

Nitration von Schmieröl in Erdgasmotoren



Energy lives here™

Nitration ist ein unerwünschter Zustand, bei dem das Motorenöl in Erdgasmotoren mit löslichen und/oder unlöslichen Stickstoffoxidverbindungen angereichert wird, die bei der Verbrennung des Erdgas-Luft-Gemisches entstehen.

Die Reaktion des Stickstoffs mit dem Grundöl führt zu zwei Arten von Stickstoffverbindungen: organische Nitrate und Nitroverbindungen. Sie sind unabhängig von Sauerstoffprodukten, die zur Öloxidation führen, eine andere Form von Ölabbau.

Organische Nitrate bilden die größte Gruppe an Stickstoffverbindungen in gebrauchtem Gasmotorenöl. Wenn Öl an die Zylinderwände gedrückt und nach unten geschoben wird, werden diese Verbindungen in das Kurbelgehäuse befördert, wo sie in den Ölkreislauf gelangen und maßgeblich für die Bildung von Schlamm- und Lackablagerungen verantwortlich sind. Die Verbindungen sind mit Öl mischbar, bis ein übermäßiger Anteil erreicht ist. Dann setzen sie sich ab und bilden hellgelbe bis kastanienbraune Ablagerungen an Kipphebeln und im Ventiltrieb sowie auf den Laufbuchsen. Die Ablagerungen führen auch zu einer Verklebung der Ölabbstreifringe, zu einem Anstieg des Ölverbrauchs und einer Verkürzung der Filterlebensdauer.

Nitroverbindungen haben verschiedene Ursachen wie Kolben-Blow-by aufgrund verklebter, verschlissener oder gebrochener Kolbenringe, eingekerbter oder verschlissener Laufbuchsen mit Rundlaufabweichung. Und auch Abgasleckagen in das Öl aufgrund hohen Ventilführungsverschleißes oder schlechter Ventilabdichtung können mögliche Auslöser sein. Weitere Ursachen sind leckende Turboladerdichtungen, kritische Motorzünd- und Verbrennungsbedingungen oder ein zu langer Einsatz des Öls.

Eine unerwartet hohe Konzentration an Nitroverbindungen ist ein Anzeichen dafür, dass sich nicht

reagierte Stickoxide im Öl befinden. Sie verdicken das Öl übermäßig und führen zu vorzeitiger Bildung von Lack und Schlamm, erkennbar durch rötliche Lackbildung auf den Laufbuchsen und Schlammablagerungen in den unteren Kolbenringnuten und in den Ölabbstreifringen.

Ursachen der Nitration

Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Nitration eines Gasmotorenöls und den Betriebsbedingungen, wie z. B. Erdgas-Luft-Gemisch, Motorlast und Öltemperatur. Die Diagramme 1, 2, 3, und 4 zeigen die Auswirkungen dieser Faktoren auf die Nitration.

Stickoxide, die während der Verbrennung entstehen, werden auch von der Umgebungsluft, dem Zündzeitpunkt und der endgültigen Verbrennungstemperatur beeinflusst. Praxistests haben gezeigt, dass die Nitration ansteigt, wenn die Umgebungstemperatur und/oder die Last ansteigt. Es gibt zwar keine spezifischen Daten zum Grad der Auswirkungen des Zündzeitpunkts auf die Nitration, doch es gibt deutliche Hinweise darauf, dass er zu den wesentlichen Faktoren zählt.

Obwohl die Menge an Nachfüllöl allein keine Auswirkungen auf die Nitration hat, verlängert das Nachfüllen mit frischem Öl die Lebensdauer der Ölfüllung. Je höher die Menge an Nachfüllöl in einem Motor, desto langsamer der Ölabbau.

Ein Blow-by der Verbrennungsgase in das Kurbelgehäuse erhöht die Nitration im Öl. Bei einer schlechten **Kolbenringabdichtung** läuft mehr hochnitriertes Öl zurück in das Kurbelgehäuse als sonst.

Auch eine unzureichende Belüftung des Kurbelgehäuses kann zu unerwünschtem Ölabbau führen. Tests an Labormotoren haben einen Zusammenhang zwischen einer **verminderten Belüftung des Kurbelgehäuses** und dem Ölabbau gezeigt.

Nitration von Schmieröl

Diese Erkenntnis legt nahe, dass bei verbesserter Belüftung des Kurbelgehäuses die Nitration im Öl verzögert wird. Das verlängert die Lebensdauer des Öls.

Motoreninspektion und Ölanalysen

Durch eine Sichtprüfung von Kipphebel, Ventiltrieb und Laufbuchse des Motors können die hellgelben bis kastanienbraunen Lackablagerungen, die auf eine Nitration hinweisen, erkannt werden. Eine Nitration trägt auch zu einem Verkleben der Ölbleistreifringe und einer Schlamm- und Schmutzbildung im Kurbelgehäuse bei.

Leistungsindikatoren, wie z. B. ein übermäßiger Ölverbrauch und eine kürzere Filterlebensdauer, können Anzeichen einer Nitration des Gasmotorenöls sein.

Die Infrarotabsorption, auch bekannt als IR-Scan, ist eine schnelle, qualitativ präzise Methode zur Analyse chemischer Veränderungen im Gebrauchtöl. Bei dieser Methode wird die Probe eines Gebrauchtöls mit der Referenzprobe eines frischen Öls verglichen. Unser MobilServ Ölanalysenprogramm setzt die Infrarotabsorption ein, um Nitration anhand von Trends und plötzlichen Änderungen zu ermitteln.

Fehlerbehebung bei erhöhter Nitration

Empfehlungen, die zur Behebung von Ursachen erhöhter Nitration beitragen können:

Nitration: Überprüfen Sie den Trend, der zu dem erhöhten Wert geführt hat. Handelt es sich um einen schrittweisen Anstieg, kann die Ursache eine der folgenden sein:

- a) das Verbrennungsgemisch, das durch Anpassen des Erdgas-Luft-Gemisches verbessert werden kann;
- b) etwas zu niedrige Öltemperatur; oder
- c) leichte Zündungsprobleme, wie z. B. defekte Zündkerzen, Verkabelung oder Zündzeitpunkt.

Schnelle Anstiege der Nitration werden durch dieselben Ursachen hervorgerufen, doch in einem extremeren Ausmaß.

Nitrationstendenzen: Weisen auf eine unsaubere Zündung und Verbrennung hin, die durch Folgendes verursacht werden kann:

- Ungünstiges Luft/Kraftstoff-Verhältnis
- Ungleichmäßige Kraftstoff/Luft-Verteilung
- Schlechte Spülung
- Detonation (Klopfen) oder Vorzündung
- Unausgeglichene Lasten und Zünddruck

- Defekte Zündung, falscher Zündzeitpunkt, defekte Zündkerzen
- Hoher Blow-by
- Kraftstoffventillecks
- Hoher Verbrennungsdruck
- Motorüberlastung; unzureichende Kühlung
- Zu geringe Öltemperaturen



Problemlösung

Labortests und Analysen von Feldproben haben ergeben, dass Gasmotoröle nicht mehr für den Betrieb geeignet sind, wenn die Konzentration an organischen Nitraten nahezu 5 % beträgt (Richtwert!). Sehr hohe Mengen an organischen Nitraten agieren als Oxidationsmittel, die die Öloxidation stark beschleunigen. Eine anhaltende Bildung von Nitrationsprodukten führt zu einer Ölverschlechterung.

Überprüfen Sie das Luft/Kraftstoff-Verhältnis:

Niedrige Nitrationsgrade können eventuell beibehalten werden, wenn sich der Sauerstoffgehalt im Abgas außerhalb von 0,5 bis 4,5 % befindet. Die Nitration erreicht ihren Höchststand bei einem Sauerstoffgehalt von 3,3 %.

Öltemperatur: Eine Senkung der Öltemperatur von 65 °C auf 58 °C führt zu einem spürbaren Anstieg der Nitration. Dies kann an dem wärmenden Effekt auf den Ölfilm liegen, der der Stickstoffbindung ausgesetzt ist. Die Öltemperaturen im Motor sollten 65 °C nicht unterschreiten und vorzugsweise höher als 70 °C liegen, wenn die organische Nitration in Grenzen gehalten werden soll.

Organische Nitrate bauen sich bei Temperaturen über 150 °C schnell ab; deshalb bleiben sie nicht in Ölfilmen zurück, wenn die Zylinderwandtemperaturen über 160 °C liegen. Öloxidation hat jedoch einen direkten Bezug zu hohen Motortemperaturen, wie man sie z. B. in 4-Takt Gasmotoren mit hohen Drehzahlen vorfindet, in denen die Zylinderwandtemperaturen über 160 °C liegen.

Lastanpassung: Hohe Lasten und Lastenungleichheiten zwischen Zylindern erhöhen die Nitration. Ein Anstieg der Nennlast von 75 auf 105 % kann die Nitration stark erhöhen.

Nitration von Schmieröl

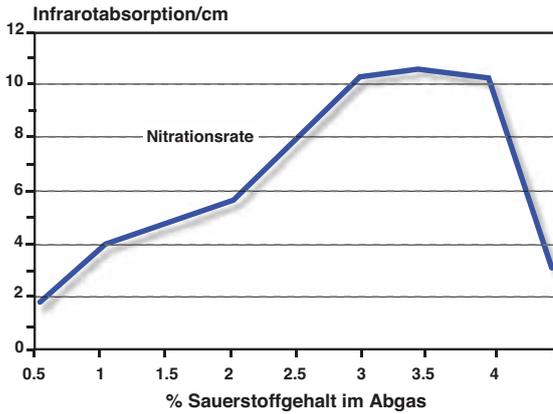


Diagramm 1. Die Auswirkungen des Erdgas-Luft-Gemisches auf die Nitration

Die Variation zwischen 0,5 und 4,2% Sauerstoff im Abgas von 4-Takt-Saugmotoren bestätigt, dass eine niedrige Nitration zu erwarten ist, wenn sich der Sauerstoffgehalt im Abgas außerhalb von 0,5 bis 4,5% befindet. Die Nitration erreicht ihr Maximum bei einem Sauerstoffgehalt von 3,3%.

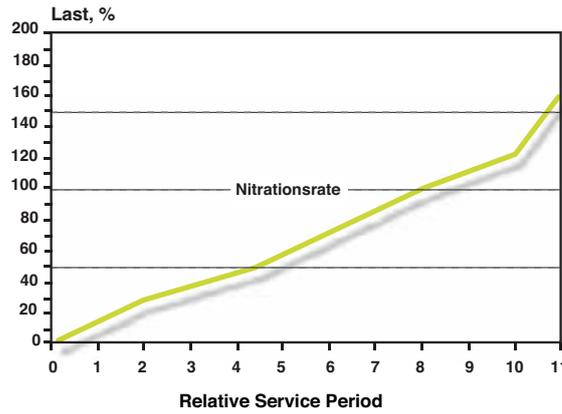


Diagramm 2. Die Auswirkungen der Last auf die Nitration

Unpassendes Erdgas-Luft-Gemisch und 2,5% Sauerstoff im Abgas.

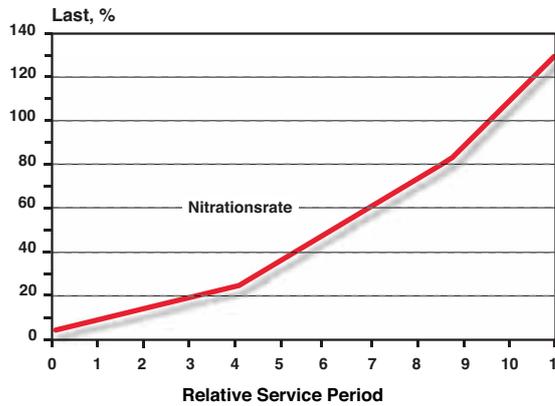


Diagramm 3. Die Auswirkungen der Last auf die Nitration

Ein Anstieg der Nennlast von 75 auf 105% erhöht die Nitration extrem, sogar bei richtigem Erdgas-Luft-Gemisch und bei einem Sauerstoffgehalt im Abgas von über 4,6%.

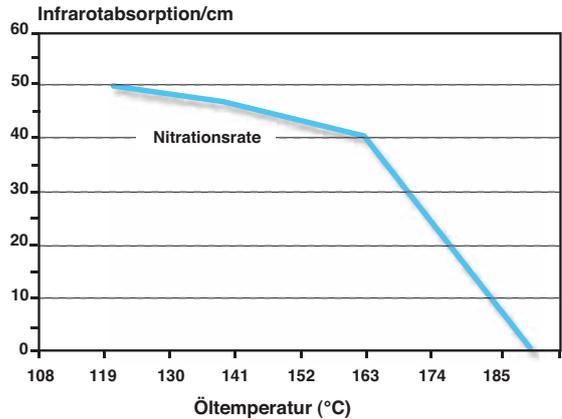


Diagramm 4. Die Auswirkungen der Öltemperatur auf die Nitration

Organische Nitrate bauen sich bei Temperaturen über 150 °C schnell ab.

Weitere Informationen zu Mobil Industrieschmierstoffen und Services erhalten Sie von Ihrem ExxonMobil Ansprechpartner, Ihrem lokalen Vertriebspartner oder unter mobil.com/industrial.