

Comunicato stampa Sensor Instruments

Gennaio 2021

Rilevamento di strati di olio su superfici metalliche: metodi di misura a confronto.

21.01.2021. Sensor Instruments GmbH: Nella lavorazione dei metalli durante il processo di formatura, l'uso di oli è essenziale. Ad esempio, gli oli da taglio applicati sui nastri metallici garantiscono una bassa usura degli utensili di tranciatura. Ma anche nei processi di lavorazione ad asportazione di truciolo, gli oli per foratura danno un contributo indispensabile alla protezione degli utensili di perforazione e fresatura. Inoltre, gli oli servono come protezione anticorrosione di prodotti semilavorati come le lamiere ma anche i fogli di metallo. Dopo un'ulteriore lavorazione, invece, è necessario rimuovere i residui di olio dai prodotti finiti il più possibile senza lasciare di residui. A tale scopo vengono utilizzati speciali sistemi di pulizia in cui le parti metalliche vengono lavate e soffiate.



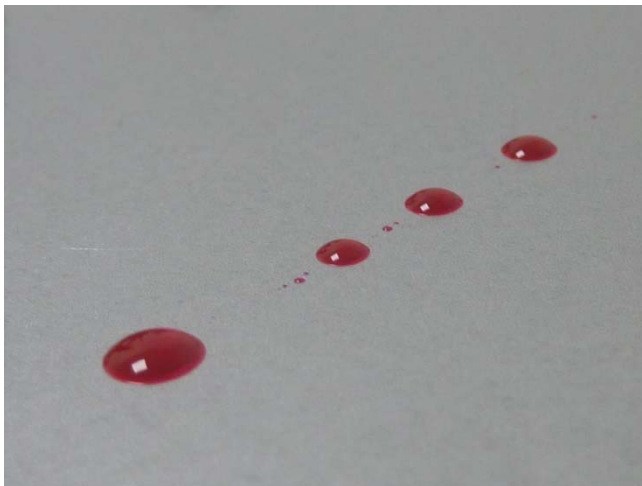
Per rispettare le direttive di protezione ambientale durante l'applicazione dell'olio e per tener conto anche degli aspetti economici, è consigliabile determinare la quantità di olio applicata. Nel frattempo, la determinazione della rispettiva quantità di olio può essere effettuata anche INLINE. A tale scopo sono disponibili diversi metodi di misura, che saranno trattati più approfonditamente nelle sezioni seguenti. Il processo di pulizia può essere monitorato con lo stesso sistema di sensori. La sfida in questo caso, tuttavia, è quella di rilevare in modo affidabile la quantità minima possibile di residui di olio INLINE. In particolare nel caso di componenti elettricamente conduttivi, come i binari in rame o le linee di potenza, è richiesta la più bassa resistenza di contatto possibile, ma uno strato di olio residuo costituirebbe un problema a questo proposito, in quanto comprometterebbe

l'efficienza energetica in misura non trascurabile.

Come si è svolto praticamente il controllo finora?

Quando si misurano gli strati di olio, si pensa innanzitutto ad un determinato spessore dello strato, misurato ad esempio in μm . Un metodo comune per misurarlo sarebbe quello di determinare innanzitutto la grammatura del film di olio. Tuttavia, per fare questo, occorre stabilire il peso dell'intero componente. Per farlo il prerequisito è disporre di una bilancia precisa e di un componente esattamente identico, non oliato, per determinare la differenza di peso. Per poter dedurre lo spessore del rivestimento dalla grammatura, sono necessarie anche informazioni sulla densità del rispettivo olio e sulla superficie del rispettivo componente. La differenza di peso relativamente grande tra lo strato di olio effettivo e il peso del componente non gioca certamente a favore per determinare in modo esatto lo spessore dello strato di olio. Un'altra fonte di errore è la differenza di peso dei componenti (da componente a componente) quando non sono lubrificati.

La mancanza di semplici alternative alla determinazione diretta dello spessore dello strato è probabilmente la ragione per cui il metodo di determinazione della tensione superficiale del componente in esame sta diventando in pratica sempre più popolare. La presenza di un sottile strato di olio su una superficie metallica provoca una riduzione della tensione superficiale da oltre 50mN/m, allo stato non bagnato, a meno di 40mN/m allo stato oliato (a seconda dello spessore dello strato e del tipo di olio). I cosiddetti inchiostri di prova, che coprono complessivamente una gamma da 30mN/m a 50mN/m a intervalli di due (30mN/m, 32mN/m, 34mN/m, ...), vengono utilizzati per dimostrare la rispettiva tensione superficiale. L'inchiostro di prova viene applicato sull'area da testare utilizzando il pennello fornito nel flaconcino. Se l'inchiostro di prova si stacca dalla superficie formando perle, si utilizza analogamente l'inchiostro di prova immediatamente inferiore, fino a quando l'inchiostro non aderisce alla superficie per un periodo di tempo più lungo senza formare perle. La tensione superficiale si trova quindi tra gli ultimi due inchiostri di prova utilizzati. Occorre inoltre osservare che una diminuzione della tensione superficiale è accompagnata da un aumento dello spessore del film di olio.



Le perline dell'inchiostro di prova staccate dalla superficie metallica bagnata d'olio indicano una tensione superficiale inferiore al valore indicato sull'inchiostro di prova.



In questa illustrazione, l'inchiostro di prova resta aderente alla superficie metallica bagnata con olio o invece sgrassata. La tensione superficiale della superficie metallica è quindi superiore al valore specificato dell'inchiostro di prova.

I tre diversi metodi di misura

Metodo di misura 1:

Assorbimento della radiazione UVC (lunghezza d'onda centrale di 265nm) da parte dello strato di olio

Come unità sensore viene utilizzato un sensore a fibra ottica (**SPECTRO-1-FIO-UVC/UVC**) in modalità luce riflessa. La sorgente luminosa è un LED UV con una lunghezza d'onda centrale di 265nm. Per mezzo di guide di luce in fibra di quarzo (**R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV**), la luce UVC viene diretta sulla sezione della superficie metallica da misurare e riflessa da essa, in parte diffusamente e in parte direttamente. Una parte della radiazione riflessa è diretta al rivelatore integrato nel sensore tramite il fascio del conduttore a luce riflessa. Una superficie metallica sgrassata che non sia stata bagnata con olio (il materiale e la struttura della superficie dovrebbero essere gli stessi delle misurazioni successive) serve come riferimento. Se c'è uno strato d'olio tra la superficie frontale del conduttore ottico e la superficie metallica, parte della luce UVC viene assorbita da essa sia durante il viaggio di andata che di ritorno. Sul lato del rivelatore si può così osservare una diminuzione del segnale. Se il sistema di sensori viene utilizzato per la misurazione **INLINE**, si raccomanda una distanza di lavoro della superficie frontale del conduttore ottico dalla superficie metallica di circa 5 mm. La divergenza del fascio è di 22° e lo spot luminoso occupa un diametro di circa 5mm sulla superficie metallica da esaminare. Per le misurazioni **OFFLINE** si utilizza un distanziale aggiuntivo (**A3.0-OFL**), che può essere fissato alla testa del conduttore ottico.



SPECTRO-1-FIO-(UVC/UVC)



R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV



R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV + A3.0-OFL

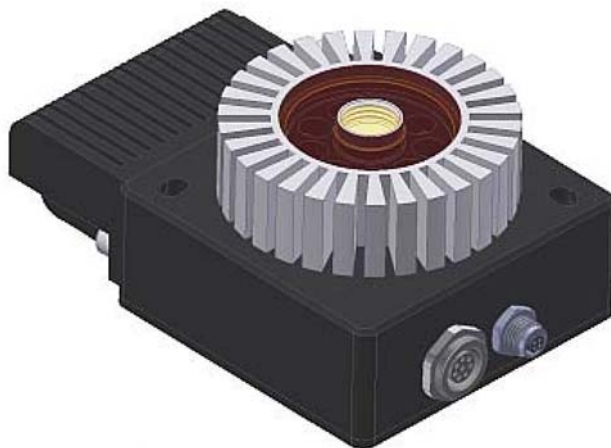


A3.0-OFL

Metodo di misura 2:

Eccitazione di uno strato di olio alla fluorescenza nel campo di lunghezza d'onda visibile utilizzando la luce UVA (lunghezza d'onda centrale di 365nm)

A questo scopo viene utilizzato un sensore di colore (SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA), la cui unità di emissione è costituita da LED UV (lunghezza d'onda centrale di 365nm). Per le misurazioni INLINE si raccomanda una distanza di lavoro di 15 mm, ma con il distanziale (SPECTRO-3-15-d65-OFL) è anche possibile lavorare OFFLINE (in questo caso anche la distanza del sensore dall'oggetto è di 15 mm). A questa distanza l'area di rilevamento occupa un diametro di circa 12 mm.



SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA

SPECTRO-3-15-d65-OFL

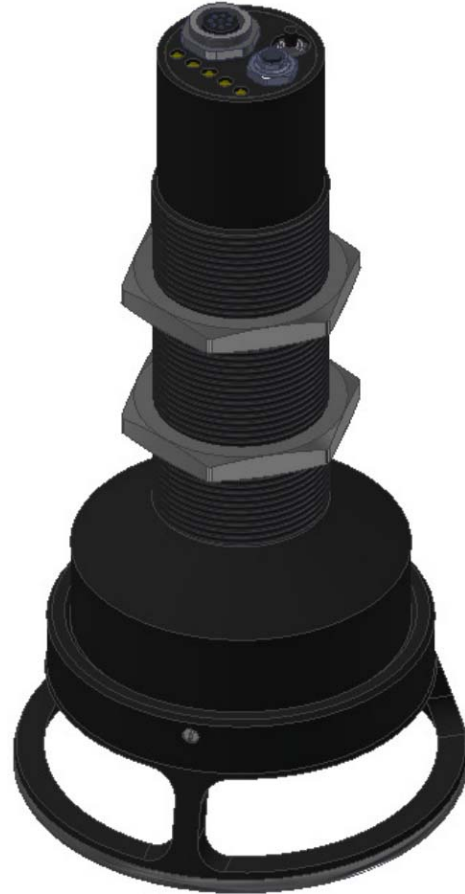
I LED UV sono disposti ad anello, al centro del sistema di sensori si trova la parte ricevente, che può rilevare nel campo di lunghezze d'onda visibile per mezzo di filtri ottici a monte, mentre la luce UV è bloccata. Anche con questo metodo di misura si deve considerare che l'intensità della fluorescenza misurata dipende tra l'altro anche dalla superficie metallica, poiché questa funge da riflettore. È quindi assolutamente necessaria una taratura sulla rispettiva superficie o sulla rispettiva forma dell'oggetto.

Metodo di misura 3:

Assorbimento della luce MIR (lunghezza d'onda centrale di $3\mu\text{m}$) da uno strato di olio

L'unità di illuminazione è una sorgente di luce MIR a banda larga che copre un intervallo di lunghezze d'onda da circa $2\mu\text{m}$ a $6\mu\text{m}$. Con l'aiuto di due ricevitori, che hanno filtri ottici diversi, viene effettuata una valutazione normalizzata del segnale. Il ricevitore 1 rileva in un campo di lunghezza d'onda stretto con una lunghezza d'onda centrale di circa $3\mu\text{m}$, mentre il ricevitore 2, anch'esso operante in banda stretta, è dotato di una lunghezza d'onda centrale di circa $4\mu\text{m}$. Il ricevitore 2 funge da riferimento, poiché il suo campo di lunghezza d'onda è impercettibilmente influenzato dallo strato di olio rispetto al campo di lunghezze d'onda del ricevitore 1. La superficie metallica, invece, si riflette in modo uniforme in entrambi i campi di lunghezza d'onda. Una valutazione normalizzata dei due segnali di misura fornisce informazioni sull'assorbimento dello strato di olio; il risultato è in gran parte indipendente dalla superficie metallica presente in ciascun caso.

La distanza di misura dal sensore (**SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)**) alla superficie metallica durante la misurazione INLINE è di 10 mm, il campo di rilevamento è di 10 mm di diametro. Non è stato possibile determinare una compromissione della misura a causa della luce ambientale (illuminazione interna a LED a luce bianca), di conseguenza è possibile lavorare con un'alta frequenza di misura ($> 1 \text{ kHz}$). Per la misurazione OFFLINE è disponibile un distanziale (**SPECTRO-M-30-OFL**) che fornisce anche una distanza di misura della superficie metallica di 10 mm.



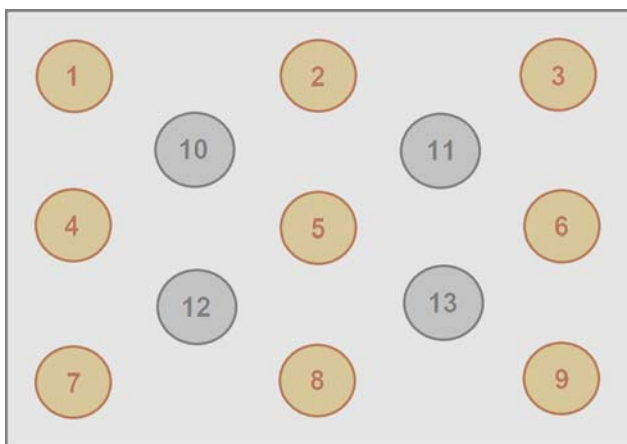
SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)



SPECTRO-M-30-OFL

La configurazione della misurazione

Come oggetto di misura è stata utilizzata una piastra di acciaio inossidabile, sulla cui superficie erano stati applicati strati di diverso spessore del medesimo olio (gli strati di olio dovrebbero spaziare nell'intervallo tra $<1\mu\text{m}$ e ca. $20\mu\text{m}$). Il test è stato effettuato utilizzando diverse quantità di olio (nei settori 1,2,3: quantità media di olio, nei settori 4,5,6: quantità bassa di olio e nei settori 7,8,9: quantità abbondante di olio). Successivamente, la macchia d'olio è stata distribuita in modo omogeneo su un diametro di circa 60 mm con un panno monouso (privo di lanugine). Questo processo si è svolto in tutti i settori citati. Inoltre, la quantità di olio già sparsa è stata utilizzata per spargere i settori 2,3,5,6,8 e 9 una seconda volta utilizzando un panno monouso, senza modificare il diametro del rispettivo settore. Questo processo è stato ripetuto una seconda volta nei settori 3,6 e 9.

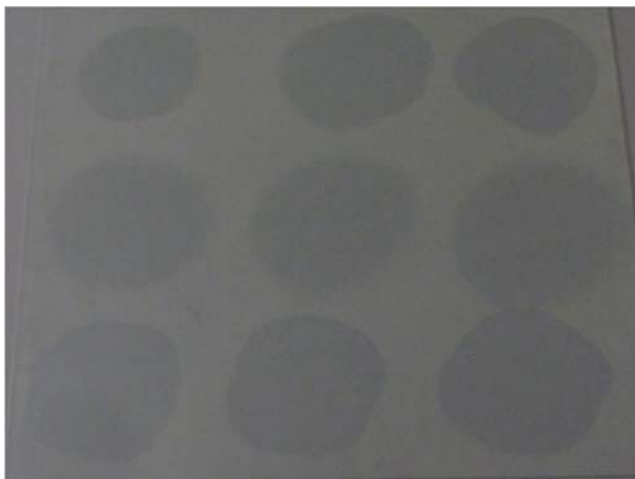


1,2 e 3: spessore medio dello strato
(decescente da 1 a 3)

4,5 e 6: spessore basso dello strato
(decescente da 4 a 6)

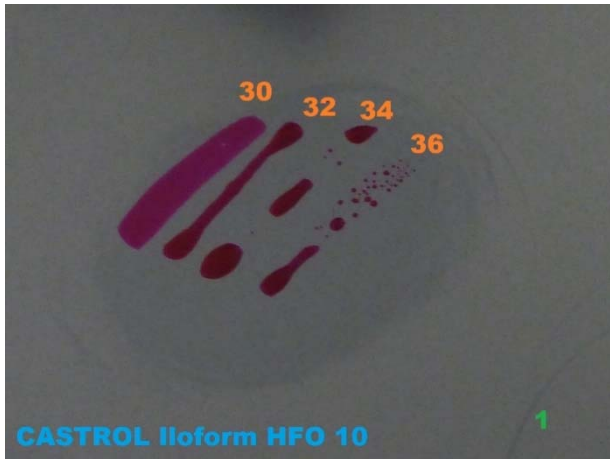
7,8 e 9: spessore grande dello strato
(decescente da 7 a 9)

10,11,12 e 13: Settori utilizzati per la
misura di riferimento (settori senza
applicazione di olio)



Piastra in acciaio inossidabile con i 9
diversi settori. Dopo le rispettive prove
con un certo tipo di olio, la piastra
metallica è stata pulita dall'olio
(sgrassata) quasi senza lasciare residui.
Per verificare se l'olio dei test precedenti
era stato rimosso dalla superficie
metallica, sono state effettuate
misurazioni anche tra le singole
applicazioni di olio (settori 1-9). Queste
aree sono state designate come settori
10-13

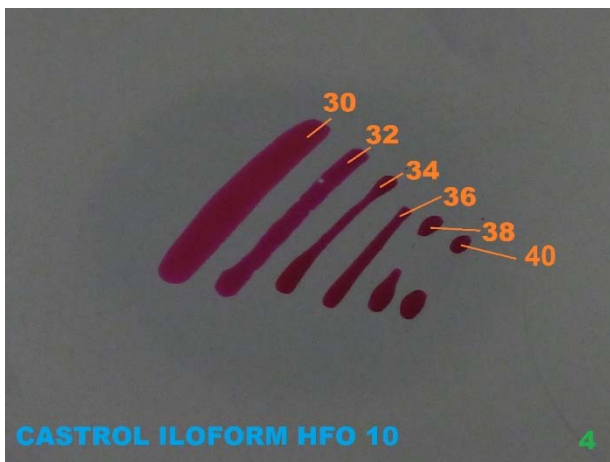
Come già accennato all'inizio, la tensione superficiale serve come riferimento per le rispettive misurazioni nei rispettivi settori. Questa è stata determinata utilizzando gli inchiostri di prova disponibili (da 30mN/m a 50mN/m) per ogni tipo di olio. (L'inchiostro di prova è stato applicato ai rispettivi settori, per cui il risultato della misurazione sarà influenzato dall'auto-fluorescenza dell'inchiostro di prova, dall'assorbimento o dalla riflessione supplementare)



Campione di olio: CASTROL Iloform HFO 10

Inchiostri di prova: 30mN/m, 32mN/m, 34mN/m e 36mN/m

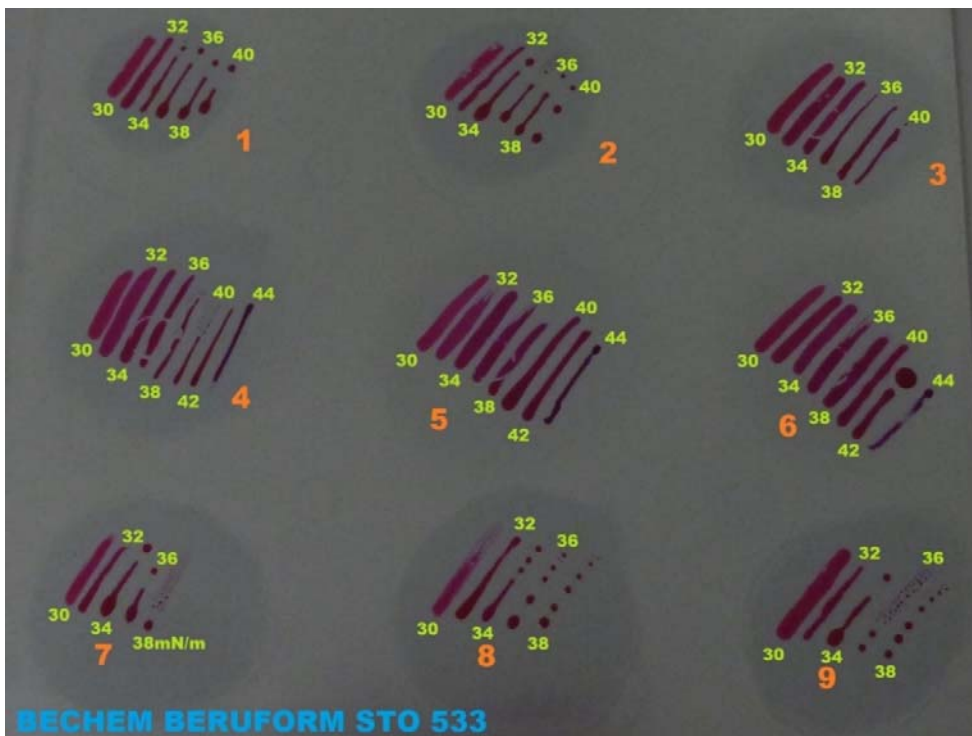
Settore: 1



Campione di olio: CASTROL Iloform HFO 10

Inchiostri di prova: 30mN/m, 32mN/m, 34mN/m, 36mN/m, 38mN/m e 40mN/m

Settore: 4



Campione di olio: BECHEM BERUFORM STO 533, inchiostri di prova utilizzati: da 30mN/m a 44mN/m in 9 diversi settori

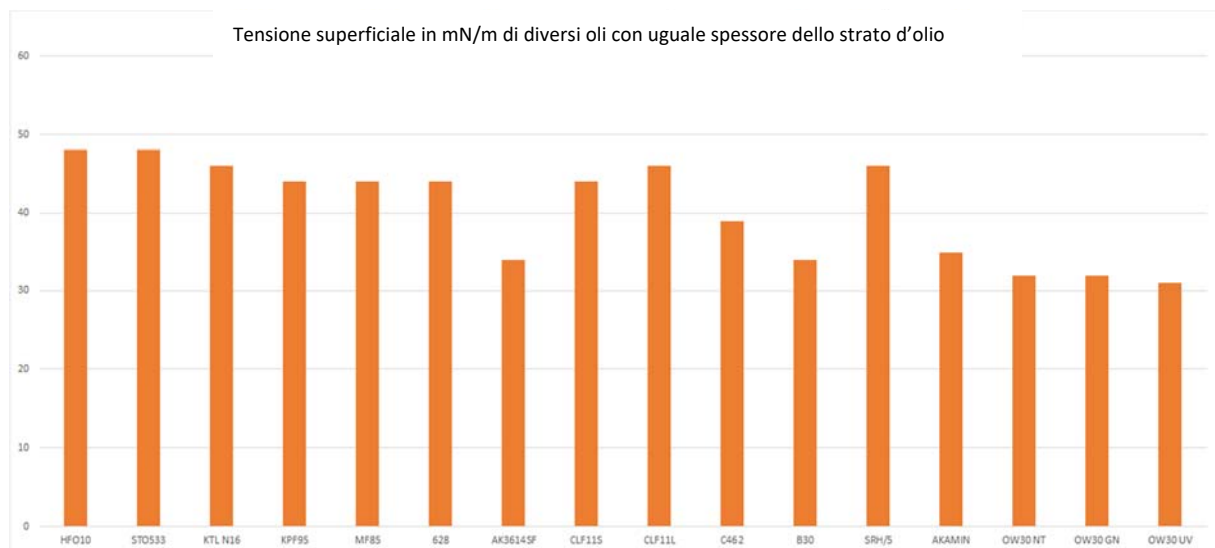
I campioni di olio

Per i test erano disponibili i seguenti oli:

- CASTROL HFO10
- BECHEM STO533
- Z+G KTL N16
- BECHEM KFP95
- BECHEM MF85
- WILKE 628
- WISURA AK3614SF
- RAZIOL CLF11S
- RAZIOL CLF11L
- TRUMPF C462
- TRUMPF B30
- TRUMPF SRH/5
- TRUMPF AKAMIN
- OW 30 NEUTRAL
- OW 30 0.01% GRÜN
- OW 30 0.01% UV-FARBE

Confronto della tensione superficiale dei diversi oli con circa lo stesso spessore dello strato d'olio

Dall'analisi dei diversi oli è emerso che la tensione superficiale assume valori diversi con circa lo stesso spessore dello strato d'olio a seconda dell'olio in questione:



I valori di tensione superficiale sono stati confrontati nel settore 6, cioè la minore quantità di olio applicata (spessore dello strato ca. <math><1\mu\text{m}</math>). Non è possibile trarre conclusioni della tensione superficiale sullo spessore dello strato d'olio senza conoscere l'olio.

I risultati delle misurazioni

Metodo di misura 1:

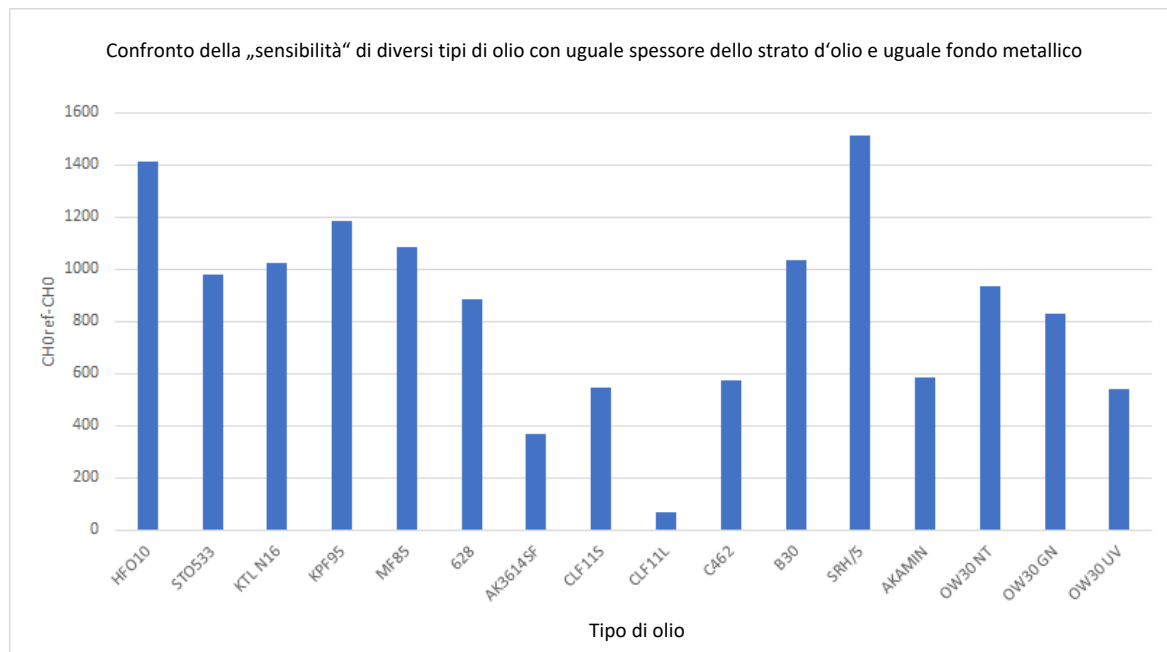
Assorbimento della radiazione UVC (lunghezza d'onda centrale di 265nm) da parte dello strato di olio

Il sensore a conduttore ottico **SPECTRO-1-FIO-(UVC/UVC)** comprensivo del conduttore a luce riflessa **R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV** e dell'attacco offline del conduttore ottico **A3.0-OFL** sono stati utilizzati per misurare ogni tipo di olio nei settori da 10 a 13 (determinazione dei valori di misura e della tensione superficiale della superficie metallica sgrassata, che funge da riferimento) e poi nei settori da 1 a 9. La testa del conduttore ottico, incluso l'attacco offline, è stata posizionata al centro di ogni settore.



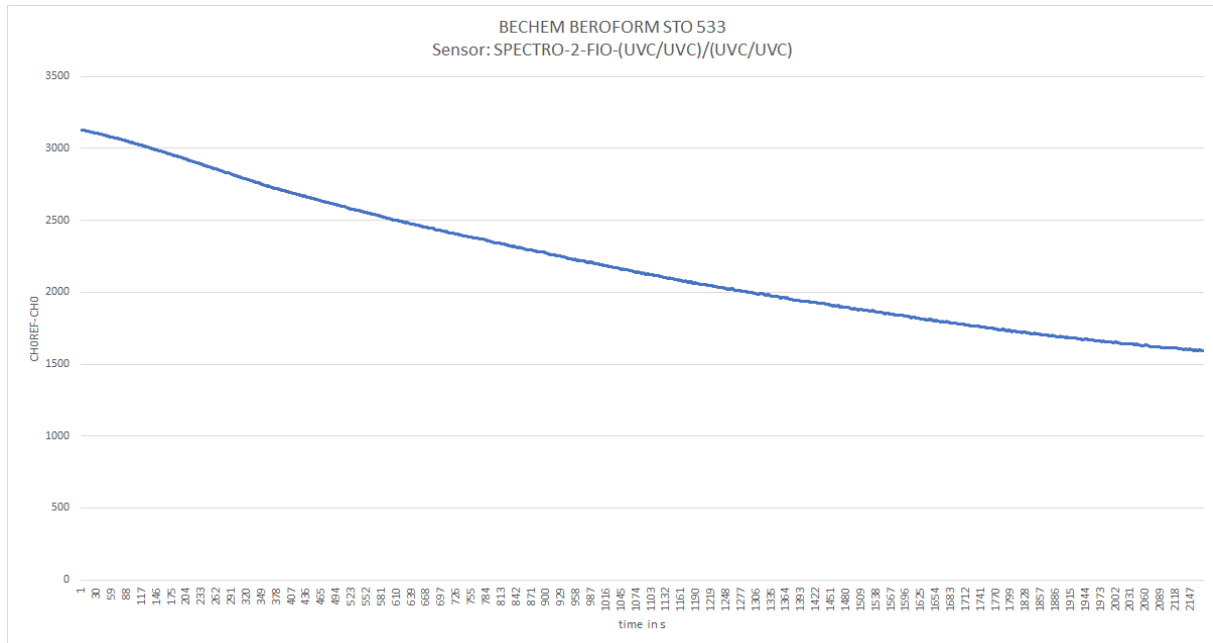
Confronto della tensione superficiale dei diversi oli con circa lo stesso spessore dello strato d'olio

L'esame dei tipi di olio disponibili con il metodo di misurazione 1 ha tuttavia portato a risultati di misurazione chiaramente diversi, come si può desumere dal seguente diagramma:



In ogni caso, è stato misurato il calo di segnale della radiazione UVC $CH0ref$ riflessa dalla superficie metallica e rilevata dal conduttore ottico meno la radiazione UVC CHO riflessa dalla superficie metallica e ridotta (per assorbimento) sia sul percorso di andata che di ritorno. Il rapporto della differenza $CH0ref-CHO$ dal campione di olio più assorbente al campione di olio che si comporta in modo quasi neutrale è approssimativamente un fattore 22.

Analisi sull'assorbimento UVC di uno strato di olio in funzione del tempo



In questo metodo di misura, il front end del conduttore ottico A3.0-OFL è stato posizionato in un punto specifico sul film d'olio per un lungo periodo di tempo e durante questo tempo è stata registrata l'andamento del segnale CHO.

In questo caso si è osservata una significativa diminuzione dell'assorbimento ($\Delta = 1600$) della radiazione UVC per un periodo di 36 min (CHOfref = 3975), che corrisponde ad una diminuzione relativa dell'effetto di assorbimento del fattore 2. Per la determinazione del valore di misura è quindi decisivo il tempo trascorso dal posizionamento della testina di misurazione sul rispettivo campione d'olio.

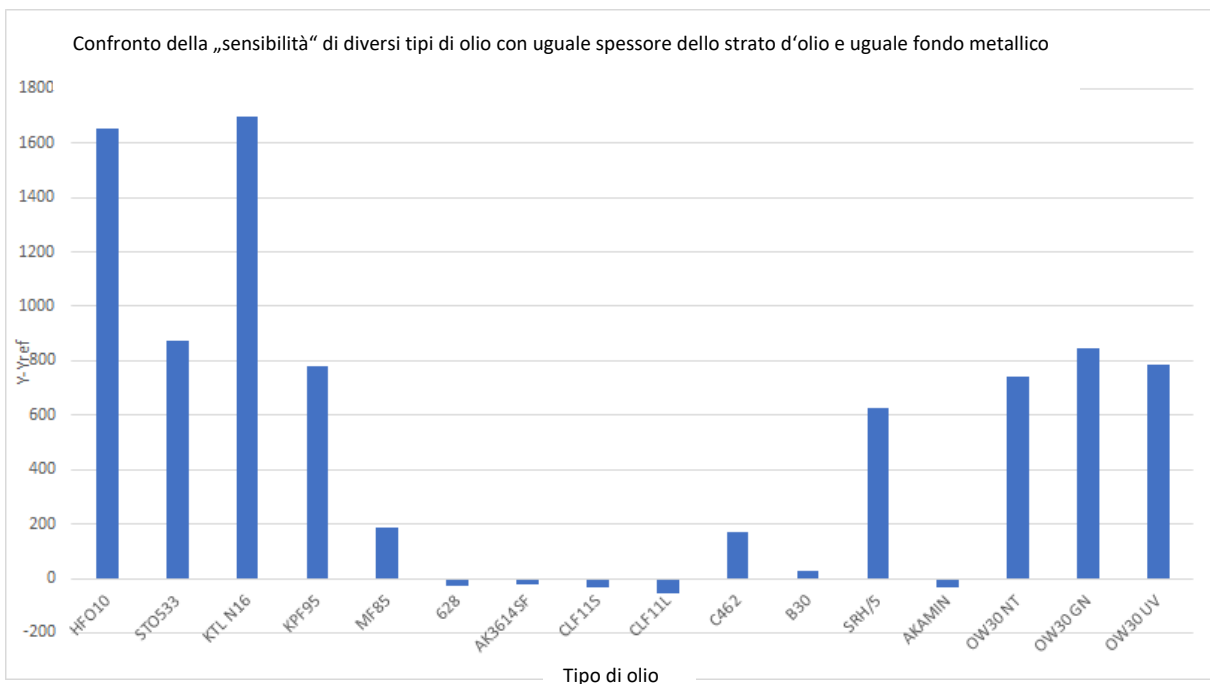
Metodo di misura 2:

Emissione secondaria nel campo di lunghezza d'onda visibile (fluorescenza) su eccitazione nel campo UVA (365nm)



Come sensore è stato utilizzato uno **SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA** con un'illuminazione anulare UVA (365nm) e un campo di rilevamento sul lato del ricevitore tipicamente da 450nm a 700nm. Il sistema **INLINE** è stato dotato di un distanziale **SPECTRO-3-15-d65-OFL** nella parte anteriore, in modo che le misurazioni potessero essere eseguite anche in posizione orizzontale. Innanzitutto è stato determinato un valore di riferimento medio nei punti di riferimento (10-13) e poi misurati in sequenza i punti 1-9 per ogni campione di olio.

Confronto della tensione superficiale dei diversi oli con circa lo stesso spessore dello strato d'olio



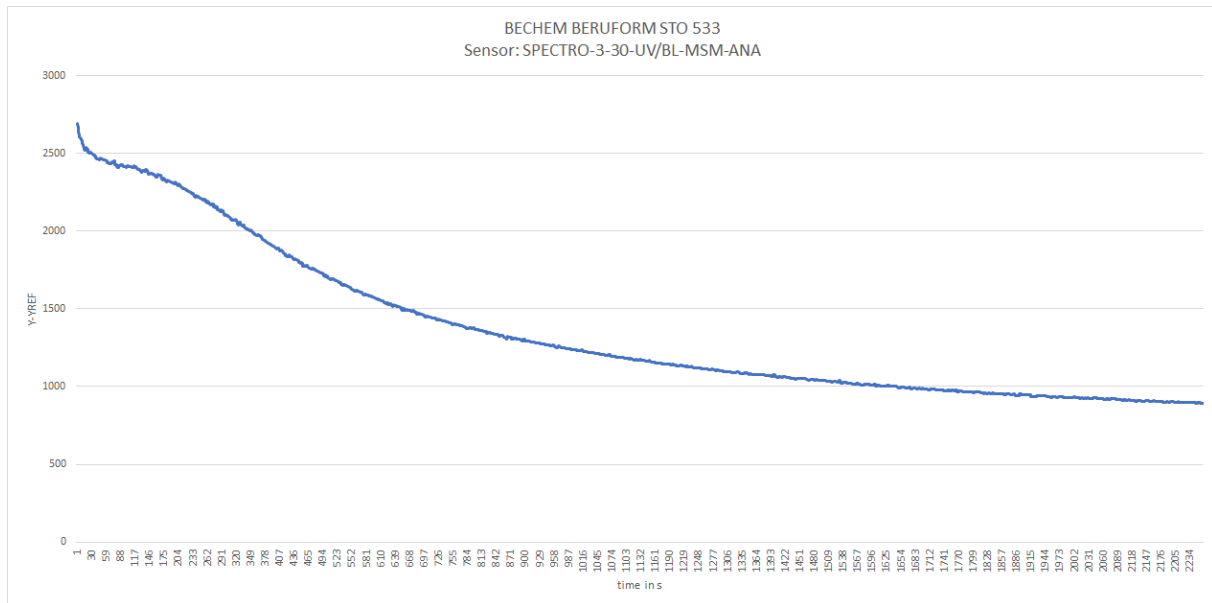
Anche con questo metodo di misura, ci sono state grandi differenze nel valore $Y-Y_{ref}$ per lo stesso spessore dello strato di olio dei singoli tipi di olio. Se non si tiene conto dei tipi di olio che non tendono alla fluorescenza, c'è una differenza di circa 61 tra il campione più sensibile (Z+G KTL N16) e quello meno sensibile (TRUMPF B30).

Non è stato possibile rilevare alcuna fluorescenza con i seguenti tipi di olio quando eccitati nel range UVA:

- WILKE 628
- WISURA AK 3614SF
- RAZIOL CLF 11S
- RAZIOL CLF 11L
- TRUMPF AKAMIN

Analisi sulla fluorescenza nel campo di lunghezza d'onda visibile su eccitazione UVA di uno strato di olio in funzione del tempo

In questo caso, il sensore è stato posizionato su uno specifico punto di misura per un periodo di tempo più lungo (alcuni minuti) e la potenza del segnale Y è stata registrata durante questo periodo.



Per un periodo di circa 38 minuti, ad esempio, è stato possibile determinare una diminuzione del segnale di fluorescenza $Y-Y_{ref}$ del fattore 3 per il tipo di olio BECHEM BERUFORM STO533. Pertanto, per questo metodo di misura è altrettanto decisivo, al fine di determinare la tensione superficiale nel rispettivo punto di misura, il momento esatto in cui il valore misurato è stato registrato dopo che il sistema di sensori è stato posizionato sulla superficie. Tuttavia, nel caso dell'uso INLINE del sistema di sensori dovrebbe essere meno problematico, poiché in questo caso ogni campione di misura è esposto alla radiazione UVA relativamente intensa solo per un breve periodo di tempo e quindi il valore di misura può essere determinato contemporaneamente dopo il posizionamento. La sequenza sincrona temporale avviene tra il controllore logico programmabile (PLC) e il rispettivo attuatore.

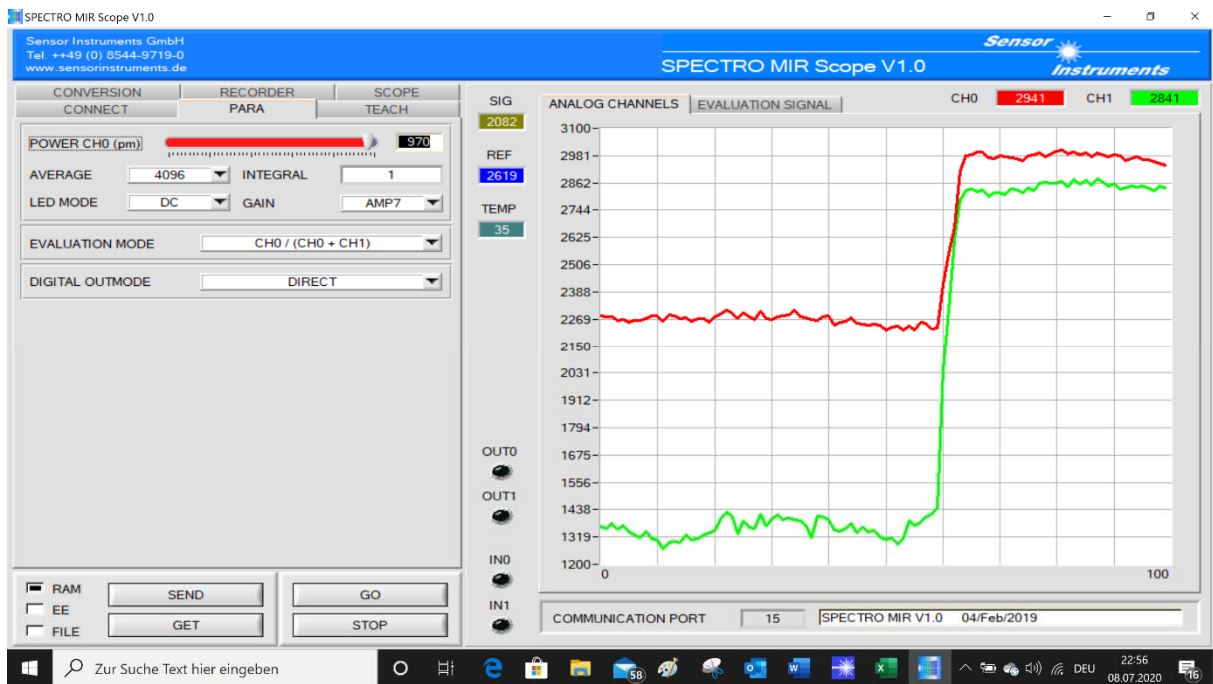
Metodo di misura 3:

Confronto normalizzato di due campi di lunghezza d'onda nel medio infrarosso (MIR)

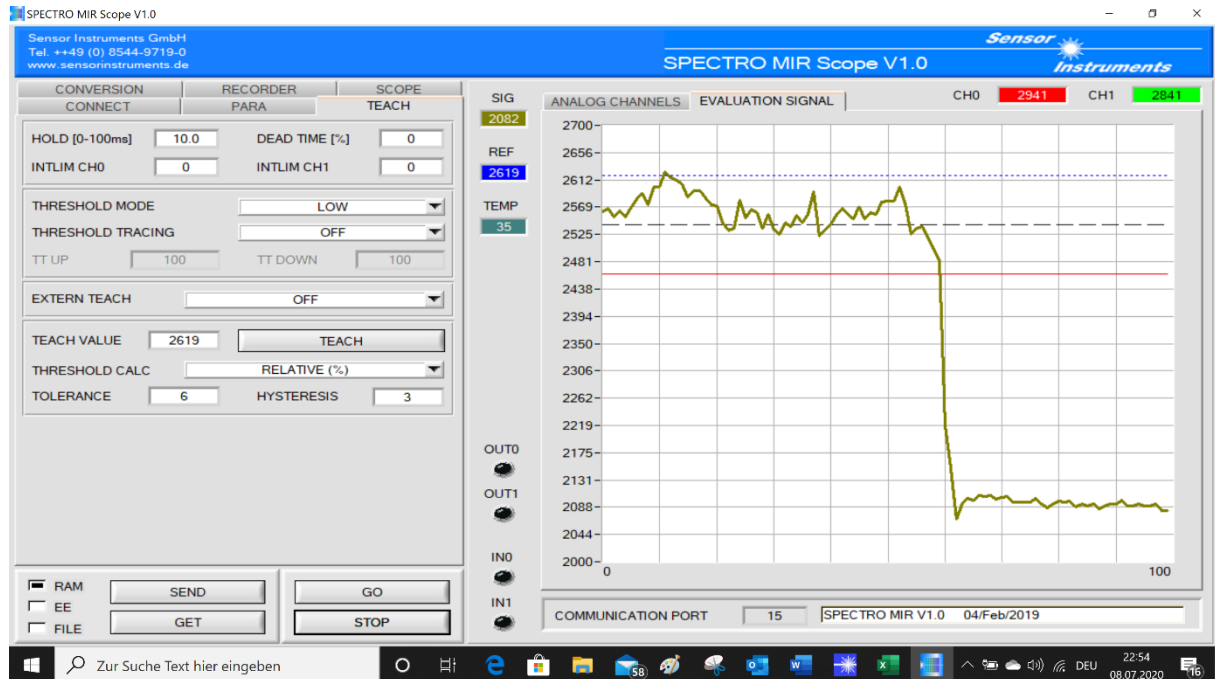
Come sensore è stato qui utilizzato uno **SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)**. Anche qui sono state considerate le posizioni di misura 1-9, mentre le posizioni 10-13 sono servite come posizioni di riferimento. Utilizzando il distanziale **SPECTRO-M-30-OFL**, il sistema di misura INLINE è stato rapidamente convertito in uno strumento di misura portatile. La distanza dalla superficie di misura era di 10 mm. Il valore misurato normalizzato risulta dai due valori misurati determinati delle due finestre di misura nell'intervallo MIR con le lunghezze d'onda centrali rispettivamente di $3\mu\text{m}$ e $4\mu\text{m}$, per cui quest'ultima funge da finestra di riferimento, poiché le precedenti indagini spettrometriche hanno dimostrato che non vi è un assorbimento percettibile della radiazione MIR in questo intervallo di lunghezze d'onda.



Durante le misurazioni è stata realizzata una connessione al PC mediante interfaccia seriale. La parametrizzazione dei sensori e la visualizzazione numerica e grafica dei dati di misura sono state effettuate con il software Windows® **SPECTRO MIR Scope V1.0**.



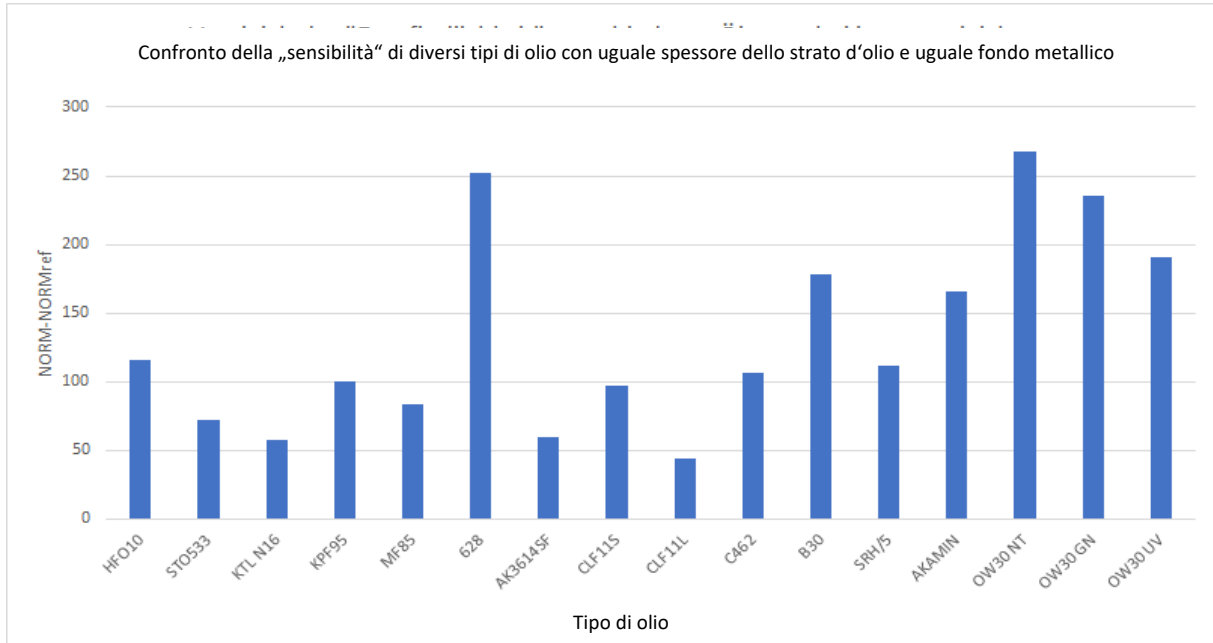
Oltre alla visualizzazione dei due valori di misura CH0 (valore di riferimento a 4µm) e CH1 (valore di misura a 3µm), viene raffigurato anche il valore SIG normalizzato = $4095 \times CH0 / (CH0 + CH1)$.



Per una misurazione IN LINEA si può utilizzare anche il software **MIR MONITORING**. La situazione attuale della qualità e il trend possono essere visualizzati sotto forma di diagramma a barre dall'operatore dell'impianto sul monitor durante la produzione. Inoltre, i dati di misura vengono salvati in un formato adeguato, in modo da poterli successivamente utilizzare con Word® o Excel®.

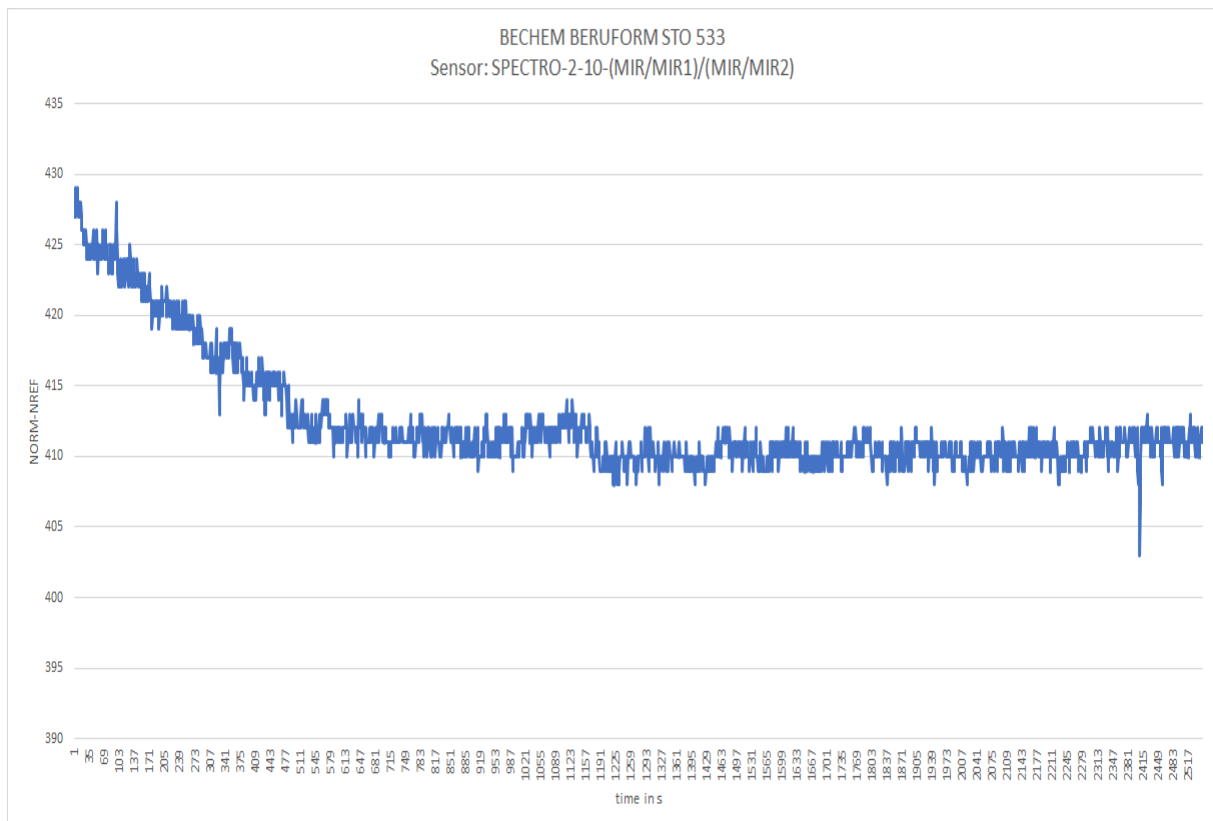
Confronto della tensione superficiale dei diversi oli con circa lo stesso spessore dello strato d'olio

È stato possibile rilevare differenze di sensibilità tra i diversi tipi di olio (con spessore dello strato comparabile) anche con questo metodo di misurazione. Rispetto agli altri due metodi di misurazione, tuttavia, è stato possibile rilevare tutti i tipi di olio e la differenza tra il campione più sensibile e quello meno sensibile era solo un fattore 7.



Analisi sull'assorbimento normalizzato della luce MIR nelle gamme di lunghezza d'onda di 3µm o 4µm di uno strato di olio in funzione del tempo

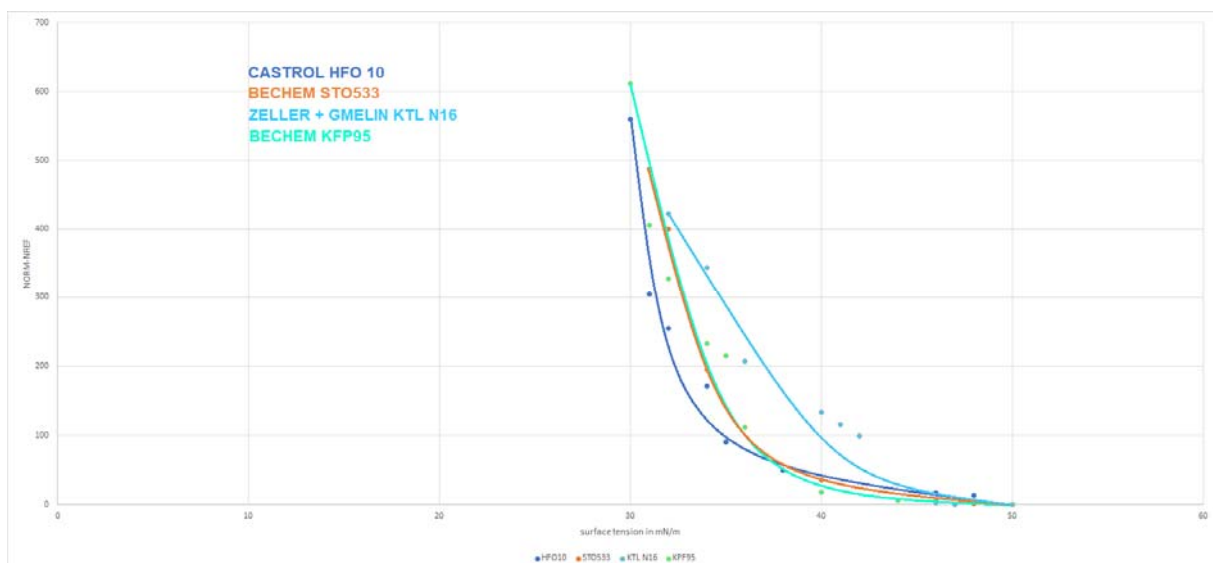
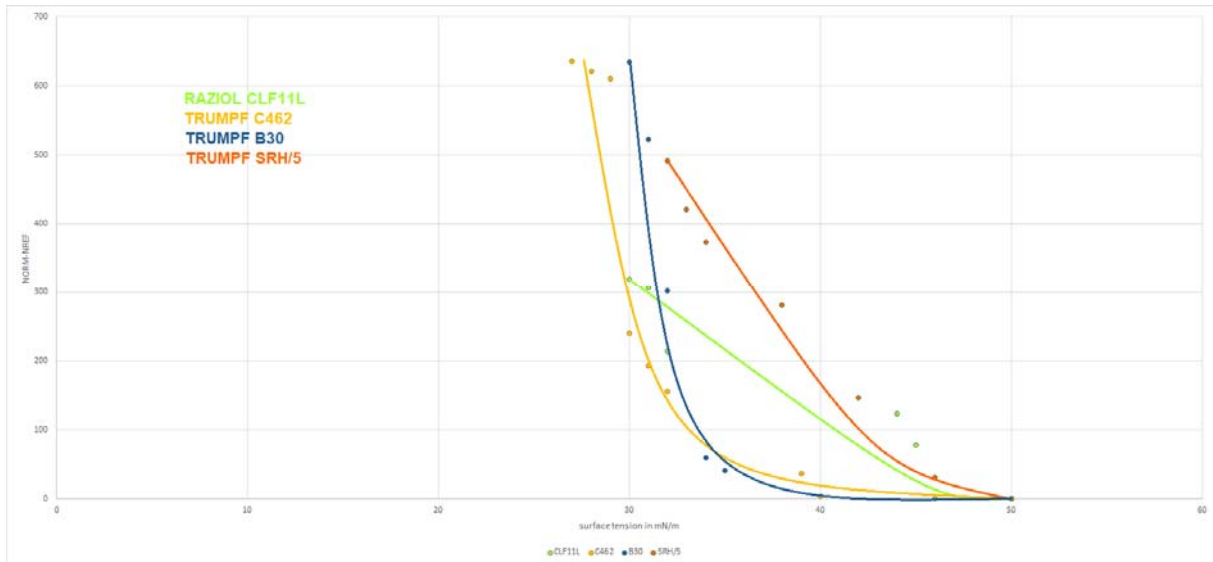
I sensori sono stati posizionati su un punto di misura, che è stato dotato di un film di un certo tipo di olio, e successivamente è stata effettuata una registrazione dei dati di misura per un periodo di tempo più lungo (ca. 43 min.)

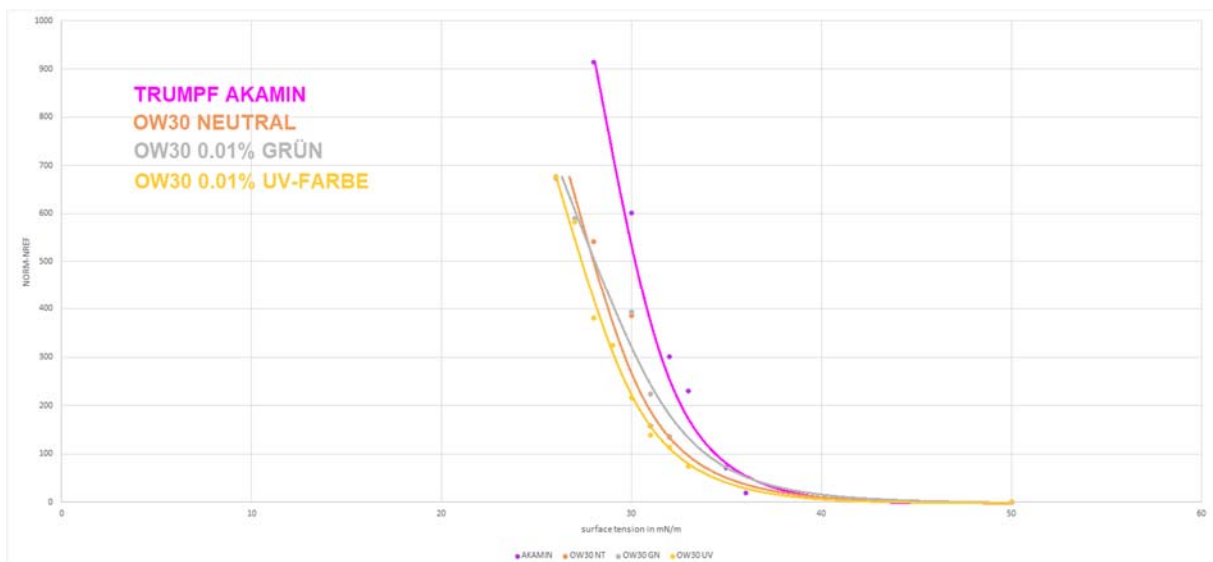
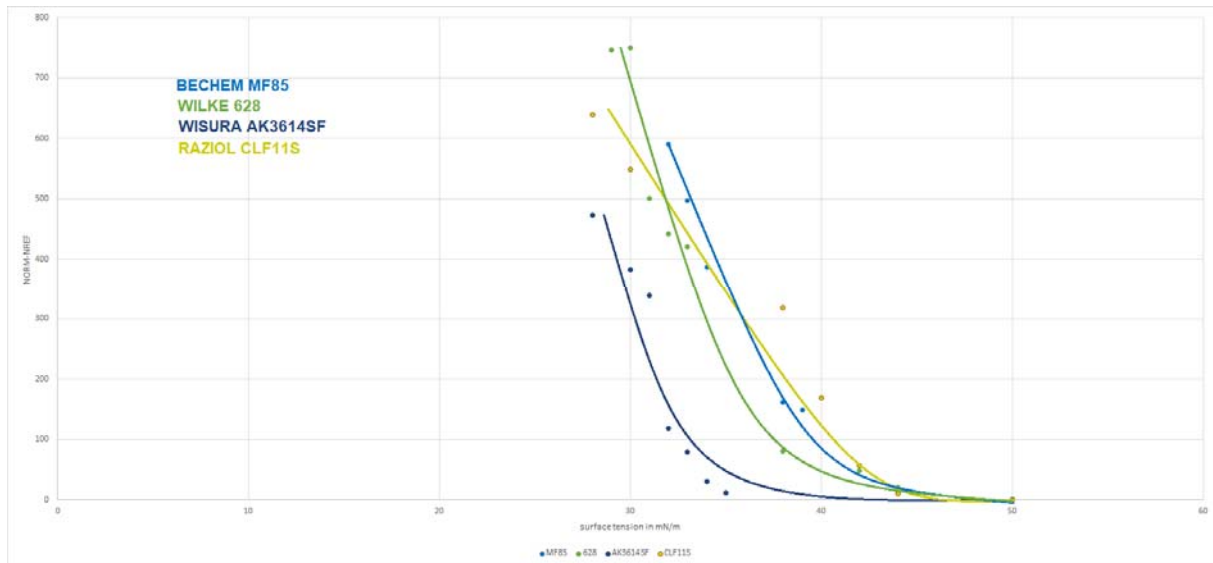


È stata riscontrata una diminuzione nel range normalizzato pari a solo il 5% (corrispondente ad un fattore di circa 1,05). Rispetto ai due metodi di misura precedenti, il calo del segnale è significativamente più ridotto, il che è probabilmente dovuto non solo alla valutazione normalizzata, ma anche al fatto che la radiazione MIR sembra avere un effetto molto inferiore sulla variazione del comportamento di assorbimento degli oli nel tempo.

Analisi sul comportamento di assorbimento normalizzato nel campo MIR in funzione della tensione superficiale del rispettivo tipo di olio

Qui, le misurazioni sono state effettuate nelle posizioni 1-9 (NORM) e inoltre è stato creato un valore di riferimento medio con le 4 posizioni di riferimento (NORMref). La differenza tra i due valori (NORM - NORMref) serve come misura della tensione superficiale. Il valore della tensione superficiale è stato qui determinato con il metodo dell'inchiostro di prova.





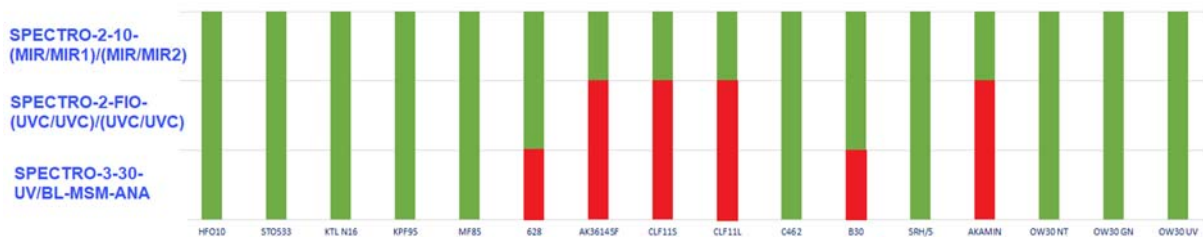
Dalle curve di misura si può dedurre che anche con questo metodo di misura occorre fare una taratura all'olio di volta in volta utilizzato in combinazione con la rispettiva superficie metallica. La calibrazione può essere eseguita dall'utente utilizzando il software Windows® **SPECTRO MIR Scope V1.0**. Oltre al rispettivo valore NORM viene visualizzato anche il valore della tensione superficiale.

Riepilogo

In pratica, la presenza di film d'olio su superfici metalliche fino ad oggi è stata spesso controllata a campione con inchiostri di prova. Tuttavia, si tratta di un metodo a contatto, poiché occorre applicare l'inchiostro di prova sulla rispettiva superficie. Inoltre, questo metodo di determinazione della tensione superficiale dipende anche dal punto di osservazione dell'osservatore (formazione di goccioline sì/no e in quale tempo?) e il fatto che vi sia solo una gradazione relativamente grossolana degli inchiostri di prova in termini di

tensione superficiale (a intervalli di 2mN/m) non è certo di aiuto per eseguire un'analisi accurata. D'altro canto, per questo metodo è necessaria una certa dimensione dell'area da testare (larghezza della pennellata x circa 15 mm di lunghezza). I metodi di misura 1 e 2 già spiegati consentono aree di misura molto piccole, ma hanno lo svantaggio che non tutti gli oli reagiscono al rispettivo effetto fisico, cioè si comportano in modo quasi neutrale. Il metodo di misura 3 richiede una superficie di prova un po' più grande, che inoltre dovrebbe essere piana. Per tutti gli altri criteri, tuttavia, questo processo funziona meglio dei metodi di misura 1 e 2. Uno dei principali vantaggi del metodo di misura 3 dovrebbe essere la valutazione normalizzata. Anche se questo non può sostituire la calibrazione personalizzata per ogni tipo di olio e superficie metallica, è possibile, tuttavia, compensare in larga misura le variazioni della superficie metallica e l'eventuale deriva di intensità della sorgente luminosa utilizzata. Inoltre, quando si utilizza la luce artificiale (lampade a LED a luce bianca) per illuminare l'ambiente (luce ambientale) non si osservano influenze sul risultato della misurazione.

Quali oli sono adatti per il rispettivo metodo di misurazione? (verde: adatto, rosso: non adatto)



Altre importanti caratteristiche dei metodi di misura applicati a confronto:

Metodo di misura	UVC	UVA	MIR
Fattore di differenza di sensibilità dei diversi tipi di olio	22	61	7
Fattore di attenuazione del segnale con l'esposizione a lungo termine	2	3	01:05
Sensibilità della luce esterna alla luce artificiale (luce bianca a LED)	medio	intenso	basso
Distanza di misura in mm	5	15 (11)*	10
Campo di rilevamento in mm	5	12 (1)*	10

* per il metodo di misura UVA è disponibile anche una versione del conduttore ottico, con la quale si possono ottenere campi di rilevamento corrispondentemente piccoli.

Contatto:

Sensor Instruments
Entwicklungs- und Vertriebs GmbH
Schlinding 11
D-94169 Thurmansbang
Telefono +49 8544 9719-0
Telefax +49 8544 9719-13
info@sensorinstruments.de