

Informacja prasowa Sensor Instruments

Styczeń 2021

Detekcja warstw oleju na metalowych powierzchniach: porównania procesów pomiaru.

21.01.2021. Sensor Instruments GmbH: W trakcie plastycznej obróbki metali konieczne jest zastosowanie olejów. Przykładowo oleje naniesione na taśmy metalowe zapewniają zmniejszenie zużycia tłoczników. Natomiast w procesie obróbki wiórowej oleje stosowane do wiercenia wydłużają czas pracy np. wiertel i frezów. Z kolei oleje służą do ochrony półproduktów przed korozją półproduktów wykonanych z blachy lub folii metalowych. Jednakże po obróbce końcowej konieczne jest usunięcie pozostałości oleju w możliwie największym stopniu z gotowych wyrobów. Służą do tego specjalistyczne urządzenia, w których metalowe części są czyszczone i następnie przedmuchiwane.



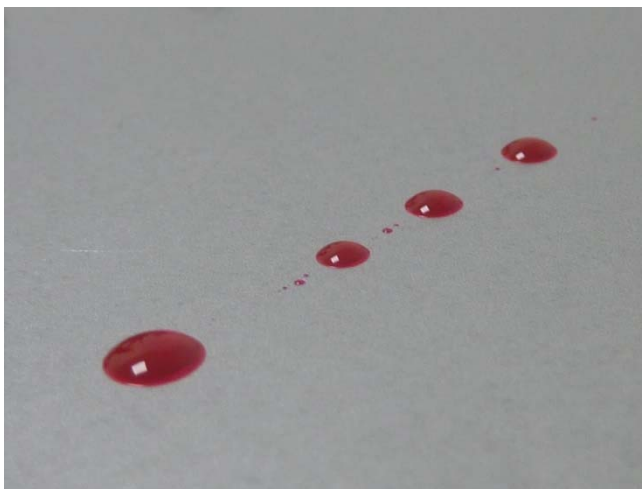
Aby przy nanoszeniu oleju zachować obowiązujące przepisy ochrony środowiska i wykorzystywać ekonomiczne aspekty wykonywanych operacji, zaleca się ustalenie ilości oleju przeznaczonego do realizacji produkcji. W przyszłości będzie można określić ilość oleju także INLINE w trakcie przebiegu wytwarzania. Poniżej przedstawionych zostało kilka procesów pomiaru, które bliżej określają istotę problemu. Monitorowanie procesu czyszczenia może następować za pomocą tego samego układu sensorycznego. Wyzwaniem jest w tym przypadku uchwycenie metodą INLINE, w sposób niebudzący wątpliwości, także niewielkiej ilości resztek oleju. W elementach przewodzących prąd elektryczny takich, jak na przykład szyny miedziane lub przewody wysokiego napięcia, wymagana jest stosunkowo niewielka rezystancja, ale w związku z tym problem stanowiłaby warstwa pozostałości oleju, która wpływałaby niekorzystnie na efektywność mocy.

Jak jest to w praktyce sprawdzane do tej pory?

Mówiąc o warstwie oleju przede wszystkim zwraca się uwagę na jej określoną grubość mierzoną przykładowo w μm . Powszechnie przyjętą metodą stanowiłoby w pierwszym rzędzie wyznaczenie gramatury filmu olejowego. Aby to wykonać, należy ustalić ciężar całego elementu konstrukcyjnego. Warunkiem jest dysponowanie precyzyjną wagą oraz identyczną nienaoliwioną częścią konstrukcyjną w celu ustalenia różnicy ciężaru. Aby można było odnieść gramaturę na grubość warstwy, konieczne jest uzyskanie dodatkowej informacji o gęstości danego oleju oraz o powierzchni elementu konstrukcyjnego. Istotna różnica ciężaru między właściwą warstwą oleju a ciężarem elementu konstrukcyjnego przy dokładnym ustaleniu grubości warstwy nie jest tutaj właściwie potrzebna. Oprócz tego pojawia się kolejne źródło błędów, jakim jest różnica ciężaru części konstrukcyjnych (od części konstrukcyjnej do części konstrukcyjnej), co następuje każdorazowo w stanie nienaoliwionym.

Brak zwykłych alternatyw dla bezpośredniego ustalania grubości warstw mógłby stać się przyczyną, że w praktyce metoda określenia napięcia powierzchniowego badanego elementu konstrukcyjnego

cieszyłyby się rosnącą popularnością. W obecności cienkiej warstwy oleju na metalowej powierzchni obserwuje się zmniejszenie napięcia powierzchniowego powyżej 50 mN/m w stanie niezwilżonym do wartości poniżej 40 mN/m w przypadku zaoliwienia (w zależności od grubości warstwy i rodzaju oleju). Do wykazania istnienia napięcia powierzchniowego służą tzw. tusze testowe, które pokrywają cały zakres od 30 mN/m do 50 mN/m wzrastając co dwie jednostki (30 mN/m, 32 mN/m, 34 mN/m, ...). Tusz testowy nanoszony jest w miejscu przeznaczonym do badania za pomocą pędzla dostarczanego z opakowaniem. Jeżeli tusz perli się na powierzchni, należy zastosować w taki sam sposób środek znajdujący się jeden stopień niżej w szeregu. Należy tak postępować, aż tusz w określonym czasie uzyska przyczepność do powierzchni i nie będzie się perlił. Napięcie powierzchniowe będzie znajdować się wówczas w granicach określonych dwoma ostatnio użytymi tuszami. Można zauważyć, że zmniejszanie się napięcia powierzchniowego postępuje w parze ze wzrostem grubości warstwy olejowej.



Tusz testowy perli się na powierzchni metalowej zwilżonej olejem, co wskazuje, że napięcie powierzchniowe jest mniejsze aniżeli wartość wskazana dla tego środka.



Na tej ilustracji tusz testowy na powierzchni metalowej zwilżonej olejem ale uprzednio odtłuszczonej pozostaje przyczepiony. Napięcie powierzchniowe na metalowej powierzchni jest zwięźku z tym wyższe od wartości podanej dla danego tuszu.

Trzy różne procesy pomiaru

Proces pomiaru 1:

Absorpcja promieniowania UVC (długość fali centralnej 265 nm) przez warstwę oleju

Jako zespół sensoryczny stosowany jest czujnik światłowodowy (**SPECTRO-1-FIO-UVC/UVC**) w odbitym świetle. Źródło światła stanowi lampa LED UV o długości fali centralnej 265 nm. Za pomocą światłowodu z włókna kwarcowego (**R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV**) światło UVC zostaje skierowane na mierzony odcinek metalowej powierzchni i jest odbijane na niej częściowo jako rozproszone, a częściowo bezpośrednio. Część odbitego promieniowania kierowana jest za pomocą refleksyjnej wiązki światłowodów do detektora znajdującego się w czujniku. Odtłuszczona, niezwilżona olejem powierzchnia metalowa (chodzi tutaj o taki sam materiał jak również o taką samą strukturę powierzchni jak w późniejszych pomiarach) służy za wzorzec odniesienia. Jeżeli teraz warstwa oleju znajdzie się między powierzchnią czołową światłowodu a metalową powierzchnią, następuje absorpcja części światła UVC zarówno na drodze tam jak i z powrotem. Za pomocą detektora można obserwować spadek wartości sygnału. Jeżeli do pomiaru INLINE wykorzystuje się układ sensoryczny, zalecane jest stosowanie odstępów roboczych powierzchni czołowej światłowodu od powierzchni metalu wynoszącej ok. 5 mm. Dywergencja promienia wynosi 22°, a plamka świetlna na badanej powierzchni przyjmuje średnicę w granicach 5 mm. W przypadku pomiarów OFFLINE stosowany jest dodatkowo odstępnik (**A3.0-OFL**), który można mocować na głowicy czujnika światłowodowego.



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

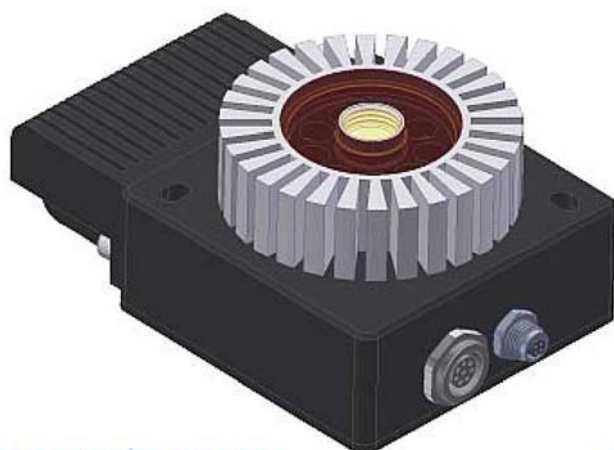


A3.0-OFL

Proces pomiaru 2:

Wzbudzenie warstwy oleju do fluorescencji w widzialnym zakresie długości fal z zastosowaniem światła UVA (długość fali centralnej 365 nm)

Do tego celu wykorzystywany jest czujnik koloru (**SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA**), którego zespół nadajnika stanowi LED UV (długość fali centralnej 365 nm). W pomiarach INLINE zaleca się stosowanie odstępów roboczego wynoszącego 15 mm. Z odstępnikiem (**SPECTRO-3-15-d65-OFL**) można pracować również w trybie OFFLINE (także w tym przypadku odległość czujnika od obiektu wynosi 15 mm). Obszar detekcji przy tej wielkości odstępów posiada średnicę ok. 12 mm.



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



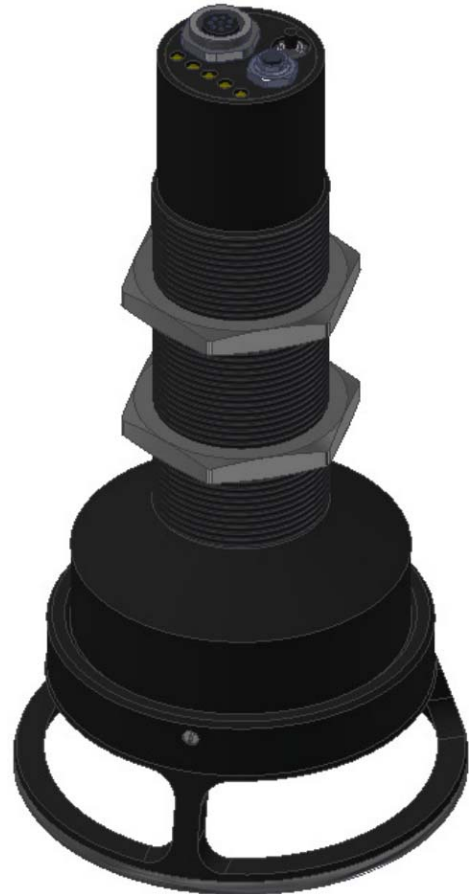
SPECTRO-3-15-d65-OFL

LED UV są umieszczone pierścieniowo. W środku układu sensorycznego znajduje się zespół odbiornika, który za pomocą zastosowanego filtra optycznego może dokonywać detekcji w widzialnym zakresie długości fal w trakcie blokowania światła UV. Także w tej metodzie pomiaru należy zwrócić uwagę, że intensywność mierzonej fluorescencji zależy m. in. także od metalowej powierzchni, która służy jako reflektor. Z tego względu wymagane jest wzorcowanie powierzchni w badanym obiekcie.

Proces pomiaru 3:

Absorpcja światła MIR (długość fali centralnej 3 μm) przez warstwę oleju

Źródło światła stanowi szerokopasmowe MIR w zakresie długości fal od ok. 2 μm do 6 μm . Za pomocą dwóch odbiorników wyposażonych w różne filtry optyczne następuje znormalizowana analiza sygnału. Odbiornik 1 ustala wąski zakres długości fali centralnej o wartości ok. 3 μm , a odbiornik 2 pracuje również w wąskim zakresie fal ale wynoszącym ok. 4 μm . Odbiornik 2 stanowi zespół odniesienia, ponieważ jego zakres długości fal w porównaniu z zakresem odbiornika 1 podlega w nieznacznym stopniu wpływowi warstwy oleju. Natomiast na metalowej powierzchni w równej mierze następuje odbicie w obydwóch zakresach długości fal. Znormalizowana analiza dwóch mierzonych sygnałów przekazuje informacje dotyczące absorpcji warstwy oleju; wynik w dużym stopniu jest niezależny od rodzaju metalowej powierzchni. Odstęp powierzchni metalowej od układu sensorycznego (**SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)**) w trakcie pomiaru INLINE wynosi 10 mm. Średnica obszaru detekcji nie przekracza 10 mm. Niekorzystny wpływ oświetlenia zainstalowanego w otoczeniu (białe światło LED) na wynik pomiaru nie mógł zostać ustalony, wskutek czego można pracować z wyższą częstotliwością pomiarową (> 1 kHz). Dla pomiaru OFFLINE do dyspozycji znajduje się odstępnik (**SPECTRO-M-30-OFL**), który zapewnia odległość 10 mm od metalowej powierzchni.



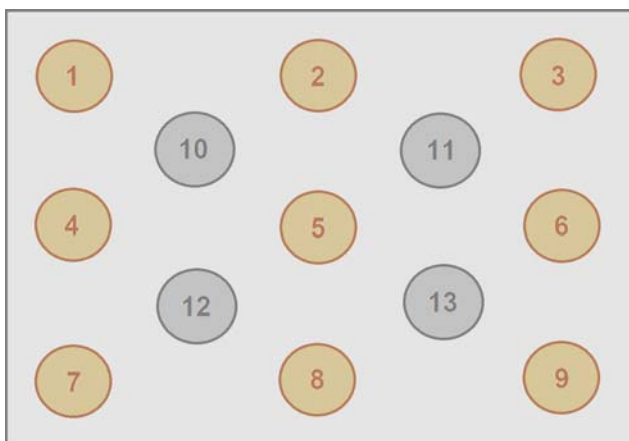
SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)



SPECTRO-M-30-OFL

Struktura pomiaru

Za obiekt pomiarowy posłużyła odtłuszczona płyta ze stali szlachetnej, na powierzchnię której nanoszone były różne grubości warstw tego samego oleju (posiadały one grubość w granicach od $<1 \mu\text{m}$ do ok. $20 \mu\text{m}$). Testowanie nastąpiło za pomocą zróżnicowanych ilości oleju (w sektorach 1,2,3: średnie ilości oleju, w sektorach 4,5,6: niewielkie jego ilości i w sektorach 7,8,9: duże). Olej był rozprowadzany za pomocą ścierki jednorazowego użytku (nie pozostawiającej włókien) na powierzchni o średnicy ok. 60 mm. Taki sam proces odbywał się we wszystkich wymienionych sektorach. Następnie w sektorach 2,3,5,6,8 oraz 9, na których rozprowadzono olej już wcześniej, czynność tą powtórzono nie zmieniając średnicy powierzchni w sektorze i do tego celu także użyto jednorazowe ścierki. Ta czynność została wykonana kolejny raz w sektorach 3, 6 i 9.

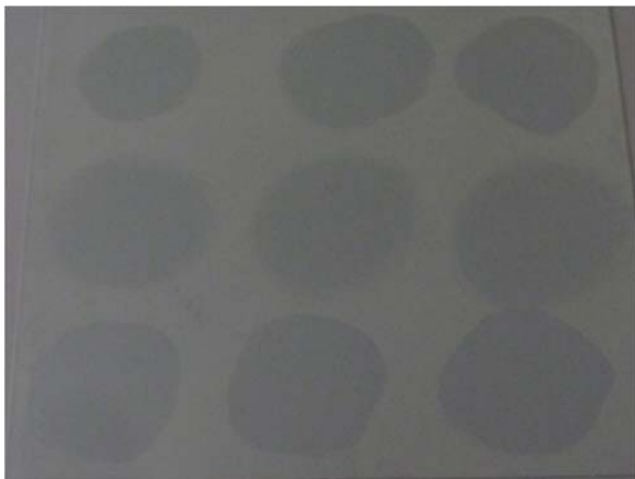


1,2 oraz 3: średnie grubości warstw (zmniejszające się od 1 do 3)

4,5 oraz 6: małe grubości warstw (zmniejszające się od 4 do 6)

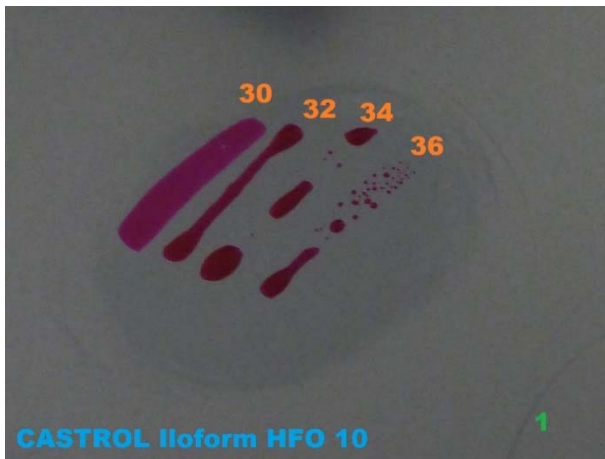
7,8 oraz 9: duże grubości warstw (zmniejszające się od 7 do 9)

10,11,12 i 13: sektory służące do pomiarów referencyjnych (bez wprowadzania oleju).



Płyta ze stali szlachetnej z 9 różnymi sektorami. Po każdym teście wykonanym z określonym rodzajem oleju płyta metalowa była czyszczona z jego resztek (odtłuszczana). Na podstawie tego można było sprawdzić, czy olej z poprzedniego testu został usunięty z metalowej powierzchni. Pomiar następował także między poszczególnym nanoszeniem oleju (sektory 1-9). Te strefy zostały oznaczone jako sektory 10-13.

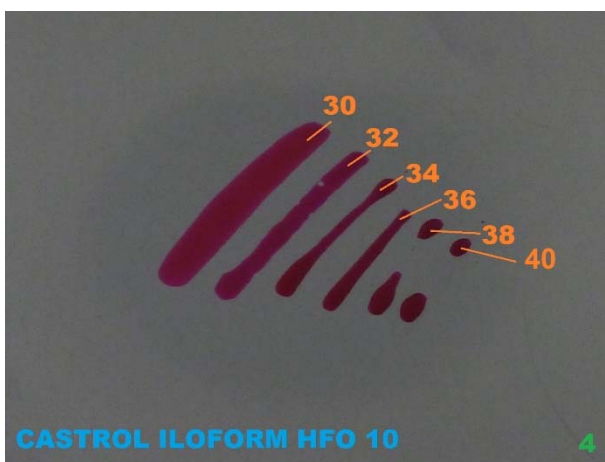
Jak zaznaczono na wstępie, służy to jako płaszczyzna odniesienia do przeprowadzania pomiarów napięcia powierzchniowego w poszczególnych sektorach. Napięcie powierzchniowe było ustalane za pomocą znajdujących się do dyspozycji tuszy testowych (od 30 mN/m do 50 mN/m) dla każdego rodzaju oleju za pomocą 3 różnych czujników. (Tusze testowe były nanoszone w odpowiednich sektorach, przy czym na wynik pomiaru pewien niekorzystny wpływ miała fluorescencja właściwa tuszu, dodatkowa absorpcja lub odbicie).



Próbka oleju: CASTROL Iloform HFO 10

Tusze testowe: 30 mN/m, 32 mN/m, 34 mN/m oraz 36 mN/m

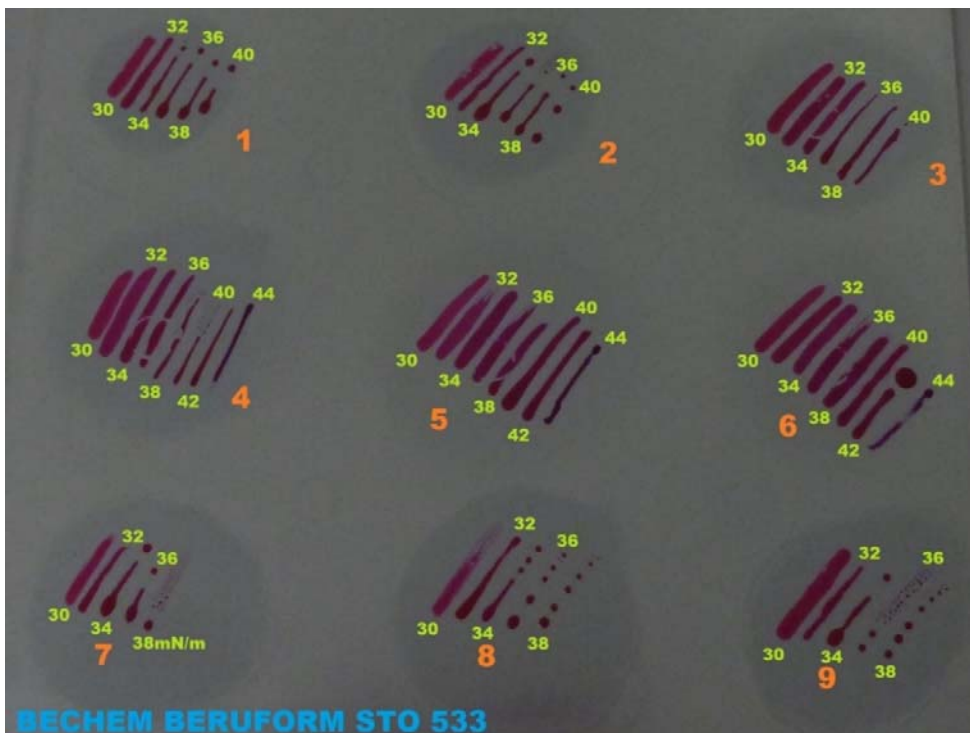
Sektor: 1



Próbka oleju: CASTROL Iloform HFO 10

Tusze testowe: 30 mN/m, 32 mN/m, 34 mN/m, 36 mN/m, 38 mN/m i 40 mN/m

Sektor: 4



Próbka oleju: BECHEM BERUFORM STO 533 zastosowane tusze testowe: 30 mN/m do 44 mN/m w 9 różnych sektorach

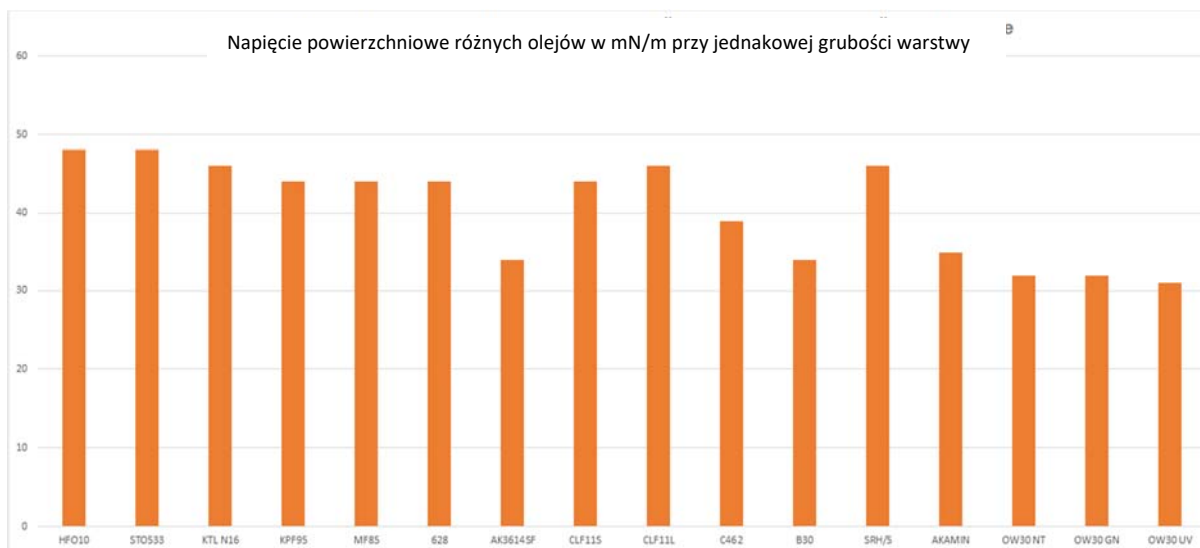
Próbki oleju

Następujące oleje zostały poddane testowi:

- 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

Porównanie napięcia powierzchniowego różnych olejów przy jednakowej grubości warstwy

Podczas badania różnych olejów okazało się, że napięcie powierzchniowe przy prawie jednakowej grubości warstwy przyjmuje w zależności od danego oleju bardzo różne wartości:



Zostały porównane wartości napięcia w sektorze 6, a więc przy najmniejszych zastosowanych ilościach oleju (grubość warstwy $<1 \mu\text{m}$). Bez znajomości oleju nie jest możliwe tworzenie zależności między napięciem powierzchniowym a grubością warstwy.

Wyniki pomiaru

Proces pomiaru 1:

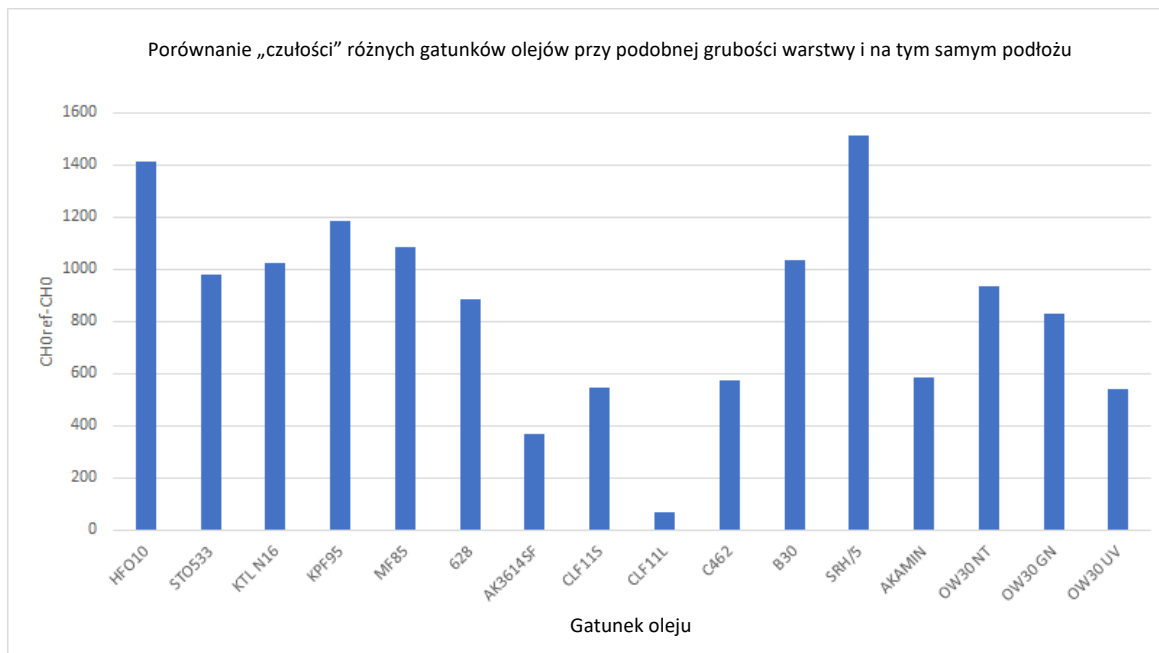
Absorpcja promieniowania UVC (długość fali centralnej 265 nm) przez warstwę oleju

Pomiar następował za pomocą czujnika światłowodowego **SPECTRO-1-FIO-(UVC/UVC)** łącznie ze światłowodem reflekcyjnym **R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV** oraz wkładem światłowodowym Offline **A3.0-OFL** na początku z olejem w sektorach od 10 do 13 (ustalenie wartości mierzonej oraz napięcia powierzchniowego na odtłuszczonej powierzchni, co służyło jako wielkości odniesienia), a na końcu badane były sektory 1 - 9. Głowica czujnika światłowodowego łącznie z nasadką Offline znajdowała się zawsze w czasie pomiaru w środku danego sektora.



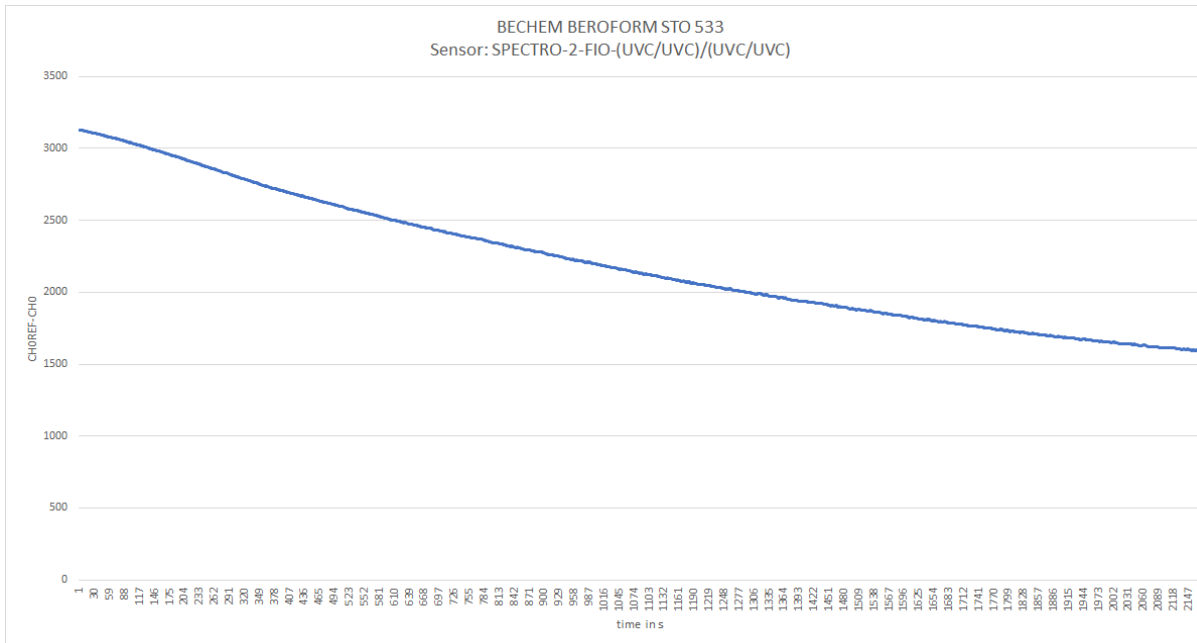
Porównanie czułości różnych olejów przy jednakowej grubości warstwy

Badania różnych rodzajów olejów w procesie pomiaru 1 prowadziły do znacznie różniących się wyników, co pokazuje następujący wykres:



Mierzony był spadek sygnału odbitego od metalowej powierzchni oraz zarejestrowane przez światłowód promieniowanie UVC CH_{0ref} oraz promieniowanie UVC CHO pomniejszone (na skutek absorpcji) przez odbicie od płaszczyzny, zarówno na drodze tam i z powrotem. Stosunek różnicy $CH_{0ref}-CHO$ próbki oleju o największych właściwościach absorbowania do próbki zachowującej się w zasadzie neutralnie wynosi około 22.

Badanie absorpcji UVC warstwy oleju w zależności od przebiegu czasu

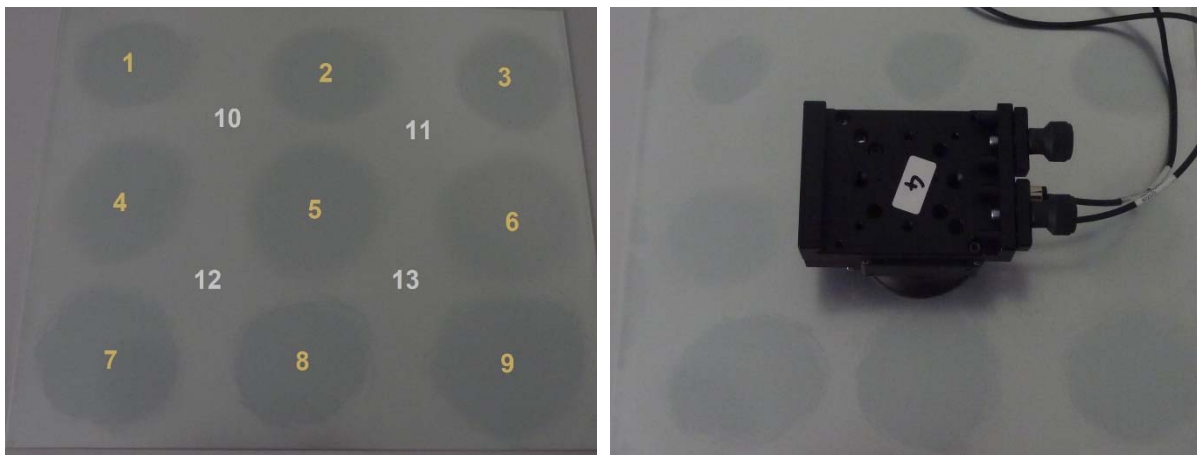


W tej metodzie pomiaru frontend światłowodowy A3.0-OFL został umieszczony w określonym miejscu filmu olejowego przez dłuższy okres czasu i w trakcie jego upływu następowało zapisywanie przebiegu sygnału CH0.

Można było obserwować wyraźne zmniejszanie się absorpcji ($\Delta = 1600$) promieniowania UVC przez okres 36 min. ($CH0_{ref} = 3975$), co odpowiada relatywnemu obniżeniu się efektu absorpcji o współczynnik 2. Przy ustalaniu wartości pomiaru decydującym jest upływ czasu po umieszczeniu głowicy pomiarowej na próbce oleju.

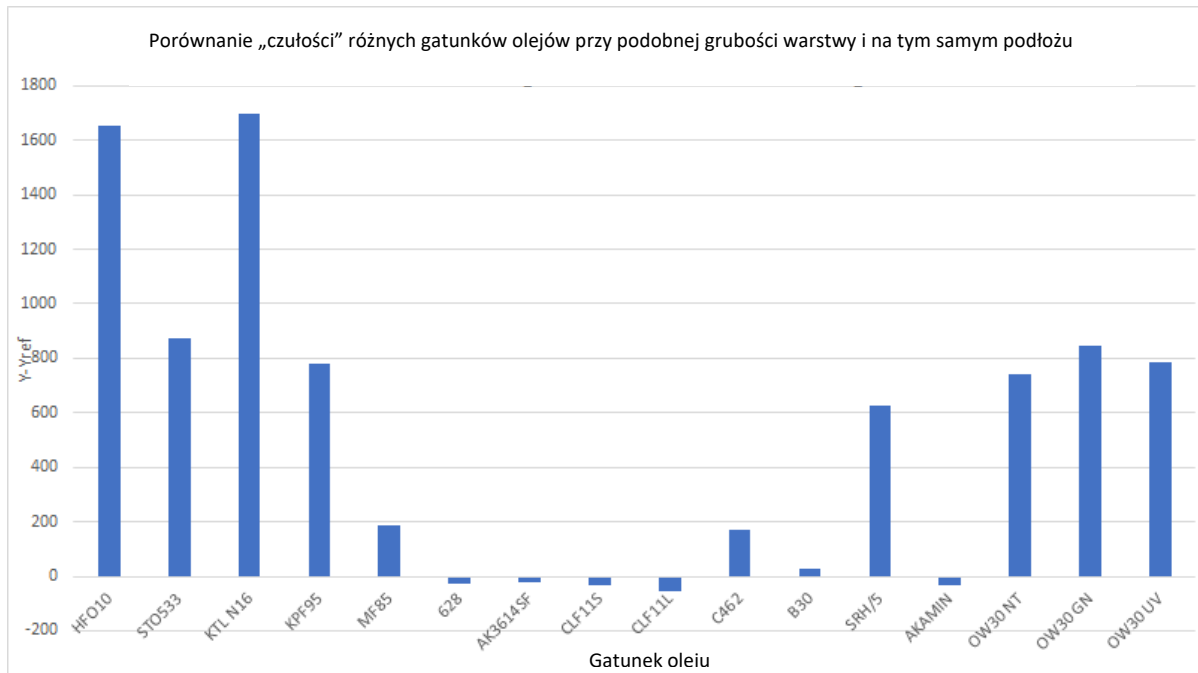
Proces pomiaru 2:

Emisja wtórna w zakresie długości fal (fluorescencja) przy wzbudzeniu zakresu UVA (365nm)



W tym przypadku zastosowany został czujnik **SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA** z oświetleniem pierścieniowym (365 nm) i zakresem detekcji od 450 nm do 700 nm. Aby można było dokonywać pomiaru w pozycji leżącej, na stronie frontальной został zastosowany system **INLINE** z odstępniakiem **SPECTRO-3-15-d65-OFL**. Na początku w punktach referencyjnych (10-13) ponownie została ustalona wartość odniesienia i następnie dokonano pomiaru próbek oleju kolejno w punktach 1-9.

Porównanie czułości różnych olejów przy jednakowej grubości warstwy



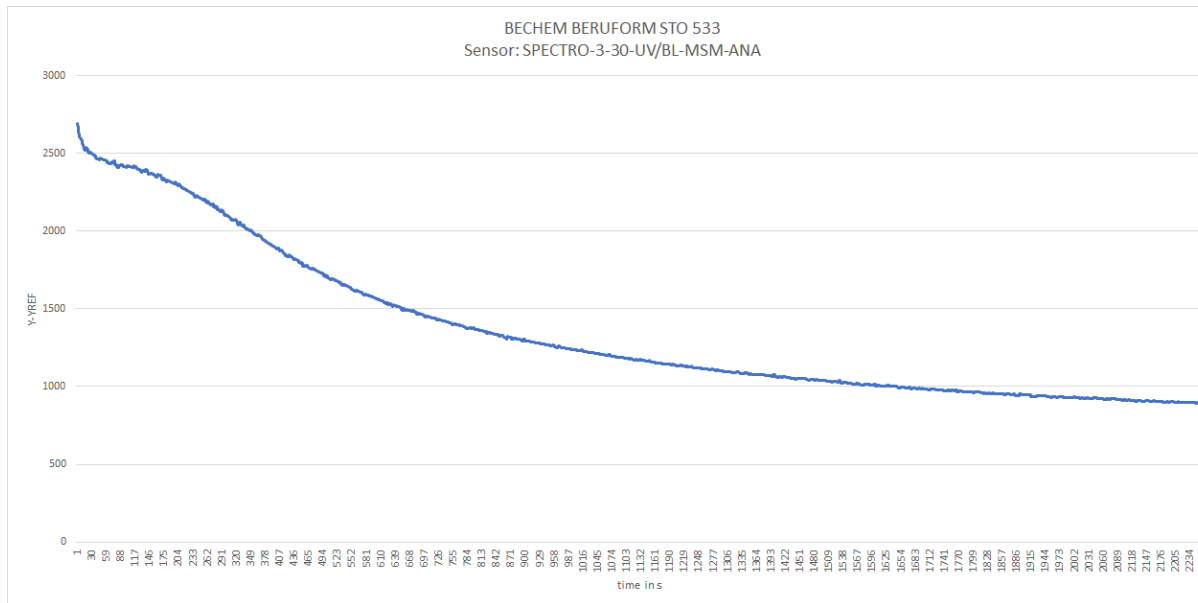
Także w tym pomiarze wystąpiły duże różnice wartości $Y-Y_{ref}$ przy jednakowej grubości poszczególnych rodzajów oleju. Jeżeli pomijane są rodzaje olejów niewykazujące właściwości fluorescencyjnych, wówczas między najbardziej czułą próbką (Z+G KTL N16) a niewrażliwą (TRUMPF B30) wynika różnica ok. 61.

W następujących rodzajach olejów nie można było ustalić żadnej fluorescencji przy wzbudzeniu w zakresie UVA:

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

Badanie fluorescencji w zakresie widzialnych długości fal przy wzbudzeniu UVA warstwy oleju w zależności od czasu

W tym przypadku układ sensoryczny został umieszczony przez dłuższy okres czasu (kilkadziesiąt minut) w określonym punkcie pomiaru i w trakcie tego zapisywana była moc sygnału Y.

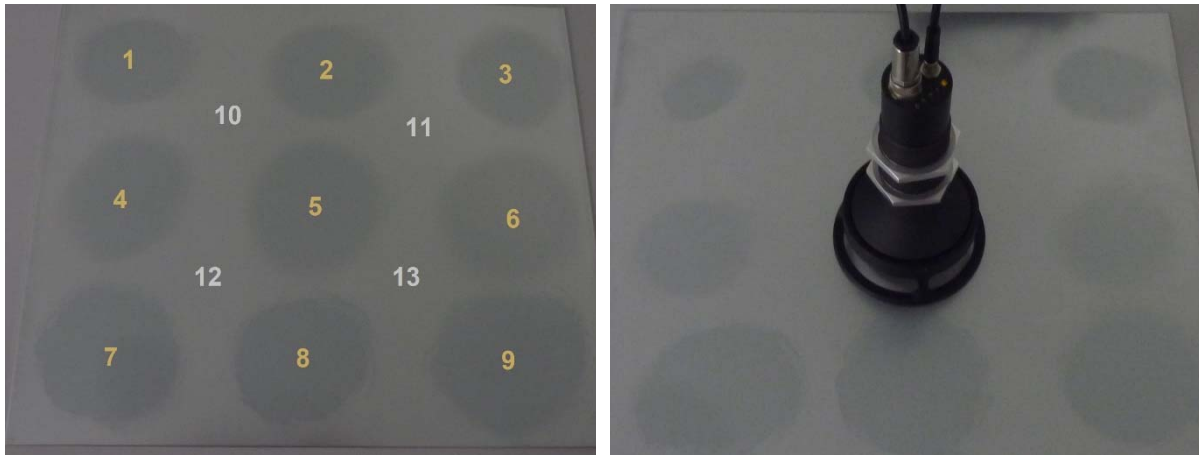


W tym czasie trwającym ok. 38 minut można było przykładowo stwierdzić w oleju BECHEM BERUFORM STO533 zmniejszenie się sygnału fluorescencji Y-Yref o współczynnik 3. Także w tym przebiegu pomiaru ustalenia napięcia powierzchniowego w danym miejscu decydującym było, kiedy dokładnie zapisana została zmierzona wartość po uruchomieniu układu sensorycznego. Przy zastosowaniu systemu sensorycznego INLINE mogłoby to ogrywać mniejszą rolę, ponieważ w tym przypadku każda mierzona próbka jest naświetlana relatywnie intensywnym promieniowaniem UVA tylko przez krótki okres i dzięki temu ustalenie mierzonej wartości może następować po pozycjonowaniu w tym samym czasie. Synchroniczny w czasie przebieg następuje między sterowaniem z programowanym sterowaniem (SPS) a urządzeniami uruchamiającymi.

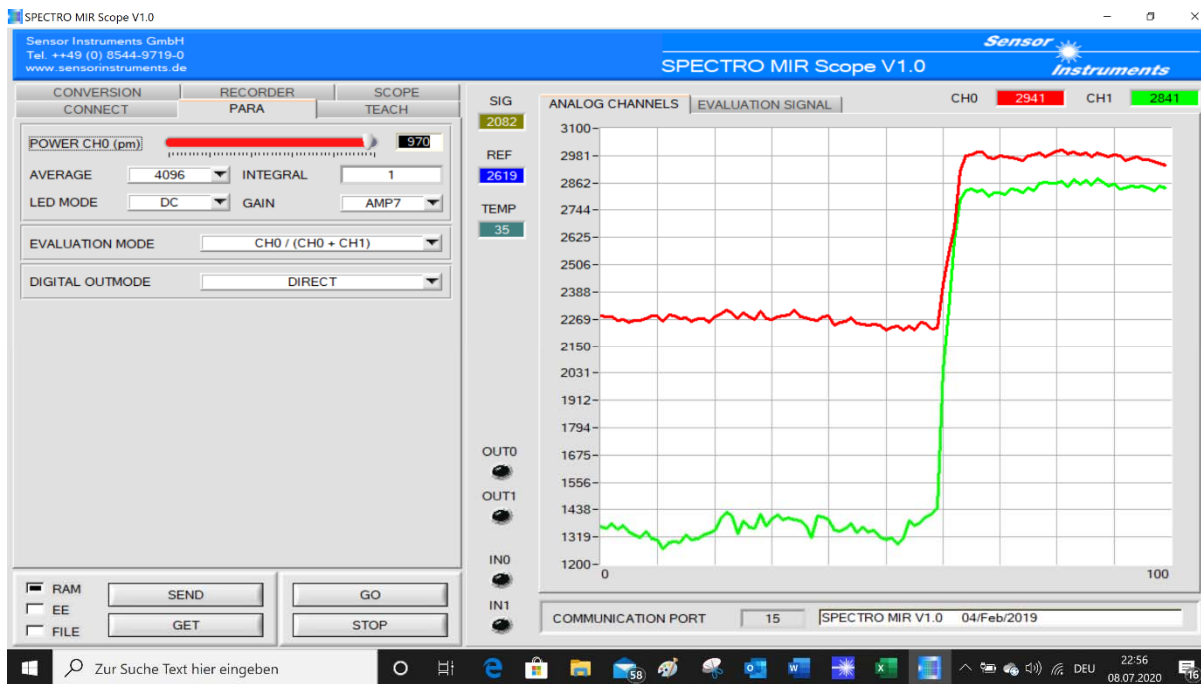
Proces pomiaru 3:

Znormalizowane porównanie dwóch zakresów długości fal w środkowym zakresie podczerwieni (MIR)

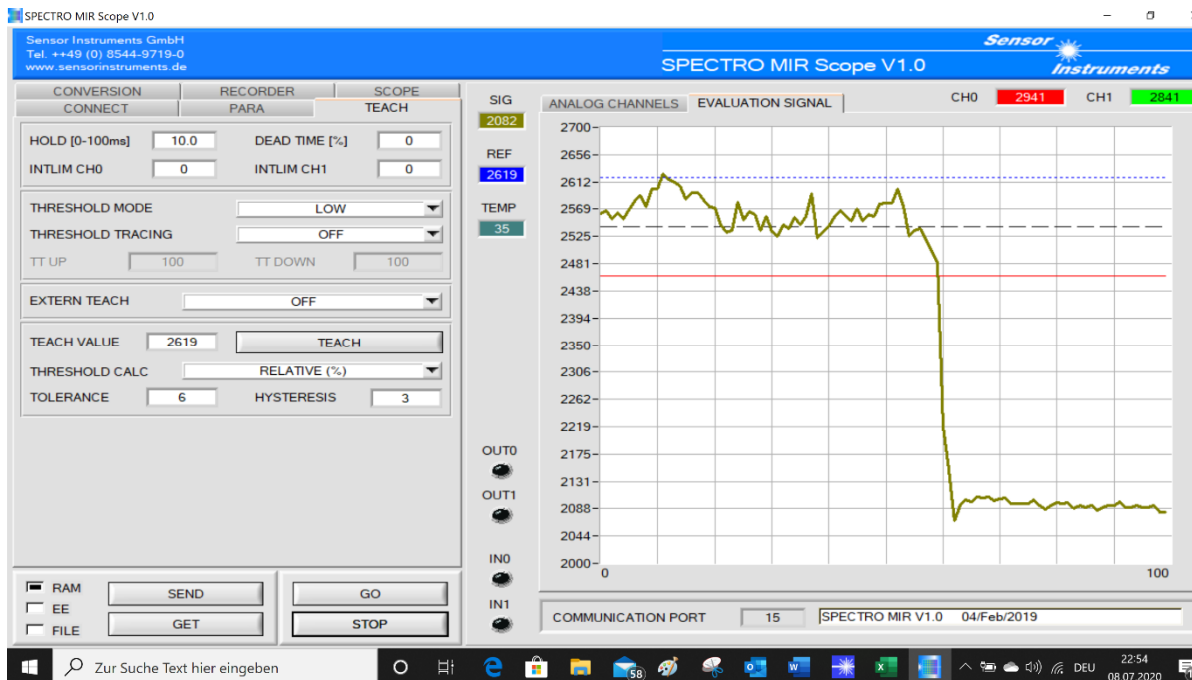
Jako sensor zastosowany został **SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)**, a rozpatrywane zostały miejsca pomiaru 1-9, natomiast 10-13 posłużyły jak punkty referencyjne. Za pomocą odstępniaka **SPECTRO-M-30-OFL** system pomiarowy INLINE został bez problemu przekształcony w ręczny przyrząd pomiarowy. Odstęp od mierzonej powierzchni wynosił 10 mm. Znormalizowana wartość mierzona jest rezultatem ustalonych obydwóch zmierzonych wartości w dwóch oknach pomiarowych w zakresie MIR z długością fali centralnej 3 μm lub 4 μm, przy czym to drugie służyło jako referencyjne, ponieważ poprzedzające badania spektrometryczne wykazały, że w tym zakresie długości fal nie występuje w nim żadna zauważalna absorpcja promieniowania MIR.



Podczas pomiarów utworzono połączenie z PC za pomocą dostępnego złącza szeregowego. Parametryzacja układu sensorycznego jak również wyświetlenie numerycznych oraz graficznych danych pomiarowych następowało w programie Windows® - Software **SPECTRO MIR Scope V1.0**.



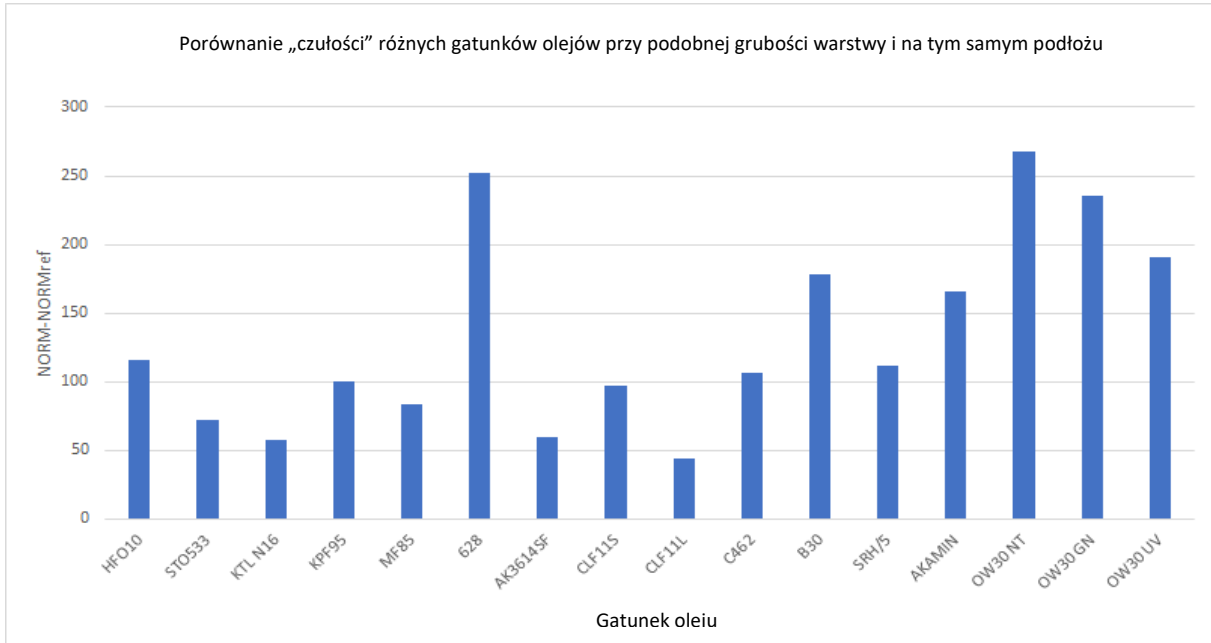
Oprócz wskazania obydwóch wartości mierzonych CH0 (wartość referencyjna przy 4 µm) i CH1 (wartość mierzona przy 3 µm) przedstawiany jest także znormalizowany SIG = Wartość MIR = $4095 \times CH0 / (CH0 + CH1)$.



Podczas pomiaru INLINE można stosować także **MIR MONITORING**-Software. Dla osoby obsługującej urządzenie w trakcie produkcji wyświetlana jest na monitorze w postaci wykresu słupkowego aktualna sytuacja dotycząca jakości oraz przewidywany trend. Następnie w odpowiednim formacie zapisywane są dane pomiaru, tak że można wykorzystywać je w programie Word® lub Excel®.

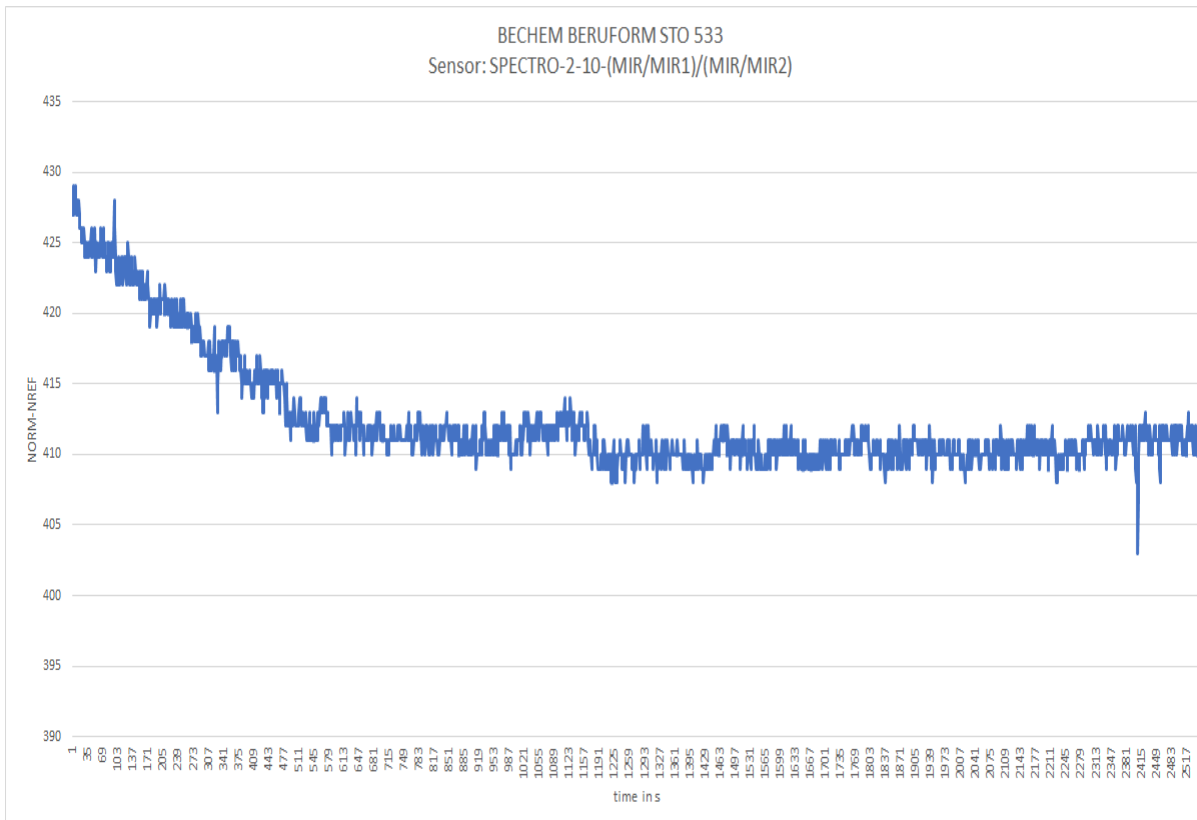
Porównanie czułości różnych olejów przy jednakowej grubości warstwy

Także w tej metodzie pomiaru można ustalać różnice czułości między różnymi rodzajami olejów (przy porównywalnej grubości warstwy). W porównaniu z dwiema innymi metodami pomiarowymi można tutaj wykrywać wszystkie rodzaje olejów, a różnica między najbardziej i najmniej czułą próbką wynosi zaledwie 7.



Badanie znormalizowanej absorpcji światła MIR w zakresach długości fal 3 μm lub 4 μm warstwy oleju w zależności od czasu

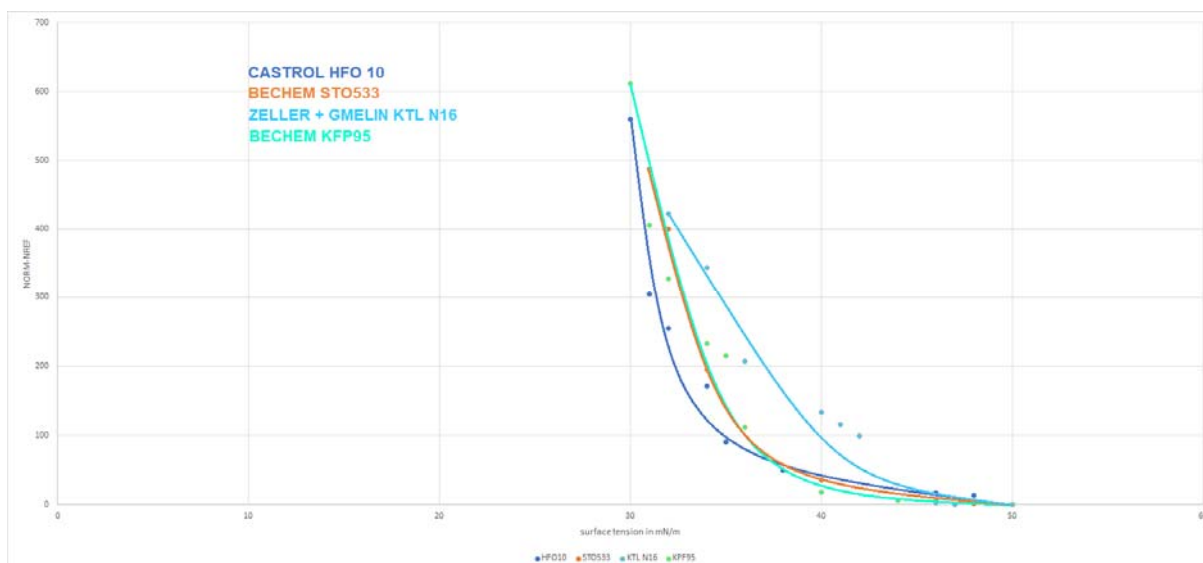
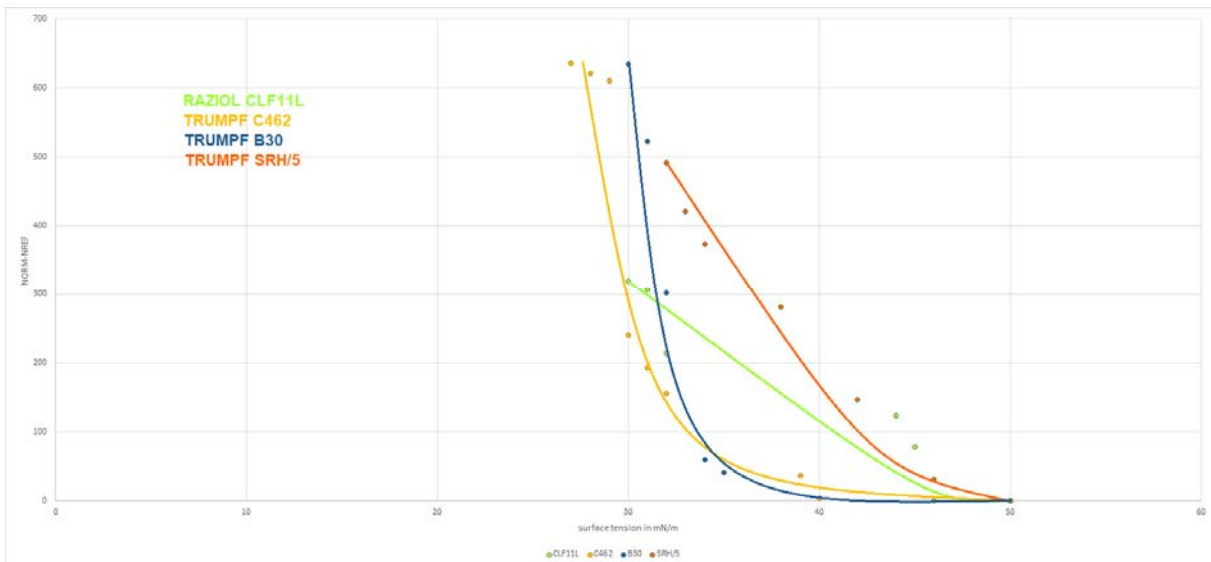
W tym celu ustawiony został układ sensoryczny, do którego wprowadzono film ustalonego rodzaju oleju i następnie przystąpiono do zapisywania danych pomiarowych w długim przebiegu czasu (ok. 43 min.).

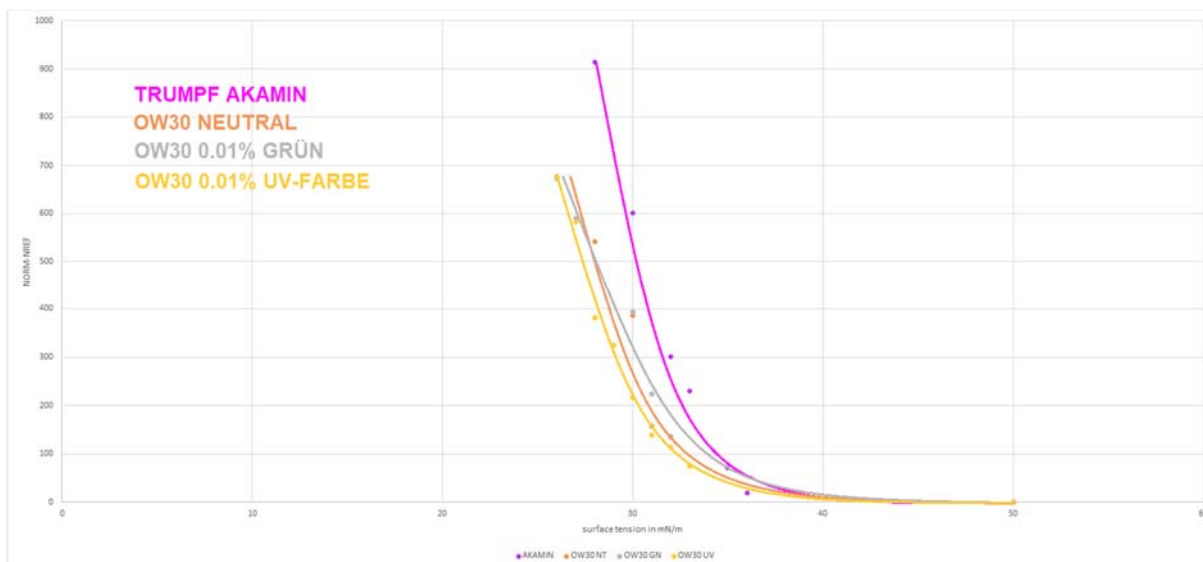
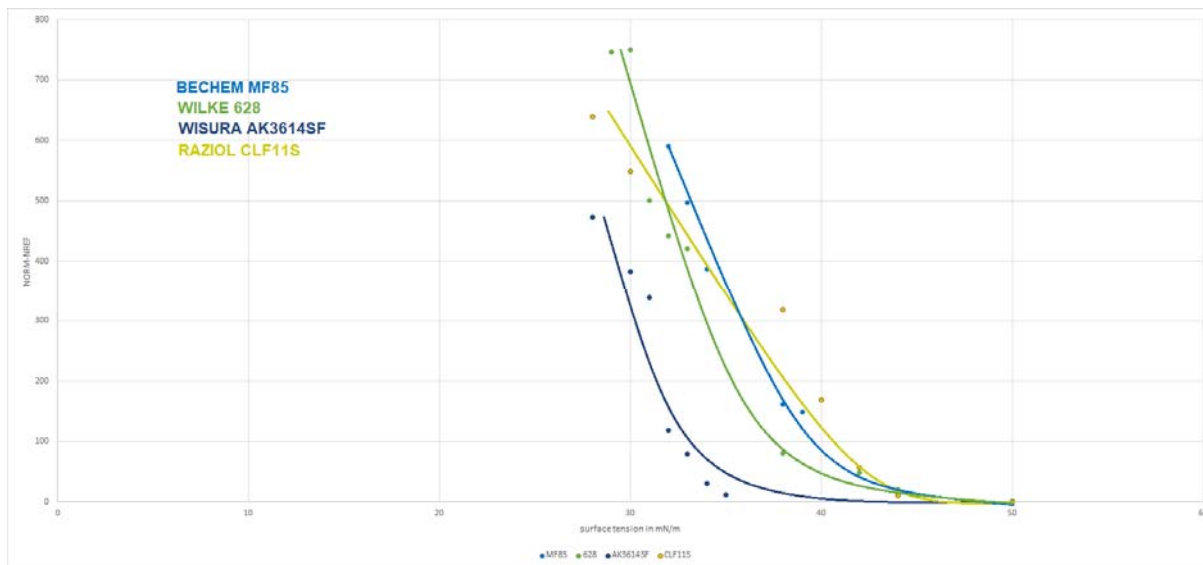


Można było stwierdzić regresję znormalizowanego obszaru zaledwie o 5% (co odpowiada wartości współczynnika 1.05). W porównaniu do obydwóch poprzednich metod pomiaru spadek sygnału jest znacznie mniejszy, co nie powinno opierać się tylko na znormalizowanej analizie, lecz także na fakcie, że promieniowanie MIR w upływającym czasie posiada najwyraźniej o wiele mniejszy wpływ na zmianę absorpcyjnego zachowania się olejów.

Badanie znormalizowanego absorpcyjnego zachowania się w zakresie MIR w zależności od napięcia powierzchniowego danego oleju

W tym przypadku wykonano pomiar w miejscach 1-9 (NORM) i następnie na podstawie 4 pozycji referencyjnych określono średnią wartość odniesienia (*NORMref*). Różnica tych dwóch wartości *NORM* - *NORMref* służy jako wymiar napięcia powierzchniowego. Wartość napięcia powierzchniowego została ustalona metodą tuszu testowego.





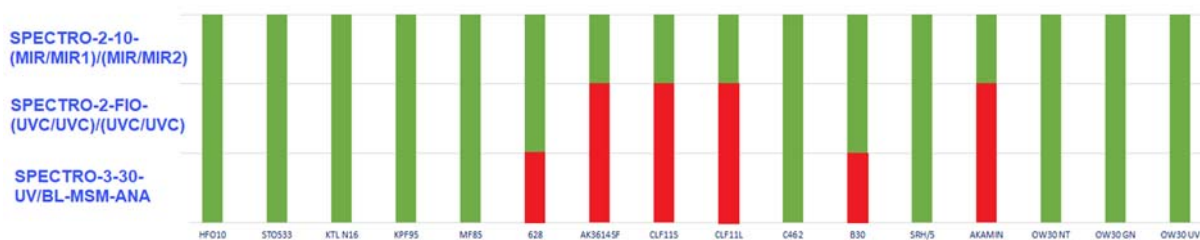
Z przebiegu krzywych pomiaru widać, że także w tej metodzie musi następować wzorcowanie dla zastosowanego oleju w odniesieniu do danej powierzchni metalowej. Wzorcowanie można przeprowadzić za pomocą Windows® - Software **SPECTRO MIR Scope V1.0** przez użytkownika. Dodatkowo z wartością NORM wyświetlana jest także wielkość napięcia powierzchniowego.

Streszczenie

Obecność filmów olejowych na powierzchniach metalowych jest w praktyce do tej pory sprawdzana metodą tuszu testowego. Jest to metoda dotykowa, ponieważ tusz testowy musi zostać naniesiony na badaną powierzchnię. Oprócz tego metoda tuszu testowego do ustalenia napięcia powierzchniowego jest zależna od sposobu postrzegania obserwatora (tworzenie się kropelki tak/nie i w jakim czasie) oraz świadomość, że istnieje relatywnie duża gradacja tuszy testowych w odniesieniu do napięcia powierzchniowego (co 2 mN/m), co

niekoniecznie wymaga przeprowadzania dokładnej analizy. W tej metodzie konieczna jest także odpowiednio duża powierzchnia do przeprowadzenia testu (szerokość pociągnięcia pędzlem x ca. 15 mm na długości). Omówione wcześniej metody pomiarów 1 i 2 umożliwiają wykonanie czynności na bardzo małych powierzchniach, ale posiadają tę wadę, że nie wszystkie oleje reagują na efekt fizyczny co oznacza, że zachowują się w sposób quasi-neutralny. Dla metody pomiaru 3 wymagana jest nieco większa powierzchnia do testowania, która oprócz tego musi być płaska. Oceniając wszystkie inne kryteria ten proces w porównaniu z metodami 1 i 2 jest lepszy. Jedną z ważniejszych zalet pomiaru 3 jest znormalizowana ocena wyników. Nie może ona wprawdzie zastępować indywidualnego wzorcowania dla każdego rodzaju oleju i metalowej powierzchni, jednakże w wysokim stopniu mogą być kompensowane różnice powierzchni metalowych jak również intensywność zastosowanego źródła światła. Przy zastosowaniu światła sztucznego (lampy LED ze światłem białym) do oświetlenia przestrzeni (oświetlenie otoczenia) nie jest obserwowany jego wpływ na wynik pomiaru.

Jakie oleje nadają się dla danej metody pomiaru? (zielony: przydatny, czerwony: nieprzydatny)



Dalsze istotne cechy procesów pomiarowych w porównaniu:

Proces pomiaru	UVC	UVA	MIR
Współczynnik różnicujący czułości różnych rodzajów olejów	22	61	7
Współczynnik osłabienia sygnału przy naświetlaniu w dłuższym okresie czasu	2	3	1.05
Czułość światła obcego w stosunku do światła sztucznego (białe światło LED)	średnia	duża	niska
Odstęp pomiarowy w mm	5	15 (11)*	10
Strefa detekcji w mm	5	12 (1)*	10

* dla zakresu pomiarowego UVA istnieje także wersja ze światłowodem dla odpowiednio mniejszych zakresów detekcji.

Kontakt:

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