



INSTYTUT TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO

MOTOR TRANSPORT INSTITUTE

ul. Jagiellońska 80
03-301 Warszawa

(+48 22) 811 32 31
(+48 22) 811 09 06

e-mail: info@its.waw.pl
NIP: 525-00-08-382

www.its.waw.pl



AQAP 2110:2009
PN-EN ISO 9001:2009



AC 077



AK 012



AC 015



AB 089
AB 502
AB 503
AB 504

Warszawa dn. 2012-07-20
SZ-222-20/12/6/6/2012/2713

Szanowni Państwo,

DOTYCZY: Sygn. akt SZ-222-20/12/6/6/2012

Przetargu nieograniczonego, którego przedmiotem jest " sprzedaż, szkolenie, dostawę, montaż i uruchomienie w siedzibie Zamawiającego fabrycznie nowego mikroskopu sił magnetycznych z bipotencjostatem wraz z oprogramowaniem".

Zamawiający informuje, zgodnie z art. 38 ustawy Prawo Zamówień Publicznych, iż w dniu **2012-07-12** wpłynął od uczestnika postępowania wniosek o udzielenie wyjaśnień.

Poniżej przedstawiamy odpowiedzi Zamawiającego na pytania Wykonawcy.

1.1 Tryb obrazowania ogólnego zastosowania o następujących cechach: - automatyczna optymalizacja krytycznych parametrów obrazowania obejmujących wartość zadaną, wzmocnienia, szybkość skanowania oraz limit w osi Z.

1. Czy Zamawiający wyraża zgodę na usunięcie tego zapisu?

Tryb automatycznej optymalizacji krytycznych parametrów obrazowania jest dostępny jako rozwiązanie wyłącznie jednej firmy. Jest to tryb bardzo ograniczony i kosztowny w użytkowaniu. Współpracuje jedynie z ograniczoną ilością próbek oraz co najważniejsze tylko ze specjalnymi sondami. Sondy do tego trybu dostępne są tylko od producenta tego trybu i kosztują znacznie więcej niż standardowe sondy - 200 EUR za 10 sztuk. Dla porównania standardowe sondy od innych producentów kosztują 800 EUR za 50 sztuk. Wychodzi więc ekstra koszt 200 EUR za 50 sond, za tryb, który w rzeczywistości ogranicza możliwości pomiarowe. Systemy AFM/MFM są urządzeniami skomplikowanymi, przy których użytkownik musi posiadać odpowiednią wiedzę, a nie zdywagać się na oprogramowanie, które ogranicza możliwości badawcze. Dodatkowo tryb ten nie działa z MFM (producent nie oferuje takich sond), więc wymaganie go mija się z celem tego systemu. Jako, że system ten dostępny jest tylko od jednego dostawcy Zamawiający powinien usunąć ten zapis lub przesunąć jako opcjonalne wymaganie. - **bezpośrednią kontrola sił igła – próbka na poziomie co najmniej 50 pN**

Zgodnie z wiedzą Zamawiającego obecnie, co najmniej dwie firmy posiadają opisany w punkcie 1.1 SIWZ tryb pomiarowy. Zgodnie z informacjami na stronach tych firm do pracy w wyspecyfikowanym trybie można wykorzystać dowolne sondy pomiarowe.

2. Czy Zamawiający wymaga zastosowania w tym celu dedykowanego czujnika siły (nie chodzi o układ detekcji oparty na skanerze piezo, laserze i detektorze)? Jeżeli nie, prosimy o wykreślenie tego zapisu, ponieważ w standardowym układzie skanowania i detekcji nie można bezpośrednio mierzyć ani kontrolować siły.

Skannery piezoelektryczne stosowane w systemach SPM są jedynie aktuatorami położenia i ze względu na swoje właściwości nie mogą być wykorzystywane jako czujniki. Z tego też powodu w skanerach stosuje się czujniki zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego, które podają rzeczywistą wartość przemieszczenia skanerów piezo. Dlatego też piezo nie nadaje się do pomiarów siły, do których powinny być wykorzystywane dedykowane czujniki.

- praca w oparciu o tryb obrazowania z przerywanym kontaktem bez potrzeby szukania częstotliwości rezonansowej dźwigni

Zgodnie z wiedzą Zamawiającego obecnie, co najmniej dwie firmy posiadają opisany w punkcie 1.1 SIWZ tryb pomiarowy. Bezpośrednia kontrola siły igła – próbka realizowana jest w oparciu o przeprowadzoną wcześniej kalibrację sondy pomiarowej z użyciem próbek wzorcowych (próbki o znanej sztywności).

3. Czy Zamawiającemu wymaga, aby oprogramowanie automatycznie wyszukiwało optymalną wartość rezonansu dźwigni?

Zamawiający wymaga, aby opisany tryb obrazowania z przerywanym kontaktem do poprawnej pracy nie wymagał znalezienia częstotliwości rezonansowej dźwigni.

1.8 Mikroskopia sił magnetycznych uwzględniająca zewnętrzne pole magnetyczne

4. Czy Zamawiający wymaga dostarczenia zewnętrznych elektromagnesów w celu zapewnienia możliwości prowadzenia badań MFM w zewnętrznym polu magnetycznym?

Zapis w SIWZ jest nieprecyzyjny i mógłby być zinterpretowany jako tryb MFM podatny na zewnętrzne pole, czyli układ niezabezpieczony przed wpływem z zewnątrz.

Proponujemy doprecyzowanie wymogów dotyczących pracy w zewnętrznym polu:

"maksymalne zewnętrzne pole magnetyczne w czasie pomiaru:

- minimum 0,3 Tesli (dla próbek o szerokości 5 mm) w płaszczyźnie próbki (in-plane); pole między nabiegunkami powinno być jednorodne w kierunkach x, y, z w odległości 2 mm od środka szczeliny z dokładnością 5%, - minimum 0,05 Tesli prostopadle do płaszczyzny próbki (out-of-plane)"

Brak wymogów dotyczących zewnętrznego pola oznacza, że wymagania są spełnione przez system, do którego zostaną dołączone magnesy lodówkowe.

Zamawiający wymaga, aby dostarczony mikroskop sił magnetycznych umożliwił pomiary próbek, które są umieszczone w zewnętrznym polu magnetycznym, wytworzonym przez zewnętrzne urządzenie - na przykład elektromagnes. Zamawiający nie precyzuje konkretnych warunków pracy urządzenia wytwarzającego zewnętrzne pole elektromagnetyczne

1.10 Tryb Nanolitografii

5. Czy Zamawiający wymaga litografii siłowej - wektorowej, anodyzacyjnej - rastrowej czy obydwu?

Zamawiający wymaga, aby dostarczony mikroskop oferował tryb nanolitografii mechanicznej i oksydacyjnej

1.11 Tryb obrazowania z jednoznacznym mapowaniem w ujęciu ilościowym takich właściwości materiałów jak adhezja oraz moduł Younga powinna przebiegać z rozdzielczością <10 nm (< 10 minut na obraz).

Wymagany zakres wyznaczanego modułu Younga - od 1 MPa do 50 GPa.

Nanoindentacja, opcje analizy składowych harmonicznych oraz tryby obrazowania dual/multi frequency AC nie będą rozważane jako równoważne.

10.4 2 - do wykonywania nanoindentacji z piramidą diamentową

6. Czy Zamawiający wymaga dostarczenia układu do badania właściwości mechanicznych przy użyciu sond z piramidami diamentowymi techniką opartą o spektroskopię sił, czy też może dopuszczalne jest zaoferowanie dowolnej techniki badania właściwości mechanicznych opartej na AFM pozwalającej na uzyskanie wartości Modułu Younga?

Opisana przez Zamawiającego technika jest oparta na analizie spektroskopii siła-odległość dostępnej w praktycznie każdym systemie AFM. Niestety, żadna technika oparta na mikroskopii AFM nie ma możliwości być trybem obrazowania z jednoznacznym mapowaniem w ujęciu ilościowym właściwości mechanicznych ze względu na ograniczenia techniczne konstrukcji mikroskopów, skanerów piezoelektrycznych oraz sond AFM. Zgodnie z normą PN-EN ISO 14577 taką techniką jest nanoindentacja, która pozwala na pomiary właściwości mechanicznych w skali nano. Nanoindentacja została przez Zamawiającego wykluczona w powyższym opisie, jednak w punkcie 10.4 wymagane jest dostarczenie 2 sond do nanoindentacji.

Technika opisana przez Zamawiającego ma spore ograniczenia dotyczące próbek, metod kalibracji, przygotowania eksperymentu oraz stosowanych sond (które kosztują nawet kilkanaście tysięcy złotych), a mimo tego wyniku uzyskane za jej pomocą są tylko szacunkowym przybliżeniem pomiarów możliwych za pomocą prawdziwej nanoindentacji (jak w normie ISO 14577).

Proponujemy zamianę tych wymogów na dowolną technikę badania właściwości mechanicznych opartą na AFM - praktycznie wszystkie te techniki pozwalają na korzystanie z normalnych sond AFM (kosztujących kilkadziesiąt złotych), a wyniki uzyskane za ich pomocą są porównywalne do tych uzyskanych za pomocą techniki opisanej w SIWZ.

Prosimy o odpowiednią zmianę zapisów z usunięciem aktualnego opisu oraz ograniczeń zakresowych. Pragniemy też zauważyć, że utrzymanie tego zapisu spowoduje możliwość złożenia oferty tylko dla jednej firmy, która posiada opisany tryb o dokładnie takich parametrach.

Chcielibyśmy też zwrócić Państwa uwagę na fakt, iż skanery piezoelektryczne stosowane w systemach SPM są jedynie aktuatorami położenia i ze względu na swoje właściwości nie mogą być wykorzystywane jako czujniki. Z tego też powodu w skanerach stosuje się czujniki zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego, które podają rzeczywistą wartość przemieszczenia skanerów piezo. Dlatego też piezo nie nadaje się do pomiarów siły, do których powinny być wykorzystywane dedykowane czujniki.

Zamawiający wymaga dostarczenia mikroskopu wyposażonego w tryb badania właściwości mechanicznych przy użyciu sond AFM z piramidami diamentowymi z techniką opartą o tzw. szybką spektroskopię sił, tak, aby było możliwe tworzenia map rozkładu właściwości mechanicznych z rozdzielczościami typowymi dla mikroskopu sił atomowych i szybkością normalnego obrazowania tj. około 10 minut na jeden obraz przy

rozdzielczości cyfrowej 512 x 512 punktów. Zamawiający wymaga jedynie, aby wraz z systemem dostarczone zostały dwie sondy przeznaczone do standardowego wykorzystywania podczas prowadzenia badań w trybie nanoindentacji, ponieważ są one przydatne podczas obrazowania sztywnych i twardych materiałów np.: obrazowanie kształtu wydzieliń węglkowych w stalach. Dostarczenie sond nie jest jednoznaczne z wymaganiem, aby mikroskop posiadał tryb Nanoindentacji.

2 System powinien być otwarty, umożliwiający w przyszłości jego rozbudowę o następujące opcje, bez ingerencji w układ sterownika i głowicy:

7. Czy Zamawiający dopuszcza rozszerzenie możliwości rozbudowy systemu oraz zaoferowanie trybów mikroskopii pojemnościowej i rezystancji rozptywu zamiast rozbudowy bez ingerencji w układ sterownika i głowicy?

Wymienione tryby badawcze są technikami standardowymi i jeżeli rozbudowa nie wymaga ingerencji w układ sterownika ani głowicy oznacza to, że muszą one być dostępne w składanej ofercie, ale mogą być zablokowane w oprogramowaniu. W takim przypadku rozbudowa oznaczałaby płacenie za odblokowanie opcji oprogramowania co jest częstym zabiegiem niektórych firm. Nasze rozwiązanie posiada dużo większą listę możliwości rozbudowy (kilkaset specjalizowanych modułów) i żadna opcja nie jest sztucznie blokowana w oprogramowaniu.

Wymienione tryby mikroskopii pojemnościowej i rezystancji rozptywu wymagają specjalistycznych komponentów dodatkowych takich jak np.: niskoszumowe wzmacniacze, które jeśli są dostępne w konfiguracji podstawowej to podnoszą cenę urządzenia. Zamawiający dopuszcza jednak zaproponowanie w przyszłości rozbudowy o wspomniane tryby z możliwością dołączenia wymaganego modułu do układu sterownika lub głowicy.

2.3 **Możliwość obrazowania w podwyższonych temperaturach w zakresie do 250 °C. Pomiary powinny być wykorzystywane z wykorzystaniem funkcji podgrzewania sondy skanującej, w celu zapobieżenia jej kontaminacji podczas obrazowania.**

8. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zmianę tego zapisu i usunięcie funkcji podgrzewania sondy oraz braku ingerencji w układ głowicy?

Nasze rozwiązanie standardowo pozwala na badania do 150C z możliwością rozbudowy o głowicę do badań do 300C, która posiada układ zabezpieczający ją przed wpływem temperatury na wrażliwe elementy.

Zamawiający wymaga, aby możliwe było w przyszłości dokupienie modułu umożliwiającego prowadzenie pomiarów w temperaturze w zakresie do 250 °C, a także, aby sonda była podgrzewana, aby zapobiec kondensacji na sondzie pomiarowej podgrzewanego materiału lub medium, w którym odbywa się obrazowanie. Opisana funkcjonalność powinna być dostępna bez integracji w układ głowicy pomiarowej, ponieważ takie rozwiązanie podnosi koszt zakupu dodatkowych opcji.

9. Czy Zamawiający stawia jakieś wymogi dotyczące stabilności termicznej systemu do badań w podwyższonej temperaturze?

Proponujemy wymaganie stabilności co najmniej na poziomie $<20 \text{ nm}/^{\circ}\text{C}$ i $<20 \text{ nm}/\text{godz.}$ Jest to o tyle ważne, że jeżeli robimy kilka wysokorozdzielczych skanów na obszarze kilkuset nanometrów i w międzyczasie temperatura w pomieszczeniu podniesie się o kilka stopni to za każdym razem będziemy skanowali inny obszar. Jest to szczególnie ważne przy badaniach zaawansowanych gdzie najpierw skanujemy topografię a później na dokładnie tym samym obszarze musimy wykonać skan w trybie zaawansowanym.

Zamawiający nie precyzuje wymogów stabilności termicznej podczas pracy podwyższonych temperaturach.

2.4 **Możliwość obrazowania w obniżonych temperaturach do przynajmniej -35°C**

10. Czy Zamawiający wyraża zgodę na dostarczenie systemu, który będzie posiadał możliwość rozbudowy o pracę do -30°C ?

Zamawiający wyspecyfikował, że mikroskop sił magnetycznych powinien umożliwić w przyszłości rozbudowę o opcje chłodzenia do -35°C , bez ingerencji w układ sterownika lub głowicy.

2.5 Mikroskopia prądu rozptywu z wykorzystaniem liniowego wzmacniacza prądowego o co najmniej czterech poziomach wzmocnienia z przełączaniem zakresów z poziomu oprogramowania, z możliwością integracji z mikroskopią drgań torsyjnych dźwigni, w której amplituda drgań torsyjnych wykorzystywana jest jako sygnał sprzężenia zwrotnego.

2.6 Mikroskopia prądu rozptywu z wykorzystaniem liniowego wzmacniacza. Zastosowany wzmacniacz prądowy o co najmniej czterech poziomach wzmocnienia z przełączaniem zakresów z poziomu oprogramowania o zakresie pomiarowym co najmniej od 100 fA do $1 \mu\text{A}$. Możliwość połączenia z trybem obrazowania z jednoznacznym mapowaniem w ujęciu ilościowym takich właściwości materiałów jak adhezja oraz moduł Younga z rozdzielczością $<10 \text{ nm}$ (< 10 minut na obraz). Wymagany zakres, w którym moduł Younga powinien być wyznaczany wynosi od 1 MPa do 50 GPa . Nanoindentacja, opcje analizy składowych harmonicznych oraz tryby obrazowania dual/Multi frequency AC nie będą rozważane jako równoważne.

11. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zaoferowanie systemu realizującego tryb prądu rozptywu w zakresie liniowy 50 pA - 10 nA i nieliniowym 10 nA - 100 uA z możliwością rozbudowy o tryb niskoprądowy o zakresie 30 fA - 100 pA?

Wymogi z punktów 2.5 i 2.6 dotyczą konkretnych rozwiązań technicznych dostępnych tylko u jednego producenta i z tego powodu nie mogą być dokładnie w takiej postaci zaoferowane przez naszą firmę.

Opisany punkt dotyczy trybu pracy, o który w przyszłości można rozbudować wyspecyfikowany system. Zamawiający wymaga jednak, aby pomiar w całym wyspecyfikowanym zakresie odbywał się w sposób liniowy, ponieważ pozwala to na uzyskanie najwyższej dokładności pomiaru oraz na pomiar zgodnie z prawem Ohma - które jest zależnością liniową !!!.

3.2 Układ obserwacji dźwigni i pola skanowania za pomocą cyfrowej kamery CCD o rozdzielczości optycznej co najmniej 5 megapixeli z możliwością wyświetlania obrazu na monitorze komputera sterującego AFM.

Funkcje powiększenia oraz ogniskowania sterowane poprzez oprogramowanie

12. Czy Zamawiający wyraża zgodę na usunięcie zapisu dotyczącego rozdzielczości kamery CCD i ewentualnie zastąpienie go rozdzielczością optyczną 3 um?

Układ obserwacji dźwigni i pola skanowania nie wymaga stosowania wysokorozdzielczych kamer CCD. Tego typu wymagania są istotne w przypadku wysokorozdzielczych układów optycznych w zintegrowanych systemach AFM/Raman, do którego nasz system można rozbudować.

Zamawiający nie wyraża zgody na zaproponowane zmiany, wymagana rozdzielczość, co najmniej 5 mega pikseli ma na celu zapewnienie najlepszej możliwej jakości otrzymanych obrazów, ułatwia to pozycjonowanie otrzymanych wyników z mikroskopu sił magnetycznych względem obrazu z mikroskopu optycznego.

13. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zaoferowanie systemu, w którym układ obserwacji dźwigni byłby umieszczony pod kątem?

Taki system jest dużo prostszym rozwiązaniem (obiektyw jest skierowany na dźwignię i próbkę pod kątem, podobnie jak patrzy użytkownik stojąc przed systemem) ograniczającym możliwości rozbudowy i dostęp do próbki, ale dzięki temu moglibyśmy obniżyć cenę naszej oferty. Standardowym rozwiązaniem jest układ optyczny nad głowicą, prostopadle do próbki i pozwala na uzyskanie dużo wyższych rozdzielczości optycznych i łatwiejszy dostęp oraz rozbudowę, jednak jest dużo droższy.

Zamawiający kierując się maksymalną wygodą pracy uważa, że układ kamery powinien oferować widok prostopadły do powierzchni próbki, tak, aby precyzyjnie można było stwierdzić nad jakim obszarem znajduje się dźwignia pomiarowa. Jednak ze względu na to, że sposób obserwacji powierzchni nie został opisany w SIWZ Zamawiający nie precyzuje geometrii układu obserwacji. Natomiast Zamawiający nie akceptuje

zaproprowania układu obserwacji, który uniemożliwia pracę z wymienionymi w SIWZ trybami pomiarowymi oraz z trybami, o które w przyszłości można rozbudować zamawiany mikroskop.

5 Wymagane wyposażenie kontrolera

5.1 Co najmniej 3 zintegrowane wzmacniacze fazo czułe

14. Czy Zamawiający zgadza się na dostarczenie systemu z dwoma wzmacniaczami fazo czułymi?

Większość eksperymentów wymaga zastosowania jednego wzmacniacza, a drugi jest wymagany tylko w bardzo nielicznych przypadkach.

Zamawiający wymaga, aby dostarczony system wyposażony został w 3 wzmacniacze fazo czułe, ponieważ jednym z wymaganych trybów jest mikroskopia efektu piezoelektrycznego a wspomniany tryb do poprawnej pracy tj. pomiaru topografii, fazy materiału, odkształcenia w osiach X-Y oraz odkształcenia w osi Z wymaga 3 wzmacniaczy fazo czułych. W trybie opisanym w punkcie 1.11 do poprawnej pracy również wykorzystywane są 3 wzmacniacze fazo czułe.

5.7 Możliwość cyfrowego strojenia współczynnika dobroci Q dźwigni sprężystej

15. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zaoferowanie systemu bez tej funkcji?

Funkcja ta ma działanie głównie marketingowe i nie ma praktycznie żadnego zastosowania.

Zamawiający wymaga, aby dostarczony system posiadał możliwość cyfrowego strojenia współczynnika dobroci Q dźwigni sprężystej, ponieważ ta opcja w opinii Zamawiającego jest przydatna podczas pracy w trybie mikroskopii sił magnetycznych do uzyskania najlepszego obrazu sił magnetycznych.

6.4 Zakres skanowania w pionie co najmniej do 10 μm

16. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zaoferowanie systemu o zakresie skanowania 9 μm ?

Standardowym skanerem stosowanym obecnie przez większość firm jest skaner 90x90x9 μm i taki też skaner chcieliśmy zaoferować.

7 Wymagania związane z układem pozycjonowania próbki – charakterystyka stolika

7.1 Średnica min. 200 mm

7.2 Możliwość przesuwu w kierunkach XY min. 175mm x 150 mm

7.3 Rotacja manualna

7.4 Mocowanie próbki z pomocą podciśnienia

Zamawiający nie wyraża zgody na zaproponowanie systemu o zakresie skanowania 9 μm , ponieważ w mikroskopach sił magnetycznych każdy jeden μm zakresu w osi Z jest bardzo cenny, gdyż umożliwia pomiar próbek o większej chropowatości.

17. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zaoferowanie sytemu w którym średnica próbki wynosi maksymalnie 100mm?

W większości zastosowań mikroskopii AFM próbki są mniejsze niż 40mm, a próbki powyżej 100mm pojawiają się praktycznie wyłącznie w przemyśle półprzewodnikowym po postacią wafla krzemowych. Nasz system posiada dodatkowo możliwość pracy na próbkach większych niż 100mm poprzez umieszczenie głowicy bezpośrednio na próbce - wtedy rozmiar próbki jest nieograniczony. Jeżeli Zamawiający nie wyraża zgody na dopuszczenie naszego rozwiązania prosimy o informację jakiego rodzaju próbki powodują konieczność stosowania tak dużego stolika próbek.

Zamawiający wymaga, aby urządzenie oferowało możliwości pracy z dużymi próbkami nawet o średnicy 200mm, tego typu próbki mogą występować podczas prowadzenia badań dla klientów przemysłowych. Wyspecyfikowana wielkość stolika umożliwia również umieszczenie kilku próbek jednocześnie.

18. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zastosowanie stolika próbek o zakresie przesuwu 5x5 mm?

Duży rozmiar próbek pociąga za sobą konieczność stosowania dużego zakresu ruchu, który jest całkowicie zbędnych w normalnych badaniach AFM.

Zamawiający wyspecyfikował możliwość pracy z dużymi próbkami do 200mm średnicy, dlatego aby mieć dostęp do znacznego obszaru mierzonej próbki, stąd też urządzenie powinno zapewniać minimalny zakres przesuwu 175 x 150mm.

19. Czy Zamawiający wyraża zgodę na zastosowanie stolika próbek bez mocowania próbek za pomocą podciśnienia?

Taki układ sprawdza się najlepiej przy waflach krzemowych, a w normalnych przypadkach próbkę przykleja się do podkładki (w niektórych trybach może to być podkładka magnetyczna). Prosimy mieć na uwadze że mocowanie za pomocą podciśnienia nie działa w większości trybów zaawansowanych jak praca w cieczy, elektrochemia, zewnętrzne pole magnetyczne, kontrola temperatury, etc.

Jedną z przewidzianych aplikacji dla wyspecyfikowanego mikroskopu jest pomiar topografii powierzchni dla próbek wytrzymałościowych, które posiadają kształt „wiosełek”, i są dokładnie oszlifowane z każdej strony. Dlatego w opinii Zamawiającego możliwość zamocowania próbki do powierzchni stolika mikroskopu za pomocą podciśnienia jest przydatna aby uniknąć konieczność klejenia próbki do powierzchni.

Z poważaniem,

Zamawiający