

# Badania powłok PVD w czeskiej firmie SHM

Firma SHM otworzyła w ubiegłym roku nowe centrum badawczo-rozwojowe, zajmujące się rozwojem i testowaniem powłok PVD. Rozpoczęło to nowy etap działalności badawczo-rozwojowej spółki, która należy do światowej czołówki w branży produkcji powłok PVD.

MIROSLAV PÍŠKA, MICHAL JÍLEK, PAVEL HOLUBÁŘ, ROMAN JANKŮ

Prof. Miroslav Píška jest kierownikiem Instytutu Technologii Wytwarzania na Politechnice w Brnie, a Michal Jílek jest technikiem w tym instytucie. Pavel Holubář i Roman Janků są członkami zarządu spółki SHM; [www.shm-cz.cz](http://www.shm-cz.cz)

Swoją pozycję rynkową firma SHM osiągnęła w ciągu 20 lat (została założona w 1993 r.). Spółka powstała w zasadzie w wyniku wstrzymania badań nad warstwami PVD w ówczesnej firmie Pramet, która była jedynym producentem narzędzi z węglików spiekanych w Czechosłowacji. Założyciele SHM postanowili kontynuować pracę badawczą firmy Pramet i po kilku latach działalności w różnych miejscach w 2004 r. firma zbudowała nowoczesny obiekt w strefie przemysłowej na obrzeżach Šumperku. Dziś siedzibę ma tu także spółka-córka PIVOT a.s., która została założona w 2002 r. przez SHM i szwajcarską firmę PLATIT AG.

## Rozwój i nowe badania

Budowa nowej hali centrum badawczo-rozwojowego została zakończona stosunkowo szybko. Projekt został sporządzony w 2011 r., a już w lipcu 2012 obiekt został odebrany. Obok istniejącej hali produkcyjno-biurowej o powierzchni całkowitej 2500 m<sup>2</sup> wyrosła nowa hala o powierzchni użytkowej 1700 m<sup>2</sup>. SHM zwiększyła zaplecze badawczo-rozwojowe, wykorzystując środki z Programu Operacyjnego Przedsiębiorczość i Innowacje, tym

▼ **Ilustracja 1: Wysoka ścieralność powierzchni przyłożenia, niska twardość powłoki, nieodpowiedni promień, mała grubość powłoki**



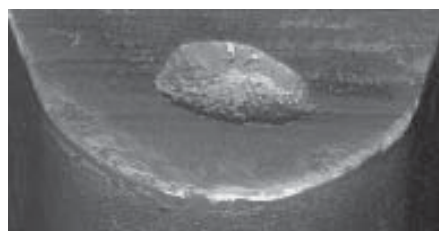
źródło: SHM



samym do inwestycji o wartości całkowitej 2 mln euro uzyskała dotację w wysokości ponad 1 mln euro. Projekty krajowe i międzynarodowe są w chwili obecnej częścią strategii firmy SHM, ponieważ koncentracja na działalności badawczo-rozwojowej nie obejdzie się bez wsparcia ze środków publicznych.

Dzięki utrzymaniu początkowej strategii działalności, polegającej na skupieniu się na własnych badaniach i rozwoju, udało się stworzyć 140 miejsc pracy w regionie. Częścią projektu nowego centrum B-R jest także wyposażenie laboratorium: dwa nowoczesne urządzenia do powlekania PVD, automatyczna linia myjąca, mikroskop optyczny itp., których wartość stanowi ponad 50% całej inwestycji. Urządzenia te znacząco poprawia-

▼ **Ilustracja 2: Duży żłobek zużycia na czole nieodpowiednie stabilność chemiczna i cieplna powłoki, mała grubość powłoki**

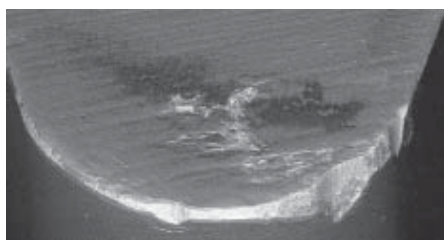


źródło: SHM

ją warunki własnej działalności badawczo-rozwojowej. – Inwestycje w budynki są zminimalizowane i uwzględniają praktycznie wyłącznie wymogi techniczne. Ważniejsza jest inwestycja w ludzi i wyposażenie technologiczne – to opinia właścicieli spółki.

## Współpraca z uczelniami

Niezbędnym elementem sukcesu inwestycji jest doświadczenie zespołu B-R. Jego podstawę w obu firmach SHM i PIVOT stanowi 12 uczelni wyższych ze specjalizacjami takimi, jak fizyka, fizyka plazmy, informatyka, elektronika, technologia maszyn i konstrukcje. Zespół może się pochwalić szeregiem sukcesów w zakresie rozwoju własnych technologii, poprowadził 20 zakończonych sukcesem projektów o zasięgu krajowym i międzynarodowym, ma za sobą ponad 10 patentów lub zgłoszeń patentowych, jest w światowej czołówce w zakresie przemysłowego przygotowania tzw. nanokompozytowych powłok PVD i komercyjnych urządzeń do powlekania, które umożliwiają przygotowanie nanokompozytów. Technologia rozwijana w Šumperku dzięki urządzeniom produkowanym w spółce PIVOT jest dostępna w 35 krajach świata pod marką PLATIT.



źródło: SHM

▲ Ilustracja 3: Odłupywanie powłoki na czole niewłaściwa obróbka wstępna narzędzia, nieodpowiednie czyszczenie jonowe, wysokie napięcie wewnętrzne powłoki, duża grubość powłoki

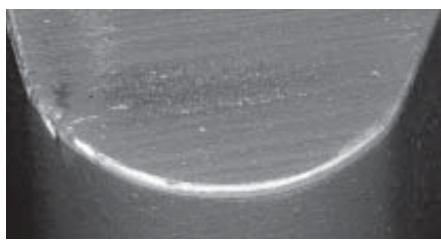
Głównym przedmiotem działalności SHM jest technologia, urządzenia i powłoki PVD. Są to metody fizycznego plazmowego nakładania bardzo twardych, odpornych na ścieranie ślizgowych powłok na narzędzia i elementy przemysłowe. PVD to skrót od angielskiego terminu Physical Vapour Deposition. Przeważająca część technologii SHM jest oparta na odparowywaniu materiałów przy użyciu łuku elektrycznego niskiego napięcia z wykorzystaniem własnego opatentowanego systemu katod obrotowych. PIVOT rozwija i produkuje urządzenia do nakładania powłok i prowadzi ich serwis na całym świecie.

#### Projekt rozwoju i testowania powłok do frezów obwiedniowych

Przykładem udanej współpracy środowiska akademickiego z komercyjnym centrum rozwojowym może być projekt rozwoju i testowania powłok do frezów obwiedniowych z VUT Brno pod kierownictwem profesora M. Pišky.

Celem projektu był rozwój i optymalizacja przygotowania regenerowanych frezów obwiedniowych do konkretnych zastosowań w firmie ŠKODA AUTO Mladá Boleslav. Frezy obwiedniowe poddaje się procesowi kilkukrotnego przeszlifowania, a następnie nałożenia nowej powłoki. Częścią tego cyklu regeneracji są też inne procesy: usuwanie skaz, ściągnięcie starej powłoki, wyrównanie promienia ostrza przed powlekaniem, a następnie mechaniczna obróbka powłoki, włącznie z wykonaniem kompleksowych pomiarów. Celem zadania była poprawa dotychczasowego stanu regeneracji z uwzględnieniem pewnego rozrzutu ostrzenia ostrzy w skali przemysłowej.

Należało zaproponować symulowane próby cięcia z przyczyn czasowych i finansowych oraz uwzględnić konieczność pomiaru konkretnych ostrzy dużego narzędzia, np. pod mikroskopem elektronowym – chodzi o frezy obwiedniowe o średnicach 80-100 mm i długości 120 mm. Dlatego do badań wybrano segmenty frezu obwiedniowego z kilkoma zębami, a na obrabiarkę przeprowadzono symulację przerywanego cięcia na odpo-



źródło: SHM

▲ Ilustracja 4. Optymalnie zużyte ostrze

wiednim obrabianym materiale. Profesor Piška wybrał parametry próby cięcia tak, aby dobrze symulowały warunki przemysłowe. Zaproponowane warunki cięcia są następujące:  $vc = 180$  m/min,  $ap = 1,2$  mm,  $fz = 0,19$  mm,  $vf = 63$  mm/min, obróbka na sucho; materiał obrabiany: ČSN 41 4220.0, średnica obrabianego elementu 170 mm, długość 487 mm.

Badanie dotyczyło analizy parametrów i ich optymalizacji w zakresie:

- ▶ naprężenia w warstwie,
- ▶ grubości powłoki,
- ▶ składu powłoki,
- ▶ przyczepności powłoki (czyszczenie jonowe),
- ▶ wstępnej obróbki mechanicznej narzędzia,
- ▶ promieni ostrza,
- ▶ współczynnika zaokrąglenia ostrza  $k$ .

Część wyników pomiarów analizowano bezpośrednio w SHM, pomiar zużycia i pozostałe wpływy próby cięcia były analizowane w VUT. Podczas prób przetestowano kilka typów powłok, przede wszystkim na bazie CrAlN o różnej stechiometrii i strukturze i ze zmienionymi czynnikami wpływającymi na przyczepność powłoki i jej naprężenie wewnętrzne. Przykłady oceny zużycia ostrzy w zależności od analizowanych właściwości przedstawiają zamieszczone ilustracje 1-3.

Do obróbki wstępnej zastosowano piaskowanie na mokro w celu osiągnięcia optymalnej powierzchni i promienia ostrza. Po kilku seriach testów osiągnięto optymalne rozwiązanie – po obróbce wstępnej uzyskano promień około 20  $\mu\text{m}$ , typ powłoki CrAlN o dokładnej stechiometrii i optymalnej grubości z bardzo dobrą przyczepnością osiągniętą dzięki kombinacji MIE (ang. Metal Ion Etching) i LGD (ang. Larc Glow Discharge). Wygląd ostrza po teście był optymalny (ilustracja 4.), podobnie jak kształt wiórów.

Osoby zaangażowane w projekt miały możliwość sprawdzenia symulowanych warunków w realnym środowisku produkcji ŠKODA AUTO, a uzyskane wyniki oznaczały, że firma została włączona do grona zatwierdzonych dostawców. Testy i kontrole przemysłowe trwały 2 lata. W ten sposób współpraca partnera przemysłowego i akademickiego w badaniach przyniosła zamierzony efekt.

MM