

Umweltfreundliche EP-Additive für die Metallbearbeitung

Von Steven Anderson, MWF Group Technology Manager, Afton Chemical Corporation

Genehmigte elektronische Vervielfältigung der November 2011-Ausgabe der offiziellen Monatszeitschrift TLT, einer Veröffentlichung der internationalen eingetragenen gemeinnützige Fachgesellschaft Society of Tribologists and Lubrication Engineers mit Sitz in Chicago.

Metallbearbeitungsflüssigkeiten (MWF) werden für viele unterschiedliche Aufgaben verwendet – von einfachen Schleifanwendungen und Metallzerspanung bis hin zu extremeren Vorgängen wie Honen und Räumen. Additive werden in vollständig wasserlöslichen Schmiermitteln sowie in wasserfreien rein ölbasierten Formulierungen verwendet. In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche hervorragende Additive entwickelt, die so gut wie alle Anforderungen für Formulierungen erfüllen.

Die Zeiten ändern sich jedoch und so bleiben auch die praktischen und gesetzlichen Branchenanforderungen für MWF nicht ewig unverändert. In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Additive für die Verwendung in MWF-Anwendungen, einschließlich Nitriten und kurzkettigen Chlorparaffinen, untersagt. Umweltrechtliche Auflagen und Anforderungen werden immer strenger und es besteht eine zunehmende Tendenz zur weiteren Abschaffung von Additiven, die im Verdacht stehen, für Mensch oder Natur schädlich zu sein. Additive wie mittelkettige Chlorparaffine werden derzeit von verschiedenen gesetzgebenden Organen geprüft und könnten bald ganz verboten oder zur Verwendung strengen Beschränkungen unterworfen werden.

Afton Chemicals Abteilung für Metallbearbeitungsflüssigkeiten wartet nicht passiv auf eine neue Gesetzgebung, sondern setzt proaktiv auf ein umfassendes Programm zur Beurteilung und Messung von Chemikalien, die als gangbare Alternativen zu betreffenden Additiven verwendet werden könnten. Die Auswertung konzentrierte sich bislang vorwiegend auf derzeit bereits angebotene Additive aus der Polartech-Produktlinie, dabei vor allem auf erneuerbare Chemie mit geringen Umweltauswirkungen. Diese Additive entsprechen bereits den aufsichtsbehördlichen Auflagen. Langwierige, kostenintensive Registrierungsverfahren können dadurch vermieden werden.

Rund 40 Additive, darunter mehrere branchenführende Branchenbenchmarks, wurden in dieser Studie bewertet. Zu diesen Schmierstoffadditiven gehören auch Verschleißschutz- und Extreme-Pressure-Zusätze. Die Untersuchung erfolgte in einem breiten Anwendungsbereich und wurde mit der Micro Tap Gewindeschneidmaschine, dem Seta Vierkugel-Apparat, der Reichert Verschleißmaschine sowie der zur Laborbewertung der Umformungs- und Tiefzieheigenschaften eingesetzten Hille Presse durchgeführt. Für eine genauere Bewertung wurden Aluminium-, Edelstahl-, Titan- und Magnesiumlegierungen in drei verschiedenen Güten ausgewählt. Das Hauptauswahlkriterium für diese Legierungen war die Anwendung in der Luft- und Raumfahrt- sowie der Automobilbranche.

Die Bewertung umfasste u. a. Tests diverser Additive in Umformungs-, Schneide-, Verschleiß- und Höchstdruckanwendungen unter gleichen Voraussetzungen. Die Prüfprotokolle erforderten einen erheblichen Entwicklungsaufwand, um repräsentative Daten für so unterschiedliche Werkstoffe wie Titan und Magnesium sowie diverse Anwendungen vom Tiefziehen bis zur Metallentfernung zu ermöglichen. Bislang wurden über 10.000 Einzelprüfungen durchgeführt, bei denen wir unsere Kenntnisse und Kompetenzen hinsichtlich Additiven, Werkstoffen und Anwendungstests erheblich erweitern konnten.

Angesichts eines solchen Testumfangs kann natürlich nicht auf jede **Additivprüfung** im Einzelnen eingegangen werden. Wir haben jedoch einige der wichtigsten Erkenntnisse aus dem Test mit der Hill Presse sowie dem **Tapping Torque Test mit der Micro Tap Gewindeschneidmaschine** aufgeführt.

Die Hille Presse liefert wertvolle Ergebnisse bei realen Anwendungen. Der **Micro Tap Tapping Torque Test** nutzt **Umformungs- sowie Schneidemodi**.

Hille Presse

Die Hille Presse ist eine Labor-Tiefziehanlage. (**Abbildung 1 und 2**) Versuchsrohlinge werden mit einer vorgegebenen Menge Schmierstoffadditiv in Trägeröl beschichtet, bei konstantem Druck eingespannt und gegen einen Stempel gepresst. Die Leistung wird von verschiedenen Variablen wie Stempelgeschwindigkeit, Durchmesser und Krümmungsradius beeinflusst. Für bestimmte Werkstoffe wie Edelstahl sind alle Parameter fest eingestellt, sodass nur noch das Additiv als entscheidender Leistungsfaktor ausgewählt werden muss.



Figure 1. Hille Press



Figure 2. Hille Press Closeup

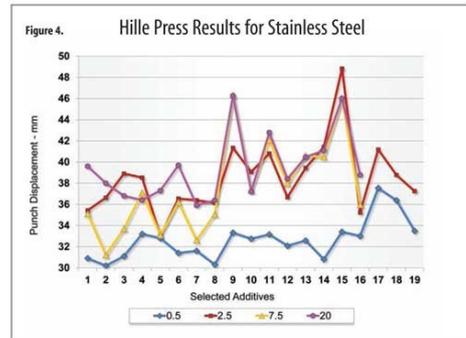
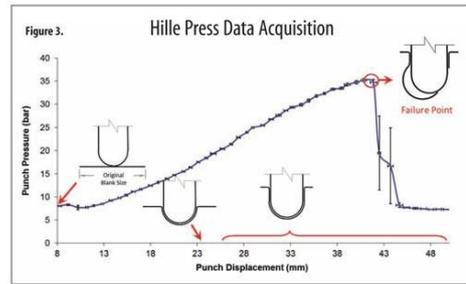
Additive werden mit einer Konzentration von 0,5 %, 2,5 %, 7,5 % und 20 % in gewöhnlichem Grundöl zubereitet und auf den Edelstahlrohling aufgetragen.

Die Presse wird instrumentiert und misst den Stempeldruck bzw. die Formbeständigkeit über den Stempelweg (**Abbildung 3**). Durch den Stempel wird der Rohling gepresst, bis ein plötzlicher starker Druckverlust einsetzt und versagt. Hier verfolgen wir den längsten Stempelweg für den geringsten Stempeldruck als Indikator für optimale Additivleistung. Alternativ dazu kann die Additivleistung anhand des durchschnittlichen Stempeldrucks bis zum Versagen über einen gewöhnlichen Stempelweg bestimmt werden.

Die Erkenntnisse aus unseren Tests waren erstaunlich (**Abbildung 4**). Verglichen wurden die Branchenbenchmark-Additive 1, 2 und 3. Additiv 1 ist ein typisches mittelkettiges Chlorparaffin, während die Benchmark-Additive 2 und 3 branchenführende polymerische Schmierstoffadditive mit bekannter ausgezeichneter Leistung sind.

Die übrigen Additive wurden aus verschiedenen MWF-Flüssigkeiten und sonstigen Schmierstoffen gewählt. So handelt es sich bei Additiv 12 um Actralube 9228, bei Additiv 14 um Actramer SYZ und bei Additiv 18 um Actramer CZ6. Überraschend viele Additive übertrafen die Branchenbenchmarks bei Weitem.

Wir führen diese Ergebnisse auf die überragende Grenzschmierung und Wechselwirkung mit den Metalloberflächen zurück.



Micro Tap Tapping Torque Test



Der Micro Tap Tapping Torque Test (siehe Abbildung oben) ist in der metallbearbeitenden Branche als bewährtes **Bewertungsinstrument für Additive bekannt**. Entscheidend für dieses Programm war die Entwicklung von geeigneten Prüfprotokollen für jede bewertete Legierung. Magnesium, Aluminium, Edelstahl und Titan stellen jeweils völlig unterschiedliche Anforderungen.

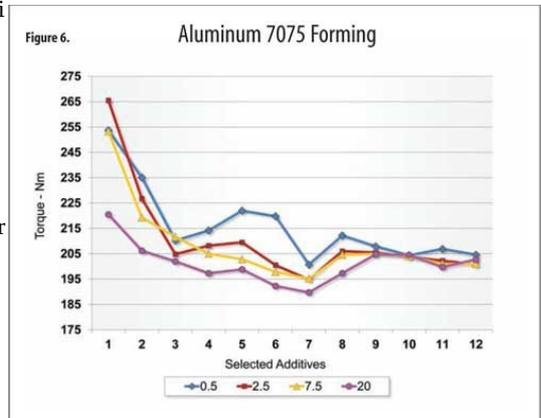
Unter gleichen Bedingungen bedeutet ein niedrigeres Drehmoment eine bessere Schmierung und Additivleistung. **Abbildung 6** ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse für den Test mit Aluminium 7075.

Hier ist zu sehen, dass Additiv 7 (also Actrafos SA 216) im gesamten prozentualen Aktivitätsbereich am besten abschnitt.

Parallel wurde mit Polartech® LA8005 [Additiv 3] die höchste Leistung bei Edelstahl 316 erzielt, das beste Ergebnis bei Aluminiumsorten 6061 mit MCCP und bei Titansorte 5 mit Actralube 310 [Additiv 17].

Der Vierkugel-Apparat-Test zur Prüfung der Schweißlast (**Abbildung 7**) lieferte teils erwartete, teils aber auch überraschende Ergebnisse. Additiv 1 ist MCCP-Benchmark und liefert gute Ergebnisse mit zunehmender Schweißlast bei steigender Aktivität. Wie erwartet fiel auch die Leistung der Additive 7, 21 und 26 (Actrafos-Phosphatester) hervorragend aus.

Auch bei den Additiven 10 und 11 [TecGARD® 500 bzw. TecGARD® 541 ZDDPs] wurde eine gute Leistung festgestellt. Überraschend waren jedoch die unerwartet guten Ergebnisse des Additivs 12 (Actralube 9228), das die des MCCP-Additivs übertraf und sich in der Leistung kaum von den Phosphatestern unterschied. Interessant ist hier besonders, dass Actralube 9228 vorwiegend auf pflanzlicher Basis gewonnen wird.



Zusammenfassung

In einem so kurzen Artikel findet sich unmöglich der Platz, aus einem so umfangreichen Testvolumen für jeden Werkstoff in jeder Anwendung Beispiele der leistungsstärksten Additive zu besprechen.

Wie erwartet zeigen einige Additive wie etwa die Actrafos-Phosphatester bei Edelstahl sowie bei Tests für Höchstdruckanwendungen eine ausgezeichnete Leistung.

Polymeric esters such as Polartech® LA8005 and Actralube HD6000 give superior boundary lubrication in drawing and forming application tests. The results also show that no one additive provides superior performance across all of the application areas and all the alloys tested.

Wir konnten jedoch feststellen, dass Additive wie Polartech® LA8005, Polartech® LA 8330 und Actrafos 216 bei fast allen Tests und Legierungen eine hervorragende Schmierleistung zeigten.

Eine beachtliche Anzahl der beurteilten Additive, darunter viele der in diesem Artikel angesprochenen Additive, werden aus erneuerbaren pflanzlichen Ausgangsstoffen gewonnen. Sie bieten daher gegenüber zahlreichen derzeit im Handel erhältlichen Additiven eine überragende Leistung bei verbessertem ökologischen Profil.

Wir arbeiten weiter daran, unser Verständnis von der Leistung und Funktionsweise von Additiven und die Aussagekraft und Relevanz von Anwendungstests hinsichtlich der Anforderungen verschiedener Werkstoffe und Anwendungsumgebungen zu intensivieren. Je nach Anwendung können Schmierstoffadditive empfohlen werden, die sowohl eine verbesserte Leistung als auch ein besseres ökologisches Profil bieten.

Genehmigte elektronische Vervielfältigung der November 2011-Ausgabe der offiziellen Monatszeitschrift TLT, einer Veröffentlichung der internationalen eingetragenen gemeinnützigen Fachgesellschaft Society of Tribologists and Lubrication Engineers mit Sitz in Chicago.

