وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
University of Kusdi Merbah Ouargla
كلية الرياضيات وعلوم المادة
Faculty of Mathematics and Sciences of matter
قسم الكيمياء
Département of Chemistry

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء المحيط

من إعداد الطالبين: بن الشحم خميس - بن الشحم الحاج

بعنوان:

تسيير ومعالجة النفايات البترولية - شركة BASP في الجنوب الشرقي الكبير-

نوقشت علنا يوم: 2022/05/16

امام لجنة المناقشة المكونة من:

هادف الدراجي	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح- ورقلة	**رئيسا**
شربي رقية	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح- ورقلة	**مناقشا**
زروقي حياة	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح -ورقلة	**مشرفا**
بالفار محمد الأخضر	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح- ورقلة	**مساعد مشرف**

الموسم الجامعي: 2022/2021م

بسم الله الرحمان الرحيم

"وقل اعملوا فسيرى الله عملكم

ورسوله والمؤمنون وستردون الى عالم الغيب

والشهادة فينبئكم بما كنتم

تعلمون "الاية 105 من سورة التوبة

صدق الله العظيم

صدق الله العظيم

الإهداء

بسم الله والحمد له

بكل انحناء وتواضع نهدي ثمرة عملنا وعصارة فكرنا الى التي كرم الله مكانتها، ووضع الجنة تحت قدميها الى التي أغرقت على من فيض حبها، فأنارت حياتنا في صبانا ورشدنا إليك يا أغلى من لنا في الوجود.

إليك أماه رعاك الله

الى واضع حجرة الاساس في حياتنا والى الامر الناهي في دنيانا الى الذي دفعنا الى مواصلة تعليمنا إليك أبي العزيز رعاك الله

إليكم يا أخوتي الأعزاء

إليكم يا أصدقائي وزملائي

إليكم يا من نحبكم

الى كل الأساتذة الكرام الحاضرين والغائبين وكل الطاقم الإداري

تشكرات

الحمد والشكر لله عز وجل القائل:

"ولئن شكرتم لأزيدنكم"

اللهم نحمدك حمدا يليق بجلال وجهك وعظيم سلطانك ان وفقتنا للقيام بهذا العمل ويسرت لنا سبيل انجازه بمنة وبفضل منك.

ويقول صلى الله عليه وسلم: "من لم يشكر الناس لم يشكر الله".

نتقدم بالشكر العميق إلى الشعلة التي أنارت

مسلك عملنا المتواضع للأستاذة المشرفة الدكتورة " **زروقي حياة** "

وكذا الأستاذ مساعد المشرف الدكتور " **بالفار محمد الأخضر** ".

اللذين عرفناهم بالمساعدة والتشجيع الذي قدموه

كما نتوجه بالشكر الجزيل الى أعضاء اللجنة المناقشة الدكتور" **هادف الدراجي**"

والدكتورة " **شربي رقية** " والى كل من ساعدنا في إثراء هذا العمل

من قريب او من بعيد

ولم يبخل علينا بأية معلومة واقتراح.

كما لا أنسى أن نشكر كل الموظفين في شركة "BASP"

التي كانت محل الدراسة على المعلومات القيمة

والثقة التي أبدوها نحونا.

بن الشحم الحاج

بن الشحم خميس

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الآية القرآنيـــــــة	I
الاهـــــــــــداء	II
تشكـــــــــــرات	III
فهرس المحتويـــات	IV
فهرس الجـــــــــداول	VIII
فهرس الاشكـــــــــال	IX
قائمة الاختصارات	X
مقدمـــــــــــة	1
الجانب النظري	
الفصل الأول: النفايات البترولية	
تمهيد	3
I- تعريف التلوث	3
I-1- تعرّف الموسوعة البريطانيّة - Britannica - للتلوث	3
I-2- أنواع التلوث	3
I-2-1- التلوث الفيزيائي	3
I-2-1-1- التلوث البصري	3
I-2-1-2- التلوث الضوضائي	3
I-2-1-3- التلوث الإشعاعي	4
I-2-1-4- التلوث الحراري	4
I-2-2- التلوث البيولوجي	4
I-2-3- التلوث الكيميائي	4
I-2-4- التلوث الصناعي	4
I-2-5- التلوث النفطي (البترولي)	5
I-2-5-1- تعريف النفط	5
I-2-5-2- تعرّيف التلوّث بالنفط	5
I-3- النفايات البترولية	5

I-3 -1- سائل الحفر	5
I -3- 2- مصطلح سائل الحفر	6
I -3-3- أنواع سوائل الحفر	6
I -3-4- تركيب وتصنيف سوائل الحفر	7
I -3-5- دور سائل الحفر	8
I -3-6- أثار سوائل الحفر على البيئة : environmental problerr	8
I-4- الماء المنتج	9
I-4-1- تعريف الماء المنتج	9
I-4-2- مكونات الماء المنتج	10
I-4-3- اضراره على الصحة والبيئة	10
I-5- الانبعاثات الغازية	11
I-5-1- تأثير الانبعاثات الغازية على البيئة	11
I-5-2- تأثير الانبعاثات الغازية على الصحة	11
I-6- النفايات والمواد المتبقية من أنشطة الاستكشاف البترولية	12
I-6-1-الحمأة الزيتية	12
I-6-2- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحمأة الزيتية	13
I-6-3- تتجلى الاثار السلبية للحمأة الزيتية في ثلاثة جوانب على الصحة والبيئة	13
مراجع الفصل الأول	14
الفصل الثاني: طرق معالجة النفايات البترولية	
تمهيد	15
II - تشكل الحمأة البترولية	15
II-1- مكونات الحمأة البترولية	15
II-2- استعادة الزيوت من الحمأة البترولية	15
II-3- طرق استخلاص الزيوت من الحمأة الزيتية	15
II-3-1- الاستخلاص بالمذيبات	15
II-3-2- المعالجة بالطرد المركزي	16
II-3-3- الاستخلاص المعزز للنفط(EOR)	17
II-3-4- علاج التجميد والذوبان	18

II-3-5- الانحلال الحراري للحمأة	19
II-3-6- تشعيع الميكروويف	20
II-3-7- طريقة الحركية الكهربائية	21
II-3-8- تشعيع بالموجات فوق الصوتية	21
II-3-9- زبد تعويم	22
II-4- طرق التخلص من الحمأة البترولية	23
II-4-1- الحرق	23
II-4-2- الاستقرار / التصلب	24
II-4-3- علاج الأكسدة	25
II-4-4- المعالجة الحيوية	26
II-5- تقنيات معالجة الحمأة الزيتية في صناعة البتروكيماويات	28
II-6- المياه المنتجة	30
II-6-1- المياه المنتجة وبدائل المعالجة المياه المنتجة والمعالجة النموذجية	31
II-6-2- طرق أخرى في معالجة المياه المنتجة	33
قائمة المراجع الفصل الثاني	35
الجانب التطبيقي	
الفصل الثالث: الدراسة الميدانية	
III -1- تقديم شركة BASP	37
III -2- خدمات BASP	37
III -3- خدمات المختبر	38
III -4- مقدمة عن إدارة مخلفات الحفر	38
III -5- المعالجة الفزيائية للحمأة الزيتية ذات الأساس الزيتي OBM	38
III -5-1- المعالجة الأولية بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي : Dryer	38
III -5-1- 1- مبدأ عمل جهاز الطرد المركزي العمودي	38
III -5-1- 2- تطبيق استخدام جهاز الطرد المركزي العمودي	39
III -5-1- 3- عملية معالجة طين الحفر بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي	40
III -5-1- 4- أداء جهاز الطرد المركزي العمودي	41
III -5-1- 5- سجل ونتائج العملية	42

III -5-1- 6- جهاز التأكد من نسبة الزيت أثناء عملية المعالجة بواسطة الطرد المركزي العمودي :	43
III -5-1- 7- عينة من نتائج المعالجة بواسطة الطرد المركزي العمودي من داخل الورشة	43
III -5-2- المرحلة الثانوية للمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي : Centrifuge	44
III -5-2-1- عينة من نتائج للمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي : Centrifuge	44
III -5-3- المرحلة النهائية للمعالجة عن طريق الحرق بواسطة تقنية TCC	45
III -5-3-1- تقنية TCC	45
III -5-3-2- أماكن تواجد تقنية TCC في العالم	46
III -5-3-3- الأداء البيئي	46
III -5-3-4- مبدأ العمل تقنية TCC	46
III -5-3-5- نتائج العملية لتقنية TCC	47
III -5-3-6- عينة من نتائج للمعالجة بواسطة جهاز الامتصاص الحراري تقنية TCC	48
III -6- المعالجة الكيميائية للحمأة الزيتية ذات الأساس المائي WBM	48
III -7- مناقشة النتائج	48
الخلاصة	50
قائمة الملاحق	52
الملخص	54

قائمة الجداول

الرقم	الموضوع	الصفحة
(1-II)	مقارنة بين تقنيات التخلص من الحمأة الشائعة	28
(1- III)	شرح طريقة عمل محطة المعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي	40
(2- III)	عينة من نتائج المعالجة بواسطة الطرد المركزي العمودي من داخل الورشة	43
(3- III)	عينة من نتائج المعالجة بواسطة الطرد المركزي من داخل الورشة	44
(4- III)	أداء تقنية TCC في عملية المعالجة	47
(5- III)	كمية الملوثات المنتجة من محطات المعالجة أولية والثانوية	48

قائمة الصور و الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
(1-I)	انتاج سائل الحفر على مستوى وحدة الإنتاج	6
(2-I)	الماء المنتج	9
(3-I)	الانبعاثات الغازية في حقول النفط	11
(4-I)	مكب الحماة الزيتية في حقول النفط	12
(1-II)	جهاز الطرد المركزي العمودي	17
(2-II)	محطة الانحلال الحراري للحمأة الزيتية	20
(3-II)	جهاز الحرق TCC	23
(4-II)	الإنتاج العالمي للمياه البرية والبحرية (Dal Ferro and Smith 2007)	30
(5-II)	عملية معالجة المياه النموذجية في صناعة النفط والغاز (معدلة من شل 2009).	32
(1- III)	موقع شركة BASP على الخريطة	37
(2- III)	مبدأ عمل جهاز الطرد المركزي العمودي	39
(3- III)	مخطط محطة المعالجة الحمأة الزيتية	41
(4- III)	صورة في الموقع لجهاز الطرد المركزي العمودي اثناء العمل	41
(5- III)	الطين ذو الأساس الزيتي قبل وبعد المعالجة	42
(6- III)	نسبة الزيت المنزوع من طين الحفر قبل وبعد المعالجة	42
(7- III)	جهاز Distillateur	43
(8- III)	مكونات تقنية TCC	45
(9- III)	مكان تواجد تقنية TCC في العالم	46

قائمة الرموز والاختصارات

الرمز	التسمية
pH	الأس الهيدروجيني
CMC	كربوكسي ميثيل السليلوز
CPF	مرفق المعالجة المركزية
NORM	المواد المشعّة طبيعية المنشأ
BTEX	البنزين والتولوين وإيثيل البنزين والزيلين
DCO	الطلب الكيميائي على الأكسجين
WBM	الطين ذو الأساس المائي
OBM	الطين ذو الأساس الزيتي
MEK	ميثيل إيثيل كيتون
LPGC	مكثفات غاز البترول المسال
SDS	كبريتات دوديسي الصوديوم
DC	التيار المباشر
USEPA	وكالة حماية البيئة الأمريكية
BDAT	S / S هي أفضل تقنية متاحة مثبتة
TPH	إجمالي الهيدروكربونات البترولية
HCFA	الرماد المتطاير لمحطة توليد الطاقة عالية الكربون
PFA	مادة بوزولانية
CEM1	الإسمنت البورتلاندي
RHA	رماد قشر الأرز
SCWO	طريقة أكسدة الماء فوق الحرجة
WAO	أكسدة الهواء الرطب
PWRI	إعادة حقن المياه المنتجة
TDS	المواد الصلبة الذائبة
BOD	الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي
MMA	ميثيل ميثاكريلات
DVB	بوليمر ديفينيل بنزين
RO	التناضح العكسي
BASP	Baroid Algeria de Service aux Puits
TCC	تقنية الامتصاص الحراري
PLC	نظام التحكم المنطقي المبرمج

المقدمة

مقدمـــة

تعد الصناعة من أكثر الأنشطة الاقتصادية تأثيرا على ظروف البيئية المحيطة فقطاع الصناعة هو المستهلك الرئيسي لعدد كبير من الموارد الطبيعة وهو أيضا القطاع الرئيسي الذي يحدث تلوثا كبيرا للبيئة، ومع تطوره ازدادت حدة التلوث الصناعي، فازداد استهلاك المواد الخام وانتاج المخلفات والمواد السامة وازدادت الانبعاثات الغازية والمخلفات السائلة والصلبة وبذلك ازداد تنوع الملوثات، فهناك العديد من المركبات الكيمياوية تنبعث من العمليات الصناعة وتنتشر في الهواء والمياه والتربة.[1]

إن صناعة النفط هي احدى أكبر الصناعات في العالم وهي تتفرع الى اربعة فروع: فرع الانتاج ويهتم بالتنقيب عن النفط واستخراجه، فرع النقل، فرع التصنيع وفرع التسويق.

وتلعب صناعة النفط دورا كبيرا في اقتصاديات دول كثيرة، ونظرا لطبيعة صناعة النفط والمنتجات المرتبطة بها فان الاهتمام بالمحافظة على البيئة يعتبر أمرا في غاية الاهمية خلال جميع مراحل صناعة النفط سواء كان ذلك في عملية التنقيب والاستكشاف او عند تصميم وإنشاء خطوط انابيب نقل البترول الخام أو في عمليات التكرير بالمصافي ثم عند نقل المنتجات البترولية الى محطات الوقود او مصانع البتروكيماويات وكذلك في موانئ الشحن والتفريغ.

تؤثر الصناعة البترولية الاستخراجية على البيئة في عملية التنقيب (حفر الآبار) واستخراج المحروقات، وذلك من خلال إنتاج كمية معتبرة من النفايات التي تندرج في ثلاث ملوثات عامة وهي: المياه المنتجة الناتجة عن عملية الاستخراج ونفايات الحفر(الحمأة) والنفايات الأخرى (الغازية والصلبة)، حيث أن هذه النفايات تحتوي على مجموعة من المكونات كالغازات والمواد المعدنية والكيميائية وبعض المواد المشعة التي تسبب تأثير بالغ للبيئة (الهواء، الماء، التربة) ومن ثم على الكائنات الحية.[2]

من هنا وجب علينا طرح الإشكالية التالية: ماهي طرق المعالجة للحد من هذه الملوثات؟.

من خلال بحثنا هذا «تسيير ومعالجة النفايات البترولية شركة BASP في الجنوب الشرقي الكبير» تطرقنا الى ثلاثة فصول وهي:

الفصل الأول عموميات حول النفايات البترولية الذي وضحنا فيه التلوث البيئي وكذا النفايات الناتجة عن عملية التنقيب واستخراج البترول

الفصل الثاني يتطرق الى طرق معالجة النفايات البترولية والعمليات المتبعة لمعالجتها.

الفصل الثالث: الدراسة التطبيقية

وهذا للإجابة على الإشكالية المطروحة للدراسة

المراجع

[1] الحفر البترولي، د.م محمد بكير مصطفى 2010

[2] رحمان أمال مذكرة لنيل شهادة ماجستير، تأثير المحروقات على البيئة خلال مرحلة الحفر والاستخراج، قسم العلوم الاقتصادية جامعة قاصدي مرباح-ورقلة- 2008.

الجانب النظري

الفصل الأول:
النفايـــــــات البترولية

تمهيد

بالرغم من أن التلوّث ليس الخطر الوحيد الذي يهدد البيئة إلا أنه أخطرها على الإطلاق، لذا يعدّ التلوّث مفتاح قانون حماية البيئة لما له من أثر في تعيين الأدوات القانونيّة المناسبة لمكافحة التلوّث وترتيب المسؤوليّة عليه. من هنا كان من الضروري تحديد مفهوم التلوّث.

I- تعريف التلوث

التلوث هو وجود مواد غير مرغوب فيها في البيئة لها القدرة على إلحاق ضرر على صحة الانسان أو على البيئة (الحيوان، النباتات...).[1]

I-1- تعرّف الموسوعة البريطانيّة –Britannica- للتلوث :

هو إضافة أيّة مادة (صلبة أو سائلة) أو أي شكل من أشكال الطاقة (مثل الحرارة أو الصوت أو النشاط الإشعاعي) إلى البيئة بمعدّل أسرع مما يمكن تفريقه أو تخفيفه أو تحلله أو إعادة تدويره أو تخزينه في شكل غير مؤذ. ويمكن أن تكون للتلوّث بجميع أنواعه آثار سلبيّة على البيئة والحياة البريّة وغالبا ما يؤثر على صحة الإنسان [1].

وللتلوث أشكال عديدة تبعا لاختلاف المصدر، وتشمل البيئات الطبيعية المعرضة للتلوث إلى حد كبير الماء والهواء وتربة.

I-2- أنواع التلوث :

I-2-1- التلوث الفيزيائي :

وهي ظواهر فيزيائية مادية وتشمل الاشعاع (وهو اشد خطراً على البيئة والإحياء) والحرارة والضوضاء والاهتزازات والأمواج الكهرومغناطيسية، وهذه الملوثات تتداخل مع الخصائص الفيزيائية لعناصر البيئة أو المادة الحية ومن بينها: [2]

I-2-1-1- التلوث البصري :

هو أيّ تشويهٍ يحدث لأي منظرٍ مسبباً عدم الارتياح النفسي عند نظر العين البشرية له، ويعتبر اختفاء الصورة الجمالية لكلّ ما يحيط بنا من طرقاتٍ، ومبانٍ، وأرصفةٍ، كما أنّه يعدّ أحد أنواع انعدام التذوق الفني. [2]

I-2-1-2- التلوث الضوضائي :

هو صوت غير مرغوب به أو مفرط يمكن أن يؤدي لتأثيرات ضارة على صحة الكائن الحي والجودة البيئية، ان مشاكل التلوث الضوضائي تزداد يوما بعد يوم وخصوصا في المناطق الحضرية المزدحمة بالسكان، بجانب المناجم، الطرق السريعة، المطارات، المناطق الصناعية ومناطق اخرى توجد بها حركات انشاء كالبناء وتنفيذ مشاريع ... الخ. [2]

I-2-1-3- التلوث الإشعاعي :

هو تسرب المواد المشعة إلى الماء أو التربة أو الهواء، ويعدّ من أنواع التلوث الأكثر خطورةً في عصرنا، حيث يتميز بأنّه لا يُحسّ ولا يشمّ ولا يرى، كما يتميز بسهولة انتقاله وتسلله إلى الكائنات الحية دون أي مقاومة. [2]

I-2-1-4- التلوث الحراري :

هو عبارة عن تسريب الحرارة الزائدة الناتجة من المصانع والمنشآت الكهربائية ومحطات توليد الطاقة النووية والبراكين وغيرها إلى المسطحات المائية التي تحتوي وتشمل على الأنهار والبحار والمحيطات، مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارة المياه وبالتالي التأثير على الكائنات الحية بجميع أنواعها بفعل هذه الممارسات حيث من المعروف أن بارتفاع درجة حرارة الماء لتصل إلى 45م حيث تتوقف الفعاليات الحيوية لدي الكثير من الكائنات الحية. [2]

I-2-2- التلوث البيولوجي :

يعرف باسم التلوث الحيوي، ويعتبر من أقدم صور التلوث التي عرفها البشر، وينتج بسبب كائناتٍ حيةٍ مرئية أو غير مرئية، حيوانيةٍ أو نباتيةٍ تعيش في الوسط البيئي (التربة أو الماء أو الهواء) كما ينتج عند التخلص من مياه الصرف الصحي قبل معالجتها. [2]

I-2-3- التلوث الكيميائي :

هو وجود مواد كيميائية غير مرغوب فيها في البيئة تسبب ضرر للإنسان او البيئة بمواد كيميائية كزيوت السيارات، ومواد التنظيف، والعوادم الصناعية في المصانع، والأسمدة الكيماوية، والمبيدات الحشرية، والنفط، ...الخ وهذه المواد تنتشر في الهواء أو تلقى في المجاري المائية او في التربة ممّا تسبب تلوثاً بيئياً كبيراً. [2]

I-2-4- التلوث الصناعي :

هو إطلاق النفايات والملوثات الناتجة عن الأنشطة الصناعية، في البيئة الطبيعية بما في ذلك الهواء والماء والأرض، تشمل الملوثات والنفايات الناتجة عن الصناعات انبعاثات الهواء، وترسيب المياه المستخدمة في موارد المياه، والتخلص من مكبات النفايات، وحقن المواد السامة تحت الأرض. [3]

يمكن للتلوث الصناعي أن يلحق الضرر بالنباتات ويقتل الحيوانات، ويسبب اختلالًا في النظام البيئي ويؤدي إلى تدهور نوعية الحياة، ومن أسبابه:

1- حرق الفحم وأنواع الوقود الأحفوري الأخرى، مثل النفط والبترول والغاز الطبيعي.
2- استخدام المذيبات الكيماوية في صناعات الدباغة وغيرها.
3- إطلاق المخلفات الغازية والسائلة غير المعالجة في البيئة.

4- التخلص غير الصحيح من النفايات المشعة.
5- الضوضاء الصادرة عن الآلات، مثل تلك المستخدمة في التنقيب عن النفط وإنشاءات الحفر.
6- تؤدي العمليات التي تعمل في المواعيد النهائية، أو نوبات العمل الليلية لزيادة الإنتاج إلى حدوث تلوث ضوئي، والعديد من المشكلات الصحية الأخرى.

I-2-5- التلوث النفطي (البترولي)

I-2-5-1- تعريف النفط :

البترول سائل زيتي ذو رائحة قوية ومكون من مواد عضوية مختلفة والزيست الخام سائل أسود لزج يكاد يتكون كلية من عنصرين: هما الهيدروجين والكربون.

ومع أن البترول الخام يكون على شكل سائل إلا أنه يحتوي أيضاً على مواد صلبة وغازية، وهو يميل إلى اللون البني أو الأخضر الغامق وقد يكون عديم اللون أو أسود أحياناً. [4]

I-2-5-2- تعرّيف التلوّث بالنفط :

هو إدخال عناصر أو مركبات أو مخاليط غازيّة أو سائلة أو صلبة مصدرها النفط إلى البيئة او أحد عناصرها (الهواء والماء والتربة)، ما يلحق ضررا او خللا بالبيئة. [4]

I-3- النفايات البترولية

I-3 -1- سائل الحفر

سوائل الحفر هي سوائل يتم استخدامها خلال حفر ابار النفط او المياه وقسمت سوائل الحفر الى اقسام بعضها تسمى سوائل الحفر المائية والتي تعرف بانها سوائل خاصة بحفر ذات اساس مائي وتكون المياه هي الاطوار المستمرة والسائدة وتعتبر الاكثر شيوعاً في عملية الحفر.

وهو عبارة عن مائع يحتوي على مواد صلبة مثل ال (barrait, bentonite) ومواد اخرى تضاف حسب الطبقات الارضية وحسب الحاجة. [5]

الشكل رقم (**I-1**): انتاج سائل الحفر على مستوى وحدة الإنتاج

I -3- 2- مصطلح سائل الحفر :

يشير الى كل من (المياه، والطين، الهواء. الغاز) وهو خط الدفاع الأول في الابار النفطية. فمثلا الطين الأحمر وهو عبارة عن مائع يحتوي على مواد صلبة مثل ال (barrait, bentonite) ومواد اخرى تضاف حسب الطبقات الارضية وحسب الحاجة. [5]

يوجد هناك عدة أنواع من طين الحفر من حيث مصدرها مثل:

1- الطين ذو الاساس المائي.(water based mud)
2- الطين ذو الاساس النفطي.(oïl based mud)
3- انواع أخرى مثل الهواء والمستحلب.

وتستعمل كل منها حسب كلمتها وتوفرها وحسب الحاجة ولكل منها خواص وفوائد معينة.

I -3-3- أنواع سوائل الحفر :

تُظهر سوائل الحفر، المعروفة أيضًا باسم طين الحفر، مستويات مختلفة من الكشط واللزوجة العالية. وهناك ثلاث أنواع رئيسية من سوائل الحفر هي: [5]

I -3- 3-1- الخلائط المائية : الطين مع أدنى فرصة لاستعادة وإعادة التدوير.

I -3- 2-3- سوائل حفر اصطناعية : مزيج زيت متقدم معاد تدويره بشكل كبير يستخدم في عمليات الحفر والتجريف في البحر. بما أن الزيوت والحفر الاصطناعية القائمة على التراكب تتميز بتشحيم أعلى حتى في

درجات الحرارة العالية ومستويات اللزوجة، فإنها عادة ما يتم اختيارها لعمليات التجريف والحفر بمستويات ثقيلة من قصاصات الحفر.

I -3- 3-3- الطين المرتكز على الزيت : خليط بترولي معياري يحتوي على الكثير من الطين والمعادن في أشكال الباريت والليغنيت والجير.

I -3-4- تركيب وتصنيف سوائل الحفر :

تصنف سوائل الحفر المائية الى الاتي: [6]

I -3-4-1- طين اللكنوسلفونيت Lignosulfonate

هذا النوع هو الاكثر شوعاً واستخداماً وذلك لأنه يمتلك مقاومة جيدة وجيدة مع نوع المياه العذبة والمالحة ويتم استخدام هذا النوع خلال الحفر العميق بسبب الحرارة والضغط العالي.

تركيبته:

يتركب النوع الاول من سوائل الحفر طين لكنوسلفونيت من:

- مواد ناشرة 2 - 8 باوند/ برميل
- طين 20 - 25 باوند/ برميل.
- صودا كاوية 1-2/1 باوند/ برميل.

I -3-4-2- طين اللايم (النورة) lime

تستخدم طين اللايم بدرجة اساسية عند حفر طبقات السجل Shale الغير مستقرة والتي تشرب المياه وتتهدم.

I -3-4-3- طين الجبسوم Gypsum

يستخدم في الحفر الطبقات الغير مستقرة المتبخرات سواء كانت الطبقات السميكة من الانهيدرايت او من الجبسوم.

I -3-4-4- طين ماء البحر Sea water

يستخدم في الحفر خلال مياه البحار وممكن يستخدم إدامة pH بحدود عالية فوق 11.5 وتكون الاطيان عالية الكثافة وللسيطرة على الراشح يضاف CMC او النشأ.

وقد يستخدم الطين بعد نقعة بالماء اولاً كي ينتفخ بشكل جيد او بإضافة مواد اخري او اضافة صودا لمعالجة العسرة الدائمة.

تركيبته:

- مواد طينية 15 - 25 باوند/ برميل.
- مواد مشعة 6 - 4 باوند/ برميل.

I -5-4-3- طين الماء المالح : Salt water

يستخدم هذا النوع عادتاً بإضافة الماء الى الملح لرفع التركيز سواء كان كانت نوعية المياه عذباً او مالحاً. واحياناً من اذابة طبقات ملحية اثناء الحفر. الغرض من هذا النوع من السوائل هو حفر الطبقات التي تحتوي على الملح او معالجة عندما يتم حفر طبقات السجيل الحاوية على البنتونايت لمنع تهدمها.

I -6-4-3- طين الماء المشبع بالملح: Saturated salt water

يستخدم هذا النوع بدرجة رئيسية في حفر الطبقان الملح السميكة او الحفر في قبة من الملح Salt Domeوذلك بغرض منع توسع تجويف البئر ويتركب من الاتي قبل تغير الطين يتم سحب الانابيب لغرض تغيير رأس الحفر ويتم تخفيف الطين بالماء لأزاله المواد الصلبة ولزوجة متوسطة بالإضافة الى اضافة النشأ حسب الحاجة للسيطرة على الرشح.

ملاحظه

تم تصنيف سائل الحفر اعتماداً على نوع الطين وقيمة pH درجة الحموضة والقاعدية بالإضافة الى نوعية المياه ومصدر الاملاح المذابة والخواص الكيميائية والمواد الصلبة.

I -5-3- دور سائل الحفر :

وتعتبر عمليه تدوير سائل الحفر واحده من العمليات الأساسية في الحفر حيث تبدأ عمليات تدوير سائل الحفر من خزانات الطين تبدأ بعدها عمليه ضخ سائل الحفر الى داخل البئر عن طريق مضخات أحدهما مضخة رئيسية والثانية مضخة ثانويه وقد يصل عدد المضخات الى 3 مضخات حسب عمق البئر.

تقوم مضخات الطين الى ارسال طين الحفر او سائل الحفر الى انابيب الحفر عن طريق صمامات تتحكم بمرور الطين الى انابيب الحفر او ما يعرف بخيط الحفر. بعدها يخرج سائل الحفر عن طريق 3 ثقوب بما يعرف ب (nozzels) من الدقائق او راس الحفر بما يعرف ب ال(Bit).

لتقوم برفع الكسورات الصخرية الى السطح وتقوم ايضا بتبريد الدقاقة واهم شيء في سائل الحفر انه يحافظ على الضغط المكمني عن طريق تكوين ضغط هايدروستاتيكي مكون من طول عمود السائل. [5]

I -6-3- أثار سوائل الحفر على البيئة : environmental problerr

يعتبر سائل الحفر المائي من السوائل التي لا تشكل أي خطر بيئي يذكر ويتم رمي مخلفاتها مباشرة دون الدخول في برنامج لتنظيف أو نقل الفتات الصخري ويتم هذا الإجراء في الحفر البري والبحري على السواء.

أما فيما يتعلق باستعمال سائل الحفر الزيتي فإن الأضرار البيئية الناتجة من استعماله مؤكدة وذلك لاحتوائه على نسبة عالية من الديزل، ونتيجة لتكلفته الكبيرة مقارنة بالسائل المائي فإنه يتم نقله من مكان

لآخر لإعادة استعماله عند اللزوم، كما حدث عند استعمال هذا النظام في حفر معظم آبار حقل البوري، حيث تم حفظ السائل في خزانات عائمة لاستعماله مرة أخرى، ويتم خلط كمية جديدة وقت الحاجة لذلك.

والفتات الصخري المصاحب لعمليات الحفر باستعمال السائل الزيتي تكون مغطاة بطبقة زيتية لذا لا يتم رميها في البحر خوفاً من التلوث البيئي للبيئة البحرية والشواطئ فيتم تجميعها في أحواض ونقلها إلى الشاطئ حيث يتم التخلص منها بالطرق المناسبة بيئياً إلا أن هذا النظام يزيد من تكاليف الحفر داخل عرض البحر. [6]

I-4- الماء المنتج

الماء المنتج، هو ناتج ثانوي لاستخراج النفط الخام، وغالبًا ما يكون الماء موجودًا بشكل طبيعي في البئر جنبًا إلى جنب مع الغاز والهيدروكربونات، ويخرج مع النفط في عملية الاستخراج. يتم فصل المياه الناتجة عن النفط في مرفق معالجة مركزي (CPF)، حيث يُنقل النفط بعد ذلك عبر الأنابيب إلى ميناء الشحن للتصدير، بينما يُعاد حقن المياه المنتجة في البئر باستخدام مكابس قوية أو التخلص منها بطرق أخرى. كما أنه ليس من الغريب حقن السوائل في الآبار النفطية أثناء إنتاج النفط؛ للحفاظ على الضغط في قاع الحقل النفطي وتحسين معدلات الاسترداد، ومن الشائع استخدام المياه العذبة أو مياه البحر في عملية إعادة الحقن.[7]

I-4-1- تعريف الماء المنتج :

الماء المنتج هو ماء عالي الملوحة، وتتجاوز ملوحته أحيانًا ملوحة مياه البحر بعدة أضعاف. يحتوي على مواد كيميائية عضوية قابلة وغير قابلة للذوبان، وكذلك المواد الكيميائية المضافة في عملية الحفر والاستخراج مثل المبيدات الحيوية ومثبطات التقشر والتآكل ومواد مفكك الاستحلاب. [8]

الشكل رقم (I-2): الماء المنتج

I-4-2- مكونات الماء المنتج :

تحتوي المواد الكيميائية العضوية والمضافة في عملية الاستخراج (على سبيل المثال لا الحصر) على البنزين والتولوين وإيثيل البنزين والزيلين وهو خليط يطلق عليه اسم BTEX بالإضافة إلى ذلك، قد يحتوي الماء المنتج على المواد المشعّة طبيعية المنشأ (NORM). [9]

I-4-3- اضراره على الصحة والبيئة :

يُعد الماء المنتج خليطًا كيميائيًّا معقدًا، ويتباين تكوينه ومستوى ملوحته بين الآبار النفطية حسب عمر البئر وتكوينه الجيولوجي. بسبب هذه الاختلافات في التركيب، من اللازم إجراء دراسات محلية منتظمة لتقييم المخاطر البيئية للماء المنتج على التربة والمياه والغطاء النباتي، بيد أن هناك مؤخرًا تطورات تكنولوجية في معالجة الماء المنتج وإعادة استخدامه، حيث انه له اثار سلبية على الصحة والبيئة هي: [10]

1- خليط يطلق عليه اسم BTEX والمعروف بمخاطره المسببة للسرطان وإمكانية إضراره بالرئتين والعينين والجهاز العصبي.
2- التخلّص من الماء المنتج وهو ناتج ثانوي عن عملية استخراج النفط يحتوي على كيماويات وأملاح ومخلفات هيدروكربونية مباشرة في التربة أو في أحواض مفتوحة في الهواء الطلق لها بطانة بلاستيكية قد تكون تالفة في بعض الأحيان.
3- حقن كميات كبيرة من هذه النفايات السائلة في التكوينات الأرضية غير المغلقة من طبقات المياه الجوفية العذبة بدلًا من اتباع معايير الصناعة لإعادة حقنها في طبقة مكمن النفط -القشن.
4- إعادة ضخ الماء المنتج في الطبقات الجوفية التي تحتوي على المياه العذبة أو التي تتفاعل مع طبقات المياه الجوفية العذبة من خلال الكسور أو الصدوع بدلًا من حقنها في تكوين محصور أو إعادتها إلى طبقة مكمن النفط.
5- سكب الماء المنتج مباشرة على التربة يؤدي الى تلويثها بالمواد الكيميائية الموجودة فيه.
6- التخلّص من الماء المنتج في برك مفتوحة مبطنة بالبلاستيك تمنع تسربه إلى التربة، حيث يُترك الماء ليتبخر أو يعاد حقنه في طبقة مكمن النفط للحفاظ على ضغط البئر النفطي. وإذا لم تتم إدارة الأمر بعناية يمكن أن تفيض أحواض تخزين المياه، وقد تُتلف بطاناتها البلاستيكية، خاصة في الظروف الجوية الحارة والجافة، كما أن الأمطار والفيضانات قد تجرف الماء المنتج من البرك المفتوحة.

I-5- الانبعاثات الغازية

تعاني الدول المنتجة للنفط من مشكلات بيئية عديدة ويتمثل إحداها في مجموعة من الغازات الملوثة للهواء التي تطلقها الصناعات النفطية، والضارة كثيرا بالصحة والبيئة. ولهذا تتجه تلك الدول نحو الحد من خطر تلك الغازات، بجانب تحديث المصافي Refiners لإنتاج وقود عالي الصرامة البيئية. [10]

الشكل رقم (I-3): الانبعاثات الغازية في حقول النفط

I-5-1- تأثير الانبعاثات الغازية على البيئة :

ينتج عن خروج البترول والنفط من الأرض خلل في التوازن البيئي، فقد يؤثر بشكل عام على المركبات الموجودة في التربة ويعمل على انتشار المركبات السمية المنتشرة في التربة، والتي ينتج عنها انتشار التلوث بشكل كبير، كما ينتج عن احتراق النفط زيادة نسبة الميثان والمكروبات في الجو، ويزيد من الخلل في النظام البيئي، مما ينتج عنه أضرار بيئية غير متحملة. [11]

ينتج عن احتراق النفط تصاعد بعض من الأحماض الضارة، والتي ينتج عنها نزول بعض الأمطار الحمضية الضارة بالنباتات، ومن أخطر هذه الغازات التي تتصاعد (غاز النيتريك وغاز حمض الفسفوريك).

I-5-2- تأثير الانبعاثات الغازية على الصحة :

تتأثر الحنجرة والأنف والرئتين، بغازات أول أكسيد الكربون، وأكسيد النيتروجين، وغاز الأوزون وأكاسيد الكبريت، وبعض من الملوثات المعدنية مثل النيكل والكادميوم والبريليوم، وقد تتأثر العيون بالرذاذ الخارج من المطر الحمضي، والحبيبات التي تكون عالقة في الغبار والدخان الناتج عن حرق النفط، مما ينتج عنها تهيج العين وتشوش حاد في الرؤية.

وقد يفقد الشخص القدرة على الرؤية بشكل كبير، وقد تؤثر المواد المشعة الموجودة في النفط من الهالوجينات والزرنيخ، على صحة الكبد حيث قد تسبب لها تلف في الأنسجة الموجودة.

كما أن النفط يحتوي على الرصاص والكالسيوم والمواد المشعة المختلفة، والتي تؤثر على صحة العظام وينتج عنها خلل فيها، وتكون عرضة إلى الإصابة بالكساح والروماتيزيم، ويؤثر الرصاص والزئبق والكوبلت على خلايا الدماغ، وقد يجعلها تتأثر وتتعرض إلى فقدان الذاكرة، وتلف في خلايا المخ والدماغ، ويحتوي على المواد المشعة التي تعمل على تلف الغدة الدرقية والتي تكون سبباً في الإصابة بالسرطان، وهذه المواد المشعة مثل الثوريوم واليورانيوم والمواد الأخرى المشعة. [11]

I-6- النفايات والمواد المتبقية من أنشطة الاستكشاف البترولية

هناك قلقًا شديدًا من أن الشركات تخلّف وراءها نفايات صناعية مثل: معادن وبراميل فارغة وحتى أكياس من المواد الكيميائية المستخدمة في الحفر وتنشيط الآبار، حيث أن السكان المحليين أخذوا النفايات التي خلفتها شركات النفط في مناطق الاستكشاف وأعادوا استخدامها في المنازل. [12]

I-6-1-الحمأة الزيتية :

هي مزيج من النفط الخام أو زيت المنتج ممزوجًا بالتربة أو غيرها من الوسائط، حيث لا يمكن استرداد الزيت مباشرة وقد يتسبب في التلوث .وهي من المخلفات الخطرة وأحد الملوثات الرئيسية في صناعة البتروكيماويات .لا يؤدي التخلص العشوائي من النفايات الزيتية إلى إهدار الموارد فحسب، بل يؤدي أيضًا إلى تلوث التربة والجو. والأخطر من ذلك هو نقل وتسرب الهيدروكربونات البترولية في التربة، مما يؤدي إلى تلويث المياه الجوفية وإحداث أضرار بيئية دائمة .بعد دخول هذه المواد الضارة إلى نظام المياه أو الأراضي الزراعية، تمتصها النباتات بشكل سلبي وتدخل جسم الإنسان من خلال السلسلة الغذائية، مسببة أمراضًا مختلفة وتهدد صحة الإنسان. [13]

الشكل رقم (I-4): مكب الحماة الزيتية في حقول النفط

I -6-2- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحمأة الزيتية :

هي عبارة عن معقد، لذا فإن معالجتها مشكلة رئيسية في صناعة البترول .بناءً على هذا السبب، يتم تقديم تقنيات معالجة الحمأة الزيتية وتحليلها .من الصعب جدًا معالجة الحمأة الزيتية في حقول النفط .معظم حقول النفط لم تدرك بعد معالجة غير ضارة وتستند إلى الموارد بشكل عام، يتم اعتماد طريقة التكديس والتجفيف بعد التجفيف، والتي لن تشغل مساحة كبيرة من الأرض فحسب، بل تتسبب أيضًا في تلوث الهواء والماء والمواد الصلبة .تحتاج الشركات أيضًا إلى دفع مبلغ كبير من رسوم الصرف الصحي .من الضروري إجراء مزيد من الدراسة لتقنية معالجة الحمأة الزيتية في حقول النفط .مع تحسين متطلبات حماية البيئة الوطنية، خفض جودة الحمأة الزيتية. [13]

I-6-3- تتجلى الاثار السلبية للحمأة الزيتية في ثلاثة جوانب على الصحة والبيئة هي :

1- يؤدي تطاير المكونات البترولية في الحمأة الزيتية إلى زيادة تركيز الهيدروكربونات الكلية في هواء المناطق المحيطة.

2- تلوث الحمأة الزيتية المعالجة بشكل غير صحيح المياه السطحية، حتى المياه الجوفية، وتجعل تركيز CODوالمواد البترولية في الماء يتجاوز المعيار بشكل خطير.

3- تحتوي الحمأة الزيتية على عدد كبير من المركبات العضوية السامة والضارة، مثل الهيدروكربونات والفينولات والأنثراسين ومركبات حلقة البنزين .بعض المواد لها تأثيرات مسرطنة وماسخة ومسببة للطفرات على البيئة. [13]

المراجع

[1] - مديرية الدراسات الإنمائية المهندسة مها لطف جمول 2019، الأثار البيئية للتلوث بالنفط، طبعة01 لبنان المركز الاستشاري للدراسات والتوثيق.

[2] - https://teb21.com/article/what-are-the-types-of-pollution

[3] - مؤمن بني مصطفى، التلوث الصناعي واثره على البيئة، 22 يوليو 2020

[4] http://green-studies.com/2011/11

[5] - https://www.egypetroleum.com/2016/12/drilling-mud.html.

[6] - https://explore-your-land.blogspot.com/2019/10/blog-post_24.html.

[7] - هاجستروم، إيرل إل، كريستوفر لايلز، مالا باتانايك، بريدجيت ديشيلدز، ومارك بي بيركمان، "الماء المنتج: التحديات الناشئة والمخاطر والفرص"، مجلة المطالبات البيئية (Environmental Claims Journal) 28 (2)، 2016، ص 122 – 39

[7] - وجيري نيف، كينيث لي، وإليزابيث إم ديبلويه، "الماء المنتج: نظرة عامة على تركيبها ومصيرها وتأثيراتها،" الماء المنتج، (نيويورك: سبرينغر نيويورك، 2011)، ص. 3 - 54.

[8] - شكوات شودري، طاهر حسين، بريان فيتش، نيل بوز، وريهان صادق، "تقييم المخاطر على صحة الإنسان للمواد المشعة التي تحدث بشكل طبيعي في الماء المنتج – دراسة حالة"، تقييم المخاطر البشرية والبيئية: مجلة دولية 10، رقم 6، 1 ديسمبر/كانون الثاني 2004، ص. 1155-1171

[9] - "صحيفة وقائع، الماء المنتج: مسرد مصطلحات النفط والغاز"، اتحاد بيئة المياه، 2018،

[10] - مجلة بيئتنا - الهيئة العامة للبيئة - العدد 145

[11] – محمد، حرق الغاز... من عمليات استخراج البترول وتأثيراته على البيئة 2020/01/04

[12] - مقابلة مركز صنعاء مع سامي الجوهي، مهندس بيئي، 18 أغسطس/آب 2020

[13]- https://www.oilysludge.com/service/Solution-2

الفصل الثاني:
طرق معالجة النفايـــــــات البترولية

تمهيد

تنتج الصناعة البترولية واحدة من النفايات الخطرة المعروفة باسم الحمأة البترولية. وقد خلقت معالجة الحمأة النفطية والتخلص منها تحديًا كبيرًا في السنوات الأخيرة. وتقدم هذه المراجعة نظرة ثاقبة لمختلف الأساليب المتضمنة في معالجة حمأة البترول والتخلص منها.

II - تشكل الحمأة البترولية

أثناء حفر البئر، يتم حقن سائل (يسمى طين الحفر) عند ضغط مرتفع داخل قضبان الحفر. يخرج طين الحفر على مستوى أداة الحفر بسرعة كافية لتتمكن من سحب قطع الصخور المحفورة إلى السطح في الفراغ الحلقي الموجود بين قضبان الحفر وجدران البئر.[1]

II-1- مكونات الحمأة البترولية

تتكون الحمأة من طور سائل وجزيئات صلبة. تكون مرحلة المائع إما ماء (WBM) أو مستحلب عكسي للزيت / الماء (OBM).[1]

II-2- استعادة الزيوت من الحمأة البترولية

قد أثبتت إعادة التدوير أنها واحدة من البدائل الرئيسية لإدارة حمأة البترول، فهي عبارة عن إعادة معالجة وإعادة صياغة الحمأة الزيتية بتركيز عالٍ من الزيت (اعلى 50٪) وتركيز منخفض نسبيًا من المواد الصلبة (أقل من 30٪) بواسطة صناعة البترول لاستعادة الطاقة .ستعمل إعادة التدوير على تقليل حجم حمأة البترول الخطرة من صهاريج التخزين بشكل إيجابي، وبالتالي منع التلوث البيئي وتقليل الاستهلاك الاقتصادي لموارد الطاقة غير المتجددة .[2]

II-3- طرق استخلاص الزيوت من الحمأة الزيتية

II-3-1- الاستخلاص بالمذيبات

يتم من خلالها استخدام المذيب بالنسب المرغوبة لإزالة المركبات العضوية غير المتطايرة وشبه المتطايرة من الأرض أو المصفوفات المائية، ويتم فصل الزيت عن المذيب من خلال عملية تقطير الخليط. درس استخدام زيت التربنتين كمذيب لاستخراج البترول من الحمأة البترولية، وتوصلوا إلى أن الزيت المستعاد يصل إلى حوالي 13-53٪ من كمية الحمأة الأولية Gazinou et al.

درس الزبيدي وأبو النصر تأثير ميثيل إيثيل كيتون (MEK) ومكثفات غاز البترول المسال (LPGC)كمذيب للاستخلاص .تشير النتيجة إلى أنه يمكن الحصول على معدل استرداد الزيت المرتفع بنسبة 39٪ باستخدام مجاهدي خلق بينما يمكن تحقيق 32٪ باستخدام غاز البترول المسال بنسبة مذيب إلى حمأة تبلغ 4: 1 .يُظهر الزيت المستعاد بواسطة MEK رمادًا محسنًا وبقايا الكربون ومستويات الأسفتين، على الرغم من أن المستويات الأعلى من الكبريت وبقايا الكربون تتطلب التنقية قبل الاستخدام.

النجار وآخرون قارن المذيبات المختلفة بقياس آثار استخلاصها على حمأة البترول الجافة / شبه الجافة .من بين المذيبات المختبرة قطع النافتا، ن-هيبتان، قطع الكيروسين، ثنائي كلوريد الميثيلين، ثنائي كلوريد الإيثيلين، التولوين، وثنائي إيثيل .أظهرت النتائج أن التولوين هو المذيب مع أعلى معدل استرداد بنحو 75.94٪ (Morealso Meyer et al. 75.94٪) .أثبت أن المذيب البترولي الذي يحتوي على كمية كبيرة من المركبات الحلقية هو الأكثر فاعلية في إذابة المكونات الإسفلتية في الحمأة البترولية.

تم إثبات أن الهكسين والزيلين فعالان في الاسترداد، مذيب للهيدروكربونات من الحمأة البترولية، واسترداد ما يصل إلى 67.5٪ من مراكز الرعاية الصحية الأولية في الحمأة، ومعظمها في النطاق من C_9 إلى C_{25}

تم استخدام مذيبات مختلفة من قبل باحثين مختلفين للحمأة الزيتية وكما أفاد El Naggar et al. أثبت مذيب التولوين أنه الأفضل والأكثر فعالية في معالجة الحمأة الزيتية مع أعلى معدل استرداد .باختصار، الاستخلاص بالمذيبات هو طريقة استخلاص بسيطة وفعالة يمكن تنفيذها في فترة قصيرة .ومع ذلك، عند استخدامها في استخراج على نطاق واسع، تم الإبلاغ عن كفاءة منخفضة وتقلبات عالية. سيكون من الضروري تطوير بعض الطرق البديلة لاستكمال الاستخراج بالمذيبات من أجل تحسين أدائها. [3]

II-3-2- المعالجة بالطرد المركزي

في هذه الطريقة، يتم سحب حمأة البترول المعالجة مسبقًا من خلال معدات دوارة عالية السرعة مع قوى طرد مركزي قوية لتفكيك عناصرها وفقًا لكثافاتهم المختلفة في فترة قصيرة .تتم المعالجة المسبقة للحمأة الزيتية لتقليل لزوجتها وبالتالي تعزيز أداء الطرد المركزي وتوفير الطاقة .تشتمل بعض طرق المعالجة المسبقة على إضافة عوامل مثل المذيبات العضوية وعوامل إزالة الاستحلاب والمواد الكيميائية النشطة بالتوتر وحقن البخار والتسخين المباشر، Cambiella et al. وجد أن كفاءة فصل الماء عن الزيت للطرد المركزي يمكن تحسينها بنسبة تصل إلى 92-96٪ باكتساب كمية متواضعة من ملح التخثر. تتضمن عملية المعالجة بالطرد المركزي خلط عوامل المعالجة المسبقة مع الحمأة الزيتية ويتم معالجة الخليط في خزان المعالجة المسبقة لتقليل اللزوجة .أثناء عملية الطرد المركزي، يتم فصل الماء عن الزيت (على الرغم من أنه لا يزال يحتوي على الماء والمواد الصلبة)، ستتم معالجة المياه المفصولة أيضًا لإزالة مراكز الرعاية الصحية الأولية، بينما سيتم أيضًا فصل الزيت عن المواد الصلبة والماء لاستعادة الزيت باستخدام فاصل الجاذبية .تتم معالجة جميع المياه والمواد الصلبة المفصولة وفقًا للمعايير البيئية.

يعتبر الطرد المركزي طريقة متقدمة نظيفة وفعالة لمعالجة الحمأة البترولية .لا يتطلب استهلاك طاقة عالي .ومع ذلك، فهي تتطلب مساحة كبيرة لتركيب المحطة، فهي مكلفة للغاية وتشكل مصدر قلق بيئي (ضوضاء وتلوث). [4]

الشكل رقم (II-1): جهاز الطرد المركزي العمودي

II-3-3- الاستخلاص المعزز للنفط(EOR)

هي عملية إزالة الملوثات العضوية من الوسائط الصلبة بطريقة فعالة من حيث التكلفة وسريعة، من خلال تطبيق خافض للتوتر السطحي .المواد الخافضة للتوتر السطحي هي مركبات برمائية تحتوي على مجموعات كارهة للماء مثل "ذيول" ومجموعات محبة للماء مثل "الرأس ."لديه القدرة على خفض التوتر السطحي أو التوتر البيني بين أنواع مختلفة من السوائل وبين السوائل والمواد الصلبة، وبالتالي تعزيز تطبيقه في إزالة الملوثات العضوية من الأمثلة على المواد الخافضة للتوتر السطحي التي يمكن أن تزيد من تركيزات مراكز الرعاية الصحية الأولية في المراحل المائية، كبريتات دوديسي الصوديوم(SDS) ، وكوركسيت 9527، وتريتون X-100 ، وتوين 80، وأفونيك 1412-7.

عبد العظيم وآخرون ودانتاس وآخرون فحص تطبيق ثلاثة أنواع مختلفة من الفاعل بالسطح بناءً على إيثوكسيلات نونيل فينول (ن = 9، 11، 13) المعدة للدراسة .كانت تتكون من 4٪ محلول حمض غير عضوي، و10٪ من محلول طور مائي مكون من NP-9 و NP-11وNP-13كمواد خافضة للتوتر السطحي وآيزوبروبيل أو كحول بوتيل كمواد خافضة للتوتر السطحي وكان توازن النظام عبارة عن مرحلة زيتية (بنزين / تولوين، خليط 1: 1) .كانت فترة فصل الطور للخليط 6 ساعات وأظهرت النتائج

أنه يمكن إزالة أكثر من 80٪ ماء بشكل فعال من الحمأة .لوحظ تأثير تركيبة نظام مزيل الاستحلاب وتركيزه في أجزاء في المليون ووجد أن الأفضل للتحلل الكامل للحمأة هو ذلك الذي يعتمد على.NP-13 إن استخدام المواد الكيميائية الخافضة للتوتر السطحي سريع وفعال من حيث التكلفة، ومع ذلك، توجد مخاوف بسبب السمية البيئية ومقاومة التحلل البيولوجي .على الرغم من الاهتمام في الآونة الأخيرة بتطوير عامل خافض للتوتر الحيوي يكون أكثر ملاءمة للبيئة وقابل للتحلل البيولوجي. [5]

II-3-4- علاج التجميد والذوبان

يعتبر نزع الاستحلاب أحد الطرق الرئيسية لاستعادة الزيت من الحمأة البترولية، حيث يتم فصل الماء عن الزيت. تم استخدام المعالجة بالتجميد / الذوبان كعملية فعالة لإزالة الاستحلاب لحمأة البترول في المناطق الباردة يشمل العلاج بالتجميد والذوبان آليتين لإزالة الاستحلاب بشكل فعال .الآلية الأولى هي عندما تتجمد طور الماء في الخليط قبل الزيت، يؤدي التمدد الحجمي لقطرات الماء المجمد إلى اندماج الماء، مما يؤدي إلى حدوث خلل داخلي في الخليط ثم يتجمد الزيت تدريجيًا مع انخفاض درجة الحرارة .يؤدي التوتر السطحي إلى اندماج طور الزيت أثناء مرحلة الذوبان مما يؤدي إلى فصل خليط الزيت والماء في مراحل مختلفة بواسطة قوة الجاذبية في الآلية الثانية، يؤدي تجميد الزيت قبل الماء إلى تكوين قفص صلب، وبالتالي التقاط قطرات الماء أثناء عملية التجميد .تتجمد قطرات الماء التي تم التقاطها مع انخفاض درجات الحرارة وبالتالي زيادة الحجم، وتفتح قوى الحجم المتزايدة قفص الزيت، مما يخلق طورًا مختلطًا من الزيت والماء يمكن فصلهما بقوة الجاذبية.

جان وآخرون اكتشف أن عملية التجميد / الذوبان يمكن أن تولد أكثر من 50٪ من الزيت من خليط زيت المصفاة والماء، بينما وجد تشين وهي أنه يمكن فصل 90٪ من الماء عن الحمأة البترولية ذات المحتوى المائي العالي.

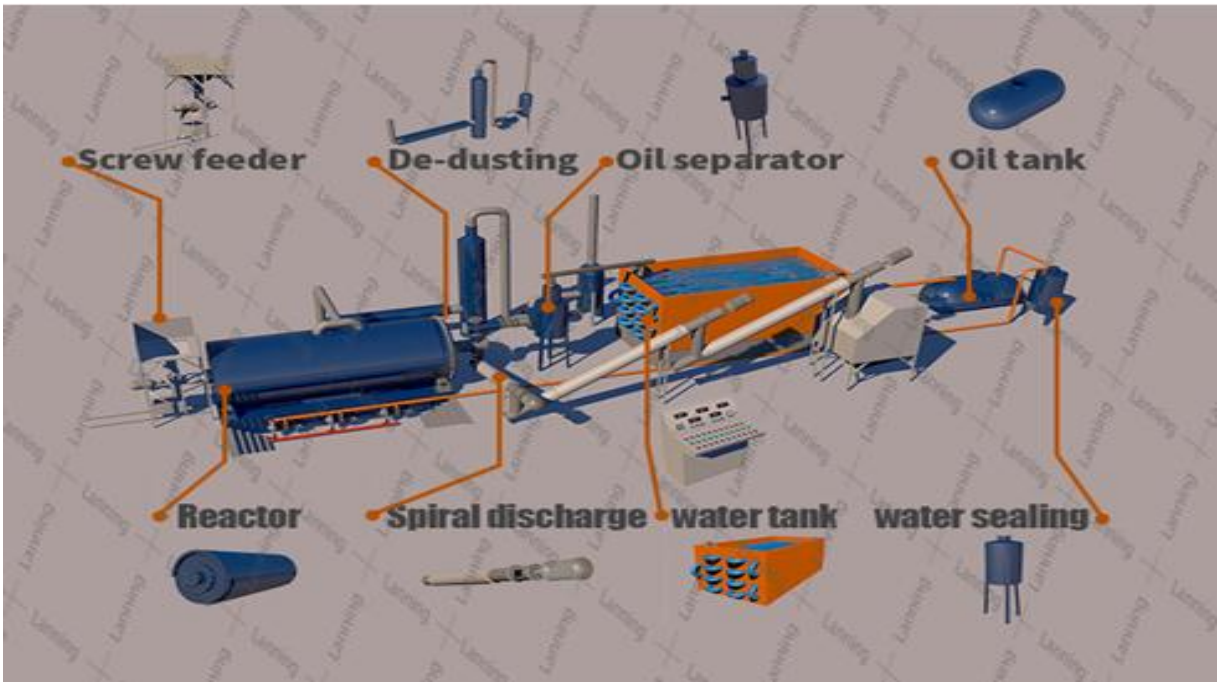
تم فصل أكثر من 90٪ من الماء بنجاح عن الحمأة الزيتية باستخدام طريقة التجميد والذوبان .لين وآخرون .فحصت تأثير أربع طرق مختلفة للتجميد (التجميد في الثلاجة، الحمام المبرد، الثلج الجاف والنيتروجين السائل)، تم اكتشاف أن التجميد في الثلج المبرد أو الثلج الجاف يظهر أفضل أداء لأكثر من 70٪ كفاءة تجفيف للخليط تحتوي على 60٪ ماء.

سيكون تطبيق هذه الطريقة مناسبًا جدًا للمناطق الباردة حيث يكون التجميد الطبيعي ممكنًا، على الرغم من أن لها حدودها فيما يتعلق بدرجة الحرارة والمدة ومحتوى الماء وملوحة المرحلة المائية ووجود الفاعل بالسطح والمحتويات الصلبة. [6]

II-3-5- الانحلال الحراري للحمأة

التحلل الحراري للمواد العضوية عند درجات حرارة عالية (500-1000 درجة مئوية) في بيئة خاملة يسمى الانحلال الحراري .يتم إنتاج الهيدروكربونات ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة أثناء الانحلال الحراري إما في التكثيف (السائل) أو في الغازات غير القابلة للتكثيف .يكون المنتج النهائي دائمًا عبارة عن الفحم والسائل والغازات وفقًا للشروط الإجرائية، تم اكتشاف أن الانحلال الحراري للحمأة الزيتية يؤدي إلى زيادة في محصول الزيت عند زيادة درجة الحرارة إلى درجة حرارة مثالية تبلغ 525 درجة مئوية، وعند التسخين الإضافي فوق 525 درجة مئوية يحدث انخفاض بسبب التركيب الثانوي كما عبر عنه شين وتشانغ .يمكن تحويل 80٪ من إجمالي الكربون العضوي الموجود في الحمأة البترولية إلى هيدروكربونات قابلة للاستخدام باستخدام نطاق الانحلال الحراري 327-450 درجة مئوية كما اكتشفه Liu et al يحدث الفصل الكفء للزيت من الحمأة عند درجة حرارة 460 إلى 650 درجة مئوية مع فصل حوالي 70 إلى 80٪ من الزيت كما كشف شميدت وكامينسكي .ومع ذلك، فإن الحد الأقصى لمعدل إنتاج الهيدروكربونات هو 440 درجة مئوية كما كشف تشانغ وآخرون .يبدأ التحلل الحراري للحمأة الزيتية عند درجة حرارة منخفضة تبلغ 200 درجة مئوية بينما عند 350 إلى 500 درجة مئوية، يتم تحقيق أقصى إنتاج للهيدروكربون مع تحسين إنتاج الزيت كما كشف وانج وآخرون.

تنتج عملية الانحلال الحراري منتجات في طور السوائل، مما يجعل تخزين ونقل الزيت المستعاد أمرًا سهلاً .وجد أيضًا أن الزيت المستعاد يشترك في صفات وخصائص مماثلة مع نواتج تقطير البترول منخفضة الجودة من المصافي ويمكن استخدامه مباشرةً في وقود محركات الديزل، ومع ذلك، يمكن الحد من الانحلال الحراري بعوامل مختلفة، مثل درجة الحرارة ومعدل التسخين وخصائص الحمأة والمواد المضافة الكيميائية .علاوة على ذلك، فهو غير فعال من حيث التكلفة، وقد يحتوي المنتج على تركيزات عالية من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات. [7]



الشكل رقم (II-2): محطة الانحلال الحراري للحمأة الزيتية

II-3-6- تشعيع الميكروويف

تتضمن هذه العملية تطبيق تردد الموجات الصغرية في نطاق صناعي يتراوح من 900 إلى 2450 ميجاهرتز .يتم تطبيق طاقة الميكروويف على الحمأة الزيتية من خلال التفاعل الجزيئي مع المجال الكهرومغناطيسي، مما يؤدي إلى تسخين سريع وفعال مقارنة بالطرق التقليدية .تسبب التسخين في إزالة استحلاب خليط الزيت والماء، عن طريق زيادة درجة حرارة خليط الزيت / الماء وبالتالي تقليل اللزوجة وتسريع استقرار قطرات الماء في الخلائط. يمكن أيضًا كسر الهيدروكربونات الكثيفة من خلال الزيادة السريعة في درجة الحرارة إلى هيدروكربونات أخف .في الحمأة الزيتية، تكون المرحلة الداخلية عبارة عن ماء ويمكنها امتصاص طاقة ميكروويف أكثر من الزيت .يؤدي امتصاص الطاقة في المرحلة الداخلية لخليط الزيت / الماء إلى تمدد الماء وبالتالي تقليل الطبقة السطحية بين الماء والزيت، مما يسهل الفصل .كانت الطاقة المثلى للإشعاع بالميكروويف ووقت المعالجة 420 واط و12 ثانية على التوالي.

في أحد التحقيقات، أعطى تطبيق تشعيع الميكروويف على 188 برميلًا من مستحلب الزيت والماء 146 برميلًا من النفط و42 برميلًا من الماء، مع كفاءة فصل أعلى مقارنة بالطريقة التقليدية.

يمكن أن يكون أداء تشعيع الميكروويف محدودًا بعوامل مثل طاقة الميكروويف ومدة الميكروويف وخافض التوتر السطحي ودرجة الحموضة والملح وبعض خصائص الحمأة مقارنة بالتقنيات الأخرى التي تتضمن التسخين، يمكن أن يرفع تشعيع الميكروويف بسرعة طاقة الجزيئات داخل الوسط مما يؤدي إلى معدلات تفاعل أعلى خلال فترة زمنية قصيرة جدًا، مما يجعل الطريقة عالية الكفاءة في استخدام

الطاقة .ومع ذلك، فإن تطبيقها على المستوى الصناعي محدود بسبب متطلبات المعدات وتكلفة التشغيل العالية. [8]

II-3-7- طريقة الحركية الكهربائية

هي عملية استخدام التيار المباشر (DC) منخفض الكثافة عبر زوج من الأقطاب الكهربائية على وسط قابل للنفاذ، مما يؤدي إلى حركة الإلكترون من منطقة التركيز المنخفض إلى منطقة التركيز الأعلى من خلال الوسيط المنفذ في الطور السائل .يتمتع القطب المعني أيضًا بتبادل الجسيمات المشحونة من الأيونات والرحلان الكهربي في نظام غرواني.

إن تطبيق الطريقة الكهربية في فصل حمأة البترول هو دائمًا آلية من ثلاث مراحل .الأول هو تكسير الركام الغرواني في وجود مجال كهربائي يتسبب في هجرة الجسيمات الغروية من الحمأة والمرحلة الصلبة إلى منطقة الأنود (الرحلان الكهربائي) وانتقال الطور السائل المنفصل في منطقة الكاثود (الكهربائي). -التسمية.

استخدم إليكتوروفيتش وحبيبي الحركية الكهربية في معالجة الحمأة الزيتية، وأظهرت النتائج أنه يمكن إزالة المحتوى المائي للحمأة بنسبة 63٪، كما تمت إزالة الهيدروكربون الخفيف بنسبة 43٪، و50٪ من الهيدروكربون الخفيف عند دمج الحركية الكهربية مع التوتر السطحي.

على الرغم من فعاليتها، يمكن تقليل أداء الطريقة الكهربية من خلال عوامل مختلفة مثل الأس الهيدروجيني والجهد الكهربائي والمقاومة والتباعد بين الأقطاب الكهربائية .يتطلب تطبيق العملية الكهربائية الحركية لاستعادة الزيت من الحمأة الزيتية مقارنة بطرق الاسترداد الأخرى مثل الطرد المركزي والانحلال الحراري كمية أقل من الطاقة .ومع ذلك، فإن دراسات العملية الكهربية الخاصة باستعادة الحمأة الزيتية تم إجراؤها فقط على مستوى المختبر، ولا يزال الأداء والتكلفة على نطاق واسع بحاجة إلى مزيد من البحث. [9]

II-3-8- تشعيع بالموجات فوق الصوتية

يتم استخدام فيها الموجات فوق الصوتية لتوليد ضغط وخلخلة في غرفة العلاج .يعتبر التشعيع بالموجات فوق الصوتية طريقة معالجة فعالة لفصل السائل الصلب في معلقات عالية التركيز، عن طريق تقليل ثبات خليط الماء والزيت.

أثناء عملية التشعيع بالموجات فوق الصوتية، تنتشر الموجات فوق الصوتية في وسط العلاج وتولد ضغطًا وتخلخل، تمارس دورة الضغط ضغطًا إيجابيًا على الوسط عن طريق دفع الجزيئات معًا، بينما تمارس دورة الخلخلة ضغوطًا سلبية عن طريق سحب الجزيئات من بعضها البعض .وبالتالي فإن الضغط السلبي يولد فقاعات صغيرة، والتي عندما تنمو إلى مستوى غير مستقر تنهار بعنف وتتسبب في حدوث موجات صدمة مما يؤدي إلى ارتفاع شديد في درجة الحرارة والضغط .يؤدي التجويف إلى زيادة درجة حرارة

نظام المستحلب وانخفاض لزوجته وبالتالي يعزز نقل الكتلة للمرحلة السائلة، مما يؤدي إلى زعزعة استقرار خليط الماء والزيت يعتبر التشعيع بالموجات فوق الصوتية أكثر فاعلية مقارنة بالطرق الأخرى بمعنى أنه يمكنه تنظيف سطح الجسيمات الصلبة كما يخترق مناطق مختلفة من نظام متعدد الأطوار.

شو وآخرون درس استخدام التجويف بالموجات فوق الصوتية بتردد 28 كيلو هرتز في عملية استخلاص الزيت من الحمأة الزيتية في خزان التنظيف بالموجات فوق الصوتية؛ تم الإبلاغ عن معدل فصل الزيت بنسبة 55.6٪ .أبلغوا أيضًا أن درجة الحرارة المثلى والضغط الصوتي وقوة الموجات فوق الصوتية يجب أن تكون؛ 40درجة مئوية، 0.10 ميجا باسكال، و28 كيلو هرتز على التوالي، وأن كل هذه العوامل يمكن أن تؤثر على عملية استخلاص الزيت .تشانغ وآخرون وجد أنه يمكن تحقيق معدل استرداد الزيت بنسبة 80٪ من مخاليط الحمأة الزيتية والماء في غضون 10 دقائق باستخدام الإشعاع فوق الصوتي بتردد 20 كيلو هرتز بقوة 66 وات.

المعالجة بالموجات فوق الصوتية هي طريقة عالية الكفاءة بدون تلوث بيئي (معالجة خضراء)، ويمكن إجراؤها في وقت قصير جدًا .ومع ذلك، فإن العوامل التي تشمل، مدة المعالجة، التكرار، محتوى الماء في الخليط، درجة الحرارة، حجم الجسيمات الصلبة، التركيز الأولي لمراكز الرعاية الصحية الأولية، قوة الصوتنة وكثافتها، الملوحة، ووجود الفاعل بالسطح يمكن أن تحد من أدائها وهي أيضًا طريقة مكلفة للغاية. [10]

II-3-9- زبد تعويم

في هذه التقنية، يتم تحقيق عملية التقاط قطرات الزيت / المواد الصلبة الصغيرة من خلال استخدام فقاعات الهواء في الملاط المائي، ثم يتم تعويم قطرات الزيت / المواد الصلبة الصغيرة وتجميعها في طبقة رغوية في هذه العملية، يجب تكوين ملاط الحمأة، عن طريق إضافة كمية محددة من الماء إلى الحمأة الزيتية .يتم حقن الهواء لتكوين فقاعات دقيقة تلتقي بقطرات الزيت في ملاط الحمأة، ويؤدي نقص وتمزق طبقة الماء بين قطرات الزيت وفقاعة الهواء إلى السماح لقطرات الزيت بالانتقال نحو فقاعات الهواء، ثم خليط من فقاعات الهواء وتطفو قطرات الزيت على سطح الماء حيث يمكن جمع الزيت المتراكم بشكل منفصل لمزيد من التنقية.

راماسوامي وآخرون وجد أن استخلاص الزيت بنسبة تصل إلى 55٪ يمكن تحقيقه من خلال تطبيق التعويم الرغوي لمعالجة الحمأة الزيتية في ظروف التعويم المثلى.

العتون وآخرون عملية التعويم المميعة المستخدمة والمُعدلة لاستعادة البيتومين من القطران الرملي، بنسبة 0.35٪ بالوزن من مذيب الاستخلاص؛ تم استرداد 86٪ بالوزن من القار Stasiuk et al .

ذكرت أن إضافة الفاعل بالسطح في عملية تعويم الرغوة تقلل بشكل كبير من محتوى الماء (v / v٪) في الزيت المستعاد.

على الرغم من فعاليتها، إلا أن عملية تعويم الرغوة يمكن أن تتأثر بخصائص الحمأة الزيتية (اللزوجة والمحتوى الصلب والكثافة) ودرجة الحموضة والملوحة ودرجة الحرارة وحجم فقاعة الهواء ووجود الفاعل بالسطح ومدة المعالجة. [11]

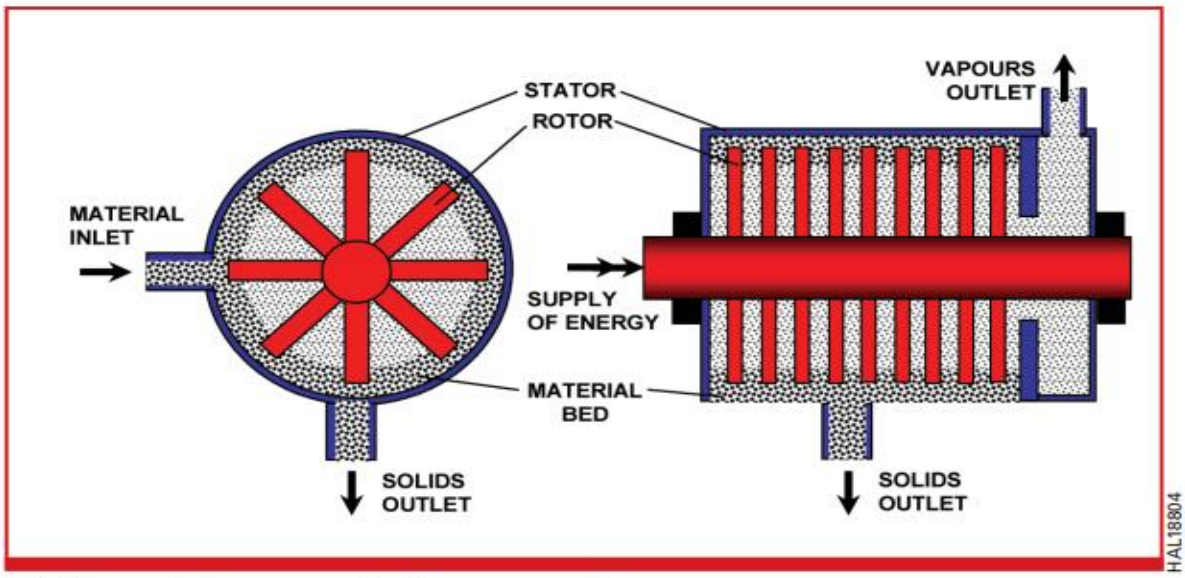
II-4- طرق التخلص من الحمأة البترولية

يتم تطبيق طرق التخلص من الحمأة البترولية بعد استخلاص الزيت من جميع الزيوت المفيدة والهيدروكربونات .من بين الطرق المختلفة المستخدمة: الحرق، والأكسدة، والتصلب / التثبيت(S / S) ، والتحلل البيولوجي. [12]

II-4-1- الحرق

في هذه العملية تخضع فيها حمأة النفايات الناتجة عن صناعة البترول للاحتراق الكامل في وجود وفرة من الهواء والوقود الإضافي .نوعان رئيسيان من المحارق المستخدمة هما الفرن الدوار والطبقة المميعة .تتراوح درجات حرارة الاحتراق في محارق القمائن الدوارة بين 980 و1200 درجة مئوية، مع مدة بقاء 30 دقيقة، بينما تتراوح درجات حرارة الاحتراق في الطبقة المميعة بين 730-760 درجة مئوية، مع زمن مكوث يقاس بالأيام .تعتبر الطبقة المميعة هي الأفضل في معالجة الحمأة بجودة منخفضة نظرًا لأنها تتمتع بكفاءة خلط عالية ومرونة وقود وانبعاثات منخفضة للملوثات وكفاءة احتراق عالية.

سانكاران وآخرون اكتشف أنه عند معالجة ثلاثة أنواع من الحمأة الزيتية باستخدام محرقة طبقة مميعة بدون وقود إضافي، يتم الحصول على كفاءة احتراق عالية بنسبة 98-99٪، على الرغم من أن الحمأة ذات المحتوى العالي من الماء يجب معالجتها مسبقًا لتقليل لزوجتها قبل تغذيتها في المحرقة. [13]



TCC Thermal Desorption technology cutaway view

الشكل رقم (II-3): جهاز الحرق TCC

II-4-2- الاستقرار / التصلب

S / S هي عملية تغليف / ختم النفايات باستخدام مادة رابطة بهدف وحيد هو منع تسرب النفايات إلى البيئة ، سواء من خلال الوسائل الفيزيائية أو الكيميائية والقدرة على تحويل المنتجات إلى مواد بناء صديقة للبيئة أو غير - المخلفات الخطرة في مكب التخلص .تتضمن S / S للنفايات الخطرة بواسطة الإسمنت ثلاث مراحل رئيسية:

1- تصحيح الملوثات الكيميائية - والتي تنطوي على التفاعلات الكيميائية بين منتجات ترطيب الإسمنت والملوثات نفسها.

2- يمتص جسديًا الملوثات الموجودة على سطح المنتجات المائية للإسمنت.

3- تغليف النفايات أو التربة الملوثة (نفاذية منخفضة للمعاجين الصلبة).

في المرحلتين الأولى والثانية أعلاه، من الأهمية بمكان الانتباه جيدًا لطبيعة منتجات الترطيب والملوثات، لأنها تحدد النتائج بينما تعتمد المرحلة الثالثة على نوع منتجات الترطيب وطبيعة بنية المسام خصائص العجينة .تم استخدام S / S عالميًا في المعالجة قبل التخلص من معظم النفايات الخطرة، والنفايات المشعة والمختلطة منخفضة المستوى، وكذلك معالجة المواقع الملوثة .وفقًا لوكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA)، فإن S / S هي أفضل تقنية متاحة مثبتة (BDAT) لـ 57 من النفايات الخطرة .من بين جميع الروابط، تعتبر الإسمنت الهيدروليكي هي الأكثر استخدامًا في S / S من النفايات .يمكن استخدام المنتج النهائي لأغراض البناء حسب الخصائص.

على الرغم من أن S / S سريع وأقل تكلفة مقارنة بطرق معالجة التخلص الأخرى، إلا أن إطلاق الملوثات العضوية عالية التركيز أمر ممكن عند تعرضها للمواد المترسبة البيئية .وجد Karamaalidis و Voudriasأنه في S / S الحمأة الزيتية في مصفاة التكرير، تؤدي زيادة محتوى الإسمنت إلى زيادة تركيز الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات و TPHفي العصارة.

في عملية تحسين عدم فعالية S / S في شل حركة الملوثات الخطرة تمامًا، يتم إدخال مواد أخرى في المزيج .استخدم Caldwell et al الكربون المنشط مع الإسمنت البورتلاندي في معالجة S / S أو إدارة الملوثات العضوية وأظهرت النتيجة تحسنًا كبيرًا على الرغم من أن الكربون المنشط مكلف؛ مادة رخيصة محتملة يمكن أن تجمع بين خصائص الامتصاص والربط هي الرماد المتطاير لمحطة توليد الطاقة عالية الكربون(HCFA) ، وهي مادة بوزولانية تشبه مادة PFA المقبولة على نطاق واسع للاستخدام في مواد البناء القائمة على الإسمنت، ولكنها تحتوي على نسبة أعلى من الكربون غير المحترق .قد يعمل هذا الكربون كمادة ماصة للمركبات العضوية .غالبًا ما يستخدم الإسمنت البورتلاندي كمصدر للقلوية والكالسيوم لتنشيط التفاعلات البوزولانية في الرماد المتطاير.

قام ليونارد وستيجمان بالتحقيق في S / S من النفايات المتولدة أثناء التنقيب عن البترول وإنتاجه باستخدام الإسمنت البورتلاندي (CEM1) مع دمج HCFA كمادة ماصة للملوثات العضوية، وأظهرت النتيجة أن إدخال HCFA يقلل بشكل كبير من ترشيح مراكز الرعاية الصحية الأولية.

في معالجة S / S للحمأة الزيتية، تم تحضير العينات باستخدام قوالب خرسانية محكمة الغلق في أكياس بلاستيكية لمنع الكربنة المحتملة بسبب التعرض للهواء ومعالجتها لمدة 24 ساعة في غرفة رطوبة مع رطوبة نسبية 98 ± 2٪ ودرجة حرارة تبلغ تم إعادة ختم عينات من 21 ± 3 درجة مئوية قبل إزالة القوالب في أكياس بلاستيكية ونقلها مرة أخرى إلى غرفة الرطوبة لمزيد من المعالجة لمدة 7 و28 و56 يومًا قبل الاختبار.

أسنا وآخرون ذكرت أن إدخال رماد قشر الأرز (RHA) بنسبة 5 و10 و15٪ كمواد بديلة للإسمنت لتصلب وتثبيت الملوثات من الحمأة الزيتية كبديل لتقليل السمية قبل التخلص النهائي مما أدى إلى زيادة مقاومة الضغط لـ المنتج من 19.2 نيوتن / مم ^{2}إلى 24.9 نيوتن / مم ^{2}. [14]

II-4-3- علاج الأكسدة

المعالجة بالأكسدة هي عملية تحلل الملوثات العضوية باستخدام عوامل الأكسدة الكيميائية وغيرها .في عملية الأكسدة، يتم إدخال عوامل تفاعلية في الحمأة الزيتية ويتأكسد المركب العضوي في الحمأة الزيتية إلى ثاني أكسيد الكربون والماء أو إلى مواد غير خطرة تم استخدام كاشف أكسدة مختلف في هذه العملية لمعالجة الحمأة الزيتية مثل كاشف فينتون، هيبوكلوريت، الأوزون، التشعيع بالموجات فوق الصوتية، البرمنجنات، بيرسلفات .وقد ثبت أيضًا أن تطبيق التشعيع بالموجات فوق الصوتية على عملية أكسدة الحمأة الزيتية فعال .أثناء عملية الموجات فوق الصوتية التي تتضمن استخدام الطاقة الصوتية لتحريك الجسيمات في عينة الحمأة الزيتية، الجذور الوسيطة مثل الهيدروجين(* H) ، الهيدروكسيل(* OH) ، الهيدروبيروكسيل (*HO)سيتم إنتاج 2 وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) مما يعزز تكسير الهيدروكربونات المعقدة إلى هيدروكربونات بسيطة ذات قابلية عالية للذوبان.

ماتر وآخرون اكتشفوا من خلال عملهم أن كاشف من نوع فينتون يمكن أن يقلل من تركيز الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والفينولات والملوثات الأخرى في التربة الملوثة بالطين الزيتية عند درجة حموضة منخفضة تبلغ 3.0 .تشانغ وآخرون ذكرت أن تأثير أكسدة فنتون على تدهور الحمأة الزيتية يمكن تعزيزه عن طريق التشعيع بالموجات فوق الصوتية.

كوي وآخرون تستخدم طريقة أكسدة الماء فوق الحرجة (SCWO) في معالجة الحمأة الزيتية؛ وجدوا أن 92٪ من طلب الأكسجين الكيميائي تمت إزالته خلال 10 دقائق من العلاج .استخدموا أيضًا أكسدة الهواء الرطب (WAO) في معالجة الحمأة الزيتية لإزالة 88.4٪ من COD بشكل فعال خلال 9 دقائق عند

درجة حرارة 330 درجة مئوية مع زيادة O2 بمقدار 0.8، ويمكن تحسين ذلك إلى إزالة 99.7٪ COD عن طريق إضافة محفز.

يمكن إجراء عملية المعالجة بالأكسدة خلال فترة زمنية قصيرة إلى حد معقول على الحمأة الزيتية، ويمكن أن تكون صديقة للبيئة (على سبيل المثال، تحميل الملوثات، وتغير درجة الحرارة، ووجود مواد سامة بيولوجية، وما إلى ذلك) والمنتجات النهائية قابلة للتحلل .ومع ذلك، بالنسبة للتطبيق على نطاق واسع، قد تكون هناك حاجة إلى كمية كبيرة من الكواشف الكيميائية، ومعدات كبيرة، وزيادة في استهلاك الطاقة وتكلفة تشغيل عالية ثابتة. [15]

II -4-4- المعالجة الحيوية

تم تطبيق استخدام الكائنات الحية الدقيقة في التحلل البيولوجي وإزالة الملوثات البيئية في معالجة الأرض، والأكوام الحيوية / التسميد والطين الحيوي. [16]

II-4-4-1- زراعة الأرض

معالجة زراعة الأراضي هي تدهور بيولوجي وكيميائي وفيزيائي لملوثات الحمأة الزيتية عن طريق مزجها بالتربة .تُفضل معالجة الأرض على طرق التخلص الأخرى نظرًا لتكلفتها المنخفضة واستهلاكها المنخفض للطاقة وإمكانية استيعاب كميات كبيرة من الحمأة وتتطلب إجراءات تشغيل بسيطة ومع ذلك، فهي تستغرق وقتًا طويلاً وتتطلب مساحة كبيرة جدًا من الأرض؛ قد لا تكون فعالة في المناطق الباردة.

مارين وآخرون ذكرت أن معالجة زراعة الأراضي للحمأة الزيتية يمكن أن تزيل 80٪ من مراكز الرعاية الصحية الأولية في غضون 11 مترًا من المعالجة في مناخ شبه جاف، وقد تمت إزالة نصف الحمأة الزيتية خلال الأشهر الثلاثة الأولى.

وفقًا لأدمون وآخرون ذكرت أن 70-90٪ من تدهور مراكز الرعاية الصحية الأولية يمكن تحقيقه في غضون 2 شهر عند تطبيق معالجة زراعة الأراضي على الحمأة الزيتية .لوحظ أن معظم التدهور يحدث خلال الأسابيع الثلاثة الأولى من العلاج.

تمت معالجة الحمأة الزيتية لمدة 12 شهرًا في ظل الظروف الجافة من قبل حجازي وحسين، ولاحظا أن الحرث (إضافة الماء والمغذيات) كانت العوامل الرئيسية المسؤولة عن أعلى إزالة للرعاية الصحية الأولية في معالجة الأرض للحمأة الزيتية مع الإزالة بمعدل 76٪. [17]

II-4-4-2- كومة بيولوجية / سماد

تُعرف طريقة المعالجة التي يتم من خلالها تحويل النفايات البترولية إلى أكوام مخصصة للتحلل من خلال الكائنات الحية الدقيقة الأصلية أو الخارجية باسم Bio pile. يمكن أن تحل تقنية المعالجة هذه محل معالجة الأرض التي تتطلب مساحات كبيرة من الأرض .تسمى هذه التقنية بالتسميد عند إضافة المواد العضوية لتحسين كفاءتها.

وانج وآخرون ذكرت أن إضافة ساق القطن عامل التكتل يمكن أن تحسن بشكل كبير من النشاط الميكروبي الأيضي عند استخدام السماد في معالجة الحمأة الزيتية .ليو وآخرون ذكرت أنه عند إضافة السماد إلى الحمأة الزيتية أثناء عملية التسميد، فإن النشاط الميكروبي والتنوع يزدادان بشكل كبير.

تم العثور على الزيادة الحيوية باستخدام السماد الخام والقش لتقليل محتوى الهيدروكربونات البترولية بنسبة 46-53٪ أثناء سماد الحمأة الزيتية خلال 56 يومًا في الأكوام بينما تم تسجيل معدل اختزال بنسبة 31٪ لأكوام التحكم. كريبسالو وآخرون ذكر أن سماد نفايات المطبخ هو أكثر المواد العضوية كفاءة مقارنةً بتعديل الرمل، وسماد الزيت الناضج، ونفايات الخشب المقطعة في تقليل الهيدروكربونات البترولية في الحمأة الزيتية. [18]

تعتبر المعالجة الحيوية / التسميد صديقة للبيئة وتتطلب مساحة أقل من الأرض مقارنة بزراعة الهبوط؛ ومع ذلك، لا تزال هناك حاجة إلى مساحة كبيرة من الأرض وتستهلك أيضًا المزيد من الوقت.

II -4-4-3- علاج الطين الحيوي

تتضمن طريقة المعالجة هذه خليطًا من المواد الصلبة المرتبطة بالحمأة والماء (5-50٪ وزن / حجم)، ويتم إذابة الملوثات في الطور المائي حيث يتم الحصول على الملوثات المذابة بكميات كبيرة .سيؤدي التحلل الميكروبي للملوثات إلى تقليل السمية أو تحويل المنتج النهائي إلى ثاني أكسيد الكربون والماء.

Ayotamuwoوآخرون ذكرت أنه يمكن تحقيق خفض إجمالي الهيدروكربونات البترولية بنسبة 40.7-53.2٪ في غضون أسبوعين ويمكن تحقيق 63.7-85.5٪ في غضون ستة أسابيع في تطبيق معالجة الطين الحيوي للحمأة الزيتية .وجد وارد وآخرون أنه يمكن الحصول على اختزال يصل إلى 80-99٪ من إجمالي الهيدروكربونات في غضون 10-20 يومًا من التحلل البيولوجي للحمأة الزيتية عند إضافة الفاعل بالسطح الحيوي .تعتبر معالجة الطين الحيوي طريقة فعالة وسريعة للتخلص من الحمأة الزيتية ولا تتطلب سوى مساحة صغيرة من الأرض، ومع ذلك فهي مكلفة مقارنة بتقنيات التخلص الأخرى. [19]

II-5- تقنيات معالجة الحمأة الزيتية في صناعة البتروكيماويات

الجدول رقم (II-1): مقارنة بين تقنيات التخلص من الحمأة الشائعة

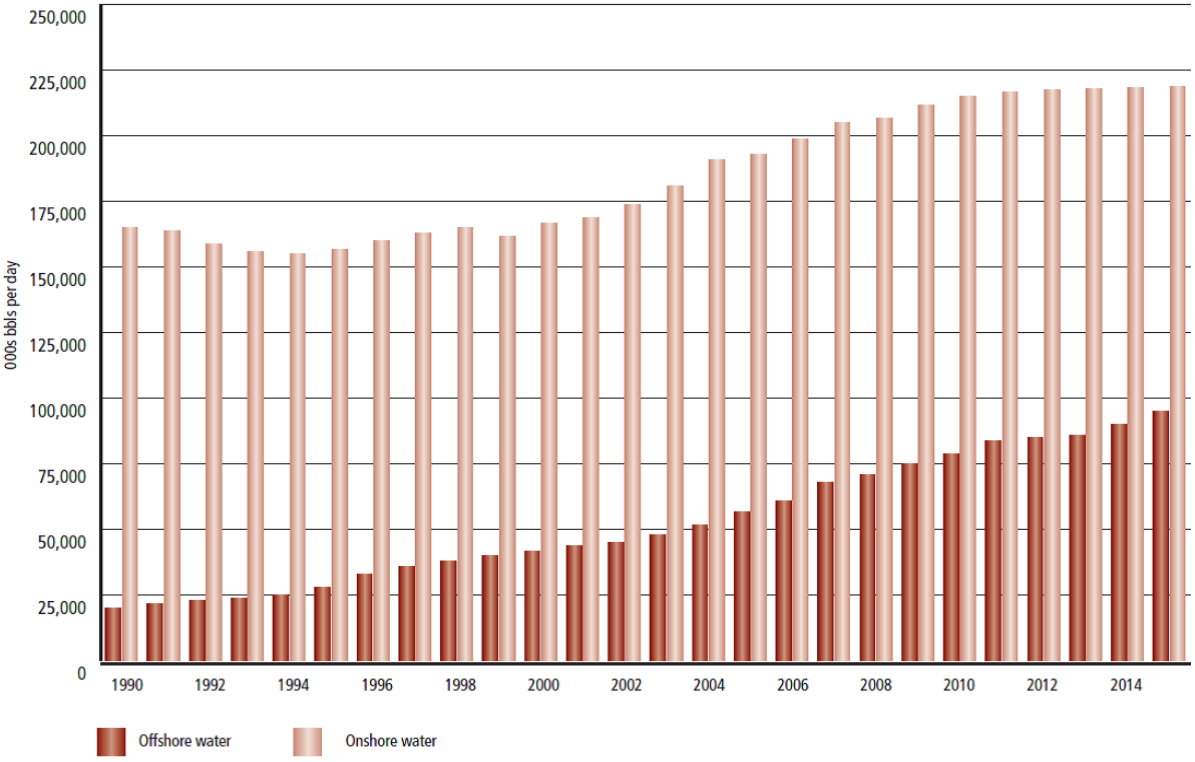
رقم	تقنية	المنتجات الثانوية	مزايا	سلبيات	تطبيق
1	الاستخلاص بالمذيبات	المركبات العضوية المتطايرة، الطين الحمأة غير القابلة للاسترداد	1 سهل التطبيق وسريع وفعال.	يتم استخدام كمية كبيرة من المذيبات العضوية، عالية التكلفة وغير سليمة بيئياً، غير قادرة على معالجة المعادن الثقيلة	تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية المقاومة للصهر
2	التنظيف الكيميائي / المعالجة الكيميائية الحرارية	مياه الصرف الصحي	1 سريع وفعال. 2 قدرة علاج كبيرة.	تكلفة رأس مال وصيانة عالية، واستهلاك كبير للطاقة، ومشكلة ضوضاء، وتقليل اللزوجة من متطلبات ما قبل المعالجة، وعدم القدرة على معالجة المعادن الثقيلة	الحمأة الزيتية ذات المحتوى العالي من الزيت والاستحلاب الخفيف
3	الطرد المركزي	مياه الصرف الصحي، الطين الحمأة غير القابلة للاسترداد	1 سهل التطبيق وسريع وفعال. 2 قدرة علاج كبيرة. 3 لا حاجة لإضافة المواد الكيميائية.	تكلفة رأس مال وصيانة عالية، واستهلاك كبير للطاقة، ومشكلة ضوضاء، وتقليل اللزوجة من متطلبات ما قبل المعالجة، وعدم القدرة على معالجة المعادن الثقيلة	الحمأة الزيتية ذات المحتوى العالي من الزيت
4	التعويم	كمية كبيرة من مياه الصرف الصحي	1 سهل التطبيق. 2 لا حاجة للطاقة المكثفة.	كفاءة منخفضة نسبيًا، يتم استخدام كمية كبيرة من الماء، وهي غير مناسبة لمعالجة الحمأة الزيتية ذات اللزوجة العالية، وغير قادرة على معالجة المعادن الثقيلة	الحمأة الزيتية منخفضة اللزوجة
5	الانحلال الحراري	المركبات العضوية المتطايرة، حرف	1 سريع وفعال. 2 يمكن ترقية الزيت المستعاد.	صيانة رأس مال عالية، وتكلفة تشغيل، واستهلاك مرتفع للطاقة، وتقليل اللزوجة من متطلبات ما قبل المعالجة، وغير مناسب للحمأة الزيتية ذات المحتوى العالي من الرطوبة	الحمأة الزيتية ذات المحتوى الرطب المنخفض والمؤشر الصلب

الرقم	تقنية	المنتجات الثانوية	مزايا	سلبيات	تطبيق
6	التجميد/ الذوبان	مياه الصرف الصحي، الطين الحمأة غير القابلة للاسترداد	1 سهل التطبيق 2 مدة العلاج القصيرة. 3 مناسبة للمناطق الباردة.	انخفاض الكفاءة، قد تكون التكلفة عالية بسبب ارتفاع استهلاك الطاقة للتجميد، غير لمعالجة المعادن الثقيلة	مناسبة للمنطقة شديدة البرودة
7	الحرق	انبعاثات الغازات الخطرة، الرماد المتطاير	1 الإزالة السريعة والكاملة للرواسب الصحية الأولية في الحمأة الزيتية 2 يمكن إعادة استخدام قيمة الحرارة.	تحتاج تكلفة المعدات العالية وأنواع الوقود الإضافي وانبعاثات الغاز والرماد المتطاير إلى مزيد من المعالجة وإزالة الرطوبة مسبقًا إلى المطلوب وغير قادر على معالجة المعادن الثقيلة	الحمأة الزيتية ذات المحتوى العالي من الزيت والمحتوى الرطب المنخفض
8	مكب النفايات	كمية صغيرة نسبيًا من المركبات العضوية المتطايرة	1 سهل التطبيق 2 قدرة معالجة كبيرة. 3 تكلفة منخفضة نسبيًا	لا يمكن إعادة التدوير، احتلال مساحة كبيرة من الأرض، تلوث البيئة، عملية بطيئة للغاية، موارد النفايات	الحمأة الزيتية ذات المحتوى المنخفض من الزيت
9	المعالجة البيولوجية	المركبات العضوية المتطايرة	1 سهل التطبيق 2 تكلفة منخفضة 3 قدرة معالجة كبيرة	لا يمكن إعادة تدويرها، وتحتل مساحة كبيرة من الأرض، وعملية بطيئة للغاية، وتطبيق محدود (درجة الحرارة، والرطوبة، ودورة كاملة)	الحمأة الزيتية ذات المحتوى المنخفض من الزيت
10	المعالجة المشتركة	تصريف مؤهل حسب المعايير البيئية المحلية	يعتمد التطبيق الواسع وعملية الضبط على الحمأة المحلية	المعدات معقدة وعملية التشغيل طويلة	يعتمد التطبيق الواسع وعملية الضبط على الحمأة المحلية

المصدر: البيئة الهندسية < المجلد 24 (2)؛ < 2019مقال

II-6- المياه المنتجة

المياه المنتجة هي جزء لا ينفصم من عمليات استعادة الهيدروكربونات، ومع ذلك فهي إلى حد بعيد أكبر مجاري النفايات المرتبطة باستعادة الهيدروكربونات .تقدر تقديرات إنتاج المياه بحوالي 250 مليون برميل في اليوم في عام 2007، لنسبة الماء إلى الزيت حوالي 3: 1، ومن المتوقع أن تزيد إلى أكثر من 300 مليون برميل في اليوم بين عامي 2010 و2012 (الشكل (II-4))، دال فيرو وسميث 2007.تتطلب اللوائح البيئية الصارمة بشكل متزايد معالجة مكثفة للمياه المنتجة من منتجات النفط والغاز قبل التصريف؛ ومن ثم فإن معالجة هذه الأحجام والتخلص منها يكلف الصناعة سنويًا أكثر من 40 مليار دولار أمريكي .وبالتالي، بالنسبة لآبار إنتاج النفط والغاز الواقعة في المناطق التي تعاني من ندرة المياه. [20]



الشكل (II-4): الإنتاج العالمي للمياه البرية والبحرية (Dal Ferro and Smith 2007)

يتم تقسيم استهلاك المياه في جميع أنحاء العالم تقريبًا، مع 70 ٪ للاستخدام الزراعي، و22 ٪ للاستخدام الصناعي، و8 ٪ للاستخدام المنزلي (اليونسكو 2003). يعيش خُمس السكان في مناطق تعاني من ندرة المياه، ويفتقر واحد من كل ثمانية إلى المياه النظيفة .حاليًا، يمكن إعادة تدوير المياه المنتجة المعالجة بشكل صحيح واستخدامها لإغراق المياه (إعادة حقن المياه المنتجة(PWRI)) والتطبيقات الأخرى، مثل ري المحاصيل، واستهلاك الحياة البرية والماشية، وتربية الأحياء المائية وزراعة الخضروات المائية، والعمليات الصناعية، والتحكم في الغبار، والسيارات غسيل المعدات وتوليد الطاقة ومكافحة الحرائق

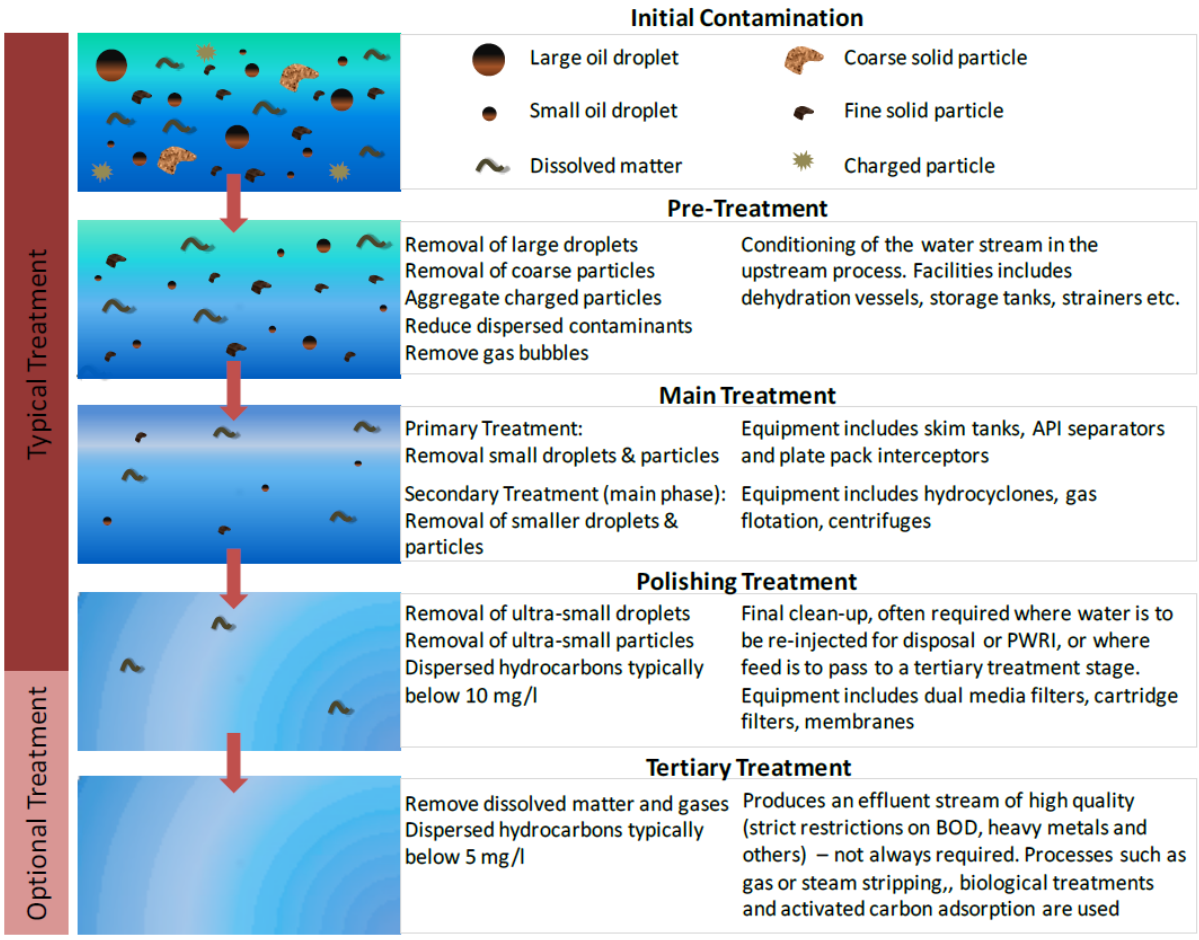
(Veil et al. 2004) تقلل عمليات إعادة الاستخدام المفيدة هذه بشكل مباشر من سحب المياه الصالحة للشرب، وهي سلعة ذات قيمة عالية في العديد من مناطق العالم .على الرغم من إمكانية معالجة المياه المنتجة وفقًا لجودة مياه الشرب (تاو وآخرون 1993؛ دوران وآخرون 1997؛ شو ،1998 Kharaka et al؛ فونستون وآخرون 2002 .؛ تم إجراء القليل من الأبحاث حول جدوى وفعالية التكلفة لإعادة الاستخدام المباشر أو غير المباشر للمياه الصالحة للشرب من إنتاج النفط والغاز. [21]

II-1-6- المياه المنتجة وبدائل المعالجة المياه المنتجة والمعالجة النموذجية

المياه المنتجة هي المرحلة السائلة المائية التي يتم إنتاجها بشكل مشترك من بئر منتجة إلى جانب مراحل النفط و / أو الغاز أثناء عمليات الإنتاج العادية .وهذا يشمل الماء الذي يحدث بشكل طبيعي بجانب رواسب الهيدروكربون، وكذلك الماء المحقون في الأرض .فيما يلي الملوثات الرئيسية التي تثير القلق في المياه المنتجة: [22]

- مستوى عالٍ من إجمالي المواد الصلبة الذائبة(TDS)
- النفط والشحوم.
- المواد الصلبة العالقة.
- زيت مشتت.
- المركبات العضوية المذابة والمتطايرة.
- معادن ثقيلة.
- النويدات المشعة.
- الغازات والبكتيريا المذابة.
- المواد الكيميائية (الإضافات) المستخدمة في الإنتاج مثل المبيدات الحيوية، ومثبطات التقشر والتآكل، وقواطع المستحلب والمستحلب العكسي.

عادة ما تختلف كمية المياه المنتجة والملوثات وتركيزاتها الموجودة في المياه المنتجة بشكل كبير على مدى عمر الحقل في وقت مبكر، يمكن أن يكون معدل توليد المياه جزءًا صغيرًا جدًا من معدل إنتاج الزيت، ولكن يمكن أن يزيد بمرور الوقت إلى عشرات أضعاف معدل النفط المنتج .من حيث التركيب، تكون التغييرات معقدة ومحددة الموقع لأنها دالة للتكوين الجيولوجي، وكيمياء الزيت والماء (سواء في الموقع أو المحقون)، وتفاعلات الصخور / السوائل، ونوع الإنتاج، والإضافات المطلوبة للأنشطة المتعلقة بإنتاج النفط.



الشكل (5-II): عملية معالجة المياه النموذجية في صناعة النفط والغاز (معدلة من شل 2009).

يوضح الشكل (5-II) المعالجة النموذجية التي تستقبل المياه المنتجة في عمليات حقول النفط والغاز .العلاج له ثلاث مراحل رئيسية .في المعالجة المسبقة، تتم إزالة الجزء الأكبر من النفط والغاز، وكذلك الجزيئات الخشنة .ويلي ذلك العلاج الرئيسي الذي يركز على إزالة المزيد من قطرات الهيدروكربون الصغيرة والجزيئات الصغيرة من الماء .يتم تحقيق ذلك في خطوتين من العلاج .تزيل الخطوة الأولية قطيرات الهيدروكربون الأكبر حجمًا والجسيمات الصلبة الكبيرة، بالإضافة إلى البزاقات الهيدروكربونية .تأتي الخطوة الثانوية بعد القطرات والجسيمات الأصغر، وهي تشمل الجزء الأكبر من معدات إزالة الزيوت المستخدمة في صناعة المنبع .عادة ما تكون هذه الخطوة الثانوية كافية لتقليل محتوى الهيدروكربون المشتت إلى أقل من مستوى التصريف البحري النموذجي البالغ 40 مجم / لتر .ثم هناك معالجة نهائية للتلميع، والتي يمكن أن تكون اختيارية، حيث ينخفض تركيز الزيت إلى مستويات أقل عادةً من 10 مجم / لتر .يعتمد تنفيذ هذه المعالجة الأخيرة على الإطار التنظيمي أو المتطلبات التشغيلية إذا كان سيتم إعادة حقن المياه للتخلص منها أو كجزء من عمليات تدفق المياه في الحقل .في بعض الأحيان تكون هناك حاجة إلى معالجة إضافية، حيث يجب أن يكون لتيار الصرف النهائي جودة عالية .في هذه الحالة، يكون تركيز الزيت عادةً أقل من

5 مجم / لتر، وعادة ما تكون هناك قيود أخرى يجب الوفاء بها مثل محتوى المعادن الثقيلة، ومستويات الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي(BOD) . [23]

II-6-2- طرق أخرى في معالجة المياه المنتجة

بالنظر إلى الملوثات الرئيسية الموجودة في المياه المنتجة، تشمل أهداف المعالجة إزالة الزيوت، وتحلية المياه، وإزالة الغازات، وإزالة المواد الصلبة العالقة، وإزالة المركبات العضوية، وإزالة المعادن الثقيلة والنويدات المشعة، والتطهير. على الرغم من أن مستوى إزالة الملوثات المطلوبة لإعادة استخدام مياه الشرب يمكن أن يكون أعلى بشكل ملحوظ، اعتمادًا على جودة المياه المنتجة.

يتطلب تحقيق أهداف العلاج المختلفة استخدام تقنيات معالجة متعددة، بما في ذلك عمليات المعالجة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية .(Ahmadun et al. 2009) بعض التقنيات المستخدمة هي: [24]

II-6-2-1- إزالة المركبات العضوية المذابة :

1- الامتزاز [بالكربون المنشط، والطين العضوي، وميثيل ميثاكريلات - (MMA) بوليمر ديفينيل بنزين(DVB) ، والزيوليت الوظيفي، وألياف البوليمر الوظيفية والراتنجات].
2- ترسيب الهواء المذاب.
3- أكسدة كيميائية (على سبيل المثال، عملية الأوزون، عملية فينتون)، كهروكيميائية أو تحفيزية ضوئية (على سبيل المثال، (TiO2).
4- الانحلال البيولوجي.
5- الترشيح النانوي أو التناضح العكسي.

II-6-2-2- إزالة المعادن :

(1)تهوية + ترسيب + ترشيح رمل (2) .التبادل الأيوني (3) .التناضح العكسي.

II-6-2-3- إزالة المواد الصلبة العالقة :

1- التخثر / التلبد + الترسيب + الترشيح.
2- الترشيح الدقيق أو الترشيح الفائق.

تركزت الأبحاث حول استراتيجيات المعالجة لاستصلاح المياه الصناعية لإعادة استخدامها التي تتطلب جودة مياه عالية حول التناضح العكسي (RO) سينغ، 2008. تكمن المشكلة الرئيسية في معالجة التناضح العكسي في ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة ومحتويات الزيت في الماء المنتج، مما يؤدي إلى ارتفاع ضغط الأسموزي وتلوث أغشية التناضح العكسي بواسطة المركبات الهيدروكربونية .تزيل عمليات المعالجة المسبقة قطرات الزيت، المواد الصلبة العالقة (على سبيل المثال، التخثر والتلبد، الترشيح بالرمل أو الغشاء)، والمعادن (على سبيل المثال، الترسيب الكيميائي)، والمركبات العضوية الذائبة (على سبيل المثال، الامتزاز، والأكسدة الكيميائية، والتحلل البيولوجي)، وتحمي أغشية التناضح العكسي من التلوث

المفرط في نفس الوقت .العديد من حقول النفط لديها بالفعل مرافق معالجة واسعة لمتطلبات التفريغ .يمكن استخدام عمليات المعالجة الحالية هذه كمعالجة مسبقة للتناضح العكسي .في المواقع التي تكون فيها الأرض متاحة أكثر، يمكن أن تكون المعالجة البيولوجية خيارًا منخفض التكلفة للمعالجة المسبقة للتناضح العكسي .هناك حاجة أيضًا إلى عمليات المعالجة المسبقة أو ما بعد المعالجة لإزالة الغاز المذاب والمركبات غير المشحونة منخفضة الوزن الجزيئي، والتي لا تتم إزالتها بواسطة أغشية التناضح العكسي .

نظرًا لأن فكرة استخدام المياه المنتجة كمصدر بديل لمياه الشرب لا تزال في مهدها، كما أن جودة المياه المنتجة تختلف اختلافًا كبيرًا من موقع إلى آخر، فلا يُعرف الكثير عن جدوى إعادة استخدام المياه الصالحة للشرب ومستوى المعالجة المطلوبة .

للتأكد من أن كيمياء المحلول لمياه إعادة الاستخدام متوافقة مع طبقة المياه الجوفية .على سبيل المثال، تحتوي مياه إعادة الشحن المُعالجة بالتناضح العكسي عادةً على نسبة منخفضة جدًا من المواد الصلبة الذائبة ونسبة منخفضة من الكالسيوم إلى الصوديوم، مما قد يؤدي إلى تشتت الطين وبالتالي انسداد الخزان الجوفي وكذلك تسرب أنواع المعادن الثقيلة من التربة أو تكوين الخزان الجوفي .يمكن التخفيف من ذلك من خلال استراتيجيات مثل إضافة الجير أو المزج مع مصدر محلي للمياه السطحية .يجب دراسة التأثير طويل المدى للمياه المنتجة المعالجة على الخزان الجوفي لمياه الشرب بعناية. [25]

المراجع

[1] https://www.petroed.com/e-learning/drilling-fundamentals/oilwell-drilling/introduction-to-drilling-fluids/

[2] Tavassoli T, Mousavi SM, Shojaosadati SA, Salehizadeh H. Asphaltene biodegradation using microorganisms isolated from oil samples. Fuel. 2012 ;93 :142–148.

[3] Al-Zahrani SM, Putra MD. Used lubricating oil regeneration by various solvent extraction techniques. J Ind Eng Chem. 2013 ;19 :536–539.

[4] Conaway LM. Method for processing oil refining waste. Continuum Environmental, Inc ; United States : 1999.

[5] Mulligan CN. Recent advances in the environmental applications of biosurfactants. Curr Opin Colloid Interface Sci. 2009 ;14 :372–378.

[6] Sean DS, Lee DJ. Expression deliquoring of oily sludge from a petroleum refinery plant. Waste Manage. 1999 ;19 :349–354.

[7] Zhang SP, Yan YJ, Li YC, Ren ZW. Upgrading of liquid fuel from the pyrolysis of biomass. Bioresour Technol. 2005 ;96 :545–550.

[8] Tan W, Yang X, Tan X. Study on demulsification of crude oil emulsions by microwave chemical method. Sep Sci Technol. 2007 ;42 :1367–1377.

[9] Yang L, Nakhla G, Bassi A. Electro-kinetic dewatering of oily sludges. J Hazard Mater. 2005 ;125 :130–140.

[10] Kim YU, Wang MC. Effect of ultrasound on oil removal from solids. Ultrason Sonochem. 2003 ;41 :539–542.

[11] Canselier JP, Delmas H, Wilhelm AM, Abismaïl B. Ultrasound emulsification – An overview. J Disper Sci Technol. 2007 ;23 :333–349.

[12] Al-Shamrani AA, James A, Xiao H. Separation of oil from water by dissolved air flotation. Colloids Surf A. 2002 ;209 :15–26.

[13] Scala F, Chirone R. Fluidized bed combustion of alternative solid fuels. Exp Therm Fluid Sci. 2004 ;28 :691–699.

[14] Shi C, Shen X, Wu X, Tang M. Immobilization of radioactive wastes with portland and alkali-slag cement pastes. Il Cemento. 1994 ;91 :97–108.

[15] Ferrarese E, Andreottola G, Oprea IA. Remediation of PAH-contaminated sediments by chemical oxidation. J Hazard Mater. 2008 ;152 :128–139.

[16] Powell SM, Paul M, Harvey PM, Stark SJ, Snipe I, Riddle JM. Biodegradation of petroleum products in experimental plots in Antarctic marine sediments is location dependent. Mar Pollut Bull. 2007 ;54 :434–440.

[17] Khan FI, Husain T, Hejazi R. An overview and analysis of site remediation technologies. J Environ Manage. 2004 ;71 :95–122.

[18] Liu WX, Luo YM, Teng Y, Li ZG, Ma LQ. Bioremediation of oily sludge-contaminated soil by stimulating indigenous microbes. Environ Geochem Health. 2010 ;32 :23–29.

[19] Ayotamuno MJ, Okparanma RN, Nweneka EK, Ogaji SOT, Probert SD. Bioremediation of a sludge containing hydrocarbons. Appl Energ. 2007 ;84 :936–943.

[20] Ahmadun, F.l., Pendashteh, A., Abdullah, L.C., Biak, D.R.A., Madaeni, S.S. and Abidin, Z.Z. 2009. Review of technologies for oil and gas produced water treatment. Journal of Hazardous Materials 170 : 530-551

[21] Bailey, B., Crabtree, M., Tyrie, J., Elphick, J., Kuchuk, F., Romano, C. and Roodhart, L. 2000. Water Control. Oilfield Review Spring 2000 : 30-51.

[22] Dal Ferro, B. and Smith, M. 2007. Global onshore and offshore water production. Oil & Gas Review OTC Edition.

[23] Doran, G.F., Carini, F.H., Fruth, D.A., Drago, J.A. and Leong, L.Y.C. 1997. Evaluation of Technologies to Treat Oil Field Produced Water to Drinking Water or Reuse Quality. Paper SPE 38830 presented at the SPE Annual

[24] Kharaka, Y.K., Leong, L.Y.C., Doran G. and Breit, G.N. 1998. Proc. 5th International Petroleum Environmental Conference, Albuquerque, New Mexico

[25] Singh, R. 2009. Production of high-purity water by membrane processes. Desalination and Water Treatment. 3 (1-3) : 99-110.

الجانب التطبيقي

III -1- تقديم شركة BASP

اسم الشركة: BAROID ALGERIA DE SERVICES AUX PUITS (BASP)

عدد عمال شركة: 365 عامل

عنوان الشركة: تقع في المنطقة الصناعية P3W3+G4C، حاسي مسعود ورقلة الجزائر كما هي موضحة:

الموقع الفلكي:

خطوط الطول:	دوائر العرض:
31°44'47"N	6°03'10"E

الموقع الجغرافي:

الشكل رقم (III -1): موقع شركة BASP على الخريطة

III -2- خدمات BASP :

تتواجد BASP في هذا المجال منذ أكثر من 30 عامًا، وتقدم مجموعة متنوعة من الخدمات المتعلقة بسوائل الحفر.

- توزيع المنتجات.
- توافر فنيين مؤهلين تأهيلاً عالياً.
- توفير كبائن (des cabines) تلبي متطلبات عملائنا.
- خدمات التنقية الميكانيكية.
- تصنيع وتسليم الطين لأنه يحتوي على مصنع طين مجهز جيدًا مع ترتيب الإطارات المشكلة في هذه المناطق والذي يتقن أداة المعرفة.

III -3- خدمات المختبر :

تمتلك شركة BASP مختبرات حديثة على أسس، واحدة للتحكم اليومي في المنتجات والطين الذي يتم تسليمه إلى مواقع البناء والأخرى لتحسين تركيبات الطين لمختلف حقول النفط في الجزائر.

III -4- مقدمة عن إدارة مخلفات الحفر

توفر BASP Solids Control خطًا كاملاً من معدات إدارة نفايات الحفر للحفر، يستطيع المشغلون تشغيل نظام تدوير الطين ذو الحلقة المغلقة لتقليل تكلفة معالجة نفايات الحفر.

BASP Drilling Cutt Management System هو نظام حزم لجهاز الحفر لتجفيف عمليات حفر OBM أو WBM وإعادة تدوير سوائل الحفر بعد التنظيف بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي للدورق ويحتوي على :

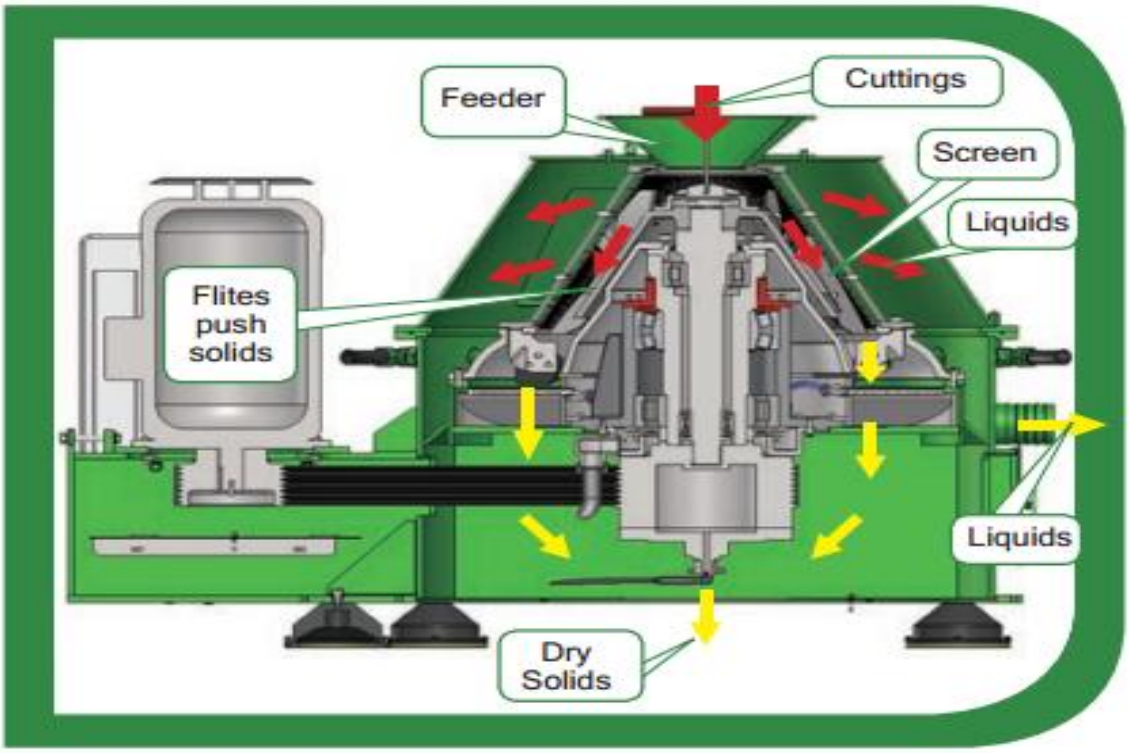
- ✓ مجفف القطع العمودي عبارة عن مكونات لتجفيف القصاصات بواسطة قوة الطرد المركزي.G
- ✓ توفر وحدة نزح المياه عملية تكوين محسن كيميائيًا لإزالة المواد الصلبة الدقيقة التي يقل حجمها عن 5 ميكرون من سوائل الحفر المائية، مما يؤدي إلى تقليل نفايات الطين الناتجة عن النفايات.
- ✓ هزاز التجفيف high G هو طريقة بسيطة واقتصادية لتقليل السوائل في قصاصات الحفر.
- ✓ جهاز الطرد المركزي لدورق النفايات هو فصل المواد الصلبة الدقيقة في نفايات الحفر.
- ✓ الناقل اللولبي هو منتج لنقل قصاصات الحفر أو نفايات الحفر.
- ✓ تشمل مضخة تغذية الطرد المركزي المضخة اللولبية ومضخة الطين الطاردة المركزية العمودية لتطبيقات مختلفة.
- ✓ مضخة نقل قطع الحفر هي مضخة تفريغ لنقل قصاصات الحفر والنفايات.

III -5- المعالجة الفزيائية للحمأة الزيتية ذات الأساس الزيتي OBM

III -5-1- المعالجة الأولية بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي : Dryer

III -5-1- 1- مبدأ عمل جهاز الطرد المركزي العمودي

يستخدم مجفف القطع العمودي قوة الطرد المركزي لتجفيف المواد الصلبة المحفورة في الزيت أو السوائل الاصطناعية. شاشة من الستانلس ستيل وعاء يحبس المواد الصلبة "الرطبة" ويسرعها 900 دورة في الدقيقة مع قوة G إلى G420 يتم إجبار السائل من خلال فتحات الأوعية الزجاجية، بينما المواد الصلبة "الجافة" يتم استخراجها بواسطة الرحلات المائلة المرفقة بـ مخروط، والذي يدور بشكل أبطأ قليلاً من الوعاء. يحمي كربيد التنجستن الرحلات الجوية من المواد الكاشطة المواد الصلبة ويضمن عمر تشغيلي طويل. هذا يساعد في الحفاظ على فجوة ثابتة بين التمرير ووعاء الشاشة، وهو أمر حاسم للتشغيل السليم. كما توضح الصورة اسفله:



الشكل رقم (III -2): مخطط مبدأ عمل جهاز الطرد المركزي العمودي

III -5-1- 2- تطبيق استخدام جهاز الطرد المركزي العمودي

استخدمنا جهاز الطرد المركزي العمودي لأخذ سوائل الحفر من قصاصات الحفر. حيث يعمل على عملية إعادة تدوير سوائل الحفر وتقليل نفايات الحفر من أجل توفير التكلفة على المشغلين:

1- بالنسبة لشتلات الحفر التي تعتمد على النفط، عادةً ما يمكن أن تقلل الزيت الموجود في القطع إلى 2٪ إلى 5٪.

2- بالنسبة لشتلات الحفر القائمة على الماء، يمكن أن تقلل عادةً من محتوى الرطوبة إلى منخفض جدًا وهو أمر أسهل بالنسبة له المواصلات.

3- إعادة تدوير سوائل الحفر لإعادة استخدامها لتوفير التكلفة.

4- تقليل كمية نفايات الحفر لتوفير المال على التخلص أو المزيد من المعالجة.

ملاحظة:

يقوم جهاز الطرد المركزي العمودي بعملية المعالجة الفزيائية للحمأة الزيتية بنسبة 60٪.

III -1-5- 3- عملية معالجة طين الحفر بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي

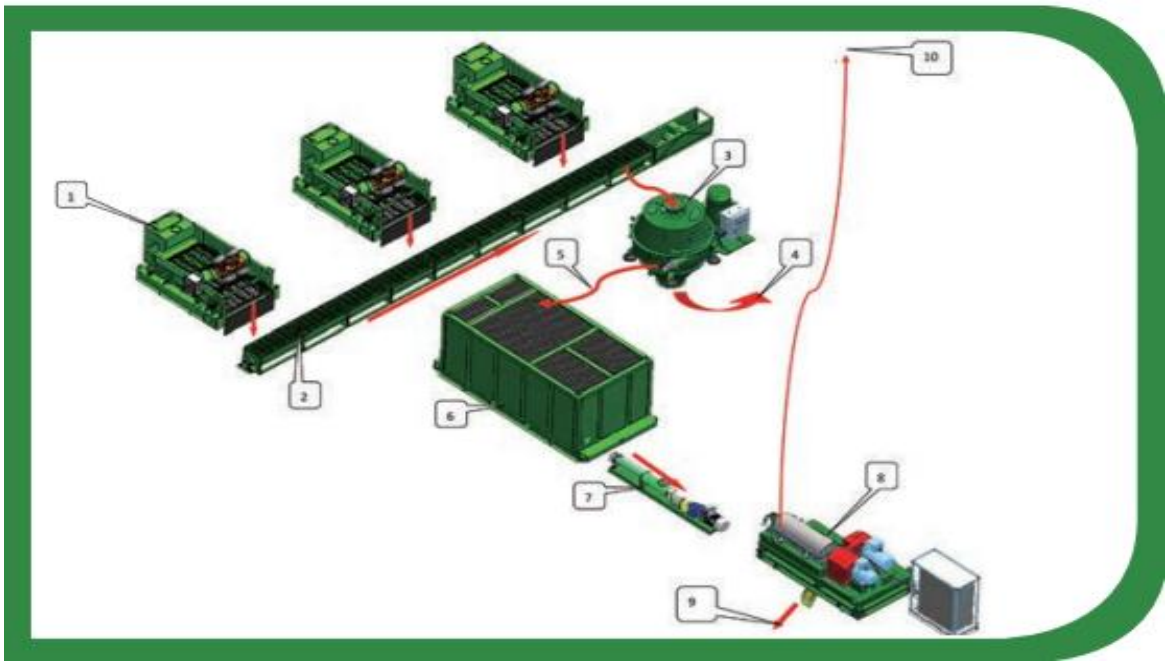
الجدول رقم (III -1): شرح طريقة عمل محطة المعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي

أنظمة التغذية	الحجم والشكل ومحتوى والرطوبة يمكن أن تختلف الى حد كبير بين المواد الصلبة المحفورة. عادة أنظمة التسليم بما فيها تثبيت السليم لنظام توصيل للتعامل مع النطاق أمر بالغ الأهمية.	مجموعة متنوعة من الناقلات اللولبية والمزالق
		أنظمة نقل الفراغ
		أنظمة نقل الضغط الإيجابي
جهاز الطرد المركزي العمودي	يقوم جهاز الطرد المركزي العمودي بمعالجة القطع المحفورة إلى بين 3٪ إلى 5٪ زيت من وزن رطب المجفف. يتم إنتاج قصاصات معالجة عند وصول الحفر إلى 150 قدمًا لكل منهما ساعة في حفرة قطرها 20 بوصة (46 مترًا في الساعة في حفرة 508 ملم).	
تصريف المواد الصلبة "الجافة" أو مجموعة	عادة ما يتم تثبيت ناقل لولبي أسفل جهاز الطرد المركزي العمودي ويجمع المواد الصلبة "الجافة"، والتي يتم إرسالها في البحر إذا تسمح اللوائح، أو يتم جمعها للتخلص النهائي خارج الموقع.	
تلميع النفايات السائلة	عادة ما يتم جمع وضخ النفايات السائلة لجهاز الطرد المركزي العمودي إلى جهاز طرد مركزي للصب كبير الحجم لمزيد من التنظيف. الجهاز الطرد المركزي للصب يفصل الملاط إلى مواد صلبة دقيقة والسائل "المنظف"، والذي غالبًا ما يتم إرساله مرة أخرى إلى سائل الحفر النشط النظام. يمكن استخدام جزء كتخفيف في المجفف. يمكن جمع المواد الصلبة من جهاز الطرد المركزي في نفس الوعاء أو ناقل كمادة صلبة من المجفف.	

قمنا بعملية معالجة طين الحفر عبر عشرة مراحل اثناء معالجته الفيزيائية بواسطة محطة جهاز الطرد المركزي العمودي وهي موضحة في الصورة التالية:

1- شيل شاكر Shale Shaker
2- ناقل اوجير Auger Conveyor
3- مجفف القص العمودي Vertical Cuttings Dryer
6- خزان الإمساك Catching Tank
7- مضخة تغذية بالطرد المركزي Centrifuge Feed Pump
8- جهاز طرد مركزي Centrifuge

4- تفريغ وتنشيف القصاصات
5- سوائل الحفر المعاد تدويرها
9- المواد الصلبة المفرغة Solids Discharged
10- السوائل النظيفة تعود إلى نظام الطين النشط



الشكل رقم (III -3): مخطط محطة المعالجة الحمأة الزيتية

III -5-1- 4- أداء جهاز الطرد المركزي العمودي

الشكل رقم (III -4): صورة في الموقع لجهاز الطرد المركزي العمودي اثناء العمل

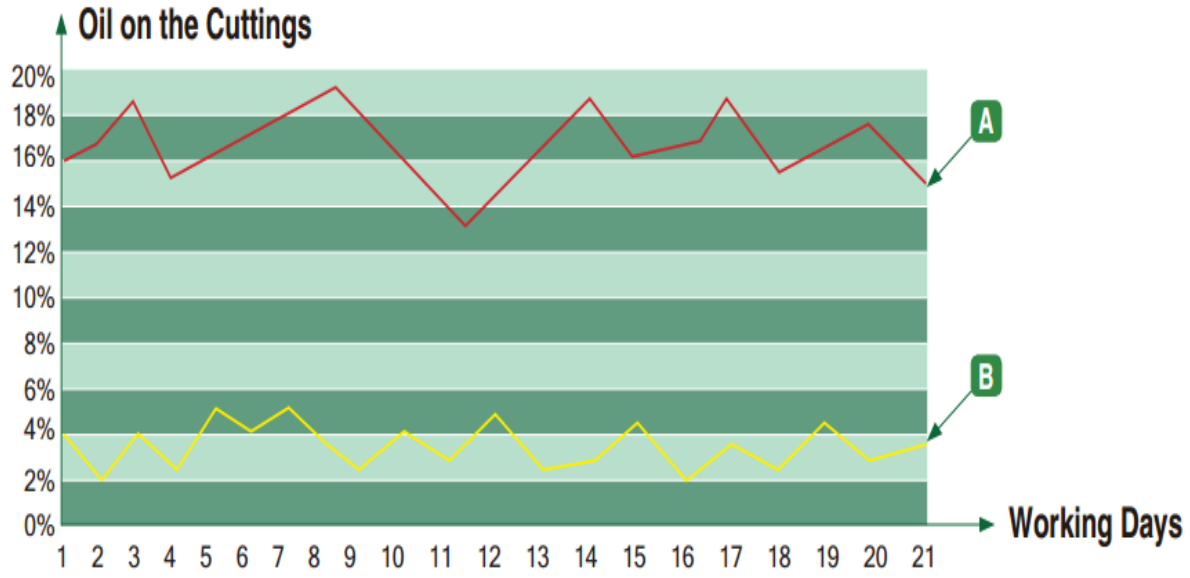
الصورة هي عبارة عن محطة في الموقع لعملية المعالجة الفيزيائية لطين الحفر بواسطة نظام جهاز الطرد المركزي العمودي.

بعد المعالجة، زيت على القطع بنسبة: 2.9٪

الطين ذو أساس الزيتي OBM قبل المعالجة

الشكل رقم (III -5): الطين ذو الأساس الزيتي قبل وبعد المعالجة

III -5-1-5- سجل ونتائج العملية



الشكل رقم (III -6): نسبة الزيت المنزوع من طين الحفر قبل وبعد المعالجة

A- زيت على القصاصات قبل المعالجة.

B- زيت على قصاصات الحفر التي تم تفريغها من جهاز الطرد المركزي العمودي.

III -5-1- 6- جهاز التأكد من نسبة الزيت أثناء عملية المعالجة بواسطة الطرد المركزي العمودي :

Distillateur à boue

الشكل رقم (III -7): جهاز Distillateur

لمعرفة تركيز المواد الصلبة والماء والزيت حيث انها يجب ان لا تتجاوز نسبة الزيت 5 %.

III -5-1- 7- عينة من نتائج المعالجة بواسطة الطرد المركزي العمودي من داخل الورشة

الجدول رقم (III -2): عينة من نتائج المعالجة بواسطة الطرد المركزي العمودي من داخل الورشة

Dryer Data	
Model	V133
Serial Number	08-212
Feed system	Auger
Screen size (in)	0,02
RPM	750
Daily mud recovered (m^3)	**1**
Recovered mud weight (SG)	2,3
Daily hours run	10
Cumulative hours run	441,5

Oil On Cuttings Calculations		Shakers Solids	Dryer Solids Measurement	
			1nd @15h	2rd @23h
Retort Weight (Empty) 50ml (g)	A	578,7	578,7	578,7
Retort Weight + Sample (g)	B	663,0	646,0	630,0
Retort Weight + Dried Cuttings (g)	E	645,0	639,0	627,0
Gradient Cylinder Weight (Empty) (g)	C	58,1	58,1	58,1
Gradient Cylinder Weight + Condensate (g)	D	74,0	63,0	62,5
Volume of Water (cc)	V	2,4	2,0	2,0
Mass of Condensate (g)		15,90	4,90	4,40
Mass of Oil (g)		13,50	2,90	2,40
Mass of Wet Cuttings Sample (g)	MW	84,30	67,30	51,30
Mass of Dry Cuttings (g)	MD	66,30	60,30	48,30
% Oil On Cuttings/Dry weight (%)	%BF	**20,36**	**4,81**	**4,97**
% Oil On Cuttings/wet weight (%)		**16,01**	**4,31**	**4,68**
Accuracy Test		0,98	0,97	1,03

المصدر: نتائج من التقرير اليومي لمخبر شركة BASP

III -2-5- المرحلة الثانوية للمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي : Centrifuge

في هذي المرحلة تتم فيها معالجة الحمأة المتواجدة في المرحلة السادسة - خزان الإمساك – حيث تكون فيها النسبة المتبقية من مرحلة المعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي وهي 40 %.

حيث يتم فصل 10 % من السوائل ويتم ارجاعها للمرحلة العاشرة في عملية المعالجة – السوائل النظيفة تعود إلى نظام الطين النشط – وتبقى نسبة 30 % يتم معالجتها بتقنية الحرق عبر جهاز TCC.

III -1-2-5- عينة من نتائج للمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي : Centrifuge

الجدول رقم (III -3): عينة من نتائج المعالجة بواسطة الطرد المركزي من داخل الورشة

Centrifuge data	
Type	DE-1000 FHD
Serial Number	CF001251
Bowl speed	1800
Feed rate (m^3/h)	6
Feed weight (SG)	2,3
Mud weight (SG)	2,1
Oil water ratio (O/W)	88/12
Daily hours run	9
Cumulative hours run	434,5

Generated Cuttings	Daily	Cumul
Centrifuges Cuttings (m3)	**27,0**	1087,8
Dryer Cuttings (m3)	4,2	378,8
Barite Recovered (m3)	0,0	5,4
Barite Ejected (m3)		2,8

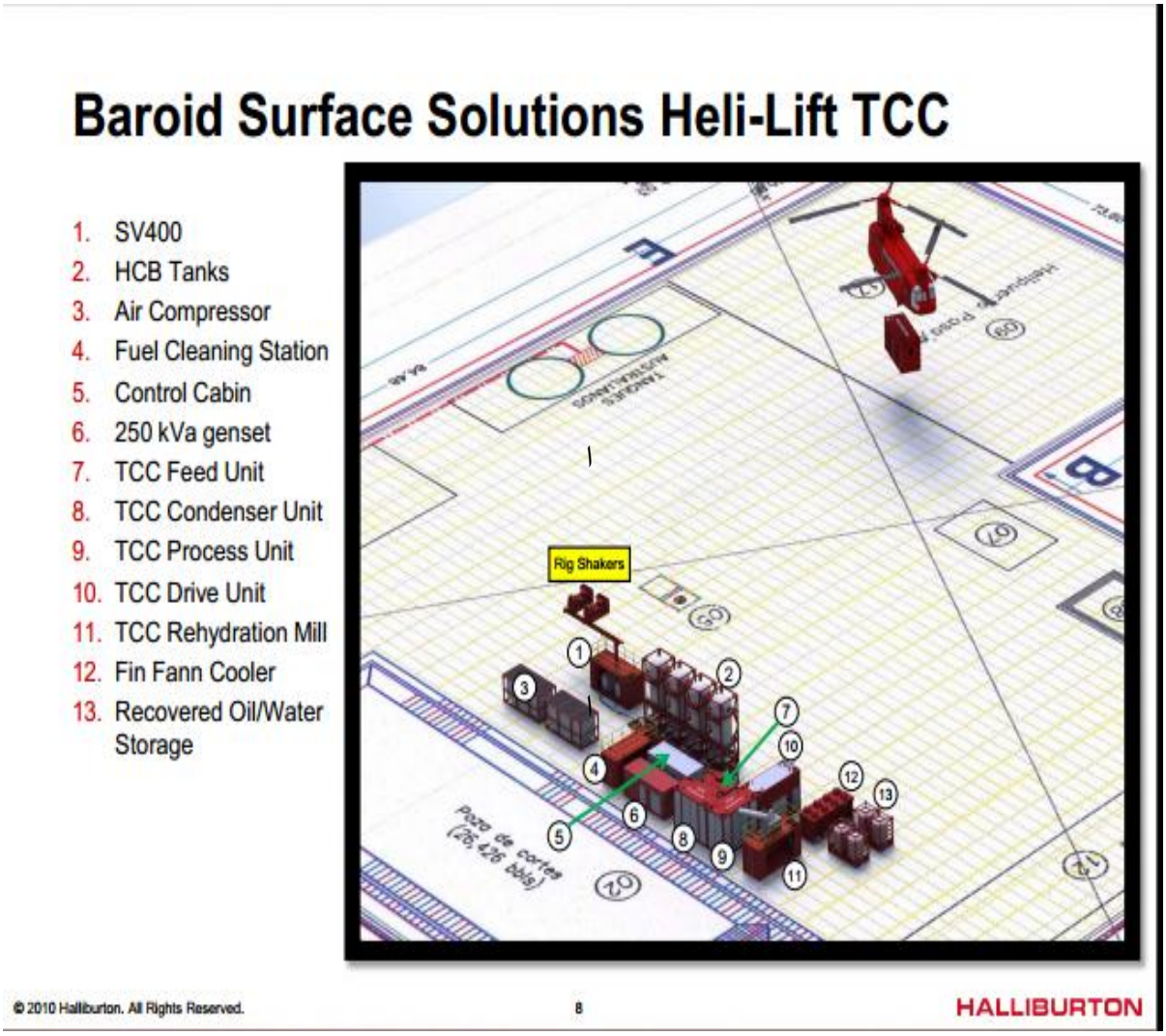
المصدر: نتائج من التقرير اليومي لمخبر شركة BASP

III -3-5- المرحلة النهائية للمعالجة عن طريق الحرق بواسطة تقنية TCC

III -1-3-5- تقنية TCC

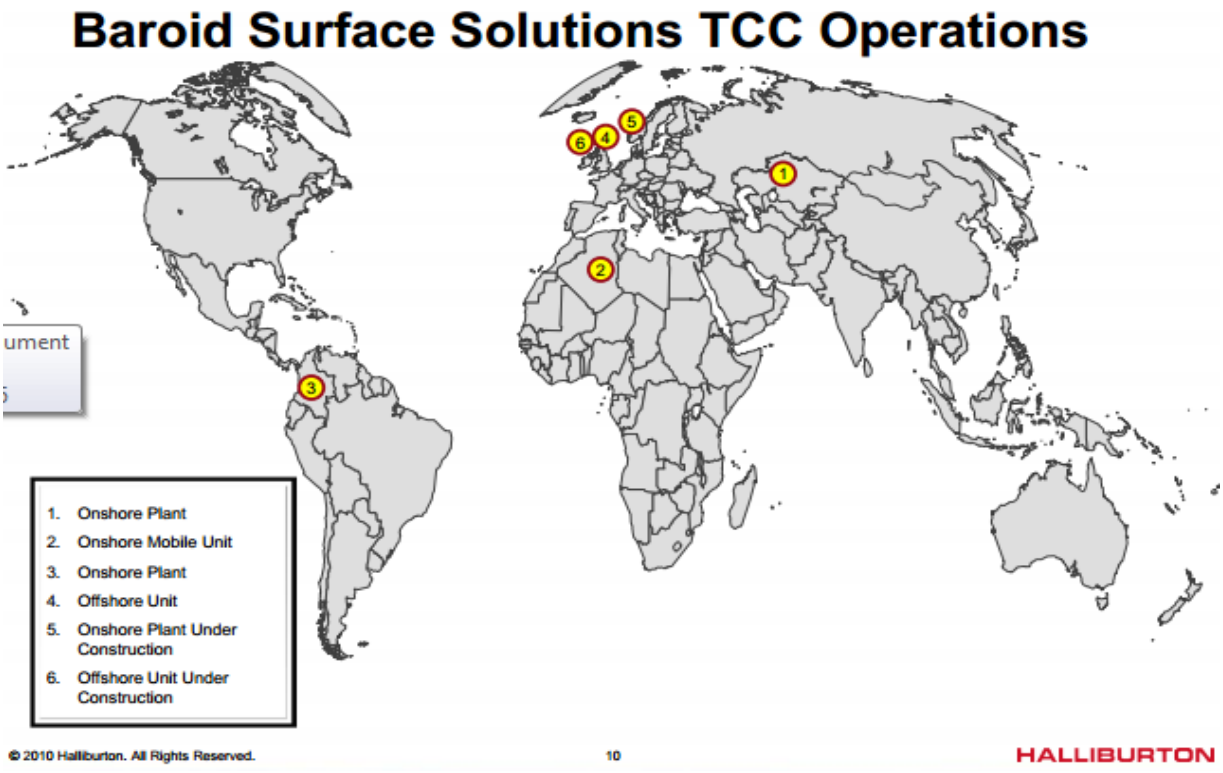
يعتبر TCC HAMMERMILL مناسبًا بشكل مثالي لمواقع الحفر البحرية البعيدة، والمناطق الحساسة بيئيًا، والمشاريع التي يُتوقع فيها استخدام الطين المرتكز على النفط (OBM) والقطع المرتبطة به.

يشتمل هذا النظام على تقنية الامتصاص الحراري TCC المتقدمة BASP المجربة ميدانيًا. يشتمل النظام على كفاءة الفصل العالية وجودة الزيت المستعاد وفعالية التكلفة والانبعاثات المنخفضة التي جعلت تقنية TCC هي الأفضلية للصناعة البحرية. توفر الوحدة بنية متينة وتصميمًا معياريًا. هذا المزيج من الأداء والصلابة وقابلية النقل يجعل نظام HAMMERMILL TCC الحل المفضل لمعالجة الطين والقطع للاستكشاف والحفر على الحدود.



الشكل رقم (III -8): مخطط مكونات تقنية TCC

III -5-3-2- أماكن تواجد تقنية TCC في العالم



الشكل رقم (III -9): خريطة تواجد تقنية TCC في العالم

III -5-3-3- الأداء البيئي

تم اختبار تقنية TCC HAMMERMILL التي أثبتت كفاءتها ميدانيًا في عدة دول، وهي أكثر أنظمة معالجة الطين والحمأة المتوافرة بيئيًا. يمكن تفريغ المواد الصلبة المعالجة بأمان من البحر (حسب الموقع الجغرافي)، أو مملوءة بالأرض أو مستخدمة للطرق أو البناء الكلي. على عكس أنظمة الحرق المباشر أو الحرق، تلبي تقنية TCC جميع معايير الانبعاثات المقبولة حاليًا في العالم.

III -5-3-4- مبدأ العمل تقنية TCC

إن TCC عبارة عن تقنية فصل مصممة لفصل المكونات المختلفة في حفر الحفر والتربة الملوثة حيث يتم استخدام الطين القائم على الزيت (OBM) أثناء عملية الحفر، أو حيث تكون التربة ملوثة بالزيت. في وحدة TCC، يتم فصل مخلفات الحفر أو التربة الملوثة إلى ثلاثة مكونات رئيسية -

المواد الصلبة المعدنية والزيوت الأساسية والماء. مبدأ TCC هو تسخين تيار النفايات إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة تبخر الزيت الأساسي (عادة 250 درجة مئوية إلى 300 درجة مئوية [482 درجة فهرنهايت إلى 572 درجة فهرنهايت]). ثم يتبخر الزيت والماء ويتكثفان في مكثفات منفصلة.

مع TCC، يتم تسخين النفايات عن طريق الاحتكاك لتحويل الطاقة الحركية إلى حرارة. جوهر هذه التقنية عبارة عن حجرة على شكل أسطوانة (يبلغ قطرها حوالي 1 متر وطولها متر واحد)، يتم من خلالها تركيب عمود به سلسلة من أذرع المطرقة. يشار إلى هذه الغرفة باسم مطحنة المعالجة. محرك كهربائي أو محرك ديزل يقود هذا العمود.

قبل بدء التشغيل، يتم تغذية الرمل إلى الغرفة ويتم تشغيل العمود. ثم يتم دفع الجسيمات نحو الجدار الداخلي للغرفة حيث تغلب نهاية أذرع المطرقة على الجسيمات وتنتج حرارة احتكاكية. توجد أعلى درجة حرارة في مجرى العملية بالفعل في النفايات نفسها.

عندما تكون درجة الحرارة عالية بما فيه الكفاية، يتم إدخال النفايات في الغرفة. تتبخر السوائل الموجودة في النفايات فورًا وبعد بضع ثوانٍ تغادر الغرفة

كأبخرة تتكثف في خزانات منفصلة للمياه والزيت. يتم تغذية النفايات الجديدة باستمرار مع ارتفاع درجة الحرارة، بينما يتم تغذية المواد الصلبة المجففة عندما يزيد الحمل على المحرك إلى نقطة ضبطه. يتم التحكم في العملية من خلال نظام التحكم المنطقي المبرمج (PLC) الأوتوماتيكي بالكامل.

يخضع الزيت الأساسي التجاري للغاية لتأثير درجات الحرارة المرتفعة لبضع ثوانٍ فقط، مما يؤدي إلى إنتاج زيت بجودة عالية جدًا يمكن إعادة استخدامه في OBM الجديد.

III -5-3-5- نتائج العملية لتقنية TCC

الجدول رقم (III -4): أداء تقنية TCC في عملية المعالجة

Performance	Specifications	Best Recorded
Oil- on-cuttings (TPH)	< 1%	0.0001%
Flash-point reduction of recovered oil (oC)	< 5	0
Solids in recovered oil (ppm)	< 1000	< 20
Water in recovered oil (%)	< 1	< 0.5
Oil in recovered water (ppm)	< 1000	< 50

تم تصميم وحدة TCC Hammermill الآن خصيصًا للاستخدام، ويمكن تركيبها في المساحة التي كان من الممكن أن تُستخدم للتخطي لجمع ونقل القصاصات اليها. من خلال دمج تقنية نقل وتخزين

قصاصات CLEANCUT التي أثبتت كفاءتها مع التصميم المعياري BASP منظف القطع الميكانيكي الحراري (TCC)، نقدم الحل الكامل لمعالجة قصاصات الحفر والتخلص منها في بيئة بحرية.

III -5-3-6- عينة من نتائج للمعالجة بواسطة جهاز الامتصاص الحراري تقنية TCC

الجدول رقم (III -5): كمية الملوثات المنتجة من محطات المعالجة أولية والثانوية

Surface mud Losese	Daily	Cumul
Tripping		212
Shakers+Mud cleaner	0	201
Centrifuge (m^3)	**3**	84
Surface		1
Encapsulation	1	392
TOTAL	**4**	**1354**

المصدر: نتائج من التقرير اليومي لمخبر شركة BASP

III -6- المعالجة الكيميائية للحمأة الزيتية ذات الأساس المائي WBM

تمت عن طريق إضافة حمض ضعيف للحمأة ذات الأساس المائي لتعديل نسبة الاس ال هيدروجيني pH الذي تكون عليه الحمأة في وسط القاعدي بعد إضافة الحمض الضعيف تصبح الحمأة في وسط معتدل.
ومن ثم يتم التخلص منها مباشرة في الطبيعة حيث تفقد فعاليتها بنسبة كبيرة من حيث تأثيرها على البيئة.

III -7- مناقشة النتائج

قمنا بمعالجة الحمأة الزيتية عبر مراحل حتى تم تقليل نسبة الزيت منها لتقليل تأثيرها على البيئة تصل نسبة الزيت فيها الى 0.01 %:

- **المرحلة الأولى:**

قمنا بالمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي (Dryer) حيث يقوم بفصل مكونات الحمأة الى طور سائل وطور صلب، حيث تكون نسبة الزيت في الطور الصلب الى ما بين 0.02 - 0.05 % في الطبقات التي لا تكون فيها نسبة الطين العالية. اما في الطبقات التي تكون فيها نسبة الطين العالية تكون كفاءة عمل جهاز الطرد المركزي العمودي (Dryer) تصل فيها نسبة معالجته الى ما بين 0.05 - 0.07 %. حيث تعبر نتائج الجدول رقم (III -2): عن قيم قبل وبعد المعالجة بجهاز الطرد المركزي العمودي حيث سجلنا قبل المعالجة:

% Oil On Cuttings/Dry weight (%)	%BF	**20,36**

اما بعد المعالجة بجهاز الطرد المركزي العمودي (Dryer) فكانت نتائج:

% Oil On Cuttings/Dry weight (%)	%BF	**4,81**

وهذي النسب جيدة ومقبولة للتخلص منها مباشرة فهي لا تؤثر بنسبة كبيرة على البيئة.

- **المرحلة الثانية:**

قمنا بالمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) حيث يقوم بفصل مكونات الحمأة الى طورين طور سائل متمثل في سائل الحفر الذي يتم ارجاعه الى مخازن تخزين لإعادة استعماله مرة أخرى. أما الطور الصلب مكون من ملوثات فيتم جمعه ليتم معالجته بتقنية TCC.

حيث تعبر نتائج الجدول رقم (4- III): عن قيم ملوثات الناتجة عن جهاز الطرد المركزي التي تذهب الى المعالجة بتقنية TCC وهي:

Centrifuge (m^3)	**3**	84

فهي مرحلة مهمة في استعادة سائل الحفر ليتم استعماله من جديد في عملية الحفر.

- **المرحلة الثالثة:**

قمنا بالمعالجة بواسطة جهاز الامتصاص الحراري تقنية TCC وهي تقنية حديثة جدا تعمل على حرق الحمأة الزيتية، حيث تقوم باسترجاع الزيوت والمياه وحرق الطين ليصبح على شكل غبار تصل فيه نسبة الزيوت الى ما بين 0.01 - 0.015 %.

حيث يمثل الجدول رقم (5- III): كمية الملوثات المنتجة من محطات المعالجة أولية والثانوية فكانت قيم الملوثات الكلية المحولة الى جهاز الامتصاص الحراري تقنية TCC هي:

TOTAL	**4**	**1354**

وهي تقنية حديثة جدا واقتصادية في نفس الوقت فهي تعمل بطاقة الديزل او الكهرباء فالزيت المسترجع الديزل يصبح طاقة لتشغيلها من جديد.

الخاتمة

الخلاصة

الحمد الله الذي بنعمته تتم الصالحات ان وفقنا الى دراسة موضوع « تسيير ومعالجة النفايات البترولية شركة BASP في الجنوب الشرقي الكبير» الذي هو أحد المواضيع المهمة من جانب التلوث البيئي في وقتنا الحاضر، حيث تناولنا فيه دراسة عامة للملوثات التي تسببها استكشافية وانتاجية البترول من (سائل الحفر، المياه المنتجة، الحمأة البترولية)، كما يوجد نفايات أخرى غازية وصلبة. وأيضا تطرقنا الى معظم طرق المعالجة الموجودة للحد وتقليل من خطر هذي النفايات على البيئة.

حيث أجرينا دراسة ميدانية في شركة BASP التي تعتبر من اهم الشركات في مجال انتاج سوائل الحفر وكذا معالجة النفايات البترولية وكان لنا نصيب في اكتشاف اهم الطرق التي هيا بصدد العمل بيها في معالجة النفايات البترولية في العالم وتتمثل في طريقة المعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي وكذا استخدام الحرق بتقنية TCC التي تعتبر أكثر الطرق التي تقلل من خطر النفايات البترولية في العالم.

قمنا بمعالجة الحمأة الزيتية عبر مراحل حتى تم تقليل نسبة الزيت منها لتقليل تأثيرها على البيئة تصل نسبة الزيت فيها الى 0.01 %:

1- قمنا بالمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي (Dryer)، حيث وصلت نسبة الزيت في الطور الصلب الى ما بين 0.02 - 0.05 %. وهذه النسب جيدة ومقبولة للتخلص منها مباشرة فهي لا تؤثر بنسبة كبيرة على البيئة.

2- قمنا بالمعالجة بواسطة جهاز الامتصاص الحراري تقنية TCC حيث وصلت نسبة الزيت في الطور الصلب الى ما بين 0.01 - 0.015 %. وهذه النسب جيدة جدا وموافقة للمعايير المطلوبة في الجزائر للتخلص منها مباشرة من حيث تأثيرها على البيئة. TCC تقنية حديثة جدا واقتصادية في نفس الوقت فهي تعمل بطاقة الديزل او الكهرباء فالزيت المسترجع الديزل يصبح طاقة لتشغيلها من جديد.

توصيات:

- نوصي بإيجاد طرق باستعمال طين الحفر ذو الأساس المائي WBM في جميع عمليات الاستكشاف والاستخراج فهو يعتبر اقل ضرر وخطر من طين الحفر ذو الأساس الزيتي OBM للبيئة.
- نوصي بمواصلة دراسة الموضوع الذي هو قيد الدراسة في المستقبل.
- بما ان الجزائر دولة منتجة للنفط وعضو في منظمة الأوبك حيث حصتها تقدر بـــ مليون برميل في اليوم فهي تخلف ملوثات معتبرة تؤثر على البيئة. لذا وجب عليها إيجاد حلول صديقة للبيئة تزامنا مع وزارتي البيئة والطاقة في استحداث تقنيات جد حديثة في معالجة الملوثات الناتجة.

قائمة الملاحق

Waste Management Daily Report

Drying Process and Rig Cleaning & Water Reuse

Contract N° 01/SH.AMT.FOR.HSE/12

Baroid Algeria de service aux Puits

Operator	SONATRACH			Well Name	RDC 13			Hole size (in)			12,25	**Bit Data**		**Date**				
Report for	F.HASSANI/B.ATHMANE			Rig Name	TP 202			Previ. Mid Depth (m)			2443	Size	12,25	24/01/2022				
Contractor	ENTP			Description	DEV-VER			Midnight depth (m)			2501	Type	VTD716DGX	Rpt No	27			
Location	RHOURD CHEGGA			Formation	LIAS ANHYDRITIC			Daily footage (m)			58	S.N	6009064	**Mud Type**				
Spud date	24/01/2022			Lithology	Anhydrite + Dolomie + Argile			Drilled volume (m^3)			4,352	ROP	5	OBM				
Casing Data	18.625	13.375	9.625	7" Liner		**Active Mud Data**		% Oil	% Water	% Solids	Mud Wt.		Mud LGS	**Mud Company**				
	493	2425	3545	3970				47	6	47	2,2		3,2	MI				

						Dryer Data		**Centrifuge data**	
	Type	**Screen**			Hrs	Model	V133	Type	DE-1000 FHD
#1	Derrick FLC513	80	80	80	19	Serial Number	08-212	Serial Number	CF001251
#2	Derrick FLC513	80	80	80	19	Feed system	Auger	Bowl speed	1800
#3	0	0	0	0	0	Screen size (in)	0,02	Feed rate (m^3/h)	6
#4	0	0	0	0	0	RPM	750	Feed weight (SG)	2,3
						Daily mud recovered (m^3)	1	Mud weight (SG)	2,1
Mud Cleaner Data						Recovered mud weight (SG)	2,3	Oil water ratio (O/W)	88/12
	Type	#Cones	Screen		Hrs	Daily hours run	10	Daily hours run	9
#1	Derrick FLC513	20*2 in	100*4		12	Cumulative hours run	441,5	Cumulative hours run	434,5

Water Recycling Data	**Daily**	**24**	**17 1/2**	**12 1/4**		**6**	**12 1/4**	**Total**
Total water used (m^3)	110	720	835	3632	2772	1406	656	9365
Water used from rig tanks (m^3)	95	439	336	2219	1533	554	255	5081
Water used for Camp (m^3)	15	281	499	1413	1239	852	401	4284
Retrieved water (m^3)	9	19	152	772	861	386	72	2190
Re-used water (m^3)	6	13	103	435	470	337	51	1358

Flowmeter Reading	**Previous**	**Actual**
Well Line	2101	2211
Rig	935	1030
Skimmer	161	166

Water Truck	
Daily	**Cumul**

Backhoe Fuel consumption	
Daily	**Cumul**
	540

Generated Cuttings	**Daily**	**Cumul**
Centrifuges Cuttings (m3)	27,0	1087,8
Dryer Cuttings (m3)	4,2	378,8
Barite Recovered (m3)	0,0	5,4

Oil On Cuttings Calculations		**Shakers Solids**	**Dryer Solids Measurement**		
			1st @8h	**2nd @15h**	**3rd @23h**
Retort Weight (Empty) 50ml (g)	A	578,7	578,7		578,7
Retort Weight + Sample (g)	B	663,0	646,0		630,0
Retort Weight + Dried Cuttings (g)	E	645,0	639,0		627,0

Barite Ejected (m3)		2,8	Gradient Cylinder Weight (Empty) (g)	C	58,1		58,1	58,1
Surface mud Losese			Gradient Cylinder Weight + Condensate (g)	D	74,0		63,0	62,5
	Daily	**Cumul**	Volume of Water (cc)	V	2,4		2,0	2,0
Tripping		212	Mass of Condensate (g)		15,90		4,90	4,40
Shakers+Mud cleaner	0	201	Mass of Oil (g)		13,50		2,90	2,40
centrifuge	3	84	Mass of Wet Cuttings Sample (g)	MW	84,30		67,30	51,30
Surface		1	Mass of Dry Cuttings (g)	MD	66,30		60,30	48,30
Down hole losses	3	216	% Oil On Cuttings/Dry weight (%)	%BF	20,36		4,81	4,97
Encapsulation	1	392	% Oil On Cuttings/wet weight (%)		16,01		4,31	4,68
TOTAL	**7**	**1354**	Accuracy Test		0,98		0,97	1,03

Mud Recovered	**Mud**		**Oil**		**Mud Saved Cost**		**HOC Card Records**		**Down Time Records**		
	Daily	**Cumul**	**Daily**	**Cumul**	**Daily**	**Cumul**	Daily	Cumul		**Daily**	**Cumul**
17 1/2 sec.		80		48,32		1 807 227	Daily	Cumul	Drying Process Package		
12 1/4 sec.	1	2	0,45	0,9	22 590	45 181	2	181	Rig Cleaning & Water Reuse Package		
TOTAL	**1**	**82**	**0,45**	**49,22**	**22 590**	**1 852 408**					

Rig Activities Comments

POOH 12``1/4 drill string F/1447 TO SUR SURFACE.
BIT Service VTD716DGX SN"6009064,drilling 12"1/4 drill string to 2343m.
Drilling 12"1/4 HOLE SECTION TO 2486m, Repair on mud PMP N"02.
DRILLING 12"1/4 HOLE SECTION F/2486mto 2501m.
DRILLING IN PROGRESS.

WM Activites Comments

No Accident No Incident.
Transfer water from waste pit to recycling tank.
Drying process package on OP.
Used the water retrived for clean.

Cost Records	**LOT N°**	**Daily Cost**		
	1	**OP**	**SB**	**SR**
Drying Process Package		1		
Rig Cleaning & Water Reuse Package		1		
Rig Crew		5		
Backhoe Drivers Day		1		
Backhoe Drivers Night		1		
Daily Cost DA	70,056	Cumul. Cost DA	11.254.495	

RIG CREW

WM Team Leader	**Drying Process Op**		**Rig Cleaning & Water Reuse Op**		**Backhoe Driver**	
BENCHEHEM SAID	**Day**	DEBBOUZ Rachid	**Day**	HADJI AHMED	**Day**	TMASINI LAZHARI
	Night	HIMOUNE Youssef	**Night**	BOULEKMA Abdelmalek	**Night**	CHAOUCHE Djamel

ملخص

على الرغم من أن التلوث ليس الخطر الوحيد على البيئة، إلا أنه أخطرها على الإطلاق. لذلك يعتبر التلوث مفتاح قانون حماية البيئة لما له من أثر في تحديد الأدوات القانونية المناسبة لمكافحة التلوث وترتيب المسؤولية عنه.

في إنتاج البترول واستكشافه، تتولد النفايات التي تشمل سوائل الحفر، ومياه إنتاج البترول، وحمأة البترول التي تعد واحدة من النفايات الخطرة. خلقت معالجة الحمأة النفطية والتخلص منها تحديًا كبيرًا في السنوات الأخيرة. ألقينا في هدا البحث نظرة ثاقبة على المناهج المختلفة المتضمنة معالجة الحمأة البترولية والتخلص منها. كما قمنا بالتطرق لمختلف الطرق المستخدمة في معالجة الحمأة البترولية والتخلص منها مثل الحرق، التثبيت / التصلب، الأكسدة، والتحلل البيولوجي بشكل كامل، والتقنيات الأخرى المستخدمة في استعادة الزيت من الحمأة البترولية مثل استخلاص المذيبات، والطرد المركزي، وضغط الفاعل بالسطح، والتجميد / الذوبان الانحلال الحراري، تشعيع الميكروويف، طريقة الحركة الكهربية، الإشعاع فوق الصوتي، تعويم الرغوة. تم النظر في إيجابيات وسلبيات هذه الأساليب بشكل نقدي وتم تقديم توصية بشأن بدائل مجدية اقتصاديًا للتخلص من هذه المواد غير الصديقة.

أجرينا دراسة ميدانية على مستوى شركة BASP في الجنوب الشرقي الكبير التي تعمل في مجال معالجة المخلفات البترولية والتي تستخدم طرق المعالجة بالطرد المركزي العمودي والحرق باستخدام تقنية TCC.

قمنا بمعالجة الحمأة الزيتية عبر مراحل حتى تم تقليل نسبة الزيت منها لتقليل تأثيرها على البيئة تصل نسبة الزيت فيها الى 0.01 %:

1- قمنا بالمعالجة بواسطة جهاز الطرد المركزي العمودي (Dryer)، حيث وصلت نسبة الزيت في الطور الصلب الى ما بين 0.02 - 0.05 %. وهذه النسب جيدة ومقبولة للتخلص منها مباشرة فهي لا تؤثر بنسبة كبيرة على البيئة.

2- قمنا بالمعالجة بواسطة جهاز الامتصاص الحراري تقنية TCC حيث وصلت نسبة الزيت في الطور الصلب الى ما بين 0.01 - 0.015 %. وهذه النسب جيدة جدا وموافقة للمعايير المطلوبة في الجزائر للتخلص منها مباشرة من حيث تأثيرها على البيئة. TCC تقنية حديثة جدا واقتصادية في نفس الوقت فهي تعمل بطاقة الديزل او الكهرباء فالزيت المسترجع الديزل يصبح طاقة لتشغيلها من جديد.

الكلمات المفتاحية: النفايات البترولية، سائل الحفر، الماء المنتج، الحمأة الزيتية، طرق معالجة النفايات البترولية، التلوث النفطي.

Summary

Although pollution is not the only danger to the environment, it is the most dangerous of all. Therefore, pollution is considered the key to the environmental protection law because of its impact on determining the appropriate legal tools to combat pollution and arranging responsibility for it.

In petroleum production and exploration, wastes are generated which include drilling fluids, petroleum production waters, and petroleum sludge which is one of the hazardous wastes. The treatment and disposal of petroleum sludge has created a major challenge in recent years. In this paper, we have taken an insight into the various approaches involved in the treatment and disposal of petroleum sludge. We also discussed the various methods used in petroleum sludge treatment and disposal such as incineration, stabilization/solidification, oxidation, and fully biodegradation, and other techniques used to recover oil from petroleum sludge such as solvent extraction, centrifugation, surfactant pressure, and freeze/thaw dissolution. Thermal, microwave irradiation, electrokinetic method, ultrasonic radiation, foam flotation. The pros and cons of these methods were critically considered and a recommendation was made on economically feasible alternatives to the disposal of these unfriendly materials.

We conducted a field study at the level of BASP company in the Great Southeast, which works in the field of petroleum waste treatment, which uses vertical centrifugal treatment methods and incineration using TCC technology.

We treated the oily sludge through stages until the oil percentage was reduced to reduce its impact on the environment, with an oil content of 0.01% :

1- We processed by vertical centrifuge (Dryer), where the percentage of oil in the solid phase reached between 0.02 - 0.05%. These percentages are good and acceptable for direct disposal, as they do not affect the environment in à large proportion.

2- We treated with TCC technology, where the percentage of oil in the solid phase reached between 0.01 - 0.015%. These percentages are very good and meet the standards required in Algeria to get rid of them directly in terms of their impact on the environment. TCC is a very modern technology and is economical at the same time. It works with diesel or electricity. The recovered diesel oil becomes energy to operate it again.

Key words : petroleum waste, drilling fluid, produced water, oily sludge, petroleum waste treatment methods, oil pollution.