

Ekonomiczne aspekty wyboru technologii oczyszczania olejów przemysłowych.

Jako konsumenci oczekujemy coraz większej dostępności produktów o możliwie najwyższej jakości. Ma być tanio i solidnie. Jako pracownicy pragniemy wzrostu wynagrodzeń do jak najwyższego poziomu. Aby sprostać konkurencji, a najlepiej ją pokonać zarządy firm wyznaczają co roku swoim działom zaopatrzenia zadania polegające na dokonywaniu zakupów po niższych cenach niż dotychczas. Te oczekiwania stawiają przed producentami wyzwanie, by produkować jak najmniejszym kosztem jednostkowym wyroby o jak najwyższej jakości. Aby osiągnąć tak założony cel, trzeba m.in. ocenić stan gospodarki olejowej w firmie.

Działania związane z pielęgnacją i ochroną olejów były dotychczas często uważane za mało istotne i przez zarządzających nie były postrzegane jako istotny element kształtujący koszty produkcji. Sądono, że problemy z olejami można rozwiązywać poprzez proste działania polegające na ich wymianie. Trzeba jednak wziąć pod uwagę wyniki badań tribologicznych z ostatnich kilkudziesięciu lat. Badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii w 1966r. wykazały, że gdyby poprzednim 1965r. prowadzono gospodarkę olejową zgodnie z aktualną wiedzą tribologiczną, to w skali całej gospodarki oszczędności wyniosłyby 515 milionów funtów.¹ Tak więc pozostaje faktem, że zarządzający – chociaż nieświadomie – poprzez niedocenianie wagi dbałości o stan olejów, byli przyczyną wspomnianych strat. Mr. Harry Tanks (prezes ASLE 1975 – 1977 oraz prezes firmy Cram Parking Co., Illinois 1977) konstatował w specjalistycznym czasopiśmie organizacji ASLE następujący stan: „Sprawa smarowania jest jedną z niewielu dziedzin z zakresu eksploatacji, w której można osiągnąć znaczny stopień poprawy i obniżenia kosztów, biorąc pod uwagę po jednej stronie przestoje w procesie produkcji, przestoje samych maszyn i urządzeń i zbędne nakłady pracy, a po drugiej stronie możliwości trzy, a nawet dziesięciokrotnego przedłużenia żywotności maszyn oraz obniżenia zużycia części zamiennych. To właśnie można osiągnąć wraz z podniesieniem wydajności i jakości produkcji i tym sposobem poprawić i umocnić sytuację finansową firm”².

Utrzymywanie parku maszynowego w możliwie najlepszym stanie przy pomocy czystych olejów smarujących odpowiada najbardziej żywotnym interesom menadżerów zarządzających przedsiębiorstwami produkcyjnymi.

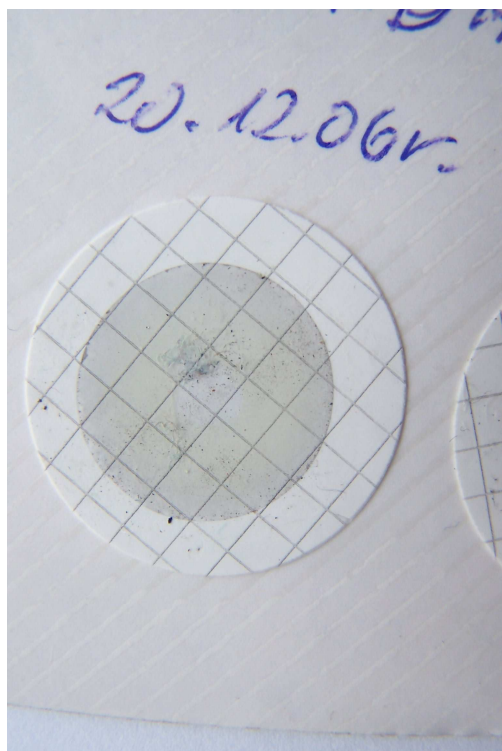


Rys. nr 1” Wydajność maszyn”

¹ Sir Jost, H.P., „The D.E.S.-Report, „Save His Country 515 Million per Annumm”/Scientific Lubrication, Vol.18,3 (1966), 13

² Tanks, Harry, Editorial, „Why management Should suport The American Sosiety Of Lubrikation Engineers”, 33,9 (1977), 456 - 457

Dlaczego sposób prowadzenia gospodarki olejowej w firmie jest wciąż niedocenianym elementem utrzymania ruchu? Dzieje się tak dlatego, że środki smarne stanowią niewielki procent kosztów eksploatacji maszyn, chociaż w razie awarii, po dogłębnej analizie przyczyn okazuje się, że są w wielkim stopniu odpowiedzialne za ich stan. Oleje są niezwykle cennym źródłem informacji o stanie maszyny. Właśnie w związku z tym komisje badające przyczyny wypadków lotniczych, w pierwszej kolejności poddają badaniom oleje, aby poznać w jakim stanie technicznym była maszyna. Olej dla maszyny ma podobne znaczenie jak krew dla organizmu człowieka, ponieważ jeżeli jest w złym stanie, maszyna jako swego rodzaju organizm zaczyna pracować gorzej, aż w końcu ulega awarii. Tego faktu nie docenia się najczęściej w pierwszym okresie eksploatacji maszyny. Przedsiębiorca uważa, że skoro uruchomił nową fabrycznie maszynę i stosuje się do zaleceń producenta, nie musi zbyt przejmować się pielęgnacją oleju. Ponadto w okresie gwarancyjnym dostawca maszyny zazwyczaj wyraźnie określa, co jaki czas należy wymieniać olej. Czas ten jest określony w roboczo-godzinach odpowiednio dla danego typu maszyny. Wydaje się to dość dziwne, bo przecież te same maszyny często pracują w różnych warunkach zewnętrznych. Różny jest stopień zapylenia otoczenia, skład chemiczny pyłów, wilgotność powietrza, różnice temperatur itd. Czy olej będzie podlegał degradacji w tym samym tempie w nowo postawionej, klimatyzowanej hali i w starym budynku z cegły z oknami skrzynkowymi? Z pewnością nie. Ale w okresie gwarancyjnym negatywne skutki niewystarczającej dbałości o olej prawie nigdy nie dają o sobie znać. Nawet potem, w pierwszych paru latach eksploatacji maszyny użytkownik nie styka się zazwyczaj z awariami, których jednoznacznie identyfikowaną (przez niego) przyczyną jest zły stan olejów. Co więcej, widząc, że przepracowany olej, wymieniany w okresie gwarancyjnym po kilkuset godzinach pracy, jest „czysty”, co w oczywisty sposób przyprawia inwestora o ból serca, natychmiast po zakończeniu okresu trwania gwarancji, wydłuża czas eksploatacji olejów i to często kilkakrotnie, bo przecież szkoda wylewać czysty olej kosztujący od kilku do nawet w niektórych wypadkach, kilkudziesięciu złotych za litr. Problemy pojawiają się później i również prawie nigdy nie są identyfikowane ze złym stanem oleju. Tym czasem to właśnie jest główną przyczyną pojawiających się i narastających perturbacji. Trzeba sobie zdać sprawę z kilku podstawowych okoliczności, które mają decydujący wpływ na to, jak dalece praca maszyny jest bezawaryjna i długotrwała.



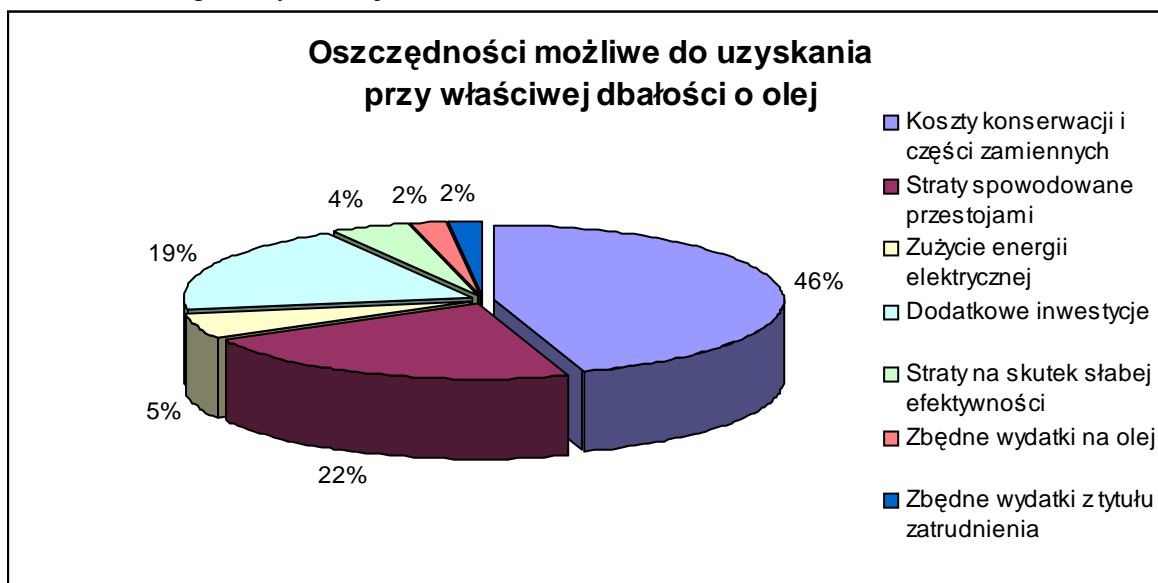
1. Nowa maszyna nie jest w środku czysta. Znajdują się w niej zanieczyszczenia poprodukcyjne oraz takie, które dostały się do jej wnętrza podczas transportu i montażu. Pierwsze godziny pracy to docieranie się wszystkich jej elementów, które samo w sobie jest źródłem zanieczyszczeń. Badania czystości olejów pobranych z nowych fabrycznie maszyn, po 3 – 5 dniach pracy, wykazują ich wyraźne zanieczyszczenie *Zdj. 1.* To tylko tyle na początek przy założeniu, że dostawca zalał maszynę czystym i świeżym olejem.
2. Od momentu uruchomienia w maszynie powstają mikrouszkodzenia. Ich ilość wzrasta w miarę upływu czasu ponieważ powstałe na ich skutek cząsteczki zanieczyszczeń stałych same zaczynają być przyczyną kolejnych mikrouszkodzeń, a więc prędkość degradacji maszyny wzrasta, aż osiągnie punkt krytyczny – awarię.

Zdj. 1. Zanieczyszczenie oleju w giętarcie po 4 dniach pracy, wychwycone na membranie 0,8 μ m.

3. Zanieczyszczenia osadzają się w maszynie, w całym jej układzie pracującym oraz w zbiorniku olejowym. Jest to mieszanina zanieczyszczeń miękkich, głównie produktów starzenia się oleju, które mogą mieć nawet właściwości żywic oraz twardych, a więc jest spoiwo i materiał je wypełniający. Zanieczyszczenia twarde, których źródłem jest otoczenie, w którym maszyna pracuje oraz sam proces jej pracy (cząstki otarć, uszkodzone elementy uszczelnienia itp.) są częściowo usuwane poprzez zastosowanie różnego rodzaju filtrów. Produkty utleniania się oleju nie są usuwane w ogóle, chociaż stanowią najbardziej szkodliwe dla maszyny zanieczyszczenie. Czyste oleje, w momencie wymiany, wypłukują zanieczyszczenia z układów, dlatego nowy olej wlany do paroletniej maszyny, już po kilku godzinach pracy wykazuje znaczne pogorszenie klasy czystości, a każda zmiana oleju wystarcza na krótszy okres czasu, bo ilość osadów ciągle narasta, „psując” wymieniony lub dolany olej w coraz szybszym tempie. Wymiana oleju polega przecież na spuszczeniu przepracowanego oleju ze zbiornika i napełnieniu go nowym olejem., który łączy się z resztą przepracowanego oleju, jaki pozostał w układzie pracy maszyny oraz z osadami.
4. Procesy opisane w pkt. 1 – 3 powodują, że maszyna pracuje coraz mniej dokładnie. Części ruchome tracą spasowanie, rosną luzy technologiczne, olej trafia do tych części układów, gdzie nie powinien, bywa narażony na kontakt z częściami układu, gdzie panują wysokie temperatury i podlega nie tylko przepaleniu, ale również podniesieniu swojej temperatury, co znacząco wpływa na przyspieszenie procesów starzenia. Wzrost temperatury pracy oleju o 10°C skraca czas jego życia o połowę.
5. Poza w/w procesami musimy mieć świadomość jeszcze wielu innych czynników negatywnie oddziałujących na olej od momentu jego wyprodukowania, takich jak: niewłaściwy sposób pakowania, transportu, magazynowania, czy błędów popełnianych w trakcie przelewania pomiędzy opakowaniami lub ze zbiornika do maszyny.

Podejmując decyzję o sposobie prowadzenia gospodarki olejowej należy mieć świadomość powyższych okoliczności i ich wpływu na generowanie:

- strat na wskutek wadliwej lub niepełnowartościowej produkcji,
- kosztów awarii,
- kosztów nieplanowanych postojów maszyn,
- strat produkcji spowodowanych w/w, z utratą klienta włącznie,
- kosztów przedwczesnych wymian części zamiennych,
- kosztów utrzymywania wysokich zapasów części zamiennych,
- kosztów robocizny i dezorganizacji pracy wywołanych awarią,
- kosztów nadmiernego zużycia olejów.



Rys.2.

Każdy rozsądny człowiek zarządzający Utrzymaniem Ruchu podejmie decyzję o takim prowadzeniu gospodarki olejowej, który zminimalizuje powstawanie kosztów i strat. Do tego musi mieć jednak świadomość relacji przyczyn i skutków. To jest pierwszy krok do podjęcia działań zapobiegających złym praktykom w zakresie eksploatacji olejów przemysłowych.

Analizując procesy opisane w 5 punktach nasuwa się pytanie: skoro wiadomo co się dzieje, to czy można z tym coś zrobić? Odpowiedź jest jednoznaczna: TAK. Punktem wyjściowym do podejmowania właściwych decyzji jak zawsze jest uświadomienie sobie przyczyn i skutków. Jeżeli je określimy, łatwo będzie znaleźć i zastosować skuteczne rozwiązania.

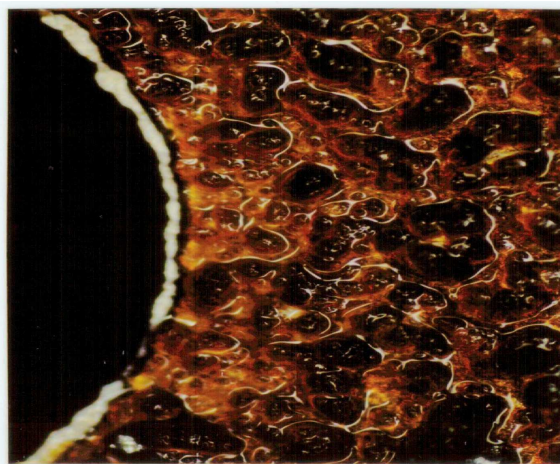
Przede wszystkim trzeba sobie powiedzieć, że stosowane dotychczas powszechnie metody pielęgnacji olejów nie są wystarczająco skuteczne.

Filtrowanie olejów filtrami mechanicznymi doprowadza do usunięcia z nich tylko takich zanieczyszczeń, których rozmiar jest większy od wielkości oczek materiału filtracyjnego. Okazuje się, że zmniejszanie przepuszczalności filtrów mechanicznych powoduje znaczne przyśpieszenie procesów starzenia się olejów poprzez wzrost temperatury powstałej na wskutek tarcia przy przepływie oleju przez materiał filtrujący. Takie zjawisko występuje już przy przepuszczalności od 5 μ m. Ponadto badania przeprowadzone w Japonii przez prof. Akira Sasaki wykazały, że w olejach przepuszczanych przez filtr o oczkach 5 μ m z prędkością 7,2 m/sek. kumuluje się ładunek elektryczny o potencjale 3 kV. Dla filtrów 3 μ m wartość ładunku wynosi już 8 kV. Skutkiem są elektryczne wyładowania iskrowe pomiędzy cząsteczkami zanieczyszczeń, a więc przepalanie oleju w temperaturze co najmniej 1.000°C. Reasumując: oczyszczanie mechaniczne usuwa z oleju tylko większe zanieczyszczenia stałe przyspieszając proces starzenia się oleju i pozostawiając w nim właśnie produkty starzenia – zanieczyszczenia miękkie. *Zdj. 2. i 3.* Ponadto filtry mechaniczne nie usuwają z oleju wody.



Zdj. 2. Wyładowania iskrowe wewnątrz filtra mechanicznego.

Figure 3 - ESC sparking in oil reservoir



Zdj. 3. Warstwa przepalonego na wskutek wyładowań Iskrowych oleju wewnątrz filtra mechanicznego.

Wirówki są skuteczne w usuwaniu zanieczyszczeń i wody z bardzo brudnych olejów. Charakteryzują się jednak dość skomplikowaną budową i są drogie. Niestety przy ich użyciu nie jesteśmy w stanie usunąć z oleju drobnych zanieczyszczeń oraz produktów starzenia.

Filtry magnetyczne bardzo skutecznie usuwają z oleju zanieczyszczenia o charakterze magnetycznym. Niestety są nieskuteczne w usuwaniu bardzo małych cząstek zanieczyszczeń oraz ferromagnetyków. Za ich pomocą nie można się pozbyć z oleju produktów starzenia i wody.

Ponieważ w/w metody działają w bardzo ograniczonym zakresie, bez względu na częstotliwość ich stosowania skazani jesteśmy na wymiany olejów, które jak wyżej pisałem również nie rozwiązują podstawowych problemów w zakresie utrzymania olejów w czystości.

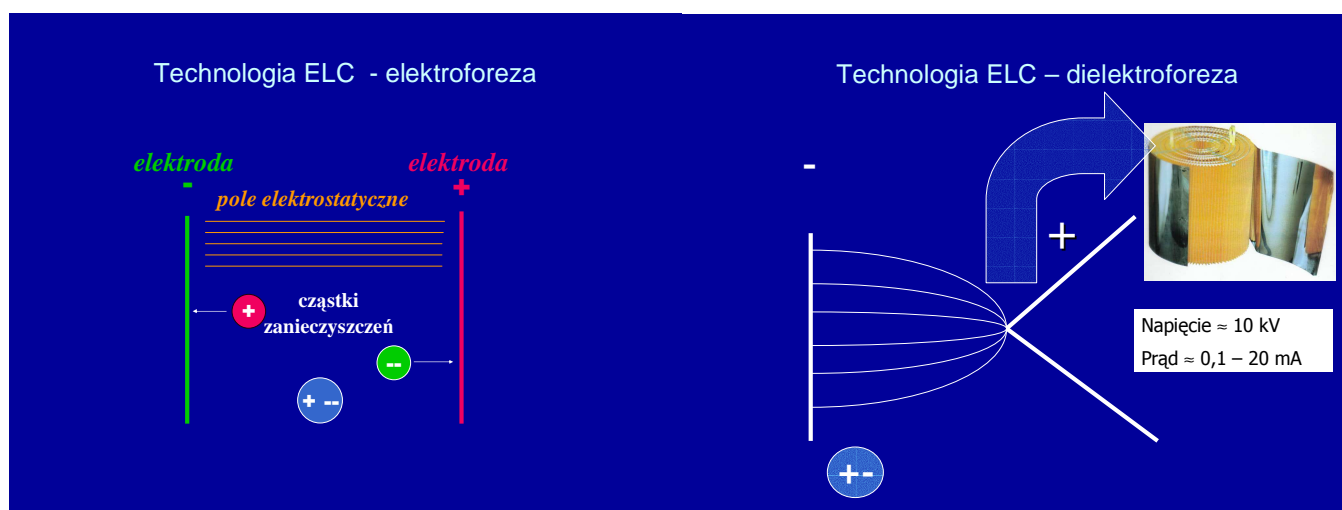
Nowa technologia dla służb utrzymania ruchu.

Aby służby utrzymania ruchu mogły jak najefektywniej spełniać swoje zadania, wiele lat szukano sposobu, który umożliwiłby kompleksowe rozwiązanie problemu utrzymywania olejów w stanie tak wysokiej czystości, by spełniały swoją rolę bez żadnych negatywnych wpływów na pracę maszyn. Taka technologia miała umożliwić usunięcie z olejów wszelkich zanieczyszczeń, bez względu na ich wielkość, rodzaj, stan fizyczny i skład chemiczny. Chodziło o usunięcie z oleju wszystkiego, co nie stanowiło jego składu w zamyśle producenta i użytkownika.

Jedyna technologia, która spełnia te wymagania to elektrostatyczne oczyszczanie olejów (ang.: ELC – electrostatic cleaner). Zastosowano w niej dwa zasadnicze mechanizmy – *elektroforezę* i *dielektroforezę*.

Patrząc na zanieczyszczenia znajdujące się w oleju z elektrycznego punktu widzenia, możemy podzielić je na trzy grupy: naładowane dodatnio, ujemnie i o obojętnym ładunku elektrycznym. Zanieczyszczenia z ładunkami dodatnimi i ujemnymi są przyciągane przez elektrody o przeciwnym biegunie. Neutralne elektrycznie cząsteczki nie mogą się w zanieczyszczonym oleju poruszać, jeżeli olej nie przepływa przez pole elektryczne. Tak w praktyce działa mechanizm elektroforezy.

Jeżeli pole elektryczne zostanie zdeformowane poprzez zastosowanie dielektryka, neutralne elektrycznie cząsteczki są przyciągane do miejsca i zatrzymywane tam, gdzie intensywność pola jest największa. W urządzeniach do elektrostatycznego oczyszczania olejów dielektryki są zamocowane poprzecznie pomiędzy elektrodami. Ta zasada działania określana jest jako dielektroforeza.³



Przy pomocy tej technologii zastosowanej w urządzeniu do oczyszczania olejów może teraz być usunięty z oleju każdy rodzaj zanieczyszczeń bez względu na jego rodzaj i wielkość, a w związku z tym wyeliminowana zostaje również potrzeba okresowej wymiany oleju. Jest to rozwiązanie spełniające oczekiwania wszystkich odpowiedzialnych za utrzymanie ruchu.

Ekonomiczne skutki zastosowania technologii elektrostatycznego oczyszczania olejów.

Podsumowując zawarte w tym artykule informacje czytelnicy z pewnością zadają sobie pytanie: w jakim stopniu zastosowanie elektrostatycznej metody oczyszczania olejów doprowadzi ich do eliminacji kosztów opisanych na wstępie (patrz: Rys. 2.), związanych z eksploatacją maszyn. Odpowiedź na to pytanie jest prosta, ponieważ kilkaset tysięcy użytkowników urządzeń ELC na całym świecie co roku podsumowuje osiągnięte korzyści:

- kilku-, a nawet dziesięć- krotne przedłużenie żywotności maszyny,
- zmniejszenie kosztów konserwacji i zużycia części zamiennych o 70%,

³ Pohl, H.A., „Dielectrophoresis”, Cambridge Univ.press, 1978, London

- zmniejszenie strat spowodowanych przestojami o 50%,
- zmniejszenie kosztów dodatkowych inwestycji związanych z pracą maszyn o 95%,
- zmniejszenie kosztów zużycia energii elektrycznej dochodzi nawet do 30%,

To tylko te największe i wyliczalne korzyści, bo jak policzyć eliminację strat spowodowanych utratą klienta, który zrezygnował z zakupu naszej produkcji z powodu nieterminowych dostaw spowodowanych awariami czy też znalazł tańszego producenta? Poza sferą ściśle finansową nie bez znaczenia jest to, że stosując elektrostatyczną technologię oczyszczania olejów chronimy środowisko naturalne, bo olej raz wlany do maszyny pozostaje w niej do czasu zakończenia jej eksploatacji bezterminowo zachowując właściwości nadane mu przez producenta. Wszak na bieżąco usuwamy z niego wszystko, co uznawane jest za niepożądane składniki. Nie obciążamy otaczającej nas przyrody „przepracowanymi” olejami, których utylizacja zawsze ma na nią niekorzystny wpływ, a przy okazji kolejne drobne, które wydawaliśmy dotychczas na zakup „świeżych” olejów, pozostają w kieszeni przedsiębiorcy. Praca z maszynami, w których olej oczyszczany jest elektrostatycznie przestaje się wiązać z koniecznością wykonywania nieprzyjemnych, „brudnych” czynności. Nieskazitelnie czyste są układy pracujące i zbiorniki maszyny.

Żeby dopełnić optymistycznego obrazu, trzeba powiedzieć, że urządzenia typu ELC są stosunkowo tanie i nakłady poniesione na ich zakup zwracają się w okresie kilku miesięcy od ich uruchomienia. Ich własne koszty eksploatacji są minimalne i stanowią niewielki procent środków zaoszczędzonych z tytułu minimalizacji zużycia filtrów zainstalowanych w maszynach.

Wśród firm, które użytkują po kilkaset urządzeń oczyszczających oleje elektrostatycznie znajdują się m.in.: ABB, BRIDGESTONE (również w Polsce), CANON, CBS – SONY, CINCINNATI MILACRON, CITIZEN, DAIHATSU, FIAT (również w Polsce), GM, FORD, FUJI, HITACHI, HONDA, KAWASAKI, KOMATSU, MATSUSHITA, MAZDA, MINOLTA, MITSUBISHI, NASA, NIPON STEEL, OLYMPUS, OPEL, ROLLS ROYCE, SANYO, SIEMENS, SHARP, TOYOTA (również w Polsce), YAMAHA.

Elektrostatyczna technologia oczyszczania olejów przemysłowych jest idealnym narzędziem do poprawy wyniku finansowego przedsiębiorstw produkcyjnych.

Źródła:

Dr inż. Akira Sasaki: "Oil Management of 21st Century for Economy and Environment", 2006, Tokio, Japonia; Vladislav Chalina: „Příklady řešení čistoty pracovních kapalin-olejů”, 2003, Praga, Republika Czeska; Małgorzata Juszczyk: „Rewolucja w Zapobiegawczym Utrzymaniu Ruchu”, 2005, (Inżynieria i Utrzymanie Ruchu 7/2005), Warszawa, Polska.