ISSN 1899-699X

cena 17,50 zł (w tym 8% VAT)

projektowanie i KONSTRUKCJE inżynierskie

8/9 (155/156) sierpień/wrzesień 2020

- Natryskiwanie plazmowe powłok w silnikach samochodowych
- Neutralizacja luzów w maszynach: pływający czop
- Metoda elementów dyskretnych w aplikacjach inżynierskich

Optymalizacja wydajności druku 3D

SYMULACJE CAE

elementów z tworzyw wzmacnianych włóknami

ISSN 1899-699X

09 >

9 771899 699002

HEINRICH KIPP WERK

Firma **HEINRICH KIPP WERK KG** jest producentem i dostawcą produktów z zakresu technologii mocującej, standardowych elementów maszyn oraz elementów manipulacyjnych.

Od ponad 100 lat jesteśmy Państwa niezawodnym partnerem w przemyśle. Nowoczesny park maszynowy pozwala nam produkować na najwyższym poziomie.

Katalogi
SYSTEMY MOCUJĄCE

Katalogi
ELEMENTY MANIPULACYJNE | STANDARDOWE ELEMENTY MASZYN

KIPP POLSKA Sp. z o.o.
ul. Ostrowskiego 7 · 53-238 Wrocław · Tel. +48 71 339 21 44 · Faks +48 71 336 22 63 · polska@kipp.pl · www.kipp.pl

Technologia Mocująca | Standardowe Elementy Maszyn | Elementy Manipulacyjne

Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie

miesięcznik

Nr 8/9 (155/156)
sierpień/wrzesień 2020

rok XIV
ISSN: 1899-699X
www.konstrukcjeinzynierskie.pl

Adres do korespondencji:
ul. Marszałkowska 111
00-102 Warszawa

redakcja
tel. +48 22 12 28 690
redakcja@konstrukcjeinzynierskie.pl

redaktor naczelny
Przemysław Zbierski
tel. +48 606 416 252
pz@konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata
tel. +48 532 493 072
prenumerata@iter.com.pl
szczegóły dotyczące prenumeraty czasopisma – na przedostatniej stronie (III strona okładki)

wydawca
ITER
wydawnictwo@iter.com.pl

DTP
Chisel

reklama
tel. +48 22 12 28 690
tel. +48 606 416 252
reklama@konstrukcjeinzynierskie.pl

Na okładce:
Głowica systemu druku przestrzennego Arevo DED.
fot. Arevo

ITER © 2020

Drodzy Czytelnicy,

Mark Twain zauważył kiedyś, że łatwiej jest oszukać ludzi, niż przekonać ich, że zostali oszukani. Nasza historia najnowsza dostarcza aż nadto dowodów na potwierdzenie słuszności tego stwierdzenia. Szczególnym przykładem takich oszukańczych praktyk z niedalekiej przeszłości (do dziś nie „odkręconych" w masowej świadomości) są fałszywe alternatywy, co jakiś czas przedstawiane do wierzenia pojedynczym ludziom i całym społeczeństwom. Towarzyszył im zawsze specjalnie generowany społeczny, emocjonalny przymus opowiedzenia się koniecznie po jednej ze stron, bo według narzucanej powszechnie narracji: nie ma innego wyjścia; albo to, albo tamto!

Zaraz po II wojnie było to więc – na całym prawie świecie: jak nie radziecki komunizm to amerykański liberalizm; u nas, w czasach magdalenkowych układów i tzw. transformacji ustrojowej: jak nie Solidarność to PZPR; nie tak dawno jeszcze: jak nie Unia to Białoruś, a w ostatnich czasach: jak nie PIS to PO, albo teraz: jak nie maseczka to ciężka choroba, albo i śmierć.

Dziel i rządź – tę metodę stosowali już starożytni Rzymianie. A dziś ludzie są podzieleni jak nigdy i trwają przy swoich wyborach z uporem często godnym lepszej sprawy, choćby fakty i dostępna wiedza pozwalały zweryfikować oszustwa i manipulacje, jakim byli (i są nadal) poddawani.

Imiennik Twaina, słynny Marek Tuliusz Cyceron, ujął sprawę dosadnie: „każdy człowiek może zbłądzić, ale uparcie trwa w błędzie tylko głupiec".

Przemysław Zbierski

Spis treści

NR 8/9 (155/156)
SIERPIEŃ/WRZESIEŃ 2020

Biokompozyty dla Formuły 1 6
Vertical Aerospace 7
ITM INDUSTRY EUROPE 2020 8
Volvo Cyan 10
Bezzałogowy Pipistrel Cargo 10
Cyklokopter z Rosji 12
Bio-żywica do druku 3D 12
Miniaturowe silniki lotnicze drukowane w 3D 14
Roślinne superkondensatory 14
Nanokryształy wzmacniają kompozyty 15
Wytwarzanie przyrostowe współczesnego odpowiednika stali damasceńskiej 15

Bezpieczne wodorozcieńczalne ciecze obróbcze TOTAL 16

Powłoki plazmowe w motoryzacji 20
Ryszard Romanowski
artykuł dostępny w wydaniu płatnym

Optymalizacja topologiczna, symulacje – wytrzymałościowe oraz wytwarzania, w procesie projektowania elementów z tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami 22
Mateusz Łukasik

Sześć powodów, dla których warto użyć sprężyn falistych 26

Wyższe kary za śmiecenie 29
Tomasz Cukiernik

Neutralizacja luzów w maszynach; Pływający czop 30
Aleksander Łukomski
artykuł dostępny w wydaniu płatnym

Spawalność stali czystych, cz. 2 – Praktyka przemysłowa 32
Adam Jastrzębski, Ilona Jastrzębska, Zbigniew Prusak, Ryszard Jastrzębski
artykuł dostępny w wydaniu płatnym

Metoda elementów dyskretnych w aplikacjach inżynierskich – analiza pracy mieszalnika 34
Przemysław Dominiczak, Katarzyna Więckiewicz-Dominiczak
artykuł dostępny w wydaniu płatnym

W stronę szybkiego wytwarzania: Optymalizacja wydajności technik druku 3D 36
Jacek Zbierski
artykuł dostępny w wydaniu płatnym

Podwozie kołowe chowane w pływakach wodnosamolotów, cz. 1
Projekt Jerzego Rudlickiego i wybrane konstrukcje zagraniczne 38
Jakub Marszałkiewicz

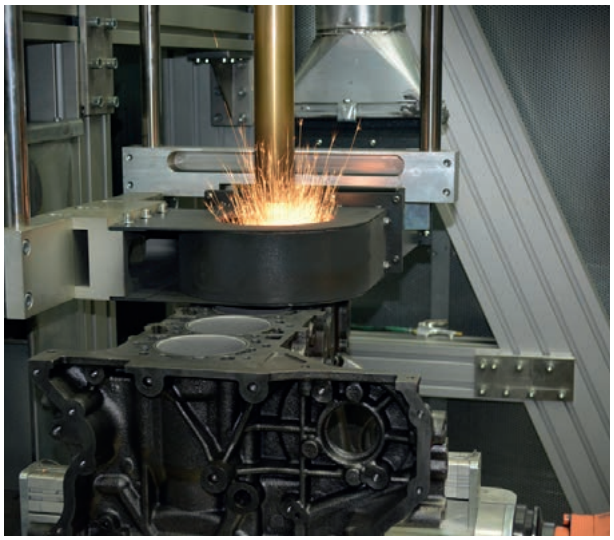
Berlinetta braci Frigerio 46
Ryszard Romanowski

Byłoby pięknie 53
Tomasz Gerard
artykuł dostępny w wydaniu płatnym

TECHNOLOGIE

20 Powłoki plazmowe w motoryzacji

Ryszard Romanowski



CZĘŚCI MASZYN I URZĄDZEŃ

34 Neutralizacja luzów w maszynach; Pływający czop

Aleksander Łukomski

Zastosowanie tych rozwiązań, mało że umożliwia ponowne wykorzystanie pras, które ze względu na zużycie zostały już wyłączone z użytku, to jeszcze oszczędza większość wykrojników, gdyż zwiększa ich okres pomiędzy ostrzeniami.

KONSTRUKCJE

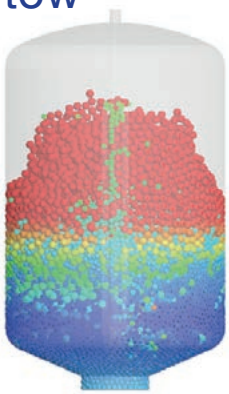
64 Berlinetta braci Frigerio

Ryszard Romanowski

Effeffe Berlinetta budowana jest ręcznie, z zachowaniem typowych dla lat pięćdziesiątych reżimów rzemieślniczych, polegających na największej dbałości o każdy szczegół.

ANALIZY, SYMULACJE

44 Metoda elementów dyskretnych w aplikacjach inżynierskich – analiza pracy mieszalnika



Przemysław Dominiczak, Katarzyna Więckiewicz-Dominiczak

TECHNOLOGIE

48 W stronę szybkiego wytwarzania: Optymalizacja wydajności technik druku 3D

Jacek Zbierski

Połączenie dwóch efektorów, w postaci lasera i rolki, pozwala na redukcję porowatości do poziomu poniżej 1%, a w rezultacie umożliwia wykonanie spójnych i wytrzymałych struktur kompozytowych, spełniających normy przemysłu lotniczego.

Biokompozyty dla Formuły 1

McLaren MP4/1 z 1981 roku był pierwszym bolidem F-1 zbudowanym w oparciu o monocoque wykonany z kompozytu węglowego. Od tamtego czasu kompozyty zbrojone włóknami węglowymi stopniowo stały się podstawowym materiałem konstrukcyjnym samochodów wyścigowych. Obecnie stanowią ok. 70% masy bolidów F-1. W dzisiejszych czasach, w dobie niepewności ekonomicznej i rosnących wymagań w zakresie ochrony środowiska, McLaren bierze pod uwagę możliwość zastosowania włókien naturalnych, jako tańszej i bardziej przyjaznej środowisku naturalnemu alternatywy dla włókien węglowych. W tym celu nawiązał współpracę ze szwajcarską firmą Bcomp, specjalizującą się w dostarczaniu rozwiązań w dziedzinie biokompozytów dla różnych gałęzi przemysłu, od producentów przedmiotów codziennego użytku, sprzętu sportowego, przez stocznie jachtowe, po sporty motorowe i sektor kosmiczny.

W rezultacie powstał demonstrator technologii kompozytów wzmocnionych włóknami naturalnymi dla zastosowań w warunkach wyczynowych. Jest to fotel kierowcy bolidu, opracowany na zasadzie inżynierii odwrotnej w oparciu o dotychczasową konstrukcję, z uwzględnieniem specyfiki włókien lnianych, którymi wzmocniono jego szkielet. Opracowana przez Bcomp struktura zbrojenia była inspirowana budową liści, z charakterystycznymi żyłkami od spodu. Ich rolę pełnią tu sploty włókien wykonane w technologii powerRibs, tworząc trójwymiarową strukturę sieciową po zewnętrznej stronie standardowego zbrojenia włóknami ampliTex. Tak zbudowany fotel nie tylko nie ustępuje swojemu karbonowemu pierwowzorowi pod względem wytrzymałości, ale pięciokrotnie lepiej tłumi wibracje i jest przy tym 30% tańszy. Już niedługo może to mieć istotne znaczenie, gdyż od 2021 regulamin Formuły 1 nakłada na rywalizujące zespoły nowe regulacje finansowe, ograniczające roczną wartość budżetu konstrukcyjnego do 145 mln dolarów na rok 2021. Następnie przewidziane są kolejne ograniczenia. Być może przyczyni się to do wzrostu zainteresowania biokompozytami także w innych zespołach Formuły 1. Jako że sporty motorowe, a zawłaszcza Formuła 1, są kuźnią rozwiązań technicznych, które następnie trafiają do pojazdów seryjnych, może stanowić to ważny przyczynek do popularyzacji technologii biokompozytów.

Fotele kierowcy bolidu F1 wykonane z kompozytów zbrojonych włóknami węglowymi (po lewej) i lnianymi (po prawej)

bcomp.ch
mclaren.com

Detal ukazujący strukturę zbrojenia w technologii powerRibs

Vertical Aerospace

Założona w 2016 roku firma Vertical Aerospace rozpoczęła testy certyfikacyjne napędzanego elektrycznie statku powietrznego eVTOL VA-1X. Maszyna może pomieścić pilota i czwórkę pasażerów. Ma zasięg około 160 km i rozwija prędkość około 240 km/h. Napędzana jest przez osiem śmigieł o zmiennym położeniu, pozwalających na pionowy start i lądowanie oraz szybki lot poziomy. Opracowano również efektywny system ładowania.

eVTOL VA-1X

Dean Moore, niegdyś główny inżynier testowy Boeinga, który jest głównym inżynierem testowym w Vertical Aerospace, zapowiedział pierwsze świadczenie usług maszynami VA-1X na rok 2024. Ten statek powietrzny jest kolejną konstrukcją firmy po samolocie eVTOL Seraph oraz demonstratorze POC. Poprzednie służyły zbieraniu doświadczeń przed projektem finalnym. Maszyny podobne do VA-1X mogą zapewnić tani i szybki transport pomiędzy wybrzeżem i wyspami, szczególnie ważny w przypadku Wielkiej Brytanii, oraz np. pomiędzy lotniskiem a miejscem docelowym.

vertical-aerospace.com

Seraph był poprzednikiem VA-1X

•REKLAMA

ALL SPRINGS ARE NOT EQUAL® (NIE WSZYSTKIE SPRĘŻYNY SĄ TAKIE SAME)

O 50% mniejsza wysokość sprężyn w porównaniu ze zwykłymi sprężynami spiralnymi przy zachowaniu takiej samej siły i ugięcia. Dostępne części standardowe ze stali nierdzewnej i stali węglowej. Potrzebujesz niestandardowego rozwiązania? Żaden problem. Dostarczymy odpowiednią sprężynę wykonaną z materiału dobranego do określonych zastosowań.

SMALLEY®
THE ENGINEER'S CHOICE®
(POLECANY PRZEZ INŻYNIERÓW)

BEZPŁATNE PRÓBKI:
zadzwoń pod numer +33 130 131 575 lub odwiedź witrynę expert.smalley.com/PKI/sprężyny

ITM INDUSTRY EUROPE 2020

Innowacje, Technologie i pracujące Maszyny (ITM) – to od lat silna „trójca", która przyciąga profesjonalistów na targi ITM INDUSTRY EUROPE (dawniej: ITM Polska). Organizatorzy zapewniają, że nie zabraknie tego także i w tegorocznej edycji.

Targi ITM, odbywające się rokrocznie na terenach Międzynarodowych Targów Poznańskich, zwykle w pierwszych dniach czerwca, w tym roku zostały przeniesione na jesienny termin. Odbędą się w dniach 3-6 listopada br.

Nowością tegorocznej imprezy będzie strefa startupów w przemyśle STARTUP ZONE. To tutaj zostaną pokazane rozwiązania prezentujące efektywność w zarządzaniu produkcją obejmującą wykorzystanie inteligentnych i innowacyjnych urządzeń, technologii oraz metod wytwarzania.

Pionierskim projektem ma być organizowany podczas targów Kongres *Industry NEXT. The New Reality.* Dwudniowe przedsięwzięcie ma dostarczyć wiedzy na temat najnowszych technologii. Ma być to także platforma prezentacji rozwiązań dla przemysłu mierzącego się obecnie z trudną sytuacją. Zostaną przybliżone programy wsparcia oraz fundusze mające zapewnić firmom płynność finansową w okresie poważnych zakłóceń w gospodarce. Praktyczny wymiar Kongresowi nadadzą warsztaty dla sektora małych i średnich przedsiębiorstw, które odbędą się w drugim dniu wydarzenia (4 listopada).

Jak nowocześnie zarządzać produkcją będzie można przekonać się w specjalnie zaaranżowanej strefie SMART FACTORY. Nie zabraknie przykładów opartych o digitalizację i robotyzację. Będzie to otwarta przestrzeń, bez typowych stoisk targowych, ułatwiająca zwiedzanie, eksponująca innowacyjne rozwiązania z zakresu tzw. fabryki przyszłości.

W tym samym czasie odbędą się także: Targi Logistyki, Magazynowania i Transportu MODERNLOG, 3D SOLUTIONS – Targi Druku i Skanu 3D oraz Targi Kooperacji Przemysłowej SUBCONTRACTING.

Organizatorzy zapowiadają, że przebywający na terenach MTP będą obowiązani do zasłaniania nosa i ust maseczką, przyłbicą itp.), noszenia rękawiczek ochronnych (podczas montażu i demontażu oraz w trakcie dokonywania sprzedaży/zakupów), zachowania odległości minimum dwóch metrów w miejscach przebywania innych osób oraz mycia rąk i korzystania z preparatów dezynfekujących przy wejściu na teren wydarzenia oraz w strefach sanitarnych i gastronomicznych.

Uruchomione będą punkty sprzedaży jednorazowych maseczek oraz umieszczone w stosownych miejscach instrukcje mycia rak, dezynfekcji rąk, noszenia maseczek i rękawiczek. Dokonywana będzie częsta dezynfekcja stref wspólnych (przestrzeń targów, punkty i lokale gastronomiczne, obiekty sanitarne), a zwłaszcza powierzchni dotykowych (np. klamki, poręcze, uchwyty, terminale w punktach kasowych, blaty). Ciągi komunikacyjne pomiędzy stoiskami wystawców poszerzone zostaną do 4 metrów.

itm-europe.pl

STEMPLE TNĄCE

Z POWŁOKĄ DLC

» Idealnie nadają się do materiałów, które mają tendencję do zgrzewania na zimno, takich jak metale nieżelazne NE

» Znacznie dłuższa żywotność stempli tnących

POWŁOKA DLC:

NOWOŚĆ

Marka: Balinit® TRITON
Proces powlekania: PACVD
Kolor: czarno-szary
Twardość: ≈2500 HV
Współczynnik tarcia: 0,1 - 0,2
Grubość powłoki: ≈2 µm

INNE POWŁOKI:

TiN

AlCrN

meusburger
SETTING STANDARDS

Zamówcie Państwo już teraz w
sklepie internetowym!
www.meusburger.com

Volvo Cyan

Założona w 1996 roku firma Polestar zajmowała się przygotowywaniem samochodów Volvo do wyścigów. W 2015 r. została wykupiona przez Volvo, aby budować i firmować swoją marką samochody elektryczne. Szef firmy Christian Dahl nie porzucił wyścigów, zakładając Cyan Racing. Przy okazji zrealizował swój plan budowy „kapsuły czasu", czyli współczesnej wersji legendarnego Volvo P1800. Prace rozpoczęto od poszukiwania i eliminowania słabych punktów dawnej konstrukcji m.in. za pomocą cyfrowej triangulacji. Zastosowano stal o wysokiej wytrzymałości i korpus z kompozytu węglowego. Elementy konstrukcyjne łączono technologią klejenia. W efekcie osiągnięto masę samochodu nie przekraczającą 1000 kg. Jak na team wyścigowy przystało, do napędu użyto silnika z wyścigowego Volvo 560 TC1, o mocy 460 KM i momencie obrotowym 455 Nm, bazującym na jednostce VEA. Jak mówi Christian Dahl, samochód nie ma nic wspólnego z koncernem Volvo, oprócz prawa używania znaków fabrycznych dawnego modelu. Nie znana jest również liczba egzemplarzy Volvo Cyan.

cyanracing.com

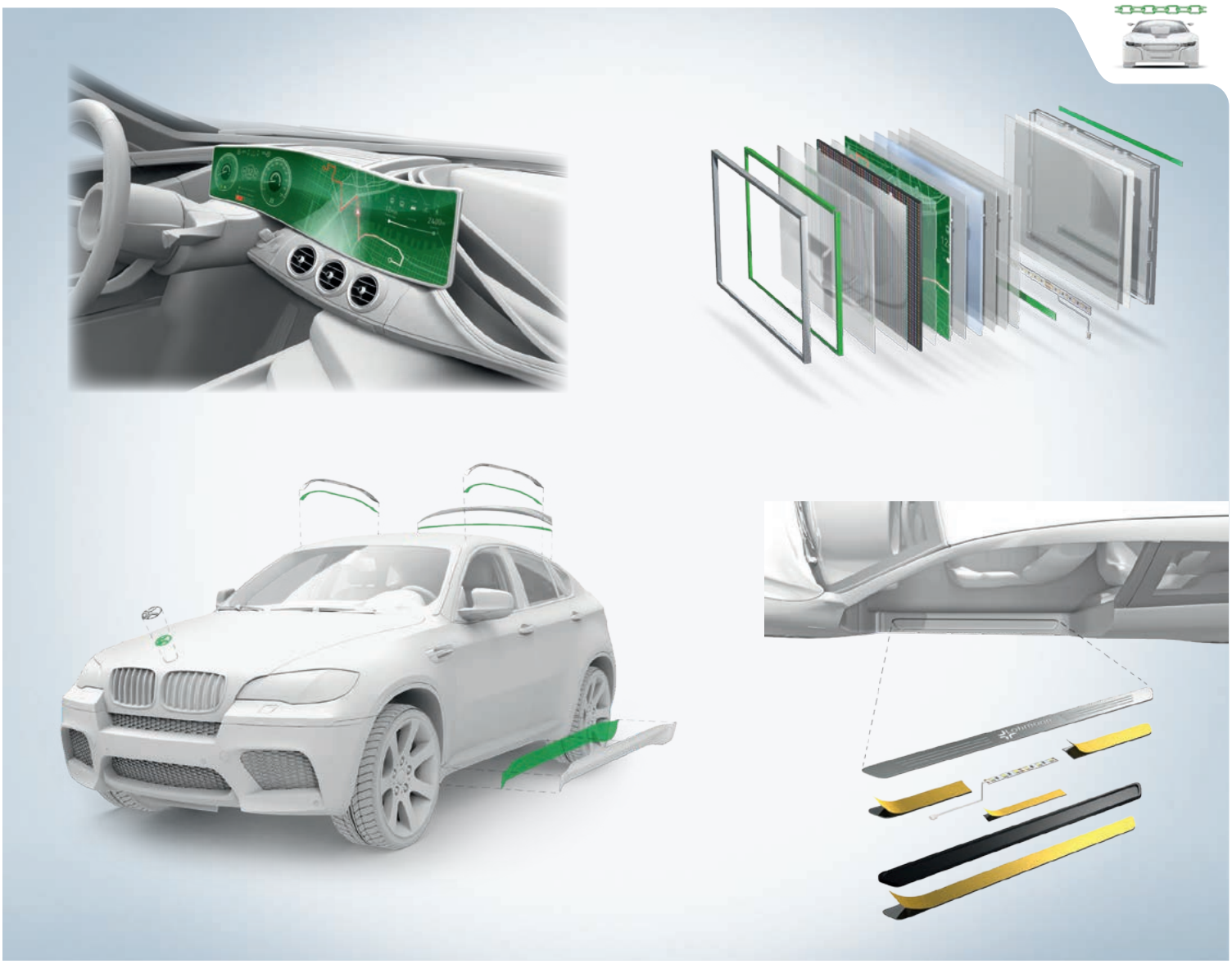
Bezzałogowy Pipistrel Cargo

Słoweński Pipistrel znany był dotąd z samolotów ultralekkich. 1 września firma otrzymała pierwszy certyfikat na elektryczny i autonomiczny model Cargo eVTOL Nuuva V300. Maszyna, która jest dziesięciokrotnie tańsza w eksploatacji od śmigłowców, może zabrać na pokład 460 kg ładunku. Wszechstronnie konfigurowalne wnętrze może pomieścić trzy europalety, a do załadunku może służyć zwykły wózek widłowy. Załadunek i rozmieszczenie ładunku kontrolowane jest cyfrowym systemem sterowania lotem.

Maszyna napędzana jest ośmioma niezależnymi silnikami elektrycznymi Pipistrel E811, zasilanymi z akumulatorów Nuuva V300. Pipistrel wspólnie z Green Motion opracował również specjalną stację ładowania Sky Change. Podczas lotu poziomego maszyna napędzana jest silnikiem spalinowym.

Pierwsze V300 mają trafić do eksploatacji w drugiej połowie 2023 roku.

pipistrel-aircraft.com



Motor Państwa sukcesu

Wszechstronne rozwiązania klejące Lohmann – idealnie dopasowane do potrzeb branży motoryzacyjnej.

Wymagania dotyczące technologii łączenia w przemyśle motoryzacyjnym stale rosną. Tu jakość, komfort i inspirujący design spotykają się z nowoczesnymi materiałami, technologiami i coraz bardziej efektywnymi procesami produkcji. Szeroka gama rozwiązań Lohmann idealnie wpisuje się w nowoczesne trendy. Dzięki ogromnej elastyczności, połączenia klejowe perfekcyjnie dopasowują się do różnorodnych materiałów i konstrukcji tak, aby zapewnić niezawodne mocowanie. Ponadto nasze taśmy pełnią szereg dodatkowych funkcji niezbędnych w aplikacjach wewnątrz, a także na zewnątrz pojazdów. Specjalistyczne rozwiązania Lohmann mają zdolność do kompensacji nierówności, amortyzują, wygłuszają, świetnie sprawdzają się jako uszczelnienia zabezpieczające przed wodą i parą wodną. Mogą również cechować się zdolnością elektro – i termoprzewodzenia, łatwością repozycjonowania, a dodatkowo – są przyjazne dla środowiska.

Skontaktuj się z naszymi ekspertami i znajdź rozwiązanie w pełni odpowiadające Twoim potrzebom!

Lohmann Polska sp. z o. o.
ul. Krzemowa 2
81-577 Gdynia
Tel.: +48 58 555 81 50
e-mail: wsparciesprzedazy@lohmann-tapes.com
www.lohmann-tapes.pl

Lohmann
The Bonding Engineers

Cyklokopter z Rosji

Na Międzynarodowym Forum Wojskowo-Technicznym Army-2020 pod Moskwą zaprezentowano dron w konfiguracji cyklokoptera. Aparat bezzałogowy opracowany przez Syberyjski Instytut Termofizyki Rosyjskiej Akademii Nauk we współpracy z przedsiębiorstwem Avax-Geoservice, w ramach projektu finansowanego przez Fundację Zaawansowanych Projektów Badawczych, napędzany jest przez cztery wirniki cykloidalne, które w porównaniu do tradycyjnych śmigieł pracują ciszej i są odporniejsze na uszkodzenia mechaniczne. Co więcej, umożliwiają wektorowanie ciągu w zakresie 360°, co pozwala na manewrowanie pomiędzy przeszkodami, start i lądowanie z pochyłych powierzchni, a także przyleganie w locie do pionowych ścian. Cyklokopter ma napęd elektryczny, waży 60 kg i dysponuje udźwigiem 10-20 kg. Jego testy zaplanowano na przyszły rok. W przyszłości rozważa się możliwość budowy wersji z napędem hybrydowym, jak też większego, załogowego statku powietrznego w konfiguracji cyklokoptera.

fpi.gov.ru

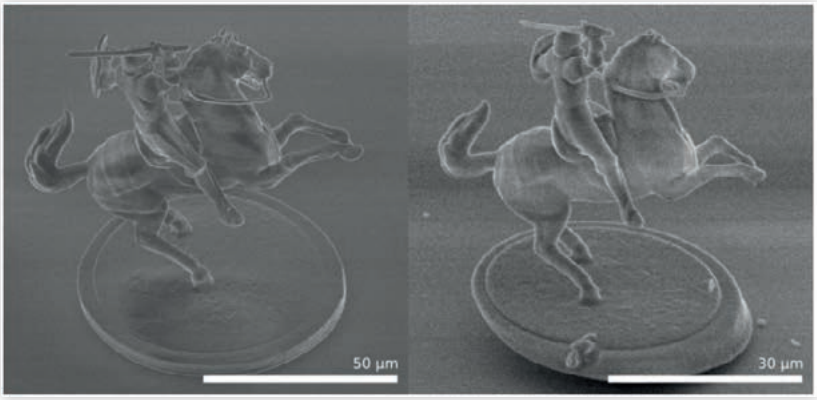
Bio-żywica do druku 3D

Naukowcy z Uniwersytetu w Kownie i grupy Laser Nano Photonics z Uniwersytetu Wileńskiego zsyntetyzowali i przetestowali żywicę biologiczną do optycznego druku 3D. Okazało się, że żywica jest bardzo uniwersalna i nadaje się do użycia zarówno w małych drukarkach, jak i ultraszybkich laserowych, do wielkoformatowego druku 3D. Równie dobrze nadaje się do jednostkowego prototypowania, jak i wykorzystania przemysłowego. Podczas prezentacji zademonstrowano druk skomplikowanych geometrycznie figurek szachowych.

Żaden z dostępnych na rynku materiałów nie umożliwia wytwarzania ultracieńkich nano- i mikrocech drukowanego obiektu. Przy użyciu bio-żywicy jest to możliwe. Ponadto, jest ona produkowana z tanich, łatwo dostępnych i odnawialnych komponentów. Jest też kompatybilna z dostępnymi na rynku materiałami JSC 3D Creative.

Żywica oczekuje na komercjalizację i przechodzi ostatnie testy odporności mechanicznej.

en.ktu.edu



CERAMIT

CERAMIC ENGINEERING

C E R A M I C Z N E C Z Ę Ś C I M A S Z Y N

Europa, Azja, Ameryka Północna, Australia
ODBIORCY NA 4 KONTYNENTACH

+\- 0,001 mm
TOLERANCJA WYKONANIA

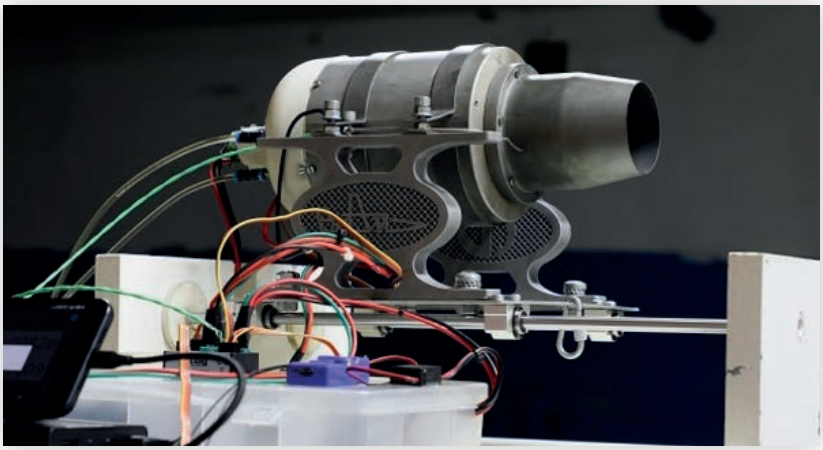
Ponad 100 000 szt. produktów
DOSTĘPNYCH W 24H OD ZAMÓWIENIA

–

www.ceramit.pl

Miniaturowe silniki lotnicze drukowane w 3D

Samolot A30, produkcji Biura Doświadczalno-Konstrukcyjnego im. M. P. Simonova, został wyniesiony w powietrze przez turbinę lotniczą MGTD-20, skonstruowaną przez Rosyjski Instytut Materiałów Lotniczych VIAM. A30, o rozpiętości skrzydeł 3 m, maksymalnej masie startowej 40 kg i ładowności 10 kg wykonał lot sterowany w trybie autopilota, wznosząc się na wysokość 170 m i rozwijając prędkość 154 km/h. Jego silnik został wydrukowany w technologii SLS, przy użyciu aluminium i stopów o wysokiej wytrzymałości termicznej opracowanych przez VIAM. Turbina osiąga maksymalne obroty 101,600 rpm i generuje 22 kG ciągu. Jest to jedna z całej rodziny małych turbin lotniczych o sile ciągu od 10 do 150 kG, opracowanych w ramach projektu finansowanego przez rosyjską Fundację Zaawansowanych Projektów Badawczych, których produkcja ma się rozpocząć w 2021-2022 roku.



viam.ru

Roślinne superkondensatory

Naukowcy z Uniwersytetu Texas A&M zbudowali urządzenie magazynujące energię elektryczną o ładunku 900 razy większym niż zbudowane dotąd superkondensatory. Urządzenie powstało na bazie roślinnej, należało więc pokonać trudności związane z kontrolowaniem właściwości elektrycznych. Ponadto uproszczono technologię wytwarzania, która zwykle wymaga obróbki cieplnej. Do budowy elektrody użyto nadmanganianu potasu i naturalnego polimeru ligniny. Materiały te są tanie i łatwo dostępne. Ponadto zaobserwowano, że lignina poprawia właściwości elektrochemiczne.

Pokrytą nadmanganianem potasu ligninę poddano działaniu ciśnienia i temperatury. Nastąpił rozpad nadmanganianu i osadzanie się na lignicie dwutlenku manganu. Po dodaniu płytki aluminiowej powstała elektroda. Druga z elektrod składa się z aluminium i węgla aktywowanego. Rozdziela je żelowy elektrolit.

Powstało urządzenie lekkie, elastyczne i o stabilnych właściwościach elektrycznych, co udowodniły tysiące cykli ładowań i rozładowań. Roślinny superkondensator może mieć wiele zastosowań. Jednym z nich mogą być samochody elektryczne.

today.tamu.edu

Nanokryształy wzmacniają kompozyty

Kompozyty węglowe i kewlarowe znajdują coraz szersze zastosowania. Do ich wzmacniania często stosuje się nanorurki węglowe. Niestety, zwykle układają się one nierównomiernie, zbrylają się w niektórych miejscach, a nie docierają do innych. Warstwowa struktura kompozytu bywa jego słabością. Włókno węglowe lub kewlar na matrycy polimerowej często się rozwarstwia. Idealnie wykonane kompozyty są jak dotąd tajemnicą kilku producentów na świecie.

Zastosowanie nanokryształów celulozowych zapobiega tym negatywnym zjawiskom. Kryształy „wiążą" nanorurki z włóknami i rozkładają je proporcjonalnie. Ponadto są najtańszą częścią kompozytu, ponieważ pozyskuje się je z drewna odpadowego, przetworzonego w pulpę drzewną. Naukowcy z National Science Foundation opracowują metodę jak najprostszego naniesienia na włókna i użycia nanokryształów celulozy. Już otrzymali kompozyty przewyższające wytrzymałością i jakością te, używane w przemyśle lotniczym i samochodowym.

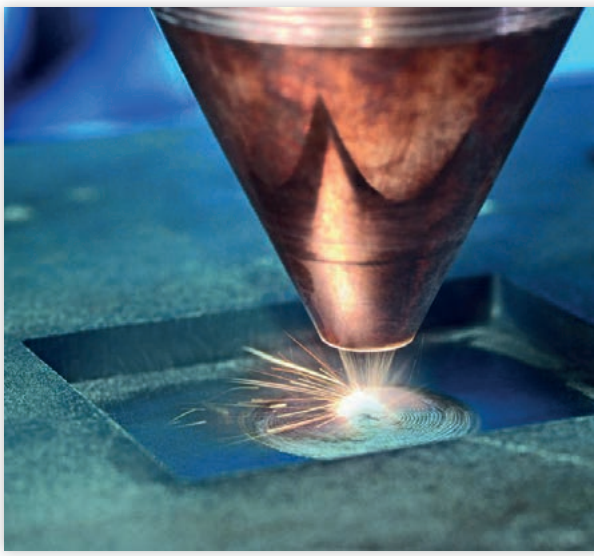
nsf.gov

Wytwarzanie przyrostowe współczesnego odpowiednika stali damasceńskiej

Stal damasceńska to świadectwo kunsztu metalurgicznego średniowiecznego Środkowego i Bliskiego Wschodu. Cechowała się optymalnymi właściwościami, będąc odpowiednio twarda, a jednocześnie stosunkowo giętka i kowalna. Służyła do wyrobu broni białej, cieszącej się renomą najlepszej na świecie, która do Europy trafiła w dobie wypraw krzyżowych z terenów dzisiejszej Syrii – stąd nazwa. Technologia otrzymywania tej stali była od początku utrzymywana w ścisłej tajemnicy, a w początkach XVII wieku jej znajomość z nieznanych powodów zupełnie zanikła. Od tamtego czasu podejmowano wiele wysiłków jej odtworzenia czy też opracowania innej techniki otrzymywania podobnych właściwości.

W ramach badań nad możliwościami technologii przyrostowej LMD *(Laser Material Deposition)*, prowadzonych przez Instytut Technologii Laserowych Fraunhofera (ILT), we współpracy z Instytutem Badawczym Żelaza Maxa Plancka (MPIE), opracowano współczesny odpowiednik stali damasceńskiej na bazie warstwowego kompozytu żelaza, niklu i tytanu. Materiał o strukturze warstwowej uzyskiwany jest podczas depozycji proszków metali za pomocą energii lasera. Charakterystyczne dla stali damasceńskiej właściwości uzyskano za pomocą skomplikowanej procedury regulacji temperatury, pozwalającej kontrolować mikrostrukturę poszczególnych warstw materiału, również w odniesieniu do warstw uprzednio naniesionych. W ten sposób obróbka cieplna stała się częścią składową procesu wytwarzania przyrostowego. Po naniesieniu kilku warstw przerywano proces na 120 sekund, czekając na spadek temperatury do 195 °C, pozwalający na uzyskanie miejscowej transformacji austenitu do martenzytu w kolejnych cyklach punktowego schładzania i rozgrzewania, otrzymując w rezultacie strukturę naprzemiennych warstw hartowanych i niehartowanych. W ramach jednego procesu połączono więc hartowanie, transformację martenzytyczną i wytrącanie faz, uzyskując materiał cechujący się wytrzymałością na rozciąganie rzędu 1300 mPa i elongacją rzędu 10%, niewymagający dalszej obróbki cieplnej. Badana jest także możliwość aplikacji tej metody do innych kompozycji materiałowych, np. ze stopami aluminium.

mpie.de



fot. Fraunhofer ILT

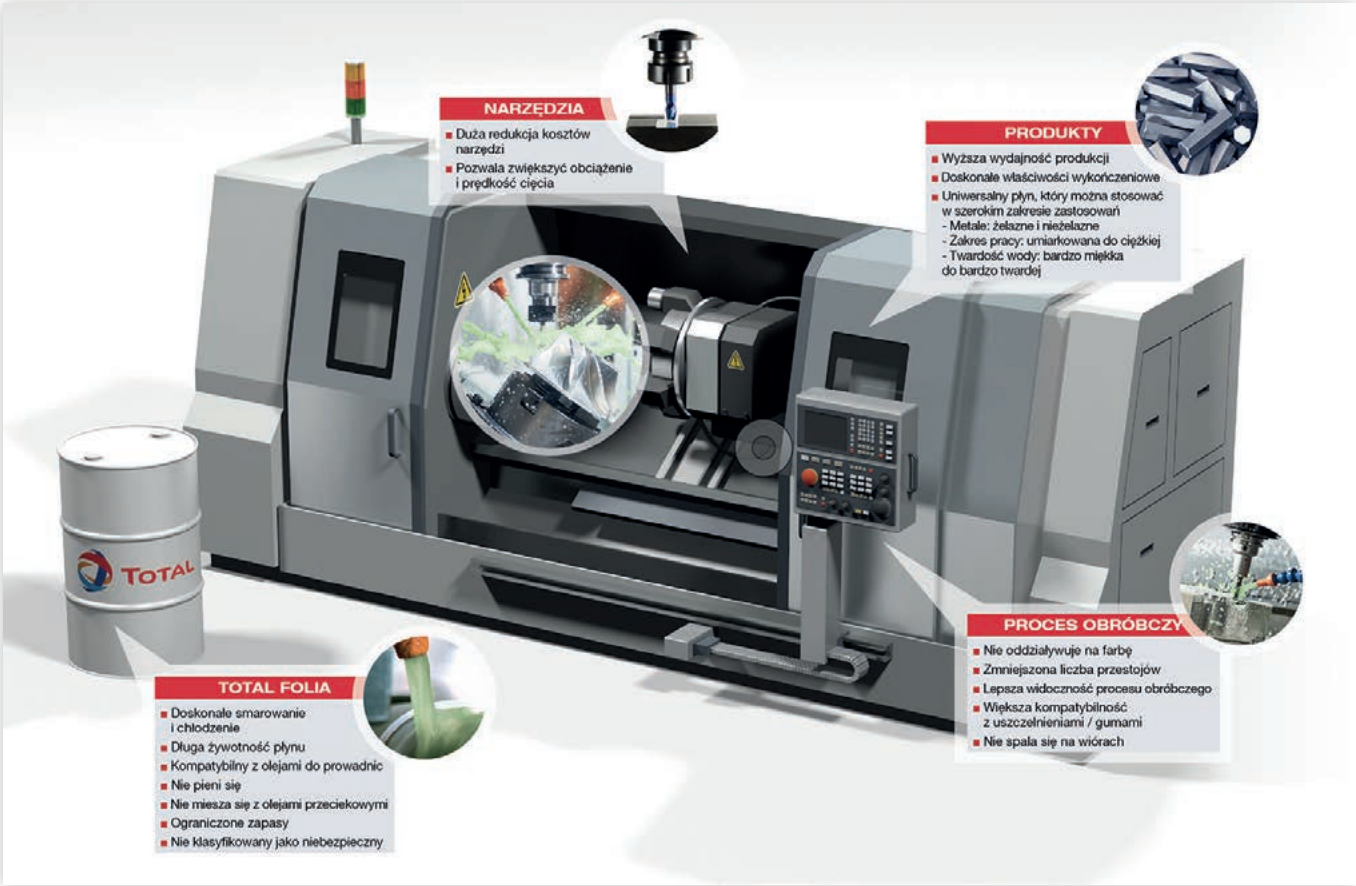
Bezpieczne wodorozcieńczalne ciecze obróbcze TOTAL

Dział R&D firmy TOTAL stale pracuje nad udoskonaleniem jakości i bezpieczeństwa swoich produktów. Tworzy rozwiązania, które podążają za zmieniającymi się wymogami prawnymi oraz są jak najbardziej dopasowane do stawianych przez klientów wymagań jakościowych. W naszej ofercie chłodziw znajdą Państwo produkty biodegradowalne, wolne od olejów mineralnych oraz piktogramów CLP (znaków ostrzegawczych) określających zagrożenie.

Katarzyna Płocharczyk

Przedstawiamy Państwu gamę produktów **FOLIA** oraz **SPIRIT X** będące rewolucją w obróbce metali.

FOLIA jest wodorozcieńczalną cieczą obróbczą stworzoną w oparciu o komponenty pochodzenia roślinnego. Nazwa gamy pochodzi od łacińskiego słowa *folium* (z pol. *liść)*, nawiązuje do ekologicznych własności produktu. Ciecz chłodząco-smarująca wytwarzana z biopolimerów jest całkowicie wolna od olejów i emulgatorów. Koncentrat zmieszany z wodą w pełni się w niej rozpuszcza, tworząc klarowny jednofazowy roztwór. Brak emulgatorów w formulacji wyklucza problemy związane z utratą stabilności emulsji. Dzięki czemu ciecz może być stosowana w wodzie o różnej twardości. Znikają problemy powstawania piany lub zmydlania, które występują w przypadku standardowych emulsji. FOLIA nie emulguje w kontakcie z olejami przeciekowymi przez co łatwo mogą być one usunięte z objętości wanny. Wpływa to bezpośrednio na wydłużenie długości życia cieczy obróbczej. Ze względu na zastosowanie biopolimerów, ciecz obróbcza nie zaoleja maszyny i jej otoczenia. Elementy obrabiane po procesie obróbczym również są czyste. Nie wymagają dodatkowych procesów mycia oraz aplikacji zabezpieczania antykorozyjnego. Cienka warstwa **FOLIA** pozostająca po obróbce dobrze zabezpiecza element przed korozją. Ciecz chłodząco-smarująca ścieka po powstających w czasie obróbki wiórach, nie przypala się na nich, dzięki czemu wynoszenie koncentratu jest niewielkie. Stąd prowadzone



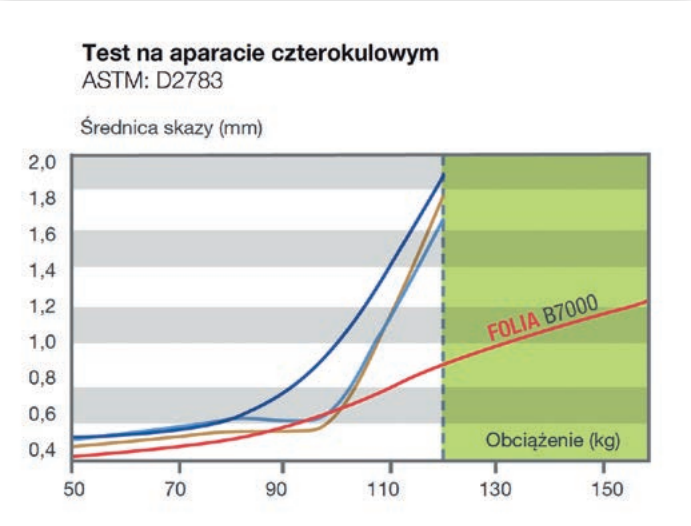
dolewki w czasie pracy obrabiarki wymagane są głównie ze względu na parowanie wody. Brak problemu pienienia, przejrzystość cieczy i czystość otoczenia zapewniają w czasie pracy obrabiarki widoczność na bardzo wysokim poziomie. Pozwala to na stałe obserwowanie procesu oraz wcześniejsze wychwycenie jakichkolwiek anomalii związanych z pracą maszyny.

Nasze rozwiązanie charakteryzuje się doskonałą zdolnością smarującą oraz posiada siłę chłodzenia wody. Tym samym oferuje użytkownikom unikalny produkt do wielu różnych operacji obróbczych. Dzięki zastosowaniu roślinnej bazy, produkt wykazuje wysoki stopień biodegradowalności. FOLIA jest produktem przyjaznym środowisku jak i zdrowiu operatorów. Nie zawiera w swoim składzie związków uczulających, wywołujących dermatozy. Pomyślnie przeszła testy dermatologiczne, przeprowadzone przez niemiecki Instytut Dermatologiczny. Nasza biopolimerowa ciecz obróbcza jest produktem stabilnym biologicznie. Charakteryzuje się wysoką odpornością na namnażanie się bakterii i grzybów. Bezpieczny skład produktu wpływa również na jego aromat. FOLIA wyróżnia się na tle innych cieczy obróbczych brakiem charakterystycznego drażniącego zapachu. Praca z tą cieczą nie powoduję nieprzyjemnych doznań powonienia. Co jest zdecydowaną poprawą warunków pracy operatorów. Na opakowaniu produktu FOLIA nie znajdą Państwo piktogramów ostrzegawczych, gdyż produkt ten **nie jest sklasyfikowany** jako niebezpieczny zgodnie z Rozporządzeniem (WE) 1272/2008. Co znacząco go wyróżnia pośród cieczy obróbczych dostępnych na rynku. *W ramach przypomnienia, piktogramy określające rodzaj zagrożenia to oznakowanie niebezpiecznych substancji chemicznych i mieszanin będące częścią globalnie zharmonizowanego systemu klasyfikacji i oznakowania chemikaliów (GHS).*

Piktogramy zalecane przez GHS mają kształt kwadratu ustawionego na wierzchołku. Powinny zawierać czarny symbol na białym tle z czerwonym obramowaniem.

Stosując biopolimerową ciecz obróbczą FOLIA zapewniają Państwo bezpieczne warunki pracy swoim operatorom oraz zwiększają jakość i wydajność prowadzonych operacji obróbczych. FOLIA charakteryzuje się doskonałymi własnościami smarnymi. Dzięki czemu bardzo dobrze zabezpiecza narzędzia i materiał obrabiany. Co w konsekwencji prowadzi do wydłużenia życia narzędzia, a co za tym idzie zmniejszenia kosztów utrzymania ruchu. W testach smarnościowych przewyższa nawet syntetyczne wodorozcieńczalne ciecze obróbcze.

FOLIA B 7000, zaprojektowana do procesów skrawania stopów stali, w zależności od procesu steruje się rozcieńczeniem koncentratu: 5% szlifowanie, 8% ogólna obróbka, 15% przeciąganie. Charakteryzuje się bardzo dobrą smarnością.



FOLIA G 5000, dedykowana do procesów szlifowania i ogólnej obróbki żeliwa i stali, charakteryzuje się bardzo dobrymi własnościami myjącymi. Zalecane stężenie: 5% szlifowanie, 6-8% obróbka ogólna.

W przypadku gdy wymagana jest ciecz obróbcza do szerszego zakresu obrabianych materiałów, w tym również stopów aluminium, TOTAL proponuje wysokiej klasy mikro-emulsje spełniające najwyższe standardy bezpieczeństwa. Gama **SPIRIT X** o przyjaznej operatorom formulacji, odznacza się brakiem na opakowaniu oznaczeń CLP. Opracowana została z użyciem najbezpieczniejszych na rynku molekuł. Wolna jest bowiem od biocydów, formaldehydu i związków go uwalniających, boru oraz amin drugorzędowych. Produkty z gamy **SPIRIT X** charakteryzują się bardzo dobrą smarnością. Wydłużają żywotność narzędzi, prowadząc do zmniejszenia całkowitych kosztów utrzymania ruchu.

SPIRIT 5000 X, produkt dedykowany do procesów szlifowania i ogólnej obróbki żeliwa, stali i aluminium. Odznacza się bardzo dobrą stabilnością emulsji dzięki dużej rezerwie alkalicznej. Co dodatkowo przekłada się na lepsze zabezpieczenie antykorozyjne maszyny oraz elementów obrabianych.

SPIRIT 7000 X, produkt dedykowany do trudnych procesów obróbczych metali żelaznych i nieżelaznych. Zawiera w swoim składzie dodatki smarne, które optymalizują żywotność narzędzi oraz zabezpieczają powierzchnię obrabianego materiału. Bardzo dobrze sprawdza się w procesach obróbki stopów aluminium.

Stosowanie cieczy obróbczych w zakładach produkcyjnych wpływa bezpośrednio na jakość i bezpieczeństwo pracy operatorów. Aby utrzymać jak najwyższy standard należy podążać za coraz bardziej zaostrzającymi się wymaganiami bezpieczeństwa nakładanymi na ciecze obróbcze. Z produktami TOTAL ochronią Państwo nie tylko narzędzia i materiał obrabiany, ale również zdrowie operatorów maszyn.

Katarzyna Płocharczyk

Dział Techniczny Total Polska

Targi Kielce
exhibition & congress centre

PLASTPOL

XXIV Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy

6-9.10.2020

Kielce

BEZPIECZNE TARGI

Systemy rejestracji online dla wystawców, mediów i zwiedzających

Sprzedaż biletów wstępu online z podziałem na poszczególne dni targowe

Limitowana i w pełni kontrolowana liczba uczestników wydarzeń

2 m

Oznakowane, bezpieczne strefy do wejścia, z zachowaniem 2 m odległości

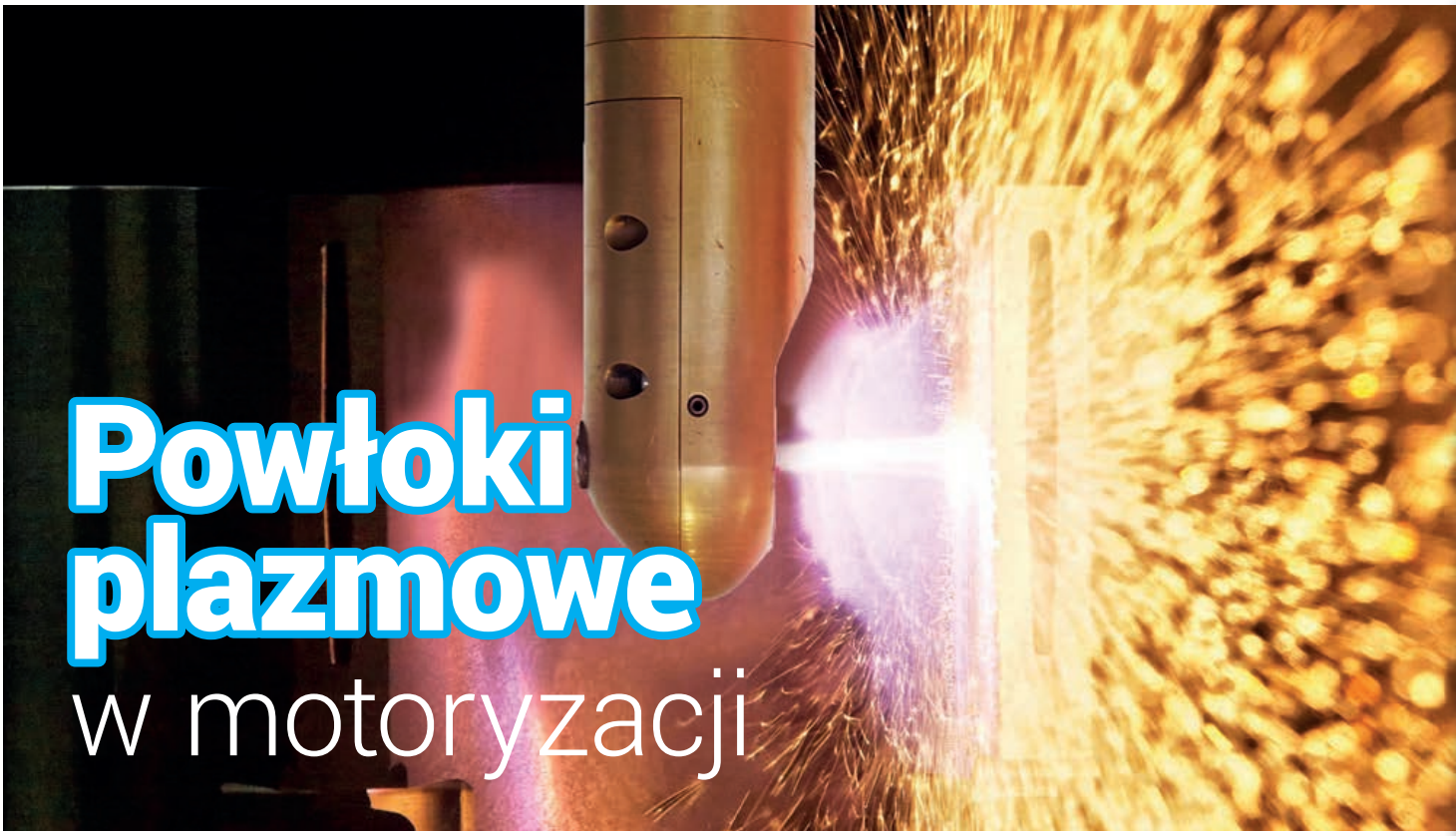
Obowiązek zasłaniania nosa i ust

Obowiązkowa dezynfekcja rąk dla wszystkich osób wchodzących do obiektu

Nowoczesna mobilna kabina diagnostyczno-prewencyjna

TWORZYMY BEZPIECZNĄ PRZESTRZEŃ BIZNESOWĄ

www.plastpol.com



Powłoki plazmowe w motoryzacji

Tradycyjny sposób obróbki części silników spalinowych przez cały czas ich rozwoju wpływał na ich projektowanie. Dążenie do zoptymalizowania termicznego i obniżenia masy zależało od dostępnych materiałów i możliwości ich wykorzystania. Bloki z żeliwa i stopów aluminium z żeliwnymi tulejami cylindrowymi cały czas są dominującym rozwiązaniem. Rozwijając technologie stosowania powłok ochronnych na części silników, od lat dążono do uzyskania takich powłok, które dobrze odprowadzałyby ciepło, a jednocześnie były odporne na zużycie. Ponadto zwracano uwagę, aby ich koszty w produkcji przemysłowej nie przekraczały kosztów dotychczasowych rozwiązań.

Ryszard Romanowski

U schyłku lat sześćdziesiątych firma Mahle opatentowała powłokę Nicasil. Elektrolityczne powlekanie aluminiowych bloków węglikiem krzemu do dziś dominuje w produkowanych seryjnie sinikach wyczynowych. Rozwiązanie to zapewnia znacznie lepsze odprowadzanie ciepła, mniejsze i bardziej przewidywalne deformacje oraz znacznie większą trwałość niż tuleje żeliwne. Ponadto, przy przemysłowym upowszechnieniu byłoby tańsze, chociażby ze względu na to, że nie wymaga aż tak wielu precyzyjnych narzędzi wykorzystywanych przy stosunkowo długotrwałych operacjach technologicznych. Na razie Nicasil zarezerwowano głównie dla wybranych silników wyczynowych i lotniczych.

TECHNOLOGIA SUMEBORE

Przełomem mogą być powłoki natryskiwane plazmowo. Od wielu lat wykorzystuje się podobną technologię w procesach naprawczych. Po raz pierwszy na szeroką skalę w budowie silników zastosował ją szwajcarski koncern Sulzer. Nie koncentrowano się przy tym na powstających w krótkich seriach, dostosowanych do ekstremalnych warunków silnikach wyczynowych, ale również wykorzystywano ją do budowy dużych diesli dla

artykuł dostępny w wydaniu płatnym

Palnik plazmowy RotaPlasma HS1

cząsteczek i lokomotyw. Powłokę APS (Atmospheric Plasma Solution) SUMEBore opracowano w ścisłej współpracy z firmą Metco z Taiwanu. Powstały obrotowe palniki RotaPlasma oraz narzędzia do precyzyjnego pomiaru grubości, pomagające określić jakość powłoki.

Technologia pozwala pokrywać nie tylko otwory na tulejach cylindrowe na szerokim spektrum materiałów od aluminium po żeliwo, lecz pozwala także na znacznie uwidocznienie nie dotąd projektowanie silników. Zapewnia znaczne zmniejszenie ich masy i zwiększenie trwałości. Proces zastosowania technologii SUMEBore można podzielić na opisane niżej etapy.

cylindra jest wstępna obróbka tnącego otworu z odpowiednim naddymiarem, uwzględniającym grubość zakładanej warstwy po honowaniu. Po obróbce wstępnej porowatość nie powinna przekraczać 4 mikrometrów.

Następnie przeprowadza się czyszczenie i suszenie. Po tej operacji napięcie powierzchniowe całej powierzchni powinno wynosić około 36 mN/m.

Kolejną operacją jest aktywacja powierzchni, sprawiająca że staje się ona szorstka, aby ułatwić mechaniczne „zaczepianie" się powłoki. Stosuje się piaskowanie i trawienie z tritlenkiem siarki. Zabieg ten jest najbardziej efektywny ze względu na ograniczenia geometryczne powierzchni takie jak np. otwory.

Przy tej operacji należy brać pod uwagę rodzaj materiału z jakiego wykonano blok. Aktywacja strumieniem wody pod ciśnieniem bez cząstek ściernych dokonuje działa na aluminium ale nie przynosi pożądanych efektów w przypadku żeliwa.

Możliwa jest również aktywacja poprzez obróbkę mechaniczną lecz znacznie zwiększa to koszty, ze względu na pracochłonność i stosowane narzędzia. Dlatego proces ten jest znacznie efektywniejszy ekonomicznie w przypadku bloków aluminiowych.

2. Proces powlekania

Powłoki nakładane są obrotowym palnikiem plazmowym, który może się również poruszać w górę i w dół. W zależności od rozmiarów pokrywanej powierzchni używa się różnych palników. W przypadku średnicy poniżej 130 mm stosowany jest palnik F200. Większe, typowe rozmiary cylindrów pokrywa się używając palnika iPro 90. Prędkość podawania proszku wynosi około 250 g/min.

Optymalizacja topologiczna, symulacje – wytrzymałościowe oraz wytwarzania, w procesie projektowania elementów z tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami

Potrzeba tworzenia coraz lżejszych, ekonomicznych i bardziej wydajnych konstrukcji sprawia, że coraz częściej stosuje się technologie i materiały, które do tej pory nie były szeroko stosowane przy projektowaniu i produkcji określonych komponentów. Przykładem może być zastępowanie części metalowych elementami wykonanymi z tworzywa sztucznego wzmacnianego włóknami. Coraz częściej można spotkać tego typu komponenty w przemyśle samochodowym. Wnoszą one wiele zalet, takich jak lekkość, możliwość zintegrowania większej liczby komponentów składowych w jedną część, a także zmniejszenie kosztu takiej części.

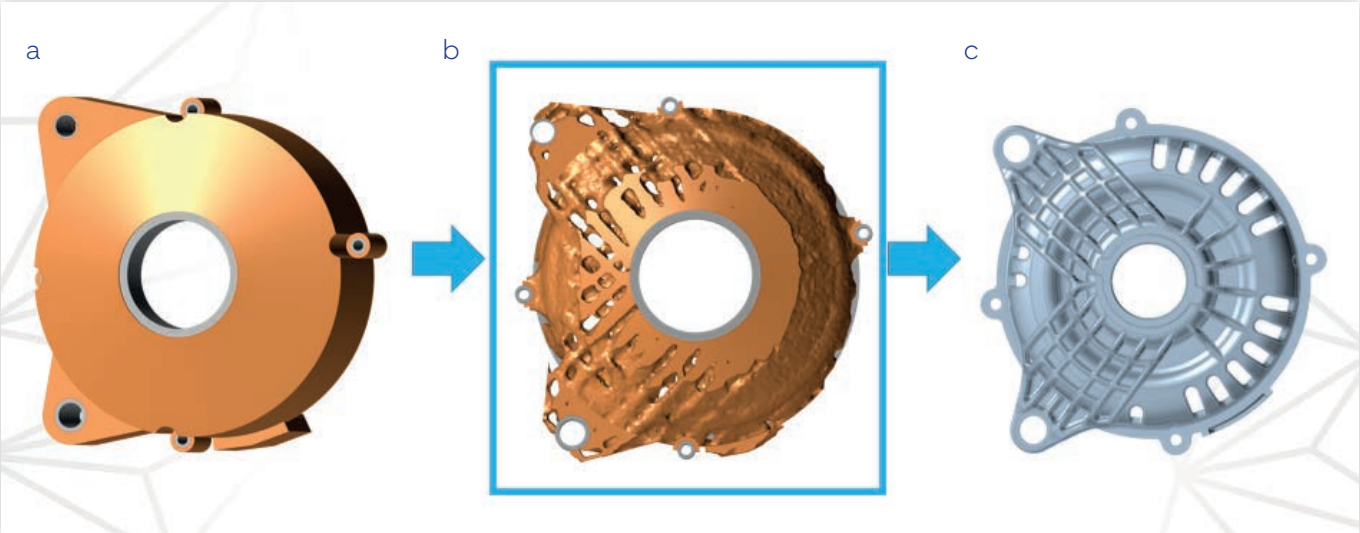
Mateusz Łukasik

Niezależnie od metody wytwarzania oraz materiału wykonania, część musi spełniać stawiane jej wymagania. Cały proces projektowania powinien być dostosowany do wybranego sposobu wykonania oraz materiału, aby finalnie część nadawała się do produkcji oraz wytrzymywała obciążenia występujące w trakcie jej eksploatacji. Tworzywo sztuczne wzmacniane włóknami cechuje się wysoką sztywnością do ciężaru oraz większą wytrzymałością w kierunku włókien. Odpowiednia integracja prac nad rozwojem geometrii, procesem wytwarzania oraz wytrzymałością jest niezbędna w celu uzyskania części wysokiej jakości spełniającej stawiane jej wymagania.

Opisywana w niniejszym artykule część to połowa korpusu urządzenia BSG – *Belt Starter Generator*. Jest to element systemu, który odpowiada za zarządzenie energią w pojeździe, łączy w sobie funkcje rozrusznika i alternatora. Jest montowany bezpośrednio na silniku.

WYKORZYSTANIE OPTYMALIZACJI TOPOLOGICZNEJ

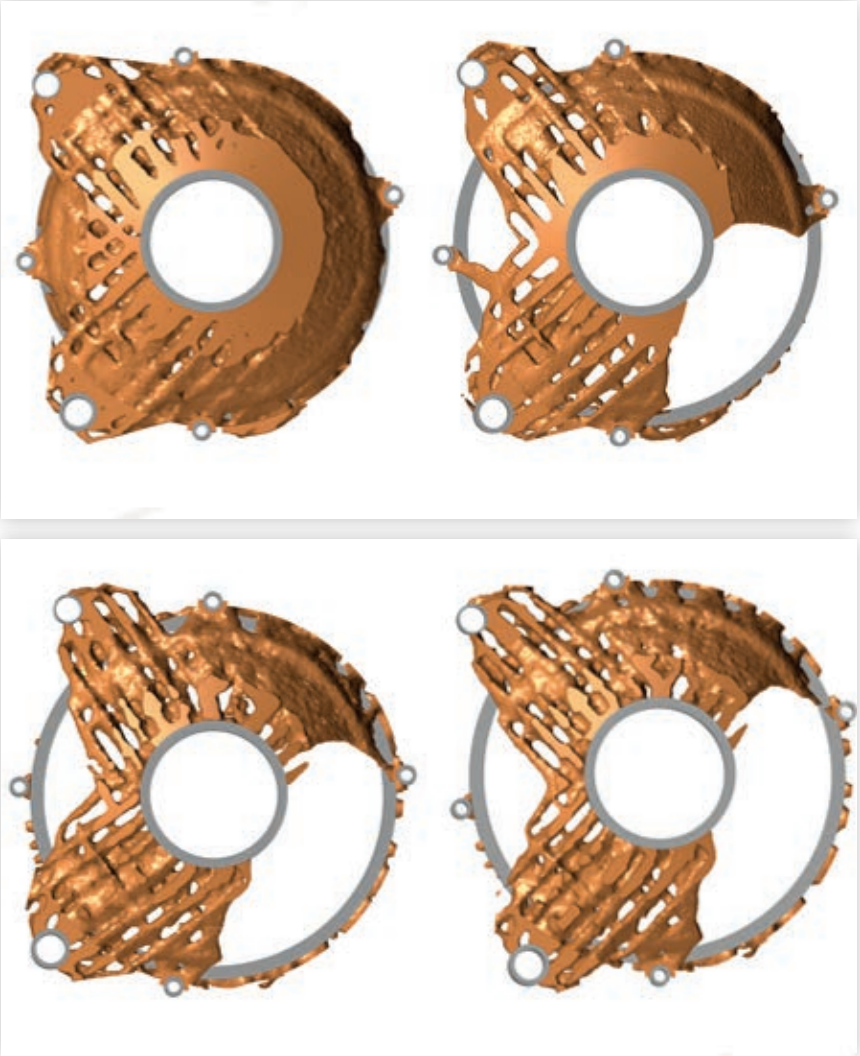
W opisywanym przykładzie na początku prac zastosowano optymalizację topologiczną. Prace wykonano w programie Altair Inspire. Do modelu został dodany materiał, tworząc dostępną przestrzeń projektową (Rys. 1a). Następnie przeprowadzona została analiza optymalizacji, w wyniku której wygenerowany został pewien kształt (Rys. 1b). Warto dodać, iż często kształt uzyskany z optymalizacji topologicznej nie jest możliwy do odtworzenia całkowicie. Jest to pewna koncepcja i zarys, na podstawie których



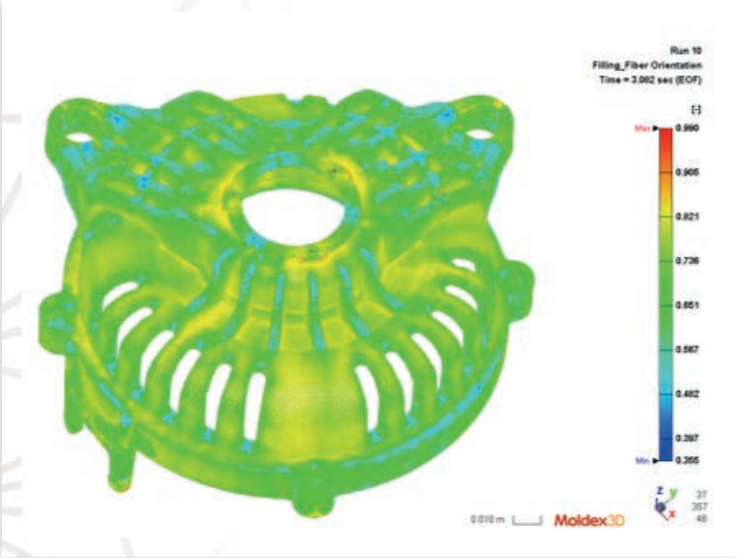
Rys. 1 Optymalizacja topologiczna

następuje interpretacja CAD (Rys. 1c). Tak stworzony model łączy cechy funkcjonalne z cechami uzyskanymi z optymalizacji topologicznej.

Proces optymalizacji przebiegał wieloetapowo, zależności między kolejnymi analizami z różnymi ustawieniami są widoczne na rysunku 2. Ułożenie struktur jest bardzo podobne. Istotne jest to, że optymalizacja topologiczne uwzględnia również aspekty technologiczne, pozwalające wykonać model i rozformować go. Analizy przeprowadzono zmieniając wymaganie redukcji masy; kryterium wynosiło od 15 do 30% objętości początkowej. Jako przedmiot optymalizacji wybrano maksymalizację sztywności wraz z maksymalizacją częstości drgań. Nie jest to przypadkowy wybór, ponieważ przedstawiana część jest montowana na silniku. Cały komponent powinien więc odznaczać się odpowiednią sztywnością, aby uzyskać częstość drgań własnych poza zakresem częstości wymuszenia (tj. silnika – w zakresie jego pracy), aby nie doszło do rezonansu. Zastosowano także wymagania związane z technologią wytwarzania, określono minimalną oraz maksymalną



Rys. 2 Ułożenie struktur w zależności od ustawień optymalizacji



Rys. 3 Symulacja wytwarzania

grubość generowanych struktur. Jest to ważny punkt z uwagi na to, że zbyt grube struktury mogą powodować większy skurcz. W cieńszych ściankach często następuje też lepsze zorientowanie włókien, co wpływa na parametry wytrzymałościowe. Ostatecznie optymalizacja topologiczna wspomaga projektowanie i pozwala zidentyfikować kierunki obciążenia.

MODEL MATERIAŁOWY I WYTWARZANIE

Przy zastąpieniu części metalowej częścią wykonaną z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknami ważnym aspektem, z punktu widzenia analiz wytrzymałościowych, jest zastosowanie odpowiedniego modelu materiałowego. Materiał taki jest ortotropowy więc obliczeniowy model materiałowy powinien również odzwierciedlać tę cechę. Na właściwości tworzywa sztucznego wzmacnianego włóknami wpływają właściwości osnowy oraz zbrojenia. Dane materiałowe używane w symulacji komputerowej są wynikiem przeprowadzonej homogenizacji. Orientacja włókien w danym obszarze modelu ma bezpośredni wpływ na wartości parametrów wytrzymałościowych. Z tego względu niezbędna staje się również symulacja wytwarzania – wtrysku tworzywa. Dostarcza ona informacji o ułożeniu włókien w modelu oraz pozwala na wprowadzenie zmian w geometrii poprawiających dystrybucję materiału. Dobra dystrybucja włókien pozwala uzyskać lepsze właściwości wytrzymałościowe (Rys. 3).

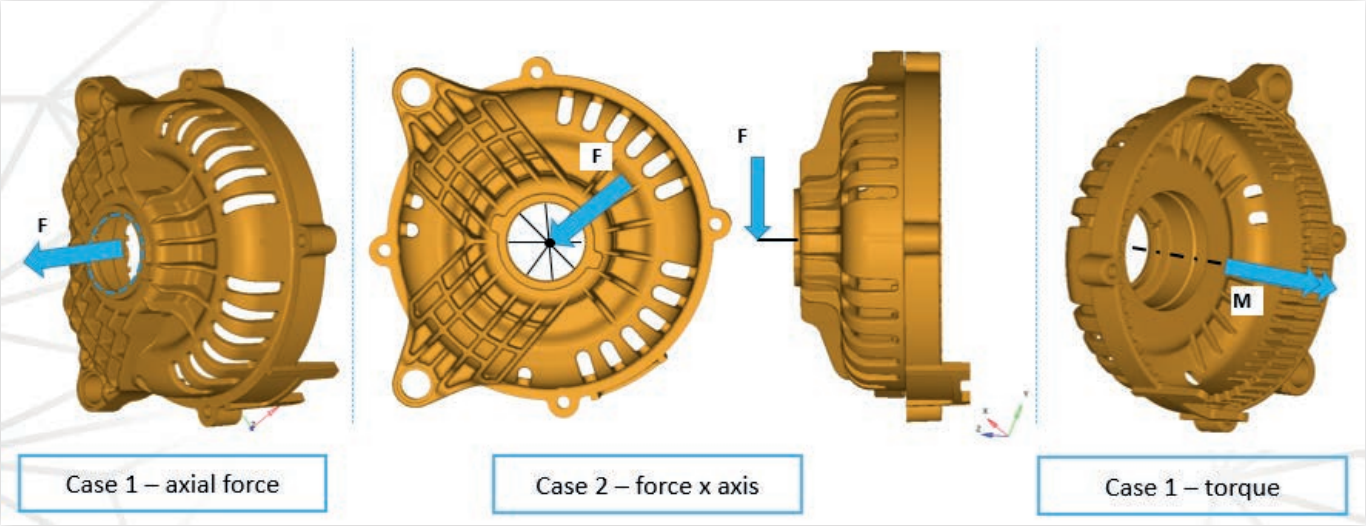
Zdarza się, że materiały tego typu są traktowane jako izotropowe, szczególnie na wstępie prac; może to jednak prowadzić do większego błędu otrzymywanych wyników. Tego typu analizy wydają się być sporym uproszczeniem. Przyjmuje się wtedy pewien procent wartości modułu Younga materiału w kierunku włókiem. Wpływ zastosowanego modelu materiałowego na otrzymywane wyniki został zweryfikowany i opisany w dalszej części artykułu.

SYMULACJE STRUKTURALNE

Przeprowadzenie symulacji komputerowej części z tworzywa sztucznego wzmacnianego włóknami w opisywanym przypadku wiąże się z wymianą danych między różnymi programami. Jak wcześniej wspomniano, wykonano symulację wytwarzania – w tym przypadku zastosowano program Moldex3D, model materiałowy ortotropowy powstał w programie Multiscale Designer, a jako preprocesora użyto Hypermesh z solverem Optistruct. W celu uwzględnienia ułożenia włókien w analizowanej części należy przeprowadzić mapowanie ich orientacji na siatkę strukturalną. Następnie do modelu dołączane są wygenerowane dane materiałowe.

Przeprowadzono analizy statyczne dla trzech przypadków obciążenia – dla części z modelem materiałowym izotropowym oraz otrotropowym. Są to obciążenia siłą osiową, promieniową oraz momentem skręcającym (Rys. 4).

Różnice w otrzymywanych wynikach dla modelu z materiałem ortotropowym oraz izotropowym nie są pomijalne. Widoczna



Rys. 4 Przykłady obciążenia

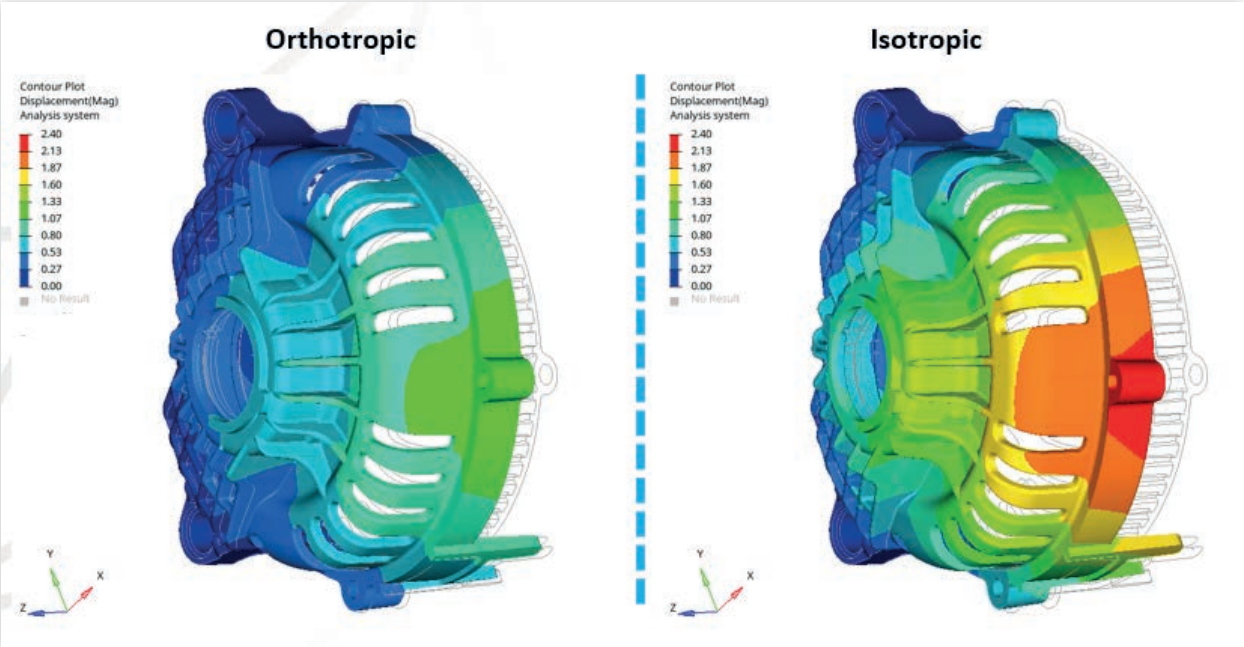
jest znaczna różnica w sztywności komponentu. Wartości przemieszczeń różnią się o około 45%. W przypadku modelu z materiałem ortotropowym odnotowano również wzrost naprężeń maksymalnych o około 15% (Rys. 5).

PODSUMOWANIE

W opisywanym przypadku zastosowano podejście rozpoczęcia projektu od nowa, ponieważ bardzo często samo przeprojektowanie nie wystarcza, a przerabianie modeli różnie się kończy, szczególnie jeśli występują duże różnice w zastosowanej technologii. W analizach należy uwzględnić wytwarzanie i nieciągłości z tego wynikające. Mają one wpływ na wyniki symulacji, pozwalają uchwycić zjawiska związane z orientacją włókien.

Mateusz Łukasik
m.lukasik@blackcad-engineering.com

Blackcad Engineering GmbH



Rys. 5 Wyniki analiz

Sześć powodów, dla których warto użyć sprężyn falistych

Podkładki faliste, sprężyny śrubowe, krążkowe oraz wiele innych tradycyjnych elementów sprężystych sprawdza się w wielu zastosowaniach mechanicznych. Dodając do swojego zestawu rozwiązań konstrukcyjnych sprężyny faliste zyskują Państwo całą gamę nowych możliwości i innowacji. Wiedza o tym, gdzie najlepiej sprawdzają się sprężyny faliste oraz znajomość zalet wynikających z ich użycia, mogą znacznie przyczynić się do udoskonalenia Państwa projektów. W tym artykule przedstawiamy sześć zasadniczych zalet wynikających z zastosowania sprężyn falistych.

1. OSZCZĘDNOŚĆ MIEJSCA

Wysokość robocza sprężyny może być zredukowana nawet o 50%. W aplikacjach o bardzo ograniczonej przestrzeni sprawdzą się sprężyny faliste Crest-to--Crest. Ich konstrukcja, z wieloma pofalowaniami na każdym zwoju sprężyny, pozwala uzyskać taką samą siłę, jak w przypadku konwencjonalnej sprężyny, przy równoczesnej redukcji wysokości roboczej. Niższa wysokość przekłada się także na oszczędność miejsca w całym złożeniu, którego częścią jest sprężyna. Redukcja wymiarów złożenia z kolei wiąże się ze zmniejszeniem zużycia materiałów i czasu produkcji, co może oznaczać oszczędność kosztów wykonania.

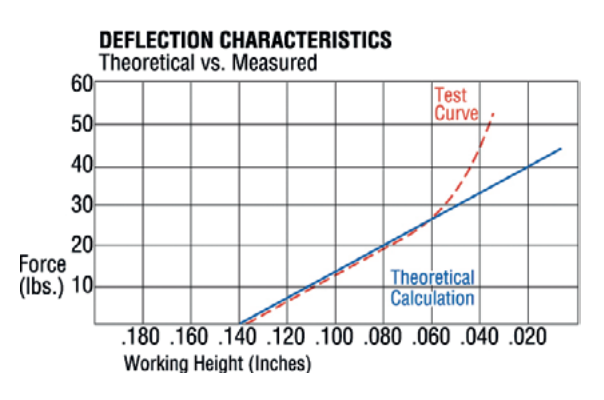
2. ELASTYCZNOŚĆ W DOBORZE PARAMETRÓW

Proces produkcyjny w firmie Smalley opiera się na technologii nawijania krawędziowego, pozwalającej w łatwy sposób dostosować parametry sprężyn do wymagań konstrukcyjnych. Liczba zwojów, rodzaj końcówek, wybór materiału i jego grubości, to jedne z wielu parametrów, które można łatwo dopasować na potrzeby danego zastosowania. Proces nawijania krawędziowego, w którym płaski drut zwijany jest po krawędzi, umożliwia uzyskanie sprężyn o dowolnej konfiguracji, z średnicą w zakresie od 4 do 3 000 mm. Pozwala na wykonanie niestandardowych sprężyn na zamówienie bez dodatkowych kosztów oprzyrządowania.

Technologia nawijania krawędziowego (powyżej) vs. konwencjonalne tłoczenie części (poniżej)

3. DOKŁADNOŚĆ I POWTARZALNOŚĆ PARAMETRÓW UGIĘCIA

Dokładne i przewidywalne wartości obciążeń kalkuluje się z założeniem pewnej tolerancji dla danej wysokości roboczej. Niezależnie od tego, czy dane zastosowanie ma charakter statyczny czy dynamiczny można bardzo dokładnie wskazać wartość obciążenia generowanego przez sprężynę. Wynika to z tego, że dla sprężyn falistych określa się obciążenie krytyczne dla konkretnej wysokości roboczej. Stąd też mogą Państwo oczekiwać stałości i pewności obciążenia w Państwa zastosowaniu.

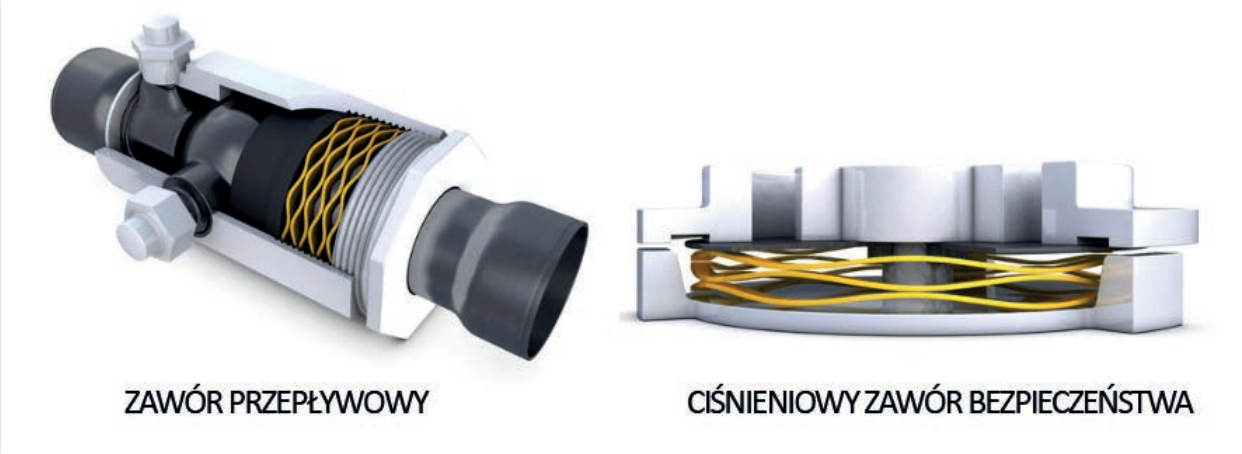


4. UNIWERSALNOŚĆ

Technologia sprężyn falistych jest wypróbowanym rozwiązaniem, stosowanym do wielu zastosowań w różnych sektorach przemysłowych. Sprężyny faliste o bardzo małych lub bardzo dużych średnicach, lekkie bądź masywne, stalowe czy też wykonane ze specjalistycznych stopów, sprawdzają się w dziesiątkach tysięcy zastosowań na całym świecie. Od urządzeń codziennego użytku, takich jak zegarek na ręku czy ekspres do kawy w kuchni, po szyby naftowe głęboko pod powierzchnią ziemi czy instalacje satelitarne w kosmosie, zastosowanie sprężyn falistych nie napotyka ograniczeń. Poniżej przedstawiamy przykłady najbardziej popularnych aplikacji, wykorzystujących zalety sprężyn falistych:

Zawory przepływowe: Wraz ze wzrostem ciśnienia, sprężyna falista Crest-to-Crest precyzyjnie kontroluje liniowe przemieszczenie tłoka.

Ciśnieniowe zawory bezpieczeństwa: Ciśnienie powietrza pod spodem złożenia zwiększa obciążenie sprężyny, która wypycha pokrywę zaworu i inicjuje mechanizm uwalniania ciśnienia. Wraz ze spadkiem ciśnienia sprężyna powraca do pozycji wyjściowej, pozwalając na ponowne uszczelnienie zaworu.

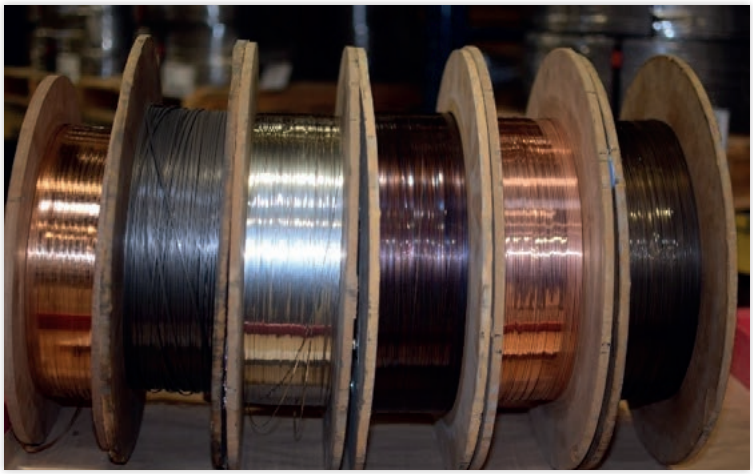


Uszczelnienia czołowe: Sprężyna falista wytwarza ciśnienie dociskające do przylegającej powierzchni, skutecznie oddzielając ciecze.

Wibroizolatory: Pod jednostajnym obciążeniem, izolator tłumi drgania powstające podczas działania urządzeń. Zastosowanie sprężyn falistych służy zapewnieniu precyzyjnych i powtarzalnych obciążeń.

5. EGZOTYCZNE STOPY METALI

Niestandardowe stopy metali stanowią opcję dla Państwa zastosowań w warunkach ekstremalnych. Jest wiele czynników o istotnym znaczeniu przy wyborze właściwego materiału, między innymi koszty, zewnętrzne warunki robocze czy cykl życia produktu. Użycie komponentów z materiałów niedostosowanych do panujących warunków prowadzi do problemów w działaniu i skróceniu czasu eksploatacji całego podzespołu. Jeśli nasze materiały standardowe, takie jak stal węglowa czy nierdzewna 17-7, nie spełniają wymagań na potrzeby Państwa aplikacji, możemy zaproponować Państwu całą gamę materiałów niestandardowych.



Od zastosowań kriogenicznych po wysokotemperaturowe, od magnetycznych po elektroprzewodzące i od głębinowych po kosmiczne, zespół inżynierów firmy Smalley podejmie się przygotowania właściwej sprężyny o optymalnym działaniu.

6. DARMOWE PRÓBKI I PRZYSTĘPNE CENY PROTOTYPOWANIA

Nie ulega wątpliwości, że istnieje potrzeba weryfikacji założeń konstrukcyjnych na przykładzie prototypów. Dlatego Smalley oferuje swoim klientom bezpłatne próbki produktów seryjnych. W przypadku produktów niestandardowych, istnieje możliwość zamówienia prototypowych próbek bez określonej minimalnej wielkości partii, z krótkim okresem realizacji. Jest to możliwe dzięki technologii nawijania krawędziowego, podczas gdy konwencjonalne, tłoczone części wymagają wykonania oprzyrządowania produkcyjnego, co pociąga za sobą dodatkowe koszty i opóźnia realizację.

Wszędzie tam, gdzie potrzebna jest oszczędność miejsca, sprężyny faliste stanowią idealne rozwiązanie. Mogą Państwo wybierać spośród ponad 4000 rodzajów standardowych sprężyn ze stali węglowej i nierdzewnej, lub wypróbować możliwość zaprojektowania niestandardowej sprężyny bez dodatkowych kosztów oprzyrządowania. Zapraszamy już dziś do kontaktu z inżynierami firmy Smalley i do uwzględnienia sprężyn falistych w Państwa zestawie rozwiązań konstrukcyjnych.

Wyższe kary za śmiecenie

Zaśmiecenie lasów w Polsce jest poważnym problemem i jak informują Lasy Państwowe, z roku na rok na wywóz śmieci wydawane są coraz większe fundusze. W 2019 roku z lasów wywieziono ok. 108 tys. m^3 śmieci, co kosztowało LP niemal 20 mln zł. Między innymi dlatego Ministerstwo Środowiska przygotowało projekt ustawy, zgodnie z którym mandat za śmiecenie w lasach ma wzrosnąć z 500 do 5000 zł.

Tomasz Cukiernik

I bardzo dobrze, że kary zostaną podniesione. Bo trudno się zgodzić z przeciwnikami tej podwyżki, którzy twierdzą, że zamiast zwiększania kar należy prowadzić kampanie informacyjno-edukacyjne na ten temat. To, że śmieci rozkładają się bardzo długo i szkodzą środowisku naturalnemu, trąbione jest od co najmniej 30 lat i niewiele do tej pory dało. Trudno również przyjąć do wiadomości argument, że śmieci do lasu wywożą głównie ludzie biedni, których nie stać na wypełnianie zaleceń obowiązującego systemu. Przecież ten przymusowy system został wprowadzony właśnie po to, by wyeliminować takie patologie! Czyżby nie działał tak jak to było w założeniach?

Znacznie ostrzejsza podwyżka kar powinna zostać dawno wprowadzona zamiast całej ustawy, która w ramach wdrażania unijnych dyrektyw narzuciła nam bolszewicki system odbioru odpadów komunalnych. Za wywóz śmieci płacić powinni nie wszyscy po równo (i do tego drogo), ale ci co je wytwarzają, i to w zależności od tego, ile wytwarzają. Aktualny system jest odpowiedzialnością zbiorową, nieznaną w cywilizowanych społecznościach. Taką odpowiedzialność zbiorową stosowały w historii przede wszystkim ustroje totalitarne. To NKWD wywoziło na Syberię całe rodziny za antypaństwową działalność jednego jej członka (niejednokrotnie urojoną czy zmyśloną). To Niemcy w czasie II wojny światowej za pomoc partyzantom palili całe wsie na terenach okupowanych, a za wysadzenie w powietrze niemieckiego pociągu przez AK mordowano przypadkowych Polaków.

Obowiązujący system odbioru odpadów jest tak samo absurdalny i niesprawiedliwy jak to, że mamy państwową przymusową służbę zdrowia. Jak „świetnie" radzi sobie i chroni ludzkie życie państwowa służba zdrowia, która do tego podobno została powołana, widać w czasie koronwirusowej histerii. Ciężarna kobieta w ciężkim stanie była tak długo odsyłana ze szpitala do szpitala, aż w końcu zmarła pod jednym z nich. Nie jest to bynajmniej przypadek odosobniony…

Po wprowadzeniu do polskiego prawa unijnych regulacji w tej materii, a przy okazji twórczej ich interpretacji i dodatkowemu skomplikowaniu, rząd PO-PSL narzucił Polakom taki system odbioru śmieci, że ceny tej usługi wzrosły kilka razy! Kolejne przepisy – wprowadzone już za rządu PiS – jeszcze bardziej podniosły ceny. A są one tak wysokie właśnie dlatego, że branża jest nadmiernie przeregulowana i wiodącą rolę pełnią w niej nie konkurujące ze sobą firmy prywatne na zasadach wolnorynkowych, a urzędnicy. Dopóki nie będzie rynku, a odgórne sterowanie biurokratów, nie ma szans na obniżki opłat za odbiór odpadów, a ceny będą nadal rosły.

Kary za śmiecenie nie tylko w lasach powinny być znacznie wyższe niż te 5 tys. zł (może nawet i 100 tys. zł). Wtedy byłaby znacznie większa szansa, by proceder został, jeśli nie wyeliminowany, to jego skala z pewnością zredukowana do ułamka tego, co jest obecnie. Ale wraz z wprowadzeniem tych wysokich kar należy zlikwidować niesprawiedliwy system odbioru odpadów, w którym niezależnie od tego, ile generujesz śmieci, płacisz taką samą kwotę co sąsiad, który tych śmieci ma dziesięć razy więcej.

Nawet za komuny płaciło się od liczby zapełnionych śmieciami kontenerów. Za Unii Europejskiej tak się nie da?

□

Neutralizacja luzów w maszynach

Pływający czop

Podczas normalnej eksploatacji maszyn postępuje ich zużycie, które ma swoje opisane fazy. Wielu inżynierów, konstruktorów, technologów, eksploatatorów i specjalistów od materiałoznawstwa i tribologii próbuje zmienić ten wykres faz „życia" maszyny, niekiedy nawet z pewnym sukcesem, ale nie udaje się to do końca. Jest jednak też inna droga wydłużenia czasu funkcjonowania maszyny. Zużycie obrabiarki objawia się na ogół powstaniem luzów (na np. prowadnicach, wrzecionie czy suwaku prasy), które mają duży wpływ na dokładność wykonywanych na tej maszynie wyrobów. W tym przypadku ta inna droga wydłużenia „życia" maszyny polega na tym, by nie naprawiając zużytych zespołów maszyny (co bywa kosztowne i powoduje często dłuższy przestój maszyny) znaleźć takie rozwiązanie, w którym szkodliwość luzów będzie zneutralizowana.

Aleksander Łukomski

Problem zużycia niektórych elementów maszyn ma duży wpływ na ocenę zużycia całej maszyny, która często potrzebna jest rzeczoznawcom do jej wyceny. Informacja ta ważna jest też w dziale utrzymania ruchu – do podjęcia decyzji o naprawie lub większym remoncie maszyny, a niekiedy o jej złomowaniu. W instrukcji użytkowania maszyny powinny być podane kryteria oceny zużycia przynajmniej głównych elementów, albo chociażby tylko tych, które mają wpływ na bezpieczeństwo operatora podczas eksploatacji maszyny, oraz sposób ich oceny. Niestety, najczęściej te kryteria nie są podane lub są bardzo lakoniczne.

Czasami sprawdza się luzy stosując pospolity łom i podkładkę, oraz czujnik zegarowy. Można tak sprawdzić luzy wrzeciona w tokarce lub luzy suwaka prasy. Owszem, daje to jakiś pogląd, zwłaszcza gdy oceniający ma pewne doświadczenie w ocenie zużycia różnych maszyn. Oczywiście są też poważniejsze metody oceny zużycia maszyn, ale omówienie ich przekracza ramy tego artykułu.

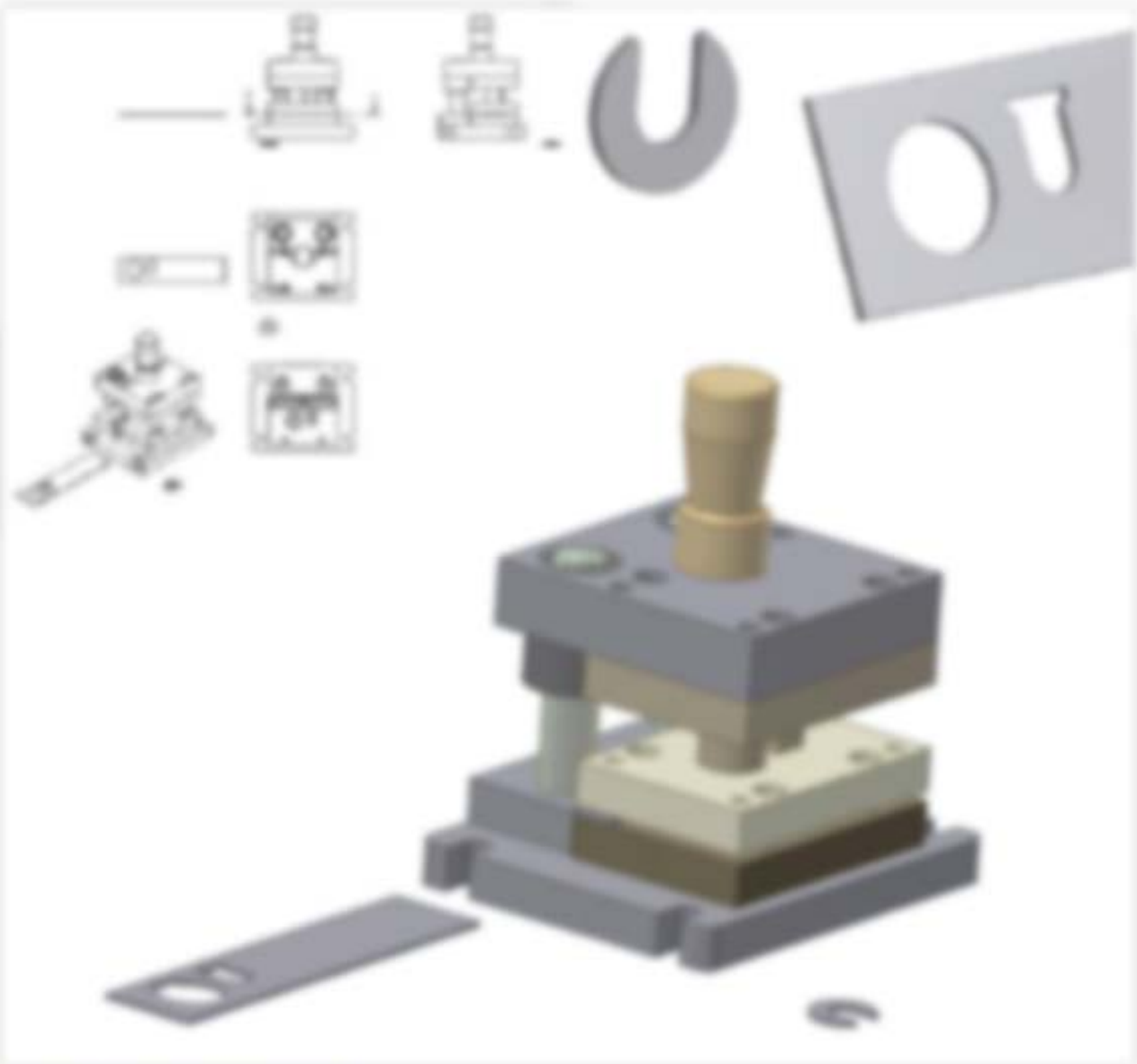
Kategorią maszyn, w których podjęto udaną próbę zneutralizowania skutków luzów suwaka na jakość wykonywanych detali są prasy. Luz suwaka, ze względu na charakter pracy prasy (mimośrodowy, kolanowy, korbowy i inny, o możliwości dosyć szybkiej utraty właściwości zakładanych warunków pracy suwaka prasy), powoduje jej dyskwalifikację lub konieczność poważnego remontu.

W Polsce produkowano kiedyś wielką liczbę pras, zwłaszcza mimośrodowych, typu PMS 2,5 do PMS 63. Stąd jeszcze duża ich ilość w różnych zakładach. Wiele z nich jest już nieprzydatnych do produkcji ze względu na zużycie. Dotyczy to też innych typów pras.

Praca pras elektromechanicznych polega na zamianie ruchu obrotowego koła zamachowego na ruch posuwisto-zwrotny suwaka. Rozpędzone przez silnik elektryczny koło zamachowe, pod wpływem załączenia sprzęgła przekazuje swoją energię na wał korbowy. Wtedy obraca się wał korbowy razem z kołem zamachowym. Połączony z wałem korbowym korbowód przekazuje energię poprzez łącznik na suwak prasy. Suwak porusza się w prowadnicach, zapewniając odpowiednią precyzję ruchu. Do suwaka przykręcona jest górna część wykrojnika – stempel, a do dolnego stołu prasy – matryca.

Siła nacisku to jeden z głównych parametrów decydujących o wyborze prasy. Kolejny parametr to

artykuł dostępny w wydaniu płatnym



Rys. 1 Wykrojnik do podkładki

Spawalność stali czystych

cz. 2

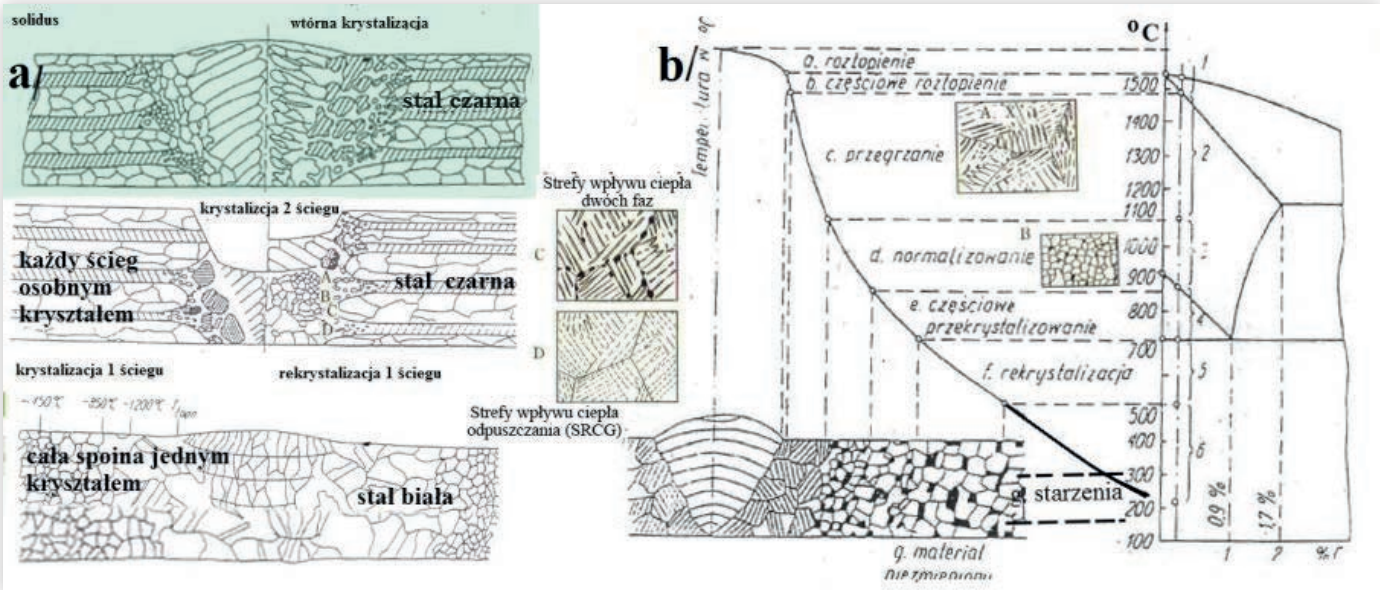
– praktyka przemysłowa

Adam Jastrzębski, Ilona Jastrzębska, Zbigniew Prusak, Ryszard Jastrzębski

POŁĄCZENIE SCHEMATÓW KRYSTALIZACJI Z ODKSZTAŁCENIAMI SKURCZOWYMI

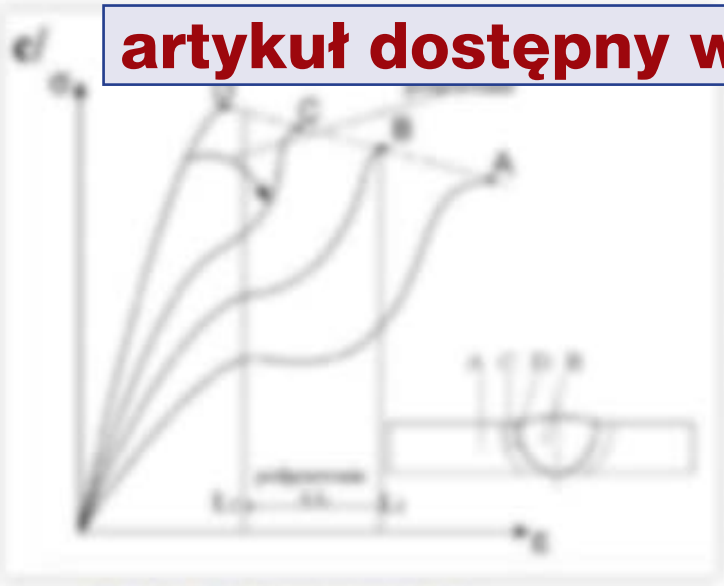
Na rysunku 4 pokazano, że w stali austenitycznej (białej), ze względu na to, że granice ziaren to miejsca spotkania różnych kierunków krystalizacji (ulegają korozji i są widoczne pod mikroskopem), praktycznie cała spoina stanowi jednorodny polikryształ, natomiast dla stali czarnej charakterystyczne są odrębne kryształy, stanowiące w rzeczywistości poszczególne wykonane ściegi podczas spawania.

W stali konstrukcyjnej węglowej (czarnej) ostatni ścieg ma strukturę dendrytyczną, a poprzednie ściegi są obrobione cieplnie. Na rysunku 4b zademonstrowano mikrostrukturę, od materiału rodzimego przez strefę wpływu ciepła i spoinę, oraz powiązano ją z odpowiednim obszarem na diagramie przemian fazowych. Istotna jest tu strefa rozrostu ziarna (przegrzania), która powinna być jak najwęższa, oraz strefa rozdrobnienia ziarna czyli normalizacji. Przedstawiono także dodaną strefę starzenia czyli kruchości azotowej, spowodowaną ponownym nagrzewaniem materiału. Pominięto zaś strefę utwardzenia wodorowego w czystych stalach, w których wodór jest pierwiastkiem stopowym, np. przy spawaniu pod wodą (100-krotnie mniejsza zawartość siarki).



Rys. 4a-b Wpływ metalurgii na pękanie spoin; a) krystalizacja stali czarnych i białych, b) mechanizm powstawania strefy wpływu ciepła.

artykuł dostępny w wydaniu płatnym



Rys. 4c Mechanizm pęknięcia

Aby zmniejszyć szerokość strefy przegrzania w trudno spawalnym obszarze wymieszania materiału podłoża i stopiwa, podczas naprawy pęknięć, przed właściwym spawaniem naprawczym Japończycy proponują napawanie brzegów rowka, a następnie zwalifikowanie 2/3 napoiny i normalizowanie tej strefy drugą napoiną. Spoiny naprawcze wykonujemy od

strukcyjne odwrotnie – od środka na zewnątrz.

Procedura zapobiegania pęknięciom zimnym zwiększa szybkość chłodzenia materiału, która jest zależna od temperatury podgrzewania, grubości materiału oraz ilości wprowadzonego ciepła (prądu, napięcia i głębokości wtopienia, proporcjonalnej do stosunku szybkości spawania do szybkości podawania drutu).

Stale austenityczne żaroodporne, które nie są podatne na hartowanie ze względu na duże odkształcenia, powodujące pękanie gorące krystalizacyjne, również wymagają podgrzewania. W Europie, gdzie przeważają stale do wytrzymałości ok. 490 MPa, za ciepło wprowadzone do materiału podczas spawania uważa się ilość energii wprowadzonej na centymetr spoiny, natomiast w krajach, w których dominują stale o wytrzymałości powyżej 780 MP bierze się pod uwagę energię na funt spoiny (USA) lub też sprawność, czyli stosunek energii zużytej do energii potrzebnej do przetopienia spoiny (Japonia).

Metoda elementów dyskretnych w aplikacjach inżynierskich

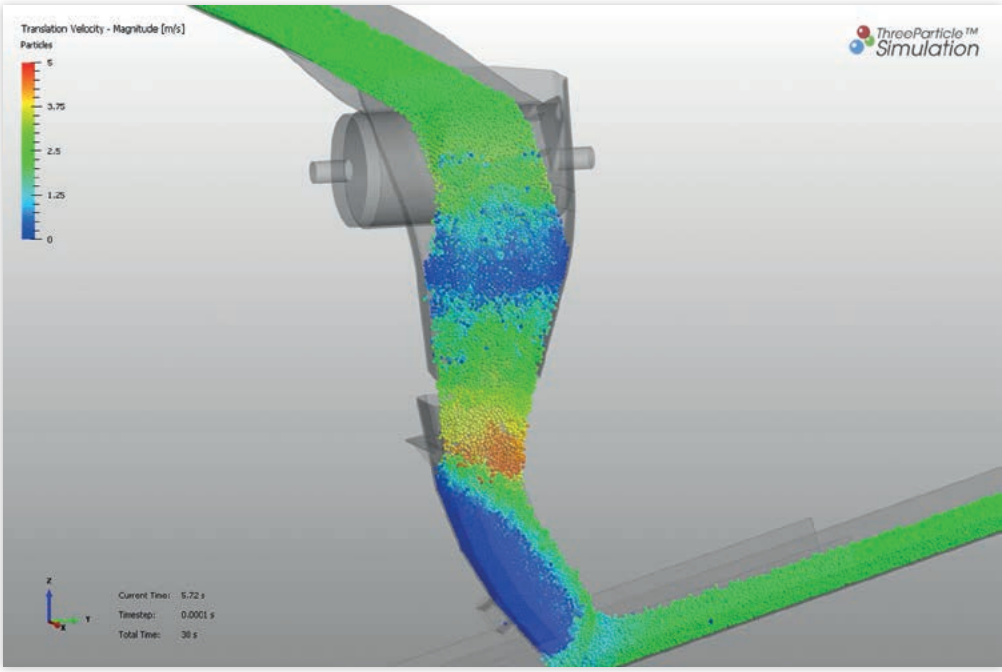
– analiza pracy mieszalnika

Dzięki szybkiemu rozwojowi technik obliczeniowych (symulacje numeryczne w oparciu o metodę elementów skończonych, metodę objętości skończonej czy metodę elementów dyskretnych i wiele innych) obecnie możliwe jest rozwiązywanie-modelowanie coraz bardziej skomplikowanych zjawisk fizycznych, nie ograniczając się tylko do jednego ich rodzaju, a dając możliwości rozwiązywania problemów sprzężonych – multiphisics. Przykładem takiego zaawansowanego oprogramowania jest pakiet ThreeParticle/CAE. Daje on możliwości modelowania zachowania materiałów sypkich z wykorzystaniem metody elementów dyskretnych (DEM). Za pomocą tego programu przeprowadziliśmy analizę procesu mieszania dwóch frakcji w mieszalniku z mieszadłem ramowym.

Przemysław Dominiczak, Katarzyna Więckiewicz-Dominiczak

METODA OBLICZENIOWA

Metoda elementów dyskretnych pozwala na numeryczne modelowanie materiałów sypkich i płynnych w procesach takich jak np.: mieszanie, magazynowanie, transport czy rozdrabnianie. Materiał sypki w tej metodzie reprezentowany jest jako zbiór wielu indywidualnych elementów o skończonych wymiarach i określonej masie, które mogą się przemieszczać w przestrzeni, mieć prędkość liniową lub/i obrotową oraz wchodzić w interakcję z innymi elementami.



Rys. 1 Optymalizacja kształtu kosza zasypowego

artykuł dostępny w wydaniu płatnym

Rys. 2 Optymalizacja pracy podajnika ślimakowego

Podstawowym założeniem metody jest możliwość występowania jednocześnie dwóch rodzajów ruchu – postępowego oraz obrotowego dla każdego elementu, niezależnie względem siebie, przy uwzględnieniu całkowitej separacji elementów oraz automatycznego wykrywania kontaktów. Każda interakcja dotyczy tylko dwóch elementów, występuje na nieskończenie małej powierzchni, traktowana jest jako proces dynamiczny, czyli zmienny w czasie. Z założenia cząstki są sztywne, jednak deformacją tzw. nachodzenie na siebie elementów, co traktowane jest jako odkształcenie. Zachowanie materiału zależne jest od doboru parametrów ziarna, takich jak współczynnik tarcia, czy opory toczenia, które definiują model kontaktu pomiędzy elementami oraz parametry fizyczne dotyczące poszczególnych elementów, takich jak: rozmiar, kształt, gęstość czy momenty bezwładności.

Metoda DEM znajduje szerokie zastosowanie w projektowaniu nowoczesnych maszyn. Prawda na sprawne postawanie kilka typów konstrukcji dla tych samych założonych parametrów i elementów. Metoda ta znalazła szerokie zastosowanie w przemyśle wydobywczym, energetycznym, budowlanym, spożywczym, chemicznym czy transportowym (Rys. 1, 2).

Rys. 3 Mieszalnik z mieszadłem ramowym

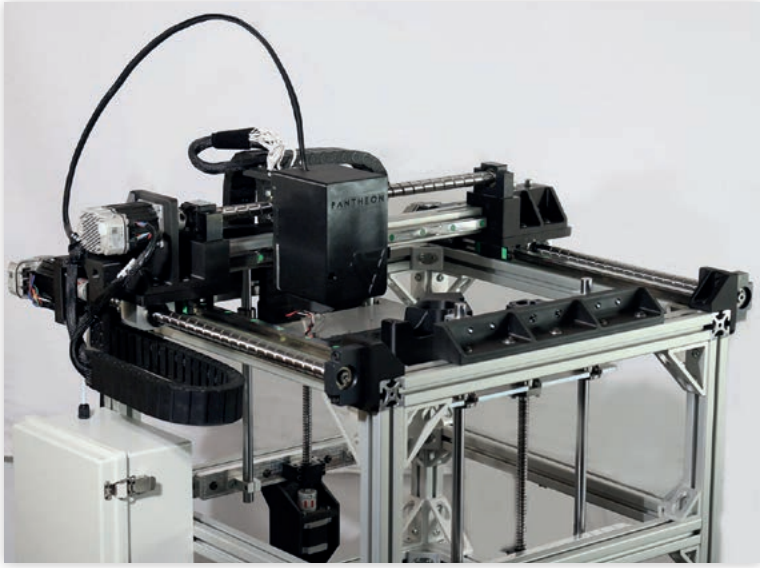
W stronę szybkiego wytwarzania: Optymalizacja wydajności technik druku 3D

Rozwój technologii przyrostowych, zapoczątkowany w drugiej połowie ubiegłego stulecia, nabrał nowego tempa w ostatnich dwóch dekadach i postępuje nadal na wielu płaszczyznach. W ujęciu gospodarczym ten proces przekłada się na wyniki finansowe sektora druku 3D, którego wartość, przy skumulowanym rocznym wskaźniku wzrostu rzędu 26%, do 2025 roku może przekroczyć 40 mld dolarów. Przy czym nie ulega wątpliwości, że konkurencja ekonomiczna sprzyja rywalizacji technologicznej. Dzięki temu, w oparciu o coraz to nowe rozwiązania zwiększające wydajność przyrostowych procesów produkcyjnych, realizuje się powoli wizja szybkiego wytwarzania, w której druk 3D zyskuje pozycję pełnowartościowej technologii produkcyjnej.

Jacek Zbierski

Innowacje w zakresie wytwarzania przyrostowego to nie tylko pojawiające się wciąż nowe techniki druku 3D, czy to z metalu, czy tworzyw sztucznych, czy też z materiałów kompozytowych i ceramiki, ale także doskonalenie już istniejących metod. W wielu przypadkach wysiłek konstrukcyjny koncentruje się na zagadnieniu powiększenia precyzji wykonania i jakości wydruków. Dla niektórych jednak zagadnieniem najbardziej wymagającym uwagi jest wydajność i przepustowość samego procesu druku.

Bob Cao i Alex Wiecke z Vancouver, założyciele Pantheon Design, od lat wykorzystywali w pracy drukarki 3D oparte na popularnej technologii FFF (*Fused Filament Fabrication*). W ich odczuciu było to dobre rozwiązanie w przystępnej cenie. W pewnym momencie zadali sobie pytanie: co by się stało, gdyby udało nam się dziesięciokrotnie zwiększyć wydajność drukowania? To właśnie wtedy postanowili opracować własną drukarkę. Ich podejście konstrukcyjne, skoncentrowane na wybranym problemie szybko przyniosło rezultaty. Wykorzystując komponenty zapożyczone z maszyn CNC i elementy profesjonalnej automatyki przemysłowej byli w stanie zbudować system motoryczny drukarki zapewniający pięciokrotny wzrost wydajności.



Drukarka Pantheon 10X (fot. Pantheon3D)

artykuł dostępny w wydaniu płatnym

System motorizacyjny drukarki Pantheon 10X oparto na rozwiązaniach typowych dla maszyn CNC (fot. Pantheon3D)

Jednak głównym ograniczeniem technologicznym metody FFF jest niewątpliwie krótka a jej podstaw ekstrucja termoplastyczna, w ramach której zwiększenie wydajności zazwyczaj łączy się ze znacznym spadkiem wiarygodności wyrobu. Kanadyjscy inżynierowie podjęli się optymalizacji procesu ekstrucji, samodzielnie konstruując nietandardową głowicę drukującą. Następnie poszli krok dalej i opracowali dedykowane filamenty do swojej drukarki. Kolejna innowacja, która pozwoliła na osiągnięcie zamierzonego celu, również została zaczerpnięta ze świata CNC. Jak wyjaśnia Cao, w obróbce numerycznej blok metalu nie jest obrabiany do żądanych wymiarów przy pomocy tylko jednego narzędzia – używa się wielu narzędzi by nadać mu końcowy kształt. W podobny sposób opracowana metodologia pod nazwą Adaptive Slicing wykorzystuje zróżnicowane profile ekstrucji materiału, w zależności od struktury danego elementu drukowanej części. Otrzymane rezultaty w całkowite optymalizacji wydajności druku skłoniły Pantheon Design do komercjalizacji drukarki swojej konstrukcji, której sprzedaż ma się rozpocząć w przyszłym roku.

Pantheon 10X (fot. Pantheon3D)

Podwozie kołowe chowane w pływakach wodnosamolotów

Projekt Jerzego Rudlickiego i wybrane konstrukcje zagraniczne

cz. 1

Jakub Marszałkiewicz

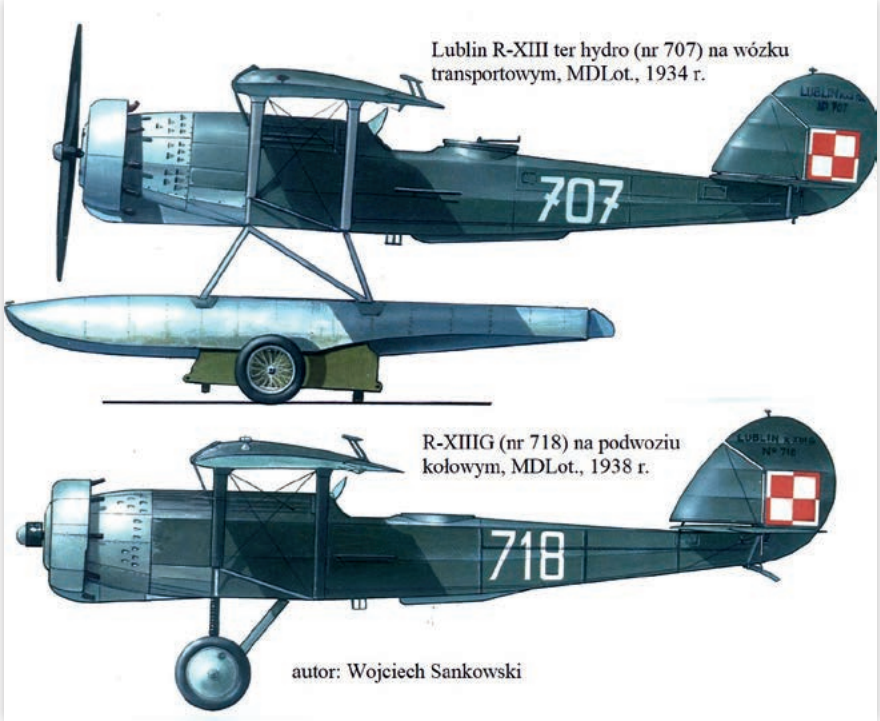
Jerzy Stanisław Rudlicki (ur. 14 marca 1893 r. w Odessie) był jednym z najwybitniejszych polskich konstruktorów lotniczych. Pierwsze prototypy latawców i szybowców zbudował i oblatywał już w latach młodzieńczych. W czasie I wojny do 1917 r. służył jako pilot w lotnictwie carskiej Rosji, a pod koniec wojny krótko w oddziale lotniczym polskiego I Korpusu gen. Józefa Dowbór-Muśnickiego. W grudniu 1917 r. został przyjęty do Armii Polskiej we Francji. W 1919 r. wstąpił do lotnictwa wojskowego niepodległej Polski i brał udział w wojnie przeciw bolszewikom. W latach 1921-1922 studiował na francuskiej uczelni lotniczej Ecole Superiere de l'Aeronautique, kończąc studia z wyróżnieniem za najlepszy projekt dyplomowy samolotu[1]. Była to koncepcja niezwykle nowoczesnego samolotu komunikacyjnego Ru, który miał chowane podwozie, wygodną kabinę dla 20 pasażerów, dwukabinową obszerną toaletę (co wówczas było zjawiskiem bez precedensu), całkowicie metalową konstrukcję oraz aerodynamiczną sylwetkę. Niestety, nie został on nigdy zbudowany[2].

W Polsce Jerzy Rudlicki najbardziej jest znany ze względu na swój wynalazek sprawnie działającego usterzenia w układzie V, wypróbowanego przez niego na przebudowanych samolotach Hanriot H-28 oraz Lublin R-XIX. Rozwiązanie to było potem wiele razy stosowane na świecie, choć poza granicami Polski mało kto zdaje sobie sprawę, że autorem tego wynalazku jest Rudlicki. Jego nazwisko jest związane także z wyrzutnikiem bombowym stosowanym na alianckich bombowcach okresu II wojny światowej (m.in. Boeing B-17). Wyrzutnik został opracowany przez Władysława

Rys. 1 Zdjęcie makiety samolotu Lublin R-XIII ter/hydro na wózku transportowym (u góry) oraz umieszczanie samolotu Lublin R-VII na wózku za pomocą dźwigu (Muzeum Obrony Wybrzeża)

1 http://www.samolotypolskie.pl/samoloty/2543/126/Rudlicki-Jerzy-Stanislaw

2 R. Kaczkowski, Samolotu pasażerski Ru, w: „Skrzydlata Polska" nr 39/1964.



Rys. 2 Lublin R-XIII ter hydro (nr 707) na wózku transportowym oraz R-XIIIG (nr 718) na podwoziu kołowym. Samoloty R-XIII z MDLot. miały opcjonalne podwozie kołowe, które mogło być zamontowane po uprzednim zdemontowaniu pływaków (autor: Wojciech Sankowski).

Świąteckiego w 1932 r., a następnie w 1943 r. dopracowany właśnie przez Rudlickiego.

W 1927 r. Jerzy Rudlicki dostał pracę w charakterze naczelnego konstruktora Działu Lotniczego w Zakładach Mechanicznych E. Plage i T. Laśkiewicz w Lublinie. Pracował tam następnie przez około 9 lat. W 1935 r., po przejęciu Zakładów Mechanicznych E. Plage i T. Laśkiewicz przez państwo, Rudlicki został w trybie natychmiastowym – bez wypowiedzenia – zwolniony z pracy, a wszystkie jego projekty, obliczenia oraz notatki przejęły władze wojskowe. Na bazie przejętych zakładów utworzono państwową Lubelską Wytwórnię Samolotów (LWS), która nie zatrudniła Rudlickiego.

W czasie II wojny pracował we francuskim, a potem brytyjskim przemyśle lotniczym. W maju 1945 r. objął stanowisko konstruktora w amerykańskich zakładach lotniczych Republic Aviation, gdzie pracował przez następne kilkanaście lat. Brał tam udział m.in. w pracach nad myśliwcem odrzutowym F-84. W 1961 r. przeszedł na emeryturę i zamieszkał w Fort Lauderdale na Florydzie, gdzie zmarł w sierpniu 1977 r.

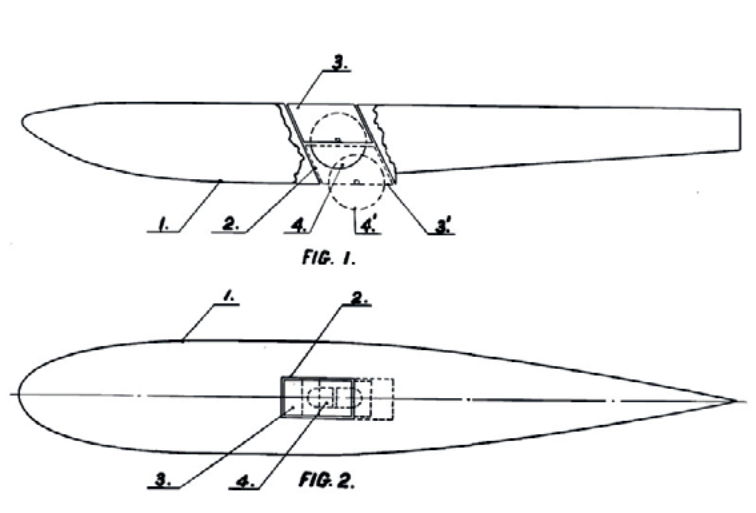
Tab. 1 Wodnosamoloty zaprojektowane przez Jerzego Rudlickiego dla Morskiego Dywizjonu Lotniczego (MDLot.)

Typ	Maksymalna masa startowa	Silnik	Prędkość i zasięg	Uzbrojenie
Lublin R-VIII ter 1928 r.	4170 kg	1 x Hispano-Suiza 12 Lb, 478 kW (650 KM)	Vmax 205 km/h, Vcr 178 km/h, R 800 km	3 x km Vickers F 7,92 mm, 300 kg bomb
Lublin R-XIII bis, ter / G (hydro) 1932 r.	1400-1425 kg	1 x Wright Whirlwind J5 162 kW (220 KM)	Vmax 175 km/h, R 450 km	1-2 x 3 x km Vickers F 7,92 mm, kilka bomb 12,5 kg
Lublin R-XXII, 1934 r. (projekt)	3370-4550 kg	1 x Bristol Pegasus IIIM, Gnôme-Rhône 14Krd lub Hispano-Suiza 14Har (ok. 700-800 KM)	Vmax 230 km/h, R 750 km	6 x km Vickers F 7,9 mm, 3 bomby głębinowe lub torpeda o masie do 800 kg lub 400-600 kg bomb
Lublin R-XX 1935 r.	6000 kg	2 x Bristol Pegasus II 467 kW (635 KM)	Vmax 250 km/h, R 1200 km	4 x km Vickers F 7,9 mm, torpeda lub 1000 kg bomb

Rys. 3. Model wózka transportowego do samolotu Lublin R-VII (http://www.kartonowki.pl/forum/temat/3153,7,wodnosamolot-lublin-r-viii)

PATENT JERZEGO RUDLICKIEGO NR PL 23387 „CHOWANE PODWOZIE W PŁYWAKACH WODNOSAMOLOTÓW" Z 1936 R. ORAZ WÓZKI DO TRANSPORTU SAMOLOTÓW UŻYWANE W MDLOT.

Podczas pracy w Zakładach Mechanicznych E. Plage i T. Laśkiewicz Rudlicki opracował kilkanaście projektów i prototypów samolotów wojskowych i cywilnych, oznaczonych jako Lublin R-, z których kilka było wodnosamolotami. Zdawał sobie sprawę, że jednym z problemów eksploatacyjnych wodnosamolotów jest ich przemieszczanie na lądzie. Wodnosamoloty z reguły nie mają podwozia, co powoduje konieczność stosowania odpowiednich wózków do ich przetaczania (np. z nabrzeża do hangaru). Jest to rozwiązanie dość kłopotliwe, tym bardziej jeśli trzeba wylądować w obcej bazie, której obsługa naziemna może nie dysponować odpowiednimi rozmiarowo wózkami. Poza tym, umieszczenie wodnosamolotu na takim wózku często wymagało pomocy dźwigu. Z tych powodów, w 1934 r. Jerzy Rudlicki opracował patent na wciągane podwozie, które chowałoby się wewnątrz pływaków[3]. Rozwiązanie to ma wiele zalet, chociaż zajmuje miejsce wewnątrz pływaków (zmniejszając tym samym ich udźwig na powierzchni wody) oraz zwiększa masę samolotu, zmniejszając tym samem nieco jego osiągi[4].



Rys. 4. Ilustracja do patentu Jerzego Rudlickiego nr PL 23387

Tak swój wynalazek opisuje sam autor: *„W znanych wodnosamolatach do manewrowania na lądzie są zwykle stosowane specjalne wózki z kołami lub koła wmontowane bezpośrednio po bokach pływaków. Wynalazek niniejszy dotyczy podwozia wodnosamolotów, w którem zastosowane są koła chowane w pływakach wodnosamolotów. Na rysunku przedstawiono schematycznie przykład wykonania podwozia według wynalazku. Fig. 1 przedstawia widok zboku na pływak podwozia, a fig. 2 widok z góry na ten pływak. Pływak 1 posiada otwór 2, w którym umieszczone jest w odpowiednich prowadnicach urządzenie 3, dźwigające koła 4. Urządzenie 3 wraz z kołami 4 po podniesieniu do góry zajmuje takie położenie względem pływaka 1, że koła nie wystają na zewnątrz pływaka, umożliwiając wodnosamolotowi normalne, niehamowane pływanie i start z wody. Po przesunięciu urządzenia 3 do dołu, to ostatnie zajmuje położenie, zaznaczone linjami przerywanemi 3', a koło 4 — położenie 4', w którem to położeniu koło 4 wystaje na zewnątrz pływaka /. Dzięki*

3 J. Rudlicki, patent PL 23387 „Chowane podwozie w pływakach wodnosamolotów", Kl. 62 b, 46/02, zgłoszony 5 listopada 1934 r., udzielony 18 czerwca 1936 r. Zakłady E. Plage i T. Laśkiewicz nie są w tym patencie ujęte. Jako zgłaszającego podano jedynie Jerzy Rudlicki, Olbięcin, Polska. Patenty opisane w niniejszym opracowaniu obecnie należą do Działu B „Różne procesy przemysłowe; transport", klasy B64 „Statki Powietrzne; Lotnictwo; Kosmonautyka" oraz podklasy B64C „Samoloty; Śmigłowce", w tym B64C25/10 „Podwozia do lądowania i kołowania; wciągane, składane lub podobne". Należy jednak pamiętać, że w okresie międzywojennym klasyfikacja była nieco inna (np. opisany tu patent Rudlickiego w latach 30-tych XX w. miał klasę 62b, a nie B64 jak obecnie) Więcej w: Międzynarodowa Klasyfikacja Patentowa, Urząd Patentowy RP, Warszawa 2006 (oraz późniejsze); w tym MKP VIII Edycja, Dział B, s. 360.

4 Warto też dodać, iż zastosowanie stałego podwozia kołowego, które wystawałoby poniżej pływaków bez możliwości chowania jest praktycznie niemożliwe w przypadku samolotów (aczkolwiek ewentualnie można je zastosować na pionowzlotach), gdyż w momencie zetknięcia z wodą koła stawiałyby tak duży opór, że samolot wbiłby się nosem w wodę oraz przewrócił na plecy, być może nawet ulegając całkowitemu zniszczeniu. Ewentualnie można zastosować pływaki z kołami nieznacznie wystającymi poza ich obrys, lecz takie rozwiązanie znacznie utrudniałoby lądowanie na ziemi, gdyż samolot musiałby przyziemić kołami idealnie na trzy punkty pod ściśle określonym niewielkim zakresie kątów pochylenia (zastosowano to jednak w samolocie Seversky SEV-3, o czym w następnej części artykułu). Ewentualnie można pomyśleć o zastosowaniu wysuwanych kół służących także jako w hamulce hydrodynamiczne, za pomocą których wodnosamolot mógłby wytracać prędkość przy końcowym etapie dobiegu podczas lądowania na wodzie. Maksymalna prędkość, przy której można by wypuścić koła podczas unoszenia się na wodzie, nie byłaby jednak zbyt duża i musiałaby być ściśle przestrzegana przez pilota.

Rys. 5 Prototyp samolotu torpedowego Lublin R-XX na charakterystycznym wózku o konstrukcji kratownicowej (prawdopodobnie stalowej) z małymi kołami, baza MDLot. w Pucku, 1935 r. (obróbka zdjęcia Mateusz Prociak, https://www.smartage.pl/wodnosamolot-lublin-r-xx/)

temu wodnosamolot może być wyciągnięty na ląd bez podkładania specjalnych wózków. Przesuwanie urządzenia 3 wraz z kołem 4 może być uskutecznione podczas lotu, o ile zachodzi potrzeba lądowania na twardym gruncie. Każdy pływak podwozia w zależności od potrzeby może posiadać większą liczbę wyżej opisanych chowanych kół. Po usunięciu urządzenia nastawczego 3 kół 4 można łatwo zamienić pływak z kołami na pływak typu normalnego bez kół, przez zastąpienie tego urządzenia wkładką wypełniającą otwór 2.

Zastrzeżenia patentowe.

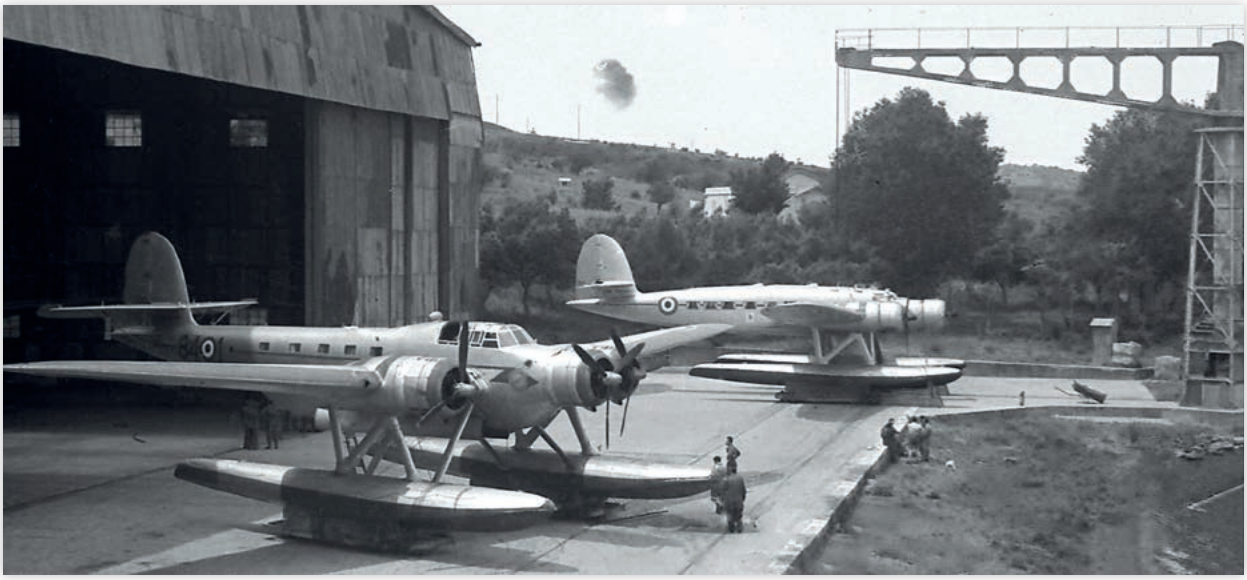
1. Chowane podwozie w pływakach wodnosamolotów, znamienne tem, że pływak (1) posiada otwór (2), przebiegający na wylot przez całą wysokość pływaka, umożliwiając podczas spoczywania pływaka na wodzie łatwy dostęp do umieszczonego w tym otworze urządzenia nastawczego (3) z kołem (4).

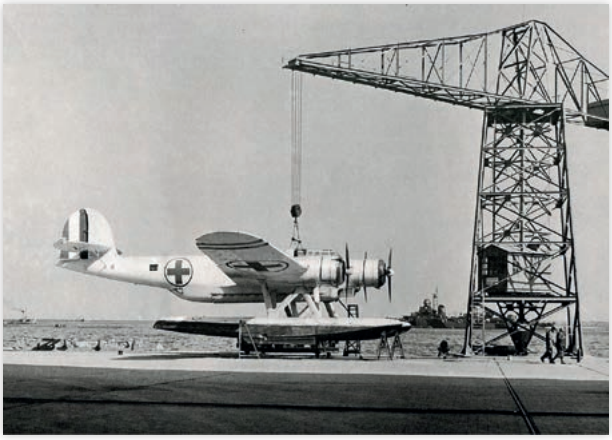
2. Chowane podwozie w pływakach wodnosamolotów według zastrz. 1, znamienne tem, że posiada urządzenie nastawcze (3) wraz z kołem (4), umieszczone przesuwnie w otworze (2) pływaka (1), ruchome w górę i w dół, dzięki czemu koło (4) może być całkiem chowane w otworze pływaka lub też może być wysunięte na zewnątrz pływaka.

3. Odmiana chowanego podwozia w pływakach wodnosamolotów według zastrz. 1 i 2, znamienna tem, że każdy pływak (1) podwozia posiada większą liczbę urządzeń nastawczych (3) z chowanemi kołami (4).”

Autor nie narzucał z góry żadnego rodzaju napędu dla opisywanego mechanizmu. Możnaby tam użyć dowolnej metody zasilania, w tym hydraulicznej, elektrycznej, a nawet ręcznej. Patent ten nigdy jednak nie został użyty w praktyce, a samoloty Morskiego Dywizjonu Lotniczego do końca swej służby były przetaczane po lądzie za pomocą odpowiednich wózków. Oprócz tego samoloty Lublin R-XIII miały zamienne komplety podwozia kołowego oraz nart, które można było zamontować po wcześniejszym demontażu pływaków. Było to jednak rozwiązanie nieco innej kategorii. Wózki używane do przetaczania samolotów MDLot. prawdopodobnie nie były opatentowane[5]. Ich budowę możemy do pewnego stopnia poznać jedynie na podstawie kilku zachowanych fotografii. Widać, iż miały one konstrukcję drewnianą, charakterystyczny uskok na redan pływaka oraz szprychowe koła. W drewnianej konstrukcji znajdowało się wcięcie na pływak. Stosowano różne

5 Więcej o samolotach używanych w Morskim Dywizjonie Lotniczym (MDLot.) w Pucku oraz w Rzecznej Eskadrze Lotniczej (REL) można znaleźć m.in. w książkach A. Olejko: Zapomniane hydroplany nad Bałtykiem i Polesiem 1924-1937, wyd. ZP, Warszawa/Piekary Śląskie 2015; Francuskie wodnosamoloty w lotnictwie polskim 1926-1937, wyd. ZP, Warszawa/Piekary Śląskie 2007 oraz Lotnictwo morskie II Rzeczypospolitej, wyd. ZP, Warszawa/Piekary Śląskie 2010. Wśród starszych publikacji (obecnie trudno dostępnych) można wymienić m.in. A. Morgała, Samoloty w polskim lotnictwie morskim, wyd. WKiŁ, Warszawa 1985 oraz M. Konarski, A. Olejko, Polskie Lotnictwo Morskie 1920-56, wyd. AJ-Press, Gdańsk 1998.





Rys. 6 Włoskie samoloty torpedowe i transportowe Cant Z-506 Airone na wózkach transportowych. Po prawej widoczny moment umieszczania Z-506 na wózku za pomocą dźwigu.

wielkości takich wózków, w zależności od typu obsługiwanego samolotu. Charakterystyczny był wózek, którym przemieszczano prototyp samolotu torpedowego Lublin R-XX. Miał on konstrukcję kratownicową (prawdopodobnie stalową) z małymi kołami. Być może na takim samym lub bardzo podobnym wózku byłby przewożony prototyp samolotu torpedowego LWS-5 Żubr, gdyby go ukończono. Nowe samoloty Cant Z-506B zamówione we Włoszech w 1938 r. prawdopodobnie byłyby użytkowane z wózkami otrzymanymi od producenta, choć niewykluczone, iż używano by także wózki polskiej produkcji, gdyż w krajowych zakładach zamówiono już wówczas specjalny pomocniczy tabor pływający, w tym motorówki, krypy paliwowe oraz krypy przewożące torpedy i bomby do samolotów Z-506B[6].

MIĘDZYWOJENNE PATENTY DOTYCZĄCE KÓŁ CHOWANYCH DO PŁYWAKÓW WODNOSAMOLOTÓW LUB ŁODZI LATAJĄCYCH ZGŁOSZONE DO URZĘDU PATENTOWEGO USA

W konstrukcjach wodnosamolotów oraz łodzi latających na świecie stosowano zarówno wózki transportowe, jak też podwozie kołowe składane do wnętrza pływaków lub kadłuba[7]. W następnej części artykułu podaję kilka wybranych przykładów patentów oraz rozwiązań technicznych z tego zakresu (konkretnie z podklasy B64C25/10 „Undercarriages non-fixed, e.g. jettisonable retractable, foldable, or the like" / „Podwozia do lądowania i kołowania; wciągane, składane lub podobne") zgłoszonych w Urzędzie Patentowym USA w okresie dwudziestolecia międzywojennego.

WYBRANE PATENTY ZAKŁADÓW CONSOLIDATED AIRCRAFT CORPORATION

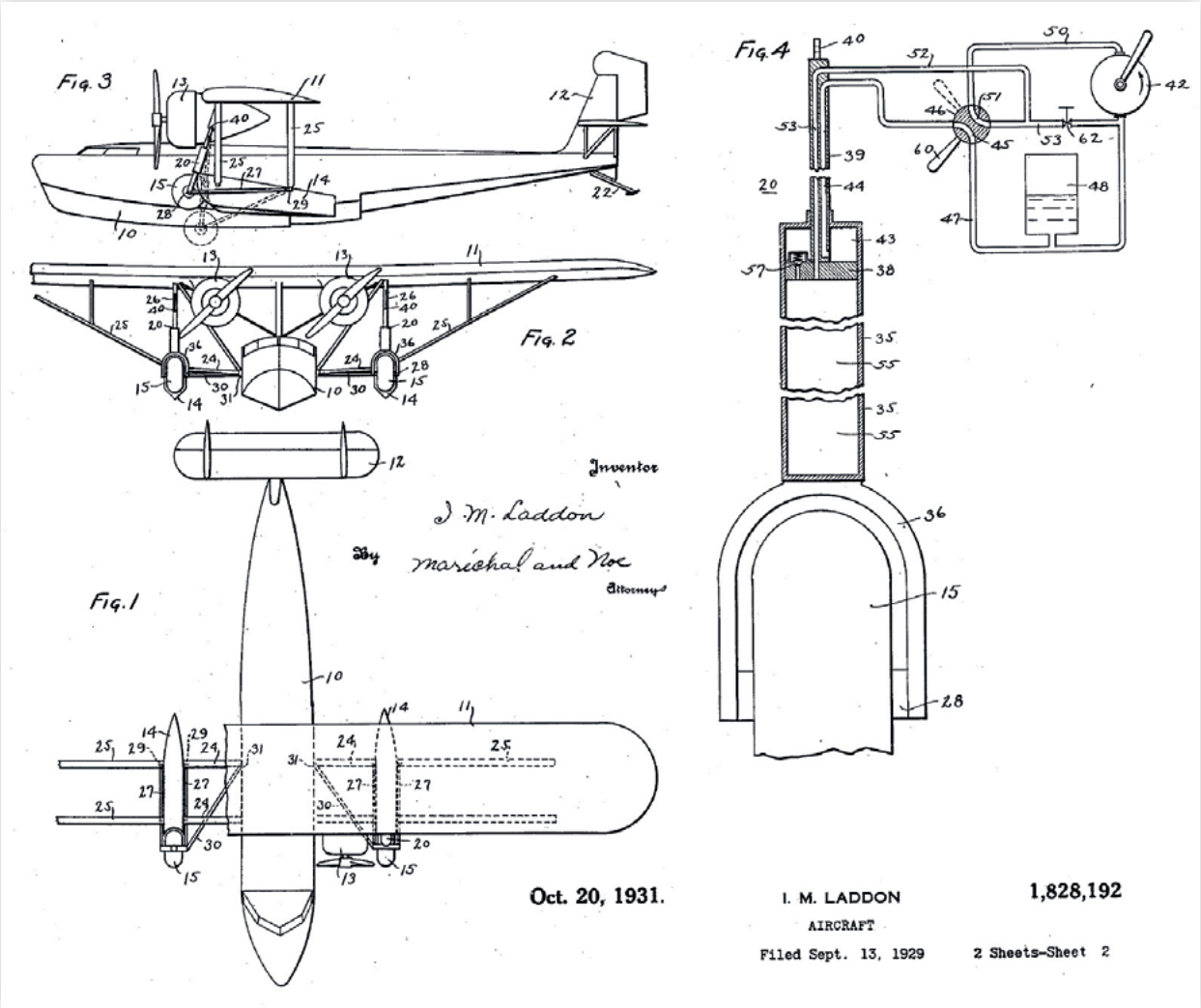
Zakłady Consolidated Aircraft Corporation zostały założone w Buffalo (stan New York) przez Reubena H. Fleeta w 1923 r. W okresie międzywojennym

6 W 1938 r. zamówiono dla Morskiego Dywizjonu Lotniczego w Pucku 6 włoskich wodnosamolotów Cant Z-506B Airone z terminem dostawy na przełomie czerwca i lipca 1939 r. W maju 1939 r. planowano zamówić kolejnych 12 Z-506B. Z 18 zakupionych samolotów tego typu zamierzano utworzyć 2 eskadry torpedowo-bombowe oraz dalekiego rozpoznania. Planowano dla nich budowę bazy na Helu. Pierwszy i jedyny Z-506B został dostarczony do Polski dopiero 27.08.1939 r. Samolot ten 11.09.1939 r. został zbombardowany na jeziorze Siemień przez niemieckie He-111 i doszczętnie spłonął. Pozostałe Z-506B budowane dla Polski zostały ostatecznie włączone w skład lotnictwa włoskiego. Więcej w: A. Olejko, CANT Z-506B Airone Morskiego Dywizjonu Lotniczego, wyd. Historyczna.com.pl, Warszawa 2014.

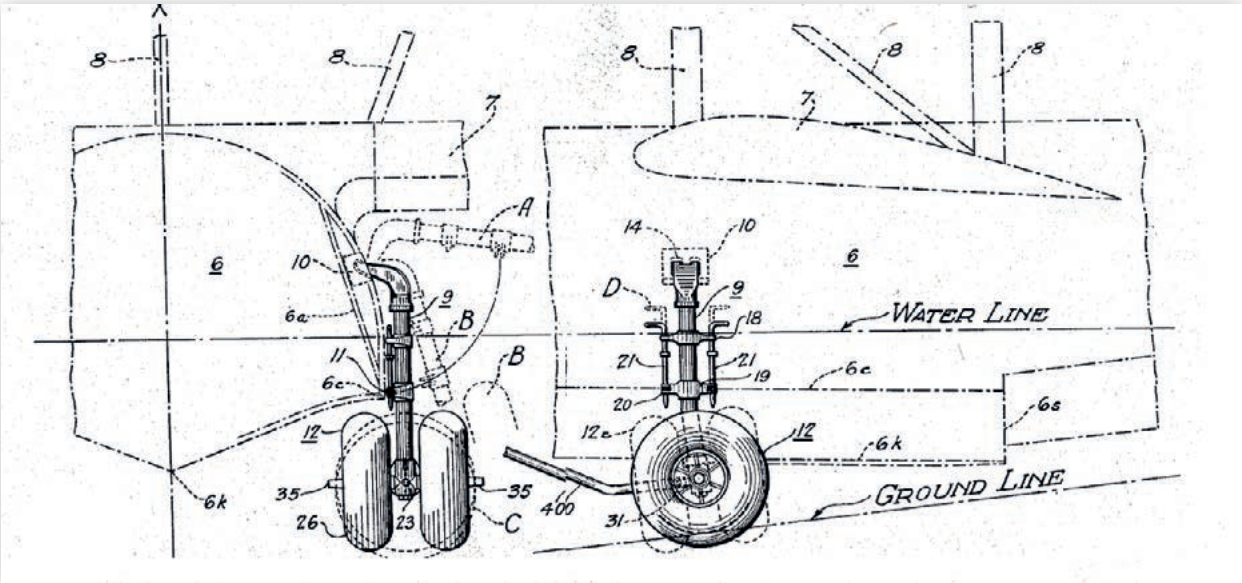
7 W USA część kadłuba wodnosamolotu, który jest pływakiem określa się jako część „pontonową" („pontoon part of the fuselage").

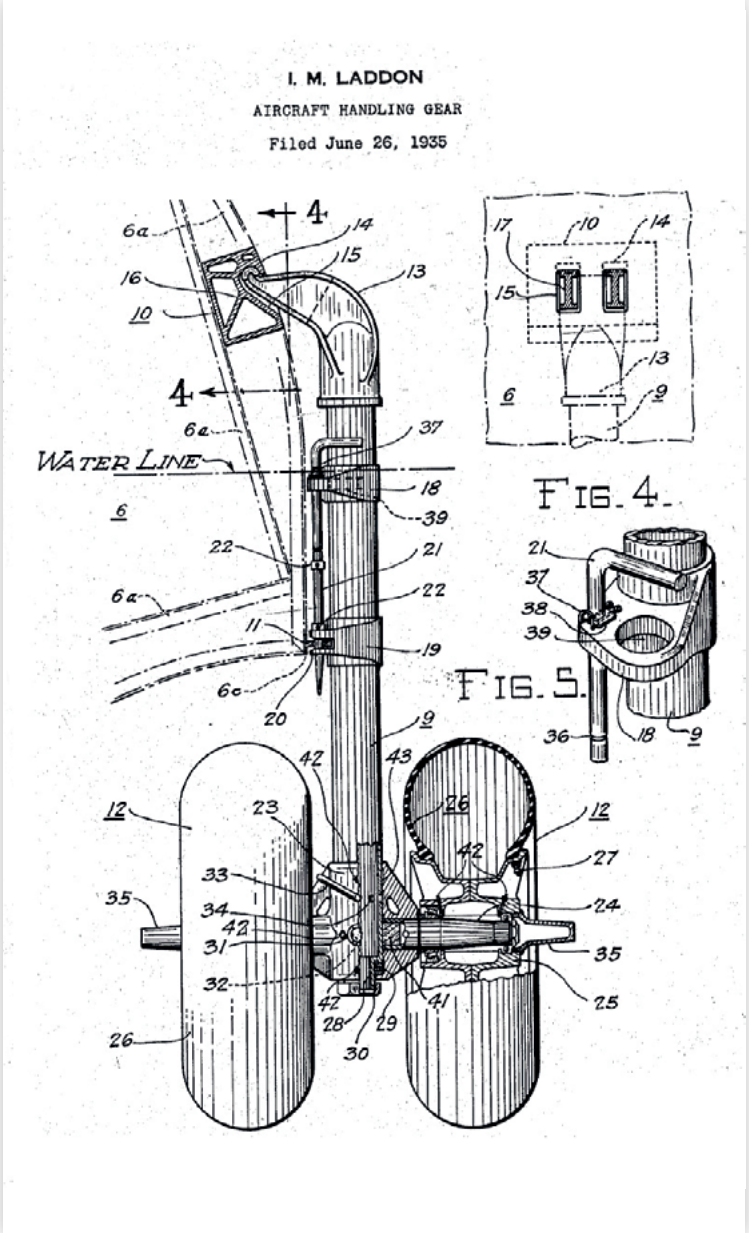
Rys. 7 Consolidated PBY-5A Catalina z widocznym podwoziem kołowym opracowanym według patentu Grummana US 1,859,624 – Retractable landing gear for airpanes.

były znane zwłaszcza z łodzi latających, ze słynną PBY Catalina z 1935 r. na czele. Czołowym konstruktorem tych zakładów był Isaac Machlin Laddon, pod którego kierownictwem powstała między innym wspomniana Catalina oraz bombowiec B-24 Liberator. Laddon był także autorem wielu patentów, w tym dotyczących kół dla wodnosamolotów i łodzi latających.



Rys. 8 I. M. Laddon: Aircraft, patent US 1828,192. Na rysunkach widoczna sylwetka przypominająca samoloty Consolidated Commodore oraz P2Y.



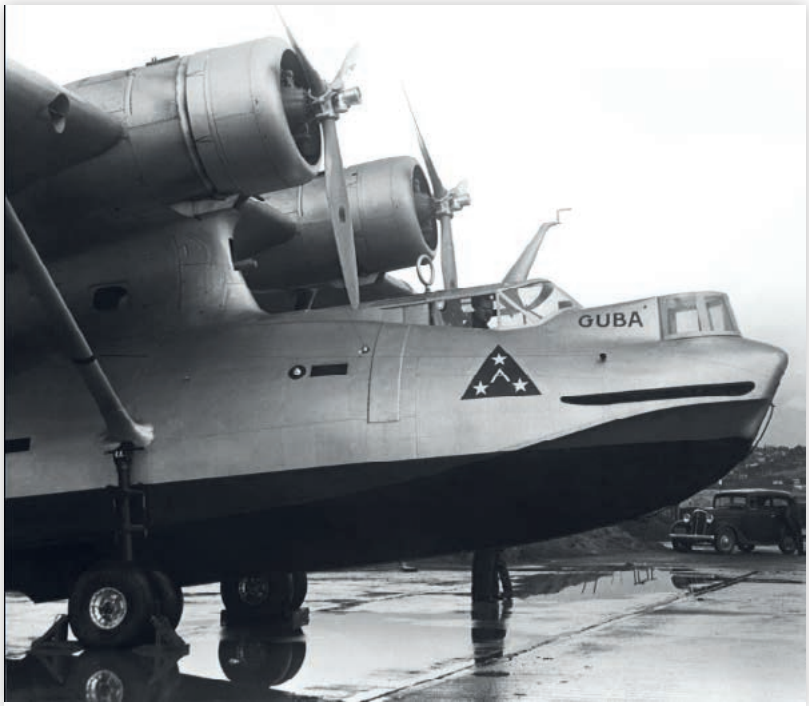


Rys. 9 I. M. Laddon: Aircraft handling gear, US 2227,725

W 1931 r. Laddon uzyskał patent US 1828,192 na łódź latającą z podwoziem kołowym chowanym w główny pływak/kadłub, którego golenie byłyby połączone obrotowo ze skrzydłami[8]. Przedstawiono tam sylwetkę podobną do samolotu Consolidated Commodore lub P2Y zawierającą układ z podnoszonym podwoziem zasilanym hydraulicznie. Przypuszczalnie patentu tego nie użyto na podanych powyżej samolotach. Natomiast na słynnym Consolidated PBY Catalina, a konkretnie od wersji PBY-5A z października 1941 r., która oprócz hydraulicznie wciąganego podwozia głównego miała wciągane podwozie przednie, zastosowano patent Grummana US 1,859,624, o którym mowa będzie potem. Wcześniejsze wersje Cataliny od PBY-1 z 1936 r. do PBY-5 z 1940 r. nie miały własnego podwozia kołowego, więc na lądzie musiały korzystać z wózków lub doczepianych kół według patentu US 2227,725 Aircraft handling gear.

Laddon opisuje swój patent US 1828,192 Aircraft następująco: *„Koła 15 są przymocowane do konstrukcji*

8 I. M. Laddon, Aircraft, patent US 1828,192, zgłoszony 13.09.1931, udzielony 20.10.1931.



Rys. 10 Starsza odmiana PBY Catalina z dołączonym ręcznie podwoziem według patentu US 2,227,725 – Aircraft handling gear

samolotu za pomocą równoległych elementów 27, które są przymocowane obrotowo w pozycji 29 do tylnej części bocznych pływaków 14. Ukośne elementy usztywniające 30 rozciągają się od osi kół do głównego korpusu pływającego 10 i są obracane w punkcie 31 (…)".

Kolejnym ciekawym patentem I. M. Laddona był US 2227,725, który opisywał odejmowane ręcznie podwozie doczepiane do łodzi latających[9]. W przeciwieństwie do ciężkich i nieporęcznych wózków, podwozie to było na tyle małe i lekkie, że mogło być przewożone na pokładzie wodnosamolotu. Była to forma pośrednia między chowanym podwoziem kołowym, a wózkiem transportowym. Montaż takiego podwozia polegał na umieszczeniu górnej części goleni w specjalnym zaczepie, ułożeniu goleni równolegle do pływaka/kadłuba, a następnie na umocowaniu go za pomocą specjalnego pręta wkładanego w odpowiednie otwory. Wtedy wodnosamolot mógł swobodnie poruszać się po lądzie. W nazwie patentu zaznaczono, iż podwozie to służy jedynie do handlingu, czyli obsługi naziemnej. Nie było ono bowiem przeznaczone do startów i lądowań.

cdn.

dr Jakub Marszałkiewicz

Rys. 11 Consolidated P2Y na podwoziu ręcznym według patentu US 2,227,725 – Aircraft handling gear

9 I. M. Laddon, Aircraft handling gear, US 2227,725, zgłoszony 26.06.1935, udzielony 7.01.1941.

Berlinetta braci Frigerio

Produkowane obecnie seryjnie samochody coraz bardziej oddalają się od ideałów bezkompromisowych miłośników motoryzacji. Chociażby dlatego, że z roku na rok rola kierowcy staje się coraz bardziej marginalna, z powodu oddzielających go od drogi systemów wspomagania, kontroli trakcji itp. Potęgują to jeszcze rozbudowane systemy multimedialne. Satysfakcji nie sprawia również stylistyka, szczególnie tak modnych obecnie nadwozi typu SUV, czyli *sport utility vehicle*. Nazwę wymyślili marketingowcy, bo koncepcja ze sportem nie ma nic wspólnego i na pewno nie zadowoliłaby tzw. *gentleman drivers*.

Ryszard Romanowski

Stąd bierze się ciągle wzrastający rynek motoryzacyjnych klasyków i ilość organizowanych imprez. Rośnie tęsknota za „czystą mechaniką" i okresem, kiedy to nie tylko kilka światowych koncernów, ale też wiele małych firm i manufaktur budowało oryginalne konstrukcje. One nie tylko pięknie wyglądały, ale również pokazywały swoje możliwości w często morderczych wyścigach drogowych, których organizacja obecnie nie byłaby możliwa. Wielkie indywidualności, zarówno za kierownicami jak i w fabrykach, ciągle budzą podziw i nostalgię. Złota epoka samochodów sportowych, które doskonale prezentowały się i sprawdzały, zarówno w codziennej eksploatacji, jak i na torach, była inspiracją dla Zbysława Szwaja, konstruktora polskiego Leoparda, jak też dla Felixa Eatona, twórcy samochodów Eadon Green, inspirowanych epoką Herculesa Poirot'a.

Cóż dziś mogą czuć entuzjaści motoryzacji mieszkający na północy Italii, nieopodal Monza Autodromo Nazionale? To w tym regionie w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych XX w. istniało przecież wiele małych wytwórni, produkujących piękne i szybkie samochody, często wykorzystujące ulepszone podzespoły wielkich producentów, takich jak Fiat czy Alfa Romeo (na marginesie warto wspomnieć, że pierwsza konstrukcja Enzo Ferrari Auto Avio Construzioni

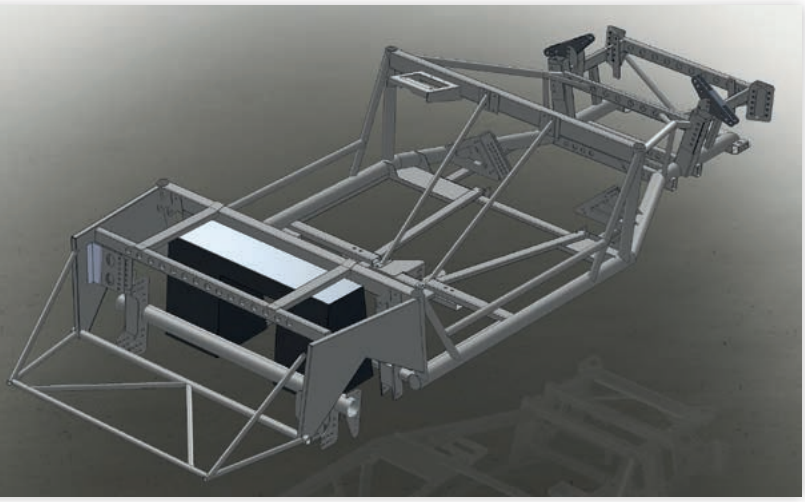
z 1940 roku napędzana była silnikiem skonstruowanym na bazie dwóch bloków Fiata 508, produkowanego również w Polsce).

Leonardo i Vittorio Frigerio, przedsiębiorcy z okolic Monzy i Mediolanu, od dziecka byli zafascynowani samochodami. Fascynacja ta sprawiła, że gdy tylko pojawiły się możliwości zaczęli brać udział w wyścigach samochodów klasycznych m.in. za kierownicami Alfa Romeo Giulii i GTV, na najznamienitszych torach świata. Jako że słynne samochody z lat pięćdziesiątych niezbyt nadawały się do codziennej eksploatacji, chociażby ze względu na ich ciągle rosnącą wartość, zaczęła kiełkować myśl o budowie w pełni użytecznego samochodu na wzór tych dawnych, ręcznie budowanych konstrukcji. Tak narodziła się marka Effeffe, której nazwa powstała z inicjałów Fratelli Frigerio. Pierwsza Berlinetta, mimo że wykonana z największą możliwą wówczas rzemieślniczą precyzją, sprawiała mnóstwo problemów technicznych. Bracia poczuli się zmęczeni i powoli zaczęli się zniechęcać do pierwotnego projektu. Zbudowali piękny samochód, który jednak… nie chciał jeździć. Leonardo do dzisiaj nie potrafi wyjaśnić dlaczego wysłał zdjęcia do organizatorów najbardziej prestiżowego na świecie konkursu elegancji Villa d'Este w roku 2014. Ku jego wielkiego zdumieniu przyszła odpowiedź z zaproszeniem. Samochód zakwalifikowano do klasy tzw. conceptcarów.

Udział w tej prestiżowej imprezie i ogromne zainteresowanie, nie tylko widzów, dodały sił. W samochodzie zastosowano silnik i przekładnie Alfy Romeo. Przyjaciółmi braci Frigerio, jeszcze z czasów szkolnych, byli Carlo i Giuliano Facetti – również bracia. Carlo stał trzy razy na podium 24-godzinnego wyścigu w Le Mans, wygrywał wyścigi wielu serii zaliczając również sezon w Formule 1. Był ekspertem od Alfy Romeo i przygotowywania jej silników do sportu. Nie odmówił kolegom współpracy.

Na Villa d'Este w 2014 r.

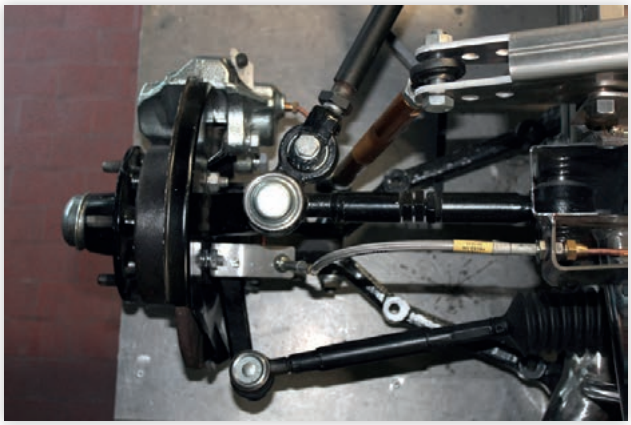
Przestrzenna rama z rur o średnicy 60 mm, przycinanych laserowo, i paneli aluminiowych o strukturze plastra miodu, jest lekka i niezwykle wytrzymała...



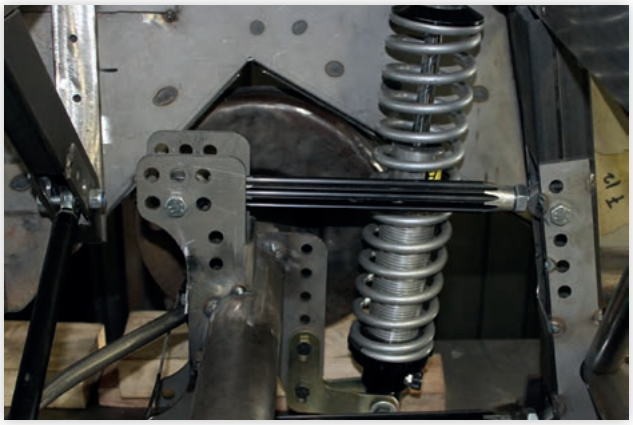
Tak zaczęła powstawać manufaktura w położonym niedaleko Monzy Verano Brianza.

Effeffe Berlinetta budowana jest ręcznie, z zachowaniem typowych dla lat pięćdziesiątych reżimów rzemieślniczych, polegających na największej dbałości o każdy szczegół. Przestrzenna rama z rur o średnicy 60 mm, przycinanych laserowo, i paneli aluminiowych o strukturze plastra miodu, jest lekka i niezwykle wytrzymała. Jej części nieco przypominają technologię Superleghera marki Touring. W projektowaniu użyto metod nieznanych dawnym twórcom.

Bardzo ciekawie rozwiązano zawieszenie. Z przodu podwójne wahacze, tył z drążkami Watta. Całość można w prosty sposób regulować dostosowując

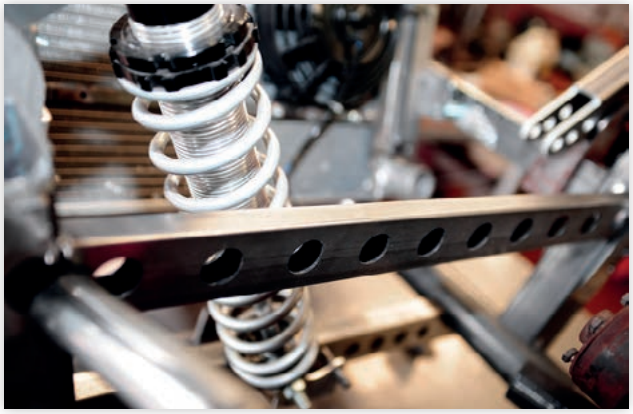


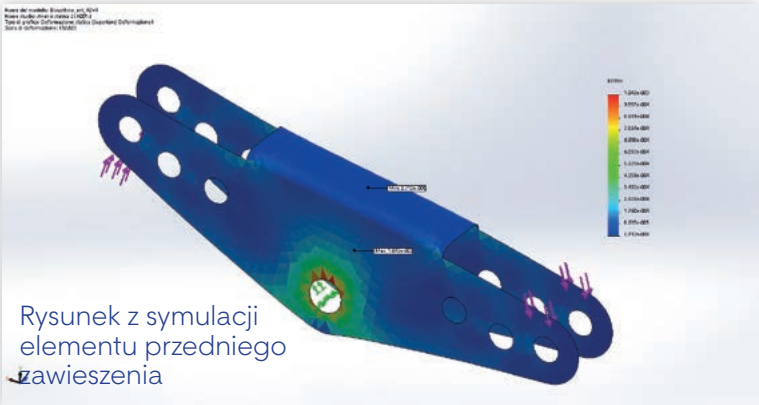
Szkielet nadwozia przypomina technologię Superleghera



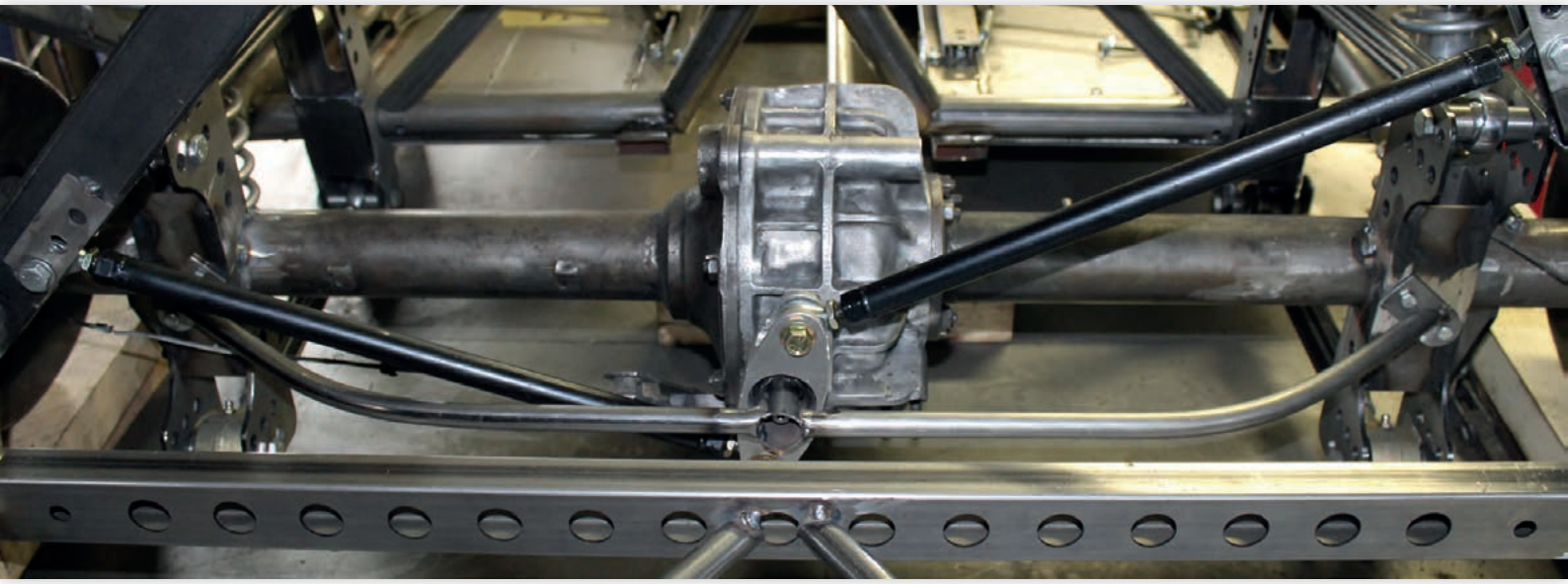
geometrię do wymagań kierowcy lub konfiguracji torów. Mocowane do ramy elementy służące regulacjom i mocowaniom drążków i końcówek wymagały szczególnie starannych badań wytrzymałościowych. Konieczne części elastyczne wykonano z poliuretanu.

Zgodnie z dawnymi założeniami samochód używany na co dzień może w każdej chwili wyjechać na tor i wygrywać wyścigi. O wysokiej jakości





Rysunek z symulacji elementu przedniego zawieszenia



Bardzo ciekawie rozwiązano zawieszenie. Z przodu podwójne wahacze, tył z drążkami Watta...

Przygotowano dwadzieścia dwa odcienie lakieru odpowiedniego dla minionej epoki...

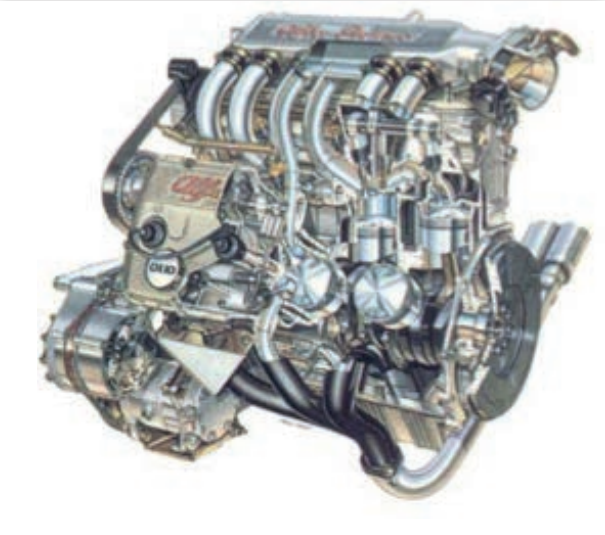
i możliwościach pojazdu świadczy fakt, że jest jedynym, dla którego zbudowano specjalne opony z nazwą Effeffe. Producenci opon podczas imprez sportowych prowadzą szczegółowe badania, zarówno swoich produktów, jak i zawieszeń aut, na które je zakładają. Do czasu napisania tego tekstu powstało zaledwie siedem egzemplarzy Berlinetty, a firma Vredestein już zamieściła markę samochodu na bokach przeznaczonych dla niej opon.

Napęd realizowany jest przez specjalnie przygotowane układy napędowe Alfy Romeo. Do wyboru są 4-cylindrowe silniki Twin Spark o pojemności 1,8 oraz 2 l i mocy 180 KM. Już sam widok tych jednostek robi wrażenie, m.in. za sprawą legendarnych poziomych gaźników Weber 45 DCOE. Płaska krzywa momentu obrotowego zapewnia bardzo dobrą dynamikę ważącemu zaledwie 790 kg pojazdowi. Jeżeli chce się więcej, można zamówić któryś z 6-cylindrowych silników w układzie V, zwanych Busso, o doskonałej kulturze pracy i pojemnościach 2 l turbo, albo wolnossące 2,5 – lub 3-litrowe, o mocach odpowiednio 200, 210 i 230 KM. Bracia Facetti dostosowali charakterystyki silników do cech technicznych samochodu.

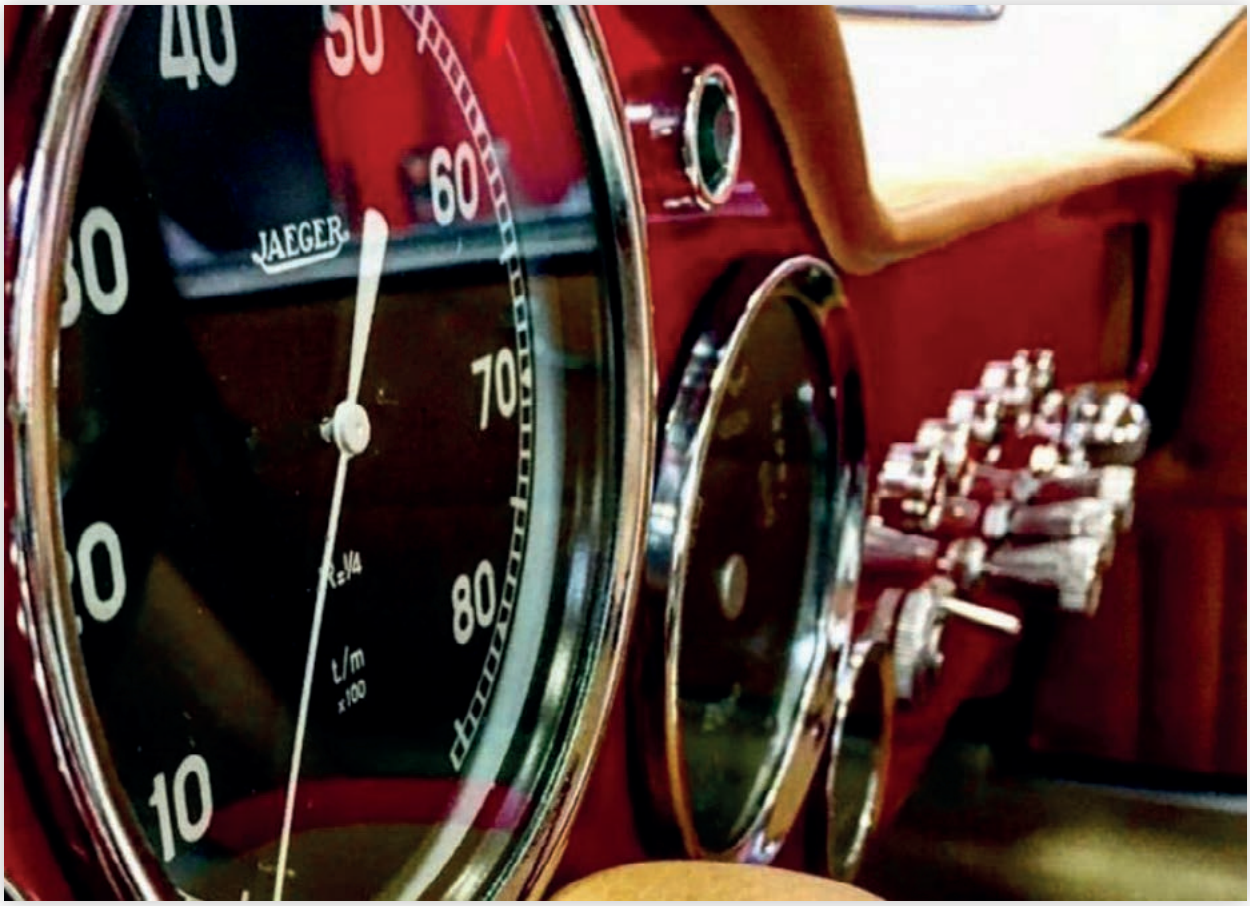
Aluminiowe nadwozie jest ucieleśnieniem klasyki. Można doszukiwać się w nim charakterystycznych elementów przypominających konstrukcje Maserati, Ferrari 250, Siaty, Cisitalii itp. Chromu i polerowanego aluminium użyto z typowym dla konstrukcji włoskich umiarem.

Przygotowano dwadzieścia dwa odcienie lakieru odpowiedniego dla minionej epoki. Klasyka ze współczesną ergonomią króluje również we wnętrzu. Skóra, klasyczne zegary Jaeger, chromowane przyciski i pokrętła.

4-cylindrowy silnik Twin Spark z gaźnikami Weber



Jeżeli chce się więcej, można zamówić któryś z 6-cylindrowych silników w układzie V, zwanych Busso...



Styl to również szprychowe koła osadzone na wielowpustach, z centralną nakrętką systemu Borani. Rozmiar dostosowany jest do życzenia klienta i specyfikacji samochodu.

W manufakturze zatrudnionych jest sześciu pracowników, którzy rocznie są w stanie zbudować siedem samochodów. Są to najwyższej klasy rzemieślnicy, pełniący zwykle kilka funkcji np. rymarz jest również kierowcą testowym, sprawdzającym nowe

rozwiązania i samochody zanim jeszcze trafią do klienta.

Tegoroczne zamykanie nie tylko europejskich gospodarek pokrzyżowało nieco plany, ale mimo wszystko zakłada się budowę w przyszłości dziesięciu, a nawet dwudziestu aut. Cena samochodu oscyluje wokół 400 tys. euro.

Problemem również okazał się Brexit. Zgodnie z założeniami konstrukcyjnymi samochody nie mają czegoś takiego jak ABS, wspomagania hamulców i kierownicy. Ponadto zasilane są gaźnikami, co znakomicie utrudnia spełnienie obecnie obowiązujących norm czystości spalin. Dotąd najbardziej liberalna w tych sprawach była Wielka Brytania i tam rejestrowano wyprodukowane egzemplarze, aby później przerejestrować je w kraju klienta. Po wyjściu Wielkiej Brytanii z Unii taki zabieg przestaje być możliwy. Po dokładnym sprawdzeniu przepisów krajów wspólnoty okazało się jednak, że rejestracja jest możliwa w Niemczech.

Kłopotliwe są również homologacyjne przepisy sportowe, które zakwalifikowały samochód jako Alfa Romeo Berlinetta. Zapewne nawet gremia sportowe nie spodziewały się, że w drugiej dekadzie XXI wieku, ktoś zacznie budować samochody zgodnie z receptą sprzed półwiecza i bez żadnych związków z wielkimi koncernami.

Tymczasem realizowany jest kolejny projekt. W tym roku zaprezentowana ma być Barchetta, czyli klasyczny roadster. Ze względu na sytuację panującą obecnie, premiera zapewne się opóźni, ale surowe aluminiowe nadwozie, stojące w głębi hali, już można oglądać na niektórych zdjęciach we włoskich mediach.

Ryszard Romanowski

effeffecars.com

Byłoby pięknie

W branży filmowej za najwyższe wyróżnienia były dotąd uznawane Oscary. Pomijając fakt, że podobnie jak Nagrody Nobla, były one już od dawna napiętnowane polityczną poprawnością i wazeliniarstwem wobec różnych środowisk, to jednak wciąż za takie super nagrody uchodzą. Obok nich funkcjonują także Złote Maliny, nagrody za najgorsze filmy, dla najgorszych aktorów itd.

Tomasz Gerard

artykuł dostępny w wydaniu płatnym

projektowanie i KONSTRUKCJE inżynierskie

PRENUMERATA

PRENUMERATA ROCZNA

- prenumerata zwykła, krajowa, przy płatności jednorazowej: 126 zł
- przy 4 ratach kwartalnych: 4 x 35 zł (płatne do 10 dnia każdego kwartału)
- dla uczniów i studentów: 105 zł (jednorazowo) lub 4 x 28 zł (kwartalnie)
- prenumerata zagraniczna, zwykła: 65 EUR (Europa, Rosja, Izrael) lub 75 EUR (pozostałe kraje)

PRENUMERATA PÓŁROCZNA

- prenumerata zwykła, krajowa: 84 zł
- dla uczniów i studentów: 63 zł
- prenumerata zagraniczna, zwykła: 35 EUR (Europa, Rosja, Izrael) lub 40 EUR (pozostałe kraje)

WERSJA ELEKTRONICZNA

(1 egzemplarz na 1 komputer lub dla 1 osoby)

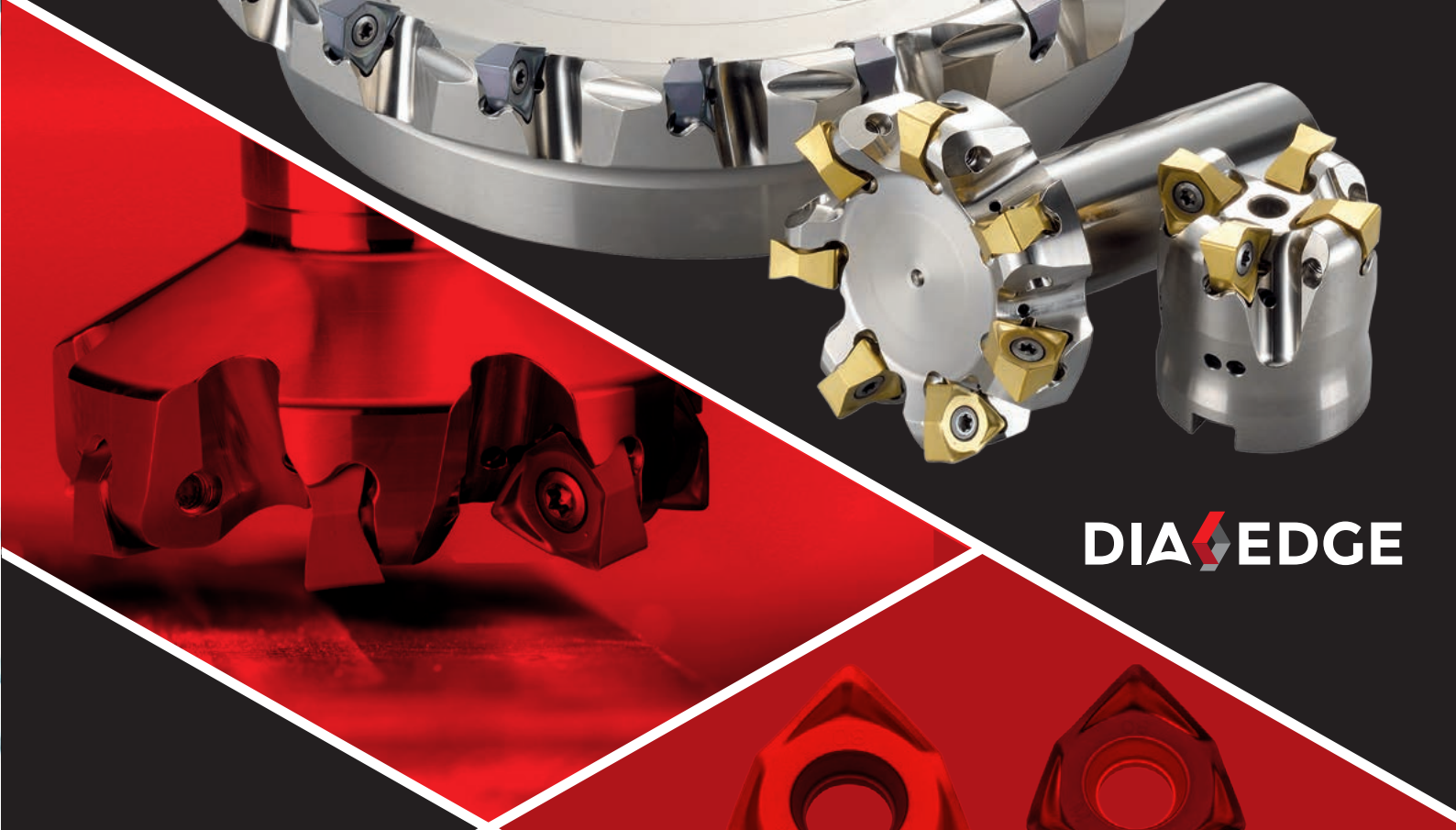
- e-prenumerata roczna: 105 zł
- e-prenumerata roczna dla uczniów i studentów: 84 zł
- e-prenumerata roczna z licencją do wykorzystania na większej ilości stanowisk (koszt zależny od ilości stanowisk)

Prenumeratę można rozpocząć od dowolnego miesiąca w roku.
Poza prenumeratą cena pojedynczego egzemplarza w wersji papierowej: 17,50 zł; w wersji elektronicznej: 12,50 zł.

Wpłat prosimy dokonywać na konto wydawcy:
ITER, ul. Marszałkowska 111, 00-102 Warszawa
mBank SA, nr konta:
10 1140 2017 0000 4102 0885 4194

W tytule przelewu prosimy podać rodzaj zamawianej prenumeraty. Prosimy także o podanie dokładnych danych adresowych. Na życzenie wystawiamy faktury VAT (8%).

Wszelkie dodatkowe informacje:
tel. +48 532 493 072,
tel. +48 22 112 86 90,
prenumerata@iter.com.pl



DIA EDGE

WWX400

DOKŁADNY I WSZECHSTRONNY

DOSTĘPNOŚĆ
Głowice o średnicach Ø50 ~ Ø250 mm.
8 gatunków płytek z 3 różnymi łamaczami wióra.

CHARAKTERYSTYKA
Obróbka ścian dokładnie pod kątem 90°.
Niski opór skrawania.

NIEZAWODNOŚĆ
Pewne mocowanie płytek.
Silna geometria płytki.

EKONOMIA
6 krawędzi skrawających.
Obecność krawędzi wygładzających.

WIELOFUNKCYJNOŚĆ
Planowanie, frezowanie walcowo – czołowe, frezowanie naroży oraz kieszeni.

www.mmc-hardmetal.com

MITSUBISHI MATERIALS

TWORZYMY LEPSZĄ PRZYSZŁOŚĆ WSPÓLNIE Z NASZYMI KLIENTAMI
15 LAT
MMC Hardmetal Poland Sp. z o.o.
A Sales Company of MITSUBISHI MATERIALS