميائية المستخدمة في المعالجة بما فيها المواد القلوية، وفلور الهيدروجين، وحمض الكبريت وغيرها. يمكن للإصحاح الصناعي أن يحدد المعدات الشخصية الملائمة التي يجب استخدامها لتعرضات متنوعة، متضمنةً الأقنعة المزودة بالهواء والضغط السلبي، بالإضافة إلى معدات حماية السمع والعين والجلد.

سلامة المنتج

إن إدراك سلامة المنتج يتناول معرفة مخاطر المواد الكيميائية التي يحتمل التعرض لها في مكان العمل، والإجراءات التي يجب اتخاذها في حال حدوث تعرض عبر الابتلاع أو الاستنشاق أو التماس الجلدي. تجري دراسات السمية للنفط الخام ودفوق المصفاة والمواد الكيميائية المستخدمة في المعالجة والمنتجات النهائية

والمنتجات الجديدة المقترحة لتحديد التأثيرات المحتملة للتعرض على كل من العمال والزيائن. تستخدم المعطيات لتطوير المعلومات الصحية المتعلقة بحدود التعرض المسموح بها أو الكميات المقبولة للمواد الخطرة في المنتجات. ويتم توزيع هذه المعلومات بشكل نموذجي بواسطة وثائق بيانات سلامة المادة (MSDSs) أو وثائق مماثلة، كما يتم تدريب العمال أو توعيتهم حول أخطار المواد في مكان العمل.

6. الحماية البيئية

إن الحماية البيئية عامل هام في عمليات المصفاة بالنظر إلى متطلبات الالتزام التنظيمية والحاجة إلى المحافظة على الارتفاع في تكاليف وأسعار النفط. تولد مصافي النفط مجالاً واسعاً من الإصدارات الهوائية والمائية التي يمكن أن تكون خطرة على البيئة. بعضها عبارة عن ملوثات في النفط الخام الأصلي، وبعضها الآخر ينجم عن معالجات وعمليات المصفاة. تتضمن الانبعاثات الهوائية كلاً من كبريت الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد الآزوت وأول أكسيد الكربون (انظر الجدول 2.78). تحتوي النفايات المائية، بصورة نموذجية، على الهيدروكربونات والمواد المنحلة والمواد الصلبة المعلقة والفينولات والأمونيا والمركبات الكبريتية والحموض والقلويات بالإضافة إلى ملوثات أخرى، كما يوجد أيضاً خطر الانسكابات والتسربات العرضية لمجال واسع من المواد الكيميائية القابلة للاشتعال و/أو السامة.

وفيما يلي إجراءات السيطرة لاحتواء الإطلاقات السائلة والبخارية وخفض تكاليف التشغيل:

حفظ الطاقة

تتضمن إجراءات السيطرة برنامج التحكم بتسرب البخار واسترداد ناتج التكثيف وذلك لحفظ الطاقة وزيادة الفعالية.

تلوث المياه

تتضمن إجراءات السيطرة معالجة النفايات المائية في أجهزة الفصل API ومنشآت المعالجة المتعاقبة وتجميع واحتجاز ومعالجة الدفق المائي وبرامج التحكم لمنع الانسكابات.

تلوث الهواء

بما أن المصافي تعمل بصورة مستمرة، فمن الهام كشف التسرب وبخاصة عند الصمامات وتوصيلات الأنبوب. وتتضمن إجراءات السيطرة خفض الانبعاثات

البخارية الهيدروكربونية والإطلاقات إلى الجو، وبرامج تتعلق بالإغلاق المحكم لصمامات المصفاة وبرامج إغلاق الخزانات ذات السقف العائم وحجز الأبخرة، بالإضافة إلى استرداد البخار لأجل منشآت التعبئة والتفريغ ولأجل تهوية الصهاريج والأوعية.

تلوث الأرض

يمكن تجنب تلوث التربة والمياه الجوفية الناجم عن انسكاب النفط عبر استخدام أرصفة عالية وتأمين التصريف إلى مناطق حجز محدودة ومحمية. كما يمكن منع التلوث الناجم عن الانسكاب داخل مناطق الرصيف العالي عبر استخدام إجراءات حجز ثانوية مثل البطانيات البلاستيكية أو الغضارية الكتيمة للأرصفة.

التدخل في حالة الانسكاب

على المصافي أن تضع وتنفذ برامج للتدخل في حالة انسكابات النفط الخام والمواد الكيميائية والمنتجات النهائية على كل من الأرض والمياه. يمكن لهذه البرامج أن تعتمد على مدربين أو هيئات خارجية ومقاولين وذلك للاستجابة للطوارئ. يجب تضمين النوع والكمية المطلوبة والمتاحة من موارد ومعدات تنظيف واستعادة الانسكاب سواء في الموقع ذاته أو عند الطلب، وذلك في خطة الاستعداد.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 1996. *OSHA Instruction TED 1.15 CH-1*. Washington, DC: OSHA, US Department of Labor.

OTHER RELEVANT READINGS

American Petroleum Institute. 1971. *Chemistry and Petroleum for Classroom Use in Chemistry Courses*. Washington, DC: American Petroleum Institute.

- . 1973. *Industrial Hygiene Monitoring Manual for Petroleum Refineries and Selected Petrochemical Operations*. Manual 2700-1/79-1M. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- . 1980. *Facts about Oil*. Manual 4200-10/80-25m. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- . 1990. RP574, *Inspection of Piping, Tubing, Valves and Fittings*. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- . 1990. RP750, *Management of Process Hazard*. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- . 1991. RP 573, *Inspection of Fired Boilers and Heaters*. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- . 1992. RP 572, *Inspection of Pressure Vessels*. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- . 1992. RP576, *Inspection of Pressure Relieving Devices*. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- . 1994. RP2001, *Fire Protection in Refineries*. Washington, DC: American Petroleum Institute.

Armistead, GJ. 1950. *Safety in Petroleum Refining and Related Industries*. New York: John G. Simmons & Co., Inc.

Exxon Company. 1987. *Encyclopedia for the User of Petroleum Products*. Houston, TX: Exxon Company, USA, Marketing Technical Services.

International Labour Organization (ILO). 1992. *Labour Inspection in the Oil Refining and Large-Scale Petrochemical Industries*. Geneva: ILO.

Kutler, AA. 1969. Crude distillation. In *Petro/chem Engineering*. New York: John G. Simmonds & Co.

Mobil Oil Corporation. 1972. *Light Products Refining, Fuels Manufacture* (Mobil Technical Bulletin). Fairfax, VA: Mobil Oil Corporation.

- . 1993. *A Mobil Guide to Health Effects of Refinery Streams*. Princeton, NJ: Mobil Oil Corporation.

Nabieva, GV. 1976. CIS 77-1451. Occupational disease in oil rig workers. *Gigiena truda i professional'nye zabolevanija* 8:22-24.

Ostrowski, R. 1991. Oil quenching. In *Industrial Fire Hazards Handbook*. Quincy, Ma: National Fire Protection Association.

- Parkes, KR. 1992. Mental health in the oil industry: A comparative study of onshore and offshore employees. *Psych Med* 22:997-1009.
- Rom, WN, JS Lee, and BF Craft. 1981. Occupational and environmental health problems of the developing oil shale industry: A review. *Am J Ind Med* 2:247-260.
- Salpukas, A. 1995. New ideas for U.S. oil. *New York Times*, 16 November.
- Skoupy, A and R Ulrich. 1994. Dispersal of chain lubrication oil in one-man chain-saws. *Forsttechnische Information* 11:121-123.
- Skyberg, K, A Ronneberg, CC Christensen, CR Naess-Andersen, HE Refsum, and A Borgelsen. 1992. Lung function and radiographic signs of pulmonary fibrosis in oil exposed workers in a cable manufacturing company: A follow up study. *Brit J Ind Med* 49(5):309-315.
- Sutherland, VJ and CL Cooper. 1986. *Man and Accidents Offshore: The Costs of Stress among Workers on Oil and Gas Rigs*. London, Belgium: Dietsmann International NV, Lloyd's List.
- Vervalin, CH (ed.). 1985. *Fire Protection Manual for Hydrocarbon Processing Plants*, Vol. 1, 3rd ed. Houston, TX: Gulf Publishing Co.
- Wagenaar, W, J Groeneweg, PTW Hudson and JT Reason. 1994. Promoting safety in the oil industry. *Ergonomics* 37(12):1999-2013.
- Woods, GM. 1984. Oil quenching. In *Industrial Fire Hazards Handbook*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.