

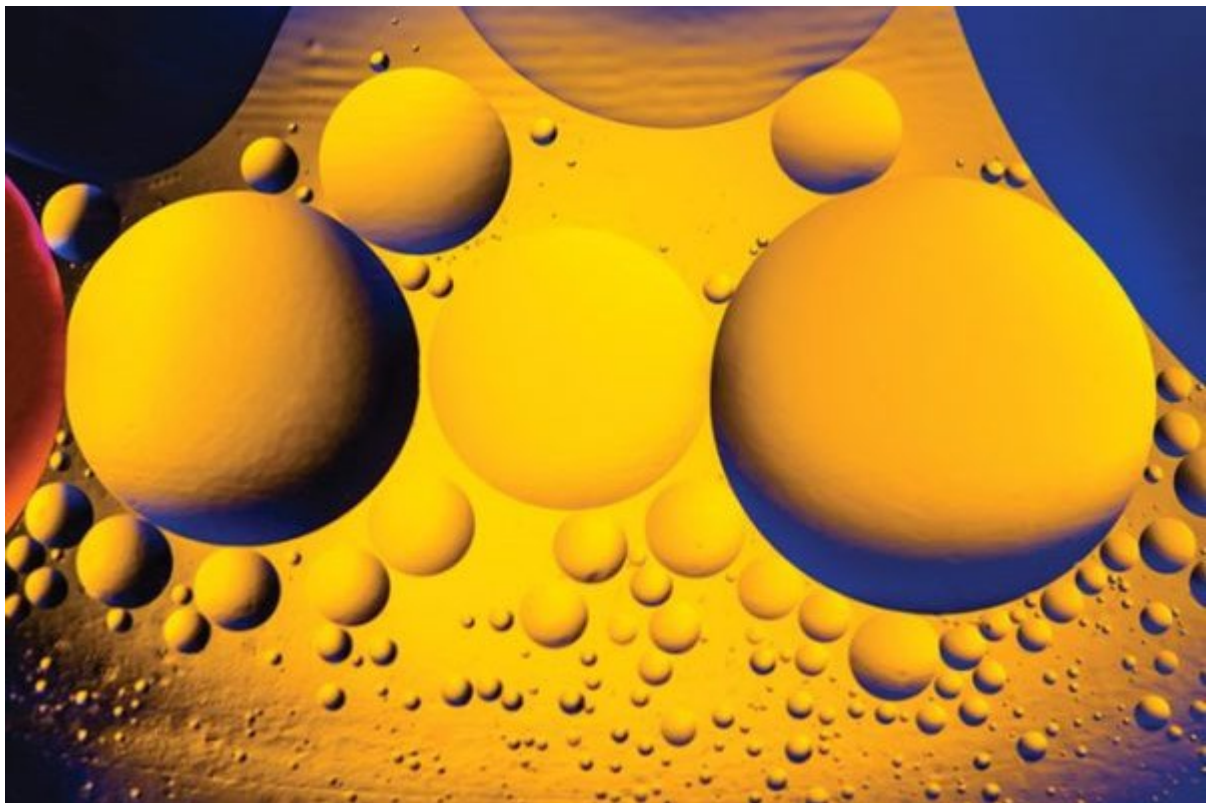
Los cuatro estados del agua en el aceite

Sep. 6, 2021

Certificación MLT II

Autor: Noria Latín América

Última Actualización: 06/28/24



El agua es un contaminante altamente destructivo. Es importante saber cómo se comporta y coexiste cuando invade nuestro aceite, máquina o sistema. ¿Porqué es esto importante?

La comprensión de su coexistencia ha evolucionado a lo largo de los años desde la percepción inicial de dos estados, luego tres y ahora cuatro. Tres de estos estados son claramente visibles y no solo nos informan sobre la presencia de agua, sino también sobre el estado del aceite. De lejos, el sensor de monitoreo de condición más importante, efectivo y práctico es el ojómetro (¡me encanta esa palabra!). Es imperativo que entrenemos nuestros ojos y seamos buenos inspectores, lo cual es **parte integral de la Inspección 2.0**.

Si desea confiabilidad de clase mundial, debe tener una lubricación de clase mundial. Si desea una lubricación de clase mundial, debe tener una inspección de clase mundial. Regresemos al agua...

¿Cuántos estados?

Históricamente, se ha dicho que el aceite contaminado con agua existía en dos estados, el primero era el agua disuelta (unida molecularmente en la matriz del aceite) y el segundo el agua libre (no unida molecularmente). En los últimos 30 años, la mayoría de la literatura, incluidas las publicaciones de Noria, se refieren al agua como si tuviera tres estados. El agua libre se ha redefinido como agua que, por la fuerza de la gravedad, se separa del aceite por debajo (más común) o por encima de la fase de aceite, dependiendo de la densidad del aceite.

El nuevo tercer estado es el agua emulsionada. El agua que se mantiene firmemente en micro glóbulos en el aceite ya no se conoce como agua libre. En cambio, se ha denominado con más precisión agua emulsionada o micro emulsión. El agua emulsionada no se separa rápidamente, o no se separa en muchos casos. Esto se debe a la polaridad, relacionada con las fuerzas de cohesión entre el agua y el aceite, especialmente sus aditivos. También influye en esto el área interfacial con alto contenido de aceite y agua que se relaciona con el área de contacto entre el agua y el aceite. Cuanto más pequeño es el glóbulo de agua, mayor es el área interfacial relativa del agua en contacto con el aceite, que retiene el agua más firmemente y por más tiempo en el cuerpo del aceite. La Ley de Stoke también juega un papel importante (busque esto en Google).

Estos micro glóbulos están básicamente encerrados en el cuerpo del aceite y, como tales, se convierten en una parte homogénea del aceite, física y químicamente. Son los que hacen que el aceite se vuelva opaco o turbio, dependiendo de la concentración de aceite. Este notable parámetro se conoce como turbidez, que realmente aumenta la viscosidad del aceite. La figura 1 presenta tres muestras de fluido hidráulico. La primera muestra es aceite seco, mientras que la muestra del medio y la muestra a la derecha tienen cantidades crecientes de agua emulsionada, de ahí el aspecto opaco y turbio.



Figura 1. Aquí se muestra el fluido hidráulico seco a la izquierda y cantidades crecientes de agua emulsionada (agua en aceite) al centro y a la derecha.

Hay dos formas comunes en que se puede formar agua emulsionada en aceite. El primero es por condensación coloidal debido a un estado sobresaturado del agua en el aceite. Esto ocurre cuando la temperatura del aceite cae por debajo de su punto de saturación. La concentración de agua disuelta en el aceite es del 100% cuando está en su punto de saturación. Cuanto más frío se pone el aceite, más turbio se vuelve debido a la condensación. La temperatura del punto de saturación está influenciada por la química polar tanto del aceite base como de los aditivos.

La segunda forma en que puede producirse una emulsión es mediante cizallamiento o agitación mecánica. En este caso, el agua libre se tritura mediante una alta mezcla mecánica con el aceite, de forma similar a como se hace la mayonesa en una licuadora. El cizallamiento puede ocurrir por bombeo, filtración fina, flujo turbulento y en zonas de fricción (engranajes, cojinetes, etc.). La trituración puede aumentar la superficie interfacial (de contacto) entre el aceite y el agua en más de un millón de veces. Esto, combinado con la química polar, atrapa el agua en el aceite, evitando que se estratifique hacia abajo con facilidad. Normalmente, el tamaño de los micro glóbulos de agua en el aceite es de aproximadamente 5 a 10 micrones.

El cuarto estado

Anteriormente, me referí al agua como una emulsión en forma de micro glóbulos. En tal caso, el aceite es la fase continua y los glóbulos de agua son discontinuos (separados por aceite). El cuarto estado se relaciona con la inversión de agua y aceite **como una emulsión**.

Cuando ocurre una inversión, el agua está en la fase continua y el aceite es la fase discontinua. El aceite es el glóbulo o micro glóbulo, no el agua.

Este cuarto estado ocurre típicamente en la interfaz entre el aceite y el agua libre o en el raro caso de que haya más agua que aceite en un reservorio turbulento o en un sistema de circulación. Muchos fluidos y refrigerantes para el trabajo de metales son fluidos con alto contenido de agua, es decir, emulsiones de aceite en agua. Lo mismo ocurre con ciertos fluidos hidráulicos resistentes al fuego.

El aceite emulsionado en agua puede estar compuesto fácilmente por un 90% de agua o más. **La alta densidad del agua lo retiene en reservorios y depósitos, lo que significa que generalmente no está tan movilizado como su hermano rebelde (agua en aceite).** La Figura 3 presenta dos muestras de aceite que claramente muestran evidencia de los cuatro estados del agua en el aceite.

La Figura 2 muestra una ilustración anotada de la apariencia común y las ubicaciones de los cuatro estados del agua y el aceite. En la parte superior usted ve agua disuelta (pero no realmente). Así como el agua en el aire húmedo es invisible a los ojos, lo mismo ocurre con el agua disuelta en aceite. Vale la pena señalar que todos los lubricantes tienen agua disuelta hasta cierto punto.

El aceite es higroscópico y, como tal, extraerá agua directamente del aire húmedo que está arriba. Por ejemplo, si el aire tiene una humedad relativa del 80%, entonces un aceite higroscópico en contacto con el aire absorberá agua hasta que también tenga una humedad relativa del 80%. En ese momento, el aire y el aceite estarán en equilibrio.

El estado más destructivo

El agua emulsionada en aceite es la más peligrosa en términos de daños al aceite y a la máquina. Su enorme interfaz aceite-agua la pone en alto riesgo de provocar un daño considerable, tanto físico como químico. Lo más grave es el hecho de que se mueve, lo que significa que viaja sin restricciones a los lugares más lejanos de la máquina, incluidas las superficies de fricción críticamente sensibles. Dondequiera que vaya el aceite, también irá este contaminante agresivo.

Como hemos dicho muchas veces en esta publicación y a lo largo de los cursos de formación de Noria ... ¡controle el agua! Reconózcala rápidamente, sáquela rápidamente. La inspección es su primera línea de defensa. Cualquier forma visual de agua debería ser motivo de grave preocupación. El análisis de aceite es aún más revelador. Averigüe de dónde viene y detenga su ingreso en el aceite.

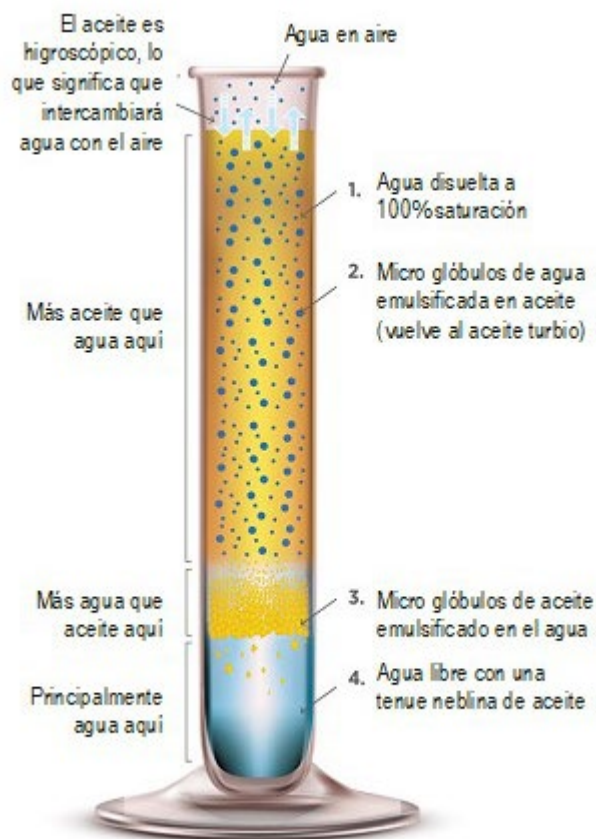


Figura 2. Ejemplo ilustrado de la presencia de los cuatro estados del agua en el aceite. Son variados los factores determinantes que influyen en dónde está el agua y cuánta agua hay en cada zona.

Diferentes aceites; diferentes estados

Conozca sus aceites desde el punto de vista de cómo se comporta el agua y coexiste con ellos. Los aceites de motor, por ejemplo, están cargados con aditivos polares como detergentes, dispersantes, aditivos antidesgaste, etc. El estado de agua libre es poco probable con el aceite de motor, incluso si hay un 90 por ciento de agua. Por el contrario, se forman emulsiones rápida y firmemente entre el agua y el aceite del motor.

El aceite de turbina limpio y saludable está en el otro extremo. Separa agua rápidamente ya que no hay asas polares a las que el agua se adhiera para formar emulsiones. Por lo tanto, solo puede existir agua libre y agua disuelta. A medida que el aceite de turbina envejece, verá que el agua se separa de manera más prominente en el aceite en un estado emulsionado. Debido a esto, podemos usar el estado del agua como ayuda de inspección para ayudarnos a aprender más sobre la salud del aceite.

Cuando las mezclas de aceite y agua están en reposo, la estratificación se produce según la densidad del aceite, la polaridad y la ley de Stoke. Esto se ve hipotéticamente en la ilustración de la Figura 2 y las imágenes fotográficas de las muestras de aceite en la Figura 3. Agitar violentamente un aceite contaminado con agua en una botella de muestra y luego dejarlo reposar nos ayuda a comprender más sobre el aceite y el agua (también liberación de aire y tendencia a la formación de espuma). Muy similar a la prueba de la licuadora para la inspección de campo del estado del aceite.

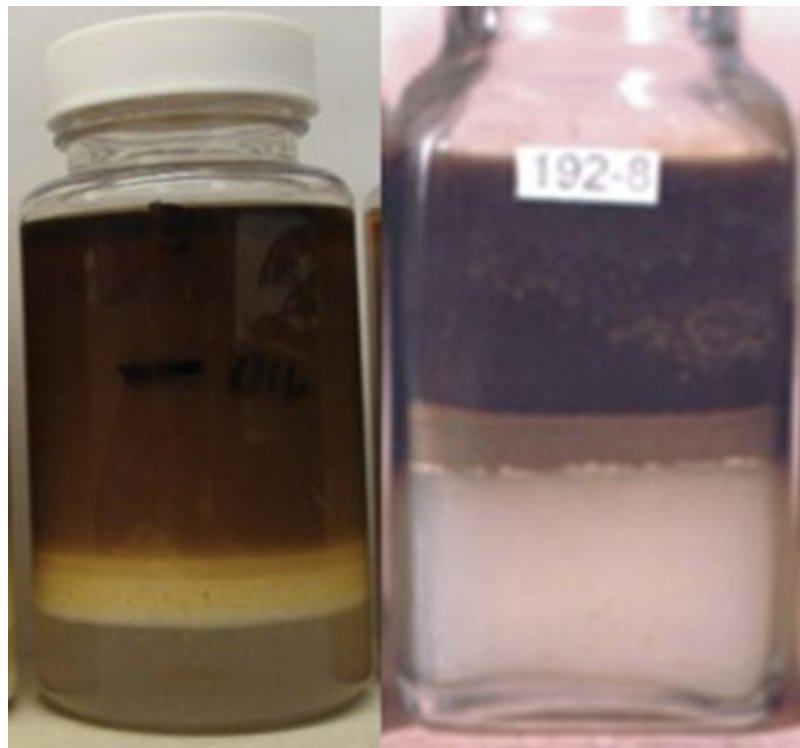


Figura 3. Dos muestras diferentes que exhiben los cuatro estados de agua y aceite.

Nótese el aspecto blanco lechoso de la fase de agua libre en ambas muestras. Muchas impurezas del aceite se transfieren al agua libre, incluidos algunos aditivos muertos. Ver lo qué hay en la fase de agua puede proporcionar información adicional sobre otros contaminantes y el estado del aceite. ¡Preste atención! La banda en el medio de ambas muestras es la emulsión de aceite en agua. ¿Qué tan gruesa es esta banda? ¿Difunde o tiene buena definición?

35 cosas que no van mal

Tenga una buena línea al centro en la mirilla de aceite de su máquina. Tenga otra en el visor del fondo del reservorio (visor de sedimentos del fondo y agua, BS&W). Digamos que inspecciona visualmente su máquina con buena luz en ambos lugares. Todo lo que ve es un aceite claro y brillante, del color correcto. ¿Qué puede concluir? Bueno, hay alrededor de 35 cosas que podrían estar pasando con su aceite y máquina, pero usted sabe que no están mal debido a esta simple inspección visual, incluida la presencia dañina de agua. ¡Hágala!

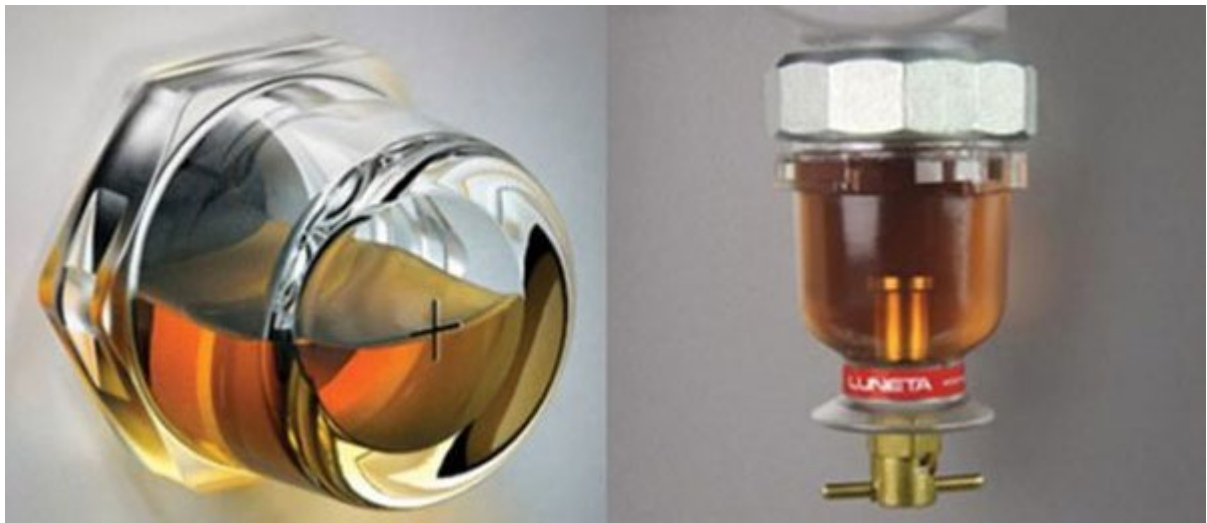


Figura 4. Visor de nivel tipo ojo de buey 3D y visor del fondo (BSW)

Esta es una lista de 35 cosas que no suceden cuando el aceite es transparente, brillante y del color correcto cuando se observa tanto en la mirilla de nivel de aceite como en el visor BS&W (se aplican algunas excepciones):

1. El aceite NO se oxida
2. El sistema de aditivos del aceite NO es inestable
3. El aceite NO está caontaminado con agua libre
4. El aceite y el agua NO están emulsionados
5. El aceite NO está cargado con un gran potencial de barniz
6. El aceite NO se hidroliza
7. El aceite NO contiene suspensiones lodosas
8. El aceite NO está contaminado con otro lubricante
9. Los aditivos del aceite NO se han convertido en flóculos debido a la degradación química

10. NO se está utilizando un aceite incorrecto
11. El efecto pecera NO está sucediendo
12. El filtro NO ha colapsado o no ha entrado en derivación
13. El aceite NO está cargado con sedimentos o sólidos estratificados
14. El aceite NO se degrada térmicamente
15. El aceite NO está cargado con insolubles orgánicos blandos de diversas fuentes
16. El aceite NO tiene propiedades de liberación de aire alteradas
17. El aceite NO presenta problemas de estabilidad/tendencia a la formación de espuma
18. El aceite NO tiene contaminación microbiana
19. El aceite NO tiene un potencial corrosivo severo
20. NO es necesario cambiar el aceite inmediatamente por varias razones
21. NO se ha producido contaminación por anticongelante
22. NO se están produciendo niveles anormales de partículas o condiciones de ingreso de agua
23. NO es probable que se produzca una generación avanzada de residuos de desgaste
24. La máquina NO tiene falta de aceite debido a bajo nivel de aceite
25. La máquina NO está peligrosamente inundada de aceite
26. El reservorio/depósito de la máquina NO se agita demasiado por varias razones
27. La bomba no tiene una fuga de inducción de aire en la línea de succión
28. Los productos químicos/líquidos de proceso NO han invadido el lubricante
29. El respirador desecante y la gestión general del espacio superior NO funcionan mal
30. Es probable que la máquina NO tenga puntos calientes
31. NO es probable que haya una desalineación grave
32. NO es probable que ocurra una falla súbita de engranajes o cojinetes
33. Los gases de proceso NO han invadido el sistema de lubricación
34. NO parece haber ocurrido una falla en los sellos internos o externos
35. No parece que se esté presentando negligencia en las prácticas de inspección y mantenimiento preventivo.

Noria Corporation. Traducido por Roberto Trujillo Corona, Noria Latín América.