

الفصل العاشر

تداول الحمأة ومعالجتها والتخلص من الزيوت والشحوم من المخلفات الصناعية

أولاً: التداول والمعالجة والتخلص من الحمأة:

(Sludge Handling and Processing)

١- بمجرد وجود الحمأة فى عملية المعالجة، يكون من الضرورى عادة التعامل مع هذه الحمأة قبل التخلص منها. الخطوات اللازمة للتعامل تشمل الآتى:

زيادة الكثافة	(Thickening).
التثبيت	(Stabilization).
المعالجة (الإعداد)	(Conditioning).
سحب المياه	(Dewatering).
التجفيف الحرارى	(Heat Drying).
الإختزال	(Reduction).

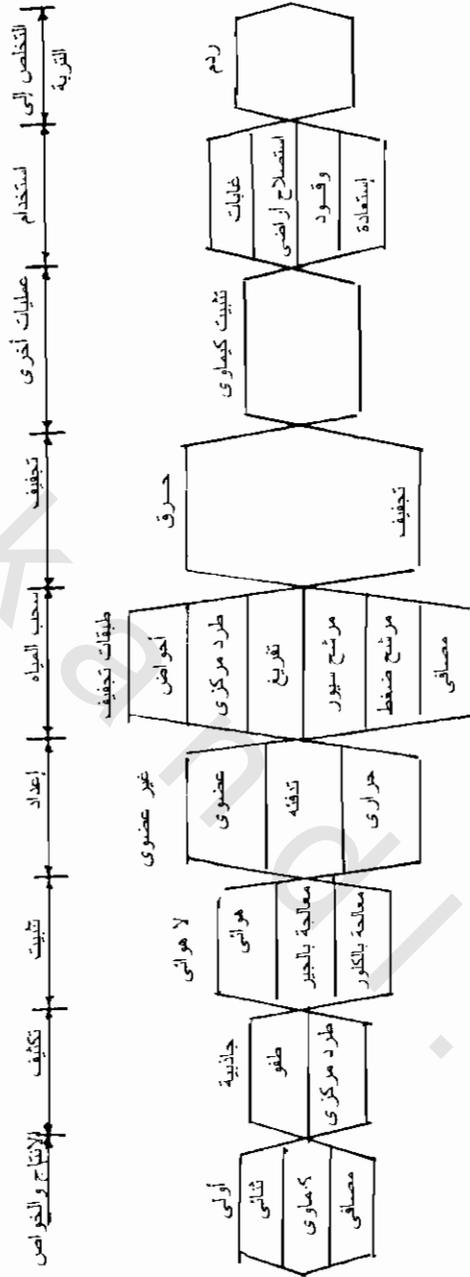
فى معظم الحالات ليست كل هذه الأشكال من التعامل تكون مطلوبة. الخطوات المطلوبة تعتمد على خواص الحمأة والطريقة التى سيتم التخلص بها من الحمأة. التداول لكل نوع من الحمأة يتطلب إعتبارات حذرة نظراً لأن التكاليف المرتبطة

بتداول الحمأة والتخلص منها يمكن أن تمثل ٥٠% أو أكثر من إجمالي تكلفة المعالجة. بدائل تداول الحمأة المتاحة أثناء عمليات المعالجة المسبقة موضحة فى الشكل (١٠/١). المواد المتبقية فى هذا المخطط للتداول تقسم عادة كحمأة أولية (Primary Sludge)، حمأة ثنائية (أو بيولوجية)، حمأة كيميائية، أو مواد أخرى تزال أثناء المعالجة (مثل الرمال، الخبث الطافى، الحجز بالمصافى).

بدائل التداول للحمأة الناتجة فى عمليات المعالجة المسبقة يجب أن تفرق بين الحمأة ذات النوع الحبيبي والتي يمكن زيادة كثافتها وسحب المياه منها بسهولة إلى محتوى من المواد الصلبة فى حدود من ٣٠ - ٥٠% وأكثر، والحمأة ذات خاصية الإحتفاظ بالماء والتي يصعب سحب المياه منها (Dewater) إلى محتوى من المواد الصلبة أكثر من ٢٠%. الحمأة البيولوجية وكثير من حمأة المروبات بالشبه هى من النوع الثانى حيث يصعب زيادة كثافتها وسحب المياه منها مقارنة بالحمأة المحتوية على مكونات من الأجسام الحبيبية (Granular).

إختيار البدائل لتداول الحمأة يجب أن يراعى:

- خواص الحمأة: شاملة خواصها فى حيز المياه وطبيعتها الخطرة أو الغير خطيرة.
- نوعية الحمأة.
- محتوى الحمأة من المواد الصلبة الذى سيتم تداوله.
- أسعار الأراضي، الطاقة، والعمالة.
- توفر مساحات من الأراضي.
- القوانين المنظمة للتخلص من الحمأة.



شكل (١٠/١) بدائل التداول والتخلص من الحمأة لنظام المعالجة المسبقة للصرف الصناعي

وقبل كل شيء فإن اختيار عمليات تداول الحمأة يجب البدء بها مع معرفة التكاليف، البدائل للتخلص النهائي. إنه من العادى إختيار عمليات التداول والتصميم قبل تحديد التخلص النهائي للحمأة. فى مثل هذه الحالات تكون عمليات التداول للحمأة نادراً ما تتوافق مع بدائل التخلص النهائي بالنسبة لسحب المياه من المواد الصلبة للحمأة، وبالتالي إما أن الحمأة لا يتم السحب للمياه منها بطريقة كافية أو أن قطع الحمأة تكون جافة أكثر من اللازم.

فى الحالة الأخيرة تكون تكاليف التداول وسحب المياه أكثر من المطلوب. هذا بالإضافة إلى أن المتغيرات مثل قابلية المواد السامة للغسيل، درجة الثبات، ووجود بعض المواد الأخرى غير المرغوب فيها قد يجعل من الحمأة عدم الملائمة لبدائل التخلص النهائي.

٢- إعداد الحمأة (Sludge Conditioning)

معظم الحمأة تتطلب شئ من الإعداد قبل زيادة الكثافة وسحب المياه (Before Thickening, Dewatering). يمكن أن ينقسم الإعداد إلى نوعين: وهما المروبات غير العضوية، البولى إلكتروليت العضوية، هذا بالإضافة إلى أنه يمكن إستخدام مواد خاملة مثل نشارة الخشب، أو أى مواد أخرى لإمتصاص المياه وزيادة ثبات الحمأة.

المروبات غير العضوية مثل الجير المطفى (Lime)، الشبه، أملاح الحديدك تفيد فى ترويب جسيمات الحمأة الهلامية حيث تتكون شبكة غير عضوية فى الحمأة العضوية بما يسهل عملية سحب المياه. ولكن المروبات تزيد من حجم الحمأة، لذلك فإن البولى إلكتروليت المختلفة والتي تستخدم عموماً بنسب قليلة جداً مقارنة بالمروبات غير العضوية تفيد فى زيادة حجم جسيمات الحمأة، بما يساعد فى عمليات زيادة الكثافة وسحب المياه. فى كثير من الحالات تستخدم المروبات غير

العضوية ومساعدات الترويب من البولى إلكتروليت العضوى لزيادة كفاءة سحب المياه من الحمأة. فى حالة استخدام التلخص فى التربة أو بالحريق فإنه يجب تقييم استخدام الجير المطفى أو كلوريد الحديدىك لتجنب مشاكل الملوحة والتآكل. لذلك فإنه يلزم عمل تجارب معملية أو نصف صناعية لتعيين مادة الترويب والجرعة المناسبة لإعداد الحمأة.

أ- زيادة الكثافة وسحب المياه من الحمأة: (Sludge Thickening, Dewatering)

توجد طريقتين لفصل المواد الصلبة من التدفقات المحتوية على مواد صلبة عالقة بتركيز أكبر من ١% وهما زيادة الكثافة وسحب المياه.

• زيادة الكثافة (Thickening)

زيادة الكثافة بالجاذبية

زيادة الكثافة بالهواء المذاب

زيادة الكثافة بالطرد المركزى

• سحب المياه (Dewatering)

الترشيح بالضغط

الترشيح بالسيور الناقله Belt Filtration

الترشيح بالتفريغ

الطرد المركزى

التجفيف فى طبقة الرمال

يقصد بزيادة الكثافة (Thickening) عموماً إلى العمليات المستخدمة للتدفقات الصلبة التى يكون سلوكها كالمسائل. بينما سحب المياه (Dewatering) يعنى به

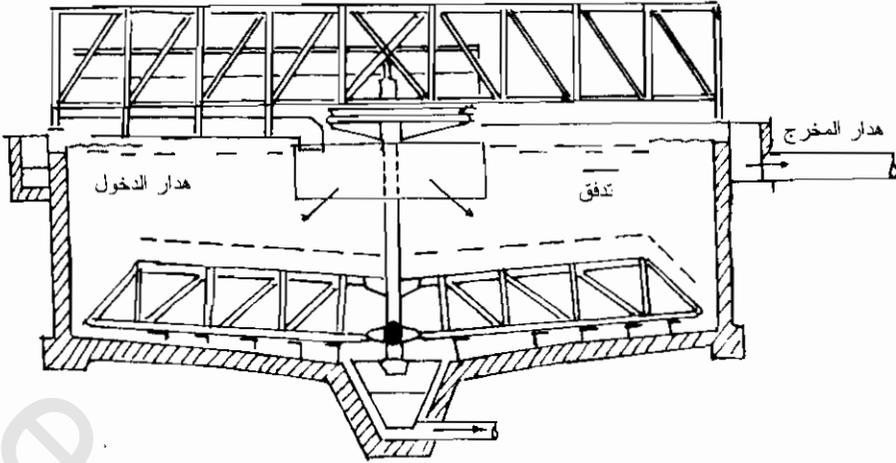
العمليات المنتجة لتدفقات كثيفة يكون سلوكها كالسائل. عموماً التدفقات الصلبة ذات التركيز أقل من ٥% تتطلب زيادة الكثافة (Thickening) قبل سحب المياه (Dewatering). عمليات سحب المياه تنتج تركيزات من المواد الصلبة تساوى أو تزيد عن حوالى ١٥%. ولكن كثير من أنواع الحماء تفقد خاصيتها السائلة عند تركيزات أكبر من ٨% تقريباً.

(١) زيادة الكثافة: (Thickening)

تستخدم عمليات زيادة الكثافة لخفض حجم الحمأة ما أمكن ذلك وذلك قبل سحب المياه أو التخلص من الحمأة. فى معظم الحالات كفاءة عملية إزالة المياه من الحمأة تتحسن بشكل كبير مع زيادة تركيز المواد الصلبة ولذلك كلما زادت كفاءة عملية زيادة الكثافة كلما إنخفضت تكاليف عمليات سحب المياه. فمثلاً الحمأة من مادة كربونات الكالسيوم نادراً ما يمكن سحب المياه منها عندما تحمل نسبة تركيز المواد الصلبة يقل عن ٦-٧%. عند زيادة تركيز المواد الصلبة عن هذا الحد يحسن من معدل سحب المياه. فى أحد الحالات نسبة تركيز المواد الصلبة ١٠% حقق معدل ترشيح ٢٨٠ إلى ٣٤٠ كجرام/المتر المكعب فى الساعة. بينما فى حالة زيادة كثافة الحمأة إلى ٢٠-٢٢% من المحتوى من المواد الصلبة زاد معدل الترشيح ليصبح ١٤٠٠ إلى ١٧٠٠ كجرام/المتر المكعب فى الساعة.

زيادة كثافة الحمأة بالجاذبية: (Gravity Thickening)

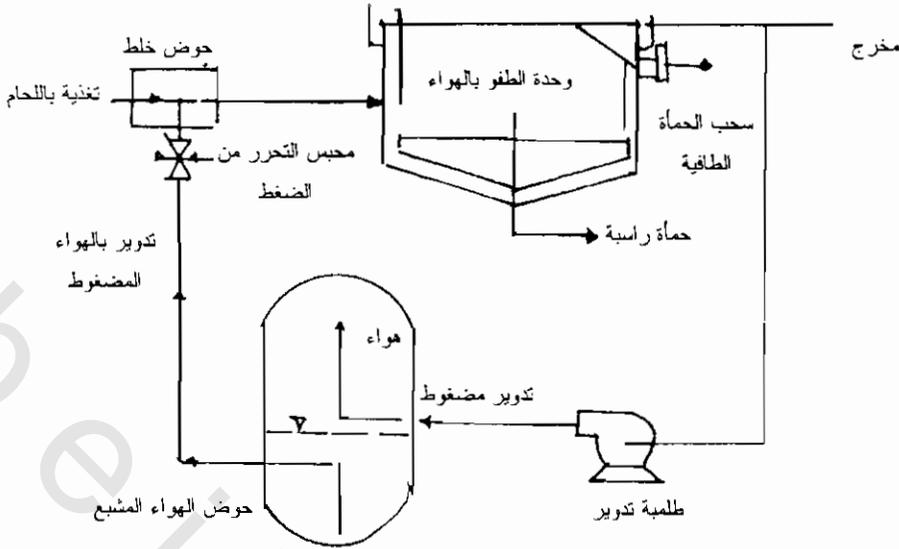
تتم عملية زيادة كثافة الحمأة بالجاذبية فى أحواض الترسيب والترويق حيث آليات الدوران البطيئة شكل (١٠/٢). أهم قاعدة فى تصميم المكثف هى المساحة السطحية المطلوبة لعملية زيادة الكثافة.



شكل (١٠/٢) مكثف الحمأة بالجاذبية

زيادة الكثافة بالطفو بالهواء المذاب:

زيادة الكثافة بالطفو بالهواء المذاب للمواد الصلبة تتم بضغط السائل (في تطبيقات زيادة الكثافة للحمأة، يكون السائل المتدفق عادة هو الخارج من المروك أي الرائق حيث يتم خلطه مع تدفقات سائل الحمأة الداخلة. شكل (١٠/٣). عند تحرر مخلوط السائلين إلى الضغط الجوي، فإنه تتكون فقاعات صغيرة من الهواء والتي تلتصق بزغبات الحمأة. التصاق فقاعات الغاز بالمواد الصلبة يقلل كثافة هذا المخلوط المتحد بما يجعل المواد الصلبة تطفو على السطح، حيث يتم كشطها من المياه الراقية في شكل مركز. يتم تحرر تدفق الحمأة المضغوط في حوض طفو دائري أو مستطيل. القواعد التصميمية تتغير طبقاً لنسبة الهواء إلى المواد الصلبة اللازم لتحقيق تأثير واضح على زيادة كثافة الحمأة، معدل التحميل للمواد الصلبة، معدل التحميل الهيدروليكي، والتركيز من المواد الصلبة، عموماً زيادة تركيز الحمأة تستخدم الطفو بالهواء لزيادة الكثافة بدلاً من زيادة الكثافة بالجاذبية، ولكن هذه الطريقة أكثر تعقيداً ومتطلبات تشغيلها كثيرة.

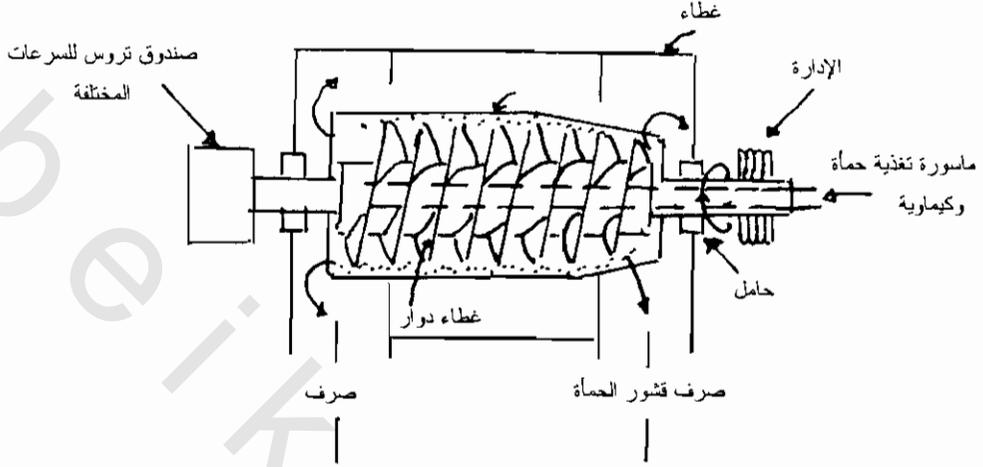


شكل (١٠/٣) الطفو بالهواء المذاب مع تدوير التدفق المضغوط

زيادة الكثافة بالطرد المركزي: (Centrifugal Thickening)

بالإضافة إلى أن عملية الطرد المركزي تعتبر مؤثرة في زيادة الكثافة للحمأة إلا أنها تستخدم كذلك في سحب المياه من الحمأة. في هذه العملية يحدث تعجيل للترسيب باستخدام قوة الطرد المركزي. يوجد ثلاثة أنواع من أجهزة الطرد المركزي المستخدمة في معالجة مياه الصرف وهي (Solid Bowl Scroll, Basket, Disk Nozzle). جميع هذه الأنواع الثلاث تعمل بمبدأ إزالة المواد الصلبة من السائل تحت تأثير قوة الطرد المركزي، عموماً في مجال من ١٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ ضعف قوة الجاذبية. الفرق الأساسي بين الأنواع الثلاثة هو طريقة جمع وصرف المواد الصلبة. مخطط لأحد أجهزة الطرد المركزي موضح في الشكل (١٠/٤). الميزة الرئيسية لزيادة الكثافة بالطرد المركزي هي المحتوى العالي من المواد الصلبة التي يمكن الحصول عليها، حيث تزيد عن استخدام الجاذبية أو حالة

الهواء المذاب وذلك طبقاً لخواص الحمأة. ولكن عيوب هذه الطريقة هي التكلفة العالية للطاقة بالإضافة إلى تكلفة الصيانة والإصلاح للمعدات المستخدمة نتيجة التآكل والإنسداد.



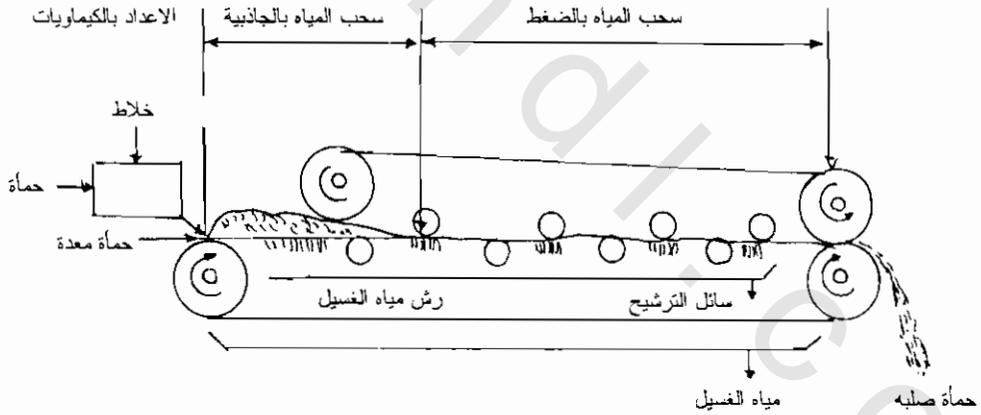
شكل (١٠/٤) الصرف المستمر بالتدفق المعاكس

(٢) سحب المياه: Dewatering

في حالة التخلص النهائي من الحمأة بالحرق أو بتردم التربة (Land fill) فإنه يلزم عندئذ خفض الرطوبة. عموماً يتم زيادة كثافة الحمأة (Thickened) قبل عمليات سحب المياه. من بين عمليات سحب المياه تشمل الطرد المركزي والسدى سبق مناقشة، الترشيح بالتفريغ (Vacuum Filtration)، الترشيح بالسيور الناقلية (Belt)، الترشيح بالضغط، طبقات التجفيف (Drying Beds). رغم أن كثيراً من المصانع صممت في الماضي على استخدام الترشيح بالتفريغ، إلا أن المصانع الجديدة استبدلت هذه التقنية بمرشحات السيور والتي تنتج نفس القشورى من المواد الصلبة ولكنها أقل تعقيداً من الناحية الميكانيكية بالنسبة للتشغيل والصيانة مقارنةً لنظم الترشيح بالضغط.

مرشحات الضغط بالسيور الناقلية: *Belt Filter Presses*

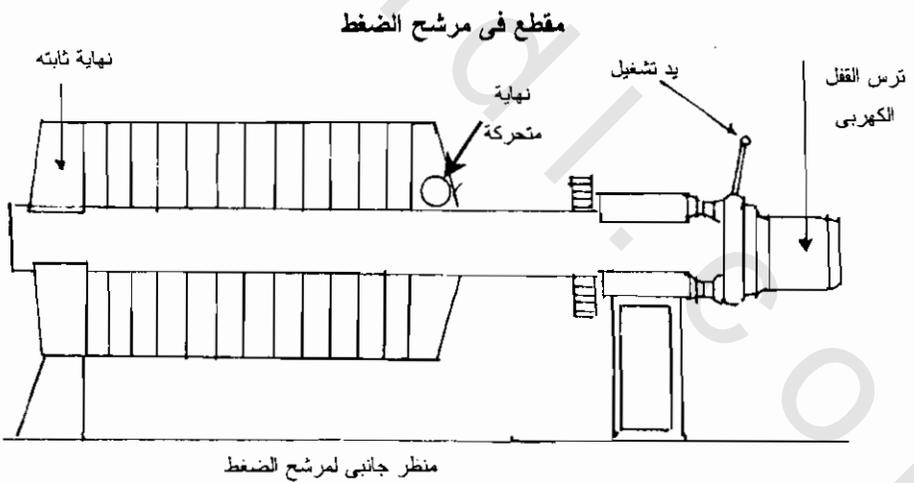
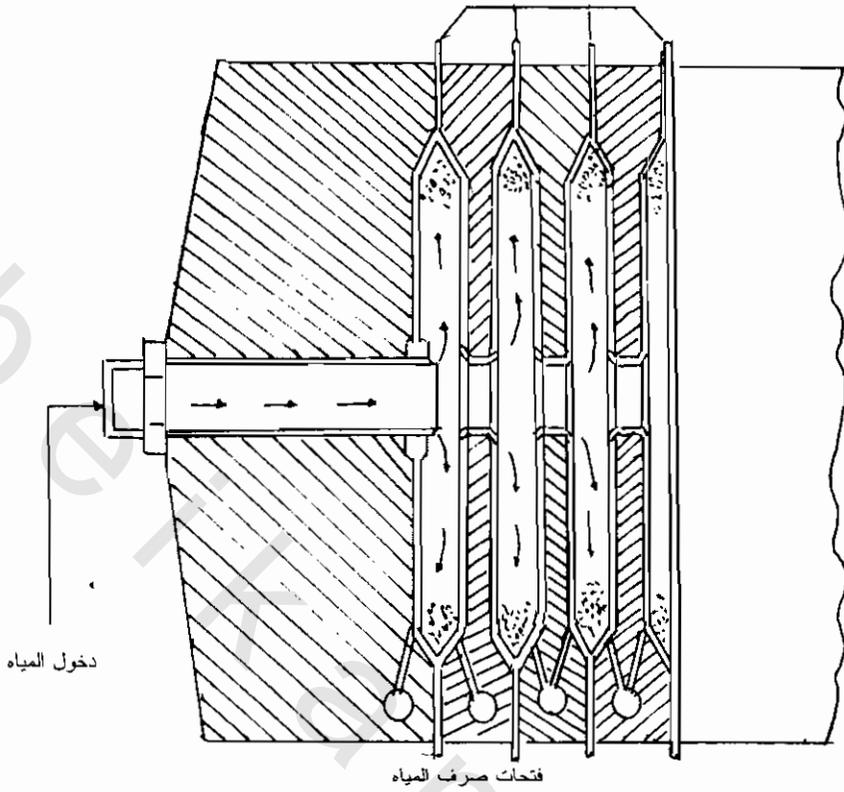
معظم مرشحات الضغط بالسيور تتكون من ثلاث مراحل وهي مرحلة الخلط الكيماوى والإعداد، مرحلة سحب المياه بالجازبية إلى القوام الغير سائل، ثم المرحلة حيث الإلتصاق يضيف إلى سحب المياه من الحمأة شكل (١٠/٥). الحمأة التي تم إعدادها بالكيماويات يتم وضعها على سير متحرك. فى هذه الحالة فإن المياه تسحب من الحمأة بالجازبية. فى المرحلة الثانية تتدحرج الحمأة أسفل السير الثانى ليحدث لها إلتصاق أكثر مع بعضها، فى هذه المرحلة يزداد الشد بين السير حيث يحدث أداء قص للحمأة بتمريرها خلال ممر إجبارى بين أسطوانتين. مع ترك الحمأة للضغط ينفصل كلا من السيرين بما يسمح للحمأة للصراف فى قادوس من الإعتبارات الهامة عند تصميم مرشح الضغوط بالسيور الناقل تشمل الإعداد بالكيماويات اللازمة، حدود التحميل الهيدروليكي والمواد الصلبة، متطلبات مياه الغسيل للسير.



شكل (١٠/٥) الترشيح بالضغط باستخدام السيور الناقلية

مرشحات الضغط باللوح الأجوف (Recessed Plate Filter Press)

عندما يكون المطلوب محتوى عالى من المواد فى الحمأة التى تم سحب المياه منها فإنه تستخدم مرشحات الضغط باللوح الأجوف. الترشيح بالضغط هو عبارة عن عملية مرحلية (Batch) لسحب المياه حيث توضع الحمأة فى المرشح بواسطة ظلمبات عالية الضغط. يتم طرد المياه من الحمأة خلال الوسط الترشيحي طبقاً للضغط الناتج من ظلمبة التغذية شكل (١٠/٦). تتدفق المياه المرشحة من خلف الوسط الترشيحي خلال ممرات التدفق على سطح اللوح أو فى فتحات غرف الصرف السفلية إلى الخارج فى لوح المرشح. بعد تمام تكون القشور الصلبة عند نهاية عملية الترشيح، تنتهى الدورة وتفتح غرفة المرشح كل غرفة على حدة، بما يسمح بصرف قطع الحمأة إلى قادوس أو إلى سير ناقل. هذه الأنظمة تعمل عند ضغوط تراوح ما بين ٥٠ إلى ٢٢٥ رطل/البوصة المربعة. الميزة الرئيسية لترشيح الضغط لسحب المياه من الحمأة هو المحتوى العالى من القشور الصلبة. مرشحات الضغط العادية توفر قشور حمأة أكثر جفافاً باستخدام عمليات سحب المياه التقليدية من الحمأة. ولكن عيوبها التكلفة المرتفعة.



شكل (١٠/٦) مرشح الضغط

أحواض التجفيف الرملية: Sand Drying Beds

بالنسبة للمصانع المنتجة لكمية صغيرة نسبيا من الحمأة فإن أحواض التجفيف الرملية تعتبر مناسبة جدا لسحب المياه. يتم جفاف الحمأة بتسرب المياه خلال الحمأة. وطبقة الرمال الحاملة للحمأة وبتبخير المياه من سطح الحمأة نسبة المياه التي تزال بالتسرب تكون ما بين ٢٥-٥٥% طبقا لمحتوى الحمأة من المواد الصلبة وكذلك طبقا لطبيعة حجز المياه بواسطة المواد الصلبة.

يتم وضع الحمأة الرطبة بأعماق ٢٠ إلى ٣٠سم. يتم ترك الحمأة لتجف على الطبقة الرملية حتى تصبح الحمأة قابلة لإمكان رفعها بسهولة يدويا أو ميكانيكيا باستخدام اللوادر. يمكن خفض الزمن اللازم للتجفيف بالإعداد الكيماوى للحمأة.

٣- عمليات وتقنيات التخلص النهائى من الحمأة: Ultimate Disposal Practices and Technology

أ- التخلص من الرمال والمواد المحتجزة بالمصافى:

ويتم بالردم فى التربة أو بالحرق.

ب- التخلص من الحمأة الزيتية:

ويتم بردم التربة بما لايمكن من التسرب أو بالحرق.

ج- التخلص من الحمأة الكيماوية:

إستخدام أحواض التهوية (Lagoons)، أعمال الردم للتربة، وتحسين خواص التربة (مثل كبريتات الكالسيوم)، وكذلك استعادة كيماويات الترويب.

ثانياً: إزالة الزيوت والشحوم (Oil and Grease Removal)

١- مقدمة:

معايير الصرف للمخلفات السائلة على شبكة الصرف الصحي أو على المسطحات المائية وصنعت حدود لمحتواها من الزيوت والشحوم من ناحية الكم وكذلك من ناحية النوع مثل زيوت البترول والشحوم التي تلتصق وتعيق التدفق في خطوط الصرف وكذلك تلك التي في الحالة الصلبة أو الشبه صلبة والطافية. حالياً تعرف الزيوت والشحوم كأحد الملوثات التقليدية مثل الأكسجين الحيوى المستهلك، المواد الصلبة العالقة، الرقم الهيدروجينى، الكوليفورم الغائطى. تناقش إجراءات المعالجة المسبقة عند الحاجة لإزالة الزيوت والشحوم واقتصاديات التخلص وتقنيات التخلص.

٢- قياس المواد بالطرق التحليلية:

لعمل برنامج ناجح لعملية المعالجة المسبقة فإنه يلزم معرفة مختلف المواد نتيجة التحاليل أثناء تعيين تركيزات الزيوت والشحوم. حيث أن درجة المعالجة المطلوبة، تقنيات المعالجة المستخدمة، الأثر البيئى الناتج يختلف طبقاً لأنواع المواد.

الطرق القياسية تعرف الزيوت والشحوم كمجموعة من المواد ذات خواص طبيعية متشابهة والتي تحدد كميًا على أساس إذابتها فى الفريون (Fereon). الشحوم والزيوت قد تحتوى على هيدروكربونات، أحماض دهنية، صابون، دهون، مواد شمعية، زيوت، ومواد أخرى إستخلصت بواسطة مذيب من عينة حامضية والتي لا تتبخر أثناء الإختبار.

٣ - مصطلحات: (Terminology)

توجد الدهون في كل من النباتات والحيوانات، وهي أحد أهم العناصر الغذائية للإنسان. الشحوم إيسترات الجليسيرول للأحماض الدهنية. وهي تقسم من وجهة النظر الكيميائية طبقاً لمتوسط وزنها الجزيئي ودرجة عدم تشبعها. الدهون عبارة عن خليط من مختلف (Triglycerides) وليست مركب واحد ولها درجة إنصهار منخفضة وغير محددة. زيادة المكونات من الأحماض الدهنية الغير مشبعة تعمل على إنخفاض درجة حرارة الإنصهار للمخلوط. عندما يكون التراى جليسيررايد (Triglyceride) سائل عند درجة حرارة الغرفة فإنها عندئذ يسمى زيت.

الزيوت كذلك تحتوى على هيدروكربونات مثل الجازولين، وقود النفاثات، وقود الهيدروكربونات الثقيل، والقار مثل خام زيت البترول، زيوت الديزل، الأسفلت، زيوت التشحيم.

المواد الشمعية (Waxes) هي عبارة عن إيسترات الكحول وحيدة (Monohydroxylic alcohol Esters of Fatty Acids) الهيدروكسيل للأحماض الدهنية. تختلف المواد الشمعية عن الزيوت والدهون لكونها إيسترات للكحولات الأولية العادية طويلة التسلسل. (Ester of Long Chain Normal Primary Alcohols). عند درجة حرارة الغرفة تكون المواد الشمعية أكثر صلابة عن الدهون. المواد الشمعية الطبيعية تحتوى على أحماض حرة، كحولات حرة، هيدروكربونات. عند غلى الدهون مع إيروكسيد الصوديوم، فإنه يتكون الجليسرين، أملاح الصوديوم، أوليت الصوديوم. أملاح الصوديوم للأحماض الدهنية هذه تسمى صابون.

الشحوم (Grease) هو مصطلح يستخدم لخليط من المواد مثل الدهون، الزيوت، المواد الشمعية والصابون وذلك حسب تأثيرها على جمع مياه الصرف ونظم المعالجة.

٤ - القياس: (Measurement)

توجد الزيوت والشحوم أساسا من المواد الدهنية الناتجة من مخلفات المطابخ، ومن بعض الصناعات مثل صناعات حفظ اللحوم، غسيل الصوف، تصنيع الزيوت الغذائية، تصنيع حبوب الصويا وحبوب بذور القطن، والصناعات الغذائية وكذلك من الهيدروكربونات ذات الأصل من زيت البترول. معرفة نسبة مختلف الأنواع من الزيوت والشحوم فى إجمالى المكون من الشحوم فى المخلفات يمكن أن يساعد فى التعرف على المصادر الرئيسية للصناعة وكذلك تعيين العمليات الصناعية.

توجد الزيوت والشحوم فى الماء كمستحلب أو كجزء بترولى خفيف فى المحلول. معظم الزيوت الثقيلة والمواد الشحمية لاندوب فى الماء، ولكن يمكن أن يكون حدث لها إستحلاب عند الإلتصاق بالمنظفات الصناعية، القلويات، وبعض الكيماويات الأخرى.

الحصول على عينات ممثلة للواقع للزيوت والشحوم من مياه الصرف أو من مياه الصرف المعالجة قد يشكل صعوبة. الزيوت والشحوم قد تلتصق على مختلف أجزاء جهاز سحب العينات الآلى وذلك أثناء جمع العينة المركبة وبالتالي يؤثر ذلك كثيرا على التحليل الواقعية. لذلك فإن أخذ عينات الشحوم يتم جمعها من أسفل سطح مياه الصرف باستخدام تقنيات العينة المخطوفة (Grab Sample)، حيث يستخدم إناء زجاجى متسع الفوهة لجمع العينة. لا يتم جمع العينة من التدفقات العلوية أو من أسفل تدفقات الهدار مباشرة.

عند عدم إمكان عمل التحاليل مباشرة، فإنه يتم حفظ العينة في حامض كبريتيك مركز طبقاً لخطة الحفظ القياسية. لتعيين الشحوم يتم جمع عينات منفصلة. يجب تجنب تقسيم العينة المركبة في المعمل ذلك بسبب إتصاق الزيوت والشحوم على أجناب وغطاء إناء حفظ العينات، حيث يترتب على ذلك خطأ كبير عند التحليل.

توجد طرق قياسية متعددة لتعيين الزيوت والشحوم. عند الحصول على النتيجة فإن الطريقة المستخدمة لتعيين نسبة الزيوت والشحوم في مياه الصرف وكذلك المذيب المستخدم يجب تعيينهم. كذلك فإن التعيين يجب أن يكون تمام خلال فترة زمنية مقاسة لتجنب الفقد التدريجي بالبخار للمكونات الخفيفة.

عند تعيين الزيت والشحوم فإنه لا يتم قياس كمية مناسبة من مادة معينة. الخواص الطبيعية ذات الوزن وذلك لدرجاتها في مذيبات معينة. حالياً يستخدم الفيريون (Feroen) كمذيب مثالي، وذلك نظراً لأسباب أمنية. ولكن يمكن أن يحدث تداخل مع مواد عضوية أخرى قابلة للإذابة في الفيريون وذلك في حالة وجودها. ولسوء الحظ لا يوجد مذيب واحد يذيب الزيوت والشحوم فقط.

يمكن استخدام أجهزة القياس مثل (Gas, Liquid Chromatoraphy) لتعيين الزيوت والشحوم، ولكن يصعب لإستخدام الروتيني لهذه الطريقة بسبب التكلفة والتعقيدات لاعداد العينة واستخدام الجهاز.

التقنية القياسية ذات القيمة المحدودة والتي يمكن استخدامها على أساس روتيني تبنى على فصل خليط الزيوت والشحوم إلى الهيدروكربونات والمركبات الدهنية. يتوقف هذا الاختبار على تأين (Polarity) مكونات الخليط. في التطبيقات العملية تستخدم السيليكاجيل لإدمصاص المواد الدهنية الأيونية الموجودة، أما المواد من الهيدروكربونات الغير أيونية فلا يحدث لها إدمصاص.

مصطلح الزيوت والدهون يشمل المواد من أصل نباتي، المواد من أنسجة الحيوان، وكذلك الزيوت البترولية (الهيدروكربونات) ومواد أخرى مستخلصة بمذيبات خاصة. الزيوت النباتية ذات تركيب كيميائي يشبه الشحوم الحيوانية. المواد الأخرى المستخلصة قد تشمل مركبات إما ذات أصل من زيت البترول أو من أصل زيت نباتي/حيواني حيث حدث به تغيير بطريقة ما. وتسمى هذه المواد البتروكيمياويات أو الكيماويات المشتقة من الزيت. إضافة المجموعات على $(-SO_3)$ (H) أو الكلو (-Cl) أو النيتروجين يعتبر مثال لهذا التغيير.

٥- مصادر الزيوت والشحوم في مياه الصرف الصحي والصناعي:

في مياه الصرف الصحي تمثل الزيوت والشحوم ٢٠% من المواد العضوية مقاسة كأكسيد حيوي مستهلك (BOD)، وقد يصل إلى ٣٠-٥٠ ملجرام/لتر. أما مياه الصرف الصحي المحتوية على مخلفات أنشطة صناعية فإنها تحتوي على تركيزات أعلا.

معظم الأنشطة التجارية والصناعية المسببة لوجود الزيوت والشحوم في محطات معالجة مياه الصرف هي تكرير الزيوت النباتية، صناعة الصابون، صناعة الألبان، صناعة المعلبات، المغاسل، دباغة الجلود، صناعة المنسوجات الصوفية، بعض الصناعات المعدنية.

٦- مشاكل المعالجة بسبب الزيوت والشحوم:

أ- خطوط مواسير الصرف وبيارات محطات الفتح:

المعالجة المسبقة المناسبة يمكنها منع التغطية والتراكم للزيوت على خطوط مواسير الصرف والظلمبات لدرجة منع إعاقة التدفقات. في حالة جسيمات الزيوت والشحوم كبيرة لدرجة أنها تطفو على سطح السائل في المواسير ومحطات

الطلمبات، فإنه يمكن إزالتها بإمكانيات المصنع وذلك قبل صرف سائل الصرف الصناعي على شبكة الصرف الصحي. كما أن التصميم الجيد لخطوط المواسير وكذلك أعمال الصيانة يمكنها من تقليل المشكلة المتعلقة بالزيوت والشحوم.

ب- الترسيب: (Sedimentation)

أحيانا يتم إزالة الزيوت والشحوم في الترسيب الأولى بدرجة أكبر من المواد الصلبة العالقة. النسب المزالة في الخبث الطافي ومخلفات الحمأة كبيرة. يحدث الإنسداد بكثرة أحيانا في خطوط المواسير ذات الأقطار الصغيرة، وخطوط المواسير الطويلة، خطوط المواسير ذات الكيعان الكثيرة، وكذلك خطوط المواسير ذات السطح الداخلي الخشن. مهندس التصميم يمكن أن يتفادى هذه الحالات في المحطات حيث يتوقع أحمال عالية من الزيوت والدهون. وكذلك يمكن توفير البخار أو أى طريقة لتسخين خطوط المواسير، وكذلك استخدام سدادات التنظيف في الأماكن المناسبة.

٧- المعالجة البيولوجية الهوائية:

يختلف تأثير الأنواع المختلفة من الزيوت والشحوم على المعالجة البيولوجية الهوائية. بالنسبة للزيوت النباتية والحيوانية في حالة تشتت فإنها يمكن أن تزال بسرعة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي بالطرق البيولوجية على الجانب الآخر فإن الزيوت ذات الأساس البترولي يتم تحللها ببطء بالأداء البكتيري، مثل هذه الزيوت والتي تعمل على تغطية الكائنات البكتيرية يمكن أن تمنع إنتقال الأكسجين وبالتالي تحلل المواد العضوية الأخرى.

تخطيط المعالجة للزيوت النباتية والحيوانية المشتتة في سائل الصرف يجب أن تراعى المخاطر التي يتعرض لها نظام المعالجة. عملية الحمأة المنشطة التقليدية

حساسية لصددمات التحميل من المخلفات الصناعية. هذه المخاطر يمكن أن تكون لعدة أسباب ولكن أساسا بسبب عدم توفر تجهيزات التسوية مع زيادة المواد التي لا تتأقلم معها الكائنات الحية الدقيقة. كما أن مخاطر صدمات التحميل الهيدروليكية وصددمات التحميل العضوية يمكن أن تسبب عدة مشاكل في نظام المعالجة لسوائل الصرف.

لقد فشلت محاولات المعالجة البيولوجية الهوائية لزيت البترول وذلك بسبب انخفاض معدل التحلل البيولوجي. رغم أن بعض من زيت البترول يمكن أن يزال أولا من خلال ميكانيزم تراكم وتجميع الزيت على البكتريا وعلى المواد الصلبة العالقة الأخرى ثم الإزالة بالترسيب.

٨- الهضم اللاهوائى: (Anaerobic Digestion)

إن تراكم طبقات التجميع من الشحوم الصلبة أو الشبه صلبه وخاصة مع الشعر وبعض المواد الأخرى أحدث إنسداد فى المفاعلات اللاهوائية وذلك فى حالة عدم التسخين أو الخلط. كذلك فإن الزيوت السائلة تتجمع على السطح بينما السائل المعالج يتم سحبه من أسفل السطح. هذه الطبقة المتجمدة تقلل من طاقة المفاعل اللاهوائى. ولكن حديثا أمكن توفير تصميمات توفر الخلط والتسخين بما يعمل على اسراع عملية الهضم اللاهوائى. بعض الزيوت عند تمام تشتتها فإنها تتحول إلى غاز الميثان. على الجانب الآخر فإن زيت البترول (الهيدروكربونات) لا يتم تحللها إطلاقا فى المجال اللاهوائى.

٩- سحب المياه: (Dewatering)

كما وجد أن الزيوت والشحوم تسبب مشاكل وإعاقة فى عمليات سحب المياه للحمأة الطازجة أو المعالجة (Digested). فمثلا كانت الزيوت والشحوم السبب فى

إنسداد المرشحات بسبب أن جزء من الزيوت والشحوم ليس في الشكل الصلب أو شبه الصلب يفصل من الحمأة الصلب ليصبح جزء من السائل الناتج، ولذلك يعاد إلى المعالجة.

١٠- تقنيات المعالجة المسبقة:

الزيوت والشحوم الحرة - والتي لم تستحلب - لاتمثل مشكلة كبيرة بالنسبة لإزالتها من الماء ذلك بسبب طفوها وتجمعها على السطح. عندئذ يمكن السحب الميكانيكي أو رفع الزيوت والشحوم من على السطح. ولكن الزيوت والشحوم المستحلبة نظرا لوجودها عالقة تسبب مشاكل لفصلها. طبيعى يجب إستعادة الزيوت والشحوم قريبا ما أمكن من المصدر، وهذا يقلل من حجم وحدات المعالجة كما يقلل من أماكن تجمع وتراكم الشحوم.

لتجنب الاستحلاب للزيت الحر والشحوم خلال عمليات التقليب، فإنه يتم تجنب الضخ الزائد ما أمكن ذلك. كذلك تخفيف المخلفات المحتوية على الزيوت والشحوم بأخرى غير محتوية على الشحوم وكذلك الحصول على أقصى مكث فى نظام الإزالة.

معالجة الزيوت والشحوم يمكن تصنيفها إلى معالجة المرحلة الأولى ومعالجة المرحلة الثانية.

معالجة المرحلة الأولى تستخدم لفصل الزيوت والشحوم الطافية من الماء والمواد المستحلبة، وذلك بالسماح للزيوت والشحوم بالطفو الحر على سطح السائل بسبب الاختلاف فى الكثافة. بهذه الطريقة يمكن إزالة الشحوم والزيوت مستحلبة. وتتوقف كفاءة التصميم على التصميم الهيدروليكي المناسب، زمن المكث لمياه الصرف، مع الأخذ فى الإعتبار درجة الحرارة والكثافة النوعية لمياه الصرف والزيوت والشحوم.

أبسط أشكال معالجة المرحلة الأولى هي مصيدة الشحوم المستخدمة فى المنشآت الصغيرة مثل المطاعم، الفنادق، محطات الخدمة. توضع هذه المصيدة فى نظام الصرف لجمع الزيوت والشحوم حيث تكون ما بين شبكة الصرف ومصدر إنتاج المخلفات (مثل المطابخ)، كما تكون فى موقع يمكن من النظافة والصيانة. يجب أن تكون المسافة بين الدخول والخروج من المصيدة كافية لتسمح بالفصل بفعل الجاذبية وبما لايسمح للشحوم بالهروب خلال المخرج. يتم توفير عوائق (Baffles) التحكم فى التدفق وكذلك ضرورة وجود محابس التحكم فى التدفق على جانب الدخول فى حالة المصائد الصغيرة للحماية ضد زيادة التحميل بسبب الإضطراب (Surges) المفاجئ فى مياه الصرف.

فى بعض الحالات عندما تكون مخلفات الشحوم ساخنة فإنه يكون من المفيد وضع المصيدة أقرب ما يمكن من المصدر. فى حالات أخرى تكون إزالة الشحوم الباردة أكثر سهولة وأكثر تأثيراً. يمكن خفض حجم الوحدة وذلك باستمرار الإزالة لطبقة الشحوم المتدفقة قبل أن تبرد وتتصلب.

أجهزة فصل الزيوت والشحوم الصغيرة يقدر حجمها بالنسبة لطاقة حجز الشحوم بالرطل بما يساوى ما لايقبل عن ضعف معدل التدفق بالجالون فى الدقيقة. ولكن الزيادة القليلة فى الحجم للمصيدة تكون إقتصادية حيث أنها تتطلب صيانة أقل. مهما كان حجم مصيدة الزيوت والشحوم فإنها يجب أن تعمل بانتظام وبما لايسمح للشحوم بالهروب. من الناحية العملية تجرى النظافة عند إمتلاء ٧٥% من طاقة المكث للوحدة بالشحوم المتركمة.

تضع المصائد التجارية من الحديد الزهر أو من الصوف الزجاجى يكون المدخل والمخرج مغمورين ومجهزين بعوائق (Baffled). هذه المصائد التجارية من

الناحية العملية لا يتم تنظيفها، حيث تستخدم المصايد التي تعمل كخزان تحليل والتي توفر طاقة تخزين أكبر. هذه الخزانات (المصايد) تكون في موقع قريب خارج المبنى، وإن كانت الخبرة تجيز التنظيف أحيانا.

قد تشترط قوانين صرف المخلفات إنشاء مصايد في الجراجات، وفي ورش الماكينات، المطاعم، منشآت التنظيف، والأنشطة المماثلة. الجازولين والزيوت الخفيفة الناتجة من الجراجات ومحلات النظافة الجافة لا يتم صرفها في شبكة الصرف بسبب ما تحدثه هذه المواد من حرائق واحتمالات مخاطر الانفجارات.

تجهيزات المرحلة الأولى ذات الحجم الكبير يمكن أن تستخدم لمخلفات الصرف من مصانع الصناعات الغذائية والمعلبات. مصايد حجز الشحوم تستخدم على نطاق واسع في الصناعات الغذائية لإستعادة الدهون وإعادة إستخدامها.

المصايد الضخمة يمكن أن تعمل بالنظام المرحلي أو بالتدفق المستمر وذلك طبقا لحجم ونوع المخلفات المطلوب معالجتها.

في حالة وجود إستحلاب للزيوت والشحوم فإن عملية الإزالة هي الفصل بالجاذبية ثم وحدة المرحلة الثانية باستخدام عدة طرق لتكسير مستحلب الزيوت والدهون الذي يمر خلال وحدة المرحلة الأولى. توجد طرق مختلفة لتكسير مستحلب الزيوت والدهون وهي الطرق الكيماوية، الكهربائية، الطبيعية والبيولوجية. أكثر الطرق استخداما هي الطرق الكيماوية جنبا إلى جنب مع إستخدام الإزالة الطبيعية مثل الطفو.

١١- المعالجة الكيماوية للمستحلب:

تستخدم المعالجة الكيماوية للمستحلب لتوفير عدم الثبات (Destabilizing) لإنتشار الزيت أو لتدمير أى عامل استحلاب موجود. تتكون العملية أساسا بالخلط

السريع لمادة الترويب الكيماوية مع مياه الصرف، يلى ذلك التزغيب ثم الطفو أو الترسيب. تستخدم كيماويات متعددة فى عملية إزالة الاستحلاب وهى أملاح الترويب، الأحماض، الأحماض زائد الحرارة، مساعدات الترويب من البولى إيكتروليت العضوى. إن استخدام الترويب بأملاح الالومينيوم والحديد مؤثر فى إزالة الاستحلاب مخلفات الزيوت، ولكن الحماة المترسبة يكون من الصعب سحب المياه منها، بالإضافة إلى أن حجم الحماة المنتجة والتخلص منها يسبب مشكلة. وعند إستخدام الحامض لتكسير المستحلب فإنها تكون عملية مكلفة حيث أن المياه الرائقة المنتجة يجب معادلتها بقلوى قبل الصرف على شبكة الصرف الصحى. إضافة كميات كبيرة من الأملاح الغير عضوية قد يسبب مشكلة تلوث نتيجة زيادة المحتوى من الأملاح المذابة. بعض مواد العضوية من البولى إيكتروليت ذات التأثير الكبير فى إزالة الاستحلاب للزيوت والشحوم هى كذلك مكلفة.

بعد الإضافات الكيماوية لتكسير مستحلب الزيوت والشحوم، فإن الزيت والشحوم الحرة يتم إزالتها عادة وتركيزها بطريقة طبيعية. أكثر الطرق الطبيعية استخداما هى طريقة الطفو شكل (٥/١٤). وهى تتكون من إضافة الهواء إلى تدفقات مياه الصرف تحت الضغط باستخدام طلمبة ثم تفريغ التدفقات المحملة بالهواء إلى الضغط الجوى فى خزان الزيوت وحببيات المواد الصلبة الصغيرة تلتصق بفقااعات الهواء الصغيرة، وتطفو على السطح حيث يتم كشطها.

فى الطفو باستخدام الهواء المذاب تستخدم طريقتين وهما الضغط المباشر والضغط للتدوير. إعتبرات التصميم والتشغيل تشمل النسبة ما بين الهواء إلى المواد الصلبة (الزيت) واختصارها هو (A / S)، ضغط التشغيل للتدفق المباشر أو التدفق التدوير، معدل التدفق للسائل المضغوط. معدل تدفق السائل الداخلى إلى السعالجة.

المعادلتين التاليتين تستخدم لتعيين نسبة الهواء إلى الصلب (A/S):

• ضغط التدوير (Recycle Pressurization)

$$\frac{A}{S} = \frac{1.3 A_s (fP - 1) R}{Q S_a}$$

• الضغط المباشر Direct Pressurization

$$\frac{A}{S} = \frac{1.3 A_s (fP - 1)}{S_a}$$

حيث:

S_a = تركيز المواد الصلبة أو الزيوت والشحوم في المياه الداخلة للمعالجة بالجرام/لتر.

A_s = تركيز الهواء سم³/لتر.

R = معدل تدفق للسائل المضغوط متر مكعب/اليوم.

Q = معدل التدفق للسائل الداخل متر مكعب/اليوم.

P = ضغط التشغيل (المطلق) مقاس في الضغط الجوي.

f = جزء الهواء المذاب عند ضغط P .

النسبة المقبولة (A/S) للتطبيق الناجح للطفو بالهواء لإزالة الزيت والشحم تتوقف على التركيز وخواص الزيت والشحم في المياه الداخلة للمعالجة. يمكن استخدام خلية طفو في المعمل لتعيين أفضل نسبة (A/S). التغير في تركيز المياه الداخلة سيغير نسبة (A/S). يجب على القائم بالتشغيل إعادة ضبط هذه النسبة بتغيير معدل تدفق التدوير، ضغط التشغيل أو كلاهما، وذلك للمحافظة على أقصى كفاءة للعملية.

النسبة (A/S) التي يمكن إستخدامها للطفو هي ٠,٠١ إلى ٠,٠٢ في الدراسات العملية حيث أقصى إزالة للمواد الصلبة العالقة عند قيمة (A/S) هي ٠,٠٣ - ٠,٠٥ - الزيادة في هذه النسبة تسبب الزيادة في سرعة إرتفاع الفقاعات بما ينتج عنه تدمير التجمعات والطفو بسبب تأثير القص الناتج عن الإضطراب.

التدفق السطحي أو التحميل السطحي هو كذلك معيار تصميمي حيث نقل كفاءة المعالجة بالطفو مع زيادة معدل التدفق أو التحميل السطحي. من الناحية العملية تكون معدلات التحميل السطحي (شاملا التدوير) من ٠,٧ إلى ٢,٧ لتر على المتر المربع في الثانية.

١٢ - التطبيقات:

المكونات الرئيسية لوحدة الطفو بالهواء المذاب تشمل طلببة الضغط، حوض المكث (Retention Tank)، محبس خفض الضغط، معدة حقن الهواء، حوض للطفو شكل (٥/١٢). يمكن إزالة المواد ذات الكثافة النوعية المنخفضة بالضغط الجزئي لتدفقات الصرف. عند استخدام إضافات كيميائية للمساعدة في تكوين الزغبات فإنه يستخدم ضغط الهواء مع تدوير المياه الخارجة بالضغط، حيث يحدث التزغيب قبل الطفو شكل (٥/١٣). يضاف الهواء المضغوط إلى تدفقات مياه الصرف الداخلة تحت ضغط من ١٧٠ إلى ٣٤٠ كيلو نيوتن على المتر المربع (KN / M^2)، (٢٥ - ٥٠ رطل/البوصة المربعة / الجالون)، ثم المكث للتدفق في حوض الحجز لإعطاء الوقت للهواء ليذوب في مياه الصرف وهذا يتطلب عدة دقائق. ثم تتدفق مياه الصرف خلال محبس خفض الضغط إلى حوض الطفو عند الضغط المنخفض يتحرر الهواء من مياه الصرف في شكل فقاعات. أحواض الطفو تكون عادة في شكل إسطواني أو في شكل مستطيل. عمق مياه الصرف يتراوح ما بين ١-٣ متر. أول وحدة الطفو بالهواء المذاب كان بمعدل ١.١ متر مكعب في الثانية. في

دراسات تجريبية لوحدة الطفو (Pilot Studies) كانت إزالة المواد العالقة بالهواء المذاب ما بين ٦٢% بدون إضافة كيماويات إلى ٩٠% عند إضافة الشبه (٠,٠٩ ملجرام/كل ملجرام من إجمالي المواد العالقة (مواد صلبة وزيوت وشحوم) فى المياه الداخلة.

إضافة البوليمر وجد أنها أقل تأثير من إضافة الشبه. زيادة نسبة التدوير من ٢٠-١٢٠% ينتج عنه زيادة فى الإزالة بنسبة ١٠ إلى ٧٨%. أقصى نسبة الهواء إلى المواد الصلبة (A/S) وجد أنها ٠,٠٥.

فى أحد الإختبارات الميدانية لوحدة الطفو وجد أن نسبة الإزالة للمواد العالقة تتراوح ما بين ٧٠ - ٧٥% عند إضافة جرعة مروبو من الشبه من ٧٥ - ٢٢٥ ملجرام/لتر ثم زادت نسبة الإزالة إلى ٨٠-٨٧% عند جرعة مروبات من الشبه من ١٠٠ إلى ٢٥٠ ملجرام/لتر. وذلك مع ضبط الرقم الهيدروجينى. معدل التدفق كان ١,٣ - ١,٨ لتر على المتر المربع فى الثانية (١,٩ إلى ٢,٧ جالون/القدم المربع / الدقيقة). وزمن المكث إختلف ما بين ١١ إلى ٢٢ دقيقة. ثم ضبط الرقم الهيدروجينى بإضافة حامض، فى هذه الدراسة إنخفض الحمل العضوى من ٤٥ ملجرام/لتر إلى ٥ ملجرام/لتر (BOD).

١٣- الطرق الطبيعية لتكسير المستحلب:

الطرق الطبيعية المستخدمة لتكسير المستحلب تشمل التسخين، الطرد المركزى، الترشيح.

الطرد المركزى يكسر مستحلبات الزيت بفصل مجالى الزيت والماء بقوة الطرد المركزى. تستخدم طريقة الطرد المركزى فى الحمأة الزيتية وهى لاتستخدم فى معالجة مياه الصرف ذات المحتوى المخفف من الزيت إلا فى حالة الأحجام

الصغيرة. استخدام الترشيح كذلك مع بعض النجاحات حيث استخدام الترشيح الرملى بالمعدل العالى. قبل الإزالة بالجازبية يلزم إضافة مواد الترويب، وهذه المروبات تفيد فى وجود جسيمات كبيرة التى تحتضن الحبيبات الزيتية كملوثات تجمعات أكبر بما يكفى لإزالتها بالترسيب.

إستخدم فى الماضى عمليات إزالة الاستحلاب الكهربائية. حيث يتم إزالة الزيت والشحم بتمرير تيار كهربائى خلال مياه الصرف التى تتدفق فى عدد من المواسير. ينفصل الزيت ويتجمع عند الأنود. هذه الطريقة الكهربائية قابلة للتنفيذ أساسا للمستحليات المحتوية على كميات كبيرة من الزيت وكميات صغيرة من الماء.

الصناعات التى تقوم بالصرف على المسطحات المائية للمياه المعالجة بيولوجيا والمحتوية على زيوت نباتية وحيوانية مشتته باستخدام الحماة المنشطة أو الأحواض المهواه. حيث ثبت أن هذه المعالجات هى المفضلة لمعالجة مياه الصرف لصناعات تكرير الزيوت الغذائية.

ثالثًا إزالة الزيت من مياه الإنتاج في حقول البترول:

١- العوامل المؤثرة على تشتت وثبات زيت البترول:

زيت البترول الخام يمكن أن يتفتت إلى نقاط صغيرة وينتشر في الماء. الطاقة الميكانيكية تتوقف إلى حد كبير على الشد ما بين السطحى لكل من الزيت والماء، وهى القوة اللازمة لقص حد الزيت/الماء والتي تقاس بالداين/سم.

خام زيت البترول لا يوجد فى الحالة النقية إطلاقاً حيث يمكن أن يحتوى على عديد من المواد والتي هى ليست هيدروكربونات بسيطة. بعض المكونات تحتسوى على ذرات أكسجين ونيتروجين فى تركيبها الجزيئى والذي يعطيها الرغبة للماء (Affinity For Water). ما يسمى المجموعات القطبية (Polar Groups) تعمل كعوامل نشاط سطحى (Surfactants) حيث تخفض كلا من الجذب السطحى الواقع بين السطحين، والذي يعمل على سهولة الخلط المتبادل للزيت والماء.

طبقاً لطبيعة مادة النشاط السطحى الموجودة وإلى حد ما النسبة الحجمية للسوائل الرئيسية، فإن زيت البترول الخام والماء يمكن أن يكون مستحلبات الماء فى الزيت أو الزيت فى الماء. معظم المستحلبات الطبيعية للزيت الخام هى من نوع مستحلبات الماء فى الزيت، حيث يكون الماء هو المجال الداخلى المشتمت. عدد محدود فقط من زيوت خام البترول هى التى تنتج العكس وهو الزيت فى الماء. وهذه يمكن أن يكون من الصعب تكسيرها والمياه المنتجة التى تفصل عادة تحتفظ بكميات كبيرة من الزيت المنتشر.

بعض مستحلبات الزيت الخام تتكون من الزيوت المنتشرة فى نقاط الماء والتي بدورها تنتشر فى الزيت، المجال الخارجى المستمر يكون زيت فى الماء فى الزيت. مثل هذه المستحلبات المعقدة ربما تحدث طبيعياً إلى حد ما وذلك فى آبار

الانتاج التي تعالج بمثبطات تأكل ذات الاساس من الأمين (Amine) والتي تتشبتت في الماء. كذلك فإن الكيماويات التي تضاف لتكسير المستحلب للماء في الزيت في المجال الحقلى يمكن أن تقلل من الجذب السطحي بين الزيت والماء. كذلك فإن طلبات الطرد المركزى التي تعمل بسرعات عالية يمكن أن تعمل على التجانس وتثبيت الزيت في تشتيت الماء. كذلك فإن تصادمات السائل عند الإنحاء الحادة في خط المواسير والطرطشة داخل الخزانات السطحية لها نفس التأثير.

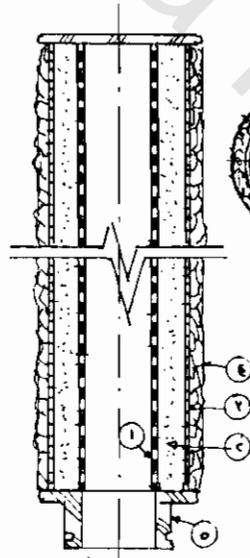
٢- إزالة الزيت والأجسام الصلبة الزيتية بالإلتصاق والإلتصاق:

Removal of Oil and Oily Solids by Coalescence

بعض أجهزة الالتصاق ليست سوى أحواض مجهزة بعوائق داخلية التي تعكس الاتجاه عدة مرات للمساعدة في فصل الزيوت المحتجزة. البعض الآخر يستخدم مجال مفكك للإلتصاق مثل الرمل الخشن أو حبيبات الكربون والتي تعمل على الحجز المؤقت وتركيز نقاط الزيت إلى الأحجام الأكبر التسي تتفصل بسرعة. المجالات الحبيبية كعامل التصاق تكون معرضة لتراكمات العفن نتيجة تجميع المواد الزيتية الصلبة بنفس طريقة الوسط الترشيحي.

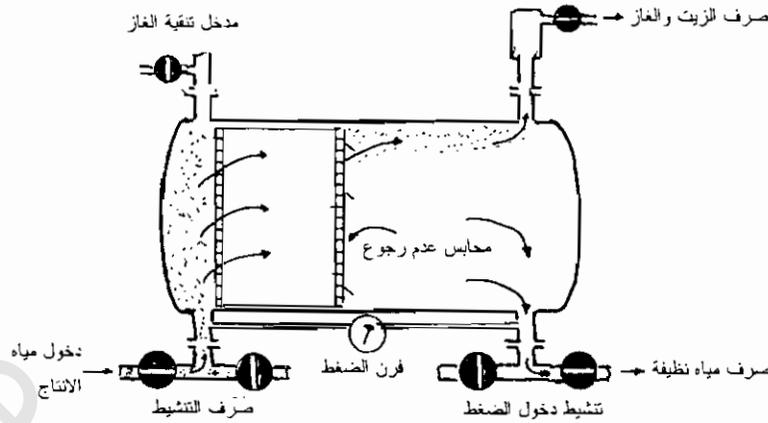
نقاط الزيت المحتجزة الصغيرة جدا من حيث الارتفاع بسرعة للفصل بالجاذبية يمكن أن تلتصق إلى حبيبات أكبر بالمرور خلال مجال من البلاستيك الذى يبتل بالزيت (Oleophilic - Oil Watable) مثل الرغاوى الأسفنجية (Foam) أو المنسوجات من البولى بروبيلين أو البولى يوريثان أحد هذه النماذج موضح فى الشكل (١٠/٧). عند الاستخدام يتدفق الماء الزيتى إلى داخل الخرطوشة ويخرج من خلال الجدران حيث يحدث الإلتصاق، يستخدم عدد من الخراطيش فى مكان واحد لتداول أحجام ضخمة من الماء. مجال البلاستيك الأسفنجى للإلتصاق يمكن أن يعالج مياه الإنتاج التى تحتوى على قليل أو لاتحتوى على مواد صلبة مبدله ولكن

تراكم العفن بالمواد الزيتية الصلبة عادة يكون مشكلة. جهاز الفصل بالأسفنج الذى يبتل بالزيت (Oleophilic Foam) المصمم لإزالة كلا من الزيت والمواد الصلبة المبتلة بالزيت موضح فى الشكل (١٠/٨). الزيت الخفيف الملتصق يتحرك خلال كتلة البلاستيك الأسفنجى (Foam Pack) حيث يسحب أليا إلى الخارج. الزيوت الثقيلة، شمع البارافين، والمواد الصلبة الزيتية تحتجز فى جسم كتلة البلاستيك الأسفنجى بعمليات الادمصاص، الالتصاق، والحجز. مع حدوث الإنسداد فى كتلة البلاستيك الغروى الاسفنجى، يزداد الفقد فى الضغط والذى ينبه ويثير دورة التنشيط الآلية. أثناء التنشيط، إتجاه تدفق الماء ينعكس لقفل محابس عدم الرجوع وضغط كتلة الأسفنج يتدفق الماء من الأمام ومن الخلف وذلك لضغط واستقرار الاسفنج على التوالى. يتم بعد ذلك غسيل كتلة الفوم بالماء بعد تفككها بالغاز ثم دخولها الخدمة. عوامل الإلتصاق بالفوم المنضغط استخدمت فى صناعة البترول منذ عام ١٩٨١.



- (١) قلب من البولى إيثيلين المتقنب
- (٢) مجال الإلتصاق الأولى المعرج
- (٣) غلاف خارجى من البلاست المتقنب
- (٤) لفافة خارجية من البوليمر
- (٥) لحام نهائى بحلقه

شكل (١٠/٧) مرشح الخرطوشة لالتصاق الزيت (سائل/سائل)



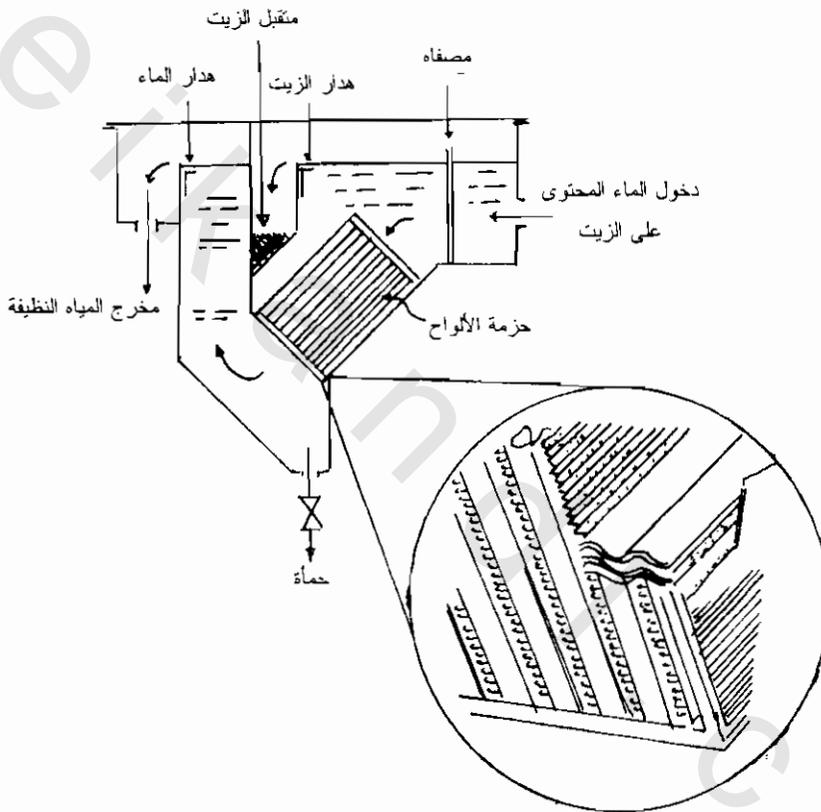
شكل (١٠/٨) فصل الزيت عن الماء باستخدام البلاستيك المطاط (الفوم)

٣- أجهزة الفصل ذات المسار القصير Short Path Separators

في حالة الثبات، يميل الجسم المحجوز في الماء للصعود أو الهبوط بمعدل ثابت يسمى السرعة الإنتهائية أو النهائية. لذلك فإن زمن الفصل يتوقف على طول المسار الذي يجب أن يقطعه الجسم المحجوز للوصول إما إلى سطح السائل أو إلى قاع الخزان. في أحواض الترسيب العادية أو أحواض الحجز يكون متوسط العمق لا يقل عن ١ إلى ٢ متر. جسم بحجم ١٠ ملليمكرون من مادة الطفلة كثافته ٢,٧ جرام/سم^٣ يلزم له أكثر من ثلاث ساعات ليصل إلى قاع الحوض بمسار واحد متر.

أجهزة الفصل ذات المسار القصير توفر منظومة من الألواح المتوازية أو الأنابيب المتوازية ذات القطر الصغير والقريبة من بعضها حيث تمر المياه من خلالها بدون أي إضطراب خلال هذه المساحات المحدودة فإن كل النقاط وحبيبات الحماة لها فقط مسافة قصيرة (عادة ٤ إلى ١٠ سم) لتتصعد أو لترسب لتصل إلى

سطح صلب حيث تتركز توجد أجهزة الفصل بالألواح المائلة والمتوازية بتصميمات ميكانيكية مختلفة. كما توجد أجهزة فصل الزيت بالألواح المائلة والمتعرجة كما فى الشكل (١٠/٩). مميزات هذه الأجهزة أنها توفر الفصل بالتدفق خلال زمن قدره ١٥-٢٠ دقيقة، وهى نفس درجة الفصل التى يتم الحصول عليها فى حوض ترسيب كبير خلال ساعتين. وهذه لانتزيل الزيوت المستحلبة بدون إضافة كيماويات إزالة الاستحلاب.



الشكل النهائي لحزمة الألواح المتعرجة

شكل (١٠/٩) عناصر جهاز الفصل بالمسار القصير

٤ - الفصل بالطفو: (Separation by Flotation)

الطفو هو من التقنيات المستخدمة في حقول البترول لتنظيف ماء الإنتاج. مبدأ التشغيل يتوقف على زيادة الطفو للزيوت والمواد الصلبة المحتجزة بالالتصاق بفقااعات الغاز.

فقااعات الغاز يتم إنتاجها بواسطة (١) تسليط الضغط على الماء الذي سبق تغذيته بغاز مذاب (٢) بالتشتت الميكانيكي للغاز في الماء في شكل دقيق جداً. الطريقة الأخيرة تسمى الطفو بالرغاوى أو الزبد وهي تستخدم على نطاق واسع في عمليات إنتاج البترول.