

Verschleiß von Dieselmotoren mit

Spin-On -Bypass-Schmierölfiltern O. H. Phillips und PD Lane

Fleetguard , Inc. MC Shadday Cummins Engine CO., Inc. Kongress und Ausstellung Cobo Hall, Detroit, 26. Februar bis 2. März 1979 1. März 1979 Das Erscheinen des Codes unten auf der ersten Seite dieses Dokuments gibt die Zustimmung von SAE an, dass Kopien des Dokuments für den persönlichen oder internen Gebrauch oder für den persönlichen oder internen Gebrauch bestimmter Kunden angefertigt werden dürfen wird jedoch unter der Bedingung erteilt, dass der Kopierer die pro Artikel angegebene Kopiergebühr über die bezahlt Copyright Clearance Center, Inc., Operations Center, PO Box 765, Schenectady, NY 12301, zum Kopieren über das hinaus, was durch Abschnitt 107 oder 108 des US-Urheberrechtsgesetzes gestattet ist. Diese Zustimmung erstreckt sich nicht auf andere Arten der Vervielfältigung wie

Vervielfältigung zur allgemeinen Verbreitung, zu Werbe- oder Verkaufsförderungszwecken, zur Schaffung neuer Sammelwerke oder zum Weiterverkauf.

Papiere, die vor 1978 veröffentlicht wurden, können ebenfalls gegen eine Gebühr von 2,50 USD pro Papier

unter den oben genannten Bedingungen kopiert werden.

SAE lagert gedruckte Papiere routinemäßig für einen Zeitraum von drei Jahren nach dem Veröffentlichungsdatum. Richten Sie Ihre Bestellungen an die SAE-Bestellabteilung.

Um Mengenrabatte für Nachdrucke zu erhalten, die Erlaubnis zum Nachdruck eines Fachbeitrags oder

Wenn Sie urheberrechtlich geschützte SAE-Veröffentlichungen in anderen Werken verwenden möchten, wenden Sie sich an die SAE

Publications Division.

ISSN 0148-7191

Copyright © 1979 Society of Automotive Engineers, Inc.

EINFÜHRUNG

Die heute bekannten Bypass-

Tiefenfilter* werden seit Mitte der 1930er Jahre häufig in Dieselmotoren für schwere Autobahnen, im Baugewerbe und in der Industrie eingesetzt.

Im Laufe

der Jahre wurde die

Vollstromfiltration mit Filtermedien wie dem

Loth-Beutel und gefaltetem Papier verbessert, aber der Nebenstromfilter

ist ein unveränderter Teil

des Filtersystems geblieben, das in Kombination mit dem Vollstromfilter arbeitet

, um eine

erweiterte Leistung zu erzielen Öl- und Filterlebensdauer sowie erhöhter Verschleißschutz.

Vor der Entwicklung¹ von stark

dispergierenden Motorölen ermöglichte der Nebenstromfilter

erweiterte Öl- und Filterwechsel, indem er schlammbildende

Verbrennungsnebenprodukte absorbierte

. Zu dieser Zeit war klares oder

sauberes Öl ein Indikator dafür, dass die

Filter tat seine Arbeit.

Dieselmotor-Verschleiß mit

Spin-On -Bypass-Schmierölfiltern O. H. Phillips und PD Lane

Fleetguard , Inc. MC Shadday Cummins EngineCO., Inc. Heutzutage werden unter normalen Betriebsbedingungen Verbrennungsnebenprodukte im Öl suspendiert, die entfernt werden, wenn der Schmierstoff abgelassen wird. Daher besteht die Hauptfunktion der Bypass- und Hauptstromfilter darin, die abrasiven Partikel im Öl wie Verschleißmetalle, Sand und Staub zu

entfernen. Testdaten haben gezeigt, dass selbst bei stark dispergierendem Öl diese verschleißerzeugenden Schleifpartikel nicht in fein verteilter, nicht filtrierbarer Form vorliegen, sondern durch die Filter(l)** schnell und effektiv entfernt werden. *Hinweis: - Der heute verwendete Bypass-Filter vom Kanistertyp ist allgemein als 750 bekannt und wird im verbleibenden Test als solcher bezeichnet. **Zahlen in Klammern bezeichnen Referenzen am Ende des Beitrags.

BSTRACT -Motortests wurden durchgeführt, um die Auswirkungen verschiedener Vollstrom- und Bypass-Schmierölfilterkombinationen auf den Dieselmotorverschleiß zu bestimmen. Die Filterleistung wurde durch Messen des Verschleißes von Iston-Ringen, Haupt- und Stangenlagern in einem NTC-335-Gerät bestimmt, nachdem das Rohrsystem mit einer bekannten Menge AC Fine kontaminiert wurde, um den Verschleiß zu beschleunigen. Die Ergebnisse dieser Tests belegen: 1. Es ist möglich, die Größe des Nebenstromfilters durch den Einsatz von Stacked-Disc-Filtertechnologie drastisch zu reduzieren. 2. Es ist kein Verzicht auf Motorschutz oder Filterlebensdauer erforderlich. 3. Bypass-Filter verlängern die Motorlebensdauer durch verbesserte Filterung und reduzierten Verschleiß und bieten dem Motorbenutzer die niedrigsten Gesamtkosten. 01 48-71 91 /79/0226-0089\$02.50 Copyright © 1979 Society of Automotive Engineers, Inc. Die optimale absolute Rückhalteleistung für einen Vollstromfilter beträgt 40 Mikrometer. Festere Filtermedien würden den Ölfluss einschränken. Daher spielt der Nebenstromfilter eine entscheidende Rolle bei der Entfernung dieser winzigen Partikel von 10 Mikrometern und weniger, die am stärksten zum Motorverschleiß beitragen (2, 3). Dies wird erreicht, indem nur ein kleiner Teil des gesamten Ölflusses, 7,57 Liter oder 2 Gallonen pro Minute, durch das dichtere Bypass-Filtermedium für eine feinere Filtration geleitet wird. In den letzten Jahren haben sich Motorbesitzer aufgrund erhöhter Öl- und Filterwartungskosten, zusätzlichem Gewicht des Gehäuses, zusätzlichem Öl, das zum Füllen des Gehäuses erforderlich ist, und Wartungsproblemen im Zusammenhang mit undichten Abdeckungen, größeren Widerstand gegen die Verwendung des Bypass-Filters gezeigt. Armaturen und Dichtungen. Daher wurde ein Programm durchgeführt, um verschiedene Filtermedien zu erforschen und zu testen, um zu versuchen, einen viel kleineren Umgehungsfilter in einem Spin-On-Paket zu konstruieren. Dieser Wechselfilter würde das Gewichts- und Größenproblem reduzieren, einen leichteren Zugang, eine narrensichere Wartung bieten und Arbeit, Öl und 1 2 3 GAL reduzieren. ODER 11,36 LITER FASSUNGSVERMÖGEN I 50LBS. ODER 22,68 KILOGRAMM I 47,63~~. Abb. 1 - Vergleich von Abmessungen, Volumen und Gewicht eines alten Kanisterfilters mit einem neuen Spin-on

h
11,75 ZOLL.

2985~~.

Wartungskosten. Ein Vergleich des Spin-On und des 750 ist in Abbildung 1 dargestellt.

Das Motortestprogramm in diesem Bericht wurde entwickelt, um unterschiedliche Verschleißraten unter beschleunigten Bedingungen mit Motoren zu messen, die verschiedene Vollstrom- und Bypass-Filterkombinationen verwenden. Experimentelle Spin-On-Umgehungsfilter* wurden gegen Standard-Umgehungsfilter getestet. Die Schlussfolgerungen basierten auf den Ergebnissen des Verschleißtests, zusammen mit einer Kosten-Nutzen-Analyse auf Pro-Meile-Basis jeder Alternative.

Ich

1 Gallone. ODER 3,79 LmRs

KAPAZITÄTSGEWICHT

: 12 LBS. OR

\

BENCH TEST

Über 200 Labortests wurden durchgeführt, um die Kapazität und Effizienz verschiedener Filtermedien zu messen. Diese Tests

ergaben nur zwei Filterdesigns, das gefaltete Papier und die Stack-Disc-Spin-Ons, die mit der Leistung des 750 mithalten konnten.

Zwei Arten von Filtertests wurden zum Screening von Prototypen verwendet. Der erste war ein Prüfstandstest zur Simulation extremer Verschlammungsbedingungen. Bei diesem Test wurde das Öl nur durch den Nebenstromfilter mit ungefähr 7,57 Litern oder 2 Gallonen pro Minute zirkuliert. Eine verstopfende Verunreinigung, weiches C-2A, wurde dem Sumpf mit einer Rate von 24,64 g/h zugesetzt. Ein konstanter Eingangsdruck von 345 kPa wurde 44 Stunden lang oder bis zum Verstopfen des Testfilters aufrechterhalten.

Aus den in Abbildung 2 gezeigten Ergebnissen geht hervor, dass sowohl die gestapelten Scheiben- als auch die plissierten Papier-SOBP-Filter in der Lage waren, die Standzeit und die Verschmutzungsgrade des Sumpfes vergleichbar mit dem 750 aufrechtzuerhalten. Öl wurde mit 106 Litern oder 28 Gallonen pro Minute durch das System gepumpt. Der Ölstrom wurde mit 7,57 Litern pro Minute durch den Nebenstromfilter geleitet. Die Verunreinigung, die dem Sumpf mit einer Rate von 1 1/2 g hinzugefügt wurde, bestand aus 1 g. AC Feinstaub und 0,5 g. Weiches C-2A. Der Test wurde beendet, als der Differenzdruck über dem Vollstromfilter 172,4 kPa (25 psid) erreichte. Abbildung 3 vergleicht Daten aus drei Kombinationstests unter Verwendung des 750, der Spin-On-Stapelscheibe und der gefalteten Papier- SOBP-Filter. Alle drei Filterkombinationen hatten vergleichbare 1ife und akzeptable Kontaminationsgrade. v TESTAUFBAU UND -VERFAHREN 5,44 KILOGRAMM 0 4,56 ZOLL. 11.58~. b' Die größte Abschreckung von Dieselmotortests dieser Art sind die Kosten und der Zeitaufwand. Wir haben versucht, einen *Anmerkung: Spin-On-Bypass zu entwickeln, der im Folgenden mit ~m abgekürzt wird. Routineverfahren zur Minimierung menschlicher Fehler. Die Tests wurden auf einer 24-Stunden-Basis in einer Testzelle durchgeführt. Drei Motoren wurden abwechselnd verwendet, um Ausfallzeiten zwischen den Tests zu vermeiden. Während ein Motor getestet wurde, wurde ein anderer umgebaut, um seinen Platz einzunehmen, sobald der Test abgeschlossen war. Die drei verschiedenen Motoren, die in diesem Testprogramm verwendet wurden, waren ein 11 Cummins NTC-335. Jeder Motor wurde nach dem Standardverfahren von Cummins überholt, wobei besonderes Augenmerk auf die Stangenlager, Hauptlager und Kolbenringe gelegt wurde. Verschiedene Prüfoperationen wie Wiegen, Montieren/Demontieren wurden von 1 Aboratory Standards möglichst gleich behandelt. Die Motoren wurden in Übereinstimmung mit Standardtestzellenverfahren installiert, die die Instrumente abdecken, die notwendig sind, um die grundlegenden Parameter der Motorleistung, Temperaturen und Drücke zu messen. Nach dem Einbau und vor Testbeginn wurde der Motor vier Stunden lang eingefahren. Dann wurde eine Ölprobe entnommen, bevor die anfängliche Verunreinigung hinzugefügt wurde. Für die Dauer jedes Tests wurden die Motoren mit Nenndrehzahl und Volllast (2100 U/min und 1135 Newtonmeter) betrieben. Normale Betriebsbedingungen wurden in jedem Test aufrechterhalten, wobei den Ölsumpf-, Wasser- und Lufteinlasstemperaturen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Der Ölgewehrdruck und der Motor-Blowby waren von erheblicher Bedeutung, da sie mit dem Verschleiß kritischer Motorteile variieren. Steigender Blow-by-Druck ist ein Hinweis auf Ringverschleiß, während sinkender Ölgewehrdruck auf Lagerverschleiß hinweist. Alle 4 Stunden wurden den Motoren vier Gramm AC-Feinstaub zugesetzt und alle 24 Stunden wurden Proben entnommen. Die Bypass- und Vollstromfilter wurden alle 52 Stunden gewechselt, und es wurde darauf geachtet, dass der Motor nicht abgeschaltet wurde. TESTSTUNDEN Abb. 3 - Labortest-Filtervergleich von Abb. 2 - Labortest-Filtervergleich von kombinierten Vollstrom- und Nebenstromfiltersystemen - Nebenstromfilter fallen nur länger als 20 Minuten aus, wenn Verunreinigungen hinzugefügt werden, wobei oi 1 Samples oder Filterwechsel. Dies wurde durchgeführt, um das Absetzen von Verunreinigungen zu

verhindern. Die Laufzeit für jeden der sieben Tests betrug 152 Stunden. Eine typische Testzelle ist in Bild 4 dargestellt. Aufgrund der Härte des Tests wurden Turbolader, Injektoren und Zylinderköpfe nach jedem Lauf überprüft und neu aufgebaut. A1 1 Andere Teile wurden inspiziert und bei Bedarf ersetzt. Obwohl die Testmotoren gemäß den standardmäßigen NTC-335-Spezifikationen von Cummins überholt wurden, wurden gebrauchte Kurbelwellen eingebaut, um die langen Einlaufzeiten zu vermeiden, die zum Glätten der Lageroberflächen erforderlich sind. Die Haupt- und Pleuellager, die Axiallager, die Laufbuchsen und die Kolbenringe wurden nach jedem Test ersetzt. Der Verschleiß wurde durch Wiegen und Messen der Teile vor und nach jedem Test bestimmt. Das 750er Gehäuse fasst fast 11,36 l Liter (3 Gallonen) Öl, wenn es voll ist. . Die SOBP-Filter fassen nur 3,79 Liter (1 Gallone) Öl, was zu einem Kapazitätsverlust von 7,57 (2 Gallonen) zum Schmieresystem führt. Um den Verlust an Ölkapazität beim Testen der SOBP-Filter auszugleichen , wurde ein 7,57-Liter - Reservoir (2 Gallonen) zwischen der Ölpumpe und dem Nebenstromfilter installiert. Sechs der sieben Tests wurden mit 41,6 Liter (11 Gallonen) Öl im System durchgeführt und ein Test wurde mit 34 Liter (9 Gallonen) durchgeführt. TESTBEDINGUNGEN UND ZIELE Das Öl wurde durch Messung der Staubkonzentration im Sumpf und durch Messung des Ausmaßes an Verschleiß und Gewichtsverlust an Hauptlagern, Stangenlagern und Kolbenringen am Ende jedes Tests bestimmt. Filterwechselintervalle wurden durch Messen des Differenzdruckabfalls über dem Vollstromfilter festgelegt, um seine Verstopfungseigenschaften zu bestimmen, wenn Staub in den Motorsumpf hinzugefügt wurde . Unser Ziel war es, die Verschleißrate für jede Filterkombination zu differenzieren , ohne den Motor vollständig zu verschleifen, da die typische Praxis bei Flotten darin besteht, Motoren vor einem Ausfall zu überholen. Mit einer Staubzusatzrate von 4 Gramm pro 4 Stunden simulierten diese Tests einen Motor, der mit einem zu 99,9 % wirksamen Luftfilter ausgestattet war und bei Volllast und voller Geschwindigkeit in einem Staubsturm ohne Sicht betrieben wurde. Unter solchen Bedingungen fanden wir heraus, dass 152 Stunden eine angemessene Testzeit waren, um einen erkennbaren Verschleiß zu erzeugen. Während dieses Testprogramms wurden sieben Motortests durchgeführt. Die Schlüsselvariablen, die in unserer Analyse berücksichtigt wurden, waren: die Auswirkungen der Bypass-Filtration, die Auswirkungen einer reduzierten Ölkapazität, Unterschiede in den Bypass-Filtern und die Auswirkungen eines beschleunigten Verschleißes. Es folgt eine Beschreibung der einzelnen Test- und Schmierfilterkombinationen : 1. 40 Mikrometer Vollstrom/750 By- Pass – Bei diesem Test wurde kein Staub hinzugefügt , da wir das Ausmaß des Motorverschleißes unter sauberen Betriebsbedingungen bestimmen wollten . 2. 40 Mikrometer Vollstrom/kein Bypass – Dies war unser Bezugspunkt und wurde verwendet, um die Notwendigkeit einer Bypass-Filtration zu veranschaulichen. Diese Testreihe wurde entwickelt, um die Leistung verschiedener Schmierölfilterkombinationen zu messen . Die Effizienz der Filter beim Entfernen von Verunreinigungen aus dem 3. 40-Mikrometer-Vollstrom/750 Bv-Pass – Dies war das Leistungsniveau , das wir mit den SOBP-Filtern zu erreichen versuchten . 4 & 5. 40-Mikrometer-Vollstrom/Plisse - Papier-SOBP - Zwei Tests wurden mit dieser speziellen Filterkombination durchgeführt, um die Leistung des gefalteten Papier - SOBP zu bewerten Abb. 4 - Verschleißtest-Motor 6 & 7. 40-Mikrometer-Vollstrom/gestapelte Scheiben - SOBP - Zwei Tests wurden mit dieser speziellen Filterkombination durchgeführt Messen der Leistung des SOBP mit gestapelten Scheiben.Die Ölkapazität wurde auch im zweiten Test reduziert, um ihre Wirkung auf den Verschleiß zu bestimmen.Die drei getesteten Umgehungsfilter waren ein plissierter Wechselfilter aus Papier,ein Wechselfilter mit gestapelten Scheiben und ein Kanister -Tiefenfilter . Das plissierte Papier SOBP wurde aus einem feinporigen Spezialfilterpapier mit einer absoluten Rückhalteleistung von 15 Mikrometern hergestellt. Das gestapelte Scheiben-SOBP wurde aus einem extrem dichten Filzpapiermedium mit einer absoluten Rückhalteleistung von 8 hergestellt Mikrometer,. Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt des SUBP-Filters mit gestapelten Scheiben. Die 750 Bypass-Filter, die in diesen Tests verwendet wurden, waren Tiefenfilter, deren Medien aus einer Mischung aus zerkleinertem Papier und sortierten Hartholzspänen bestanden. Alle wurden aus der gleichen Produktionscharge entnommen und sortiert, um Konsistenz zu gewährleisten. Obwohl der 750 in der Lage ist, Partikel bis zu einer Größe von 3 Mikrometern zu entfernen, hat eine absolute Bewertung aufgrund der Eigenschaften eines Tiefenfilters keine Bedeutung. Alle in diesen Tests verwendeten Vollstromfilter waren Spin-on-Filter mit einer absoluten Rückhalteleistung von 40 Mikrometern. Die Qualität und Porosität des Filterpapiers wurden so genau wie möglich

kontrolliert, um ein konsistentes Filtrationsniveau aufrechtzuerhalten. Jedes plissierte Papierelement, Vollstrom oder Bypass, wurde einem Blasentest unterzogen, um sicherzustellen, dass es keine Undichtigkeiten der Enddichtung oder Brüche des Deckels gab. **BEOBACHTUNGEN UND ANNAHMEN** Der „Vollstrom-Filtertest“ wurde als allgemeiner Bezugspunkt ausgewählt, um die Verbesserung des Verschleißschutzes zu messen, die auf die Verwendung eines 750-Bypasses, eines gestapelten Scheiben-OBP und a gefalteter Papier-SOBP-Filter Dieses Verfahren wurde in früheren Ohrstudien mit ähnlichen Ergebnissen etabliert, die Abb. 5 – Schnittansicht eines Wechselfilters mit gestapelten Scheiben und Medien eine enorme Verbesserung des Verschleißschutzes bei der Verwendung von Nebenstromfiltern(4) zeigen. Die in dynamischen Tests dieser Art eingeführten Fremdeingaben sind so zahlreich und komplex, dass es unpraktisch, wenn nicht unmöglich wäre, sie alle zu kontrollieren unvermeidlich wäre Obwohl Messungen für jedes einzelne Lager und jeden Kolbenring durchgeführt und aufgezeichnet wurden, wurden die Ergebnisse als Durchschnittswerte für den gesamten Satz von Lagern und Ringen in jedem Motor dargestellt Es wurden Angaben zum Verschleiß einzelner Komponenten gemacht. Hauptlager verschleßen je nach ihrer Oberfläche unterschiedlich schnell. Eine Verringerung des Verschleißoberflächenbereichs führt zu einer erhöhten Einheitsbelastung und einem entsprechenden Anstieg des Verschleißes. Da der NH-Motor drei verschiedene Breiten von Hauptlagern hat, würden wir eine entsprechende Varianz im Verschleißmuster erwarten. Außerdem verschleßen die unteren Lager schneller als die oberen Lager aufgrund der nach unten gerichteten Belastung der Kurbelwelle während der Verbrennung. Weitere Faktoren, die den Hauptlagerverschleiß beeinflussen, sind die Geradheit der Kurbelwelle und die Durchbiegung unter Last. Die kombinierten Ergebnisse dieser Faktoren machen jeden direkten Vergleich des Verschleißes einzelner Komponenten ohne besondere Berücksichtigung der Auswirkungen dieser Faktoren ungültig. Die Verwendung einer durchschnittlichen Hauptlagerverschleißzahl dient ausschließlich der Bequemlichkeit und soll keine Erwartungen der Autoren hinsichtlich eines äquivalenten Verschleißes 1 eve1 s zwischen den Teilen implizieren. Stangenlager und Kolbenringe weisen im Gegensatz zu den Hauptlagern keine inhärenten Konstruktionsunterschiede auf, die große Verschleißvarianzen relativ zur Position im Motor verursachen könnten. Verschleißunterschiede zwischen oberen und unteren Lagern werden durch erhöhte Lagerbelastungen während der Verbrennung verursacht, da der Zylinderdruck den Kolben nach unten in die Bohrung drückt und die obere Hälfte des Stangenlagers stärker belastet wird als die untere Hälfte. Es gibt vier verschiedene Ringe an jedem Kolben (obere Kompression, zweite Kompression, dritte Kompression und Ölkontrolle), die separat behandelt werden müssen. Darüber hinaus ist die Ätzqualität der Auskleidung von äußerster Wichtigkeit bei der Bestimmung der Verschleißrate des Rings. Da wir die Ätzqualität vor dem Testen nicht genau kontrollieren oder bestimmen können, handelt es sich um eine zufällig eingeführte Variable, die den Ringverschleiß beeinflusst. In Bezug auf unsere Datenanalyse wurden mehrere Schlüsselannahmen getroffen: 1. Die Verschleißigenschaften der drei verschiedenen Motoren, die in diesem Test verwendet wurden, unterschieden sich nicht signifikant. 2. Der Wiederaufbau zwischen den Tests führte zu keiner signifikanten Verschleißvariable. 3. Verschiedene Testvorgänge (Wiegen, Montage/Demontage, Motorbetrieb) waren bei allen Tests im Wesentlichen identisch. 4. Ein 150-Stunden-Test war eine geeignete Dauer für Tests dieser Art. 5. Ein Test mit drei Motoren war endgültig. Es sollte angemerkt werden, dass andere Bedingungen existierten, die den Grad der Abnutzungsdifferenz beeinflussen könnten, die für die gleichen Filterkombinationen in Feldmotoren beobachtet wurde. Frühere Studien haben beispielsweise gezeigt, dass das Filtersystem beim Hinzufügen großer Mengen an Verunreinigungen zum Öl über einen kurzen Zeitraum in seiner Fähigkeit, den Schmutz zu entfernen, durch die Anzahl der Öldurchgänge begrenzt ist die Filter. Das Ergebnis ist ein höherer durchschnittlicher Ölverunreinigungsgrad und eine entsprechende Verschleißrate. Noch dramatischer war die Methode, bei der den Motoren Verunreinigungen zugesetzt wurden. Bei diesen Tests wurde der Schmutz alle vier Stunden auf einmal statt kontinuierlich wie unter normalen Betriebsbedingungen zugegeben. Tests haben gezeigt, dass die Verschleißrate des Motors unmittelbar nach Zugabe der Verunreinigung viel höher ist als am Ende des Zeitraums von vier Stunden(3, 4). Das Absetzen von Schmutz beeinflusst auch die Verschleißrate. Feldmotoren werden für längere Zeit abgeschaltet, da sich etwas Schmutz in der Wanne abgesetzt hat, was auch zu geringeren Verschleißraten führen würde

als in der Testzelle beobachtet, in der der Motor kontinuierlich lief. Während die Verschleißtests bei Volllast und Drehzahl durchgeführt wurden, schätzen wir, dass Feldmotoren normalerweise bei 50 % bis 75 % dieser Werte arbeiten. Verschleißtests haben gezeigt, dass geringere Belastung und Geschwindigkeit zu geringeren Verschleißraten führen(5). Die kombinierten Wirkungen dieser Faktoren schränken jeden direkten Vergleich zwischen der erwarteten Betriebslebensdauer im Feld und den Testergebnissen des Labormotors ein. Felderfahrungen zeigen, dass die berechnete Verschleißlebensdauer aus 1 Versuchsmotortests zu niedrig angesetzt ist. Wenn jedoch die berechnete Verschleißlebensdauer mit einem kombinierten Vollstrom- und Nebenstromfiltersystem doppelt so lang ist wie bei einem System ohne Nebenstromfilter, würden wir eine vergleichbare Feldlebensdauer erwarten (6).

KAPAZITÄT DES SCHMIERSYSTEMS

Aus früheren Studien zum Verstopfen von Filtern wissen wir, dass die Ölverschlechterung mit einer Reihe von Variablen zusammenhängt, von denen eine die Kapazität des Ölsystems ist(7). Der Austausch des 750-Gehäuses durch einen SOBP-Filter führt zu einer Netto-Ölreduzierung von 7,57 Litern (2 Gallonen) oder etwa 20 % für ein 41,64-Liter-System (11 Gallonen). Benutzer, die die Ölwechselintervalle auf über 16.000 Kilometer (10.000 Meilen) verlängern, sollten sich der Auswirkungen einer reduzierten Ölkapazität bewusst sein. Die Lebensdauer des Öls hängt von den allgemeinen Betriebsbedingungen des Motors, seinem Kraftstoff- und Ölverbrauch, der Gesamtmenge an Öl ab, die zum Dispergieren von Verunreinigungen und Verbrennungsnebenprodukten zur Verfügung steht, sowie von der Art und Qualität des verwendeten Öls. Wenn eine Flotte ihre Ölwechselintervalle bis zu dem Punkt verlängert, an dem das Öl fast das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht hat, würde eine Verringerung der Ölkapazität eine Kürzung der Ölwechselintervalle erfordern. Wenn das Öl über seine 1-Grenze hinausgeht, kommt es zum „Auslaufen“ und zum Verstopfen des Filters. Da die Schmutzaufnahmekapazität der meisten Vollstromfilter weniger als 454 Gramm (1 Pfund) beträgt, tritt eine Verstopfung sehr schnell auf und kann normalerweise durch einen Abfall des Öldrucks erkannt werden(7). Feldtests über 4,8 Millionen Kilometer (3 Millionen Meilen), begleitet von Öl- und Filteranalysen, zeigten jedoch, dass eine kleine Stichprobe von Lastwagen, die das Öl zwischen 19.300 Kilometern (12.000 Meilen) und 32.200 Kilometern (20.000 Meilen) wechselten, sogar innerhalb der sicheren Grenzen lagen nach Reduzierung ihrer Ölkapazitäten um 7,57 l (2 Gallonen). Ausnahmen wurden in Fällen festgestellt, in denen Motorprobleme diagnostiziert wurden. Eine Zusammenfassung der Filterrestriktion des Vollstroms gegenüber dem Wechselintervall ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Filterverstopfung war bei Motoren mit reduzierter Ölkapazität nicht signifikant. Der Benutzer sollte sich über 1 Nachahmungen der Ölwechselintervalle und die Faktoren, die diese beeinflussen, im Klaren sein. Die Empfehlungen des Herstellers sollten strikt befolgt und jede Abweichung genau und mit äußerster Vorsicht überwacht werden. Obwohl die mit dem SOBP-Filter verbundene Ölreduktion von 7,57 Liter (2 Gallonen) keine dramatischen Auswirkungen auf den Motorverschleiß hatte, muss ihre Auswirkung auf die Ölwechselintervalle individuell bestimmt werden. Da kein Betrieb dem anderen gleicht, variieren die Wartungsintervalle bei unterschiedlichem Einsatz von Motorölen erheblich.

TESTERGEBNISSE

Alle Vollstromfilter dieser Testreihe wurden im Labor auf das Vorhandensein von Kieselsäure und Verschleißmetallen analysiert. A 10,16 cm. um 10,16 cm. Eine Papierprobe wurde von jedem Vollstromfilter entfernt, dann verascht und durch Atomabsorption analysiert. I Abb. 6 - Vollstrom-Filterbeschränkung von Feldtestmotoren Diese 103,23 cm. Die quadratische Probe stellte nur eine Kombination dar, aber nicht so gut wie 1 % der gesamten Papierfläche. Es wurde versichert, dass es erwartet wurde, dass die Verunreinigung in jedem Filter war. Unsere Analyse der Daten ergab, dass sie gleichmäßig über das Papier verteilt war. In den meisten Fällen sahen wir eine erhöhte Menge von 750 Bypass um 89 % reduziert, 87 % mit der gestapelten Scheibe Silizium und Verschleißmetalle im Filterpapier SOBP und 64 % mit dem plissierten Papier SOBP. aus diesen Tests mit höherem Verschleiß Hauptlagerverschleiß wurde mit den Pates um 93% reduziert. Dies entspricht der Tatsache, dass 750 By-Pass, 91 % bei der gestapelten Scheibe der Bypass-Filter den Schmutzgehalt im SOBP senkt, und 63 % beim plissierten Papier-SOBP. Das Öl lässt weniger Verunreinigungen zurück Ringverschleiß wurde um 83 % mit dem 750 Ω reduziert, der durch den Vollstromfilter bewegt wurde, was zu weniger Motorverschleiß führte, 73 % mit dem SOBP mit gestapelten Scheiben. und 59 % mit dem gefalteten Papier SOBP. Einer der Ölproben wurde analysiert, indem der Stapelscheiben-SOBP-Test mit dem Öl- Tom- Absorptionsverfahren durchgeführt wurde. Die Proben wurden um zwei Gallonen

kapazitätsreduziert, und die Stange wurde alle 50 Stunden gestaucht und auf Verschleiß von Lager-, Hauptlager- und Kolbenringverschleiß, Silizium, Natrium und geronnenem Material analysiert, und zwar um 5 %, 4 % bzw. 3 % höher als ~ Entan unlöslich. Gleichmäßige Verteilung von Verunreinigungen im Vergleich zu einem ähnlichen Test mit normalem Öl durch die Ölkapazität. Die Abbildungen 7 bis 9 vergleichen den angenommenen Verschleiß. Rate unter Verwendung des durchschnittlichen Gewichtsverlusts für jede Kombination aus Ölanalyse und Filteranalysefilter. Tabelle 1 fasst /ere, berichtet als prozentuale Verringerung dieser Daten, als prozentuale Verschleißminderung zusammen. Lirt Inhalt und Verschleißmetall. Diese prozentuale Laborfilteranalyse zeigte, dass tge berechnet wurde, indem die Ergebnisse verglichen wurden, die in den Vollstromfiltern eingeschlossen wurden, bei jedem Vollstrom- und Nebenstromfilter-Kombinationstest mit dem Nur- Vollstromfilter est. Alles blieb dabei konstant Der Vergleich zeigte eine Korrelation mit dem Verschleiß der Stangenlager, der für jeden Filter beobachtet wurde – VOLLSTROM NUR VERWENDET VOLLSTROM FILTEREINSCHRÄNKUNG NACH BYPASS FILTER FELDTEST BYPASS. STAPEL DISC o BY-PASS SPIN-ON. 750 BY-PASS ' 50 Abb. 7 - Vergleich Hauptlagerverschleiß - 40 Mikrometer Vollstrom Filterbasis - U) 0' 40 * 30 M cn CO - 20 2 a a 10 Ot - VOLLER DURCHFLUSS ohne STAUBZUSATZ 0 d* " a% 0 ' 5.y 8:8 ;"yk a s - ** 0 10 20 30 40 50 KILOMETER, TAUSEND 0°1 HAUPTLAGERVERSCHLEISS 900- 800- !!i 700- !? A soo- z V) cn q 500- l- x 400- J 3 - NUR VOLLER DURCHFLUSS - VOLLER DURCHFLUSS mit PLATTE, ED-PAPIER BY - PASS - VOLLER DURCHFLUSS mit STAPEL DISC -DREHUNG - EIN - VOLLER DURCHFLUSS mit ?50 BY-PASS - VOLLER DURCHFLUSS mit 750 BY-PASS OHNE STAUBZUSATZ Fig. 8 - Vergleichender Stangenlagerverschleiß - 40 -Mikrometer -Vollstromfilterbasis um 23 % reduziert mit dem 750-Bypass und um 22 % mit dem gestapelten Scheiben-SOBP. Mit dem gefalteten Papier SOBP wurde keine Verbesserung festgestellt. Der Verschleißmetallgehalt in den Vollstromfiltern war mit dem 750 Bypass um 89 % niedriger, mit der gestapelten Scheibe um 79 % niedriger und mit dem gefalteten Papier-SOBP um 54 % niedriger. Fotos von Spänen, die von Testmotoren aufgenommen wurden, sind in den Abbildungen 10 bis 13 gezeigt. Tabelle 2 zeigt den Schmutz- und Metallgehalt für die Vollstromfilter, die in jedem Test verwendet wurden. Die Ölanalyse ergab eine 98% ige Verringerung des Siliziumgehalts von Proben, die aus dem 750-Bypass-Test entnommen wurden, eine 87%ige Verringerung des SOBP-Tests mit gestapelten Scheiben und eine 76% ige Verringerung des SOBP-Tests mit gefaltetem Papier. In ähnlicher Weise waren die Verschleißmetallgehalte beim 750-Bypass-Test um 84 % niedriger, beim SOBP- Test mit gestapelten Scheiben um 83 % niedriger und beim SOBP-Test mit gefaltetem Papier um 70 % niedriger. Tabelle 3 fasst die Ölanalyse für jeden Test zusammen. Bei der Überprüfung der schlechteren Leistung der SOBP-Filterkörner aus gefaltetem Papier kamen wir zu dem Schluss, dass dies das Ergebnis des dichteren Materials war, das im Scheibenelement verwendet wurde, zusammen mit den kombinierten Effekten der Tiefen- und Oberflächenfilterung, die durch das Scheibendesign ermöglicht wurden. Die Daten in diesem Bericht eignen sich aufgrund der begrenzten Anzahl beobachteter Datenpunkte nicht ohne weiteres für eine statistische Analyse. Unsere Schlussfolgerungen basierten auf den Ergebnissen des Verschleißniveaus in Bezug auf Ölverschmutzung und -filtration. Dies wurde in unseren Öl- und Filteranalysen aus früheren Motortests und mit der enormen Menge an Backup-Prüfstandsdaten bestätigt, die dieser Verschleißteststudie vorausgingen. KOLBENRINGVERSCHLEISS ,m - NUR VOLLER DURCHFLUSS - VOLLER DURCHFLUSS mit PLATTENPAPIER BY - PASS - VOLLER DURCHFLUSS mit GESTAPPELTER SCHEIBE DREHEN - EIN - VOLLER DURCHFLUSS mit 710 BYPASS Abb. 9 - Kolbenringverschleiß im Vergleich - 40 Mikrometer voller Durchfluß Filtersockel Tabelle 1 Motorverschleißtest Prozentuale Verschleißreduzierung unter Verwendung von Bypass-Schmierfiltern Bypass-Filter Ro d Hain-Kolben Beschreibung Lager Lager Ringe Durchschnitt 750 Bypass 89 % 93 % 83 % 88 % Gestapelte Scheibe. 87 % 91 % 73 % 83 % Pl verbrauchtes Papier* 64 % 63 % 59 % 62 % 750 Bypass – kein Staub 98 % 96 % 92 % 95 % Stapelscheibe mit 2 Gallonen weniger Öl 82 % 87 % 70 % 80 % *Durchschnitt aus zwei Tests Abb. 10 - Untere Hauptlager aus Test ohne Bypass-Filter Abb. 12 - Obere Pleuellager aus Test ohne Bypass-Filter Abb. 11 - Untere Hauptlager aus Test mit Bypass-Filter Abb. 13 - Obere Stangenlager aus Test mit Umgehungsfilter Tabelle 3 Tabelle 2 Motorverschleißtest Motorverschleißtest Zusammenfassung der Ölanalyse Geschätztes Gewicht der von den Vollstromfiltern eingefangenen Verunreinigungen in Gramm, angegeben in PPM 150-Stunden-Probe Prozent koagulierte Pentan - Unlösliche 40 Mikrometer Voller Durchfluss – Kein

Bypass (Basis) 185

–

40 Mikrometer

Voller Durchfluss – 750

Bypass (kein hinzugefügter Staub) 4

40 Mikrometer

Voller Durchfluss – Kein

Bypass (Basis) 128,8 32,6 1,5 0,8 1,6

40 Mikrometer

Voller Durchfluss – 750

Bypass 4

40 Mikrometer

voller Durchfluss – 750

Bypass 98,56 2,8 0,2 0,15 0,84

40 Mikrometer

voller Durchfluss – gefaltetes

Papier SOBP 44

40 Mikrometer

voller Durchfluss – gefaltetes

Papier SOBP 140,4 10,1 0,6 0,4 0,94

40 Mikrometer

voll Durchfluss – gefaltetes

Papier SOBP 47

40 Mikrometer

voller Durchfluss – gefaltetes

Papier SOBP 118,5 12,3 0,3 0,15 1,2

40 Mikrometer

voller Durchfluss – gestapelte

Scheibe SOBP 24

40 Mikrometer

voller Durchfluss – gestapelte

Scheibe SOBP mit 2

Gallonen weniger Öl 40

40 Mikrometer

voller Durchfluss – gestapelt

Scheiben-SOBP 108,4 6,7 .2 .2 .7

40-Mikrometer -

Vollstrom – gestapelte

Scheiben-SOBP mit 2

Gallonen weniger Öl 96,6 5.6 .2 .1 .2

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass

die Kosten für die Verwendung von Bypass-Filtern durch
ausgeglichen werden können verlängerte Motorlebensdauer
durch geringeren Verschleiß.

OST-ANALYSE

Alle vergleichenden Verschleißdaten in dieser und
anderen Teststudien zeigen, dass die Verwendung eines
effektiven Nebenstromfilters in Kombination
mit einem guten

Vollstromfilter die Lebensdauer kritischer Motorteile erheblich verlängern würde.

Der Bypass-Filter erfordert

zusätzliche Kosten, einschließlich Anschaffungskosten,

Austauschelemente, zusätzliches Öl und

Wartungsaufwand. Die Wartungskosten für

Motorwartung und Filterwechsel variieren

erheblich zwischen den Motorbetriebsarten. Die Kosten pro Meile oder pro Stunde für geplante Wartungsintervalle sind jedoch äußerst empfindlich gegenüber Wartungsintervallen. Für eine kleine Verlängerung der Motorlebensdauer zahlt sich ein Bypass-Filter mehr als aus. apln-onby-iss-Filter können sogar noch niedrigere Kosten als die herkömmlichen 750 bieten, was Arbeits- und Stromeinsparungen betrifft, obwohl die Spin-on-Reacement-Elemente teurer sind.

.Ihre Vorteile wie narrensicherer Service sind nicht quantifizierbar. Zu den Kostenfaktoren und Annahmen, die in dieser Studie berücksichtigt wurden, gehören
ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus den Ergebnissen dieser Tests schlussfolgern wir Folgendes:

1. Nach umfassenden Tests mit über zweihundert verschiedenen Arten von Filtermedien, dem Spin-On- Bypassfilter mit gestapelten Scheiben und der herkömmliche 750-Tiefenfilter waren die einzigen Filter, die den Motorverschleiß wirksam reduzierten, indem sie die kleinen abrasiven Partikel im Öl kontrollierten. Die Spin-On-Bypass-Filter mit gestapelten Scheiben reduzierten den Motorverschleiß genauso effektiv wie der 750. Der plissierte Papier-Spin-On-Bypass-Filter erfüllte zwar die Prüfstandsanforderungen, erwies sich jedoch in tatsächlichen Motorverschleißtests als unwirksam.

2. Eine Verringerung der Motorölkapazität um 7,57 Liter (2 Gallonen) hatte keinen wesentlichen Einfluss auf den Motorverschleiß

. Eine verringerte Ölfüllmenge kann sich jedoch auf die Wartungsintervalle auswirken

. Die Empfehlungen des Motorherstellers zur Festlegung von Wechselintervallen sollten befolgt werden

. I Arbeitskosten für Filterwechsel; 2) Öl

1. und Einsparungen; 3) Anfangs-Umgehungsfilter) unter Verwendung der Kosten; 4) Standard-Wartungsintervallzyklen und;

5) Kosten für die Erneuerung des Bypass-Filters . Anhang A und B geben einen Überblick über diese Analysen.

3. Der Motorverschleiß stand in direktem Zusammenhang mit dem Filtrationsgrad der Bypass- und Vollstromfilter und den im Öl verbliebenen Schleifmittelanteilen . 4. Die Verwendung des kombinierten Vollstrom- und Bypass-

Filtersystems kann die Verschleißrate auf weniger als 112 derjenigen reduzieren, die sich aus der Verwendung eines Nur-Vollstrom-Filtersystems ergibt. 5. Aufgrund der verlängerten Motorlebensdauer durch die Verwendung eines effektiven Bypass- Filters werden die zusätzlichen

Kosten für die Installation und Wartung des Bypass-Filters um ein Vielfaches wieder hereingeholt, was die niedrigsten Gesamtkosten für den Benutzer des Motors bietet . LITERATUR 1. PI Brown, "Filtration with Highly Dispersant Diesel Engine Oils", Papier Nr. 670957, präsentiert auf SAE Fuels and Lubricants, Power Plant and Transportation Meetings, Pittsburg, November 1967. 2. Robert M. Culbert, Gary E. Thomas, „Ingested Dust, Filters, and Diesel Engine Ring Wear“, Papier Nr. 680536, präsentiert auf dem SAE West Coast Meeting, San Francisco, August 1968. 3. James E. McClelland und S. Martin Billett , „ Filter Life Versus Engine Wear", Papier Nr. 650886, präsentiert auf dem SAE National Fuels and Lubricants Meeting, 1965 4. JL Butler, JP Stewart und RE Teasley, "Lube Oil Filtration Effect on Diesel Engine Wear", Papier Nr. 710813, präsentiert auf der National Combined Fuels and Lubricants, Power Plants and Trucks Meeting, St. Louis, Oktober 1971 5. K. Schmidt, „Dust Test Influence of Bypass Filter on Wear“, Cummins Engineering Technical Center, CTR Nr. 4134, Juni , 1973 6. JL Butler, „Analysis of Lube Oil Filtration Data“, Cummins Engineering Technical Center, CTR Nr. 490 2, Mai 1971. 7. RD Hudgens und LB Feldhaus, "Diesel Engine Lube Filtration Life Related to Oil Chemistry", Papier Nr. 780974, präsentiert auf dem International Fuels and Lubricants Meeting, Toronto, November 1978. Anhang Eine Kostenanalyse für Bypass-Filter Kostenannahmen (1) Vollstromfilter (Spin-On-Typ) Arbeit zum Wechseln des Vollstromfilterelements und des Öls zu 20,00 USD pro Stunde Öl zu 1,25 USD pro Gallone Bypass-Filter Arbeit zum Wechseln des Bypass Element bei 120,00 pro Stunde Gesamtkosten für Schmieröl und Filter 1 ter Wechsel Wartungsintervall (2) System ohne Bypass 10,12 (8,1 gal.) 30,7 Liter 14.000 Meilen (22.526 km) 750 Bypass - SOBP 13,75 (11 gal .) 11,25 (9 gal .) 41,7 Liter 34,1 Liter 3,25 8,00 8,40 (25 Min.) 3,34 (10 Min.) 18.000 Meilen 16.000 Meilen (28.962 km) (25,744 km)

1. Diese Kosten basieren auf Durchschnittswerten und können variieren verschiedene Bereiche. 2. In Cummins Service Parts/Thema Nr. 77'17-9 empfohlene Wechselintervalle, basierend auf einem Ölverbrauch von 600 Meilen pro Quart oder 1,020 Kilometern pro Liter und einem Kraftstoffverbrauch von 5 Meilen pro Gallone oder 2,1 Kilometern pro Liter . Anhang B Betriebskosten des Ölsystems pro Meile 200.000 Meile Überholung 300.000 Meile Überholung 400.000 Meile Überholung 321.800 Kilometer 482.700 Kilometer 643.630 Kilometer Keine Umgehung 750 SOBP Keine Umgehung 750 SOBP 140 Umgehung 750 SOBP - Überholungszeitraum 200.000 Meilen . 205.479 km. 207.603 km. 300.000 km. 31 3.589 km. 31 7.439 km. 400.000 km. 424.528 km. 431.616 km 321.800 km. 330.615 km. 334.033 Kilometer 482.700 Kilometer. 504.565 km. 510.759 km. 643.600 km. 683.066 km. 694.470 km. Number of changes between overhauls (x cost of:) 14.3 11.4 13.0 21.4 17.4 19.8 28.6 23.6 26.98 Full Flow Filters 5114.40 \$91.20 \$104.00 \$171.12 \$139.20 \$158.40 \$228.80 5188.80 5215.84 Labor to change full flow filters 122.98 98.04 111.80 184.04 149.64 170.28 245.96 202.96 232.03 Oil 144.72 156.75 146,25 21 6,57 239,25 222,75 28:. 43 324.50 303.53 By-pass Element 37.05 104.00 56.55 158.40 76.70 215.84 Labor to change by-pass filter 95.76 43.42 146.16 66.13 198.24 90.11 In-frame Overhaul 3,000.00 3,000.00 3,000.00 3,000.00 3,000.00 3,000.00 3,000.00 3,000.00 3,000.00 -- Gesamtbetriebskosten zwischen Überholz \$ 3.382.10 \$ 3.478,80 \$ 3.509,47 \$ 3.571,23 \$ 3.730,80 \$ 3.776.00 \$ 3,7 " . ,0119 mi.,0119 mi.,Öl 9 mi.,0094 mi.,0094 mi.,0094 mi. ,0105 km,0105 km,0105 km,0073 lvn. 0058 km 0058 km 0058 km SCHLUSSFOLGERUNGEN: Verlängerung eines normalen 200.000-Meilen -Intervalls um 3". oder 4 % (5.479 oder Transportintervall um 5 % oder 6 % (13.589 oder Transportintervall um 6:: oder 8 % (24.528 oder 7.603 Meilen) zahlt für die Nutzung eines By-17.439 Meilen) zahlt für die Nutzung von a by- 51.616 km) zahlt sich der Einsatz eines Bypass -Filters aus. Filter passieren. Filter passieren. Dieses Papier unterliegt der Überarbeitung. Aussagen und Meinungen , die in Vorträgen oder Diskussionen vorgebracht werden, liegen in der Verantwortung des Autors und in seiner Verantwortung, nicht in der der Gesellschaft; Das Papier wurde jedoch von SAE für ein einheitliches Design und Format bearbeitet. Die Diskussion wird mit dem Papier gedruckt, wenn es veröffentlicht wird - Society of Automotive Engineers, Inc. .00 COWWONWIALTU OIIVI. WAIRFNDALL. PA. 1.0.. in SAE-Transaktionen. Wenden Sie sich für die Genehmigung zur vollständigen oder teilweisen Veröffentlichung dieses Dokuments an die SAE Publications Division. Personen, die Beiträge einreichen möchten, die für eine Präsentation oder Veröffentlichung durch SAE in Betracht gezogen werden sollen, sollten das Manuskript oder eine 300 Wörter umfassende Zusammenfassung eines vorgeschlagenen Manuskripts senden an: Secretary, Engineering Activities Board, SAE. .&L Seitenbroschüre. Gedruckt in den USA

