ISSN 1899-699X
cena 17,50 zł (w tym 8% VAT)

projektowanie i KONSTRUKCJE inżynierskie

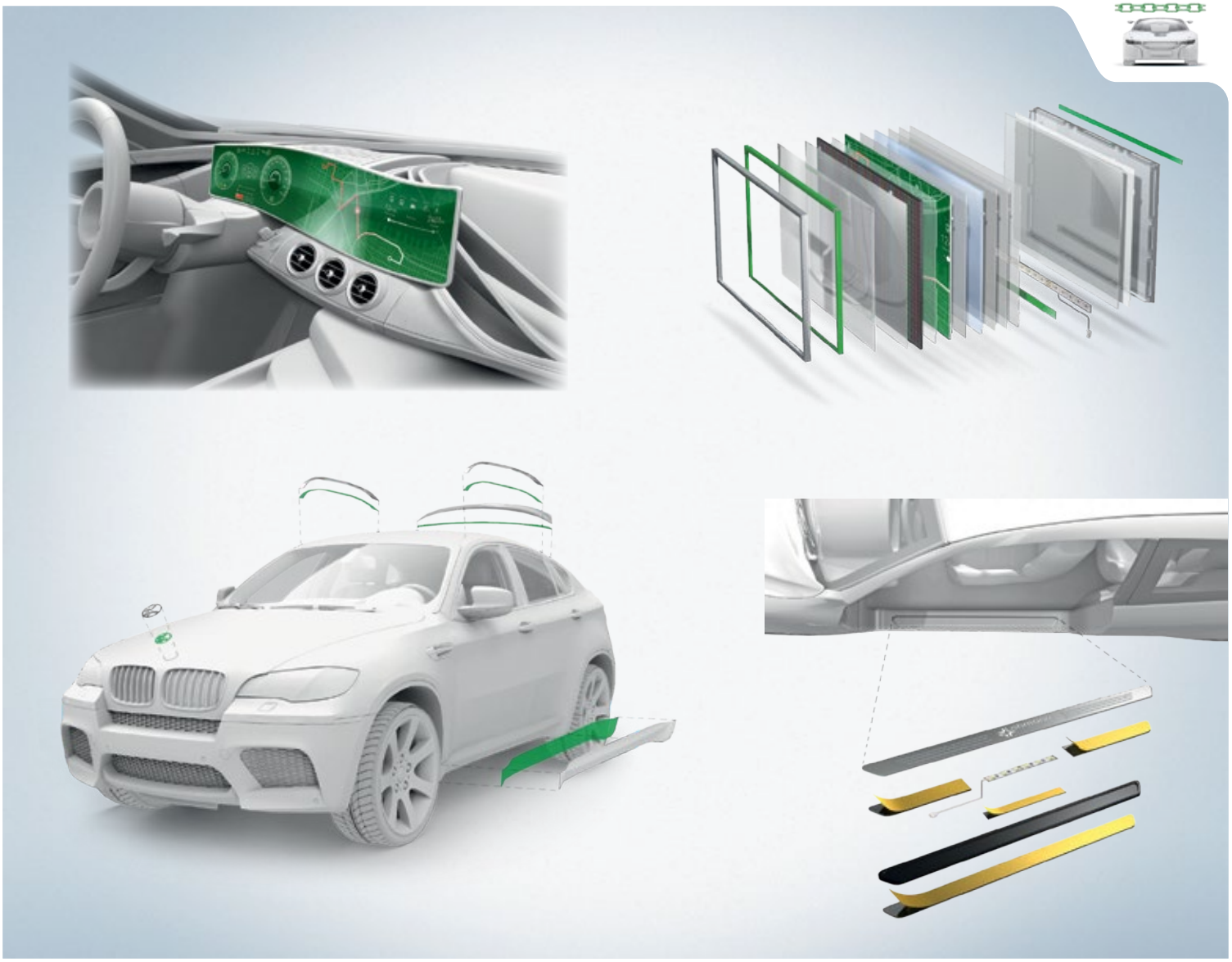
3/4 (162/163) marzec/kwiecień 2021

- Warsztat: Modyfikacja wiertarki kolumnowej
- Jak dobierać systemy SCADA?
- Symulacja jettingu metodą obliczeń numerycznych

WTRYSK PROSZKÓW metalowych i ceramicznych

SAMOCHODY DOSTAWCZE: zgrzewanie elementów nadwozia

Kontrola jakości: SIX SIGMA



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

Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie

Nr 3/4 (162/163)
marzec/kwiecień 2021

rok XV
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 ostatniej stronie

wydawca
ITER
wydawnictwo@iter.com.pl

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

fotografia na okładce: ARBURG

ITER © 2021

Drodzy Czytelnicy,

Apetyt rośnie w miarę jedzenia – mówi znane powiedzonko i rzecz jasna odnosi się to niekoniecznie tylko do spożywania posiłków. Gdy przyjrzeć się sytuacjom, gdzie to powiedzonko znajduje najczęściej zastosowanie, to można zauważyć, że dotyczy ono tylko rzeczy i spraw z niższej półki motywów ludzkich działań. Zachłanność, łakomstwo, poszukiwanie coraz mocniejszych doznań, chęć posiadania coraz większej ilości rzeczy itd., same można by powiedzieć nędzne pobudki postępowania. Jakoś dobre uczynki nie generują chęci coraz częstszego ich dokonywania, chyba, że tylko dla poprawy dobrego mniemania o sobie.

Kochaj bliźniego jak siebie samego – mówi przykazanie Boże. Jakże jednak rzadko dziś można się spotkać z sumiennym wypełnianiem tego przykazania. Interesowność, małoduszność, swoje „ja" zawsze na pierwszym planie, czy też przekonanie o własnej nieomylności – to cechy dominujące we współczesnym świecie i mające niestety tendencję zwyżkującą.

Szumne deklaracje zatroskania o to czy o tamto, rozmaite organizacje broniące praw tych czy innych, mogą tylko stworzyć mylne wrażenie, że jest jeszcze wielu takich, którzy chcą działać dla dobra innych. W dużej części jednak takie inicjatywy powstają raczej przeciwko czemuś lub komuś i nie są to najczęściej działania bezinteresowne.

Pragnienie dobra bliźniego to nie jest na przykład przeprowadzenie opierającej się staruszki na drugą stronę jezdni, w ramach akcji „Niewidzialna ręka", tak promującej świecki altruizm w czasach PRLu.

Przełamać własny egoizm, zarozumiałość i pyszałkowatość to dla dzisiejszego człowieka zadanie ponad siły. Chociaż po prawdzie, to nie tylko dla dzisiejszego. Franciszek książę de la Rochefoucauld pisał w wieku XVII, że nikt nie jest zadowolony ze swojej fortuny, za to każdy – ze swojego rozumu. Tyle, że ten rozum dlatego cieszy swoich posiadaczy, bo pozwalają mu na lenistwo i bierność. W takim układzie zawsze górę biorą namiętności, a te, jak apetyt, rosną w miarę ich zaspokajania.

To od nas zależy, co będzie wyznaczać drogi naszego życia: czy rozum oparty na prawdzie i panujący nad emocjami, czy rozmaite żądze, lęki i euforie naprzemienne, które rozum trzymać będą w okowach.

Zapraszam do lektury kolejnego wydania naszego magazynu,

Przemysław Zbierski

Spis treści

NR 3/4 (162/163)
MARZEC/KWIECIEŃ 2021

Chemiczne zasilanie robotów ... 8
Borofan – nowy nanomateriał 2D ... 8
Sportowy MG powraca ... 10
Precyzyjny akcelerometr ... 10
Nowy, większy Lilium Jet ... 12
Opony rowerowe w technologii od NASA ... 12
Bezpieczne stalowe drzwi System Schröders:
Rozszerz ofertę i pozyskaj nowych klientów dzięki nowemu systemowi licencji ... 13
Zgrzewanie impulsem magnetycznym dla zastosowań kriogenicznych ... 14
Akumulatory strukturalne ... 16
Robot RF-Grasp ... 17
Tania fotoelektroliza ... 17

Wtryskiwanie proszków metalowych i ceramicznych ... 18
Andrzej Zwierzyński

TRITON: turystyczno-naukowe łodzie podwodne ... 31
Ryszard Romanowski

Sprężyny faliste do wstępnego obciążania łożysk: co, jak i dlaczego? ... 36

Jak dobierać systemy SCADA? ... 39
Rafał Cop

Zgrzewanie elementów konstrukcji w nadwoziach samochodów dostawczych ... 42
Aleksander Łukomski ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Analiza wtrysku tworzyw sztucznych: efekt jettingu ... 44
Maciej Majerczak ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Krótki przewodnik po bezpiecznych dla żywności łożyskach
do maszyn używanych w przetwórstwie spożywczym ... 46
Sébastien Lukat

Modyfikacja wiertarki kolumnowej ... 50
Jerzy Mydlarz

ATS powraca na tory ... 56
Ryszard Romanowski ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Symulacja pracy mechanizmu ... 58
Bernard Pacula ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Zarządzanie jakością: Six Sigma, ppm, Cpk ... 60
Aleksander Łukomski ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Wybrane patenty w zakresie załadunku statków powietrznych ... 62
Jakub Marszałkiewicz ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Normalność rozszerzona ... 64
Tomasz Gerard ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

CAMdivision®

NAJWIĘKSZY DOSTAWCA NX CAD/CAM W POLSCE

Solution Partner
Smart Expert
Digital Industries Software

SIEMENS

>_Tworzymy wirtualne muzeum UNIGRAPHICS & NX!

>_Szukamy stanowiska z najstarszą instalacją NX [UNIGRAPHICS] w Polsce!

>_Prześlij zgłoszenie* i wygraj mobilną stację roboczą z najnowszą wersją NX!

* szczegóły na stronie_

[www.unigraphics.pl]

>_ regulamin konkursu dostępny na stronie organizatora

CAMdivision Sp. z o.o.
tel.: 71 780 30 20, kom. 600 902 903
www.camdivision.com
konkurs@camdivision.com

TECHNOLOGIE

42 Zgrzewanie elementów konstrukcji w nadwoziach samochodów dostawczych

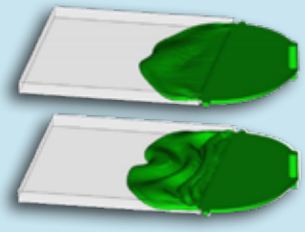
Aleksander Łukomski

Rynna powinna być zamontowana do blachy poszyciowej szczelnie, najlepiej zespawana z nią. Problem jednak polega na tym, że blacha poszyciowa jest cienka i jej spawanie z grubszą rynną powoduje odkształcenia spawalnicze, tworzące niedopuszczalne pofałdowania blachy w okolicy kieszeni szyny prowadzącej, najczęściej na powierzchni nadwozia.

ANALIZY, SYMULACJE

44 Analiza wtrysku tworzyw sztucznych: efekt jettingu

Maciej Majerczak



Rozbieżność między modelem symulacyjnym a rzeczywistym prawdopodobnie wynika z braku obliczeń linii łączenia się materiału dla wykresu typu „*polymer fill region*”. Oznacza to, że algorytm nie sprawdza różnic w temperaturze strugi i pozwala na bezproblemowe łączenie się materiału, pomimo widocznych w analizie różnic w temperaturach na powierzchni strugi.

WARSZTAT

50 Modyfikacja wiertarki kolumnowej

Jerzy Mydlarz

Myślałem o zakupie nowej wiertarki z wariatorem pasowym ale analiza ekonomiczna wykazała, że tańsza będzie modyfikacja istniejącej maszyny. Postanowiłem zamienić silnik wiertarki na większy i zastosować falownik.

VARIA

60 Zarządzanie jakością: Six Sigma, ppm, Cpk

Aleksander Łukomski

Mimo wysokiego stopnia mechanizacji i automatyzacji produkcji, mimo zastosowania mnóstwa robotów, stosowania najnowszych rozwiązań zapewniających maksymalną jakość przy obecnym stanie wiedzy na ten temat, braków nie da się uniknąć.

KONSTRUKCJE

56 ATS wraca na tory

Ryszard Romanowski

Podczas testów Corsa RR Turbo osiągano moce dochodzące do 850 KM... Cena podstawowej wersji samochodu wynosi 136 tys. euro, co jest niewielką sumą, jak na pojazd o takich osiągach.

ELEMENTY PROWADZĄCE

IDEALNA BAZA DO BUDOWY PRECYZYJNYCH NARZĘDZI WYKRAWAJĄCYCH

PROSTO Z MAGAZYNU

Oferujemy Państwu kompleksowy i usystematyzowany asortyment prowadzeń rolkowych i ślizgowych dla wielu różnych zastosowań.

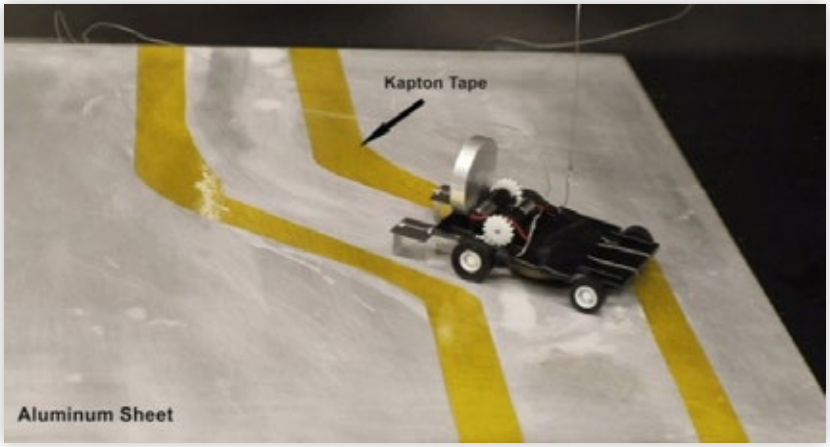
- Optymalnie dopasowane komponenty do naszych opraw standardowych
- Maksymalna żywotność dzięki najwyższej jakości materiałom oraz precyzyjnym tolerancjom
- Wiele możliwości kombinacji

meusburger
SETTING STANDARDS

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

Chemiczne zasilanie robotów

James Pikul, adiunkt wydziału inżynierii mechanicznej i mechaniki stosowanej Uniwersytetu Pensylwanii zauważył paradoksy w zasilaniu robotów. Użycie akumulatorów zwiększa ich masę i część zmagazynowanego prądu zużywa się na jej pokonanie. Z drugiej strony, zasilanie lekkimi panelami fotowoltaicznymi może być stosowane tylko w niektórych sytuacjach. Pikul zastosował więc rozwiązanie łączące zalety powyższych rozwiązań oraz eliminujące ich wady, oparte na obserwacji zachowań bakterii. Bakterie poruszają się w kierunku składników odżywczych, wyczuwając i reagując na zmiany w stężeniach chemicznych swojego otoczenia. Podobnie w eksperymentalnym robocie, energia generowana jest poprzez wielokrotne zrywanie i tworzenie wiązań chemicznych, które znajdują się w środowisku jego działania. Źródło prądu kontrolowane przez środowisko, w jakim działa robot nazwano ECVS (*Environmentally Controlled Voltage Source*).

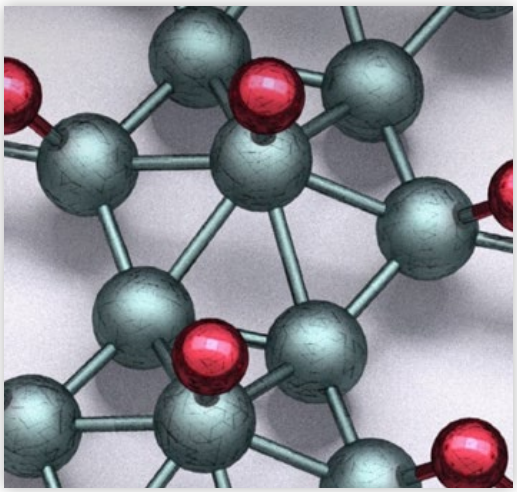


Podczas prezentacji robot znajdował się na arkuszu aluminium i ładował się poprzez zmiany wiązań tego materiału. W kontakcie z metalową powierzchnią jednostka ECVS katalizuje reakcję utleniania z otaczającym powietrzem, zasilając urządzenie uwolnionymi elektronami. Można wyznaczać ścieżki, po których porusza się robot, np. przy pomocy taśmy izolacyjnej. Urządzenie automatycznie kieruje się w stronę metalowych powierzchni, na których może „żerować".

blog.seas.upenn.edu

Borofan – nowy nanomateriał 2D

Nanomateriały 2D znajdują coraz więcej zastosowań zarówno w elektronice, optoelektronice, budowie ogniw itp. Najbardziej znanym z nich jest grafen, o doskonałych właściwościach elektrycznych i wytrzymałości 200-krotnie większej od stali. Problemem technicznym z jego wykorzystaniem jest m.in. nanoszenie go na inne materiały.



Zespół naukowców z North-western University of Florida oraz Argonne National Laboratory prowadził badania nad materiałem zawierającym atomy boru i wodoru, pozbawionym struktury macierzystej. Początkowo niestabilny materiał zmienił diametralnie swoje właściwości po reakcji z wodorem. Otrzymano warstwę o grubości dwóch atomów wykorzystując nanopłytkę ze srebra. Materiał nazwany borofanem zintegrował się z tym metalem. Kolejne doświadczenia wykazały, że podobnie zachowuje się w reakcjach z podłożami wykonanymi z różnych materiałów. Otwiera to nowe możliwości nie tylko w projektowaniu układów elektronicznych i optoelektronicznych.

anl.gov

Popraw produktywność z Tork

„Poprawę można uzyskać w nieoczekiwanych miejscach”
– Jonas Svanäng, ekspert ds. kaizen

Małe zmiany mogą w znaczący sposób doskonalić produktywność. Stworzony w oparciu o założenia filozofii kaizen, przewodnik „Popraw produktywność” wyjaśnia sposoby na uzyskanie dodatkowych efektów poprzez wybór właściwych środków czyszczących. Ich obecność w hali produkcyjnej przynosi duże korzyści, angażuje operatorów maszyn w prace konserwacyjne oraz pozwala oszczędzać czas i pieniądze.

Pobierz przewodnik:
www.tork.pl/twoja-branza/rozwiazania/przeglad/produkcja/wyzwania-produkcyjne/

Tork, marka firmy Essity

TORK®
Think ahead.

Sportowy MG powraca

Słynny brytyjski producent samochodów sportowych MG zniknął z europejskiego rynku w 2006 roku. Przejęty przez chiński koncern Nanjing Automobile, a potem SAIC, zaistniał na rynku azjatyckim, po czym powrócił do Anglii. Tam trafiać zaczął na szczyty rankingów sprzedaży m.in. za sprawą 7-letniej gwarancji. Niestety, auta typu SUV nijak się miały do dawnych samochodów sportowych MG.

Na koniec kwietnia, podczas Shanghai Auto Show – jednych z niewielu samochodowych targów, które mają się odbyć w tym roku, zaplanowano premierę samochodu koncepcyjnego zbudowanego przez SAIC Design London. Jest to nawiązujący linią do dawnych MGA, MGB i Midget, sportowy roadster Cyberster. Jest to pojazd elektryczny. Według danych technicznych ma on zasięg 800 km, a od 0 do 100 km/h rozpędza się w czasie krótszym niż 3 sekundy. Auto ma być wyposażone w stałe połączenie z siecią 5G, tzw. laserowe listwy i wymyślne układy optoelektroniczne świateł.

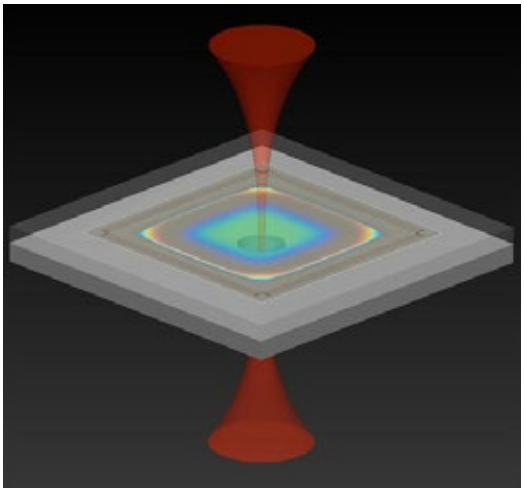
Przedstawiciele firmy zapowiadają wersję produkcyjną i powrót na rynki Europy zachodniej.

mg.co.uk

Precyzyjny akcelerometr

W miarę rozwoju techniki precyzyjny pomiar przyśpieszeń staje się coraz ważniejszy. Akcelerometry uruchamiają poduszki powietrzne w samochodach, stają się nieodzowne dla prawidłowego działania ekranów w telefonach, a nawet odpowiadają za nawigację samolotów i rakiet w chwilach gdy zawodzi GPS. Amerykański Narodowy Instytut Standardów i Technologii zbudował akcelerometr o grubości zaledwie 1 mm, który wykorzystuje światło laserowe na nieco innej zasadzie niż dotąd budowane laserowe urządzenia. Te ostatnie, mimo wymyślnej konstrukcji nie okazywały się lepsze od mechanicznych.

Twórcy z NIST maksymalnie uprościli proces pomiarowy, co wpłynęło na wyższą dokładność i możliwość działania w szerszym zakresie częstotliwości. Urządzenie nie wymaga również okresowych kalibracji.



Akcelerometr składa się z dwóch chipów krzemowych. Jeden z nich ma tzw. masę próbną umieszczoną na uchwytach silikonowych i porusza się w pionie. Masa ma lustrzaną powierzchnię i współpracując z drugim chipem, wyposażonym w półkoliste lustro, tworzy wnękę optyczną, której długość w zależności od przyspieszeń się zmienia.

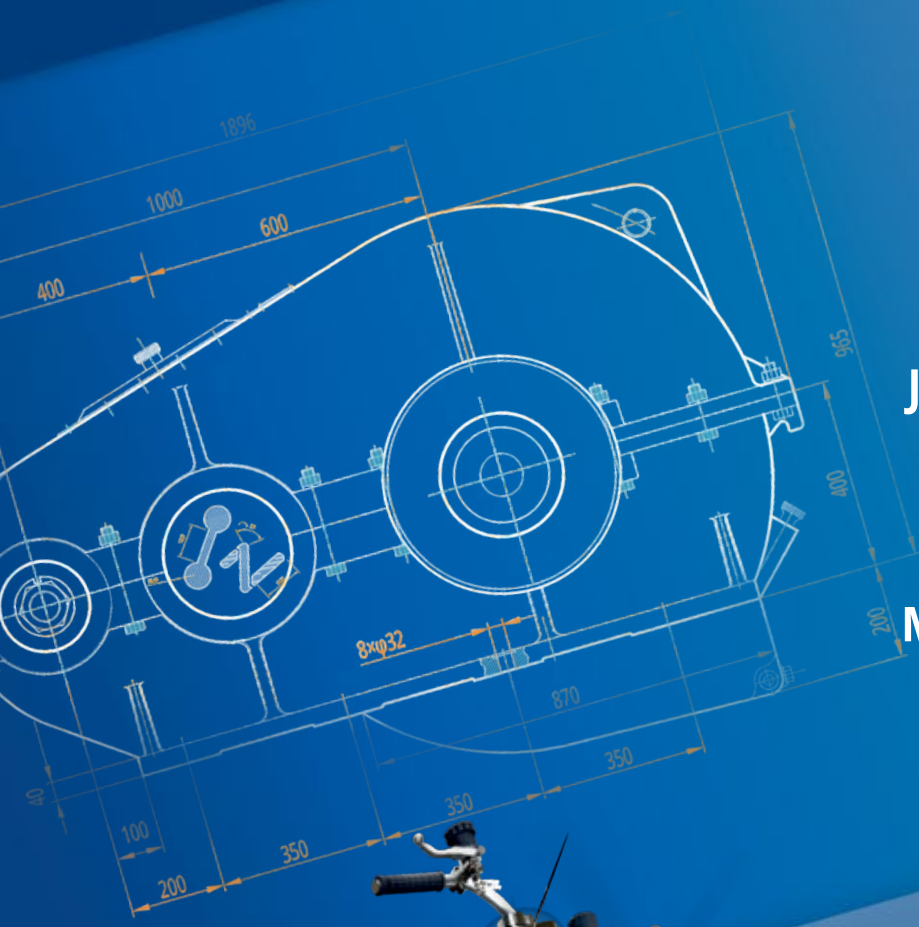
news.psu.edu

ZWCAD 2021

I możesz **wszystko.**

Jeszcze szybszy
Jeszcze bardziej elastyczny

Dostępny w wersjach:
Standard, Professional,
Mechanical, Architecture



ZW3D 2021

Poznaj nowy wymiar projektowania 3D

Usługi Informatyczne SZANSA Sp. z o.o.
33 488 07 20 biuro@zwcad.pl
www.zwcad.pl

Sprawdź i pobierz
www.zwcad.pl

ZWCAD AUTHORIZED DISTRIBUTOR

Nowy, większy Lilium Jet

Start-up Lilium z Monachium zaprezentował kolejną wersję swojego niewielkiego samolotu napędzanego elektrycznie. Nowy, większy Lilium Jet ma rozpiętość skrzydeł 13,9 m, masę startową 3175 kg, a na pokład może zabrać siedem osób. Zasięg ponad 250 km zapewniać mu mają akumulatory o gęstości 320Wh/ kg. Prędkość przelotowa wynosi 280 km/h. Lilium Jet ma być eksploatowany na krótkich trasach np. łączyć centra miast z lotniskami. Konstruktorzy zapewniają, że opracowany przez nich napęd typu fan jest bardzo cichy i z dużym zapasem spełnia warunki obowiązujące na lądowiskach w dużych aglomeracjach. Szerzej o pierwszej wersji tego samolotu pisaliśmy dwa lata temu, w artykule „Skrzydło na nowo wynalezione: najnowsze koncepcje budowy płatowców". Usługi Air Taxi tej maszyny mają rozpocząć w 2024 roku. Wydaje się to całkiem prawdopodobne, bo niedawno firma dostała ogromny zastrzyk finansowy po fuzji ze spółką Quell Acquisition. Pierwszym efektem tego aliansu, obok przedstawienia 7-miejscowej wersji samolotu, było wejście firmy na giełdę.

lilium.com

Opony rowerowe w technologii od NASA

Amerykańska firma SMART Tire opracowała opony rowerowe o metalowej, ażurowej konstrukcji, wykorzystującej technologię pamięci kształtu SMA (*shape memory alloys*). To pierwsze komercyjne zastosowanie tej technologii, opracowanej przez NASA z myślą o produkcji opon łazików księżycowych i marsjańskich. Opony noszą nazwę METL i zostały wykonane ze stopu tytanu i niklu NiTinol+, cechującego się dużą wytrzymałością, odpornością na korozję i elastycznością.

Opony są elastyczne niczym z gumy i wytrzymałe – jak na tytan przystało. Zastosowany materiał wytrzymuje nawet trzydziestokrotnie większe odkształcenia od konwencjonalnych stopów, bez problemu powracając do pierwotnego kształtu. Zdaniem producenta, zaletą technologii SMA jest możliwość precyzyjnej kontroli sztywności jako funkcji odkształcenia, co zapewnia znakomite rezultaty w tłumieniu zróżnicowanych wstrząsów.

Docelowo opony METL mają być pokryte gumową powłoką z bieżnikiem zapewniającym przyczepność. W miarę zużycia gumy możliwe będzie bieżnikowanie na nowo lub wymiana całej powłoki. Sam rdzeń opony jest na tyle wytrzymały, że nie przewiduje się potrzeby jego wymiany.

smarttirecompany.com

Bezpieczne stalowe drzwi System Schröders:
Rozszerz ofertę i pozyskaj nowych klientów dzięki nowemu systemowi licencji

Projektowanie i produkcja drzwi stalowych i bram przemysłowych, spełniających najwyższe standardy bezpieczeństwa to wymagające zadanie. Często zdarza się, że konieczność sprostania obowiązującym normom, przeprowadzenia kompleksowych testów i sam proces projektowy wymagają więcej czasu i nakładów finansowych niż wstępnie zakładano. Za pomocą własnego, unikalnego programu licencjonowania, System Schröders oferuje firmom przemysłowym możliwość rozszerzenia oferty produkcyjnej o zaawansowane, certyfikowane stalowe drzwi, dystrybuowane w całej Europie.

Od ponad 40 lat niemiecka firma System Schröders rozwija rozwiązania w zakresie nowoczesnych, stalowych drzwi na potrzeby zastosowań przeciwpożarowych, antywłamaniowych oraz izolacji akustycznej, które można dostosować na potrzeby nawet najbardziej wymagających zastosowań. Drzwi tego typu spełniają aktualne standardy europejskie, co stanowi dodatkową gwarancję i zapewnia nowe możliwości dla producentów. Obecnie ponad 35 licencjonowanych i certyfikowanych zakładów w Europie i Azji specjalizuje się w produkcji i dystrybucji drzwi System Schröders, czerpiąc korzyści z możliwości uwzględnienia w swojej ofercie najnowocześniejszych rozwiązań drzwiowych.

WSPÓŁPRACA LICENCYJNA I KORZYŚCI DLA PRODUCENTÓW

Niewątpliwą zaletą systemu licencjonowania dla firm nawiązujących współpracę z System Schröders, dzięki szerokiej gamie rozwiązań drzwiowych, jest możliwość rozpoczęcia produkcji zaraz po zakupie stosownej licencji. Nie ma potrzeby dodatkowych inwestycji i nakładów czasowych na badania, rozwój i testy – wszystkie te etapy zostały już wykonane przez System Schröders. To umożliwia firmom przemysłowym na rozszerzenie oferty produkcyjnej w krótkim czasie, jak też na spełnienie indywidualnych wymogów i pozyskanie nowych klientów w całej Europie.

Licencjonowane produkty obejmują drzwi stalowe o klasie odporności ogniowej EI_230, EI_260 i EI_290, a także drzwi przeciwpożarowe klasy EI_2120, E60, E120, E180 i E240, które dzięki modularnej konstrukcji mogą być uzupełnione z dodatkowymi funkcjami, takimi jak ochrona przed dymem klasy S_a i S_{200} czy ochrona antywłamaniowa do klasy RC4.

Co więcej, System Schröders wspiera wszystkich partnerów licencyjnych rozległą wiedzą i doświadczeniem, jak też nieustannie pracuje nad doskonaleniem oferowanych produktów i rozwiązań, aby sprostać aktualnym normom, takim jak standard EN 16034.

Więcej informacji dla firm przemysłowych, zainteresowanych programem licencjonowania System Schröders na stronie:
http://www.system-schroeders.de/lizenz

Zapraszamy do kontaktu:
tel.: +49 2431 8084 0
fax: +49 2431 8084 20
e-mail: info@system-schroeders.de

Zgrzewanie impulsem magnetycznym dla zastosowań kriogenicznych

Wraz z rozwojem napędów wykorzystujących paliwa kriogeniczne wzrasta zapotrzebowanie na instalacje służące do przechowywania takich materiałów. W produkcji zbiorników, przewodów i innych podzespołów kriogenicznego układu paliwowego, pracujących z temperaturami dochodzącymi do -253 °C (ciekły wodór), jednym z wyzwań konstrukcyjnych jest dobór odpowiednich technik łączenia elementów. Są to niejednokrotnie podzespoły złożone z części wykonanych z materiałów o różnej charakterystyce.

Podobnie było w przypadku elementu kriostatu, użytkowanego przez reaktor badawczy FRM II na Uniwersytecie Technicznym w Monachium. Ze względu na różnice temperatury topienia metali wykonanie szczelnego połączenia wysokiej jakości między elementami ze stali, miedzi i aluminium wymagało zastosowania szeregu skomplikowanych uszczelnień i technik łączenia, takich jak spawanie wiązką elektronów. Inżynierowie z Instytutu Fraunhofer IWS opracowali alternatywną technologię produkcji takiego elementu, wykorzystującą metodę zgrzewania impulsem magnetycznym MPW (*magnetic pulse welding*). Zgrzewanie zachodzi pod wpływem wysokiego ciśnienia wytworzonego przez ruch wywołany impulsem magnetycznym bez udziału wysokiej temperatury, co w konsekwencji pozwala uniknąć powstawania kruchych struktur międzymetalicznych.

Metoda zgrzewania impulsem magnetycznym ma potencjał do wykorzystania nie tylko przy budowie instalacji kriogenicznych i układów napędowych w motoryzacji, lotnictwie i kosmonautyce ale także w elektronice. Opracowana przez Fraunhofer IWS aparatura kontrolna ułatwia sterowanie parametrami procesu i może przyczynić się do szerszego upowszechnienia się tej technologii.

fraunhofer.de
foto: ronaldbonss.com

CAMdivision®

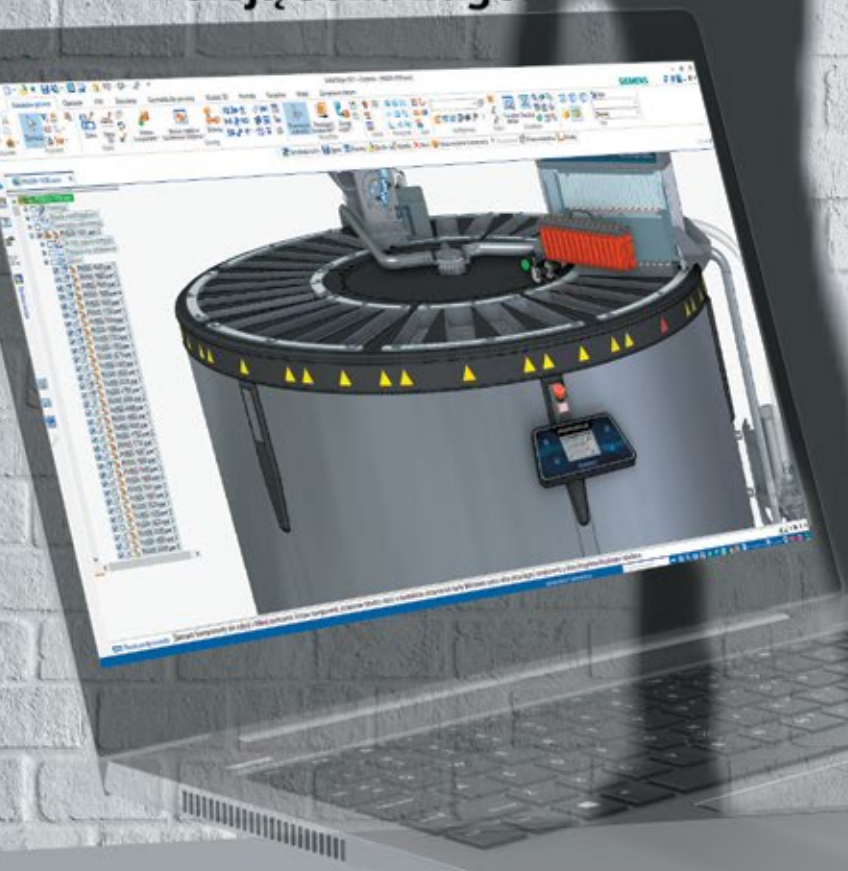
JEDYNY PLATINUM PARTNER SIEMENS W POLSCE

Solution Partner
Smart Expert
Digital Industries Software
SIEMENS

>_Tworzymy wirtualne muzeum Solid Edge!

>_Szukamy stanowiska z najstarszą licencją Solid Edge w Polsce!

>_Prześlij zgłoszenie* i wygraj mobilną stację roboczą z najnowszą wersją Solid Edge!



[Czy pamiętasz tę reklamę?]

* szczegóły na stronie_

>_ regulamin konkursu dostępny na stronie organizatora

[www.solid-edge-st.pl]

CAMdivision Sp. z o.o.
tel.: 71 780 30 20, kom. 600 902 903
www.camdivision.com
konkurs@camdivision.com

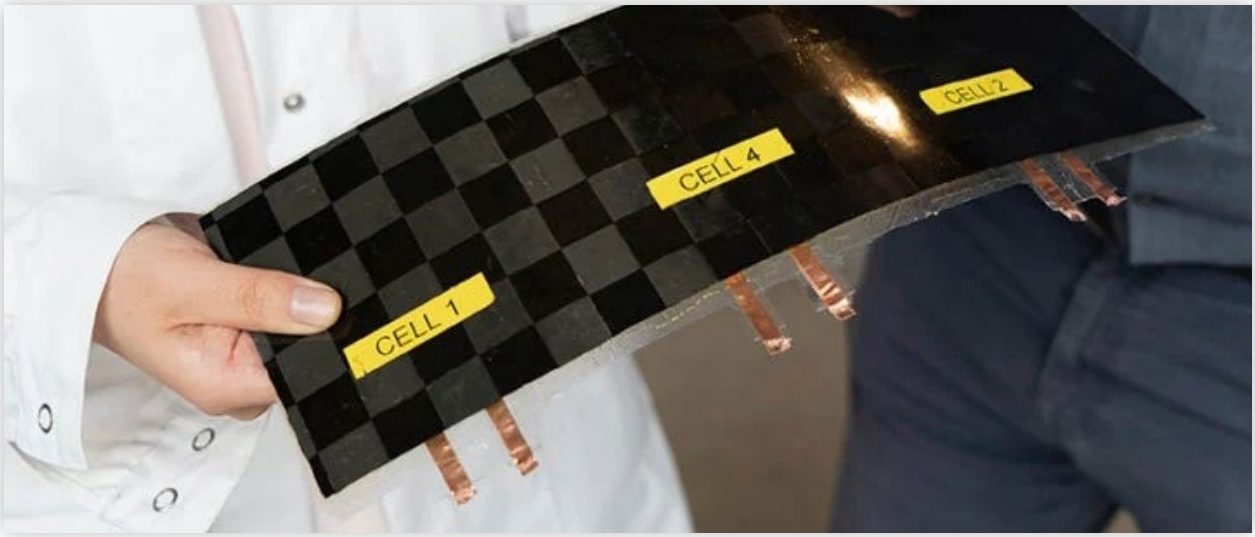
Akumulatory strukturalne

Akumulatory pełnią wyłącznie funkcje dostarczania energii. Zasilanie prądem samolotów czy samochodów wymaga od projektantów efektywnego wykorzystania powierzchni w konstrukcjach pojazdów i tworzenia miejsc do przewożenia akumulatorów.

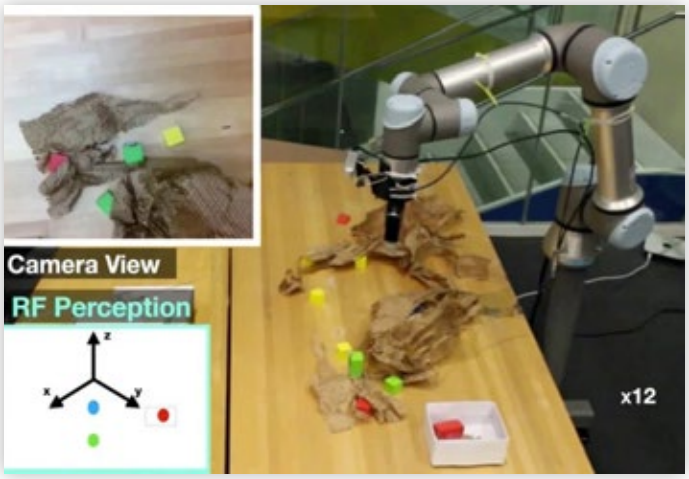
W 2007 r. podjęto próbę budowy tzw. akumulatora strukturalnego, wykorzystującego przestrzenie służące wytrzymałości konstrukcji. Okazało się, że trudno było połączyć właściwości elektryczne z wytrzymałością i kształtem. Zmieniło się to w 2018 roku, gdy odkryto włókna węglowe, mające zdolności magazynowania energii elektrycznej. Physic World, miesięcznik brytyjskiego Instytutu Fizyki, uznał to wówczas za największy przełom naukowy roku.

Leif Asp z Chalmers University of Technology rozwinął to rozwiązanie. Dotychczas uzyskiwano albo dobre właściwości elektryczne albo mechaniczne. Nowy akumulator łączy wydajność z wytrzymałością. Wydajność elektryczna jest 10x wyższa niż w dotychczas budowanych urządzeniach, gęstość wynosi 24 Wh/kg, przy zachowaniu wysokiej sztywności 25 GPa. Gęstość jest niższa od stosowanych obecnie akumulatorów litowo-jonowych ale masa jest znacznie mniejsza. Elektroda ujemna zbudowana jest z włókna węglowego, a dodatnia – z folii aluminiowej pokrytej fosforanem litowo-żelazowym. Twórca rozwiązania zapowiada kolejny akumulator strukturalny o gęstości 75 Wh/kg i sztywności 75 GPa.

chalmers.se



Robot RF-Grasp



Prof. Fadel Adib z Massachusetts Institute of Technology zaprezentował robota zdolnego do wyszukiwania różnych przedmiotów. Wykorzystał przy tym tzw. penetracyjną częstotliwość radiową.

Istniejące dotąd roboty wykorzystują sztuczne zmysły, odpowiadające np. wzrokowi czy dotykowi. Fale radiowe, które mogą przechodzić np. przez ściany, połączone z systemami wizyjnymi tworzą nowe możliwości. Dotychczasowe roboty stosowane w magazynach wykorzystują dwa zasadnicze elementy. Są to: czytnik, umieszczony w robocie, i etykieta na poszukiwanym przedmiocie. Nowy robot z MIT, nazwany RF-Grasp, ma kamerę z czytnikiem umieszczoną na „nadgarstku", przed manipulatorem. Robot zaprogramowany jest tak, aby sam mógł korzystać z obu odczytów i wybierać ten, który jest ważniejszy. Potrafi określić przedmiot bez manipulowania nim.

Tak wyposażony robot może znacznie usprawnić handel w dużych sieciach wysyłkowych, funkcjonowanie różnorodnych magazynów logistycznych, a nawet pracę w warsztatach lub na liniach produkcyjnych, dostarczając potrzebne przedmioty. Na specjalnym pokazie zademonstrowano jak szybko robot odnajduje potrzebne narzędzie w skrzynce, do której wcześniej wrzucono narzędzia w sposób zupełnie przypadkowy.

news.mit.edu

Tania fotoelektroliza

Nad tanim pozyskiwaniem wodoru z wody pracuje wiele ośrodków badawczych. Tym bardziej, że wielu producentów środków transportu, szczególnie w przemyśle lotniczym, rozwija coraz więcej projektów opartych na tym pierwiastku.

Tanią produkcję wodoru z wody za pomocą energii słonecznej może zapewnić materiał pochłaniający zarówno promieniowanie UV, jak i światło widzialne, i przetwarzający je na ładunki, które można rozdzielić, zapewniając odpowiednią energię. Dotychczas używane materiały okazały się mało efektywne. Wielkie oczekiwania wiązano np. z dwutlenkiem tytanu. Niestety ten związek głównie pochłania promieniowanie UV.

Na uniwersytecie Linköping badano porowaty materiał z sześciennego węglika krzemu 3C-SiC. Okazało się, że związek ten pochłania promieniowanie UV i niemal całe światło widzialne. Porowata struktura separuje ładunki, a ponadto sprawia, że powierzchnia czynna jest bardzo duża i związek wytwarza wystarczającą ilość energii do prowadzenia fotoelektrolizy.

liu.se

Wtryskiwanie proszków metalowych i ceramicznych

Powder Injection Moulding (PIM) to nowatorski proces produkcji, który łączy elastyczność i wysoką produktywność wtrysku tworzyw z mechanicznymi zaletami materiałów metalowych (_Metal Injection Molding_ – MIM) lub ceramicznych (_Ceramic Injection Molding_ – CIM). Dzięki takiemu połączeniu inżynierii wytwarzania można uzyskać produkt o wysokich parametrach mechanicznych i złożonym kształcie. Ponadto, złożone elementy metalowe i ceramiczne mogą być znacznie tańsze niż otrzymywane przy użyciu innych technik produkcyjnych. Wykorzystanie wtrysku jest możliwe dzięki zastosowaniu (na potrzeby procesu) tworzywa, które połączone z proszkami i dodatkami pełni rolę spoiwa. Tworzywo i dodatki są usuwane w kolejnych etapach procesu, które nadają finalny kształt i własności wyrobu.

Andrzej Zwierzyński

Wtrysk proszków metalowych i ceramicznych (PIM) umożliwia wytwarzanie kształtek o złożonej geometrii przy porównywalnych własnościach mechanicznych i użytkowych lub niekiedy lepszych od otrzymywanych przy użyciu innych technologii. Proces PIM przebiega wieloetapowo i łączy w sobie zalety techniki wtrysku i metalurgii proszków, oraz technik ceramicznych. Wtrysk jest tylko etapem procesu, mającym na celu uzyskanie wstępnie ukształtowanej wypraski, która jest następnie poddawana procesowi usuwania spoiwa (lepiszcza) i spiekania. Dla jakości wyrobu kluczowe znaczenie mają operacje następujące po wtrysku, ponieważ wtedy zachodzą najistotniejsze zmiany decydujące o własnościach finalnego wyrobu. Sam proces wtrysku jest realizowany na wtryskarkach konwencjonalnych i przebiega podobnie jak wtrysk tworzyw wysoko napełnionych.

Wtryskarki wymagają jedynie specjalnego wyposażenia układów uplastyczniania tj. cylindry i ślimaki muszą być w wykonaniu odpornym na zużycie abrazyjne.

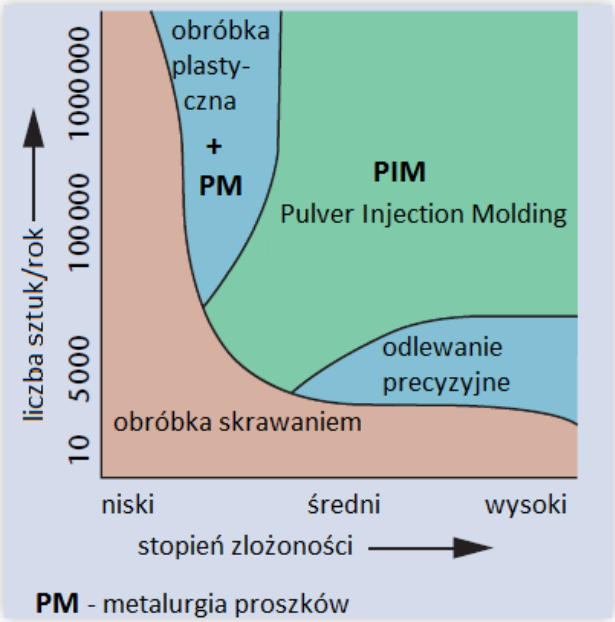
Zaletami w porównaniu z konwencjonalnymi metodami produkcji są:

- duża elastyczność kształtów wyrobów, porównywalna z wypraskami z tworzyw sztucznych; możliwość produkcji złożonych elementów, które nie mogą być wytwarzane za pomocą metod konwencjonalnych, np. odlewania precyzyjnego;
- większe możliwości wyboru rodzajów materiałów;
- wyeliminowanie lub ograniczenie kosztownej obróbki wykańczającej;
- skrócenie czasu wytwarzania i obniżka kosztów jednostkowych wyrobów;
- wyeliminowanie lub ograniczenie odpadów;
- duża dokładność wymiarowa, jak wyprasek wtryskowych;
- wysoka jakość powierzchni;
- uzyskiwanie wyrobów wielofunkcyjnych, o lepszych własnościach użytkowych;
- lepsza struktura materiałów i większa żywotność wyrobów.

Technologia PIM może konkurować z metalurgią proszków (PM), stanowi również alternatywę dla obróbek mechanicznych, odlewania czy przeróbki plastycznej i innych (Rys. 1). Przy wielkoseryjnej produkcji pozwala na wymierne obniżenie kosztów produkcji, mimo że wdrożenie nowych wyrobów w technologii PIM wymaga poniesienia dużych nakładów finansowych.

Technologię tę wykorzystuje się też, gdy jest trudne lub niemożliwe wykonanie wyrobu metodą konwencjonalną, np. odlewaniem, co ma miejsce w przypadku wytwarzania wyprasek z:

- metali trudnotopliwych, jak np. wolfram, molibden, tantal, iryd;
- spieków metali i niemetali wykazujących znaczne różnice temperatury topnienia, jak np. szczotki do maszyn elektrycznych z grafitu i miedzi, materiały na styki elektryczne z wolframu i srebra;
- z materiałów o dużej lepkości, trudnych do odlewania, jak np. materiały specjalne na magnesy trwałe.



Rys. 1 Zakres stosowania technologii PIM [4]

Z punktu widzenia historycznego punktem odniesienia dla technologii PIM jest początek ubiegłego wieku. Wówczas techniką metalurgii proszków zaczęto wytwarzać druty z wolframu do żarówek oraz izolatory ceramiczne z proszków. W latach 50-tych wytwarzano już mieszanki termoplastów i tworzyw termoutwardzalnych z proszkami, ale istotny przełom nastąpił w końcu lat 70-tych. Wówczas wyprodukowano na skalę przemysłową wypraski dorównujące wyrobom produkowanym w sposób tradycyjny. Z kolei w latach 1990-2000 opracowano komercyjne mieszanki (feedstock) proszków i spoiw – dostępne w dużych firmach chemicznych.

Od wdrożenia techniki PIM do praktyki przemysłowej przed ponad 40 laty jest ona dynamicznie rozwijana i notuje coroczny wzrost wartości produkcji oraz ilości zastosowań. W Europie (i podobnie w skali globalnej) w ostatnich dwóch dekadach odnotowywano roczną stopę wzrostu na poziomie ok. 15%. Postęp w technikach wtryskiwania i inżynierii materiałowej umożliwił adaptacje technik PIM do technologii wtrysku wielokomponentowego oraz mikrowtrysku.

PROCES TECHNOLOGICZNY

Typowy proces technologiczny PIM (Rys. 2 i 3) obejmuje trzy zasadnicze etapy:

- wtrysk kształtek (powstaje tzw. „zielona wypraska" o niskiej wytrzymałości, spoiwo w niej zawarte musi zostać starannie usunięte);
- usuwanie spoiwa (powstaje tzw. „brązowa wypraska", o porowatej strukturze proszku);
- spiekanie (powoduje powstanie gęstej struktury stałej, charakterystycznej dla litego materiału).

Jeśli producent kształtek PIM nie korzysta z komercyjnych granulatów, tzw. feedstock'ów, wówczas proces uzupełniany jest o etap:

- przygotowanie granulatu (feedstock'u, tj. mieszanie proszków ze spoiwem i granulacja), połączone zwykle z przygotowaniem wieloskładnikowej kompozycji spoiwa.

Gdy kształtka po spiekaniu wymaga uzyskania dodatkowych cech użytkowych lub poprawy własności mechanicznych, wtedy dochodzi jeszcze jeden etap:

- obróbka wykańczająca (kończąca proces; o ile to możliwe należy tej obróbki unikać).

Rys. 2 Schemat przebiegu procesu PIM

PRZETWARZANE MATERIAŁY

Materiałem wyjściowym do wtrysku jest mieszanina proszku metalicznego lub ceramicznego i spoiwa, mająca własności przetwórcze podobne do wysoko napełnionych tworzyw sztucznych. Spoiwo (określane też jako lepiszcze) jest kompozycją wieloskładnikową, umożliwiającą kształtowanie proszków PIM poprzez wtrysk. W skład spoiw wchodzą: szkielet polimerowy (PE, PP, PS, PA, PMMA, EVA, POM), stanowiący zasadniczą część spoiwa, i dodatki, jak np. parafina, woski (pszczeli, Carnauba i inne), środki powierzchniowo czynne, gliceryna, kwas borny oraz inne. Większość powszechnie stosowanych metali (stopów) i proszków ceramicznych może być zastosowana w technikach PIM, jeśli tylko są przygotowane w odpowiedniej postaci. Pewne ograniczenia występują dla aluminium i magnezu, z powodu powstających na ich powierzchni warstwy tlenków, które hamują spiekanie.

Dla wtrysku materiałów PIM szczególnie ważne są reologiczne i termiczne właściwości spoiwa. Mimo wielu przeprowadzonych badań i obserwacji praktycznych rola poszczególnych składników środków wiążących i ich wzajemnych relacje nie zostały jeszcze do końca wyjaśnione. Problem stanowi brak odpowiednich modeli reologicznych, zdolnych do analizy układów wielofazowych, występujących w materiałach PIM. Równie ważne są także własności termiczne, np. przewodność cieplna, silnie zależna od zawartości proszku, i wąskie okno przetwórcze. Podczas topienia dochodzi do szybkiego rozpraszania ciepła oraz istnieje ryzyko rozkładu spoiw o niskiej masie cząsteczkowej (tworzenie porów, brak płynności). Pod względem reologicznym, czyli uplastyczniania i przepływu w formie, materiały PIM są bardzo podobne do wysokonapełnionych

Rys. 3 Kolejne fazy produktów PIM [9]

tworzyw sztucznych. Wykazują też silne oddziaływanie abrazyjne podczas wtrysku, zwłaszcza materiały z proszkami ceramicznymi.

Proszki stosowane do aplikacji PIM obejmują (Rys. 4):

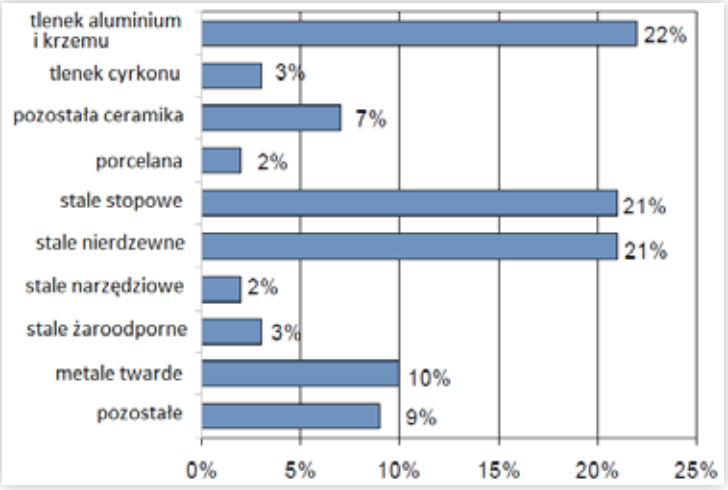
- materiały metalowe: stale niskostopowe, stale stopowe, stale nierdzewne i żaroodporne, stale narzędziowe, stale magnetycznie miękkie, metale twarde, stopy na bazie niklu i kobaltu, wolframu, miedzi, tytanu oraz stopy specjalne (realizowane wg wymagań klientów);
- materiały ceramiczne: tlenek aluminium, tlenek aluminium wzmocniony cyrkonem, tlenek cyrkonu, tlenku itru, tlenek cyrkonu z pigmentami barwnymi, węglik krzemu, azotek krzemu,
- porcelana, ceramika specjalna (dostosowana do wymagań klientów).

Wymiary proszków mają zwykle ziarna około 1-20 μm, a w przypadku mikrowyprasek zalecane zakresy to 1-5 μm dla metali i 0,5 lub mniej dla ceramiki. Mniejsze rozmiary proszków tworzą mikrostruktury o niższych wartościach chropowatości. Proszki PIM są mniejsze niż stosowane w metalurgii proszków i stanowią zwykle ok. 55-70% objętości feedstock'u (Rys. 5). Szczególnie istotne są takie cechy proszku, jak: wymiary i rozkład wielkości cząstek, oraz ich kształt.

Spoiwa dzielimy na kilka podstawowych grup:

- termoplastyczne (PE, PP, PS, PA, PE~VA, PE-A, PP-A, PBMA-E-VA, woski i dodatki),
- duroplastyczne (na bazie żywic epoksydowych lub furanowych, woski i dodatki),
- żelujące (na bazie wody, polimery i dodatki),
- polimerowe (na bazie tlenków metylenu).

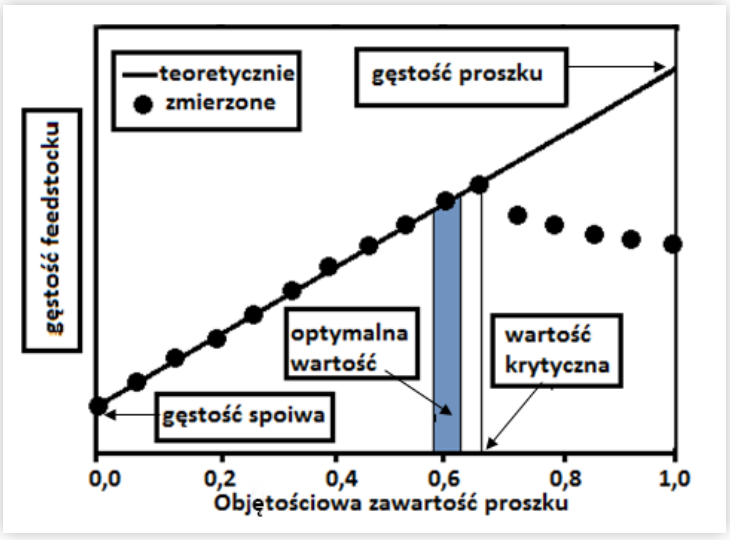
Typowe spoiwo składa się z głównego szkieletu (niereaktywnego podczas usuwania spoiwa, utrzymującego kształt części przed spiekaniem), wosków i dodatków. Woski (parafina, wosk Carnauba, mikrokrystaliczny, pszczeli) są połączone z termoplastycznym szkieletem i kwasami stearynowymi lub oleinowymi. Stosowane są też kopolimery blokowe (EVA, EBA, EAA), wykonane z bloków polimerów rozpuszczalnych w środowisku dyspersyjnym



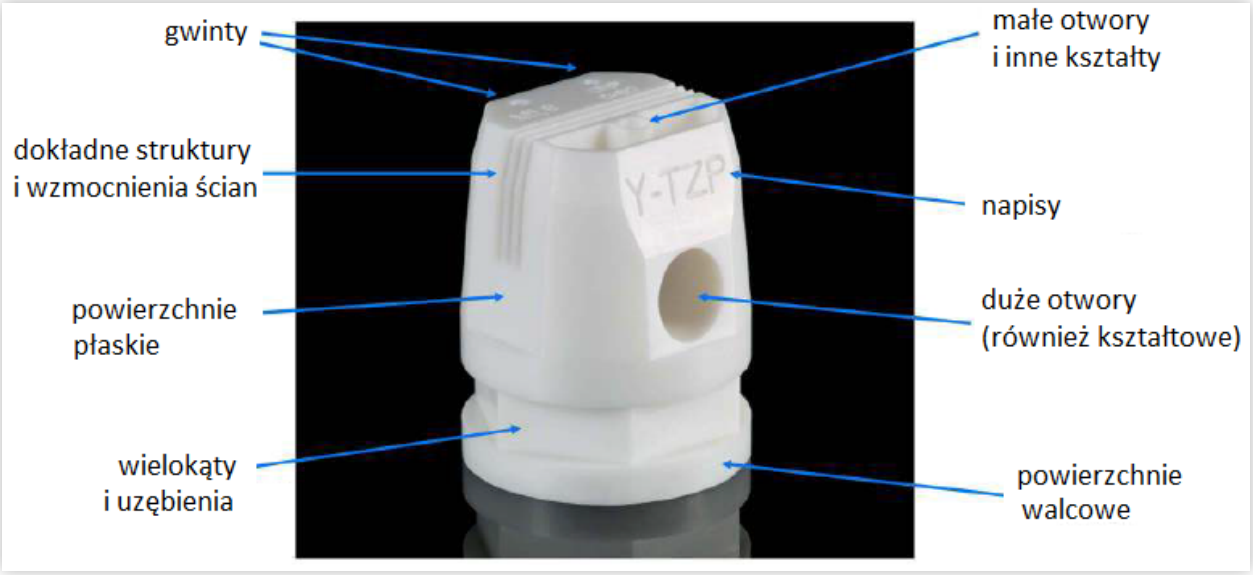
Rys. 4 Zużycie poszczególnych proszków w technologii PIM [7]

i bloków o wysokim powinowactwie do proszku. Zapewniają one odpowiednie interakcje z proszkiem i nadają sferyczną stabilizację związku, a tym samym zapobiegają separacji proszku podczas przepływu. Coraz częściej są stosowane spoiwa na bazie tlenku etylenu (PEO), rozpuszczalne w wodzie. Poza tym, bardzo istotne dla poszczególnych spoiw są: ich zdolność do łączenia (dobra adhezja) z proszkiem i łatwe usuwanie bez wchodzenia w reakcje, brak właściwości korodujących i toksycznych, korzystne ceny zakupu i dostępność.

Z uwagi na wymagania jakościowe coraz powszechniej stosuje się gotowe materiały PIM (feedstock) produkowane przez wymieszanie proszków ze spoiwami komercyjnymi. Przykładem jest np. spoiwo poliacetalowe Catamold, zapewniające dobre właściwości przetwórcze i doskonałe utrzymanie kształtu. Jednakże jego usuwanie



Rys. 5 Optymalny stosunek spoiwa do proszku w surowcu (feedstock'u) [5]



Rys. 6 Możliwości konstrukcyjne wyprasek PIM (CIM) [10]

odbywa się w stężonym kwasie azotowym. Tym samym jego wykorzystanie zwiększa obawy o ochronę zdrowia i bezpieczeństwo. Takiego problemu nie ma przy zastosowaniu środków wiążących rozpuszczalnych w wodzie na bazie tlenku etylenu i alkoholu winylowego, oferowanych przez różnych producentów.

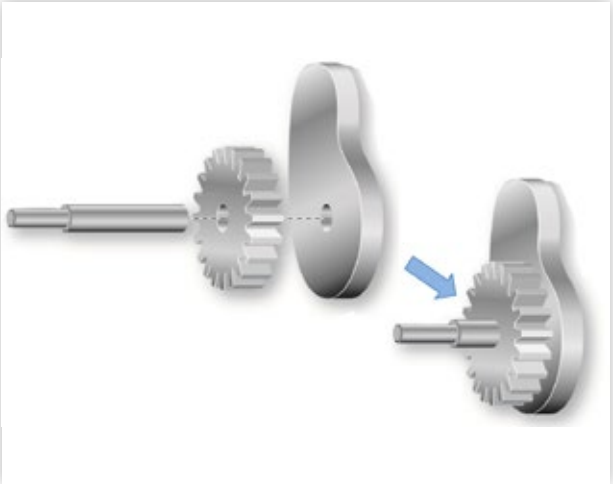
Kiedy nie korzysta się z gotowych mieszanek komercyjnych sporządzenie właściwego spoiwa jest jednym z trudniejszych zadań produkcyjnych. Wybór surowca PIM – proszku i spoiwa, ma zasadnicze znaczenie z punktu widzenia wyposażenia i przebiegu produkcji.

KONSTRUKCJA WYROBÓW PIM

Nowy wyrób wykonany w technologii PIM bardzo często, chociaż nie zawsze, może zastępować wyroby metalowe lub ceramiczne uzyskane metodami konwencjonalnymi. Technologia PIM ma swoje ograniczenia, ale też nowe możliwości technologiczne, pozwalające poprawić funkcjonalność i jakość wyrobów, zwiększyć trwałość czy obniżyć koszty wytwarzania. Dlatego przy wdrażaniu nowych wyrobów nie należy ograniczyć się do wykonania kopii 1:1, ale warto wykorzystać atuty nowej technologii, uwzględniając przy tym jej ograniczenia.

W nowych konstrukcjach wyprasek PIM należy uważnie spojrzeć na różne aspekty konstrukcyjne i technologiczne:

- wyroby muszą mieć cechy użytkowe wyrobu zastępowanego, ale nie zawsze ma to być kopia 1:1;
- trzeba uwzględniać ograniczenia dotyczące dokładności i ukształtowania wyrobu oraz stosować zalecenia technologiczne ułatwiające wykonanie, umożliwiające poprawę jakości, obniżenie kosztów produkcji;
- preferowany zakres masy wyprasek od 0,1 do 100 g (obecnie uzyskiwane jest 150 g i nieraz więcej);
- należy uwzględniać możliwości konstrukcyjne właściwe dla technologii wtryskiwania, jak np. większa swoboda kształtowania wyprasek (Rys. 6), mniejsze grubości ścianek, możliwość integracji kilkuelementów w jednej wyprasce (Rys. 7);



Rys. 7 Integracja kilku elementów w jednej wyprasce

Tolerancje osiągane w technikach MIM i CIM [6]	
Wymiar nominalny [mm]	Tolerancja [± mm]
do 3	0,05
3 do 6	0,06
6 do 15	0,075
15 do 30	0,15
30 do 60	0,25
powyżej 60	±0,5% wymiaru

Tab. 1

- stosować tolerancje możliwe do uzyskania bez dodatkowych obróbek wykańczających (Tab. 1 i 2);
- tolerować tylko wymiary konieczne;
- w wymaganiach jakościowych uwzględniać koszty kontroli i badań;
- proces wtrysku naturalnie tworzy niepożądane cechy wyprasek, takie jak ślady po punktach wtrysku, ślady wypychaczy, linie podziału, które należy lokalizować w miejscach o drugorzędnym znaczeniu lub usunąć w operacjach wykańczających;
- uwzględniać duży skurcz powstający w procesie usuwanie spoiwa i spiekania (do ponad 20%);
- unikać rozwiązań powodujących naprężenia rozciągające (korzystne są naprężenia ściskające);
- stosować możliwie proste, płaskie elementy geometryczne, ułatwiające proces spiekania;
- unikać rozwiązań z punktowym działaniem obciążeń;
- stosować pochylenia ułatwiające odformowanie;
- unikać skupisk materiału, np. koncentracji masywnych żeber, bocznych wgłębień itp.;
- unikać ostrych krawędzi i naroży;
- unikać gwałtownych zmian przekrojów i głębokich podcięć;
- unikać długich wiotkich elementów.

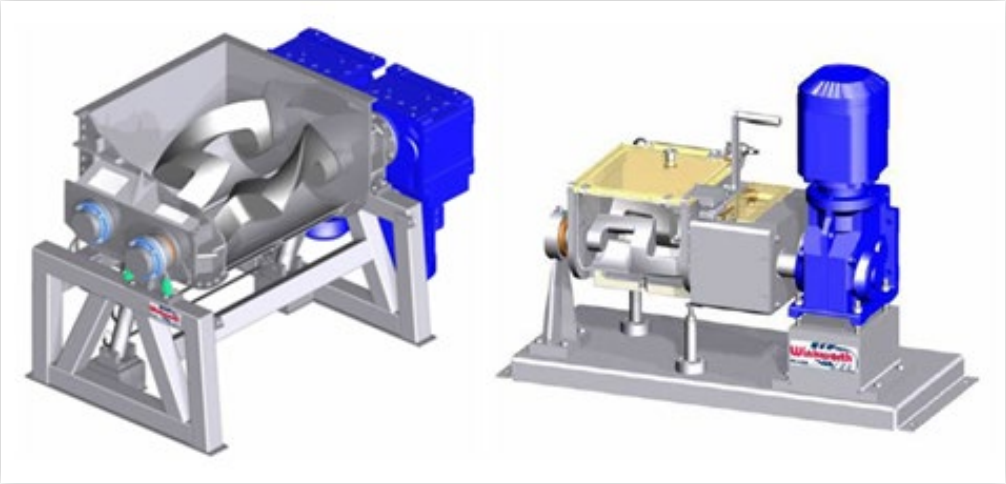
PRZYGOTOWANIE SUROWCÓW

Optymalna regulacja proporcji proszku i spoiwa w surowcu jest jednym z najważniejszych zadań podczas przetwarzania PIM. Surowiec należy przygotować tak, aby poszczególne cząstki proszku były w pełni pokryte (smarowane) w najmniejszej skutecznej ilości spoiwa. Materiały wyjściowe to proszki metalowe lub ceramiczne oraz środki wiążące (wieloskładnikowe spoiwa).

Pierwszym etapem procesu jest mieszanie, które starannie przeprowadzone pozwala uzyskać jednorodne właściwości reologiczne i termiczne surowca. Do uzyskania dokładnej homogenizacji wymagane jest zapewnienie

Obecne granice tolerancji wymiarów, kształtu i położenia oraz wagi osiągane w technologii PIM [3]		
Wielkość geometryczna	Najlepsza możliwa wartość	Typowa wartość
Kąt	0,1 °	2 °
Gęstość	0,2%	1%
Waga	0,1%	0,4%
Wymiary	0,05%	0,3%
Wymiary absolutne	0.04 mm	0.1 mm
Średnica otworu	0,04%	0,1%
Położenie otworu	0,1%	0,3%
Płaskość	0,1%	0,2%
Równoległość	0,2%	0,3%
Okrągłość	0,3%	0,3%
Prostopadłość	0,1% lub 0,1 °	0,2% lub 0,3 °
Średnia chropowatość	0,4 µm	10 µm

Tab. 2



Rys. 8 Mieszalniki do proszków

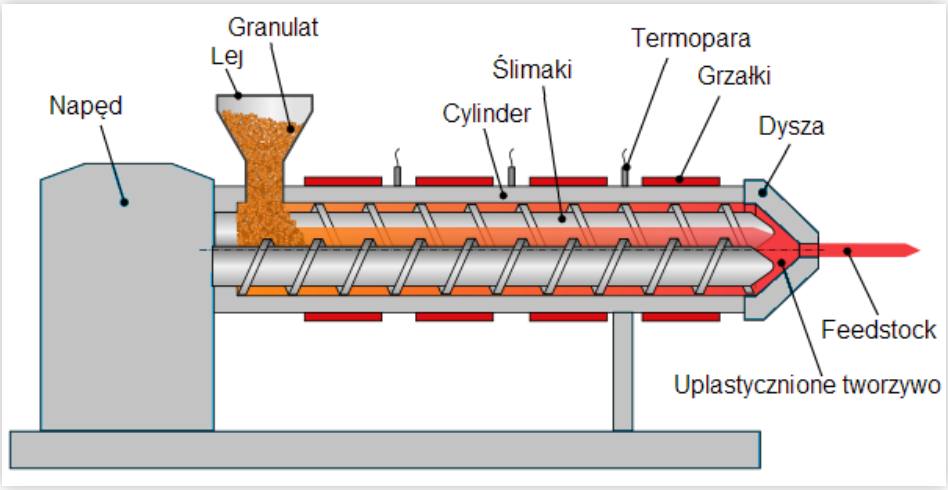
wystarczających naprężeń ścinających, ponieważ proszki wykazują wyraźne tendencji do aglomeracji. Korzystne jest mieszanie wsadu w mieszalnikach planetarnych. Najlepsze są proszki sferyczne, ponieważ ułatwiają wymieszanie ze spoiwem i wypełnienie gniazd formy, zapewniając przy tym lepszą kontrolę wymiarów końcowych (Rys. 8).

Ostatnim etapem jest połączenie proszku ze spoiwem, przeprowadzane na gorąco przez ugniatanie lub wytłaczanie na wytłaczarkach 2-ślimakowych (Rys. 9) oraz granulacja, realizowana w jednej linii z wytłaczarką.

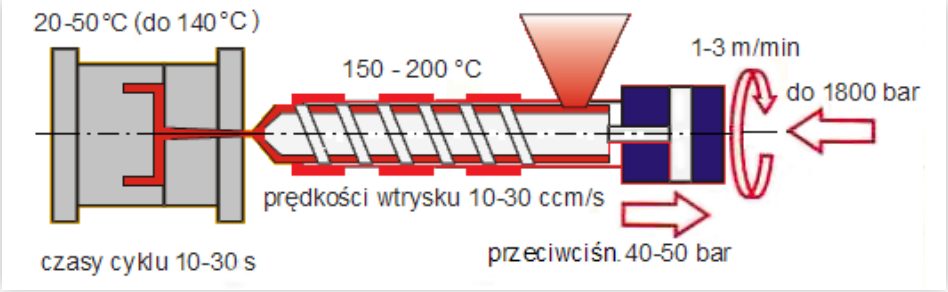
Ponieważ przygotowanie surowca wymaga podsiadania odpowiedniego wyposażenia produkcyjnego, wiedzy i doświadczenia, dlatego obecnie wielu producentów kupuje gotowe do użycia surowce (komercyjne) w oparciu o określone spoiwo mieszane z różnymi proszkami.

WTRYSK WYPRASEK

Wtrysk proszków PIM odbywa się podobnie jak wtryskiwanie wysoko wypełnionych tworzyw termoplastycznych. Jednak specyficzne własności przetwórcze surowców PIM wymagają innego wyposażenia wtryskarek oraz dostosowanych konstrukcyjnie form wtryskowych. Kluczowe znaczenie dla jakości wyprasek ma sposób wypełniania gniazda, uzależniony od rodzaju materiału, ustawionych parametrów wtryskiwania oraz zastosowanych rozwiązań w formie wtryskowej. Należy więc zastosować prawidłowe nastawy parametrów (zwłaszcza profilu prędkości wtrysku, temperatury formy – Rys. 10) oraz właściwe rozwiązania w układzie wlewowym formy (usytuowanie i geometria przewężki), aby uzyskać wypełnianie przez tworzenie grzybka od przewężki. Brak takich rozwiązań skutkuje powstawaniem wolnej



Rys. 9 Wytłaczarka dwuślimakowa do mieszania proszków ze spoiwem



Rys. 10 Przykładowe parametry wtryskiwania proszków PIM

strugi (jetting) lub przechłodzeniem czoła stopu w okolicach przewężki (Rys. 11).

Do wtrysku materiałów proszkowych stosowane są wtryskarki konwencjonalne, wyposażone (ze względu na własności przetwórcze surowców PIM) w specjalnie dostosowane elementy układu uplastyczniania, takie jak:

- cylinder i ślimak – azotowane, dla proszków metalowych (technologia MIM);
- cylinder bimetalowy, ślimak w wykonaniu o znacznie zwiększonej odporności na zużycie dla proszków ceramicznych (technologia CIM);
- zoptymalizowana geometria ślimaka, wydłużona i złagodzona strefa sprężania ślimaka (mniejszy stopień kompresji) dla lepszego przepływu materiałów o większej lepkości;
- dysza otwarta zapewniająca najkorzystniejsze warunki przepływu;
- dobre chłodzenie (regulacje temperatury) w strefie zasypu;
- specjalna geometria zaworu zwrotnego (o korzystnym przepływie tworzyw o większej lepkości).

Budowa form wtryskowych do surowców PIM nie różni się zasadniczo od form do termoplastów. Jednak należy uwzględnić pewne różnice wynikające ze specyfiki materiałów PIM, takie jak:

- zdecydowanie większy skurcz, który wynosi ok. 15-18%, ale może przekraczać 20%;
- większa lepkość, spowodowana wysoką zawartością proszków;
- większe oddziaływanie abrazyjne na elementy formujące i kanały dolotowe.

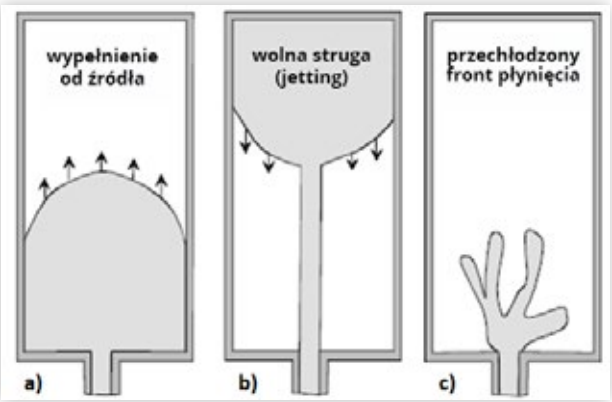
Dlatego w formach wtryskowych zaleca się zwrócenie większej uwagi na:

- określenie wymiarów gniazd (może być wymagane wykonanie formy próbnej 1-gniazdowej);
- przekroje kanałów dolotowych oraz przewężek (powinny być większe niż dla termoplastów);
- ostre krawędzie na przejściach między kanałami oraz w przewężkach (należy je zwieńczać promieniami);
- drogi płynięcia w formie, przy większych długościach (stosować więcej punktów wtrysku);
- materiały gniazd (odporne na zużycie): specjalne stale narzędziowe, stopy twarde, węglikostale, węgliki spiekane;
- gorące kanały (stosować konstrukcje dedykowane do wtrysku materiałów abrazyjnych z uwagi na większe przekroje i odporność na zużycie);
- wypychacze, o możliwie dużych powierzchniach, ze względu na kruchość „zielonej wypraski" (lub stosować jeśli to możliwe większą liczbę wypychaczy);
- odpowietrzenie formy (głębokość szczelin odpowietrzających 0,01-0,02 mm).

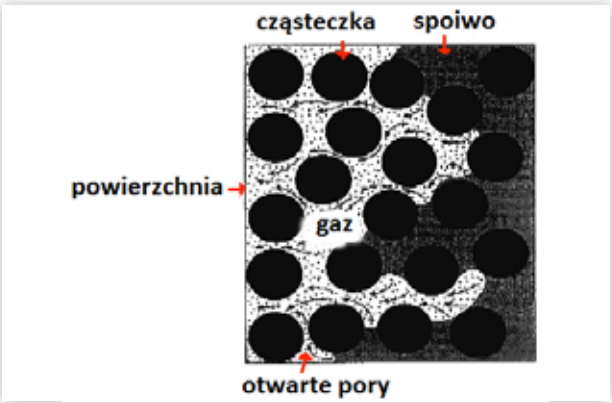
W przetwórstwie proszków PIM stosuje się typowe peryferia, jak przy wtrysku termoplastów. Przy czym częściej może zachodzić konieczność zastosowania robotów, a zwłaszcza specjalnych konstrukcji chwytaków do odbioru delikatnych „zielonych wyprasek".

USUWANIE SPOIWA

Z „zielonej wypraski" należy usunąć nawet do 90% spoiwa (Rys. 12). Usunięcie takiej ilości środka wiążącego (ok. osiem razy więcej niż przy spiekaniu) z wypraski jest procesem trudnym



Rys. 11 Prawidłowe (a) i nieprawidłowe (b, c) sposoby wypełniania gniazda formy [1]



Rys. 12 Usuwanie lepiszcza [6]

technologicznie i wymaga wiedzy, doświadczenia oraz staranności w jego realizacji. Usuwanie spoiwa niezależnie od zastosowanej metody jest obarczone ryzykiem uszkodzenia wyprasek (wykruszenia, deformacje, uszkodzenia powierzchni, a nawet zniszczenie całej wypraski). Proces ten ma znaczenie zasadnicze dla jakości wyrobów i wymaga dokładnej kontroli.

Do usuwania spoiwa stosownych jest kilka metod, zależnie od rodzaju zastosowanego spoiwa:

- Metoda termiczna powoduje topienie polimerowego spoiwa; następnie jego rozkład i ostatecznie odparowanie. Powinna być wykonana z dużą starannością, aby uniknąć uszkodzeń wyprasek. Korzystne jest jeśli składniki spoiwa ulegają rozkładowi lub odparowują w różnych temperaturach. Proces trwa zazwyczaj wiele godzin, a czas usunięcia spoiwa zależy od grubości ścianki.
- Rozkład katalityczny spoiwa poliacetalowego z zastosowaniem gazowego kwasu azotowego lub szczawiowego. Metoda ta pozwala znacznie skrócić czas usuwania spoiwa i obniża ryzyko zakłóceń obróbki. Usuwanie katalityczne spoiwa jest często połączone ze spiekaniem i jest przeprowadzane w procesie ciągłym w jednej linii technologicznej.
- Rozpuszczenie w odpowiednich rozpuszczalnikach, takich jak aceton, etanol lub heksan. Niektóre składniki spoiwa są też rozpuszczalne w wodzie. Zazwyczaj wymagane jest dodatkowe ogrzewanie w ostatniej fazie, aby zakończyć usuwanie przez odparowanie pozostałości spoiwa.
- Zastosowanie dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym. Stan nadkrytyczny dwutlenku węgla uzyskuje się przy podwyższonym ciśnieniu i temperaturze jako pośrednią postać pomiędzy stanem gazowym i ciekłym. Charakteryzuje się bardzo niską lepkością rozpuszczalnika i przez to minimalizuje czas usuwania spoiwa.
- Inne, mniej powszechnie stosowane systemy usuwania np. spoiw żelujących.

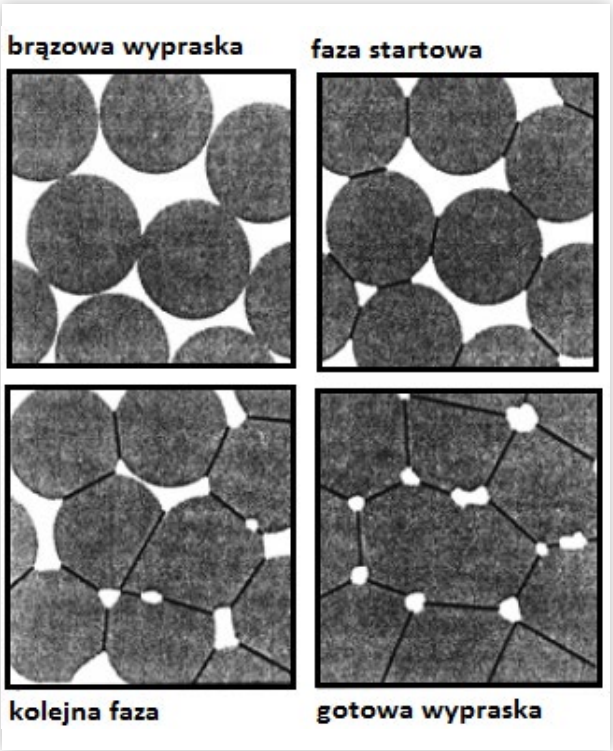
Usuwanie może być przeprowadzane przez zanurzanie wyprasek w kąpielach, umieszczanie w piecach ogrzewanych do temperatur rzędu kilkuset stopni w warunkach próżni, atmosferze powietrza lub gazów ochronnych. Po usunięciu środka wiążącego wytrzymałość uzyskanej „brązowej wypraski" jest w znacznym stopniu zmniejszona, dlatego wszelkie operacje pośrednie przed spiekaniem należy przeprowadzać bardzo ostrożnie.

SPIEKANIE

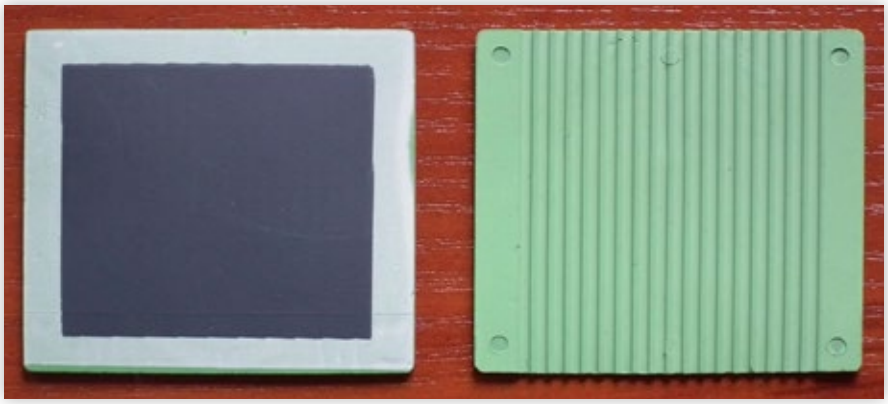
Podczas spiekania „brązowej wypraski" usuwana jest pozostała część spoiwa, ok. 5-15%. W wysokich temperaturach proszek ceramiczny lub metaliczny przechodzi do ostatecznej postaci (Rys. 13) i tym samym osiąga swoje specyficzne właściwości:

- gęstość w zakresie 95-98% teoretycznej gęstości materiału (do 100% przy powierzchni),
- właściwości mechaniczne (wytrzymałość, twardość itp. zależnie od rodzaju materiału).

Spiekanie ma przebieg dwustopniowy, z przystankiem w temperaturze ok. 800 °C, dla ostatecznego odparowania spoiwa. W kolejnej fazie temperatura jest podnoszona do ok. 1100-1200 °C dla proszków metalowych, lub do ok. 1500-1700 °C dla proszków ceramicznych. Skurcz podczas spiekania wynosi ok. 10-20%.



Rys. 13 Etapy spiekania [6]



Rys. 14 Ogniwo paliwowe stałotlenkowe SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*), wykonane techniką PIM [12]

Spiekanie jest przeprowadzane w temperaturze niższej od temperatury topienia proszku (zwykle od 0,6 do 0,9 jej wartości), w piecu do spiekania. Proces odbywa się w próżni lub w osłonie gazów ochronnych dla metali N_2, H_2+N_2 i H_2 oraz w powietrzu lub gazach ochronnych dla ceramiki.

Dla zachowania izotropowego i równomiernego skurczu bardziej pożądane są drobne proszki (spiekające się łatwiej od gruboziarnistych), które pozwalają uzyskiwać lepszą jakość powierzchni, eliminując tym samym konieczność wykonania obróbek wykańczających.

OBRÓBKA WYKAŃCZAJĄCA

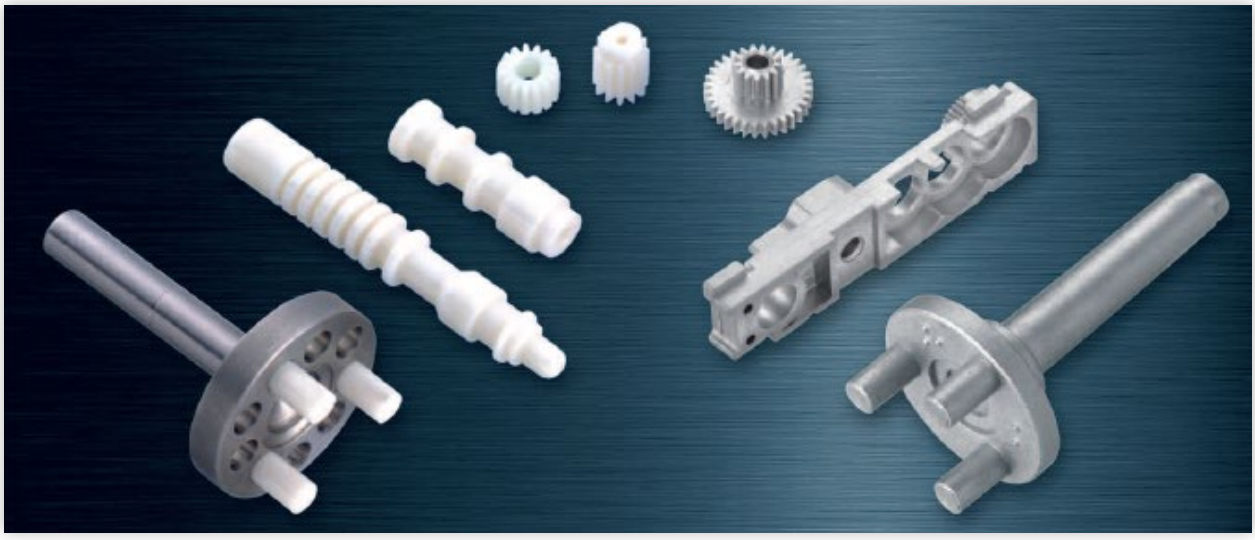
Obróbki wykańczające podnoszą koszty produkcji, dlatego o ile nie jest to niezbędne należy ich unikać. Z obróbek wykańczających najczęściej stosowane są:

- prasowanie matrycowe lub prasowanie izostatyczne (także na gorąco), poprawiające stopień zagęszczenia (bliski 100%) i własności wytrzymałościowe;
- obróbki mechaniczne: szlifowanie, polerowanie, grawerowanie itp.;
- obróbki cieplne i cieplno-chemiczne: hartowanie, wyżarzanie, azotowanie;
- pokrywanie powłokami odpornymi na zużycie: PVD i CVD; rzadziej stosuje się powłoki metaliczne lub dekoracyjne oraz obróbki chemiczne np. trawienie.

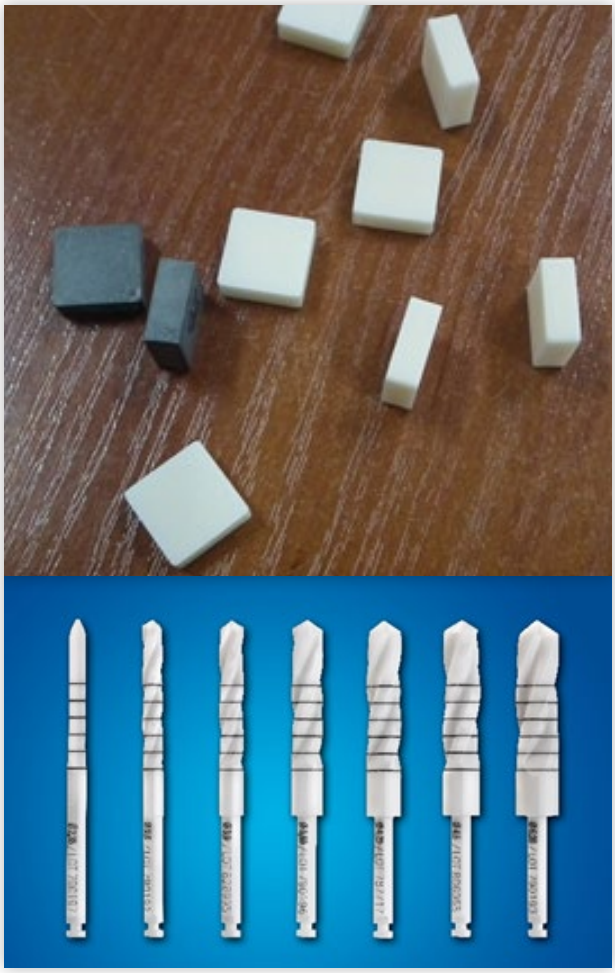
PODSUMOWANIE

Wysoka jakość wyrobów oraz możliwość obniżenia kosztów wytwarzania (przy długich seriach) jaką oferują techniki PIM, sprzyjają wysokiemu zapotrzebowaniu na wyroby w wielu branżach, takich jak:

- motoryzacja: elementy silników, osprzęt elektryczny,
- energetyka: stałotlenkowe ogniwa paliwowe (Rys.14),
- medycyna: implanty, narzędzia chirurgiczne i stomatologiczne, elementy ortodontyczne,
- telekomunikacja: części telefonów komórkowych,
- sprzęt sportowy: elementy złączne i mocujące,
- mikroelektronika: obudowy, radiatory, mikronapędy (Rys.15),



Rys. 15 Elementy napędowe z ceramiki wykonane w technologii PIM [8]



Rys. 16 Płytki skrawające [11] i wiertła ceramiczne [8] wykonane w technologii PIM

- narzędzia: skrawające, tnące, specjalne (Rys. 16),
- artykuły biurowe: elementy kopiarek, faksów, drukarek,
- uzbrojenie: elementy broni ręcznej,
- maszyny papiernicze: elementy tnące,
- mechatronika i mechanika precyzyjna: elementy zegarków naręcznych, maszyn do szycia,
- sprzęt optyczny: aparaty fotograficzne, kamery, okulary,
- rdzenie odlewnicze, rdzenie kanałów wewnętrznych turbin gazowych (Rys.17),
- maszyny włókiennicze i tekstylne,
- artykuły konsumenckie: biżuteria, guziki itp.

Technologia PIM umożliwia wytwarzanie unikalnych kształtów geometrycznych na wysokim poziomie integracji funkcjonalnej z konwencjonalnych materiałów ceramicznych i metalowych, które są trudne do wykonania w tradycyjnych metodach obróbki. Poza tym jest technologią opłacalną, dającą wiele możliwości zastosowań zarówno w branżach tradycyjnych, jak i wschodzących. Mimo że jest obecna na rynku od ponad czterdziestu lat nadal znajduje się w fazie dynamicznego wzrostu, nie wykazując przy tym oznak stagnacji. Oczywistymi zaletami, w porównaniu do głównych technologii tradycyjnych, są wysoka jakość, relatywnie niskie koszty produkcji oraz szeroka gama przetwarzanych materiałów (w tym trudnoobrabialnych) dająca szerokie możliwości zastosowań.

Obecnie z całego wolumenu produkcyjnego 2/3 zastosowań przypada na techniki MIM. Produkcja zlokalizowana jest głównie w USA i Azji (razem ponad 70%) oraz w Europie.

Rys 17. Rdzenie do odwzorowania wewnętrznych kanałów łopatek turbin gazowych i turbosprężarek oraz forma po wtrysku [13]

W Polsce przetwarzaniem proszków PIM zajmują się tylko nieliczne firmy. Wśród produkowanych tą technologią wyrobów wartymi uwagi są przedstawione na rysunku 14 ogniwa paliwowe stałotlenkowe, w których energia chemiczna przekształcana jest w elektryczną, co jest przyszłością napędów w transporcie i nie tylko. Innym ciekawym przykładem są rdzenie odlewnicze do kanałów łopatek turbin gazowych i turbosprężarek, używane w lotnictwie (Rys. 16).

Celami dla przyszłego rozwoju są: uzyskiwanie węższych tolerancji, większych maksymalnych mas wyrobów, szersza gama materiałów i zmniejszenie kosztów produkcji.

Andrzej Zwierzyński

Literatura:

[1] D. Biało, Z. Ludyński: *Technologia wtrysku proszków ceramicznych i metalowych,* Sympozjum Plastech '94

[2] U. M. Attia, J. R. Alcock: *A review of micro-powder injection moulding as a microfabrication technique,* Journal of Micromechanics and Microengineering, 2011,Vol. 21, Nr 4

[3] É. Baril, Y. Thomas, J-F. Hétu, S. Pelletier: *Powder Injection Molding (PIM) for Low Cost Manufacturing of Intricate Parts to Net-Shape, Québec,* Canada 2006

[4] D. Kuhn: *Aufstand der Zwerge,* MM Plastics, 7/8.2003

[5] P. Quirmbach, S. Schwartz, F Magerl: *Nutzung der Spritzgießtechnologie innerhalb einer modernen Geschirrfertigung,* DKG 81 (2004) No. 1-2

[6] *Pulverspritzguss MIM/CIM* – PDF

[7] R. Zauner: *Pulverspritzgießen Powder Injection Molding,* ARC GmbH

[8] Materiały firmowe Maxon Ceramic, Maxon Motor GmbH

[9] *Keramik aus der Spritzgießmaschine,* KE Next 1/2006

[10] M. Bappert: *Feinmechanische Präzisionsbauteile aus Zirkonoxid, Think Ceramics, Technische Keramik*

[11] Zdjęcie – Instytut Energetyki, Oddział Ceramiki CEREL,

[12] Zdjęcia – Instytut Energetyki, Oddział Ceramiki CEREL,

Praca współfinansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój (Projekt POIR.01.02.00-00-0013/16 – NewSOFC: „Nowe konstrukcje, materiały i technologie wytwarzania zaawansowanych stałotlenkowych ogniw paliwowych")

[13] Zdjęcia – Instytut Energetyki, Oddział Ceramiki CEREL,

Praca została sfinansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu badawczego rozwojowego nr N R15 0009 06 pt.: „Opracowanie tworzywa ceramicznego i technologii wytwarzania rdzeni do odwzorowania powierzchni wewnętrznych kanałów łopatek turbin gazowych i turbosprężarek".

Praca współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – Nr umowy INNOLOT/I/8/NCBR/2013 (2013-2018) – INNOCAST

Praca współfinansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój (Projekt POIR.04.01.04-00-0001/17 – HPT-BLADE).

[14] A. Zwierzyński: *Wtryskiwanie proszków ceramicznych i metalowych,* PlastNews, 11/2015

CERAMIT

CERAMIC ENGINEERING

CERAMICZNE CZĘŚCI MASZYN

WTRYSKIWANIE CERAMIKI

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

TRITON
turystyczno-naukowe łodzie podwodne

Podczas gdy powierzchnia księżyca niemal już nie ma tajemnic, a badania Marsa pochłaniają miliardy dolarów, ¾ powierzchni Ziemi ciągle stanowi zagadkę. Od czasu do czasu odkrywa się pod wodą nieznane formy życia, a nawet zupełnie przypadkowo, podczas poszukiwań zaginionego samolotu – potężne łańcuchy górskie, nieoznaczone dotąd na żadnej mapie.

Ryszard Romanowski

Dna mórz i oceanów pozostają domeną wojska, misji naukowych i nurków. Od niedawna sensacją stały się doniesienia o podwodnych działaniach karteli narkotykowych, które przemycają swój towar na pokładach prymitywnych łodzi podwodnych. Zlokalizowano takie jednostki nie tylko na Morzu Karaibskim i Pacyfiku ale nawet u wybrzeży Hiszpanii. Istnieje również kilka działających firm, które oferują niewielkie, zaawansowane technicznie, cywilne łodzie podwodne. Te małe zazwyczaj manufaktury działają dla mikroskopijnej grupy bardzo bogatych klientów.

Wyjątkiem jest amerykańska firma Triton Submarines, zlokalizowana w Sebastian na Florydzie. Jej szefowie, Brian Jones i Patrick Lahey, posiadają długoletnie doświadczenie w przemyśle budującym wojskowe okręty podwodne, jak również w przemyśle lotniczym. Po raz pierwszy o firmie usłyszano w 2008 roku, kiedy to na początku swej działalności zaprezentowała ona niewielką jednostkę podwodną Triton 1000/2. Uwagę zwracał akrylowy kadłub, a przede wszystkim jego mieszcząca dwie osoby ciśnieniowa kabina o sferycznym kształcie, pozwalająca na doskonałą widoczność. Jednostkę certyfikowały niezależne firmy, zapewniając bezpieczną głębokość maksymalną wynoszącą 305 metrów. Łódź ważyła 3100 kg, a więc mogła być transportowana nawet na pokładzie dużego jachtu. Akumulator 12,6 kWh zapewniał możliwość pracy przez dziesięć godzin. Zwrotność i manewrowanie zapewniały stery strumieniowe, napędzane silnikami o mocy 2 kW. Mimo wielu prób i certyfikacji

Triton 1000/2

Triton 660/2

każdego zespołu pojazdu, zakładano jego awarię. Na tę okoliczność zapewniono system podtrzymywania życia, składający się z zasobnika z tlenem i tzw. myjki dwutlenku węgla. System ten może działać przez ponad dziewięćdziesiąt godzin. Sterowanie maksymalnie uproszczono. Pilot dysponuje joystickiem i ekranem dotykowym, z możliwością przejścia w przypadku awarii na sterowanie ręczne. Już pierwsze niezależne testy ujawniły, że jednostka nie jest może zbyt szybka, ale porusza się bardzo stabilnie i stanowi doskonałą platformę dla kamer filmowych i aparatów, oraz mocowania oświetlenia wymaganego w danych warunkach przejrzystości wody. Dzięki temu szybko stała się obiektem zainteresowania naukowców i filmowców. Wkrótce Triton 1000/2 doczekał się następców, w znacznie większych rozmiarach: w tzw. podwodnej klasie compact – Triton 660 Ultra Compact oraz trzyosobowy Triton 1650/3LP. Ten ostatni zapewnia 360-stopniową widoczność i może pracować na głębokościach do 500 m. Dumą firmy jest opinia o najlepszym na świecie opanowaniu technologii sferycznego formowania przezroczystego tworzywa akrylowego o stałej grubości i dużej wytrzymałości na panujące na dużych głębokościach ciśnienia.

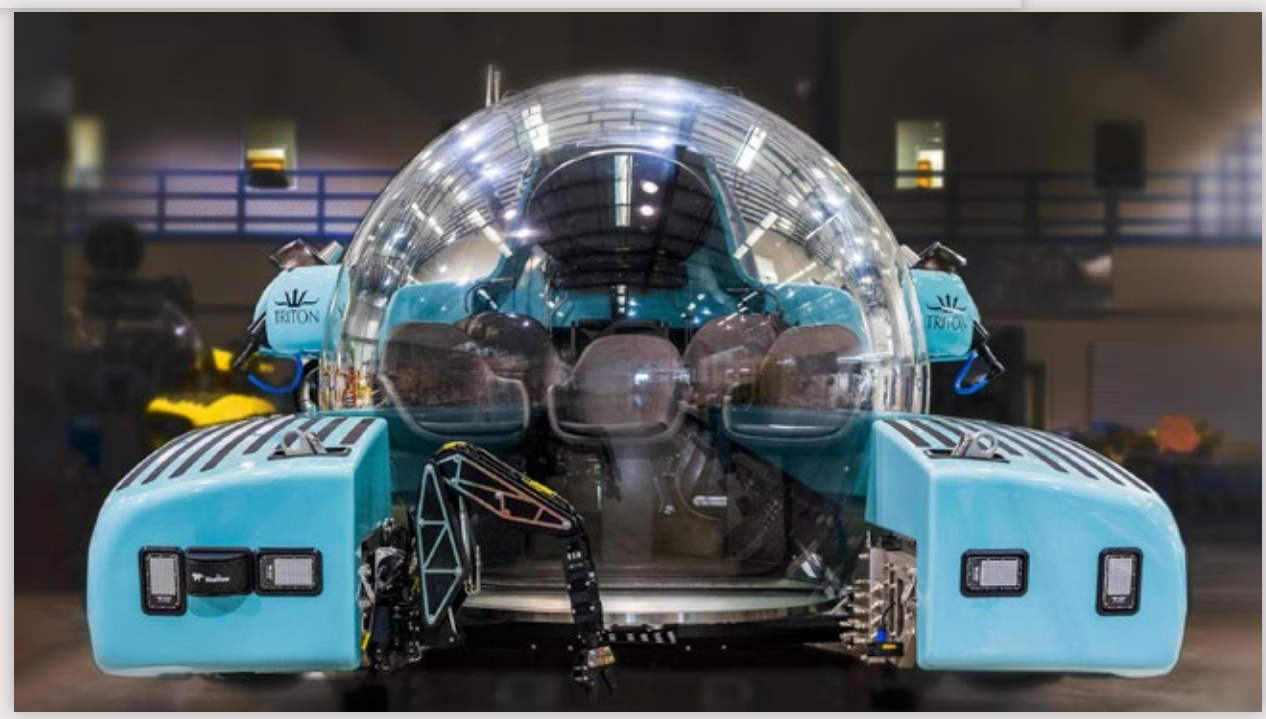
Triton 1650/3LP

Niezwykłe możliwości łodzi Triton sprawiły, że zainteresowali się nimi bardzo bogaci klienci, nabywcy jachtów i hipersamochodów. Dla tej grupy dotychczasowe konstrukcje były zbyt mało luksusowe. Dzięki nim powstał projekt Neptun, realizowany przy współpracy z marką Aston Martin. Sferyczna, akrylowa kabina mieści trzy osoby siedzące w obitych skórą fotelach we wnętrzu wykończonym szlachetnymi materiałami. To jednak nie wszystko. Zewnętrzna szyba pokryta jest irydem, co zapewnia większą jasność i lepsze kontrasty. Pojazd może działać do głębokości 500 m przez maksymalnie osiem godzin. Później, w razie ewentualnej awarii lub np. uwięzienia we wraku lub jaskini, można korzystać z systemu wsparcia życia. Jednostka ma długość 4,1 m, szerokość 2,85 m i wysokość

Triton Project Naptune

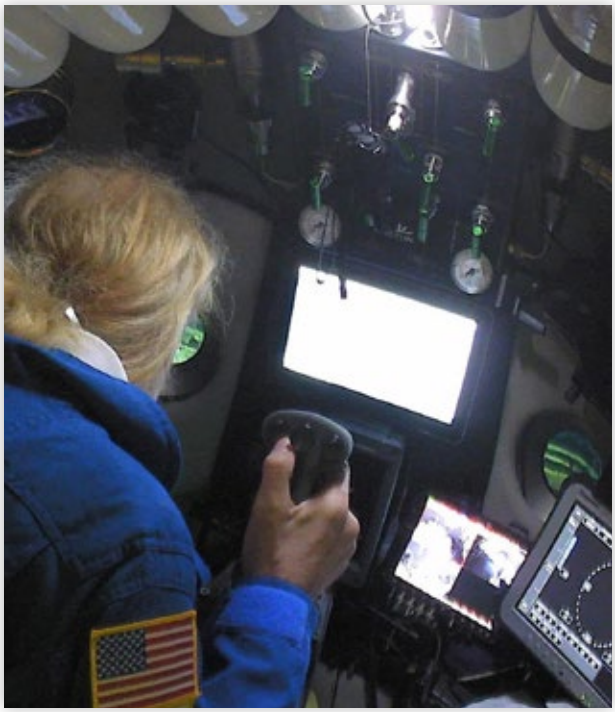
1,9 m. Waży 4200 kg, a pojemność tzw. zmiennego balastu to 140 litrów morskiej wody. Wspólnie z Aston Martinem opracowano układ napędowy pozwalający na schodzenie pod powierzchnię i manewrowanie przypominające jazdę sportowym samochodem. Dwa główne stery strumieniowe mają silniki o mocy 12,6 kW, a dwa stery strumieniowe pionowe po 5,5 kW.

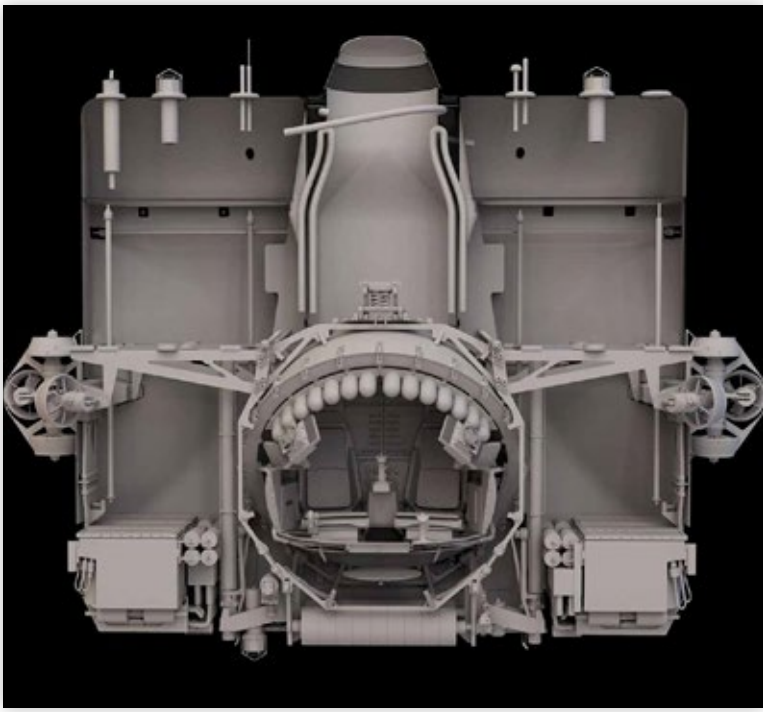
W międzyczasie rozwinięto technologię budowy kabin ciśnieniowych z przezroczystego akrylu *Advanced Versatile Acrylic*. Model 3300/6 ma największy na świecie sferyczny kadłub ciśnieniowy, mogący pomieścić sześć osób. Wytrzymuje on bez trudu ciśnienia na głębokościach dochodzących do 1000 m. Jednak nie zaspokoiło to oczekiwań inżynierów. Opracowano duże kadłuby, które nie muszą już mieć kształtu sferycznego. Firma oferuje łodzie podwodne mogące służyć za pływający bar lub salę ślubną dla dziewięciu osób.



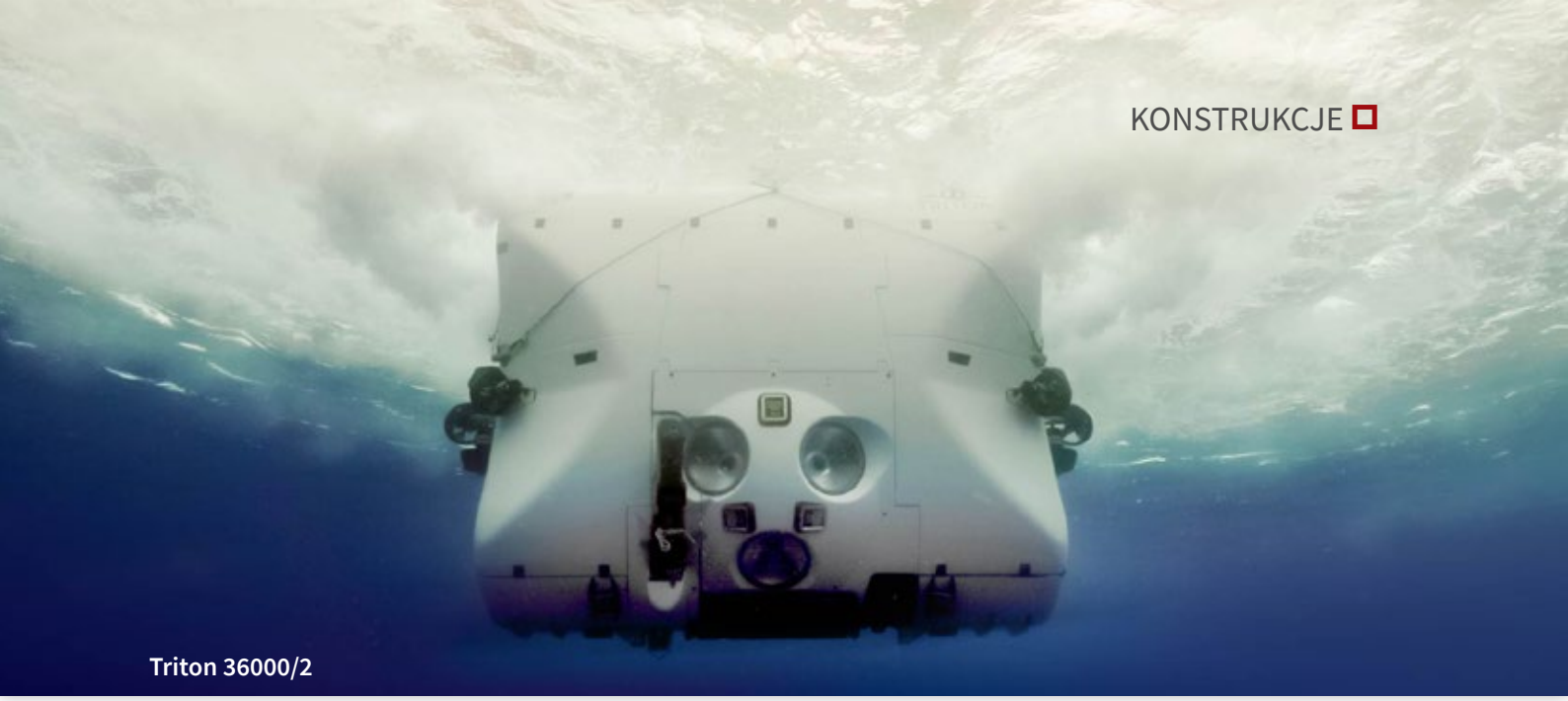
Triton 3300/6

Coraz większe zainteresowanie produktami Triton Submarines sprawiło, że powstała filia w Barcelonie, a zatrudnienie w firmie znalazło 50 pracowników. Ta stosunkowo niewielka grupa ludzi podjęła jeszcze większe wyzwanie. Zbudowano Tritona 36000/2 z certyfikatem Depth Unlimited. 28 kwietnia 2019 roku ta łódź podwodna, dowodzona przez Victora Vescovo, osiągnęła dno słynnej Challenger Depth, głębi leżącej w Rowie Mariańskim, 10 928 metrów pod wodą. W tym wypadku kadłub akrylowy nie zdałby egzaminu. Wybrano stop tytanu i ustanowiono kolejny rekord. Opracowano metodę kucia tego niewdzięcznego w obróbce materiału, która zapewniła uzyskanie sferycznego w 99,93% kształtu. Grubość kadłuba przedziału załogi wynosi 90 mm. Łódź ważąca 12 500 kg, ze stukilogramowym balastem zmiennym, dzięki baterii 65 kWh może wykonywać podwodne misje przez 16 godzin. Później system awaryjny może przez 96 godzin podtrzymywać życie załogi. Ogromną wagę poświęcono wydajności hydrodynamicznej urządzenia, a wszelkie systemy sterowania zaprojektowano





Triton 36000/2 – wnętrze przedziału załogi i przekrój od przodu



Triton 36000/2

nadwymiarowo. Zdaniem konstruktorów, bez względu na rodzaj awaryjnej sytuacji zawsze możliwy jest powrót na powierzchnię morza.

Warto wspomnieć o niezwykle rozbudowanej części elektronicznej, szczególnie w przypadku modeli będących platformami filmowymi. Systemy zapewniają doskonałą integrację platformy oświetleniowej np. LED, składającej się z 10 reflektorów o jasności 20 tys. kandeli każdy, ze specjalistyczną platformą dla kamer o różnych parametrach i rozdzielczościach. System zapewnia kontrolę ruchu każdej z nich, od tych nagrywających pod dużymi kątami w rozdzielczości 4K, po precyzyjne kamery makro. Tritony zostały docenione m.in. przez takich producentów jak BBC i Animal Planet.

Szefowie firmy często powtarzają, że głównymi zasadami przestrzeganymi podczas projektowania są: widoczność, doświadczenie, niezawodność, prostota i certyfikacja. Ta ostania realizowana jest zwykle przez niezależne i często nieprzepadające za Triton Submarines firmy. O łodziach Triton robi się coraz głośniej, nie tylko w niewielkim gronie eksploratorów głębin.

Ryszard Romanowski

tritonsubs.com

Triton 36000/2 w okolicy Sandwichu Południowego, luty 2019. Obok widok konsoli centralnej.

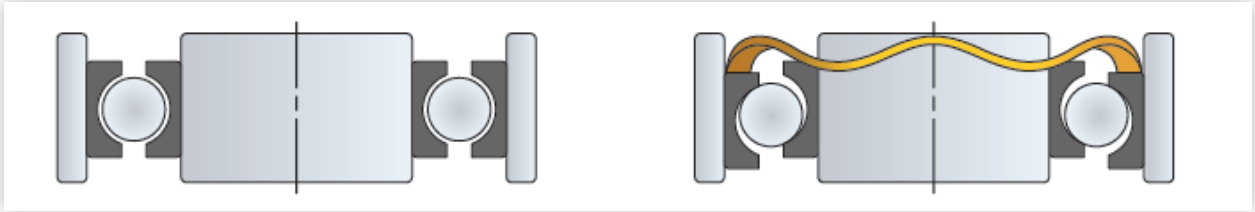
Sprężyny faliste do wstępnego obciążania łożysk: co, jak i dlaczego?

Czym jest wstępne obciążanie łożyska? Jak to się robi? Dlaczego warto wstępnie obciążać łożyska? Co mamy na myśli, kiedy mówimy o wstępnym obciążaniu łożyska?

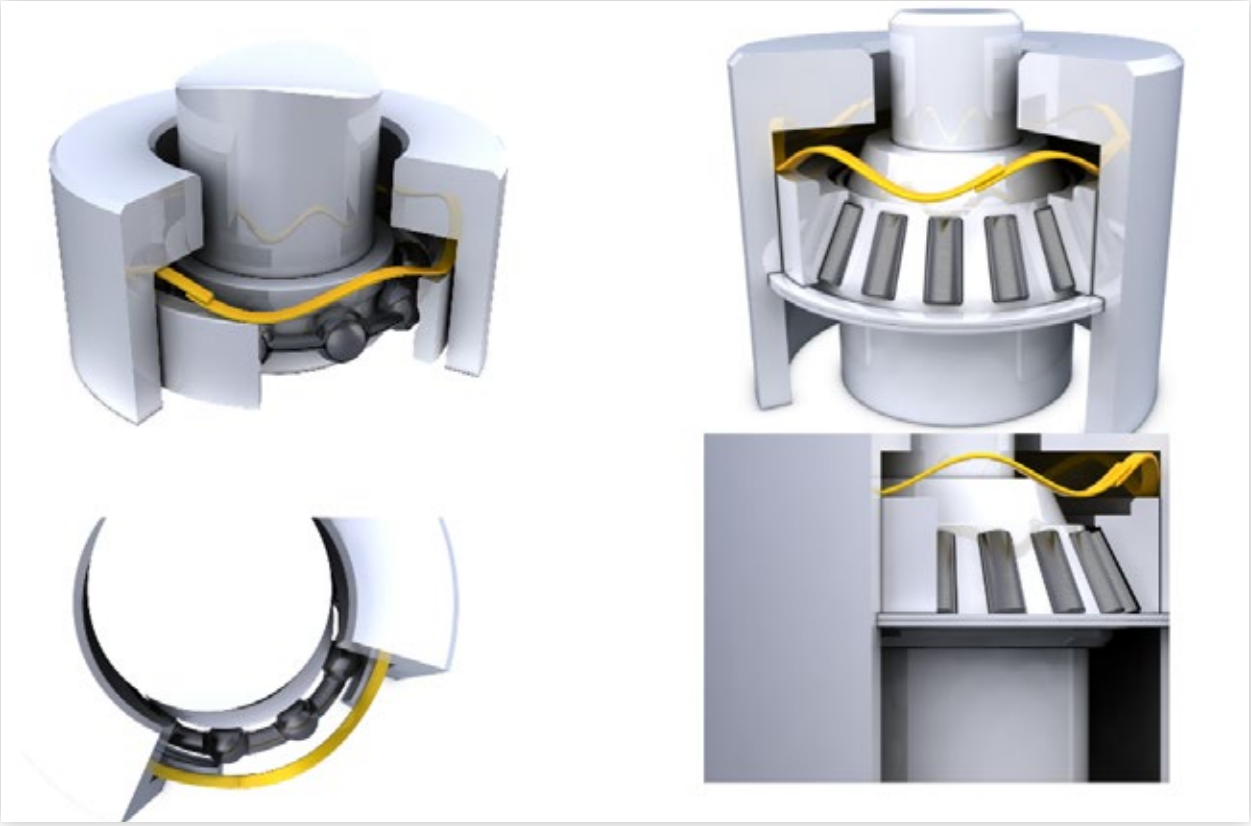
Łożyska są konstruowane z myślą o swobodnym poruszaniu się i składają się z wielu komponentów, które pracują razem w złożeniu. Dodawanie tolerancji wynikających zarówno z procesu produkcji komponentów, jak i z montażu finalnego produktu łatwo może skutkować wystąpieniem problemów. Właśnie wtedy ujawniają się zalety wstępnego obciążania łożysk.

Wstępne obciążanie wiąże się z przyłożeniem ciągłej siły osiowej do łożyska. Jak uzyskać taki efekt? Czy są rożne rodzaje obciążeń wstępnych? Zasadniczo są dwie metody obciążania łożyska. Jedną z nich jest metoda obciążania „na stałe" z wykorzystaniem mechanizmu odpowiednio utrzymującego wewnętrzny i zewnętrzny pierścień łożyska.

Bardziej popularna, a zarazem prostsza i tańsza jest metoda obciążenia wstępnego z wykorzystaniem sprężyny, która zapewnia przyłożenie stałej siły osiowej z danej strony łożyska. Jednozwojowe sprężyny faliste Smalley zapewniają niezbędną siłę nacisku wstępnego między wewnętrznymi i zewnętrznymi pierścieniami łożyska, jednocześnie kompensując różnego rodzaju dodane tolerancje czy niewspółosiowość termiczną. Luz ulega redukcji, zarówno w wymiarze promieniowym, jak i osiowym, co ilustruje rysunek poniżej.



Po lewej: łożysko bez obciążenia wstępnego. Luzy mogą powodować wibracje i przyspieszone zużycie komponentów. *Po prawej:* łożysko z obciążeniem wstępnym. Kulki i pierścienie przylegają do siebie, co skutkuje redukcją drgań i chroni przed zużyciem



Dlaczego więc obciążamy wstępnie łożyska?

Kontrolowanie luzu ma zasadnicze znaczenie dla zachowania funkcjonalności i długotrwałości łożyska. Nacisk zapewnia stały kontakt między elementami łożyska (typu kulki czy igiełki) a pierścieniami. Wśród zalet takiego rozwiązania jest między innymi redukcja luzów osiowych i promieniowych. Głównym celem wstępnego obciążania jest przedłużenie trwałości łożyska, a co za tym idzie, także Państwa urządzeń.

ZALETY WSTĘPNEGO OBCIĄŻANIA ŁOŻYSK

Prawidłowe obciążenie łożyska przedłuży jego trwałość. Użycie do tego celu sprężyny sprawdzi się w zastosowaniach o znaczeniu krytycznym, a więc o wysokiej precyzji, czy też o wysokich prędkościach obrotowych. Zasadniczo wykorzystanie sprężyny wiąże się z zmniejszeniem wymagań w zakresie tolerancji samego łożyska, a jednocześnie pomaga wytrzymać wyższe prędkości robocze.

Zalety:

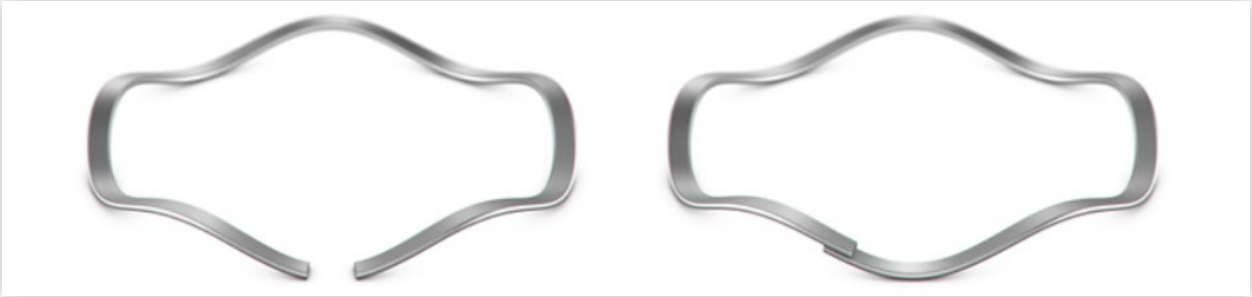
- **Kontrola luzu osiowego i promieniowego**
  Komplet kulek i pierścienie przylegają pewnie i przejmują różnice wymiarowe.
- **Mniejsze zużycie łożyska**
  Lepszy rozkład obciążeń między łożyskami dzięki konstrukcji falistej.
- **Redukcja wibracji i hałasu**
  Ciche złożenia, nawet w zastosowaniach o wysokim poziomie drgań.
- **Eliminacja poślizgu kulek**
  Oddziaływanie stałej siły zapewnia płynny ruch.
- **Precyzyjne pozycjonowanie wału**
  Sprężyna falista utrzymuje wał w pozycji centralnej, co powoduje optymalne rozłożenie siły odśrodkowej.

WYBÓR SPRĘŻYNY DO WSTĘPNEGO OBCIĄŻENIA ŁOŻYSKA

Jakiego rodzaju sprężyny użyć?

Każde zastosowanie ma unikalny charakter, co sprawia, że dobór właściwej sprężyny jest bardzo istotny.

Należy wziąć pod uwagę tolerancje całościowe, gdyż umieszczenie zbyt dużego obciążenia wstępnego na łożysku może skutkować jego przyspieszonym zużyciem. Z kolei zbyt małe obciążenie



Sprężyna falista z luką (po lewej) i sprężyna z końcówkami „na zakładkę” (z prawej)

może wiązać się ze zwiększeniem poziomu hałasu w układach o wysokim poziomie drgań.

Seria SSB sprężyn falistych firmy Smalley do wstępnego obciążenia łożysk została precyzyjnie zaprojektowana pod kątem potencjalnych zastosowań. Podstawowe dwa typy jednozwojowych sprężyn falistych w naszej ofercie to sprężyny z luką i sprężyny „na zakładkę”.

Jak sama nazwa wskazuje, sprężyny z luką mają odstęp pomiędzy końcówkami zwoju, podczas gdy w przypadku sprężyn „na zakładkę” końcówki zwojów zachodzą na siebie. Sprężyny w obu konfiguracjach mogą swobodnie obracać się po obwodzie łożyska, również podczas ugięcia i kompresji, co stanowi istotną zaletę w porównaniu do konwencjonalnych podkładek falistych. Zbyt mocno wciśnięte podkładki mogą ulec zakleszczeniu czy usztywnieniu, co sprawia, że obciążenie sprężyste staje się nieprzewidywalne.

Możemy zaoferować ponad 300 standardowych części wykonanych ze stali nierdzewnej lub węglowej, odpowiadających najbardziej popularnym rozmiarom łożysk. Właściwy rozmiar znajdą Państwo w tabeli odnośników.

Jeśli interesują Państwa sprężyny do zastosowań wymagających większej siły, mogą Państwo wziąć pod uwagę sprężyny zagnieżdżone z naszej oferty, zapewniające mocniejsze obciążenie wstępne. Na dole strony przedstawiono zagnieżdżoną sprężynę falistą o trzech zwojach w przykładowym zastosowaniu.

DODATKOWE MATERIAŁY

Nasz zespół inżynierów jest do Państwa dyspozycji – chętnie pomożemy zaprojektować niestandardową sprężynę na potrzeby Państwa aplikacji. □

Pobierz Smalley’s Parts & Engineering Catalog lub zamów egzemplarz papierowy

Pobierz broszurę serii Smalley SSB

Zamów bezpłatne próbki do testów

Prześlij nam swoje wymagania, a dobierzemy lub zaprojektujemy odpowiednią część

Dowiedz się więcej o sprężynach falistych – pobierz e-book.

Jak dobierać systemy **SCADA**?

Ostatnio wspominałem o przemysłowych systemach kontroli opartych na PLC (*Programmable Logic Controller*, czyli programowalny sterownik logiczny) i DCS (*Distributed Control System*, czyli rozproszony system sterowania). Zbierają one dane z czujników rozmieszczonych na obiekcie i zgodnie z zaimplementowanymi algorytmami sterują elementami wykonawczymi i regulują wartości. Same sterowniki, to jednak nie wszystko. Operator, czy to prostej maszyny, czy linii produkcyjnej, musi mieć podgląd jej stanu i możliwość wydawania komend. W najprostszym przypadku są to przyciski i lampki na drzwiach szafy sterowniczej. W wersji bardziej zaawansowanej – panele operatorskie nazywane HMI (*Human Machine Interface*, czyli interfejs pomiędzy człowiekiem a maszyną), a jeśli mamy do czynienia z dużym obiektem, linią produkcyjną lub procesem, używany jest system komputerowy nazywany SCADA (*Supervisory Control And Data Aquisition*, czyli nadzór i pozyskiwanie danych).

Rafał Cop

Warto podkreślić różnicę pomiędzy HMI i SCADA, gdyż nazwy te bywają używane zamiennie, co jest błędem. HMI to interfejs między operatorem a maszyną, czyli np. ekran dotykowy, czy też ekran monitora, myszka i klawiatura. Natomiast SCADA to oprócz interfejsu z użytkownikiem, cały system gromadzący i przetwarzający dane. W związku z tym HMI jest częścią SCADA.

SCADA zbiera dane z kontrolerów, archiwizuje, wizualizuje w zrozumiały dla użytkownika sposób, pokazuje alarmy, zdarzenia, trendy, pozwala sterować elementami wykonawczymi w trybie automatycznym i ręcznym, zmieniać nastawy i parametry. Składa się zwykle z serwera (lub serwerów) i kilku stacji operatorskich.

Projektując przemysłowy system kontroli możemy znaleźć się w jednej z dwóch sytuacji:

- dostajemy wolną rękę w doborze elementów składowych,
- elementy składowe są narzucone przez klienta.

W drugim przypadku powody mogą być różne: preferencje osób decyzyjnych, posiadanie produktów danego producenta, SCADA stanowi integralny element wybranego systemu (np. DCS), obawy przed koniecznością szkolenia personelu czy też strach przed nowym. Co ciekawe, często nowy system danego producenta jest diametralnie różny od produktu sprzed kilku czy kilkunastu lat, który jest obecnie użytkowany. W związku z tym szkolenie, tak czy owak, będzie konieczne.

Co robić w każdej z tych sytuacji? W przypadku, gdy klient sam wybrał system, a my uważamy, że nie jest to optymalna opcja, warto porozmawiać i poznać, co zadecydowało o takim wyborze. Z doświadczenia wiem, że racjonalnie argumentując można przekonać do wyboru innego, bardziej dopasowanego rozwiązania.

Jeśli decyzja została już podjęta i nie ma pola do negocjacji, trzeba dopilnować, żeby zakupić wersję produktu, która spełni wszystkie

wymagania klienta. Osoby podejmujące decyzje nie zawsze są bowiem „techniczne". Podstawą jest tutaj rozmowa i szczegółowe doprecyzowanie wymagań.

W sytuacji pierwszej, gdy mamy wolną rękę, cena nie powinna być jedynym kryterium branym pod uwagę przy wyborze rozwiązania. O czym warto zatem pamiętać?

W pierwszej kolejności należy ustalić, czy produkt wspiera protokół komunikacyjny, po jakim ma nastąpić wymiana danych ze sterownikiem. Najczęściej jest to OPC lub Modbus TCP, ale nie zawsze. Może to być również jeden z protokołów używanych w konkretnej branży, np. IEC61850.

Warto sprawdzić, czy są jakieś systemy dedykowane do interesującej nas branży. Niektóre z branż mają bowiem specyficzne wymagania i są firmy wyspecjalizowane w dostarczaniu spełniających je rozwiązań.

Ważnym czynnikiem jest architektura systemu. Może to być pojedynczy serwer albo rozwiązanie redundantne z dwoma. Czasem wystarczą natomiast same stacje operatorskie.

Kolejna istotna informacja dotyczy sposobu odczytywania danych ze sterowników: czy wszystkie komputery czytają bezpośrednio, czy też tylko niektóre z nich, przekazując dane do pozostałych.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa należy ustalić, czy składowe systemu zostaną połączone w sieć odizolowaną, czy też mającą dostęp do internetu. W drugim przypadku konieczne jest zadbanie o oprogramowanie antywirusowe, do tworzenia kopii zapasowych, firewall.

Licencje oprogramowania SCADA mogą być typu *runtime*, czyli tylko do uruchamiania gotowej aplikacji, lub *development*, pozwalające również na dokonywanie zmian w aplikacji. Wersja *development* jest oczywiście znacznie droższa, więc jeśli klient nie planuje dokonywać zmian w stworzonej aplikacji polecana jest licencja *runtime*.

Kolejny czynnik wpływający na cenę licencji to ilość punktów danych (tagów). Konieczne jest oszacowanie i zakup licencji pokrywającej przewidywaną liczbę. Nie trzeba chyba dodawać, że im większa liczba tagów, tym droższa licencja.

Pierwotny koszt zakupu licencji niekoniecznie musi być kosztem całkowitym. Licencja może być bowiem bezterminowa, albo też na czas określony, po którym należy zapłacić za jej odnowienie. Dodatkowy koszt może stanowić tzw. *software update service*, płatny zwykle raz do roku. W ramach tego serwisu otrzymuje się wszelkie aktualizacje oprogramowania.

Porównując rozwiązania różnych producentów trzeba zwrócić uwagę, czy oprócz kosztu licencji głównego oprogramowania konieczny jest zakup licencji na dodatkowe programy (np. OPC, system bazodanowy itp.).

Czynniki mające wpływ na cenę są istotnymi, ale nie jedynymi kryteriami, które powinniśmy brać pod uwagę. Ważna są także: dostępność i popularność w kraju klienta, niezawodność, stabilność, opinie użytkowników. Dla przykładu, korzystniejsze jest czasem użycie nieco starszej, ale sprawdzonej, stabilnej i niezawodnej wersji, niż świeżo wypuszczonej na rynek, ale jak się okazuje, w pewnych kwestiach niedopracowanej.

Nie do przecenienia jest jakość i dostępność dokumentacji oraz wsparcia technicznego. W trakcie tworzenia aplikacji zetkniemy się z wieloma wyzwaniami. Niektóre z nich okażą się stosunkowo łatwe do rozwiązania, inne będą wymagały pomocy ekspertów. Z kiepską dokumentacją i ograniczonym wsparciem producenta narażamy się na duże ryzyko.

Poczytajmy o procesie instalowania oprogramowania, w niektórych przypadkach jest to „przeklikanie" kilku kroków, podczas gdy w innych – żmudna procedura wymagająca przewertowania kilku manuali, forów internetowych i zdobycia „wiedzy tajemnej".

Różnie bywa z radzeniem sobie z przejściem do nowej wersji systemu. To ważne w przypadku

modernizacji istniejącego systemu kontroli. Bywa, że konieczne jest ręczne przenoszenie baz danych, modyfikacja ścieżek dostępu, przeszukiwanie skryptów, ale bywa też tak, że po prostu otwiera się starą aplikację w nowszej wersji i można pracować.

Warto dowiedzieć się, jak odbywa się proces eksportu sygnałów ze sterownika do bazy danych systemu SCADA. Czy dostępne są narzędzia wspierające, czy też trzeba wszystko tworzyć ręcznie? Przy dużej ilości sygnałów będzie to czasochłonny proces. Istotne są wymagania klienta w odniesieniu do alarmów, zdarzeń, trendów. Miejmy pewność, że wybrany system pozwoli na ich realizację.

Osoby lubiące tworzyć skrypty, własne narzędzia, powinny sprawdzić, czy taka możliwość jest wspierana (np. za pomocą wbudowanego edytora Visual Basic). Jest to niezwykle wygodna opcja, gdy tworzy się projekty używając oprogramowania jednego dostawcy. Daje możliwość zautomatyzowania wielu procesów.

Z punktu widzenia samej estetyki aplikacji istotna jest np. łatwość przeskalowywania grafik (przydatne, gdy mamy w systemie komputery o różnych rozdzielczościach), dostępność bibliotek z elementami, stosowanie wygładzania (antyaliasing), obecność wygodnych narzędzi do edycji, podążanie za światowymi trendami i standardami obowiązującymi w automatyce przemysłowej.

Jeśli aplikacja ma być dostępna w więcej niż jednym języku, produkt musi umożliwiać zaimplementowanie takiego rozwiązania. Wskazane jest sprawdzenie przed zakupem, czy dany język jest wspierany.

Ogromne znaczenie ma też posiadana ekspertyza – zawsze starajmy się przekonywać klienta do systemów, które już znamy, mamy stworzone standardy, biblioteki, dokumentację. Jest to optymalna sytuacja. Tworzenie aplikacji od zera w nowym systemie wiąże się ze zwiększonym nakładem pracy, a co za tym idzie – czasem, kosztami i ryzykiem.

Przedstawiłem tutaj istotne z punktu widzenia mojego doświadczenia aspekty, na które warto zwrócić uwagę rozważając zakup systemu SCADA. Możliwe, że istnieją jeszcze inne.

Mam nadzieję, że dzieląc się moją wiedzą ułatwiłem dokonywanie wyboru oraz przyczyniłem do uniknięcia błędów, które mogłyby być kosztowne na etapie tworzenia aplikacji.

Rafał Cop

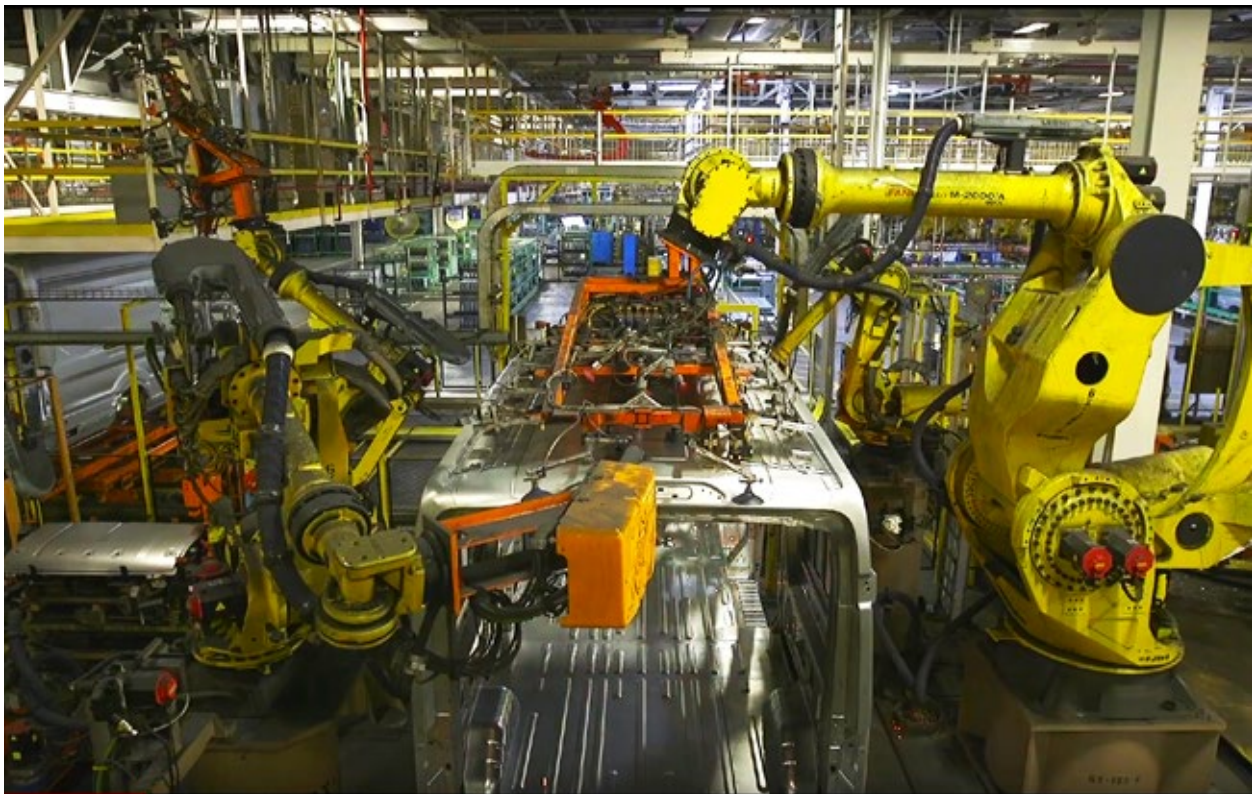
Zgrzewanie elementów konstrukcji w nadwoziach samochodów dostawczych

Wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej nadwozia samochodu nie jest proste ani łatwe. Realizacja wizji projektanta samochodu (niekiedy skomplikowana), światowe przepisy stosowane w przemyśle motoryzacyjnym, doświadczenia koncernów dotyczące pewnych rozwiązań wykorzystywanych i opanowanych w fabryce, do tego możliwości wykonawcze poddostawców osprzętu samochodu oraz możliwości technologiczne – wszystko to powoduje, że konstruktor nadwozia ma bardzo trudne warunki brzegowe do wykonania takiej dokumentacji.

Aleksander Łukomski

W nadwoziach zamontowany jest osprzęt i różne mechanizmy, jak np. mechanizm opuszczania szyb bocznych, wycieraczki, zamki i wiele innych. Niewidoczne są często efekty trudnych operacji technologicznych przeprowadzonych w nadwoziu (m.in. zawijanie i zaciskanie krawędzi części ruchomych nadwozia np. krawędzi drzwi, klap i niekiedy błotników).

Wydawałoby się, że samochody dostawcze, tzw. furgony są prostsze w konstrukcji. Jednak tu występują inne problemy niż w samochodach osobowych i to zarówno konstrukcyjne, jak i technologiczne. Trudnym technologicznie procesem, zwłaszcza w mniejszych seriach produkcyjnych, jest montaż dachu (dach zakłada się w jednej z ostatnich operacji montażu



Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl

Analiza wtrysku tworzyw sztucznych: efekt jettingu

Tworzywa sztuczne stosowane są dziś w każdej dziedzinie życia. Otrzymywane z nich produkty można znaleźć w elektronice, przemyśle maszynowym, budownictwie, transporcie, medycynie, przemyśle spożywczym, a nawet w zastosowaniach wojskowych czy kosmicznych. Swoją ogromną popularność zawdzięczają stosunkowo niskiej cenie produkcji, wysokiej estetyce, jak również prostocie formowania i barwienia. Jednak ich szerokie zastosowanie jest przede wszystkim efektem dobrego stosunku wytrzymałości do masy, odporności na niesprzyjające warunki otoczenia oraz wynika z prostoty automatyzacji procesu wytwarzania.

Maciej Majerczak

Przetwórstwo tworzyw sztucznych charakteryzuje się bardzo wąskimi tolerancjami parametrów procesu. Spora ilość zmiennych procesowych skutkuje znaczną ilością możliwych do uzyskania wad i defektów. Niektóre z defektów są rzadkie i stosunkowo łatwe do wykrycia i zapobiegania. Inne, jak na przykład deformacja skurczowa, są praktycznie niemożliwe do całkowitego usunięcia, a jedynym sposobem jest ich jak największa kompensacja poprzez poprawę geometrii, formowanie zdeformowanej wypraski na kopycie lub stworzenie przeciwformy. W tabeli 1 zestawiono podstawowe problemy występujące podczas wtrysku.

Rodzaj wady wyprawki	Wpływ danego parametru na określoną wadę wypraski																
Matowa łuska (niewysuszenie tworzywa)					↑4			↓3				↓5					
Srebrna łuska	↓5					↓4							↓2		↑3		
Ślady od włókna szklanego	↑3	↑4	↑2	↑2		↑5			↑1							2	
Niezhomogenizowane cząstki pigmentu	↑3				↑5			↓4									
Ciemne punkty na wyprasce	↓5																
Przywieranie wypraski do gniazda		↓5		↓3		↓4				↓3						6	
Niedolewy	↑1	↑2	↑4	↑4		↑5				↑3	↑1		↑5		↑0,5	0,3	0,4
Nadlewy	↓1		↓3	↓3		↓5				↓4				↑2			
Szary nalot	↓3				↑5			↓4					↓2				
Zapęcherzenia	↓1	↑2	↑3	↑5		↓0,5			↑4						↑3	5	4
Zmatowienia wokół wlewka	↑4	↑2					↓5								↑3		
"Przypalenia" powierzchni (efekt Diesel'a)				↓2		↓4				↓3	↑5			↓2		1	
Łamliwość (kruchość) wypraski	↓5	↑3		↓2								↓4			↑1		
Zapadnięcia	↓2	↓3			↑5				↑4						↑1		
Zamykanie pęcherzyków powietrza	↓5		↑1					↓4				↓3					
Paczenie		↓↑4		↓↑2		↓↑1										5	6
Efekt płyty gramofonowej	↑3	↑4			↑2	↑5											
Widoczne linie płynięcia (jetting)	↑2	↑3	↑2			↓5	↓5								↑4	6	
Ślady linii łączenia	↑3	↑4	↑2	↑2		↑5										2	3
Zmiana połysku (powierzchnia gładka)	↑3	↑4				↑2	↓5	↓1							↑1	0,25	0,5
Zmiana połysku (powierzchnia moletowana)	↑3	↑2	↑5	↑5		↑1			↑4						↑1	0,25	0,5
Rozwarstwienie	↑2	↑3					↓5	↓4									
Wypraska zbyt lekka	↓2	↓3	↑3	↑5					↑4						↑1		
Wypraska zbyt ciężka	↑2	↑3	↓4	↓2				↓4							↓5		
Uwagi: Zmieniać tylko jeden parametr w kolejności wynikającej ze skali jego wpływu ↑ - zwiększyć wartość ↓ - zmniejszyć wartość 0 - 6 - skala wpływu danego parametru	Temperatura wtrysku	Temperatura formy	Ciśnienie wtrysku	Ciśnienie docisku	Ciśnienie uplastyczniania	Szybkość wtryskiwania	Progr. Szybkość wtrysku	Prędkość obrotowa ślimaka	Czas docisku	Moment przełączania	Odpowietrzenie	Wilgotność tworzywa	Skok ślimaka	Siła zamykania	Przekrój wlewka	Konstrukcja gniazda	Konstrukcja wypraski

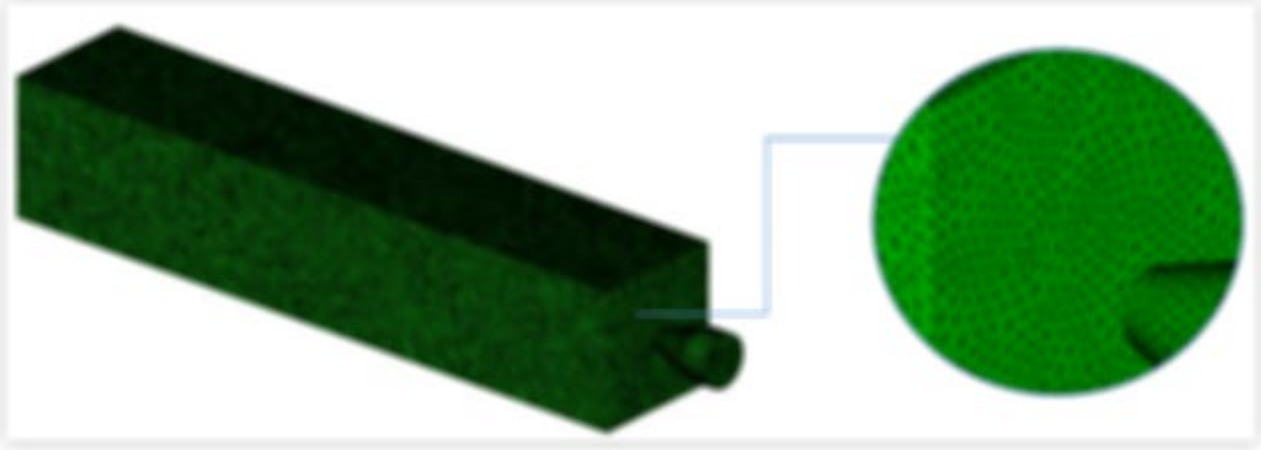
Tab. 1 Wpływ parametrów procesu na powstawanie wady dla komponentów wtryskiwanych

Rys. 1. Komponenty z widocznym efektem jettingu

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl
prenumerata@iter.com.pl



Rys. 2. Model belki z nałożoną przestrzenną siatką elementów skończonych

artykuł reklamowy

Krótki przewodnik po bezpiecznych dla żywności łożyskach do maszyn używanych w przetwórstwie spożywczym

Sébastien Lukat

Warunki pracy w zakładach przetwórstwa żywności i napojów stanowią trudne wyzwanie dla zespołów łożyskowych w oprawach. Wilgotne środowisko pracy i stosowanie agresywnych środków chemicznych do mycia i dezynfekcji tworzą wyjątkowo korozyjne środowisko dla elementów wykonanych z metalu.

Nawet niewielka ilość smaru w postaci zanieczyszczenia może spowodować poważne problemy dla producentów żywności

Ponadto stosowanie mycia wysokociśnieniowego może doprowadzić do podwinięcia wargi uszczelnienia, zwiększając ryzyko zanieczyszczenia łożyska bądź wymycie czy degradację smaru. W takim środowisku pracy większość zespołów łożyskowych osiąga relatywnie krótki okres trwałości.

Wielu użytkowników jest świadomych, że uszkodzenie łożyska może doprowadzić do nieplanowanego przestoju urządzeń i ryzyka zanieczyszczenia żywności. Niesprawny zespół łożyskowy może uwalniać smar do środowiska żywności. W bardziej ekstremalnych przypadkach do żywności mogą dostać się części z tworzywa lub metalu (np. z pierścienia uszczelnienia, kosza łożyska lub elementów tocznych) i spowodować jej zanieczyszczenie.

Oczywiście właściwa konserwacja może wydłużyć czas bezawaryjnej pracy. Zazwyczaj polega ona na okresowym uzupełnianiu smaru w łożyskach. Dosmarowywanie uzupełnia niedobór środka oraz w pewnym stopniu usuwa zanieczyszczenia. Jednakże dosmarowywanie łożysk jest kosztowne z uwagi na zużycie środka smarnego i koszt obsługi oraz stwarza możliwość kolejnego wycieku nadmiaru smaru, kiedy łożysko zacznie pracować.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa, zespoły łożyskowe muszą być dokładnie czyszczone, aby usunąć pozostałości żywności. Często jednak środki myjące nie docierają do szczelin lub zasłoniętych obszarów, gdzie mogą gromadzić i rozwijać się bakterie, powodując znaczne ryzyko powstania ogniska choroby. W niektórych zakładach powszechne jest stosowanie pokryw zabezpieczających głównie mających na celu ochronę operatora, lecz również w celu ochrony łożysk przed środkami myjącymi. Jednakże, pokrywy te nie zapewniają w 100% braku możliwości przedostania się smaru do środowiska oraz mogą gromadzić pozostałości smaru i wilgoć (w której rozwijają się bakterie), nawet jeśli są wyposażone w otwór do odprowadzania smaru.

Aby pomóc użytkownikom i producentom urządzeń lepiej zrozumieć dostępne alternatywne rozwiązania, które są bezpieczne dla żywności, firma Timken oferuje krótki przewodnik po różnych typach zespołów łożyskowych w oprawach do zastosowań na wszystkich etapach produkcji żywności oraz informacje, na co należy zwrócić uwagę przy wyborze danego rozwiązania:

- **Polimerowe łożyska ślizgowe**

Zespoły łożyskowe z łożyskiem ślizgowym zaprojektowane i wykonane przy wykorzystaniu różnych rodzajów polimerów. Te bezsmarowe łożyska są w sposób naturalny odporne na mycie i korozję oraz wydają się mieć lepsze osiągi pod względem trwałości eksploatacyjnej, konserwacji i bezpieczeństwa żywności niż tradycyjne łożyska kulkowe, szczególnie w miejscach, gdzie obowiązują surowe wymagania w zakresie mycia i dezynfekcji.

Materiałem stosowanym do produkcji łożysk ślizgowych może być niebieski polimer wykrywalny przez czujniki metalu w celu zapewnienia większego bezpieczeństwa żywności lub inne, zaawansowane technologicznie polimery, które zapewniają niezawodne działanie w warunkach większych prędkości i obciążeń oraz wyższych temperatur.

◦ *Przeznaczone do zastosowań o średnich prędkościach i braku naciągu wstępnego zespołu (np. modułowych taśm przenośnikowych, urządzeń samowyładowczych, mieszalników, zamrażarek, wałków pośrednich piekarnika, smażalników łopatkowych)*

◦ *Należy zwrócić uwagę na zespoły łożyskowe, które są wymienne ze standardowymi zespołami łożysk kulkowych stosowanymi w branży i które są wyposażone w tuleję ze stali nierdzewnej do osadzenia na wale oraz zapewniają optymalną powierzchnię pod łożysko.*

- **Łożyska kulkowe z wypełnieniem Solid Lube**

Niektóre zespoły łożyskowe mogą posiadać wypełnienie Solid Lube jako zamiennik smaru plastycznego. Wypełnienie to stanowi mikroporowatą polimerową strukturę nasączoną wysokiej jakości olejem z odpowiednimi dodatkami. Polimer wypełnia wolną przestrzeń wewnątrz łożyska, pomiędzy bieżniami, elementami tocznymi oraz koszem.

Taki rodzaj środka smarnego oferuje wiele korzyści. Po pierwsze, pełne wypełnienie zapewnia dodatkową ochronę przed przedostawaniem się zanieczyszczeń, co wpływa na niezawodność łożyska. Po drugie, w pełni eliminuje ryzyko wycieku i wynikowego zanieczyszczenia żywności. Ten rodzaj środka smarnego nie wymaga dosmarowywania, co przynosi oszczędności kosztów konserwacji.

◦ *Przeznaczone do: płaskich przenośników taśmowych, maszyn do panierowania, krajalnic, wykrywaczy metali, mieszalników bębnowych*

Niektóre polimerowe łożyska ślizgowe zostały zaprojektowane do pracy w warunkach bezpośredniego kontaktu z żywnością

Wypełnienie Solid Lube eliminuje problemy powodowane przez smar w łożyskach kulkowych

◦ *Należy zwrócić uwagę na wypełnienie zapewniające wyższą odporność chemiczną, jeżeli w procesie mycia stosowane są agresywne środki myjące; do maszyn piekarniczych, preferowane jest wypełnienie odporne na wyższe temperatury*

- **Higieniczne oprawy**

Oprawy łożyskowe zaprojektowane zgodnie z wymaganiami higienicznymi mają trwałą i zaokrągloną konstrukcję oraz gładkie wykończenie powierzchni, które jest zupełnie pozbawione miejsc, w których może zalegać żywność, co ułatwia skuteczne mycie. Z tego samego powodu do znakowania produktu stosowane jest znakowanie laserowe (w przeciwieństwie do standardowych wypukłych lub wklęsłych liter lub cyfr). Dostępne są także oprawy wykonane z optycznie wykrywalnego polimeru w kolorze niebieskim.

◦ *Przeznaczone do: każdego zastosowania, gdzie higiena ma kluczowe znaczenie; zastosowań HACCP, gdzie wymagane jest całkowite bezpieczeństwo żywności, np. wały przenośnika umieszczone nad żywnością*

Higieniczne oprawy pomagają zakładom posiadającym certyfikację ISO 22000 w poprawie ogólnego bezpieczeństwa żywności

◦ *Należy zwrócić uwagę na: świadectwo higienicznej konstrukcji – np. USDA Equipment Acceptance; właściwości konstrukcyjne takie jak zintegrowany element dystansowy podwyższający podstawę, który ułatwia mycie i dezynfekcję, poprawia warunki sanitarne i ogranicza powierzchnię styku, na której gromadzą się bakterie.*

PRZEKONUJĄCE ARGUMENTY ZA WYBOREM ŁOŻYSK BEZPIECZNYCH DLA ŻYWNOŚCI

Ile oszczędności może zapewnić konstrukcja łożyska, które jest bezpieczne dla żywności? Weźmy jako przykład zakład przetwórstwa mięsnego, w którym codzienne mycie powodowało częste usterki zespołów łożysk kulkowych odpornych na korozję zamontowanych w przenośnikach taśmowych w wyniku przedostawania się detergentu i powstającej korozji. Zespoły łożyskowe wymagały wymiany dwa razy w roku, co stanowiło koszt 1800 USD dla jednej taśmy (włączając koszt dosmarowywania dwa razy w tygodniu). Ponadto umiejscowienie niektórych zespołów łożyskowych (bezpośrednio nad strefami żywności) powodowało możliwość zanieczyszczenia smarem lub ciałami obcymi.

Zastosowane rozwiązania z zespołami łożyskowymi z łożyskiem ślizgowym (łożysko polimerowe z tuleją ze stali nierdzewnej) pracują w tym zakładzie ponad dwa lata bez potrzeby wymiany lub dosmarowywania oraz nie narażając wyrobu na ryzyko zanieczyszczenia. Oprócz wyeliminowania uciążliwości wymiany uszkadzanych zespołów łożyskowych, zakład oszczędza 1160 USD rocznie na każdej konserwacji pojedynczej taśmy (4 dla 6 taśm = 6960 USD).

Jeżeli pomnożymy ten wynik dla innych krytycznych miejsc w typowym zakładzie, to oszczędności generowane w wyniku zastosowania takiego rozwiązania mogą łatwo osiągnąć od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy USD rocznie, minimalizując przy tym zakłócenia w pracy zakładu.

W urządzeniach do przetwórstwa i pakowania, bezpieczne dla żywności zespoły łożyskowe mogą wspierać realizację strategii HACCP, usprawnić czas pracy i obniżyć ogólne koszty operacyjne

MĄDRY WYBÓR

Niezależnie od rynku lub branży, większość użytkowników jest przyzwyczajona do stosowania tych samych zespołów łożyskowych, które są dostarczane wraz z maszynami (wiele z nich 10 lub 20 lat temu), a niewielka ilość smaru lub korozji może nie wydawać się poważnym zagrożeniem dla personelu zakładu, którzy nigdy wcześniej nie spotkał się z tym problemem.

Jednakże, w dobie coraz surowszych standardów audytów bezpieczeństwa żywności, istnieje wiele praktyk, które akceptowano jeszcze trzy lata temu, a obecnie nie są już dozwolone. Wśród nich jest nieprzykładanie uwagi do bardzo realnego zagrożenia, jakie może stanowić zespół łożyskowy, włączając zanieczyszczenie żywności. Nawet niewielka ilość pozostałości żywności, ukryta pod pokrywą łożyska, może stać się z czasem poważnym problemem.

Obchód zakładu w towarzystwie zaufanego eksperta jest doskonałą okazją, aby lepiej poznać zespoły łożyskowe. Audyt krytycznych maszyn i lokalizacji zespołów łożyskowych może zająć zaledwie kilka godzin, lecz jego skutkiem może być długa lista zaleceń dla zapewnienia bezpieczeństwa żywności.

Jest to kolejny etap tworzenia bardziej produktywnego zakładu przetwórstwa żywności, gdzie na zyski nie wpływają niespodziewane przestoje, ogniska bakterii lub wycofania produktów.

Sébastien Lukat

Manager ds. zastosowań
Dział Żywności i Napojów
Timken Europe, Colmar, Francja

The Timken Company pomaga klientom na wszystkich rynkach prowadzić bardziej niezawodną działalność poprzez poprawę osiągów łożysk w kluczowych urządzeniach. W szczególności branża przetwórstwa żywności wymaga bezpieczniejszych dla żywności łożysk, zaprojektowanych specjalnie dla trudnych środowisk pracy.

https://www.timken.com/markets/food-and-beverage

Modyfikacja wiertarki kolumnowej

Wiertarkę kolumnową kupiłem około 15 lat temu. Byłem z niej zadowolony, choć dostrzegałem jej wady. Niemniej jednak, jako urządzenie przeznaczone do amatorskiego użytku zapewniło dobry stosunek jakości do ceny. Największą uciążliwością była, w mojej ocenie, niezbyt wygodna zmiana przełożeń przekładni pasowej. Wiertarka miała dwanaście prędkości obrotowych wrzeciona. Już samo otwarcie pokrywy przekładni rozwiązano niezbyt fortunnie. Pokrywa była zamykana wkrętem z łbem skrzydełkowym. Po wykręceniu wkrętu zawsze tak go sprytnie odkładałem, że nie mogłem go potem odnaleźć. Bez wkręcenia wkrętu pokrywa nieprzyjemnie hałasowała.

Jerzy Mydlarz

Pierwszą modyfikacją, którą wprowadziłem, była zamiana tego wkrętu na śrubę z nakrętka motylkową. Wymagało to wycięcia mało eleganckiego kanałka w pokrywie przekładni, ale rozwiązało problem. Teraz mogłem szybko otworzyć i zamknąć pokrywę nie zajmując się wykręcaniem, a potem poszukiwaniem wkrętu. Modyfikacja została przedstawiona na rysunkach 1 i 2.

Kolejnym problemem była niska moc silnika (450 W). Kiedy dokonywałem zmiany przełożenia, co przy niskich temperaturach w moim garażu było dość uciążliwe, brakowało mocy. We wspomnianych niskich temperaturach paski klinowe tężeją i start przy przełożeniach multiplikujących bywał trudny. Czasem wymagało to ręcznej pomocy. Ponadto, mechanizm przesuwu silnika elektrycznego został tak zaprojektowany,

Rys. 1

Rys. 2

że nawet najbliższe położenie silnika względem korpusu maszyny nie zapewniało wystarczającego zluzowania pasków.

W moich pracach warsztatowych bardzo często wiercę pojedyncze otwory o różnych średnicach. Narastała we mnie chęć usprawnienia procesu zmiany przełożeń. Początkowo myślałem nawet o zakupie nowej wiertarki z wariatorem pasowym ale analiza ekonomiczna wykazała, że tańsza będzie modyfikacja istniejącej maszyny.

Postanowiłem zamienić silnik wiertarki na większy i zastosować falownik. Zanim przystąpiłem do pracy, poczyniłem pewne założenia i postanowiłem w ramach tej modyfikacji rozwiązać jeszcze kilka innych problemów. Oto lista założeń:

1. Zastosowanie większego silnika razem z falownikiem,
2. Zastosowanie cyfrowego obrotomierza do pomiaru prędkości wrzeciona,
3. Poprawa oświetlenia przestrzeni roboczej,
4. Wymiana głównego wyłącznika prądu na bezpieczny, z tzw. grzybkiem,
5. Pozostawienie niezmienionych przełożeń przekładni pasowej,
6. Zapewnienie w nowym mocowaniu silnika bliższego jego dosuwu do korpusu maszyny,
7. Zapewnienie możliwości, na powrót, montażu oryginalnego silnika.

Przedostatni punkt jest szczególnie istotny ze względów bezpieczeństwa. Chciałem zapewnić sobie możliwość doprowadzenia do poślizgu paska w chwili gwałtownego wzrostu oporów skrawania. W oryginalnym rozwiązaniu, w takich sytuacjach, wiertarka po prostu się zatrzymywała.

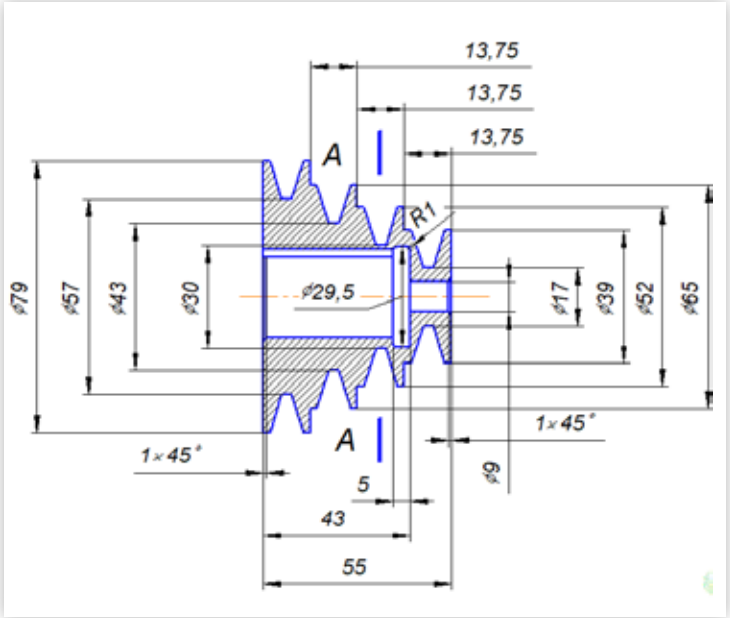
SILNIK

Z wyborem silnika nie miałem specjalnych problemów. Odpowiedni silnik pozostał mi z jednego z wcześniejszych projektów, kiedy to okazał się za słaby. Miałem zatem prawie nowy silnik trójfazowy 1,1 kW, o obrotach znamionowych 1400 obr/min. Oryginalny silnik miał

Rys. 3 Oryginalny silnik – po prawej stronie

identyczne obroty, moc 450 W i był silnikiem jednofazowym z kondensatorem. Oryginalny i nowy silnik pokazano na rysunku 3.

Na wale nowego silnika osadzone jest całkowicie nowe stalowe koło pasowe. Średnice poszczególnych kół pasowych są bardzo zbliżone do oryginału. Dwa najmniejsze koła są powiększone o 2 mm, ze względu na konieczność wydłutowania kanałka na wpust. Oryginalny wałek silnika ma średnicę 17 mm, a nowy 24 mm. Udało się również zmieścić promieniowy kanałek na wybieg noża dłutownicy wewnątrz trzeciego i czwartego koła pasowego, licząc od lewej. Fragment dokumentacji koła pasowego pokazano na rysunku 4.



Rys. 4

Rys. 5

Rys. 6

FALOWNIK

Dobór odpowiedniego falownika nie stanowił większego problemu. Nie jestem w tej materii specjalistą, ale ilość materiałów w sieci bardzo ułatwiła mi zadanie. Poszukiwałem falownika zasilanego prądem jednofazowym, przetwarzającego go na trójfazowy. Wybrałem falownik firmy Lite-On, model EVO6000, ze sterowaniem wektorowym, tj. taki, który umożliwia forsowanie wysokiego momentu obrotowego przy niskich obrotach. Taka charakterystyka odpowiada procesowi wiercenia. Im większe wiertło tym niższe obroty i wyższe opory skrawania. Programowania falownika nauczyłem się z filmików w internecie. Falownik połączony z silnikiem w czasie tzw. auto-tuningu z ruchomym wałem jest pokazany na rysunku 5. Obroty silnika są zmieniane potencjometrem umieszczonym na obudowie falownika. Służy on również do wprowadzania wartości w czasie programowania.

W prawym górnym rogu widoczny jest tablet, na którym wyświetlałem sobie film instruktażowy i powtarzałem czynności wg instrukcji. Mechaniczne połączenie silnika i falownika z wiertarką wymagało wykonania całkowicie nowego, specjalnego mocowania. Jest ono pokazane na rysunku 6, w trakcie prowadzenia prac ślusarskich. Płyta po prawej stronie służy do mocowania silnika. Dwa duże otwory w środkowej jej części mocują całość do prowadnic wiertarki. Płyta falownika jest po lewej stronie. Jest ona odsunięta w głąb, od czoła maszyny, na dwóch profilach kwadratowych.

OBROTOMIERZ

Gotowy zestaw, składający się z wyświetlacza z elektroniką, czujnika i magnesu, kupiłem w przystępnej cenie na portalu aukcyjnym. Musiałem tylko dodać zasilacz, który wydobyłem z zapasów. Zdecydowałem się umieścić wyświetlacz w przedniej części korpusu maszyny. Wykonanie obudowy obrotomierza wymagało trochę prac spawalniczych i ślusarskich. W kole pasowym wrzeciona został umieszczony magnes. Czujnik i magnes pokazano na rysunku 7.

Rys. 7

Rys. 8

Wyniki próby obrotomierza, zweryfikowanego za pomocą przenośnego tachometru, pokazano na rysunku 8.

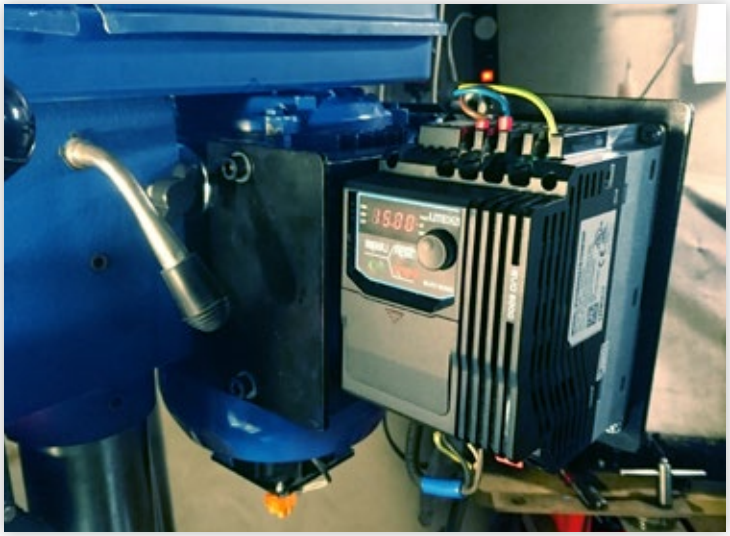
OŚWIETLENIE

Nowe oświetlenie, nakierowane na obszar obróbki, wykonałem za pomocą małej lampy LED o mocy 10 W. Jest ona pokazana na rysunku 9.

Rys. 9

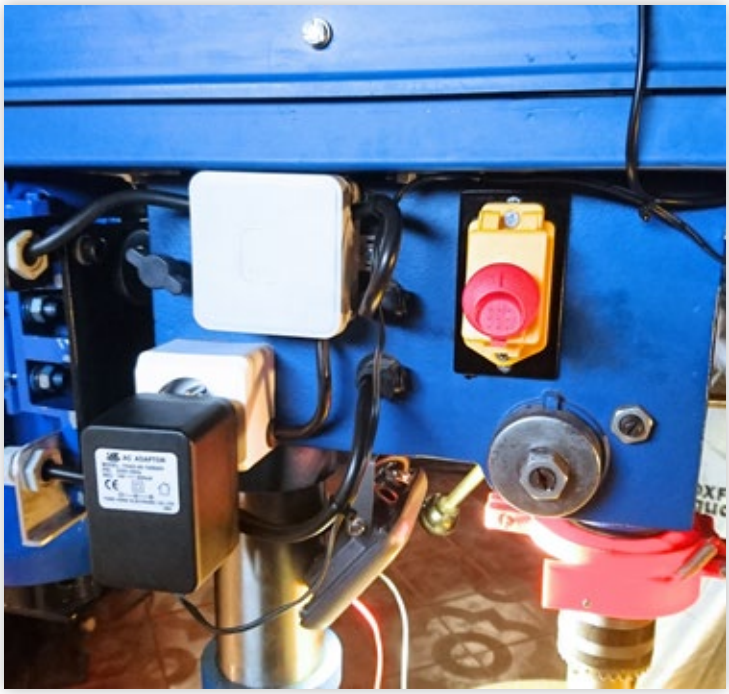
WYŁĄCZNIK BEZPIECZEŃSTWA I INSTALACJA ELEKTRYCZNA

Radykalne zwiększenie mocy silnika, jak również zastosowanie falownika, wymagało wymiany całej instalacji elektrycznej. Falownik zasilany jedną fazą i przetwarzający prąd na trójfazowy wymagał zastosowania przewodów o większym przekroju. Ponadto, wystąpiła konieczność umiejscowienia na korpusie obrabiarki gniazda dla zasilacza obrotomierza cyfrowego, miejsca zasilana lampy LED i pozostawianie miejsca do zasilania wentylatora silnika. Nie wiadomo było czy silnik będzie wymagał dodatkowego chłodzenia, ale na wszelki wypadek umieściłem na nim dodatkowy wentylator elektryczny, widoczny na rysunkach 10-12. Pierwsze próby nie wskazywały na taką potrzebę.



Rys. 10

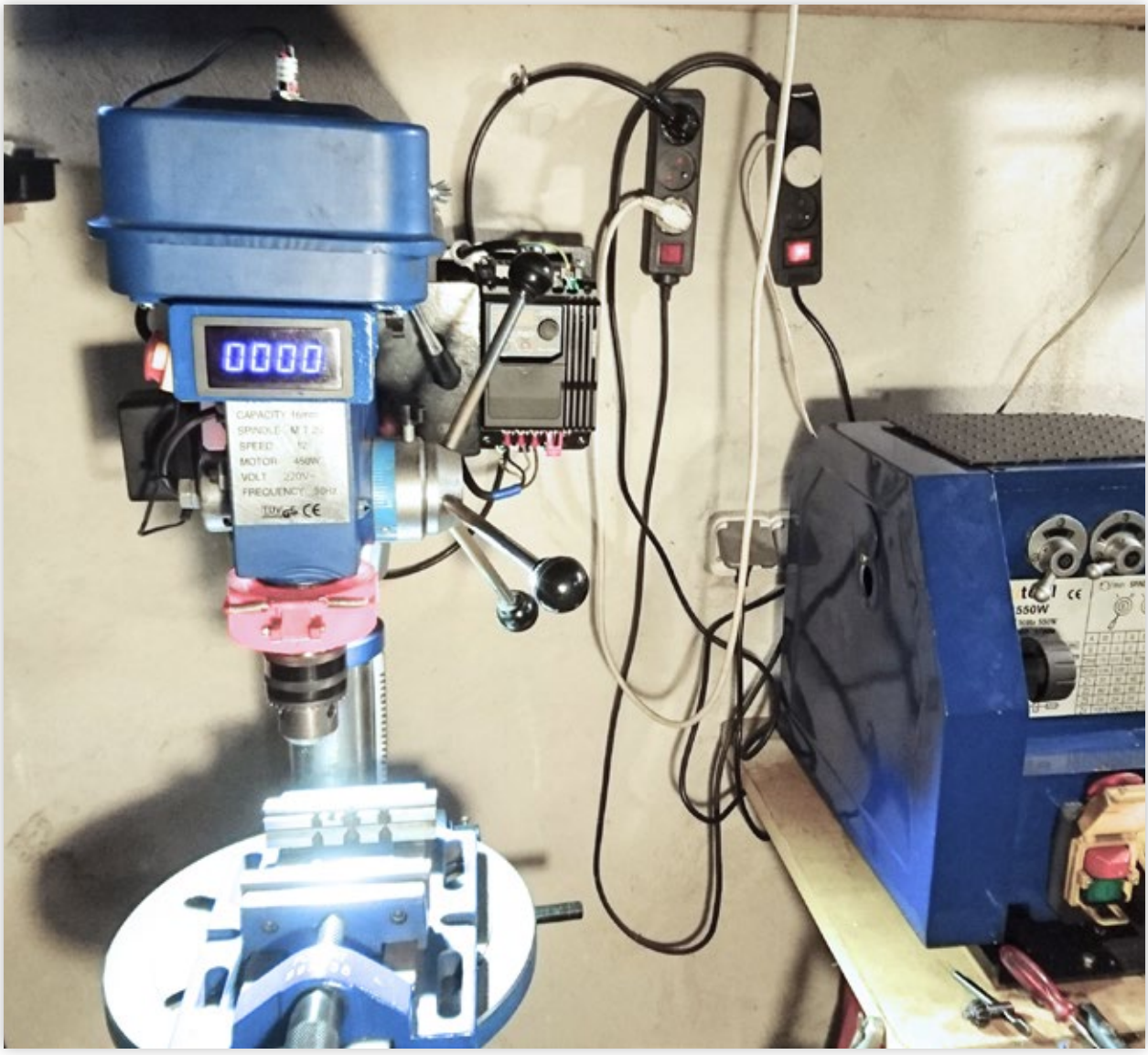
Rys. 11



Rys. 12

W obecnej postaci włączenie głównego wyłącznika prądu (z grzybkiem) powoduje włączenie oświetlenia, zasilania obrotomierza i falownika. Uruchomienie silnika następuje z pulpitu falownika przyciskiem RUN, a zatrzymanie – przyciskiem STOP.

Zmiana wyłącznika głównego wymagała również zmiany podłączenia wyłącznika krańcowego, wyłączającego silnik po otwarciu pokrywy przekładni pasowej. W oryginalnym rozwiązaniu wyłącznik ten był połączony szeregowo w układzie zasilania silnika. Było to dopuszczalne ze względu na jego małą moc. Zmodyfikowaną instalację elektryczną wiertarki pokazano na rysunkach 10, 11 i 12. Widok ogólny zmodyfikowanej obrabiarki pokazano na rysunku 13.



Rys. 13

KOSZTY

Całość przedsięwzięcia objęła składniki kosztowe, przedstawione w tabeli poniżej.

Falownik	600 zł
Obrotomierz	50 zł
Złączki, przewody, itd.	50 zł
Normalia, śrubki, podkładki	5 zł
Stal – materiały odpadowe	20 zł
Malowanie	10 zł
Razem:	**735 zł**

Poniesione koszty stanowią zatem około połowy ceny nowej wiertarki z wariatorem, nie wliczając ceny silnika elektrycznego 1,1 kW. Ceny wiertarek z falownikami są wyższe. Wariator pasowy, funkcjonalnie w niczym nie ustępuje falownikowi. Z powodu prostoty konstrukcji i łatwości wymiany pasa, wariatory mają nadal wielu zwolenników.

UWAGI KOŃCOWE

Istotnymi aspektami zrealizowanego zadania była przyjemność wykonania czegoś potrzebnego oraz walory poznawcze. W moim przypadku było to poznanie zasad doboru falownika, jego programowania i uruchomienia.

Moje doświadczenie z wykorzystywaniem wprowadzonej modyfikacji jest jeszcze niewielkie. Wstępnie ustawione przełożenie przekładni pasowej umożliwia mi wiercenie w zakresie obrotów od 200 do 1200 obr/min. Dla przeciętnych parametrów obróbki w warunkach amatorskich oznacza to możliwość wiercenia większości otworów, bez konieczności zmian przełożeń przekładni pasowej. W razie wystąpienia takiej potrzeby, jest to teraz znacznie łatwiejsze.

Obecnie, do określenia właściwej prędkości wrzeciona, zamiast tabeli przyklejonej przez mnie wewnątrz pokrywy przekładni (Rys. 7), posługuję się kalkulatorem programowalnym. Program, który opracowałem, umożliwia mi wyznaczenie prędkości obrotowej wiertła nie tylko w zależności od jego średnicy, lecz również w zależności od rodzaju materiału, tj. stali konstrukcyjnej, żeliwa, aluminium i miedzi.

Ponadto, udało mi się wywołać poślizg pasa przekładni przy wierceniu w stali, wiertłem ϕ20 mm, co było w założeniach. Miało to miejsce przy stosowaniu umiarkowanej siły posuwu i przy normalnym napięciu pasów przekładni pasowej. Jednak taka średnica wiertła wykracza poza zakres założony przez konstruktorów maszyny. Maksymalna założona średnica wynosi 16 mm.

Istotnymi aspektami zrealizowanego zadania była przyjemność wykonania czegoś potrzebnego oraz walory poznawcze.

Co się tyczy ustawienia parametrów falownika, to trwa faza eksperymentowania. Obecnie wyświetlacz falownika wskazuje częstotliwość. Może on również pokazywać prędkość obrotową silnika elektrycznego w obrotach na minutę lub w procentach, lub też inne parametry pracy. Rozruch i dochodzenie do częstotliwości zadanej za pomocą potencjometru trwa 3 sekundy. Przyjemnie jest obserwować wskazania obrotomierza, gdy prędkość obrotowa zbliża się do zadanej wartości. Czas zatrzymania, ze względów bezpieczeństwa, został skrócony do 1 sekundy.

Jerzy Mydlarz

ATS powraca na tory

Podczas salonu samochodowego w Genewie w roku 2017 zaprezentowano samochód sportowy marki ATS, która niegdyś zagrozić miała Ferrari, a w latach siedemdziesiątych zupełnie zniknęła z rynku. Supersamochód, który zaprojektował Emanuele Bomboi, miał być zbudowany w zaledwie dwunastu egzemplarzach. Wydawało się, że jest to tylko próba wskrzeszenia legendarnej marki. Tymczasem trzy lata później, w 2020 roku zaprezentowano bardzo ciekawy model RR Turbo.

Ryszard Romanowski

Historia marki ATS związana jest ściśle z tzw. buntem inżynierów w Maranello. Skrót oznacza Automobili Turismo e Sport. W firmie Ferrari nieporozumienia zdarzają się rzadko, dlatego też odejście najważniejszych inżynierów firmy w 1961 roku przeszło do historii motoryzacji. Giorgio Billi, Giotto Bizzarrini, Carlo Chiti, Romolo Tavoni i Girolamo Gardini postanowili założyć własną markę, której głównym celem miała być budowa samochodu F-1 oraz samochodów sportowych. Finansowaniem projektu zajeli się Giorgio Billi, Jaime Ortiz-Patiño. Dołączył do nich hrabia Giovanni Volpi di Misurata, który posiadał własną „stajnię" wyścigową, używającą samochodów Ferrari.

Fabryka powstała niedaleko Bolonii u schyłku 1961 roku. Oficjalnie podaje się rok 1962. Bardzo szybko, bo już w tym samym roku Chiti zaprezentował prototyp silnika własnego projektu. Powstał samochód wyścigowy Tipo 100. Zgodna

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

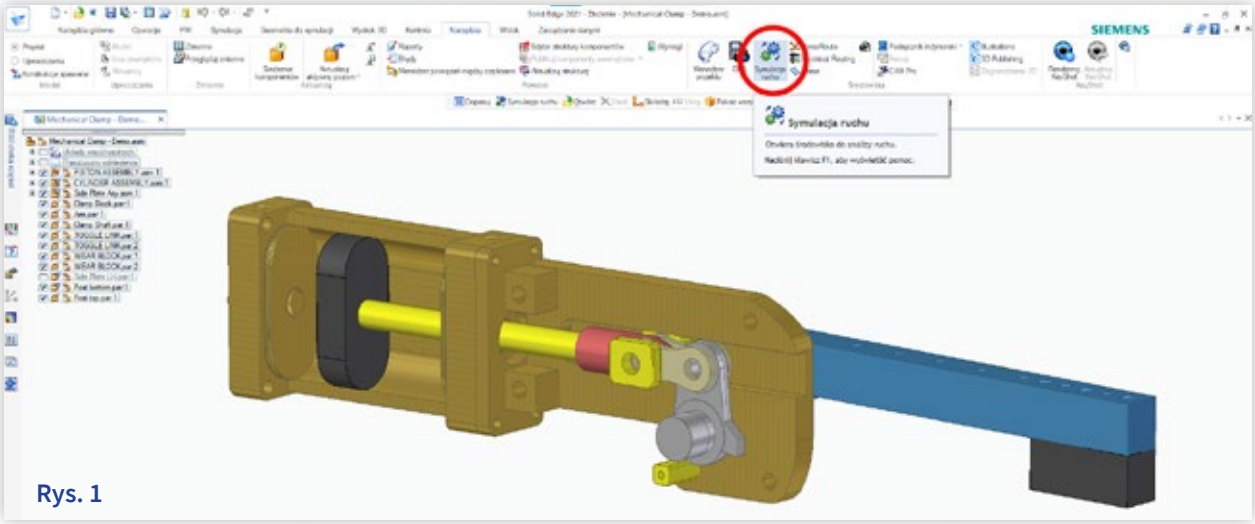
prenumerata@iter.com.pl

Ta i powyżej ATS 2500GT z 1963 roku

Symulacja pracy mechanizmu

W artykule przeprowadzimy analizę pracy mechanizmu przedstawionego na rysunku 1 w środowisku *Symulacja ruchu* programu Solid Edge.

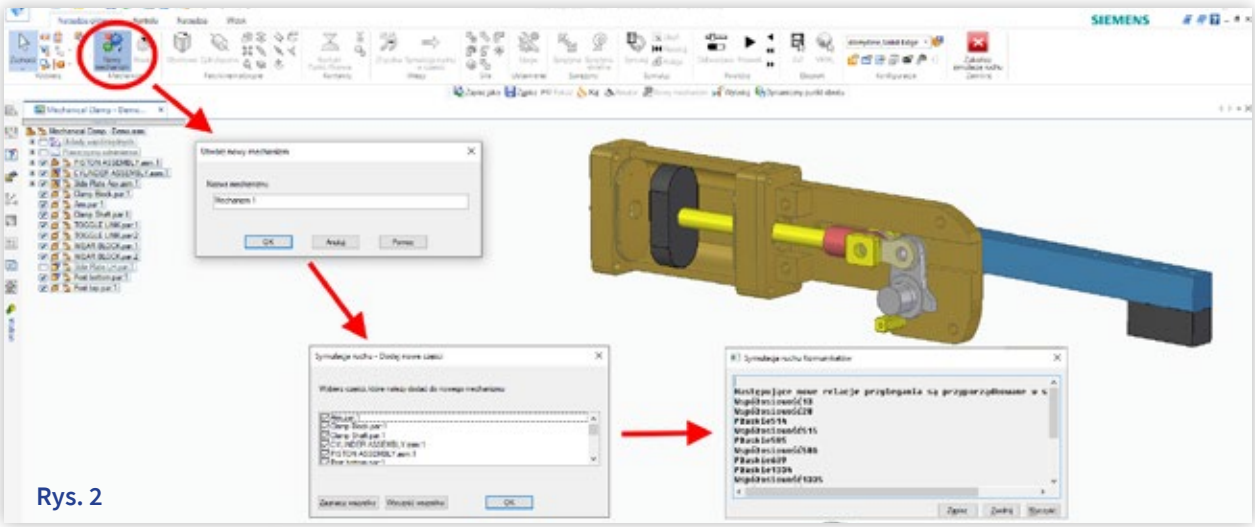
Bernard Pacula



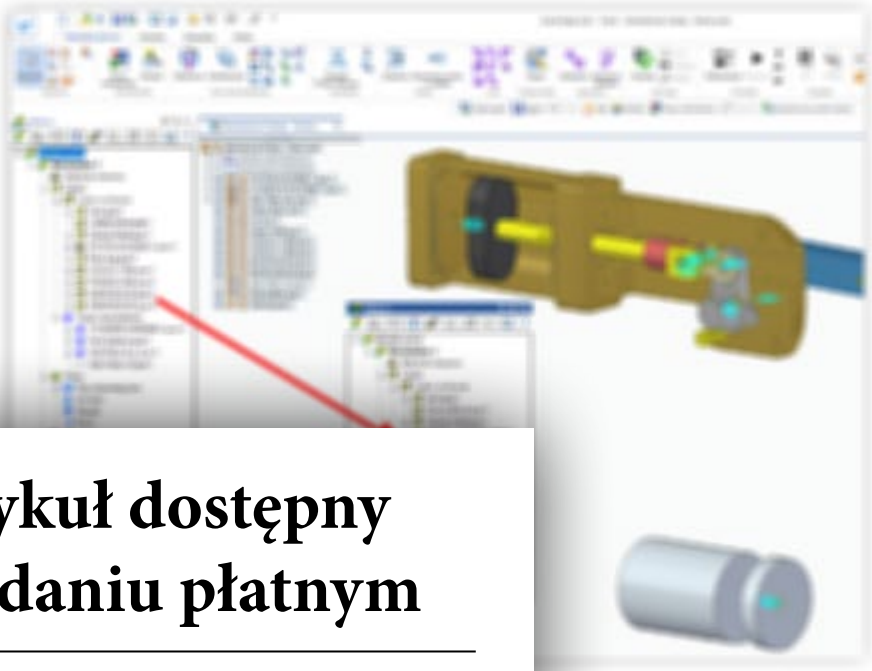
Rys. 1

Ważne jest aby poprawnie nadać wszystkie relacje geometryczne, gdyż program automatycznie na ich postawie będzie tworzył pary kinematyczne. Przejście do środowiska *Symulacja ruchu* odbywa się poprzez polecenie *Narzędzia -> Środowiska -> Symulacja ruchu*.

Tutaj dostępne są wszystkie polecenia umożliwiające wykonanie zadania, które jest przed nami. Symulację należy rozpocząć od utworzenia nowego mechanizmu (Rys. 2) przez wybranie polecenia *Narzędzia główne -> Mechanizm -> Nowy mechanizm*. Po podaniu nazwy i jej akceptacji, program przechodzi do okna wyboru składników złożenia,



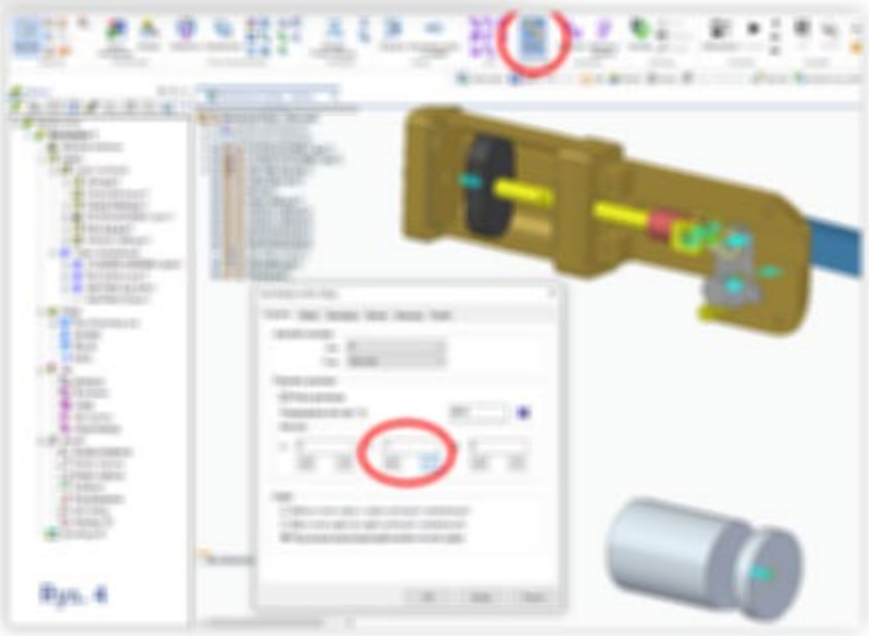
Rys. 2



Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl
prenumerata@iter.com.pl



Zarządzanie jakością
Six Sigma, ppm, Cpk

Nowoczesne systemy zarządzania jakością w przedsiębiorstwie opierają się w zasadzie na dwóch głównych rodzajach. Total Quality Managment (TQM) to stopniowe poprawianie i ulepszanie procesów. W skład systemu wchodzą takie metody jak Six Sigma czy Failure Mode & Effects Analysis. Efekty tego sytemu zarządzania jednak nie zawsze przynoszą pożądane rezultaty, dlatego stosuje się też przeciwstawną koncepcję radykalnych zmian w całej firmie tzw. reengineering. Buisiness Proces Reengineering (BPR) to przebudowa, reorganizacja procesów w przedsiębiorstwie. Kluczową rolę odgrywa tu technologia informatyczna, która umożliwia dokonanie zmian. Założeniem BPR jest porzucenie starych zasad oraz fundamentalnych założeń, które stanowiły podstawę działania organizacji. Spośród wielu przetestowanych metod w ramach tych głównych sposobów zarządzania jakością, chciałbym zwrócić uwagę na metodę Six Sigma oraz wyznaczanie wskaźników ppm i Cpk.

Aleksander Łukomski

W pewnej fabryce samochodów produkującej 750 pojazdów w ciągu doby (a więc około 150 tys. samochodów na rok), kierownictwo fabryki dopuszcza do złomowania w wydziale spawalni w ciągu roku 80 nadwozi z powodu ich złej jakości. Za każde złomowane nadwozie powyżej tej liczby wydział musi zapłacić fabryce określoną kwotę zgodną z wartością kosztową tego nadwozia. To w zasadzie przekłada się na mniejsze premie dla załogi wydziału spawalni. Okazuje się, że mimo wysokiego stopnia mechanizacji i automatyzacji w produkcji tego samochodu, mimo zastosowania mnóstwa robotów, stosowania najnowszych rozwiązań zapewniających maksymalną jakość przy obecnym stanie wiedzy na ten temat, braków nie da się uniknąć. Bywa, że powstają one z powodów złej dyspozycji pracowników (niekiedy żartobliwie mówi się, że nie powinno się kupować samochodów wyprodukowanych w piątek po południu i poniedziałek rano). Może to być też spowodowane przez zastępstwo dotychczasowego operatora przez operatora, który dopiero nabiera doświadczenia. Oczywiście są też inne przyczyny, np. jakość materiału, awaria urządzeń czy zużycie narzędzi.

Jeżeli odniesiemy liczbę 80 szt. złomowanych kadłubów nadwozi do ilości wyprodukowanych w ciągu roku samochodów w tej fabryce, to okaże się, że stanowi ona ok. 0,05% wyprodukowanych kadłubów nadwozi. Wydaje się to mało. Jednak 80 szt. pomnożone przez np. 6000 zł za kadłub to daje już 480000 zł straty. W czasie ostrej walki z kosztami jest to już pokaźna kwota. Należy przyjąć, że na innych wydziałach ustanawia się podobne limity, a więc suma tych braków może stanowić znaczącą pozycję w kosztach produkcji.

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl

Wybrane patenty w zakresie załadunku statków powietrznych

Transport jest najbardziej spektakularnym działem logistyki, istnym krwiobiegiem światowego systemu gospodarczego. W połowie XX wieku okazało się, że najsprawniejszym rodzajem załadunku i rozładunku jest konteneryzacja. Załadunek pełnego statku morskiego za pomocą kontenerów trwa jeden dzień, zaś za pomocą luźnych ładunków kilka dni. Korzyść z szybszego załadunku towarów skonteneryzowanych można uzyskać także w lotnictwie, gdzie przy obecnym natężeniu ruchu (nie licząc wyjątkowego okresu od wiosny 2020 roku) liczy się każda minuta postoju samolotu na lotnisku. Dlatego firmy z całego świata od kilkudziesięciu lat szukają możliwości skrócenia tego czasu, nawet za cenę skomplikowania konstrukcji statku powietrznego oraz infrastruktury naziemnej.

Jakub Marszałkiewicz

PATENT nr GB167068A z 1920 r.

W 1920 r. Harris Booth zgłosił patent (GB 167068A) dotyczący samolotu transportowego z aerodynamicznie wychylanym skrzydłem przypominającym odwróconą mewę (*alula wing*)[1]. Innym ważnym elementem tego samolotu była przednia część jego kadłuba, przystosowana do przewożenia specjalnego kontenera o ustandaryzowanych wymiarach. Prawdopodobnie kontener ten miał zostać zaprojektowany specjalnie dla tego samolotu. Z zachowanych ilustracji oraz opisów prasowych możemy odczytać, że system przewidywał wprowadzanie kontenera z przodu samolotu za pomocą specjalnych szyn. Wagonik miał mieć małe koła umieszczone w środku jego wysokości. Prowadnice miały znajdować się także wewnątrz kadłuba, gdzie miały stabilizować ładunek. Przed ładunkiem miała znajdować się kabina pilota, umieszczona w dziobie odchylanym na bok podczas załadunku. Dzięki temu ładunek znajdowałby się w środku ciężkości samolotu i nie wpływałby znacząco na jego wyważenie. Za krawędzią spływu skrzydeł w kadłubie miały się znajdować dwa silniki Napier o mocy 460 KM każdy, które przekazywałyby napęd na śmigła umieszczone na wysięgnikach po obu stronach kadłuba. Zakładano, że na trasie z Paryża do Londynu samolot będzie mógł operować z masą użyteczną 4 ton. Prędkość przelotową określono jako 72 węzły (ok. 130 km/h), a masę całkowitą na 24100 funtów (ok. 11 ton). Ówczesna prasa lotnicza określała ten projekt jako Blackburn Pelican Four-Ton Lorry[2].

Projektant przewidział sterowanie samolotem za pomocą lotek nietypowo umieszczonych na krawędziach natarcia skrzydeł. Lotki te

1 Harris Both podczas tzw. Wielkiej Wojny pracował w wydziale lotnictwa (Air Department of the Admiralty) brytyjskich sił zbrojnych, a po zakończeniu działań wojennych przeniósł się do zakładów lotniczych Blackburn. Zgłosił kilka patentów, w tym *Improvements in Air Speed Indicators particularly applicable to Aircraft* GB 130058A z 1918 r. i inne. Dokładny tytuł opisanego tu patentu GB 167068A z 1920 r. nie jest znany.

2 Scientific American, October 1929; L'Aerophile 8/1920; Aeroplane July 1920 oraz Aug 1920.

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl

FELIETON

Normalność rozszerzona

Polska Agencja Prasowa ponownie zorganizowała, wspólnie z Centrum GovTech (to międzyresortowa jednostka rządowa), kolejny konkurs z nagrodami pieniężnymi, polegający na tropieniu i donoszeniu na tzw. fakenewsy na temat szczepionek. Chodzi o wyłapywanie internetowych przekazów, niezgodnych z rządowymi dyrektywami i komunikatami podawanymi do wierzenia w mediach.

Tomasz Gerard

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl
prenumerata@iter.com.pl

Prenumerata

PRENUMERATA ROCZNA

e-wydanie: 1 egzemplarz na 1 komputer (dla wielu użytkowników) lub dla 1 osoby (na wiele urządzeń)

- prenumerata zwykła, krajowa: 105 zł
- dla uczniów i studentów: 84 zł
- prenumerata z licencją do wykorzystania na większej liczbie stanowisk – od 10 do powyżej 200 stanowisk (koszt zależny od liczby stanowisk)

Prenumeratę można rozpocząć od dowolnego miesiąca w roku.
Prenumerata obejmuje 6 kolejnych wydań w wersji elektronicznej.

Koszt pojedynczego e-wydania: 17,50 zł

WYDANIA ARCHIWALNE

- dostępne pojedyncze wydania i całe roczniki (w wersji elektronicznej, jak i papierowej – oprócz numerów o wyczerpanym nakładzie oraz wybranych wydań z 2020 r.)

Pojedyncze wydania archiwalne z lat 2009-2020 dostępne są w cenie:
17,50 zł – wersja papierowa
12,50 zł – wersja elektroniczna
Przy zamówieniach większej liczby egzemplarzy oferujemy korzystne upusty cenowe.

DANE DO ZAMÓWIENIA

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 szczegóły zamówienia
(np. rodzaj prenumeraty, numer i rok zamawianego wydania).
Prosimy także o podanie dokładnych danych adresowych i adresu email.

Na życzenie wystawiamy faktury VAT (8%).

projektowanie i KONSTRUKCJE inżynierskie

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