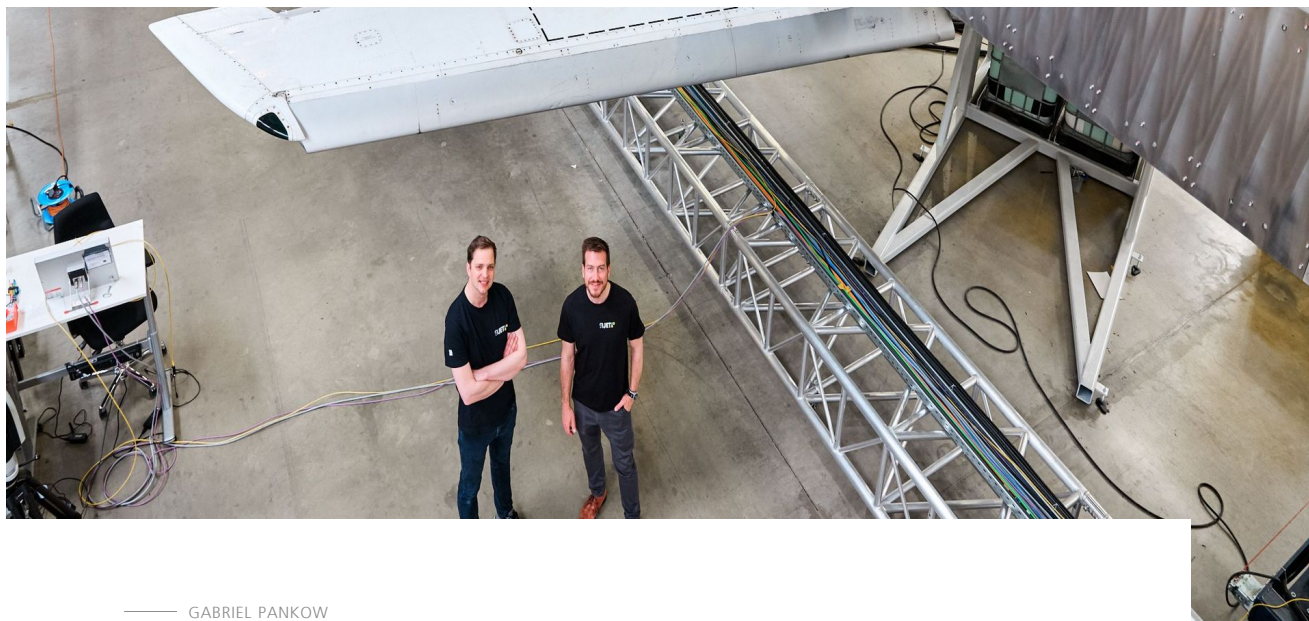




GABRIEL PANKOW

Zainspirowane rekinami, wykonane laserami

Firma 4Jet zastosowała zasadę działania skóry rekina w płatach nośnych samolotów, umieszczając w lakierze mikroskopijne struktury dla mniejszych emisji CO2 i mniejszego zużycia paliwa lotniczego.

Czy zdarzyło Ci się kiedyś gaskać rekina? Są do niego szorstkie w dotyku. Jest tak za sprawą mikroskopijnych, wyjątkowo rowkowanych rekinich łusek tworzących powierzchnię przypominającą cecinową suknię. Nie wygląda to szczególnie efektownie, ale oferuje rekinom wyraźne korzyści pod względem przepływu wody. Rowki łusek nadają skórze rekina mikrostrukturę, która znacznie redukuje energochłonne zawirowania wody wzdłuż jego ciała. Umożliwia to tym drapieżnym rybom poruszanie się w wodzie z prędkością ponad 70 kilometrów na godzinę – mniejszy opór oznacza mniejsze zużycie energii i przez to wyższą prędkość.

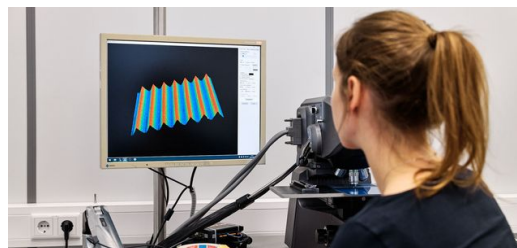
Bezpośrednio na lakier

Michiel Top nigdy nie dotknął skóry rekina, ale już wkrótce planuje nadać częściom samolotów taką strukturę. Razem z dziewięcioma współpracownikami pracuje jako Product Developer w firmie produkującej systemy laserowe 4Jet, nad tzw. projektem LEAF. Jego celem jest pokrycie samolotu skórą rekina. To, co dzieje się w wodzie, dzieje się również w powietrzu. Również w tym przypadku zużycie energii – tj. paliwa lotniczego – można zmniejszyć dzięki mikrostrukturze. Z tego powodu niektóre linie lotnicze już stosują naklejane struktury. 4Jet również opracowuje takie folie, ale widzi lepsze rozwiązanie w perspektywie długoterminowej. Michiel Top wyjaśnia: „Mając rowki w kształcie litery „V”, tak zwane riblety, nanosimy bezpośrednio na lakier. Pozwala nam to zmniejszyć opór tarcia nawet o dziesięć procent. Stanowi to około 50 procent całkowitego oporu samolotu. Oznacza to, że jeśli nadamy tę strukturę całemu samolotowi, osiągniemy oszczędność paliwa rzędu trzech do czterech procent przy każdym locie”. Samolot jest w eksploatacji średnio przez około 20 lat i zazwyczaj wymaga ponownego lakierowania co siedem lat. W całym okresie eksploatacji oszczędności paliwa i emisji CO2 są zatem ogromne.

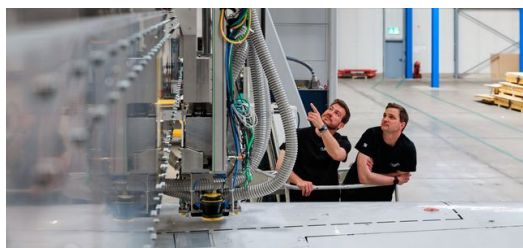




<p>Dwa promienie lasera oddziałują na siebie, tworząc na powierzchni małe rowki w kształcie litery „V”, które są ledwo widoczne gołym okiem.</p>



<p>Aby niezawodnie nadawać strukturę nawet nieidealnie płaskim powierzchniom samolotów, 4Jet stosuje wyjątkowo dużą grubość ostrości.</p>



<p>Rowki w kształcie litery „V”, zwane ribletami, są nakładane bezpośrednio na lakier. Zmniejszają całkowity opór o 50 procent, co przekłada się na ogromne oszczędności paliwa.</p>

Małe riblety w paskach

Po co więc stosować folię, która zwiększa wagę samolotu i ostatecznie staje się odpadem? Ponieważ do dziś nie ma sposobu na nałożenie doskonałej funkcjonalnie mikrostruktury na setki metrów kwadratowych lakieru samolotu w rozsądnym czasie. Nie da się. Nie ma takiej opcji. Kropka. Zespół LEAF w 4Jet zamiast tego pyta: Czy aby na pewno się nie da? I odpowiada: Musi się dać! LEAF to skrót od Laser Enhanced Air Flow (przepływ powietrza wspomagany laserowo). Projekt istnieje od dziesięciu lat i realizuje ambitny pomysł. Proces ten wykorzystuje zjawisko fizyczne interferencji laserowej w celu nadawania powierzchniom określonej struktury. Za pomocą specjalnego układu optycznego 4Jet rozdziela promień lasera, a następnie łączy go ponownie w taki sposób, że obie wiązki nakładają się na siebie i oddziałują na siebie. Interakcja ta tworzy charakterystyczny wzór o różnej intensywności. Dzięki temu możliwe jest modyfikowanie powierzchni na skalę mikroskopową.

Lukas May odpowiada za system LEAF w 4Jet. Jego wyjaśnienie brzmi następująco: „Tworzymy teksturę składającą się z ribletów o szerokości 100 mikrometrów i głębokości 50 mikrometrów. Nakładamy tę niezwykle delikatną mikrostrukturę równomiernie na skrzydło samolotu o powierzchni około 400 metrów kwadratowych”. Obróbka powierzchni nie odbywa się zatem punktowo, lecz w większych pasmach: urządzenie wykorzystuje laser do nadawania struktury pasom o szerokości około 15–20 centymetrów. W obróbce tych pasów tworzy się całkowicie jednorodna struktura ribletów.

W przejściach występują przesunięcia rzędu milimetrów, ale nie mają one znaczenia funkcjonalnego w perspektywie dużej powierzchni zdaniem Maya, który stwierdza: „W przeciwnym razie musielibyśmy pracować dwa razy w jednym riblicie i istnieje niebezpieczeństwo, że nadalibyśmy materiałowi zbyt głęboką strukturę. Dlatego wolimy bezpieczne podejście. Mimo to możemy skutecznie umiejscowić blisko 2000 ribletów obok siebie, ale wówczas powstaje szew, który nie jest idealny”. Bardzo duża grubość ostrości w porównaniu z klasycznym laserowym procesem strukturyzacji wynosząca około 20 milimetrów sprawia, że strukturyzacja działa niezawodnie nawet na powierzchniach samolotów, które nie są idealnie płaskie, i przy prędkości do jednego metra kwadratowego na minutę.

» Zdajemy sobie sprawę, że miną kolejne trzy lub cztery lata, zanim przyjmie się to w rozwiązaniach komercyjnych. Ale pokazaliśmy, że nasza metoda działa. Teraz jesteśmy gotowi na kolejny krok.

Lukas May i Michiel Top z 4Jet.



— Laser CO2 a użycie CO2

Aby procedura ta mogła być stosowana w dużych samolotach w hangarze, konieczne jest elastyczne urządzenie kierujące laserami nad kadłubem samolotu. W tym celu 4Jet zbudował tzw. portal. Jego wymiary są ogromne: model demonstracyjny, który stoi w hali głównej siedziby firmy w Alsdorf, ma 10 metrów wysokości i 20 metrów szerokości. Portal został zaprojektowany do obróbki płatów nośnych samolotów Airbus A330 lub Boeing 777. Urządzenie składa się z układu ruchu, lasera, zwierciadeł, optyki interferencyjnej, czujników i oprogramowania. Aparaturę laserową stanowi [laser CO2 TruFlow 5000](#). Najlepiej spełnia wymagania fizyczne procesu.

Michiel Top wyjaśnia: „Długość fal ma kluczowe znaczenie – laser CO2 jest szczególnie dobrze absorbowany przez lakier samolotu, umożliwiając tym samym precyzyjną i bezpieczną dla materiału strukturyzację”. Jednocześnie laser musi charakteryzować się wysoką koherencją, aby niezbędny wzór interferencyjny, tworzony przez nałożone na siebie promienie lasera, mógł się stabilnie uformować. Dlatego firma TRUMPF dostosowała TruFlow do zastosowania w 4Jet, między innymi poprzez zwężenie widma promienia za pomocą specjalnej kratki. „Z laserem CO2 nie możemy jednak używać światłowodu” – wyjaśnia May.

Ze względu na rozmiar portalu promień musi pokonać długą drogę do poszycia samolotu. Doprowadza go tam specjalnie opracowany układ zwierciadeł. „Samo urządzenie się skręca, dlatego pracujemy z aktywnym naprowadzaniem. Funkcja ta pełni ruchome zwierciadła, które można odpowiednio regulować”. Pomimo swoich rozmiarów system swobodnie się porusza. Skaner laserowy wykrywa dokładne położenie samolotu i urządzenia.

W zasadzie strukturą ribletów można zastosować w całym samolocie. W praktyce jednak 4Jet koncentruje się na obszarach, które są szczególnie istotne z punktu widzenia aerodynamiki. Obliczenia pokazują, że największy efekt jest na skrzydłach, gdzie tarcie powietrza jest szczególnie mocne. Potencjalni klienci, tacy jak linie lotnicze, są entuzjastycznie nastawieni do tego procesu – jak twierdzi Top. Prawdopodobnie minie jednak trochę czasu, zanim zespół LEAF pokryje ich samoloty skórką rekina. „Obecnie poszukujemy partnerów z branży lotniczej, którzy chcieliby oferować ten usługę wspólnie z nami” – wyjaśnia May. Następnie wymagana będzie niezbędna certyfikacja odpowiednich władz lotniczych. Wszystko to wymaga czasu. May i Top są jednak pewni siebie: „Zdajemy sobie sprawę, że miną kolejne trzy lub cztery lata, zanim przyjmie się to w rozwiązaniach komercyjnych. Ale pokazaliśmy, że nasza metoda działa. Teraz jesteśmy gotowi na kolejny krok”.



GABRIEL PANKOW
RZECZNIK DZIAŁU TECHNIKA LASEROWA

