

CONTAMINACIÓN DE AGUA / ACEITE (Métodos de remoción)

Los aceites y combustibles son los agentes contaminantes más comunes en el agua, tanto en agua subterránea, de lluvia y de la superficie. La industria es el mayor contaminante debido al escape, desecho y malas operaciones que vierten aceite en sus descargas habituales de agua, en muchas ocasiones sin el menor tratamiento.

No es necesario realizar grandes inversiones para eliminar este contaminante de las descargas industriales y aunque existen regulaciones gubernamentales, el permitir que la contaminación llegue a nuestro entorno daña irreparablemente nuestro entorno

Para reducir la descarga de aceite en el agua, se han diseñado dispositivos de separación de aceites, muchos de ellos muy eficientes.

Las tecnologías de tratamiento de ACS Medio Ambiente® ofrecen una variedad de opciones para la separación de agua y aceite con el fin de adecuarse a los proyectos individuales.

Los aceites y combustibles pueden existir en diferentes estados dependiendo de las fuerzas ejercidas en ellos:

Aceites Libres: Los aceites en estado natural típicamente serán productos “libres y/o dispersos” (no emulsionado), lo que significa que siempre mantendrán sus características típicas (aceitoso, hidrofóbico) y eventualmente formaran una capa separada de la fase del agua (espejo). La fase libre de aceite también puede estar dispersa o separada fuera del cuerpo del agua debido a que ha sido reducido al rango mínimo del tamaño de las gotas para considerarse como NO emulsionado, es decir al menos 20 micras. La separación de las dos fases regularmente se realiza por gravedad (específica).

Emulsiones: También llamados “Disueltos”. Los aceites pueden ser transformados a un estado emulsionado donde el tamaño de gotas de aceite es drásticamente reducido y con él su fuerza eléctrica. Esto es llevado a cabo mediante un proceso de fuerzas mecánicas cortantes donde la molécula reducida de aceite se convierte en compañera temporal de las moléculas de agua o por un tercer componente químico que controla la molécula de aceite y la fuerza a tener contacto con la molécula de agua. Este puente químico entre el agua y el aceite los mantiene en un estado estable y permanente. Una emulsión puede crearse o deshacerse (unirse o separarse los dos líquidos), por factores como la manipulación mecánica o por efectos químicos. El rango de tamaño para gotas de aceite emulsionado es de 2 a 60 micras.

Las emulsiones son creadas de dos formas: Emulsión Mecánica es el método más común y se logra mezclando violentamente la solución para romper las gotas de aceite (hacerlas más pequeñas) y dispersarlas en la solución. Si se da el tiempo suficiente, la emulsión regresa a su estado inicial (aceite libre). Desafortunadamente el proceso es muy lento. Utilizar agua caliente para emulsionar agua y aceite, es un proceso mecánico.

La Emulsión Química se crea cuando se utilizan soluciones que se activan químicamente, tales como detergentes alcalinos, jabones, etc. con características iónicas o aniónicas. Estos químicos interfieren con la coalescencia natural de las gotas de aceite y crean una emulsión estable que es difícil que rompa por si sola. A la molécula que se forma cuando una solución alcalina “atrapa” el aceite libre y lo emulsiona, se le conoce como micela.

Algunos puntos a tomar en cuenta:

El grado de separación del aceite en el agua, depende directamente del tamaño de la gota y su distribución. El problema de la separación puede incluir contaminantes adicionales que la dificulten, lo que si es el caso, se requerirán tratamientos adicionales.

La importancia de la viscosidad: Entre más baja sea la viscosidad del agua, más rápido el aceite flotará a la superficie. Incrementando significativamente la temperatura, reducirá la viscosidad el agua. Por ejemplo, gotas de aceite en agua a 4°C (40°F), flotará en la mitad de tiempo que si estuviera a 32°C (90°F), si los otros parámetros permanecen igual.

La importancia de la gravedad específica y el diámetro de las gotas de aceite: Entre mayor sea la diferencia entre la gravedad específica del agua y la del aceite, mayor será la velocidad en que flotarán (las gotas de aceite). Por ejemplo, un combustible con gravedad específica de 0.8, flotará dos veces más rápido que un aceite con gravedad específica 0.9.

Separación por Gravedad vs. Placas Coalescentes

En la actualidad existen dos tipos básicos de Separadores Agua/Aceite (libre) en diferentes diseños, pero todos son derivados de éstos dos tipos de diseño.

El primero y el mas antiguo de los dos es el de gravedad o separación convencional, simple separación vía gravedad (la diferencia de densidad entre dos líquidos inmiscibles guía a uno de ellos a levantarse por encima del otro). Este diseño cuando se hace apropiadamente proveerá una cierta longitud del tanque, anchura y una profundidad que logra un punto de inmovilidad para darle a los aceites tiempo para ascender.

Este diseño (también conocido como separador API) generalmente provee una descarga de concentración de aceite de 100 ppm o mayor, basado en un tamaño de gota de 150 micras. El tipo de diseño del API se apoya en un gran volumen de agua. Esto es correlativo al tamaño del tanque que puede ser 5 veces el tamaño de un separador de placa coalescente (CPI) con la misma capacidad.

Los Separadores con diseño de placas coalescentes son conocido por muchos nombres: Placa Paralela Interceptora (CPI = Corrugated Plate Interceptor), Placa Corrugada (CPS = Corrugated Plate Separator), etc. Sin embargo, el concepto, la operación y el diseño generalmente son los mismos. El concepto de coalescencia está basado en tener una gran área de superficie de contacto. Mientras más área de superficie sea provista, más eficiente el proceso de separación. Usando la media coalescente, el tamaño del tanque es reducido y se logra rendimiento mayor que el desarrollado por la separación de gravedad. Este diseño provee una descarga de concentración de aceite de 10 ppm o menor cuando el tamaño de gota de aceite es de 20 ~ 30 micras.

Separación de Agua/Aceite, el método ACS

Los [Separadores de Agua y Aceite ACS](#) de **placa coalescente** son sistemas de separación de agua-aceite pasivos y físicos diseñados para remover del agua aceites, combustibles, combustibles hidráulicos y productos LNAPL y DNAPL. El funcionamiento puede ser descrito como una combinación de la Ley de Stoke's y la teoría de la coalescencia, en donde el promedio de velocidad en que una gota de aceite llega a la superficie (además de otros parámetros), determinan el área de superficie requerida por la gravedad.

Los Separadores de Gravedad o también llamados Interceptores de Aceite o Separadores de Aceite API (por las siglas American Petroleum Institute) también son dispositivos de separación pasivos y físicos donde el tanque es básicamente un diseño vacío y de retención que proporciona suficiente tiempo para permitir la separación de aceite por gravedad. Este tipo de separador es muy común y mas bajo en funcionamiento que un diseño coalescente.

Proceso de separación: La mezcla agua-aceite entra al separador y es esparcida horizontalmente, distribuida a través de un dispositivo difusor de energía y turbulencia. La mezcla entra a la media coalescente donde se establece un flujo laminar y elíptico, las gotas de aceite son atraídas por la superficie oleofílica de la placa coalescente. Al unirse y acumularse estas gotas en el medio coalescente, consiguen el peso suficiente para subir hasta la superficie del equipo y ahí ser removidas a través de mecanismos desnatadores, mamparas o simples vertederos. Al mismo tiempo, los sólidos que se encuentran en la media resbalan hacia abajo, cayendo en el fondo cónico donde son fácilmente removidos.

Ley de Stoke's: Esta ecuación relaciona el ajuste o aumento de velocidad de una esfera lisa y rígida en un fluido viscoso de conocida densidad y viscosidad, para el diámetro de la esfera cuando es sujeta a un conocido campo de fuerza (gravedad). La ecuación es:

$$V = (2gr^2) (d1-d2) / 9\mu$$

V = velocidad de aumento (cm sec⁻¹)

g = aceleración de la gravedad (cm sec⁻²)

r = "equivalente" al radio de la partícula (cm)

d1 = densidad de la partícula (g cm⁻³)

d2 = densidad del medio (g cm⁻³)

μ = viscosidad del medio (dina sec cm⁻²).

Coalescencia: La separación por gravedad utiliza la diferencia en gravedad específica entre el aceite y el agua. El aceite se separa de un fluido a la tasa explicada por la Ley de Stoke's. La fórmula predice cuan rápido la gota de aceite subirá o sedimentará a través del agua, basándose en la densidad y el tamaño de la gota de aceite y la distancia que tiene que viajar.

Nuestros Separadores de Agua/Aceite están construidos para explotar ambas variables de la Ley de Stoke's. Con el uso de nuestra media coalescente el aceite solo necesita subir una corta distancia para encontrar el material olefílico de las placas coalescentes, dentro de la cámara de separación. Esto es lo opuesto a subir una gran distancia en separación de gravedad antes de alcanzar la superficie del agua, como el API.

Este diseño resolverá criterios particulares como se indica:

- ü La distribución hidráulica del influente debe asegurar completo uso del área de coalescencia, esto es que debe ser alimentado con una dirección trasversal para utilizar completamente el paquete coalescente.
- ü El control de flujo y dirección debe ser determinado para prevenir "cortos circuitos" hidráulicos alrededor, debajo y sobre la media coalescente.
- ü La condición de flujo laminar debe ser mantenida (Reynolds "Re" menor de 500) para ayudar a que las gotas en su ascenso. Publicación 421, Febrero de 1990 por API
- ü La velocidad del flujo horizontal a través del separador no debe exceder de 3 pies por minuto o 15 veces el rango de ascenso de las gotas, cualquiera que sea menor.
- ü El diseño de la cámara de contención, diseño de placa/ángulo deben tener el espacio suficiente para facilitar la remoción de los sólidos acumulados. Las placas deben estar en un ángulo de 60 grados de la horizontal.

ACS Medio Ambiente®

4

Físicos No. 207 • Monterrey, N.L. México • Tel: (81) 8358-7522 • Fax: (81) 8387-3216

info@acsmedioambiente.com www.acsmedioambiente.com

01(800)874-7522

ACS Medio Ambiente® es una marca registrada de ATL Tecnología, S.A. de C.V.

Diseño de la media coalescente:

La media coalescente de ACS Medio Ambiente[®], provee un patrón de flujo laminar que crea una zona estática para facilitar el impacto y el acumulamiento de aceites, reduciendo la velocidad y la turbulencia de la corriente. Este control de la corriente crea un ambiente muy favorable para la remoción de aceites.

Por virtud de nuestro diseño de media coalescente, los sólidos también chocarán con la media y se establecerán en el fondo del separado, dependiendo de las características de estos y su carga. Debido a que el aceite es menos pesado que el agua, éste se elevará por encima del paquete coalescente, y así cuando estas gotas de aceite vayan ascendiendo a la superficie de la placa, se juntarán con otras gotas creando progresivamente otras más grandes. Una vez que su tamaño sea suficiente o alcancen la punta de la placa de la media, las gotas se separan de la placa y subirán a la superficie del agua. En algún grado los sólidos repiten este proceso en dirección inversa (se sedimentan).

La media coalescente deberá ser de material oleofílico e hidrofóbico, generalmente PVC, CPVC, Fibra de vidrio, acero inoxidable, plásticos o polímeros. Dependiendo la condiciones de la solución (temperatura, pH, viscosidad, etc.).

Técnicas de separación disponibles.

Separador Gravitacional: Es el método más simple y de menor costo en operación, pero no así en inversión inicial o mantenimiento. Se deja reposar la solución para que la gravedad actúe. A mayor tiempo de espera, mayor separación. Un ejemplo son la “trampas de grasa”.

Tanque de Separación: Se usa regularmente para un tratamiento por lote o continuo de volumen fijo para un periodo específico. El diámetro de la gota más pequeña que puede ser removida es en función del tiempo de tratamiento. Los sistemas son teóricamente capaces de remover gotas por debajo de 20 micras pero con tiempos de retención muy altos (más de 24 hrs). Este método es normalmente utilizado por usuarios que necesitan alto desempeño y los tiempos largos de procesos no son un problema.

Separador Agua/Aceite API: Explicado en la primera parte. Estos Separadores pueden remover gotas de aceite de 150 micras y mas grandes, generalmente la concentración de efluente que se logra es de 100 ppm o mayor. Son usados para flujos altos y típicamente se construyen en tanques de concreto. Remueven: Aceite de motor, combustibles, hidrocarburos, aceites vegetales. Su diseño se basa en gravedad específica del aceite, tamaño promedio de la gota y necesidades de descarga.

ACS Medio Ambiente[®]

5

Físicos No. 207 • Monterrey, N.L. México • Tel: (81) 8358-7522 • Fax: (81) 8387-3216

info@acsmedioambiente.com www.acsmedioambiente.com

01(800)874-7522

ACS Medio Ambiente[®] es una marca registrada de ATL Tecnología, S.A. de C.V.

Desnatadores Mecánicos: Existen diferentes tipos: Banda, discos, “mop o fuzzy”, tubulares, etc. Todos los diseños se basan en el mismo principio de tensión superficial y gravedad específica. Los desnatadores son usados en fosas estáticas donde el aceite es acumulado en la superficie. La media del desnatador hace contacto con el aceite de la superficie y lo retira por contacto. El aceite es llevado a la superficie y removido de la media a través de limpiadores. También utilizados como complementos en los separadores API.

Separador Agua/Aceite Coalescente (CPI-CPS): Está diseñado para remover gotas por debajo de las 20 micras y puede lograr una concentración efluente de menor a 10 ppm o mas baja. Se trata de una combinación de tecnologías, se describe arriba en: **Separación de Agua/Aceite, el método ACS**

Sistemas de filtros coalescentes: Son capaces de remover gotas por debajo de las 5 micras. Se obstruye fácilmente por sólidos suspendidos pesados o cargas de aceite viscoso en el agua. Son capaces de producir concentraciones efluentes de 10 a 20 ppm. Podrían remover emulsiones inestables pero no las estables.

Sistemas combinados: Utilizados para remoción de aceites comestibles, el objetivo principal es “limpiar” las descargas aceitosas de cocinas antes que contaminen otras descargas.

Flotación por Aire Disuelto (DAF): Estos sistemas utilizan burbujas microscópicas de aire para hacer flotar el aceite a la superficie. Usualmente utilizados para tratamientos secundarios o terciarios con prioridad a un alto desempeño en la separación, dependiendo de las características de la corriente. Los sistemas de flotación con pre-tratamientos químicos pueden remover aceite libre y emulsiones. Sin el pre-tratamiento químico puede remover emulsiones mecánicas e inestables además de sólidos suspendidos y/o sedimentables.

Centrifugadoras: Realiza la separación vertiendo el agua contaminada bajo una alta aceleración centrífuga. Utilizada mayormente en aplicaciones marinas (Barcos, plataformas petroleras, etc.). Tienen requerimientos altos de energía y mantenimiento. Pueden producir concentraciones efluentes por debajo de 70 ppm.

Filtración Granular (Multimedia y/o Carbón Activado): Regularmente utilizados para “pulir” la descarga (después de tratamientos como CPI, DAF, etc.). No es recomendable exponerlos directamente descargas con alto contenido de aceite. Remueve aceite libre con mayor eficiencia que la flotación, pero tiene desventajas: Su capacidad de filtración es saturada rápidamente, el aceite removido de la corriente queda atrapado en la media filtrante y tiene que removerse por retrolavados. La descarga por estos medios puede estar en los rangos de 5 a 15 ppm de grasas y aceites.

ACS Medio Ambiente®

6

Físicos No. 207 • Monterrey, N.L. México • Tel: (81) 8358-7522 • Fax: (81) 8387-3216

info@acsmedioambiente.com www.acsmedioambiente.com

01(800)874-7522

ACS Medio Ambiente® es una marca registrada de ATL Tecnología, S.A. de C.V.

Separación Química (Rompedor de emulsiones): Opción para remover aceite emulsionado del agua, además de libre. El potencial eléctrico de las gotas de aceite es neutralizado vía mecánica o química al ajustar el pH o realizar reacciones químicas tales como coagulación o floculación, lo que logra que el aceite se “libere” y flote a la superficie donde será desnatado. Esta tecnología implica un costo de operación al utilizar químicos de manera sistemática. Su descarga típica (bajo un buen diseño y operación) puede ser de 10 ppm de grasas y aceites en gotas de 30 micras o mayores. También se conoce como ECS (Emulsion Craking Separators) o EBS (Emulsion Breacking Systems).

Membranas de Ultrafiltración: Se trata de una barrera selectiva pared semipermeable donde se presiona la solución a filtrar y separa partículas inmersas en basa al tamaño de su molécula. Son altamente efectivas para remover aceites emulsionados y con una alta calidad de separación. Muy rentables cuando son comparadas con los tratamientos físico-químicos o por flotación, etc. por el alto costo de los consumibles (hasta 95% de reducción en el consumo de químicos). A las membranas de Ultrafiltración suele afectarle el aceite libre, por lo que su desempeño puede ser mejorado si antes se remueve por métodos como los mencionados anteriormente.

El diseño del sistema de Ultrafiltración debe basarse tanto en la estructura de la membrana (tubular, fibra hueca o espiral) como en el tamaño del poro, de acuerdo al tipo de solución. Las diversas membranas de ultrafiltración tiene rangos de poro diferentes que van de 0.005 a 1.0 micras (1K a 1,000 K peso molecular). El desempeño de estos sistemas suele ser muy bueno ya que logran hasta un 98% de reducción en disposición de residuos y descargas de hasta 20 ppm de grasas y aceites.

ACS

ACS Medio Ambiente®

7

Físicos No. 207 • Monterrey, N.L. México • Tel: (81) 8358-7522 • Fax: (81) 8387-3216

info@acsmedioambiente.com www.acsmedioambiente.com

01(800)874-7522

ACS Medio Ambiente® es una marca registrada de ATL Tecnología, S.A. de C.V.

La siguiente tabla se ofrece a manera de conclusión:

Tipo de Separación	Gotas de aceite removidas (en micras)	Comentarios
Gravitacional / Separadores API	150	Se requieren áreas muy amplias así como tiempo para la separación, también es necesario trabajo de obra civil.
Separador Agua/Aceite Coalescente CPI	20-50	Alta eficiencia, posible taponamiento de las placas por falta de mantenimiento, posible daño de placas por agentes externos como solventes. No partes en movimiento.
DAF	35	Para tratamiento secundario/terciario, complejidad mecánica, inestabilidad físico-química. Consumo de energía, químicos
Centrifuga	100	Separación de baja calidad, se requiere un motor en operación.
Filtración Granular	25	Solo para "pulir" descarga, limpieza constante (retrolavado), uso de energía.
Filtros Coalescentes	15	Solo para tratamiento secundario, remueve sólidos además de aceite, requiere energía.
Membranas	<5	Alta eficiencia en remoción. Costo alto de inversión inicial, costo competitivo en operación. Requiere energía. Alta calidad en la descarga, alta concentración en residuos.

Como se ve en la tabla anterior, cuando estamos interesados en alta remoción, tenemos que enfrentar los costos por "sofisticar" el tratamiento, siempre deben considerarse características particulares de cada descarga así como remoción de otros contaminantes. Remover contaminantes "aguas arriba", puede serle muy benéfico en tratamientos secundarios.

Algunas de las tecnologías presentadas pueden usarse en secuencia, pero algunas otras tecnologías se sustituyen, y no deberían incluirse dentro del mismo tratamiento. Cuando elija una o más alternativas, no pierda de vista el objetivo del tratamiento. Revise que calidad descarga desea alcanzar y elija el tratamiento adecuado.

Si tiene alguna duda o requiere de mayor información, porfavor comuníquese con nosotros o bien, visítenos en: www.acsmedioambiente.com.