

NANOTECHNOLOGIA W OBSŁUDZE TECHNICZNEJ MASZYN ROLNICZYCH

Streszczenie

Nanotechnologia jest terminem obejmującym projektowanie, tworzenie oraz użytkowanie materiałów, zbudowanych z cząstek, o wymiarach od 1 do 100 nm. Jest nową dziedziną wiedzy, która bazuje na osiągnięciach m.in. chemii, biologii, fizyki, mechaniki oraz informatyki. Artykuł ma charakter przeglądowy, w którym przedstawiono charakterystykę popularnych nanomateriałów i potencjalne możliwości ich wykorzystania w budowie i obsłudze technicznej maszyn rolniczych.

Wprowadzenie

Nanotechnologia jako pojęcie istnieje od niedawna. Po raz pierwszy termin ten został użyty przez japońskiego badacza Norio Taniguchi w 1974 roku [11]. Nanotechnologia jest nauką interdyscyplinarną, która obok biotechnologii i genetyki, stała się popularną dziedziną wiedzy [2, 3, 4, 5, 7, 10, 11]. Obejmuje ona różnorodny zestaw technik i sposobów tworzenia nowych struktur o rozmiarach nanometrycznych, a bazuje na osiągnięciach wielu dziedzin nauki, m.in. chemii, biologii, fizyki, mechaniki oraz informatyki. Do nanotechnologii zaliczane są wszelkie operacje technologiczne prowadzone na poziomie atomowym lub cząsteczkowym o rozmiarach od 1 do 100 nm. Nanotechnologia może zrewolucjonizować rolnictwo oraz produkcję żywności, zmienić sposób produkcji, przetwarzania, pakowania, transportu i konsumpcji.

Pierwszymi wizjonerami nanotechnologii byli Amerykanie. R. Feynman już w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku przedstawił obraz świata, w którym budowane są dowolne struktury złożone z pojedynczych atomów. K.E. Drexler dostrzegł możliwości tworzenia struktur mechanicznych w skali nano w budowie maszyn, urządzeń i ich części, poczynając od pojedynczych atomów [2, 3, 4, 5].

Na obecnym etapie rozwoju nanotechnologii najpopularniejszymi w praktycznym użyciu są nanomateriały, którym znaczącą uwagę zaczęto poświęcać w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Według raportu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. "Nanonauka i Nanotechnologia. Narodowa strategia dla Polski" [10], przewidywana sprzedaż produktów zawierających elementy powstałe w wyniku zastosowania nanotechnologii w 2015 roku wyniesie ok. 15%, w stosunku do całej produkcji. Jest to więc dynamicznie rozwijająca się dziedzina inżynierii.

W nanotechnologii wyróżnia się dwie techniki wytwarzania nanomateriałów, tzw. *bottom-up* i *top-down* [4, 5]. Metoda *bottom-up* polega na budowaniu od podstaw materiału przez łączenie atomów lub cząstek w zależności od tego, jakie ma mieć właściwości. Zmieniając wielkość budulca, kontrolując cechy jego powierzchni i wnętrza, narzucając konkretne warunki łączenia się, otrzymuje się materiał o zdanych właściwościach. Ideą metody *top-down* jest rozdrabnianie cząstek. Technika ta jest prostsza, gdyż w głównej mierze opiera się na podziale materiału makroskopowego na mniejsze części. Obejmują one praktycznie wszystkie metody przetwarzania ciał stałych, np. mielenie, cięcie, litografia.

Właściwości nanomateriałów

Cząstki i materiały nanometryczne wykazują właściwości,

które w tych samych materiałach w skali makro nie występują. Nanomateriały zachowują właściwości fizykochemiczne charakterystyczne dla skali makro, a dodatkowo posiadają zespół oryginalnych cech, które związane są z rozmiarem cząstek. Z jednej strony z racji wielkości podlegają one już nie tylko prawom fizyki klasycznej, ale są dla nich właściwe także zachowania opisywane przez fizykę kwantową [11]. Dualizm charakteru nanocząstek stanowi jedną z największych ich zalet.

Właściwością charakterystyczną nanocząstek jest także znacznie bardziej rozwinięta powierzchnia właściwa w porównaniu do tradycyjnych materiałów. Na przykład powierzchnia właściwa cząsteczek nanopochodnych krzemu zawartych w objętości równej objętości kropli deszczu jest w przybliżeniu równa powierzchni dużego boiska piłkarskiego [11]. Silnie rozwinięta powierzchnia właściwa niektórych nanocząstek i materiałów z nich zbudowanych decyduje między innymi o ich bardzo dobrych właściwościach adsorpcyjnych i przekłada się dalej na ich specjalne zachowanie podczas użytkowania, różne od tradycyjnie obserwowanych.

Nanomateriały w porównaniu do konwencjonalnych materiałów wykazują większą twardość (np.: nanokrystaliczny nikiel posiada twardość hartowanej stali). Większa jest również wytrzymałość (np. nanokrystaliczny krzem jest znacznie bardziej wytrzymały na rozciąganie niż stal) i występująca jednocześnie duża plastyczność, odwrotnie niż ma to miejsce w materiałach tradycyjnych. W przypadku niektórych nanomateriałów ceramicznych występuje zjawisko tzw. superplastyczności. Polega ono na tym, że materiały te mogą ulegać odkształceniom plastycznym nawet do 250% [11].

Nanomateriały w stosunku do makromateriałów wykazują większą odporność na pełzanie, co pozwala na wykorzystanie ich w warunkach wysokich temperatur (np. nanometryczny węgiel krzemu), charakteryzuje je niski współczynnik tarcia. Produkowane są materiały polimerowo-nanometryczne, z których wykonuje się części maszyn niewymagające stosowania smarów, głównie łożyska ślizgowe.

Ważną cechą nanomateriałów jest również większa odporność chemiczna (np. azotki metali przejściowych) oraz większa hydrofilowość (np. nanometryczny ditlenek tytanu).

Zastosowanie nanomateriałów

Produkowane nanomateriały można podzielić na 3 grupy: nanomateriały mineralne, nanotlenki metali i nanorurki [5].

Nanomateriały mineralne znajdują obecnie największe zastosowanie, szczególnie jako komponenty i wypełniacze do nanokompozytów polimerowych. Mają one szerokie zastosowanie, szczególnie w przemyśle elektrotechnicznym, samochodowym i przy produkcji opakowań. Odnaczają się one

zwiększonymi modułami sprężystości, twardością, termoodpornością oraz niepalnością.

Nanometryczne tlenki metali i metale, takie jak np. ditlenek tytanu, indu, ceru, glinu, krzemu, metaliczne srebro, złoto lub miedź znajdują coraz szersze zastosowanie, m.in. do wytwarzania kosmetyków, nanoproduktów ceramicznych, filtrów przeciwsłonecznych, katalizatorów samochodowych, trwałych nanopowłok fotokatalitycznych, zdolnych do usuwania zanieczyszczeń w wyniku zachodzących na ich powierzchni reakcji chemicznych z udziałem światła słonecznego. Nanometale w formie jonowej lub niejonowej są składnikami nanozoli o właściwościach antystatycznych i przeciwbakteryjnych. Wykorzystywane jako aktywne cząstki środków ochrony roślin, które mogą być alternatywą dla pestycydów.

Nanorurki węglowe zostały odkryte w 1992 roku i składają się ze zwiniętych w cylinder płaszczyzn grafenowych [5]. Taka forma węgla jest energetycznie bardziej trwała niż niezwinęta płaszczyzna grafenowa. Nanorurki węglowe charakteryzują się wyjątkowo dużym stosunkiem długości do średnicy. Przy typowej średnicy 1-20 nm, ich długość może sięgać 0,1 m, mają dużą powierzchnię i są czułe na oddziaływania sił międzycząsteczkowych. Dlatego mogą stanowić wypełniacz wzmacniający dla kompozytów polimerowych. Przypuszcza się, że nanorurki mogą odgrywać podobną rolę jak krzem w półprzewodnikach. Z materiałem tym przemysł elektroniczny i inne dziedziny techniki wiążą olbrzymie nadzieje.

Biopolimery, takie jak: białka, cukrowce, poliestry mogą służyć jako matryce, na których osadzone są nanocząsteczki, dzięki czemu istnieje możliwość uzyskania nowych materiałów o pożądanym cechach, takich jak: biodegradowalność, wielofunkcyjność, przezroczystość i innych, co umożliwia ich zastosowanie w różnych działach gospodarki. Nieorganiczne nanocząsteczki mogą pełnić funkcję nośników smaku i aromatu. Biopolimery mogą być wykorzystane do produkcji sztucznych naczyń oraz opakowań na płyny.

Wielką nadzieją pokładaną w nanotechnologii jest wyprodukowanie "nanorobotów", wykorzystywanych w mechanice precyzyjnej, rolnictwie oraz medycynie i weterynarii.

Nanomateriały w maszynach rolniczych

W rolniczej nanotechnologii prym wiodzie "rolnictwo precyzyjne", które oszczędza energię, czas i pieniądze. Wykorzystuje się w nim nanoczuJNIKI, zwiększa wydajność nawozów i substancji odżywczych oraz stosuje nowe metody oczyszczania wód i gleby. Czujniki zbudowane z nanocząsteczek, potrafiących zidentyfikować pojedynczą molekułę, pomagają kontrolować warunki glebowe i wzrost roślin, a także zidentyfikować i unieszkodliwiać patogeny roślinne oraz zwierzęce.

Nowe systemy dostarczania substancji to np. nanokapsułki z pestycydami o kontrolowanym czasie uwalniania, które rozpuszczają się w wodzie wydajniej od dotychczasowych. Środki ochrony roślin uwalniają się z nanokapsułek jedynie w żołądkach insektów. Nanoemulsje bazują na wodzie lub oleju, które następnie można umieścić w żelach, kremach, płynach i dodać do nich środki odżywcze, hormony, szczepionki. Nanotechnologia dysponuje też urządzeniami potrafiącymi rozpoznać chorobę rośliny zanim zostanie zauważona przez rolnika i samodzielnie zareagować, alarmując albo wręcz podając odpowiednią substancję chemiczną [11].

Dynamiczny rozwój nanotechnologii i inżynierii materiałowej stwarza możliwość zastosowania powstałych nanomateriałów w budowie i obsłudze maszyn rolniczych. Wymagają one jednak wielu badań, które potwierdziłyby ich przydatność w charakterystycznych, trudnych środowiskach

pracy maszyn. W dostępnej literaturze brak jest informacji o prowadzonych badaniach nad nanomateriałami, które można w przyszłości wykorzystać w konstrukcji i obsłudze maszyn rolniczych. Są to z reguły pojedyncze badania wybranych produktów, głównie powłok antykorozyjnych oraz katalitycznych.

Problem korodowania stalowych części, eksploatowanych w agresywnych środowiskach, jest szczególnie istotny w przypadku maszyn rolniczych. Zastosowanie najnowszych osiągnięć nanotechnologii może pozwolić na znaczną redukcję intensywności, z jaką części maszyn ulegają degradacji. Jednym z nowszych pomysłów na antykorozyjne zabezpieczenie stalowych konstrukcji jest impregnacja powierzchni stali za pomocą organicznych powłok kompozytowych oraz zastosowanie warstwy lakieru z nanocząsteczkami. Surowcami o wielkości nano, stosowanymi w wyrobach lakierowych, są najczęściej nanocząsteczki nieorganiczne (krzemionki, tlenki tytanu, cyrkonu, glinu i inne) oraz organiczno-nieorganiczne otrzymanywane metodą zol-żel [1, 4, 5, 6].

Przeprowadzone badania wykazują, że powłoki lakiernicze oparte na nanotechnologii, zawierające w swym składzie nanocząsteczki, charakteryzowały się większą odpornością na uderzenia i giętkością [6].

Nanopowłoki katalityczne mają właściwości bakterio- statyczne i dezodoryzujące, co może być szeroko wykorzystywane w przemyśle rolno-spożywczym do pokrywania powierzchni stołów w gastronomii, halach produkcyjnych i pomieszczeniach zanieczyszczonych dużym stężeniem odoru. Właściwością nanopowłok wykorzystywanych są do utrzymania w czystości filtrów klimatyzacyjnych oraz systemów instalacji filtrowentylacyjnych.

Jedną z głównych właściwości katalitycznych nanopowłok jest ich zdolność do samooczyszczania. Dzięki temu, że pod wpływem padającego światła na jej powierzchni zachodzą reakcje utleniające i rozkładające różnego rodzaju zabrudzenia organiczne, które odpadają lub łatwo dają się spłukać wodą przez spryskanie lub zanurzenie [3, 7].

Przeprowadzone badania nad powłokami katalitycznymi pokazują, że wszystkie zastosowane rodzaje powłok spowodowały zmniejszenie ilości drobnoustrojów w stosunku do powierzchni kontrolnej [8]. Działanie tenków katalitycznych z nanocząsteczkami srebra było skuteczniejsze niż nanocząsteczkami dwutlenku tytanu w redukcji emisji gazowych. Według A. Myczki, [8] największą redukcję emisji gazowych zaobserwowano w stosunku do amoniaku. Preparaty naniesione na powierzchnie gładkie spowodowały redukcję ponad 50%, a na powierzchniach chropowatych od 68 do 75%. Tu nasuwa się pytanie: jak powłoki katalityczne, zastosowane np. na filtrach lub rurociągach, wpływałyby na pracę urządzeń i maszyn pracujących w pomieszczeniach inwentarskich.

Nanotechnologia oferuje również szereg materiałów, które są już dziś wykorzystywane z powodzeniem w motoryzacji. Katalizatory z nanocząsteczkami złota bada się obecnie pod kątem ich zdolności do pochłaniania zapachów. W urządzeniach klimatyzacyjnych mogą one usuwać nieprzyjemny zapach znajdujących się tam bakterii [2, 3, 5].

Przednie szyby w pojazdach można zabezpieczyć przed zarysowaniem dzięki powłokom ochronnym wykonanym metodą zolowo-żelową, zawierającym nanocząsteczki. Zachowuje się przy tym całkowitą przejrzystość szyby. Wytwarza się dobry efekt odkraplania wody i cieczy olejowych oraz ułatwia usuwanie z szyb brudu, owadów, lodu i innych zanieczyszczeń [3].

Szyby zawierające nanocząsteczki mogą wspomóc klimatyzowanie pomieszczenia, gdyż istnieje możliwość regulacji stopnia odbijania światła dzięki elektronicznemu sterowaniu.

Zastosowanie tej metody w pomieszczeniach inwentarskich i pojazdach rolniczych pozwoliłoby na znaczną oszczędność energii [2].

Nowoczesne systemy oświetlenia, stosowane w motoryzacji, wytwarzane są z zastosowaniem nanotechnologii. Tak jak wszystkie diody świecące (LED), diody wysokiej jakości zastosowane w światłach hamowania zawierają skomplikowane systemy warstwowe o rozmiarach nanometrycznych, które bardzo wydajnie przekształcają prąd w światło [2, 4, 11].

Paliwo syntetyczne o bardzo wysokiej czystości będzie wytwarzane bezpośrednio z cząstek węgla otrzymanych w procesie nanotechnologicznym. Przewiduje się, że jest to pionierska metoda ograniczania ilości dwutlenku węgla w atmosferze [4, 11].

Podsumowanie

Pojawienie się nanonauki we wszelkich jej aspektach jest najbardziej spektakularnym przejawem globalnej rewolucji technologicznej [5]. Nanotechnologia jest dziedziną wiedzy stosunkowo młodą, dlatego sporo z jej rozwiązań wciąż pozostaje w sferze rozważań lub jest na etapie badań i testów laboratoryjnych. Trudno jest jednoznacznie stwierdzić, czy nanotechnologia spełni pokładane w niej oczekiwania, szczególnie w praktycznych zastosowaniach. Widać już jednak ogromny potencjał, jaki drzemie w technologiach opartych na materiałach, których struktura kontrolowana jest w skali miliardowych części metra.

Zastosowanie w budowie i obsłudze technicznej maszyn nowych materiałów, charakteryzujących się często lepszymi właściwościami, poprawi jakość i trwałość maszyn rolniczych, obniży koszty ich użytkowania.

Wprowadzanie nanotechnologii do rolnictwa oraz wykorzystanie nanomateriałów w budowie i obsłudze maszyn rolniczych wymaga przeprowadzenia wielu systemowych badań. Na podstawie publikowanych pierwszych wyników

badania można stwierdzić, że wiele z powstających nanomateriałów z powodzeniem można zastosować do budowy i obsługi maszyn.

Należy precyzyjnie stwierdzić, czy stosowane nanomateriały, powłoki antykorozyjne i katalityczne posiadają lepsze właściwości nie wykazują negatywnego wpływu na organizmy żywe [7, 8], co jest szczególnie istotne w rolnictwie.

Literatura

- [1] Bonora P. L., Lekka M., Creazzi L.: Nanotechnologia w powłokach. Ochrona przed korozją, 2006, nr 4, s. 130-131.
- [2] Borisenko V.E., Ossicini S.: What is What in the Nanoworld. A Handbook on Nanoscience and Nanotechnology. VILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2008.
- [3] Hosokawa M., Nogi K., Naito M., Yokoyama T.: Nanoparticle Technology Handbook, Elsevier's Science & Technology Rights, Amsterdam 2007.
- [4] Jones R. A. L.: Soft Machines Nanotechnology and Life. Oxford University Press Inc., New York 2007.
- [5] Kelsall R. W., Hamley I. W., Geoghegan M.: Nanotechnologie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
- [6] Kuczyńska H., Kozakiewicz J.: Farby proszkowe modyfikowane nanocząsteczkami polimerowymi. Ochrona przed korozją, 2008, nr 12, s. 440-444.
- [7] Miller J. C., Serrato R., Represas-Cardenas J. M., Kundahl G.: The Handbook of Nanotechnology, Business, Policy and Intellectual Property Law. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005.
- [8] Myczko A.: Zastosowanie nanotechnologii w praktyce rolniczej. Inżynieria Rolnicza, 2006, nr 2, s. 45-50.
- [9] Sobczak J. Wybrane aspekty nanotechnologii i nanomateriałów. Kompozyty, 2003, nr 3. s. 385-391.
- [10] <http://www.nauka.gov.pl>
- [11] <http://www.wiedzainfo.pl>

NANOTECHNOLOGY IN THE TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURAL MACHINES

Summary

Nanotechnology means projecting, creating and use of materials, built with particles, about dimensions from 1 to 100 nm. Nanotechnology is new discipline of science, which is based on chemistry, biology, physics, mechanics and computer science. The article has the review character in which profile popular nanomaterials and the potential use in building and the technical service of agricultural machines.



ISBN 978-83-921598-9-6

Podręcznik pt. **MASZYNY ROLNICZE** adresowany jest do szerokiego grona pracowników dydaktycznych i słuchaczy uczelni przyrodniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawarto w nim podstawowe informacje z przedmiotu „Technika rolnicza i eksploatacja maszyn rolniczych” wykładanego na ww. uczelniach. Problematyka wykładów tego przedmiotu obejmuje charakterystykę szerokiego i niezwykle różnorodnego asortymentu maszyn i urządzeń technicznych. Wyczerpujące omówienie czy opisanie całości materiału jest niemożliwe. Z tych też względów w podręczniku przedstawiono ściśle wyselekcjonowane partie materiału – informacje podstawowe oraz te, które są dziełem autorów lub powstały przy znaczącym ich udziale. Stąd też, pomimo że podręcznik ma charakter pozycji dydaktycznej, nosi znamiona pracy monograficznej. Materiał uzupełniający stanowi literatura zamieszczona na końcu każdego z rozdziałów.

Wydawca: Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej i Normalizacyjnej
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>