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

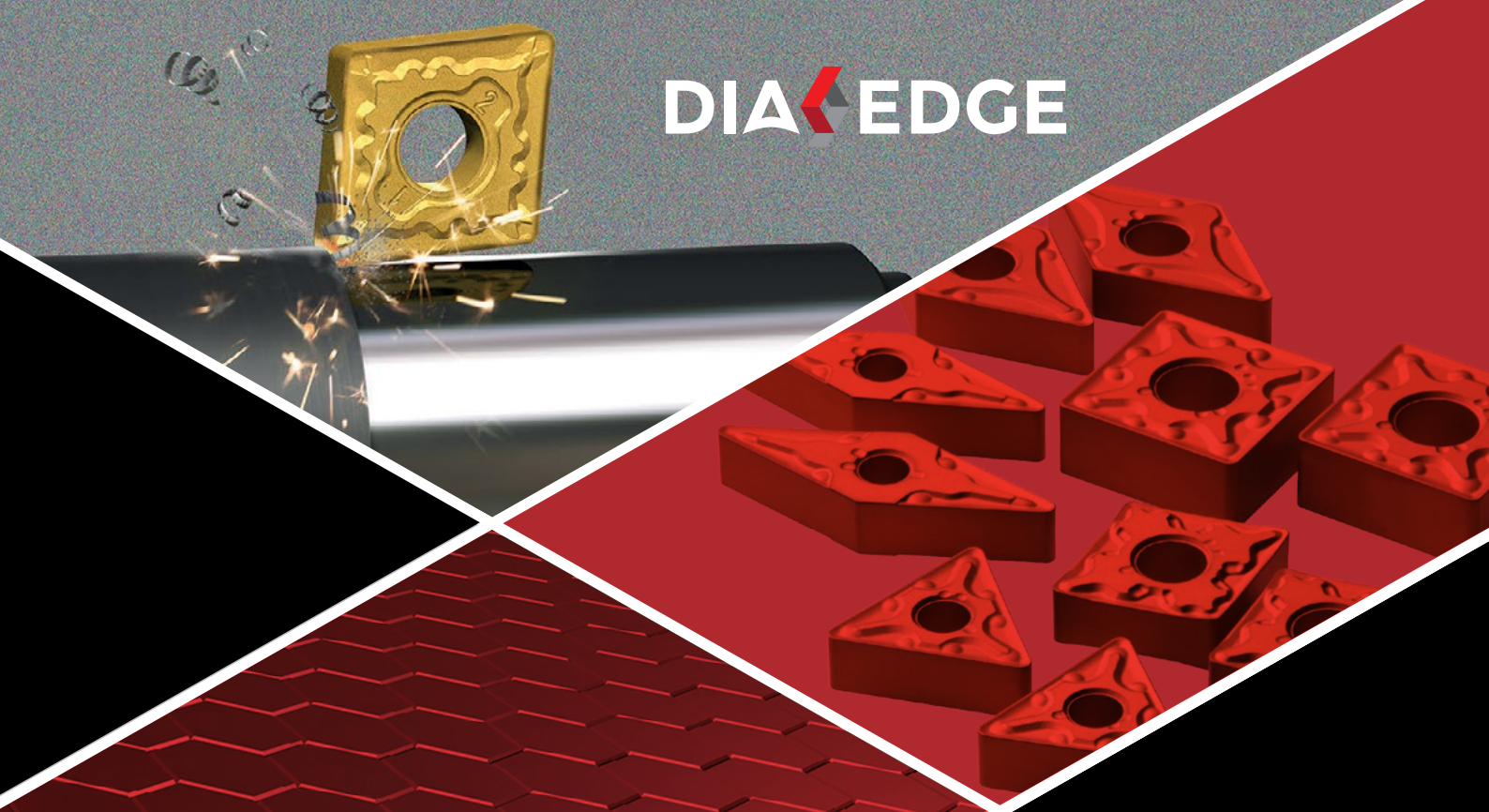
projektowanie i KONSTRUKCJE inżynierskie

1/2 (160/161) styczeń/luty 2021

- Druk 3D w technologii FFF bez stosowania podpór
- Hub Center Steering i Bimota
- Modelowanie swobodne komponentów

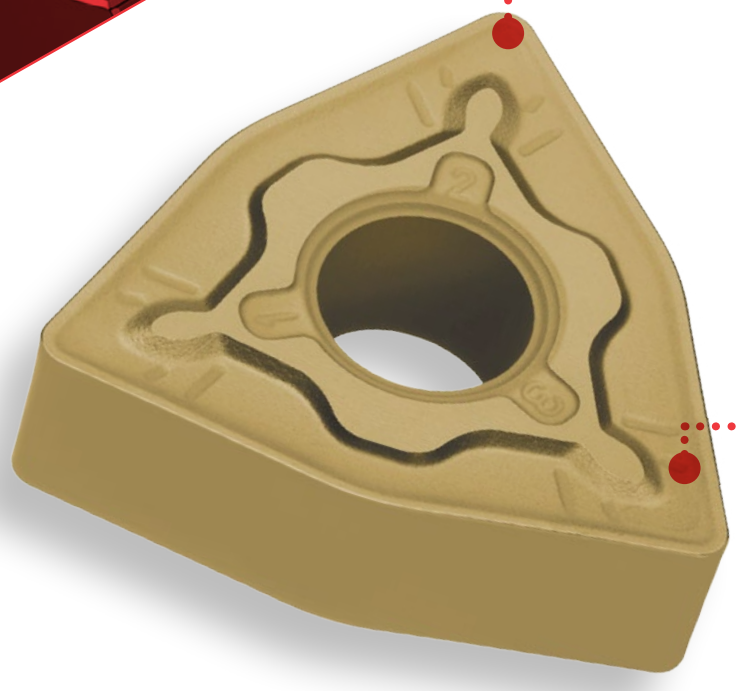
PRZYRZĄDY
dla zrobotyzowanego spawania

OPTYMALIZACJA
z wykorzystaniem MES



MC6115

NOWY GATUNEK DO TOCZENIA Z DUŻYMI PRĘDKOŚCIAMI SKRAWANIA

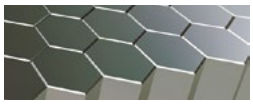


Gruba powłoka Al_2O_3

Przeznaczona do obróbki z dużymi prędkościami skrawania. Doskonała odporność na zużycie ścierne i wytrzymałość cieplna.

Technologia nanostrukturalna

Redukuje powstające naprężenia, zapewniając dłuższą żywotność narzędzia.



Technologia Super Tough Grip

Zwiększa siły adhezyjne zapobiegając rozwarstwieniu powłoki.

Szeroki wybór

Dostępność geometrii i łamaczy wióra do różnorodnych zastosowań.

MITSUBISHI MATERIALS

mmc-hardmetal.com/mc6115

Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie

Nr 1/2 (160/161)
styczeń/luty 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

ITER © 2021

Drodzy Czytelnicy,

Własność powstała przez zabiegi, pracę i oszczędność, uszlachetnia człowieka, dodaje bodźca osobistej inicjatywie, a własność nabyta przemocą demoralizuje, odbiera chęć do pracy i każe szukać poprawy bytu nie w pracy osobistej, ale w pożądaniu cudzego mienia – pisał Edward Woyniłłowicz, wybitny działacz społeczny i niepodległościowy, sto lat temu. Niby nie tak dawno, a już całe społeczeństwa zapomniały o tych zasadach, których prawdziwość jest przecież oczywista. Wszak jedno z przykazań Dekalogu mówi: nie pożądaj żadnej rzeczy, która jest własnością twojego bliźniego.

Niestety, dzisiejszy świat, który w osobach swoich „przedstawicieli" walczy z Bożymi przykazaniami, opiera się m.in. właśnie na pożądaniu cudzych dóbr. Od rozbójniczego łupienia podatkami, po skandaliczne rozdawnictwo tak zdobytych środków, bo chętnych na cudze pieniądze nie brakuje. Jeśli dodać do tego uniemożliwianie pracy i prowadzenia swoich biznesów wielu ludziom, to jawi nam się obraz bardzo smutny. Efektem takiej polityki może być tylko społeczeństwo o wartościach zgoła odmiennych od szlachetności, zdemoralizowane i pozbawione chęci do pracy.

Wywłaszczanie ludzi z ich majątków (nieruchomych i ruchomych) to stara metoda wszelkich burzycieli porządku. W naszej Ojczyźnie doświadczyliśmy tego wiele razy w historii. Wspomniany wyżej Woyniłłowicz, właściciel ogromnych dóbr ziemskich, który stracił wielki majątek w wyniku niegodziwych i konsekwentnych działań rządzących w Polsce po 1918 roku, i z bogatego ziemianina stał się niemal nędzarzem, to jedna z niezliczonych ofiar takich niecnych działań.

Do końca życia pozostał jednak wierny zasadom, które wyznawał. Mimo, że te zasady – jak by to określili współcześni mędrkowie – okazały się „nieskuteczne".

I dzisiaj wielu ciężko pracujących ludzi popada w nędzę, nie ze swojej winy czy zaniedbania. Takie nam stworzono warunki. Ale czy to znaczy, że w obliczu tego permanentnego kryzysu mamy się poddawać rozpaczy, zawiesić rękawice na kołku, zrezygnować z wyznawanych zasad, bo akurat na fali są inne? Wreszcie, czy taka skuteczność w osiąganiu sukcesów, to jakaś wartość sama w sobie, nadrzędna w hierarchii ludzkich celów?

Nie wolno nam rezygnować z wyznawanych wartości, choćby były w pogardzie u wielkich tego świata; choćby nie przynosiły nam materialnego sukcesu i narażały na poważne kłopoty.

Przez swoją wytrwałość ocalicie życie wasze – mówią słowa Ewangelii.

*

W 2015 roku rozpoczął się proces beatyfikacyjny śp. Edwarda Woyniłłowicza.

Przed Państwem kolejne wydanie Projektowania i Konstrukcji Inżynierskich. Rozpoczynamy nim piętnasty rok naszej działalności.

Zapraszam do lektury,

Przemysław Zbierski

Spis treści

NR 1/2 (160/161)
STYCZEŃ/LUTY 2021

Światłowody z celulozy 6
Biodegradowalny wyświetlacz 6
Rekordowy ciąg silnika hipersonicznego 7
Przyrostowa śruba okrętowa 8
Defekty sieci krystalicznej mogą pomóc odzyskiwać ciepło 8
Nowy silnik badawczy 10
Poruszające się materiały 10
Saildrone Surveyor pomoże w eksploracji oceanów 12
Nowy materiał piezoelektryczny 12
Nowe Jaguary C 14
Dysza zmieniająca kształt 14
Robot bąbelkowy 15

Przyrządy dla zrobotyzowanego spawania 16
Aleksander Łukomski

Druk 3D w technologii FFF bez stosowania podpór 24
Jacek Zbierski — ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Optymalizacja z wykorzystaniem MES i środowiska Isight 26
Sławomir Polański

Czy podział przemysłowych systemów sterowania na PLC i DCS ma nadal sens? 34
Rafał Cop — ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Bimota i Hub Center Steering 36
Ryszard Romanowski

Modelowanie swobodne komponentów 44
Bernard Pacula — ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Należyta staranność 46
Aleksander Łukomski — ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

Faradair Aerospace BEHA 48
Ryszard Romanowski — ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

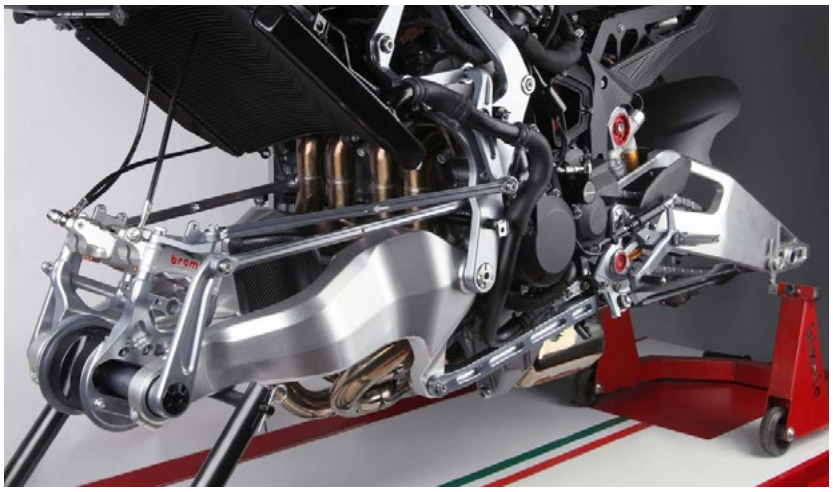
Rozwój i postęp, wciąż na nowo 50
Tomasz Gerard — ARTYKUŁ DOSTĘPNY W WYDANIU PŁATNYM

ROZWIĄZANIA

36 Bimota i Hub Center Steering

Ryszard Romanowski

Zalety rozwiązania HCS dostrzegali już konstruktorzy pierwszych motocykli, jednakże powiązanie skrętnej piasty z kierownicą nastręczało wielu problemów trudnych do rozwiązania.



ROZWIĄZANIA

34 Czy podział przemysłowych systemów sterowania na PLC i DCS ma nadal sens?

Rafał Cop

Jeśli chodzi o wymieniane wcześniej branże zastosowanie nowoczesnego PLC ze zintegrowaną wizualizacją i tzw. *hot-swapping* w miejsce DCS raczej nie zostanie zaakceptowane przez klienta.

TECHNOLOGIE

24 Druk 3D w technologii FFF bez stosowania podpór

Jacek Zbierski

ANALIZY, SYMULACJE

26 Optymalizacja z wykorzystaniem MES i środowiska Isight

Sławomir Polański

Komponent optymalizacyjny umożliwia nam wybór odpowiedniego algorytmu optymalizacyjnego, co powoduje, że stajemy przed kolejnym dylematem. Mianowicie, który algorytm jest dla nas odpowiedni?

MASZYNY I URZĄDZENIA

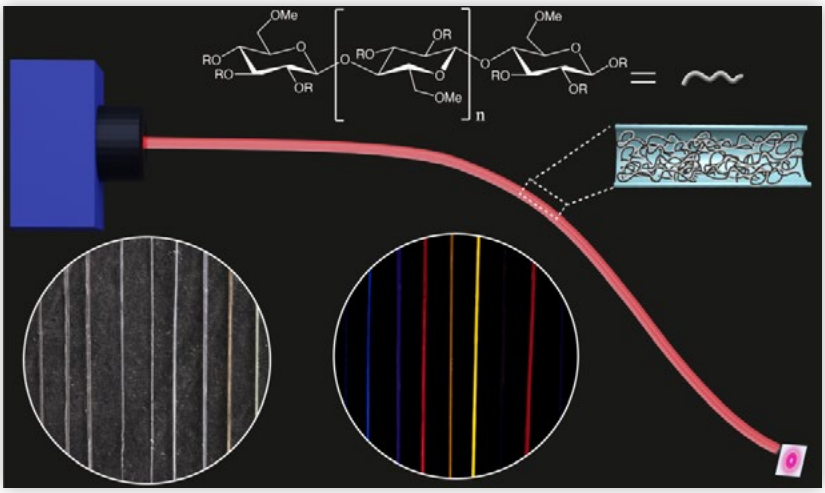
16 Przyrządy dla zrobotyzowanego spawania

Aleksander Łukomski

Światłowody z celulozy

Powszechnie stosowane włókna światłowodowe ze szkła krzemionkowego sprawiają wiele trudności, chociażby w przemyśle motoryzacyjnym. Ich krótkie odcinki używane do podświetlania np. tablic rozdzielczych są kruche, nierozciągliwe i mało elastyczne. Montaż na linii produkcyjnej też nie jest łatwy. Ponadto w produkcji tradycyjnych światłowodów używa się niebezpiecznych procesów chemicznych i bardzo wysokich temperatur.

Prof. Nonappa z uniwersytetu w Tampere zaprezentował włókna światłowodowe wykonane prostą metodą wytłaczania, bez użycia chemicznych środków sieciujących, a do tego w temperaturze pokojowej. Surowcem jest hydrożel metylocelulozy.

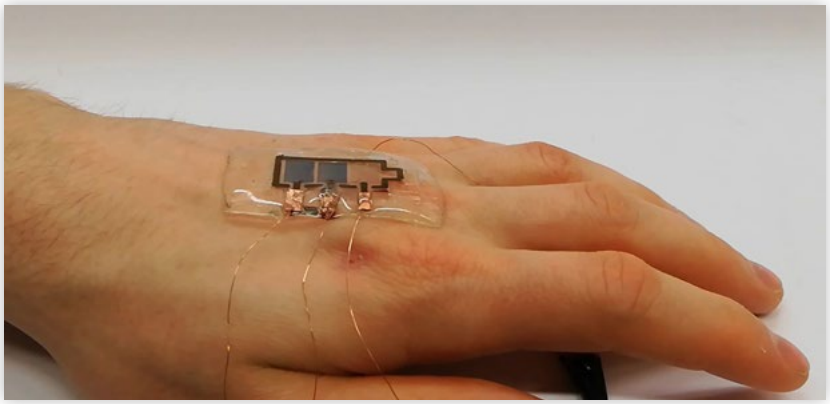


Otrzymane włókna charakteryzują się bardzo niskimi stratami optycznymi. Ponadto są wytrzymałe mechanicznie, podobnie jak włókna ze szkła krzemionkowego. Są również elastyczne i znacznie tańsze w produkcji. Z powodzeniem mogą zastąpić tradycyjne włókna, szczególnie w zastosowaniach nie wymagających bardzo długich odcinków przesyłania światła.

aalto.fi

Biodegradowalny wyświetlacz

Coraz powszechniejsze stosowanie wyświetlaczy nie tylko powoduje wzrost cen wielu urządzeń lecz również sprawia problemy związane z ich utylizacją. Stanowią one bardzo kłopotliwy złom elektroniczny. Manuel Pietsch i Gerardo Hernandez-Sosa, naukowcy z Karslsruhe Institute of Technology, zbudowali biodegradowalny wyświetlacz z naturalnych materiałów. Oparty na efekcie elektrochromowym wyświetlacz zmienia kolor pod wpływem napięcia i w ten sam sposób modyfikuje poziomy pochłaniania światła. Jego ważną zaletą są bardzo niskie koszy wytwarzania i łatwo dostępna technologia.

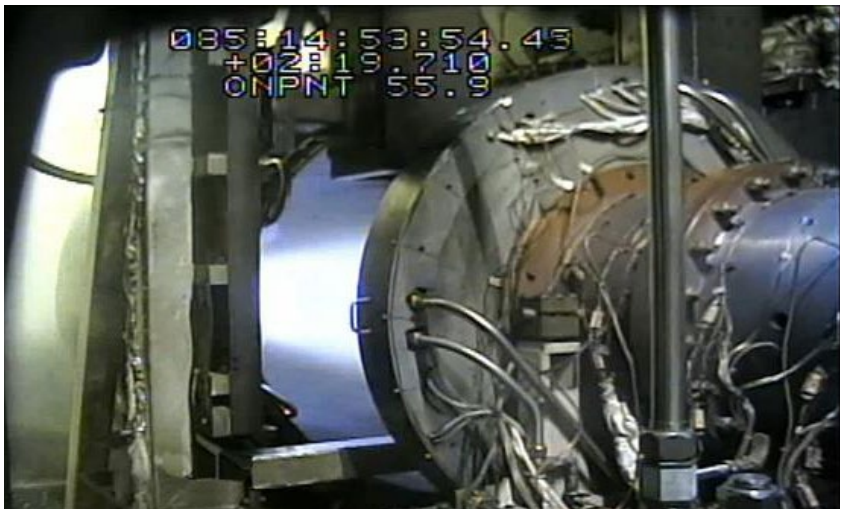


Wyświetlacz powstaje przy pomocy zwykłego druku atramentowego. Wydruk uszczelniony jest żelatyną. Wyświetlacz można nanieść nawet na skórze, w celach medycznych. Może on również służyć do monitorowania właściwości żywności w tzw. czasie rzeczywistym. W tym przypadku można go utylizować podobnie jak opakowanie.

kit.edu
nitech.ac.jp

Rekordowy ciąg silnika hipersonicznego

Pod koniec ubiegłego roku amerykański producent rakiet – Aerojet Rocketdyne – we współpracy z AFRL (*Air Force Research Laboratory*) ukończył serię testów zaawansowanego silnika hipersonicznego opracowanego w ramach programu komponentów krytycznych dla Sił Powietrznych USA. Statyczne próby spalania zakończyły się powodzeniem. Uruchomiony na hamowni silnik osiągnął ciąg ponad 57 kN, co stanowi rekordowy wynik dla silników typu scramjet.

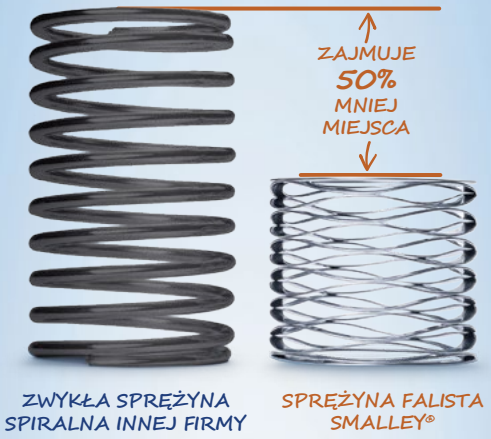


Silniki typu scramjet są rozwijane jako napęd perspektywicznych hipersonicznych pocisków i statków powietrznych, zdolnych do poruszania się z prędkością ponad 5 Mach. Są to silniki strumieniowe (ang. *ramjet*) z naddźwiękową komorą spalania (scramjet – *Supersonic Combustion Ramjet*), w których paliwo jest spalane w strumieniu sprężonego w dyfuzorze wlotowym powietrza, poruszającego się z prędkością naddźwiękową.

Badany silnik to scramjet trzeciej generacji, o długości ponad 5 metrów. Wcześniejsze iteracje konstrukcji były znacznie mniejsze. W 2004 roku bezzałogowy aparat X-43 o długości 3,5 m i masie własnej ok. 1 t, napędzany silnikiem scramjet osiągnął prędkość 9,6 Ma podczas lotu trwającego 10 sekund. Z kolei w 2013 roku bezzałogowy aparat X-51A Waverider, o długości 7,9 m i masie własnej 1,8 t, również napędzany silnikiem scramjet osiągnął prędkość 5,1 Ma podczas lotu trwającego 210 sekund, co stanowi obecny rekord długości lotu hipersonicznego. Zdaniem konstruktorów, najnowsza wersja silnika jest wystarczająco duża by napędzać statki hipersoniczne dziesięciokrotnie większe od X-51. Pomyślne testy na hamowni otwierają więc drogę do dalszych prac nad hipersonicznymi statkami powietrznymi.

rocket.com

REKLAMA



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

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

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

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

Przyrostowa śruba okrętowa

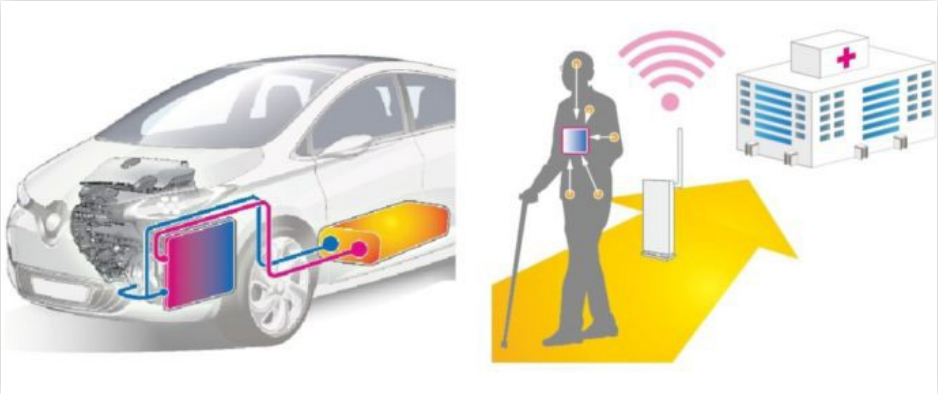
Francuskie przedsiębiorstwo stoczniowe Naval Group wyprodukowało nową śrubę napędową dla okrętu do zwalczania min morskich M643 Andromède francuskiej marynarki wojennej. Śruba o średnicy 2,5 metra, z pięcioma łopatami o masie 200 kg każda, została w całości wyprodukowana przyrostowo metodą WAAM (*Wire Arc Additive Manufacturing*), wykorzystującą łuk elektryczny do stapiania drutu. Proces produkcyjny przeprowadzono przy użyciu robota przemysłowego. Jak przekonuje Eric Balufin, dyrektor stoczni Naval Group w Breście, budowa wytworzonej przyrostowo śruby okrętowej dobrze rokuje na przyszłość. Według niego, technologia pozwoli na przezwyciężenie dotychczasowych ograniczeń technologicznych, a co za tym idzie, umożliwi nowe rozwiązania produkcyjne na potrzeby wytwarzania złożonych kształtów geometrycznych, niemożliwych do uzyskania w konwencjonalnym procesie. Przyczyni się także do znacznego zredukowania czasu produkcji i obsługi serwisowej.

Śruba z Andromède to największa wytworzona przyrostowo śruba okrętowa i pierwsza zamontowana na okręcie wojennym. W ubiegłym roku śruba uzyskała stosowne certyfikaty i pomyślnie przeszła próby morskie. Po zakończonym remoncie, zwodowaną w 1984 roku Andromèdę, czeka kolejna, prawdopodobnie ostatnia już dekada służby.

naval-group.com

Defekty sieci krystalicznej mogą pomóc odzyskiwać ciepło

Odzyskiwanie ciepła odpadowego i przetwarzanie go na prąd elektryczny stanowi ciągle nie do końca rozwiązany problem w wielu dziedzinach techniki. Japońsko-turecki zespół kierowany przez prof. Hidetoshi Miyazaki z Nagoya Institute of Technology, badając stopy termoelektryczne na bazie niklu (tzw. stopy *half-Heusler*), zwrócił uwagę na anomalie w ich sieci krystalicznej. Szczególnie interesujące okazały się defekty atomów ujawnione podczas porównania analiz teoretycznych i rzeczywistych widm struktury krystalicznej. Analizy pozwoliły na określenie defektów atomów niklu sąsiadujących ze sobą. Umożliwia to kontrolowanie odkształceń w otrzymywanych stopach i zwiększania ich właściwości termoelektrycznych. Badania są początkiem drogi do otrzymywania znacznie lepszych materiałów termoelektrycznych, nie tylko na bazie stopów z zawartością niklu. Jednym z celów może być materiał odzyskujący ciepło odpadowe ze spalin silników cieplnych. Spowodowałoby to wzrost ich sprawności z obecnej, oscylującej wokół niespełna 30%. Tak niska wartość wynika głównie ze strat ciepła.



www.nitech.ac.jp

WE LOVE TECHNOLOGY FIBRO

WPM – Bezprzewodowy system monitorowania ciśnienia dla sprężyn gazowych

FIBRO GMBH – ekspert w dziedzinie bezpieczeństwa sprężyn gazowych i ich obsługi!

Opcjonalny, opatentowany bezprzewodowy system monitorowania ciśnienia **(Wireless Pressure Monitoring System – WPM)** kontroluje drogą radiową poziom ciśnienia i temperaturę sprężyn gazowych FIBRO. Zanim powstanie wadliwa część, operator prasy otrzymuje komunikat z systemu WPM i może zastosować odpowiednie środki.

WIRELESS PRESSURE MONITORING (WPM) – ZDALNE MONITOROWANIE SPRĘŻYN GAZOWYCH PRZY UŻYCIU FAL RADIOWYCH ZA POŚREDNICTWEM BLUETOOTH LE 4.0

ZALETY:

- Stałe monitorowanie i dokumentowanie przebieg procesu;
- Natychmiastowe sygnalizowanie błędów powodujących produkcję niedopuszczalnych części;
- Diagnostyka;
- Eliminowanie przestojów i wynikających z nich szkód;
- Redukowanie nieszczelności do minimum;
- Prosta konstrukcja i łatwy montaż;
- Optymalizacja częstotliwości prac konserwacyjnych celem zredukowania do minimum kosztów konserwacji i napraw.

ZASTOSOWANIE:

- Produkcja automotive;
- Produkcja AGD;
- Budownictwo: monitoring butli z gazem;
- Hydraulika: monitoring układu hydraulicznego, GNS, zbiorniki;
- Pneumatyka: monitoring sprężonego powietrza –zbiorniki, układy;
- Ogrzewanie i klimatyzacja;
- Inne: turbiny wiatrowe, przemysł spożywczy, morski, kolejowy.

ZOBACZ VIDEO

PODSUMOWANIE:

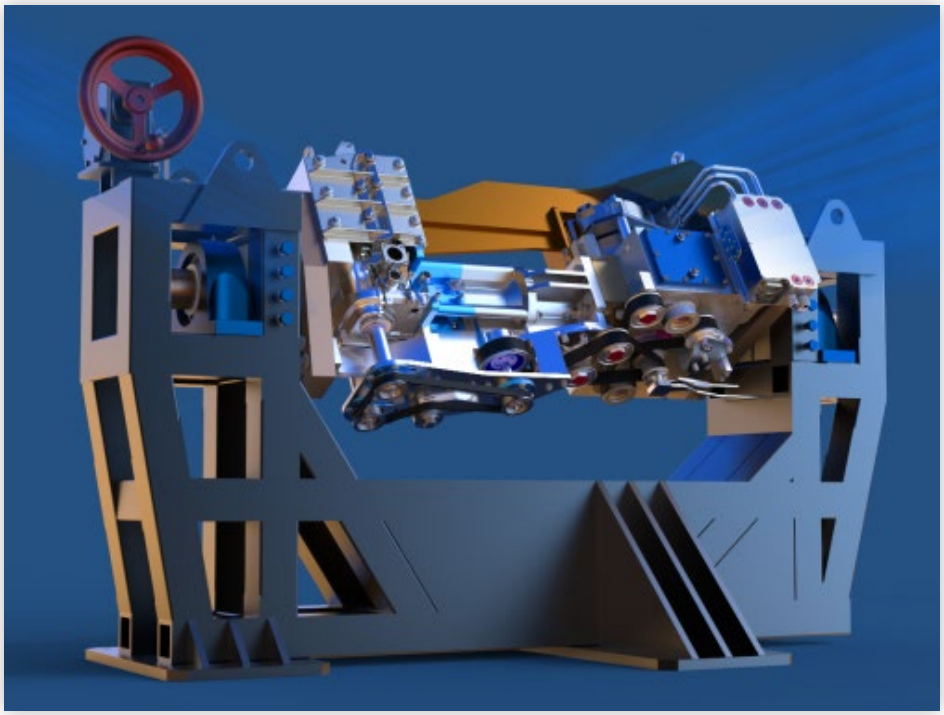
- Opatentowany system FIBRO WPM monitoruje ciśnienie i temperaturę w sprężynach gazowych i innych układach ciśnieniowych.
- Czujniki przesyłają dane przez Bluetooth do bramy internetowej IoT, która łączy się z urządzeniami końcowymi klienta przez WLAN lub LAN.
- Brama IoT ze swoim specjalnie opracowanym oprogramowaniem ocenia dane w celu kontroli procesu i konserwacji zapobiegawczej. Dzięki zdefiniowanym przez klienta parametrom zapewniamy bezbłędną produkcję.
- Nasz system gromadzi i przetwarza dane produkcyjne w sieci wewnętrznej firmy. Poprzez połączenie w sieć kolejnych narzędzi i maszyn klient krok po kroku tworzy inteligentną fabrykę

WIĘCEJ INFORMACJI:
www.fibro.de/pl

WPM

4.0

Nowy silnik badawczy



Naukowcy Oak Ridge National Laboratory zbudowali silnik badawczy służący do badania zmian w nowo opracowywanych stopach, używanych w środowiskach wysokotemperaturowych. Dzięki temu urządzeniu badania można prowadzić w realistycznych warunkach. Silnik zbudowano do pracy w linii wiązki neutronów. Analizę prowadzi się metodą dyfrakcji neutronów przy użyciu dyfraktometru VULCAN. Wielką zaletą jest to, że metoda jest nieniszcząca. Wykorzystano w niej właściwość przenikania neutronów przez metale. Silnik badawczy jest typową, najpowszechniej używaną w motoryzacji jednostką. Zbudowany w Oak Ridge silnik badawczy ma cztery cylindry i dwa litry pojemności skokowej.

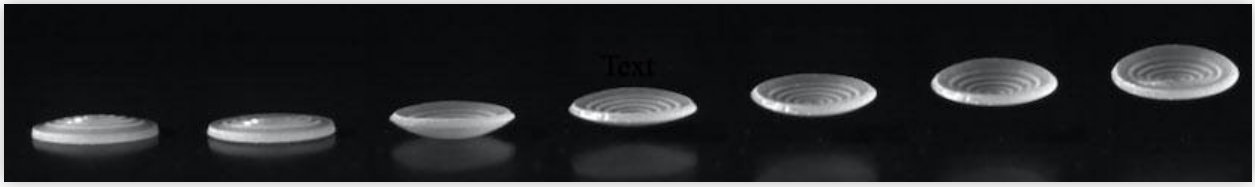
Nowa konstrukcja pozwala uniknąć tradycyjnych wielodniowych testów nowych silników. Dostarcza informacji o zmianach (nawet w strukturze atomowej) i o użytych, nowo zaprojektowanych materiałach, określając ich właściwości i trwałość. Może to mieć ogromny wpływ na koszty wprowadzania nowych rozwiązań w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym.

ornl.gov

Poruszające się materiały

Materiał posiadający własną energię jest marzeniem nie tylko robotyków. Wykonane z niego części mogłyby się poruszać korzystając wyłącznie z rozproszonej energii zewnętrznej. Naukowcy Al Croby i Yongjin Kim z University of Massachusetts i Peter van den Berg z Uniwersytetu Delft zauważyli podczas prowadzonych badań, że pasek żelu po odparowaniu wody porusza się. Obserwacja ta pozwoliła stwierdzić niestabilność przyciągania, leżącą w naturze komórki. Pozwoliło to opracować materiał magazynujący energię i wytwarzający ruch w interakcji z otoczeniem. Materiały działające na tej zasadzie mogą otworzyć drogę do budowy małych robotów. Szczególnie takich, które mogą być używane w celach medycznych lub w mikroelektronice oraz wszędzie tam, gdzie miniaturyzacja utrudnia działania człowieka, a być może także przy klasycznych robotach przemysłowych.

umass.edu



Kompleksowe rozwiązania dla spawalnictwa

Jeśli szukasz najlepszych rozwiązań w dziedzinie automatyzacji procesów spawalniczych, dostaw gazów technicznych i technologii gazowych, skontaktuj się z Air Products.

Projektujemy i dostarczamy wydajne stanowiska spawalnicze, dostosowane do wymagań Klientów. Współpracujemy z największymi i sprawdzonymi producentami urządzeń i materiałów spawalniczych oraz oferujemy produkty własnej marki Veriforce®, zapewniając wzrost wydajności i jakości oraz oszczędność kosztów w Twoich procesach produkcyjnych.

Specjalnie opracowane przez Air Products gazy osłonowe Linx® w butli z zintegrowanym zaworem Integra® przyczyniają się do wzrostu wydajności oraz zapewniają bezpieczne środowisko pracy.

Odwiedź nasze strony internetowe i zapoznaj się z naszą ofertą.

tell me more
airproducts.com.pl/welding

AIR PRODUCTS

© Air Products and Chemicals, Inc., 2021 (39268)

Saildrone Surveyor pomoże w eksploracji oceanów

Amerykańskie przedsiębiorstwo Saildrone zaprezentowało nowy model bezzałogowego statku badawczego, przeznaczonego do eksploracji dna morskiego. Surveyor z kadłubem o długości 22 m, dzięki układowi napędowemu wykorzystującemu energię solarną i wiatrową, może wykonywać zdefiniowane zadania badawcze w trybie autonomicznym przez nawet 12 miesięcy. Został wyposażony w oprzyrządowanie echolokacyjne, umożliwiające mapowanie dna morskiego na głębokości do 7 tys. metrów oraz sprzęt do podejmowania próbek z wody.

Jak dotąd przeprowadzono dokładne pomiary kartograficzne jedynie 20% powierzchni dna oceanów. W przypadku załogowych misji badawczych takie pomiary wymagają dużych nakładów finansowych. Alternatywnym rozwiązaniem są autonomiczne żaglowe drony, które pracując w formacjach, są w stanie eksplorować duże powierzchnie oceanu stosunkowo niewielkim kosztem. Flota mniejszych bezzałogowych statków typu Saildrone Explorer o długości 7 metrów i bardzo podobnej konstrukcji przebyła już 500 tys. mil morskich, operując na morzu 10 tys. dni. Wraz z premierą większego statku typu Saildrone Surveyor, potencjał autonomicznej floty badawczej osiąga nowy poziom. Prowadzone badania oceanograficzne mają przyczynić się do lepszego poznania zjawisk cyrkulacji oceanicznej, a co za tym idzie do głębszego zrozumienia procesów kształtowania się klimatu i zjawisk pogodowych, pływów morskich, osadów dna morskiego i klęsk żywiołowych. Mogą także prowadzić do odkrycia nowych złóż surowców o strategicznym znaczeniu.

saildrone.com

Nowy materiał piezoelektryczny

Clive Randall, dyrektor Instytutu Badań nad Materiałami (MRI) w State College w Pennsylwanii, przedstawił efekt swojej pracy prowadzonej na zlecenie NASA. Chodzi o stabilne zasilanie elektroniki w odległych lokalizacjach. Zleceniodawca oczekiwał urządzeń samozasilających się. Najbardziej obiecujące wydawały się materiały piezoelektryczne. Niestety, wszystkie dotąd używane mają poważną wadę. Ich wydajność zaczyna spadać przy 120 °C, a przy 200 °C niemal zupełnie zanika.

Teraz opracowano nowy materiał bimorficzny, którego efektywność jest stała aż do 250 °C. Prąd generowany jest podobnie, jak w używanych dotąd materiałach, za pomocą wibracji lub ściskania. Zasilane nim czujniki umieszczone będą w pobliżu silników rakietowych i będą dostarczać różnych danych podczas startu. Nowy materiał znajdzie również zastosowanie w technice motoryzacyjnej i medycynie, i nie tylko do tworzenia instrumentów pomiarowych i diagnostycznych.

news.psu.edu

invenio

WWW.INVENIO.PL

SPECJALIŚCI INVENIO POSIADAJĄ DUŻE DOŚWIADCZENIE ZWIĄZANE Z ZAGADNIENIAMI DOTYCZĄCYMI PROJEKTOWANIA, EKSPLOATACJI, KONSTRUOWANIA I WYTWARZANIA MASZYN CZY STANOWISK MONTAŻOWYCH, JAK RÓWNIEŻ W OPRACOWYWANIU ORAZ WYTWARZANIU PRZYRZĄDÓW I UCHWYTÓW NIEZBĘDNYCH W RÓŻNORODNYCH PROCESACH PRODUKCYJNYCH. DZIĘKI NASZEMU WSPARCIU, PRZEDSIĘBIORSTWA LEPIEJ GOSPODARUJĄ SWOIMI ZASOBAMI, ZYSKUJĄC LEPSZĄ EFEKTYWNOŚĆ I REDUKUJĄC LICZBĘ PROBLEMÓW WYSTĘPUJĄCYCH W PROCESIE PRODUKCJI.

PROJEKTOWANIE CAD

LABORATORIUM POMIAROWE

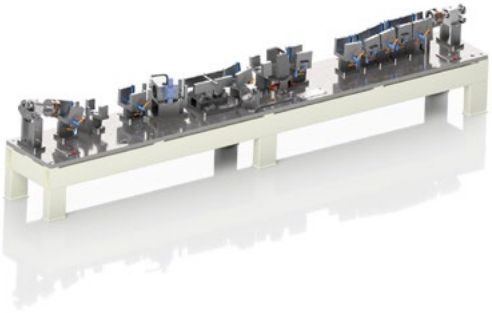
OBRÓBKA SKRAWANIEM CNC

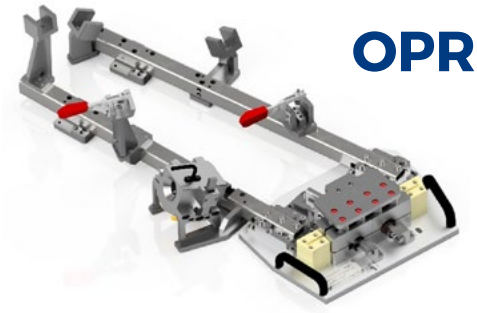
SPRAWDZIANY I OPRZYRZĄDOWANIE PRODUKCYJNE

STANOWISKA MONTAŻOWE

SPRAWDZIANY KONTROLNE

JEDNĄ ZE SPECJALNOŚCI FIRMY INVENIO JEST PROJEKTOWANIE I WYTWARZANIE SPRAWDZIANÓW KONTROLNYCH. SĄ TO SPRAWDZIANY TYPU DOBRE / NIEDOBRE (GO / NO-GO) UMOŻLIWIAJĄCE SZYBKĄ OCENĘ WŁASNOŚCI GEOMETRYCZNYCH LUB ISTOTNYCH FUNKCJI PRODUKTU.





OPRZYRZĄDOWANIE PRODUKCYJNE

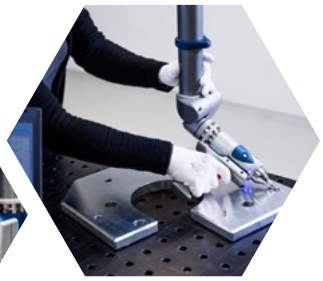
POSIADAMY BOGATE DOŚWIADCZENIE W ZAKRESIE PROJEKTOWANIA I PRODUKCJI SPECJALISTYCZNEGO OPRZYRZĄDOWANIA PRODUKCYJNEGO.

NASZYM KLIENTOM DOSTARCZAMY DEDYKOWANE ROZWIĄZANIA POD KONKRETNE PROBLEMY, USPRAWNIAJĄC I OPTYMALIZUJĄC ICH PROCESY PRODUKCYJNE.

REVERSE ENGINEERING

W OPARCIU O BOGATĄ WIEDZĘ INŻYNIERSKĄ ORAZ DOŚWIADCZENIE ZDOBYTE W PRZEMYŚLE, REALIZUJEMY POMIARY POTRZEBNE DO ODTWORZENIA BRAKUJĄCEJ DOKUMENTACJI TECHNICZNEJ CAD 2D I 3D.

DZIĘKI NASZYM POMIAROM TWORZYMY TRÓJWYMIAROWE ŚRODOWISKO CAD POTRZEBNE DO DALSZYCH PRAC PROJEKTOWYCH NP. PRZY REMONTACH I MODERNIZACJI MASZYN.



OBRÓBKA SKRAWANIEM

DZIĘKI WYKORZYSTANIU NOWOCZESNEGO PARKU MASZYNOWEGO ORAZ WYKWALIFIKOWANEJ KADRY SPECJALISTÓW, JESTEŚMY W STANIE WDROŻYĆ DO PRODUKCJI I WYKONAĆ WSZYSTKIE NASZE PROJEKTY, TAK ABY DOSTARCZAĆ KLIENTOM NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI KOMPLEKSOWE ROZWIĄZANIA.

NASZ PARK MASZYNOWY WYPOSAŻONY JEST W PRECYZYJNE OBRABIARKI FIRMY FOP AVIA (TOKARKI ORAZ PIONOWE CENTRA FREZARSKIE), KTÓRE WSPÓŁPRACUJĄ Z WYSOKIEJ KLASY OPROGRAMOWANIEM WSPOMAGAJĄCYM WYTWARZANIE

INVENIO SP. Z O.O.
WYDZIAŁ MECHANICZNY I LABORATORIUM POMIAROWE
UL. MONTAŻOWA 3B | 43-300 BIELSKO-BIAŁA

BARTOSZ KISER
+48 790 370 800
BKISER@INVENIO.PL

ARTUR LASZCZAK
+48 662 083 174
ALASZCZAK@INVENIO.PL

Nowe Jaguary C

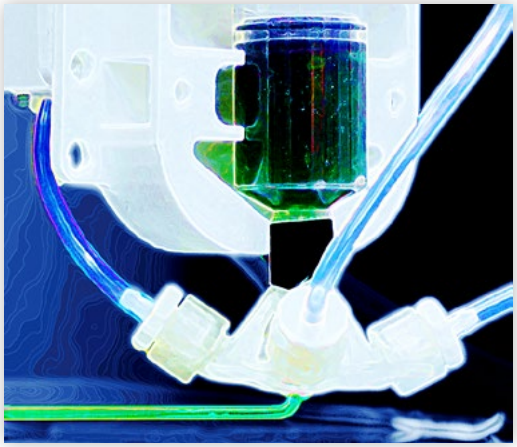
Nie wszystkich fascynują najnowsze konstrukcje motoryzacyjne. Wielu tęskni za dawną mechaniką. Jaguar Heritage od lat produkuje w bardzo małych seriach swoje najsłynniejsze modele. Były już współczesne E-Type, XKSS i model D. Teraz przyszła kolej na C-Type, który debiutował w 1953 roku. Samochód przeszedł do historii motoryzacji, ponieważ po raz pierwszy zastosowano w nim hamulce tarczowe – dzieło Jaguara i Dunlopa. Model C testował w wyścigu Mille Miglia słynny Stirling Moss. Samochód odniósł wiele zwycięstw, m.in. dwukrotnie w 24h Le Mans.

Odpowiedzialnymi za produkcję ośmiu współczesnych egzemplarzy są inżynierowie William Heynes, Bob Knight i Norman Dewis. Podobnie jak oryginał, nowy C-Type ma być napędzany rzędowym, sześciocylindrowym silnikiem o pojemności 3,4 l i mocy 220 KM. Mieszankę paliwowo-powietrzną tworzyć będą legendarne gaźniki Weber 40DCO3. Samochody będą mogły brać udział w imprezach pojazdów zabytkowych.

www.jaguar.com/classic

Dysza zmieniająca kształt

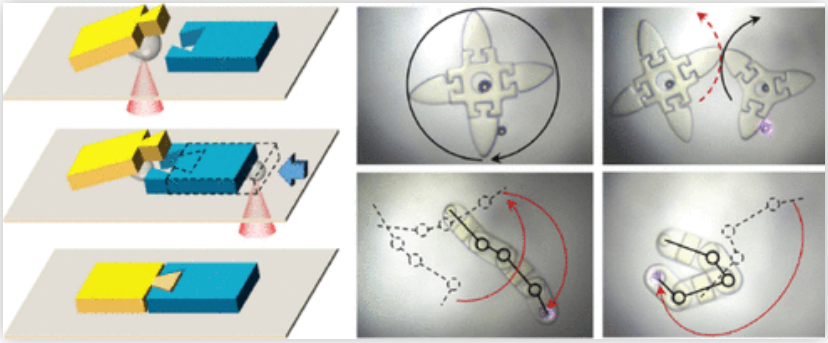
Na Uniwersytecie Maryland opracowano nową konstrukcję dyszy ekstrudera na potrzeby druku 3D metodą FFF (Fused Filament Fabrication). Dyszę wykonano z elastycznego materiału i wyposażono w specjalne pęcherzyki, sterowane przez instalację ciśnieniową. Selektywnie naprężając i rozprężając pęcherzyki można modyfikować geometrię kanału ekstruzji filamentu. Pozwala to na uzyskanie zmiennych profili ekstruzji, począwszy od profilu prostego po konfiguracje zbieżno-rozbieżne, ściskające przepływający filament w płaszczyźnie XY. Jest to szczególnie istotne w przypadku druku przy użyciu filamentu polimerowego wzmocnionego ciętymi włóknami, których orientacja ma wpływ na parametry wytrzymałościowe finalnego produktu.



Innym zastosowaniem dyszy nowej konstrukcji jest tzw. druk 4D. To określenie stosuje się w odniesieniu do druku przedmiotów zmieniających kształt pod wpływem zmian w otoczeniu (np. po zanurzeniu w wodzie, czy po schłodzeniu). Takie zmiany mogą mieć charakter izotropiczny, o jednakowym przebiegu we wszystkich kierunkach, lub anizotropiczny – przebiegający w pojedynczym wymiarze. Zazwyczaj połączenie właściwości izotropicznych i anizotropicznych różnych elementów w obrębie jednego wyrobu wymagało zastosowania różnych materiałów. Jednak dzięki nowej dyszy można programować sposób, w jaki elementy będą zmieniały swój kształt przy użyciu pojedynczego materiału, stosując jedyni zmienne profile ekstruzji.

enme.umd.edu

Robot bąbelkowy

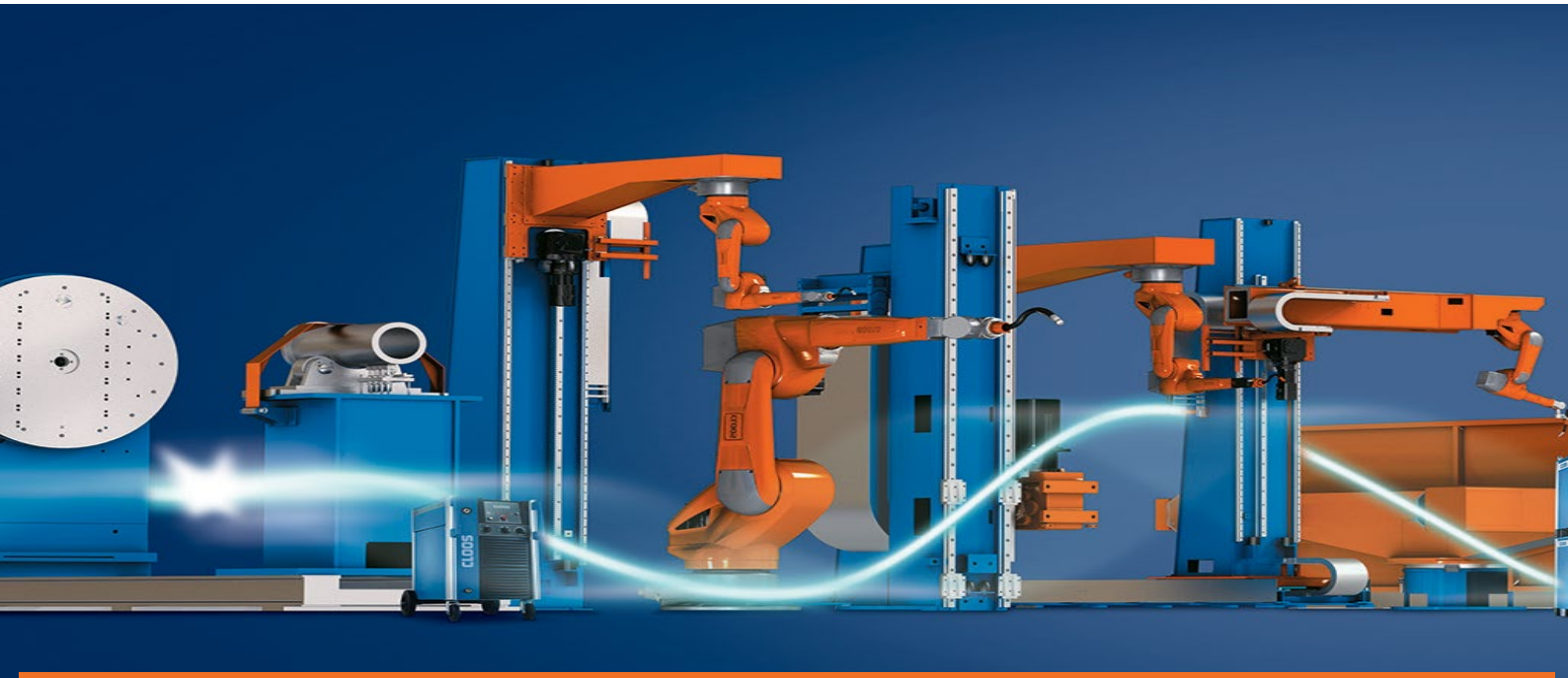


Jednym z wyzwań dla twórców robotów jest miniaturyzacja. Wiele procesów przemysłowych operuje częściami o rozmiarach mniejszych od milimetra. Mikroskopijna precyzja wymagana jest również w chirurgii. Dotychczas budowane mikroroboty potrafią się przemieszczać, ale niestety nie są w stanie łączyć elementów. Konieczne do tego są tradycyjne sposoby.

Naukowcy z American Chemical Society, z zespołu kierowanego przez Niandong Jiao i Lianquing Liu, opracowali ciekawe rozwiązanie. Utworzyli w wodzie pęcherzyki o wielkości kilkuset mikrometrów z niewielkim dodatkiem żywicy syntetycznej. Ruchy i rozmiar pęcherzyków kontrolowane są za pomocą lasera. Działanie promienia laserowego powoduje również to, że woda odparowuje, pozostawiając żywicę. Tą metodą udało się wykonać przeguby, koła zębate, łańcuch w kształcie węża i model pojazdu. Wszystko to zaprezentowano podczas konferencji prasowej, zapowiadając dalszy rozwój składającego się z wodnych bąbelków robota, np. z dodatkiem materiałów przewodzących prąd elektryczny.

acs.org

▪ REKLAMA



qirox

Kompletna linia robotów i peryferii do zautomatyzowanego spawania i cięcia

Kompletne systemy zautomatyzowango spawania i cięcia. Roboty, oprogramowanie, sensoryka i pozycjonery - wszystko rozwijane i tworzone przez jednego dostawcę. Integracja komponentów systemu z pełnym dopasowaniem do wymagań produkcyjnych użytkowników.

Cloos Polska Sp. z o.o.| ul. Stawki 5 | 58-100 Świdnica |
tel: +48 (74) 851 86 60 | dystrybucja@cloos.pl | www.cloos.pl

CLOOS

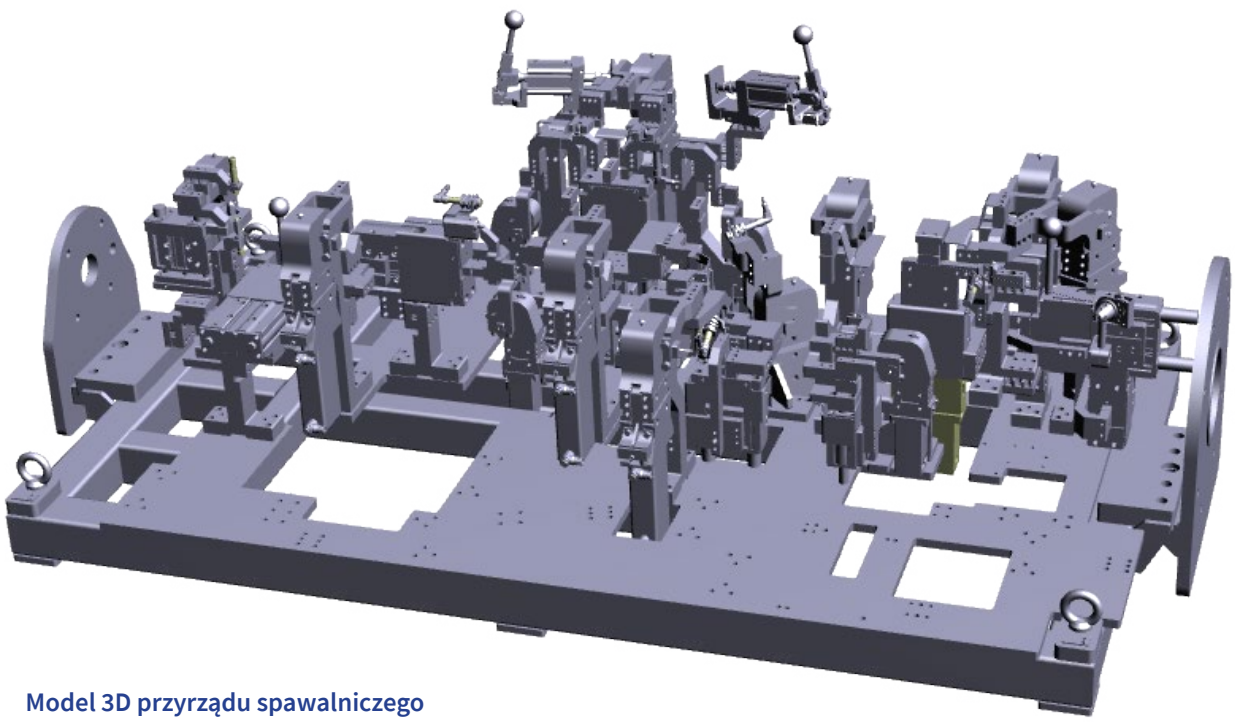
Przyrządy dla zrobotyzowanego spawania

Przemysł motoryzacyjny to jedna z lokomotyw światowego rozwoju przemysłowego. Rozwój ten dotyczy bardzo wielu dziedzin techniki i jest najczęściej źródłem postępu w innych gałęziach i branżach przemysłowych. Obejmuje on takie dziedziny techniki jak np. metalurgia, technologia produkcji, automatyzacja, robotyka, konstrukcje mechaniczne i wiele innych. Ważną, choć słabo opisaną w literaturze technicznej, rolę w produkcji przemysłowej branży motoryzacyjnej odgrywają przyrządy dla zrobotyzowanych stanowisk, gniazd i linii technologicznych.

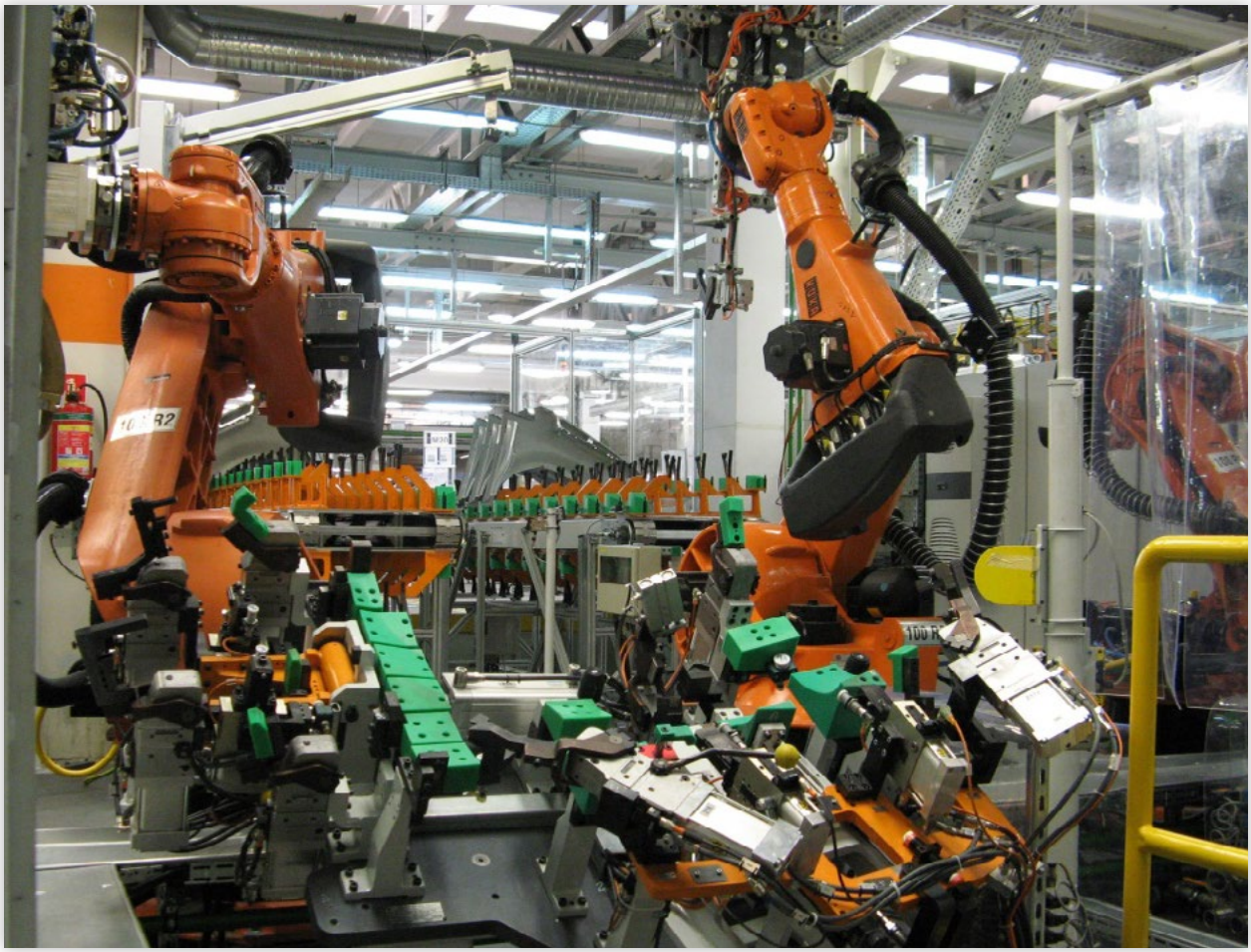
Aleksander Łukomski

Podstawy konstrukcji przyrządów obróbkowych zawarte w różnych publikacjach, np. w „Poradniku konstruktora" Tadeusza Dobrzańskiego, zawierają elementarną, choć dość trudną w przyswojeniu wiedzę na temat bazowania detali w przyrządach, ich ustalania i mocowania. Zawierają też podstawowe informacje do ustalania i mocowania przyrządów w obrabiarce i mnóstwo przykładów oraz analiz i obliczeń. Są bardzo przydatne w budowie wszelkich przyrządów. Ale w motoryzacji, zwłaszcza w przyrządach spawalniczych, występuje szereg dodatkowych problemów, niekiedy bardzo trudnych do rozwiązania przez konstruktora takiego oprzyrządowania. W przemyśle tym mamy do czynienia z wielką różnorodnością zespołów spawanych, od bardzo małych, typu wspornik, krótka belka, przez średnie, ale często niezwykle skomplikowane zespoły, jak np. ściana przednia kadłuba nadwozia, po duże, jak przyrząd główny montażowy kadłuba nadwozia. W autobusach (podobnie jak w pojazdach taboru szynowego) są to wielkie przyrządy, niekiedy 30-metrowej długości, mające po kilkaset baz i docisków.

W konstruowaniu i budowie przyrządów spawalniczych dla spawania zrobotyzowanego występuje problem, który nie występuje przy konstrukcji innych przyrządów. Jeżeli poddajemy obróbce skrawaniem nawet skomplikowany korpus, to do jego ustalenia w osiach XYZ potrzeba np. sześciu elementów bazowych i w skrajnym uproszczeniu może tylko jednego docisku. Natomiast w przyrządzie spawalniczym musimy bazować i zamocować każdy element spawanego korpusu. Jest więc tych elementów bazowych i docisków w przyrządzie bardzo dużo, co poważnie utrudnia dojście palnikiem (zgrzewadłem) do wszystkich wymaganych miejsc spawania, a do tego jeszcze to spawanie powinno być wykonywane w najkorzystniejszym położeniu, w pozycji podolnej. Łatwo sobie wyobrazić trudności w projektowaniu takiego bardziej skomplikowanego przyrządu, dla zespołu



Model 3D przyrządu spawalniczego dla stanowiska zrobotyzowanego. Na czołach ramy widoczne są elementy do mocowania przyrządu w pozycjonerze



Przyrządy do zgrzewania nadkola samochodu na stanowisku zrobotyzowanym

składającego się z wielu detali. Mocowanie detali realizowane jest najczęściej sekwencyjnie, za pomocą docisków elektropneumatycznych, osobno dla każdego detalu.

Mimo że samochody produkuje się już ponad sto lat i wydaje się, że wszystko już w tej produkcji zostało opanowane, to okazuje się, że tak nie jest i pewnych błędów przy tej produkcji wciąż nie daje się uniknąć. W przyrządach spawalniczych występują błędy z różnych powodów i w większości nie występują one w innych przyrządach. Poniżej – krótko o rodzajach i powodach tych błędów.

Błędy technologa (który dzieli kompletne nadwozie na poszczególne mniejsze zespoły, aż do najmniejszych detali, i podejmuje decyzję o zastosowaniu mechanizacji, automatyzacji czy spawania zrobotyzowanego, ale najpierw o kolejności tłoczenia blach) są brzemienne w skutkach. Znane są przypadki samochodów, które z powodu złej kolejności tłoczenia miały przesuniętą ścianę lewą w stosunku do prawej o 10 mm. Skutkowało to pękaniem szyby przedniej. Tego błędu nie udało się skutecznie zlikwidować do końca produkcji tego modelu. Jeszcze poważniej wygląda ten problem w nadwoziach autobusów. Jest też wiele innych skutków pewnej niewiedzy technologa i konstruktora, choć czasem rzeczy te wynikają tylko z chęci oszczędności na technologii i oprzyrządowaniu.

Zdarzają się błędy konstrukcyjne w nadwoziu, które usunąć jest bardzo trudno, bo np. zostały już wykonane kosztowne przyrządy tłoczne, które wymagałyby zmian. W sytuacji kiedy samochód jest po badaniach i zatwierdzeniach, przy jakiejkolwiek zmianie w nadwoziu musiałaby być przeprowadzona nowa procedura zatwierdzenia, znacznie opóźniająca wdrożenie produkcji. Poprawienie tych błędów próbuje się

przerzucić na technologa i konstruktora oprzyrządowania, dodatkowo utrudniając mu pracę. Poważnym błędem jest najczęściej oszczędzanie na technologii produkcji poszczególnych detali zespołu spawanego. Cięcie prostych detali dokonywane jest często na piłach lub gilotynach nie zapewniających właściwych odchyłek ani powtarzalności, co niekiedy skutkuje koniecznością dopasowywania tych detali podczas bazowania ich w przyrządzie, albo poszukiwania przez obsługującego przyrząd operatora optymalnego położenia dla np. równomiernych szczelin podczas spawania.

Nawet jeżeli detale są wykonywane teoretycznie dość dokładną obróbką plastyczną – tłoczeniem, to także powstają błędy wynikające z tej technologii. W tłocznictwie cienkich blach, zwłaszcza karoseryjnych, stosuje się głównie operacje wytłaczania, których celem jest przekształcanie płaskich kawałków blachy w wytłoczki.

W kształtowaniu tych wytłoczek proces tłoczenia dzieli się na dwie operacje:

- operacje ciągnienia, służące do nadania zasadniczego kształtu wytłoczce tj. wytłaczanie, przetłaczanie, dotłaczanie;
- operacje wykańczające np. okrawanie, wywijanie.

Operacje te mogą mieć wiele zabiegów technologicznych i wykonywane są w liniach pras karoseryjnych.

W trakcie tłoczenia wytłoczek występują różne naprężenia i w wyniku działania tych naprężeń w wytłoczce powstają odkształcenia. W trakcie ciągnienia detalu typu miska, w kołnierzu wytłoczki powstają odkształcenia:

- w kierunku promieniowym,
- w kierunku stycznym,
- w kierunku pionowym – po grubości.

Odkształcenia podczas tych operacji przybierają różną formę np. wydłużenie lub pocienienie blachy, a w innych miejscach jej pogrubienie. Wynikają one z naprężeń rozciągających, ściskających, obwodowych itp. W pobliżu dna wytłoczki może wystąpić pocienienie ścianki do 20%, a przy brzegu – pogrubienie do 30%. Wytłoczki niecylindryczne mają podobne odkształcenia.

W tej technologii pojawia się również jeszcze inne odkształcenie. Po zakończonym gięciu, a niekiedy też tłoczeniu, odkształcenia sprężyste powodują niezamierzoną zmianę kształtu giętego elementu. Zjawisko to nazywane jest sprężynowaniem lub powrotnym odkształceniem sprężystym. Sprężynowanie to zależy od wielu czynników: od właściwości mechanicznych giętego materiału, rodzaju materiału jego umocnienia, stopnia odkształcenia, wewnętrznego promienia gięcia (w zależności od grubości materiału, kąta gięcia, kształtu wyrobu, sposobu gięcia i siły dogniatania). Może też zależeć od każdego kolejnego wytopu stali i jej walcowania.

W blachach nadwoziowych, zwłaszcza poszyciowych, występuje problem wiotkości wytłoczki np. ściany bocznej, dachu lub drzwi. Dopiero po usztywnieniu jej (wspawaniu lub zgrzaniu w przyrządzie) np. ścianą wewnętrzną, uzyskuje ona właściwą sztywność. Najpierw jednak należy tę wiotką blachę ustalić w odpowiednich bazach w przyrządzie i zamocować, co bywa trudne, a dotyczy nadania ostatecznego kształtu wg odpowiedniej krzywokreślnej oraz właściwych wymiarów w małej tolerancji. Niekiedy nie można przewidzieć i usunąć wszystkich błędów obróbki plastycznej. Podejmuje się wtedy decyzję o dopuszczeniu do produkcji blach z pewnymi błędami, zwłaszcza gdy są to blachy wewnętrzne usztywniające. Wykonuje się skanowanie wytłoczki i skorygowane rzeczywiste wymiary przyjmuje się do produkcji. Jednak powoduje to dodatkowe utrudnienia dla konstruktora przyrządu.

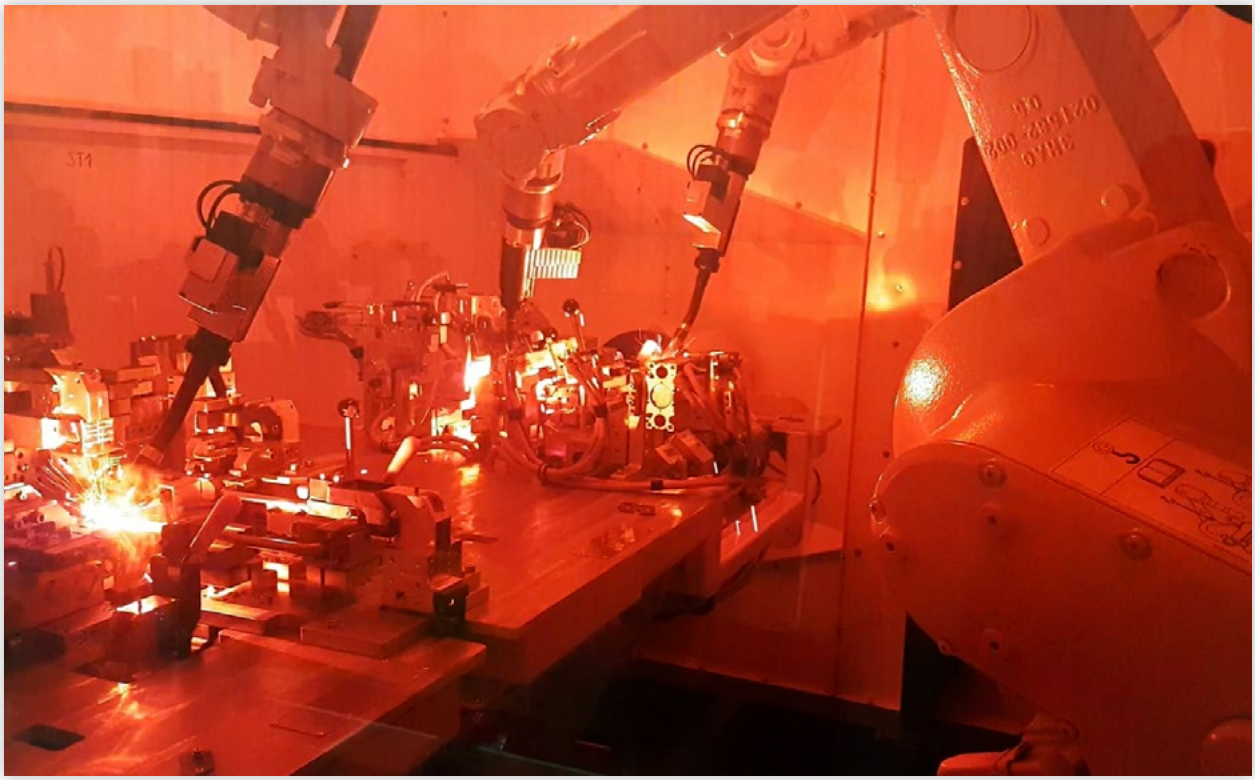
Podczas spawania, także za pomocą robota, występują skurcze spawalnicze, które powodują niezwykle uciążliwe trudności dla konstruktora przyrządu (problem ten opisywaliśmy obszernie

Rozbudowany przyrząd do zgrzewania dla stanowiska zrobotyzowanego

w jednym z wcześniejszych numerów naszego czasopisma). Odkształcenie to powoduje utratę wymiarów i różne zwichrowania zespołu spawanego, ale też może spowodować zakleszczanie spawanego zespołu w przyrządzie, a w skrajnym przypadku może nawet zniszczyć przyrząd, gdy skurcze w okolicy spoin powodują duże naprężenia, niszcząc np. bazy przyrządu. Aby temu przeciwdziałać należy ograniczyć technologicznie skurcze spawalnicze do minimum i zastosować pewne wypróbowane metody konstruowania przyrządu, np. jednokierunkowość baz i docisków, tak aby podczas wyjmowania z przyrządu zespołu pospawanego „odchodził" on od baz. Mechanizm powstawania skurczów przebiega w ten sposób, że najpierw podczas nagrzewania spawane elementy rozszerzają się, a potem, podczas stygnięcia kurczą się. Procentowo odkształcenia dzieli się mniej więcej w 20% na rozszerzanie, a w 80% na kurczenie. Przyrząd musi umożliwiać te odkształcenia. Problem ten w zasadzie nie występuje przy zgrzewaniu punktowym, chyba że jest to długi zespół zgrzewany z dużą liczbą zgrzein.

Decyzję o rozwiązaniach konstrukcyjnych przyrządu podejmuje konstruktor. Jednak musi on uwzględnić pewne wytyczne technologiczne, związane z taktem, a więc czasem operacji. Ważne jest tutaj to, ile czasu ma operator na bazowanie i mocowanie detali zespołu spawanego. Czynności te powinny zająć mniej czasu niż działanie robota, ze względu na jego jak najbardziej maksymalne wykorzystanie. Mocowanie wykonywane ręcznie za pomocą docisków ręcznych zajmuje znacznie więcej czasu niż wykonanie tej czynności przy pomocy docisków elektropneumatycznych. Najczęściej konieczne jest zwrotne potwierdzenie zamocowania docisków. Ręcznie zaciskane dociski renomowanych firm też mają taką możliwość.

Inną ważną informacją od technologa jest wymagana dokładność zespołu spawanego, a więc dokładność bazowania oraz informacje dotyczące odkształceń spawalniczych, czy obróbki plastycznej lub obróbki skrawaniem detali zespołu spawanego, wchodzących do przyrządu. Istotne są także naddatki na ewentualne skurcze spawalnicze. W ich przypadku należy wykonać

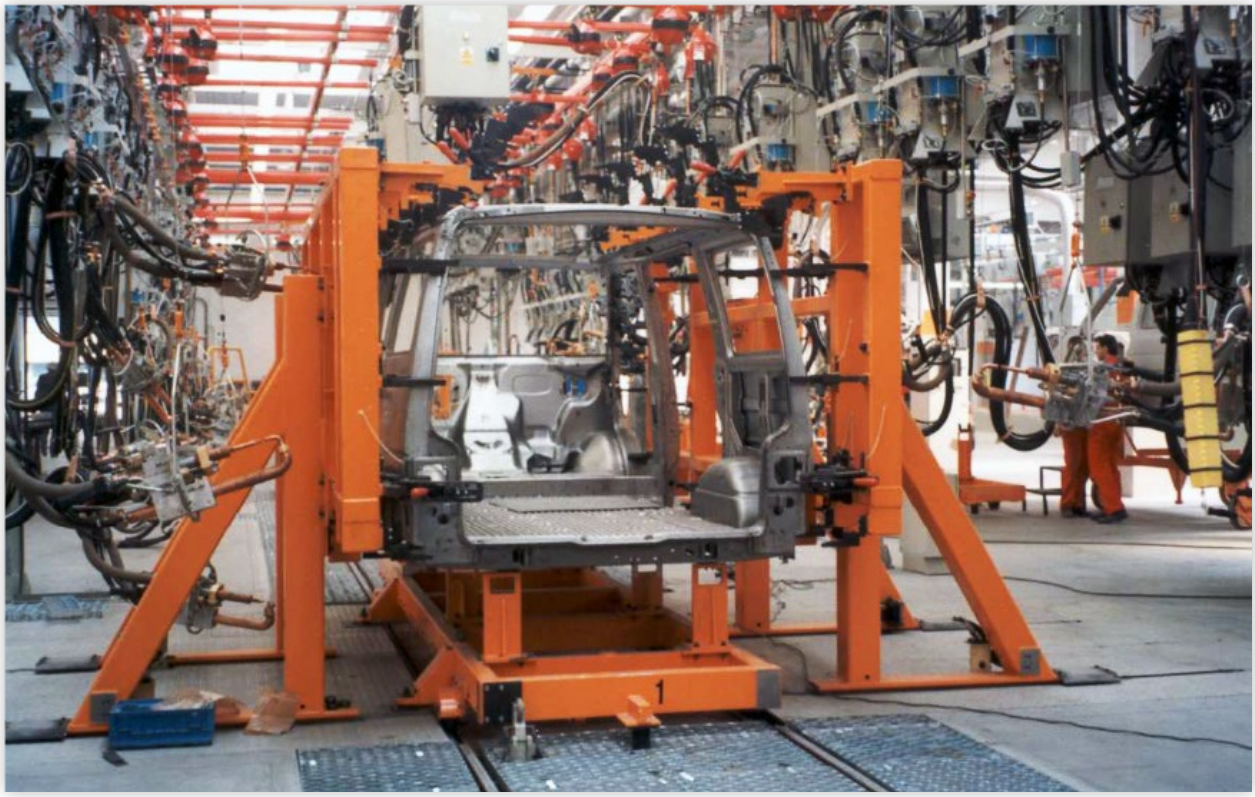


Przyrządy spawalnicze wykorzystywane podczas spawania robotami

nowy rysunek technologiczny zespołu spawanego powiększony o te naddatki. Niekiedy, gdy takich danych brakuje, ustalenia technologiczne musi wykonać sam konstruktor przyrządu.

Podstawowy czas operacji spawania wynika z długości spoiny (sumy długości spoin) i możliwej szybkości spawania dla tych spoin, lub liczby zgrzein, gdy jest to operacja zgrzewania. Do tego dochodzą różne czasy pomocnicze, dobiegi, czas przemieszczania palnika w kiści robota i różne czasy związane z pracą innych urządzeń. Operacje spawania można podzielić pomiędzy dwa roboty lub dwa stanowiska. Często w jednym stanowisku wykonuje się spoiny sczepne (montażowe), a w innym stanowisku zrobotyzowanym – spoiny pełne. Niekiedy jest to podzielone na wiele stanowisk zgrupowanych w gnieździe technologicznym lub linii technologicznej. Tego typu wytyczne i ustalenia z technologiem determinują rozwiązania konstrukcyjne przyrządu. Inaczej zbudowany jest przyrząd do uzyskania geometrii, a inaczej przyrząd przeznaczony tylko do wyspawania, gdy zespół spawany jest już zmontowany spoinami sczepnymi.

Budowa przyrządu zależy od wielu czynników, przede wszystkim od jego wielkości. Podstawa przyrządu to – w mniejszych i średnich przyrządach – usztywniona płyta, wyżarzona i dokładnie obrobiona po spawaniu. Wyżarzanie odprężające po spawaniu dotyczy wszystkich spawanych zespołów przyrządu. Od podstawy odnosi się elementy bazujące w osi Z. Często w tym celu tworzy się w modelu 3D wirtualną płaszczyznę, która może być pomocna w wymiarowaniu tych baz. Przestrzeń pomiędzy płytą a bazą musi umożliwiać operowanie zgrzewadłem (ale należy też wziąć pod uwagę ergonomię). Ten wymiar powinien wynosić około 350-500 mm, niekiedy więcej. Potem, korzystając z ustalonego punktu odniesienia na płycie (może to być otwór technologiczny np. Ø 20 H7 lub specjalne znaczniki przykręcone do podstawy), wyznacza się bazy w osiach X oraz Y. Następnie dodaje się dociski. Mogą one być uruchamiane ręcznie, choć najczęściej stosuje się dociski uruchamiane elektropneumatycznie. Są to rozbudowane i dopracowane konstrukcyjnie zespoły



Przyrząd przestrzenny (konduktor) do zgrzewania geometrycznego kadłuba furgonu dla mniejszej serii produkcyjnej

docisków kolanowych, gdzie dopiero 6 mm od powierzchni docisku uruchamiane są z pełną siłą. Przed dojściem do 6 mm siła jest minimalna aby nie dopuścić do zgniecenia ręki operatora. Na rynku dostępna jest wielka liczba różnych docisków, które w zasadzie zapewniają docisk w najrozmaitszych pozycjach mocowania. Napędzane mogą być ręcznie lub ręcznie i w ostatniej fazie docisku pneumatycznie, także pneumatycznie, jak również elektromechanicznie. Końcówki tych docisków wyposaża się często w elementy kształtowe, wynikające z kształtu elementu dociskanego. Po pewnym zamocowaniu docisku uruchamia się odpowiednia dioda, zabudowana w docisku, potwierdzająca zamocowanie. Przekazywany jest też sygnał do sterowania stanowiskiem. Trudnym elementem są wsporniki łączące podstawę z zespołem baz i docisków. Korzystając z programów komputerowych łatwiej wyznaczyć ich kształt i wymiary oraz zapewnić przestrzennie dostęp zgrzewadłem lub palnikiem do miejsca spawania.

Jeszcze trudniejszym problemem są większe przyrządy, np. do zapewnienia geometrycznego ustalenia kadłuba nadwozia (niekiedy zwane konduktorami). Są to przyrządy przestrzenne, które składają się z większej podstawy, do której zamontowane są odchylnie zespoły mocujące ściany. W środku umieszczony jest na podstawie przyrząd ustalający i mocujący podłogę kadłuba nadwozia. Po wstawieniu ścian i zamocowaniu ich w zespołach odchylanych, dosuwają się one do baz przyrządu i są w tej pozycji zaryglowane. Od góry zakładany jest albo dach albo tylko jego wsporniki. Niekiedy stosuje się trochę inną pracę takiej tzw. stacji geo, gdy na stanowisku wcześniejszym składa się kadłub nadwozia i wstępnie mocuje klipsami, a potem wprowadza się taki wstępnie zmontowany kadłub do stacji i mocuje podobnie jak to opisano wyżej. Przy mniejszych seriach, gdy mamy dłuższe takty, np. 10 min., pracownicy wnoszą do przyrządu ściany boczne i ręcznie mocują je na odchylanych zespołach przyrządu. Przyrządy te są bardzo

trudne w budowie i wymagają dużej wiedzy z różnych dziedzin techniki.

W przyrządach zabudowuje się dodatkowo różne elementy konstrukcyjne, jak np. prowadnice zgrzewadeł, zwłaszcza w przyrządach, gdzie odbywa się zgrzewanie od spodu i miejsca zgrzewania są zasłonięte. Prowadnice pomagają doprowadzić zgrzewadło do miejsca zgrzewania w miarę pewnie. Niekiedy w przyrządach zabudowuje się automatyczne zgrzewarki, w miejscach, do których trudno jest dojść zgrzewadłem. Czasem są to bardziej skomplikowane zespoły, z kilkoma zgrzewarkami lub zgrzewarką przesuwaną automatycznie liniowo i wykonującą kilka zgrzein w trakcie taktu, podczas gdy operator lub robot wykonują inne zgrzeiny lub spoiny. Często zabudowuje się też zgrzewarki jednostronne. Niekiedy przy zgrzeinach na blachach poszyciowych stosuje się elektrody pośrednie miedziane większych rozmiarów i poprzez nie zgrzewa się blachę poszyciową z wewnętrzną, aby uniknąć śladów zgrzewania na blasze poszyciowej np. drzwi. Elektrody te tworzą nieraz swoistą klawiaturę, gdy rozmieszczone są wg krzywokreślnej drzwi i zamontowane są w przyrządzie zawiasowo. Dużym utrudnieniem w konstrukcji przyrządów spawalniczych są ssawki odciągu dymów spawalniczych, które muszą być umieszczone blisko spawania, czy zgrzewania, ale blokują dostęp zgrzewadła czy palnika.

Przyrządy spawalnicze wymagają na ogół dużych dokładności ustawienia baz, często w setnych częściach milimetra. Wymaga to wąskich tolerancji wykonania poszczególnych i ważnych elementów przyrządu. Jednak ostateczne wymiary osiągane są podczas pomiaru zmontowanego przyrządu. W tym celu używa się dokładnych urządzeń pomiarowych do zespołów przestrzennych, jak np. ramiona pomiarowe, maszyny pomiarowe, czy trackery laserowe. Podczas tych pomiarów stosuje się pakiety podkładek o różnych grubościach, pod bazy, tzw. simsy, którymi ostatecznie ustala się wymiar położenia baz z dużą dokładnością.

W tym celu bazy nie mogą być powiązane ze wspornikami lub innymi elementami przyrządu na stałe, tylko za pomocą śrub i kołków lub odpowiednio obrobionych powierzchni. Bazy w zasadzie wykonuje się w stanie hartowanym lub co najmniej ulepszonym. Powinny one mieć określoną twardość, aby zapobiec zbyt szybkiemu zużyciu powierzchni bazowej, zwłaszcza gdy występują ostre krawędzie detali bazowanych.

Niektóre koncerny samochodowe, ale i firmy inżynierskie budujące zrobotyzowane stanowiska spawalnicze, stosują w konstruowaniu i budowie przyrządów skatalogowane, zunifikowane elementy przyrządów, których stosowanie znacznie przyspiesza budowę przyrządów i co ważne, eliminuje wiele błędów wymiarowych, niezwykle kłopotliwych przy ich usuwaniu.

Jak we wszystkich przyrządach i tu istotne jest ustalenie i zamocowanie przyrządu w zrobotyzowanym stanowisku. Rzadko montuje się przyrząd na stałe, na podstawie lub wręcz na posadzce. Chyba że jest to gniazdo technologiczne lub linia. Niekiedy w prostszych stanowiskach jest to stół obrotowy o pionowej osi obrotu, nieraz wyposażony dodatkowo w pozycjonery o poziomej osi obrotu, które współpracują z robotem i ustawiają przyrząd z zespołem spawanym w najdogodniejszej pozycji spawania dla robota.

Przyrządy dla zrobotyzowanego spawania są trudne w konstruowaniu i budowie. Wymagają dużej wiedzy od konstruktora tych przyrządów z różnych dziedzin techniki, a także podejścia analitycznego oraz zdolności przewidywania następstw przyjętych rozwiązań. Konieczna jest tu też współpraca z technologiem i programistami sterowania.

Aleksander Łukomski

Fotografie (oprócz zdjęcia tytułowego) i rysunek pochodzą z archiwum firmy TASKOPROJEKT SA

Druk 3D w technologii FFF bez stosowania podpór

Druk 3D metodą ekstruzji stopionego termoplastycznego filamentu (ang. *Fused Filament Fabrication*) to to jedna z najbardziej rozpowszechnionych technik wytwarzania przyrostowego, wyróżniająca się przystępnymi kosztami i niewygórowanymi wymaganiami sprzętowymi. Oprócz niewątpliwych zalet ma jednak istotne ograniczenia, związane z koniecznością stosowania struktur podtrzymujących – tzw. supportów – podczas drukowania bardziej złożonych modeli, zawierających newralgiczne pod względem technologicznym detale, takie jak duże otwory, nawisy i mostki, a także powierzchnie odchylone o ponad 45° od osi Z.

Jacek Zbierski

Potrzeba stosowania podpór (supportów) jest uwarunkowana technologicznie i wynika z faktu, że w druku przestrzennym metodą FFF model powstaje z płaskich warstw wytwarzanych w pojedynczym przebiegu głowicy ekstrudera po zadanej ścieżce w płaszczyźnie XY, po czym następuje podniesienie głowicy lub opuszczenie platformy roboczej i proces zostaje powtórzony w kolejnych warstwach, aż do uzyskania gotowego wyrobu. W przypadku drukowania detali o ściankach nachylonych pod kątem, kolejne warstwy są przesunięte względem siebie. Dla ścieżek przebiegu głowicy po zewnętrznej krawędzi detalu jest to o tyle istotne, że w przypadku powstania nawisu, aplikowany materiał jedynie w pewnym stopniu opiera się na warstwie pod spodem. Przykładowo dla ścianki pochylonej o 45° powstaje nawis, złożony ze ścieżek aplikowanego materiału, które jedynie w 50% opierają się na poprzedniej warstwie. Takie przesunięcie przyjmuje się jako wartość graniczną, powyżej której konieczne staje się stosowanie supportów, aby nie dopuścić do delaminacji i obsunięcia się drukowanej struktury pod ciężarem kolejnych warstw. Podobną trudność sprawia drukowanie tzw. mostków, czyli poziomych powierzchni

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl

OPTYMALIZACJA z wykorzystaniem symulacji MES i środowiska Isight

W środowisku programistycznym mówi się, że aby zrozumieć rekurencję należy najpierw zrozumieć czym jest rekurencja. Podobnej analogii można użyć, aby określić czym jest optymalizacja; chcąc zrozumieć czym ona jest należy najpierw zrozumieć co oznacza przymiotnik optymalny. Słownik PWN określa optymalny jako najlepszy z możliwych w jakichś warunkach. Bardzo wyraźnie podkreślony jest tu fakt, że bycie „najlepszym" zależy od warunków zewnętrznych, a te zależą od sytuacji, którą rozpatrujemy.

Sławomir Polański

Przykładowo, samochód marki Porsche na pewno nie będzie wyborem optymalnym dla osoby szukającej swojego pierwszego samochodu. W tym przypadku głównym warunkiem zewnętrznym ograniczającym nasz wybór jest oczywiście budżet. Wiedząc co oznacza przymiotnik optymalny łatwo zdefiniować czym jest optymalizacja. Jest to proces polegający na udoskonaleniu jakiegoś obiektu czy procesu, tak aby posiadał możliwie najlepsze cechy w z góry określonych warunkach. Warto też podkreślić, że proces udoskonalenia może polegać zarówno na maksymalizacji jak i minimalizacji wpływu jakieś cechy.

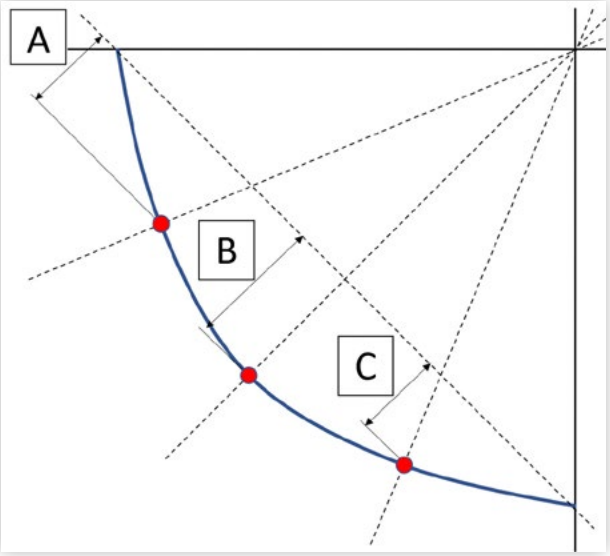
PODSTAWY OPTYMALIZACJI MATEMATYCZNEJ

W historii nauk technicznych znaleźć można wiele przypadków rywalizacji między naukowcami. Jednym z przykładów są bracia Johann i Jakob Bernoulli. Źródła podają, że młodszy z braci, Johann, zazdrościł stanowiska profesorskiego swojemu starszemu bratu, co wytworzyło nić rywalizacji między nimi. Całe szczęście dla nauki, rywalizacja ta była przyczynkiem do rozwoju matematyki, a w szczególności analizy matematycznej. W roku 1696 Johann rzucił wyzwanie całemu matematycznemu światu w postaci matematycznej zagwostki, która brzmiała mniej więcej tak: *mając do dyspozycji punkty A i B wyznacz równanie*

krzywej, po której masa punktowa pod wpływem siły ciężkości stacza się w możliwie najkrótszym czasie. Ten matematyczny problem nazywany jest dziś zagadnieniem krzywej najkrótszego spadku bądź zagadnieniem brachistochrony (od nazwy krzywej). Można powiedzieć, że jest to w sumie pytanie o to, jaki kształt powinna mieć skocznia narciarska, tak by skoczkowie zjechali po niej w jak najszybszym czasie. Ciekawostką jest, że za rozwiązanie zagadki Johann zaoferował nagrodę i jednocześnie sam zaproponował rozwiązanie w postaci równania cykloidy. W późniejszym czasie starszy brat Jakob udowodnił, że równanie cykloidy jest w istocie rozwiązaniem problemu, jednak sposób w jaki chciał to udowodnić Johann był niepoprawny.

Bracia Bernoulli stworzyli podwaliny rachunku wariacyjnego. Jednym z głównych zadań tej dziedziny matematyki jest znalezienie odpowiedzi na każde pytanie zaczynające się od słów „oblicz najlepszy / maksymalny / minimalny / najdłuższy / najkrótszy..." itp. Brzmi znajomo? Powinno. Rachunek wariacyjny to w istocie narzędzie matematyczne służące do przeprowadzania optymalizacji. Wykorzystuje się go do badania ekstremalnych wartości funkcji, które w rachunku wariacyjnym nazywane są funkcjami celu.

Piękno matematyki polega na tym, że często to samo rozwiązanie można otrzymać kilkoma sposobami. Z tego właśnie powodu postanowiłem sprawdzić czy problem krzywej najkrótszego spadku da się rozwiązać przy użyciu dostępnych narzędzi do symulacji inżynierskich. Zakładając, że mamy do dyspozycji masę punktową oraz krzywą przechodzącą przez trzy punkty, symulacja zostanie wykorzystana by określić całkowity czas potrzebny na pokonanie krzywej przez masę punktową. W takim przypadku funkcją celu będzie wspomniany czas, a jej wartością możemy manipulować poprzez dobranie odpowiednich wartości A, B i C (Rys. 1).

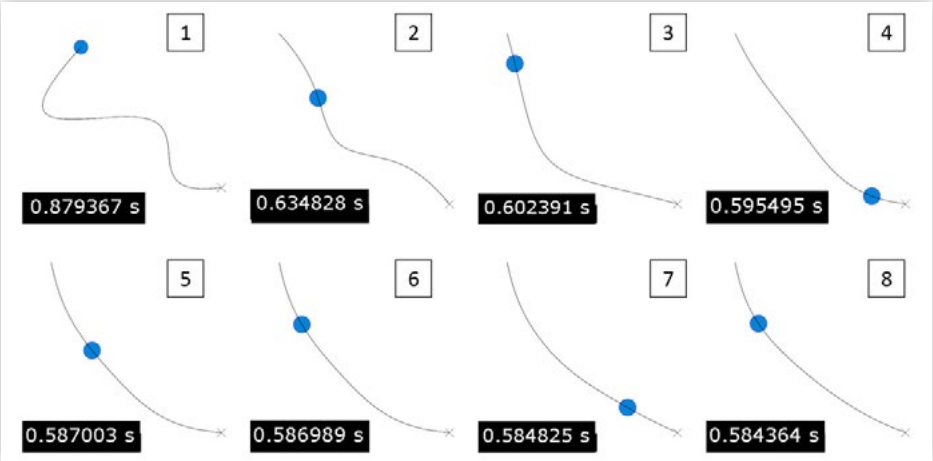


Rys. 1 Wstępny szkic krzywej najkrótszego spadku

Jak to zrobić? Można ręcznie manipulować wartościami i sprawdzać, które proporcje wymiarów skracają czas potrzebny na pokonanie krzywej. Innym podejściem jest wykorzystanie algorytmów optymalizacyjnych, które same dobierają odpowiednie wartości wymiarów tak, aby kierunek zmian był najbardziej pożądany.

Przykład z rysunku 2 to chyba najprostszy możliwy przykład optymalizacji przy użyciu oprogramowania komputerowego.

Rys. 2 Poszczególne klatki z wideo przedstawiającego w jaki sposób algorytm optymalizacyjny dobiera proporcje wymiarów A, B, C tak aby czas spadku był najmniejszy



Podobna procedura optymalizacyjna wykorzystywana jest w bardziej życiowych zagadnieniach inżynierskich, o czym – w dalszej części artykułu.

WYKORZYSTANIE OPTYMALIZACJI W PRAKTYCE INŻYNIERSKIEJ

W praktycznych zastosowaniach wykorzystuje się oprogramowanie z wbudowanymi algorytmami do przeprowadzania procesu optymalizacji. Jednym z takich oprogramowań jest Isight dostarczany w pakiecie z Abaqusem przez firmę Dassault Systèmes. W tym artykule postaram się opisać jak może wyglądać proces optymalizacji na przykładzie plastikowego klipsa, który można znaleźć w prawie każdym sportowym plecaku (Rys. 3). W poniższym przykładzie przedstawię uproszczony, dwuwymiarowy model, który znacząco pozwolił mi zredukować czas obliczeń. Jak łatwo się domyślić przy dziesiątkach symulacji każda sekunda obliczeń ma znaczenie.

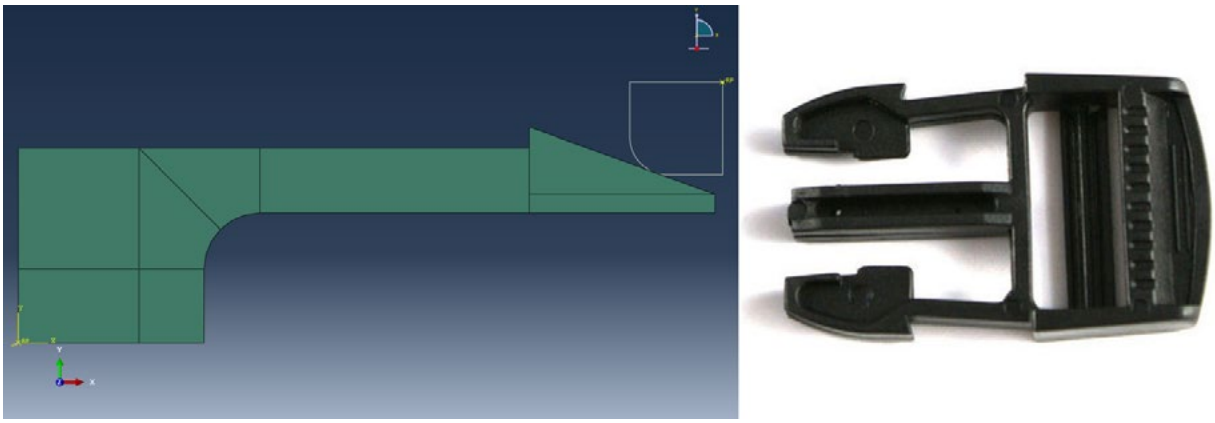
Pierwszą decyzją, którą należy podjąć przed rozpoczęciem optymalizacji jest zdecydowanie, jaki jest jej cel. Optymalizacja parametryczna umożliwia nam sterowanie zachowaniem i właściwościami dowolnego obiektu pod warunkiem, że da się go zasymulować. Typowymi funkcjami celu jest minimalizacja wagi obiektu czy minimalizacja naprężeń. W naszym przykładzie zdecydowałem się na minimalizację naprężeń, co oznacza, że chcę zmniejszyć ryzyko zniszczenia klipsa podczas jego pracy.

Kolejnym krokiem jest określenie, które parametry klipsa zmniejszają bądź zwiększają jego wytrzymałość. Te parametry to tzw. zmienne optymalizacyjne i to one będą podane na wejściu do pętli optymalizacyjnej. Na pierwszy rzut oka można wymienić kilka z nich: a) wymiary klipsa, b) materiał z jakiego wykonany jest klips, c) temperatura w jakiej pracuje klips, d) dokładność wykonania.

Na tym etapie należy podjąć decyzję odnośnie tego, który czynnik jest decydujący. Czasem zdarza się tak, że zmuszeni jesteśmy wybrać ten czynnik, na który po prostu mamy wpływ. Projektując taki mechanizm mamy wpływ na to jakie ma wymiary i z czego jest wykonany. W tym przykładzie założyłem jednak, że to nie my, a klient decyduje o materiale, a my jako konstruktorzy mamy wpływ tylko na jego wymiary.

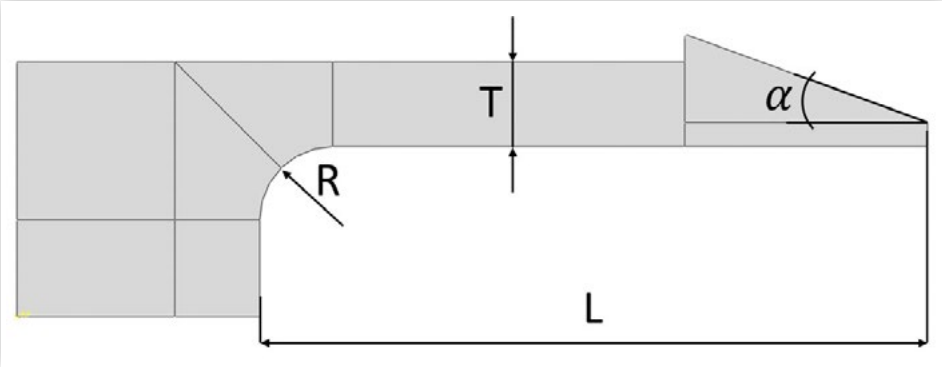
Kolejne pytanie, które musimy sobie zadać, to pytanie o to, które wymiary są istotne z perspektywy optymalizacji. Wybór zbyt dużej ilości zmiennych spowoduje, że proces optymalizacji będzie trwał bardzo długo. Co więcej, musimy także określić jakie minimalne i maksymalne wartości mogą przyjmować te wymiary. Po wstępnej inspekcji modelu postanowiłem, że wymiarami, które będą ulegać zmianie podczas optymalizacji będą wymiary przedstawione na

Rys. 3 Komputerowy (po lewej) i rzeczywisty (po prawej) model klipsa



rysunku 4 i w tabeli 1. Zakładam, że tak jak czytelnik artykułu, w tej chwili jeszcze niewiele wiem odnośnie tego, które wymiary mają największy wpływ na wytrzymałość.

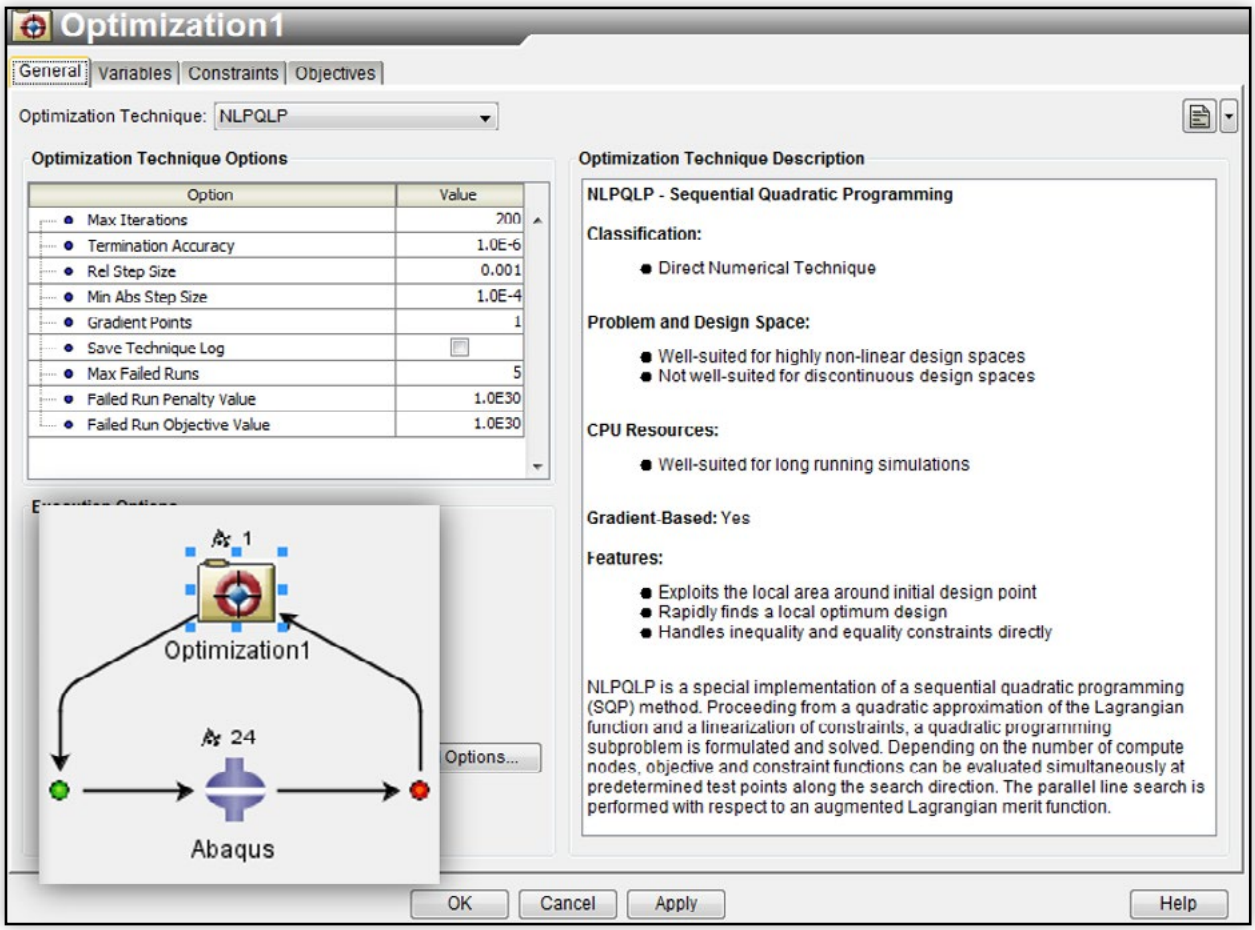
Mając tak zdefiniowaną tabelkę wymiarów można zacząć budowę pętli optymalizacyjnej. Pętla optymalizacyjna w Isight składa się z dwóch komponentów. Pierwszy odpowiedzialny jest za proces optymalizacji, drugi zaś za proces symulacji. Komponent optymalizacyjny umożliwia nam wybór odpowiedniego algorytmu optymalizacyjnego, co powoduje, że stajemy przed kolejnym dylematem. Mianowicie, który algorytm jest dla nas odpowiedni? Niestety na to pytanie nie ma jednoznacznej odpowiedzi, a wybór odpowiedniego algorytmu często jest rezultatem metody prób i błędów. Całe szczęście, że program jest na tyle pomocny, że przy każdym algorytmie zawarty jest opis zastosowania (Rys. 5).



Rys. 4 Wstępny szkic krzywej najkrótszego spadku

wymiar	wartość minimalna	wartość maksymalna
α	55°	70°
T	0,5 mm	3,0 mm
L	10,0 mm	17,5 mm
R	0,5 mm	2,5 mm

Tab. 1 Zestawienie wymiarów wykorzystanych w procesie optymalizacji



Rys. 5 Definicja komponentu optymalizacyjnego w Isight

Sim-flow | Parameters | History | Data Analysis | Visual Design | Graphs | Summary | Logs

Optimization1

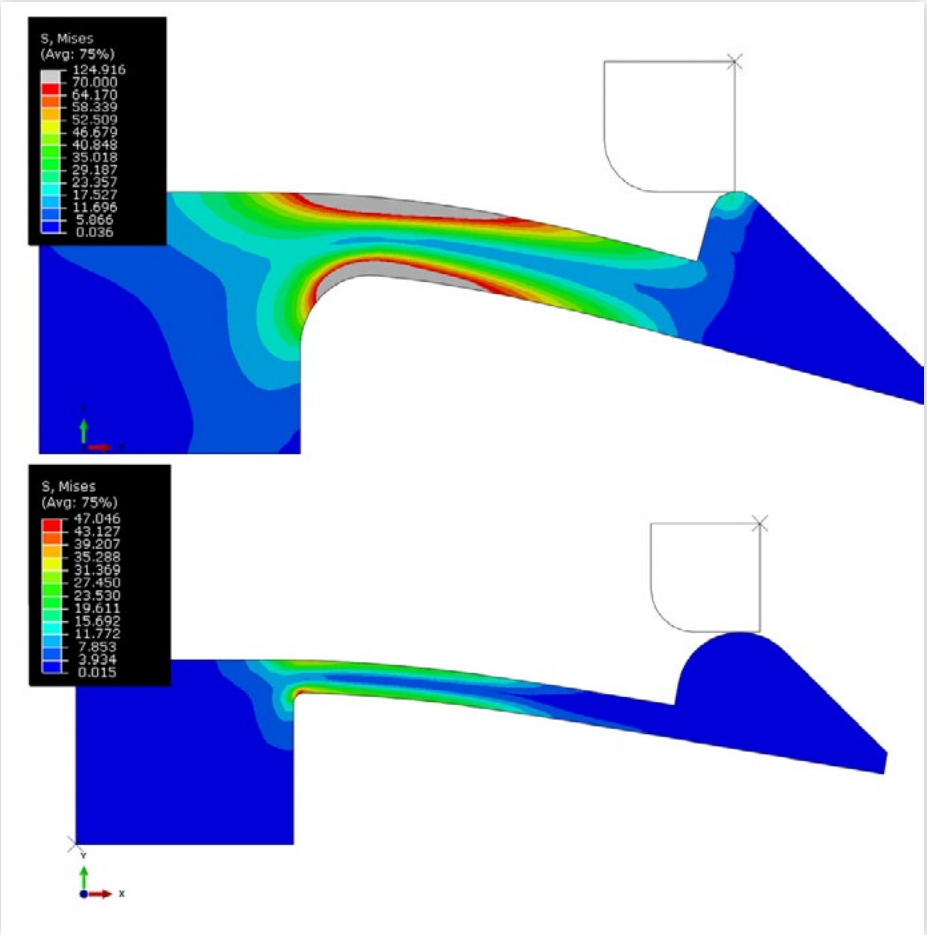
Run Path — Parameters for all Iterations (Done)

			angle	length	radius	thickness	maxMises	Design Feasibility	Objective and Penalty
✓	1	1	60.0	10.0	1.0	1.0	140.362152	9	140.362152
✓	1	2	60.06	10.0	1.0	1.0	135.45015	9	135.45015
✓	1	3	60.0	10.01	1.0	1.0	139.600143	7	139.600143
✓	1	4	60.0	10.0	1.001	1.0	140.404984	7	140.404984
✓	1	5	60.0	10.0	1.0	1.001	142.701416	7	142.701416
✓	1	6	70.0	17.5	0.5	0.5	36.797718	9	36.797718
✓	1	7	69.93	17.5	0.5	0.5	41.706074	7	41.706074
✓	1	8	70.0	17.4825	0.5	0.5	37.195049	7	37.195049
✓	1	9	70.0	17.5	0.5005	0.5	34.006794	9	34.006794
✓	1	10	70.0	17.5	0.5	0.5005	34.953148	7	34.953148
✓	1	11	70.0	17.5	1.619291694	0.5	35.518032	7	35.518032
✓	1	12	69.93	17.5	1.619291694	0.5	35.453632	7	35.453632
✓	1	13	70.0	17.4825	1.619291694	0.5	35.945534	7	35.945534
✓	1	14	70.0	17.5	1.620910985	0.5	35.226707	7	35.226707
✓	1	15	70.0	17.5	1.619291694	0.5005	35.987514	7	35.987514
✓	1	16	60.92732422	17.5	1.77588134	0.5	40.300045	7	40.300045
✓	1	17	65.49137062	17.5	1.697108282	0.5	39.453434	7	39.453434
✓	1	18	65.55686199	17.5	1.697108282	0.5	44.733414	7	44.733414
✓	1	19	65.49137062	17.4825	1.697108282	0.5	42.983612	7	42.983612
✓	1	20	65.49137062	17.5	1.698805391	0.5	39.468399	7	39.468399
✓	1	21	65.49137062	17.5	1.697108282	0.5005	45.453125	7	45.453125
✓	1	22	55.0	17.5	1.852343194	0.5	49.803986	7	49.803986
✓	1	23	61.04394635	17.5	1.762914318	0.5	42.449062	7	42.449062
✓	1	24	70.0	17.5	0.5005	0.5	34.006794	8	34.006794

Rys. 6 Tabelaryczne zestawienie wyników z procesu optymalizacji

W oparciu o ten opis stwierdziłem, że algorytm NLPQLP będzie dobrym wyborem. Definicja komponentu symulacyjnego składa się z importu modelu z Abaqusa oraz wyznaczenia wymiarów biorących udział w optymalizacji. Isight podczas optymalizacji sam modyfikuje wymiary oraz nakłada nową siatkę. W bardziej skomplikowanych zagadnieniach będzie trzeba mu nieco pomóc, ale generalnie połączenie na linii Isight-Abaqus działa bardzo dobrze.

Rys. 7 Porównanie początkowej i zoptymalizowanej geometrii klipsa



Na tym etapie nie pozostaje nam nic innego jak uruchomienie pętli optymalizacyjnej. Wyniki z optymalizacji zostaną nam przedstawione w formie tabeli (Rys. 6), a kolorem zielonym podświetlony zostanie najbardziej optymalny zestaw wymiarów.

W ten prosty sposób program znalazł nowy zestaw wymiarów, dla

którego maksymalna wartość naprężeń zmalała o prawie 100 MPa i wynosi teraz 34 MPa. Zakładając, że materiał ulega uplastycznieniu przy 70 MPa można powiedzieć, że modyfikacja, którą wdrożyliśmy z pewnością wydłużyła żywotność naszego klipsa.

METODA PLANOWANIA EKSPERYMENTU JAKO POŚREDNI SPOSÓB OPTYMALIZACJI

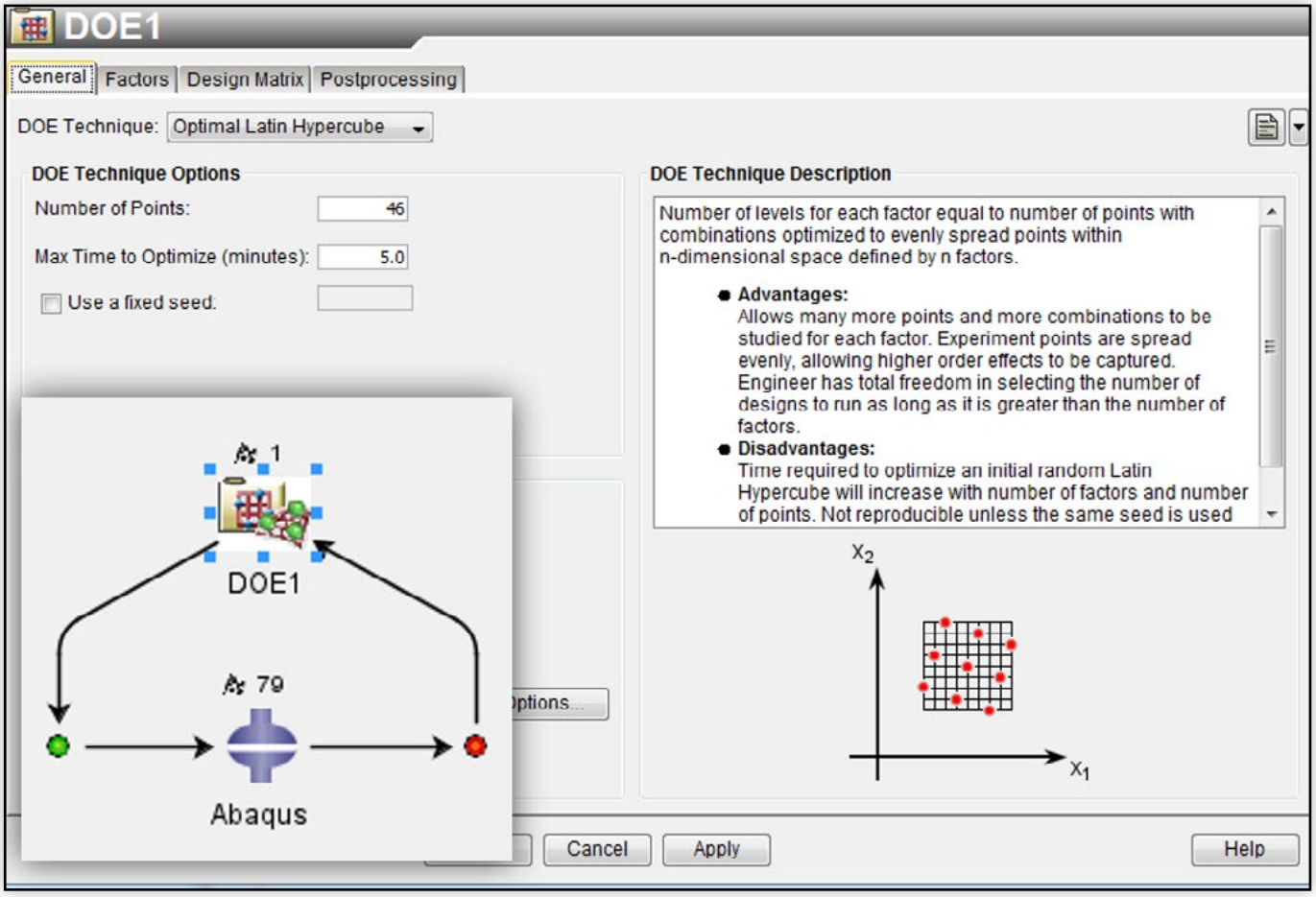
Wyobraźmy sobie sytuację, w której klient zadecydował, że minimalne wartości naprężeń są równie istotne co minimalna wartość siły potrzebnej na domknięcie mechanizmu klipsa. Proces optymalizacji ulega skomplikowaniu, ponieważ mamy do czynienia z dwiema funkcjami celu – jednocześnie zależy nam na zmniejszeniu wartości naprężeń oraz zmniejszeniu wartości siły. W takich przypadkach warto zastanowić się czy pętla optymalizacyjna jest najlepszym rozwiązaniem.

Spośród wielu sposobów na znalezienie odpowiednich wymiarów klipsa w takiej sytuacji, postanowiłem wykorzystać coś, co w literaturze angielskojęzycznej nazywa się *Design of Experiments* (DoE), a po polsku – metodą planowania eksperymentów. Chcąc wyjaśnić czym jest analiza DoE postaram się użyć pewnej analogii i odwołać się do wyobraźni czytelnika.

Optymalizacja przedstawiona w poprzednim przykładzie przypomina w sposobie swojego działania nawigację samochodową. Zazwyczaj dzięki niej dotrzemy do wyznaczonego celu, ale zdarzają się przypadki, że nawigacja zwyczajnie się myli i obiera niewłaściwy kierunek.

Chcąc zrozumieć ideę metody planowania eksperymentów można sobie wyobrazić, że naszym zadaniem jest przejście przez las w środku nocy, w którym ktoś rozstawił lampiony, aby nam pomóc. Łatwo sobie wyobrazić, że im bliżej lampionu tym więcej widzimy

Rys. 8 Definicja komponentu DOE w Isight



i mniejsze ryzyko, że zrobimy sobie krzywdę. Niestety, las jest ogromny, a ilość lampionów jest ograniczona. W oparciu o taką analogię, można powiedzieć, że metoda planowania eksperymentów polega na takim doborze położenia lampionów, aby nasza wiedza na temat położenia w lesie była jak najlepsza.

W przypadku mechanizmu klipsa specjalne algorytmy w programie pozwalają na uzyskanie jak największej ilości wartościowych i wiarygodnych informacji o badanym obiekcie na podstawie jak najmniejszej liczby doświadczeń.

Wiedząc jaka jest różnica pomiędzy optymalizacją a metodą planowania eksperymentów możemy wrócić do dalszej części optymalizacji klipsa. Dla przypomnienia, teraz naszym celem będzie jego udoskonalenie poprzez jednoczesną minimalizację wartości naprężeń i siły potrzebnej do jego zamknięcia. W tym celu wykorzystam opisaną wcześniej metodę DoE.

Na potrzeby tego przykładu wykorzystam wcześniej stworzony model oraz zmodyfikowaną pętlę optymalizacyjną. Chcąc określić siłę potrzebną do zamknięcia mechanizmu klipsa wykorzystana zostanie siła reakcji z części utwierdzonej. Wartość tę należy dodać do definicji komponentu Abaqus w programie Isight. Dodatkowo, poprzednio utworzony komponent procesu optymalizacji w pętli należy zmienić na komponent DoE. Komponent DoE odpowiedzialny będzie za proces przeprowadzania eksperymentu i chcąc go w pełni zdefiniować należy wybrać odpowiedni algorytm jego działania. Do tego badania postanowiłem wybrać algorytm o nazwie *Optimal Latin Hypercube*, który jest rekomendowany przez twórców oprogramowania jako odpowiedni do typowych zadań inżynierskich (Rys. 8 – na poprzedniej stronie).

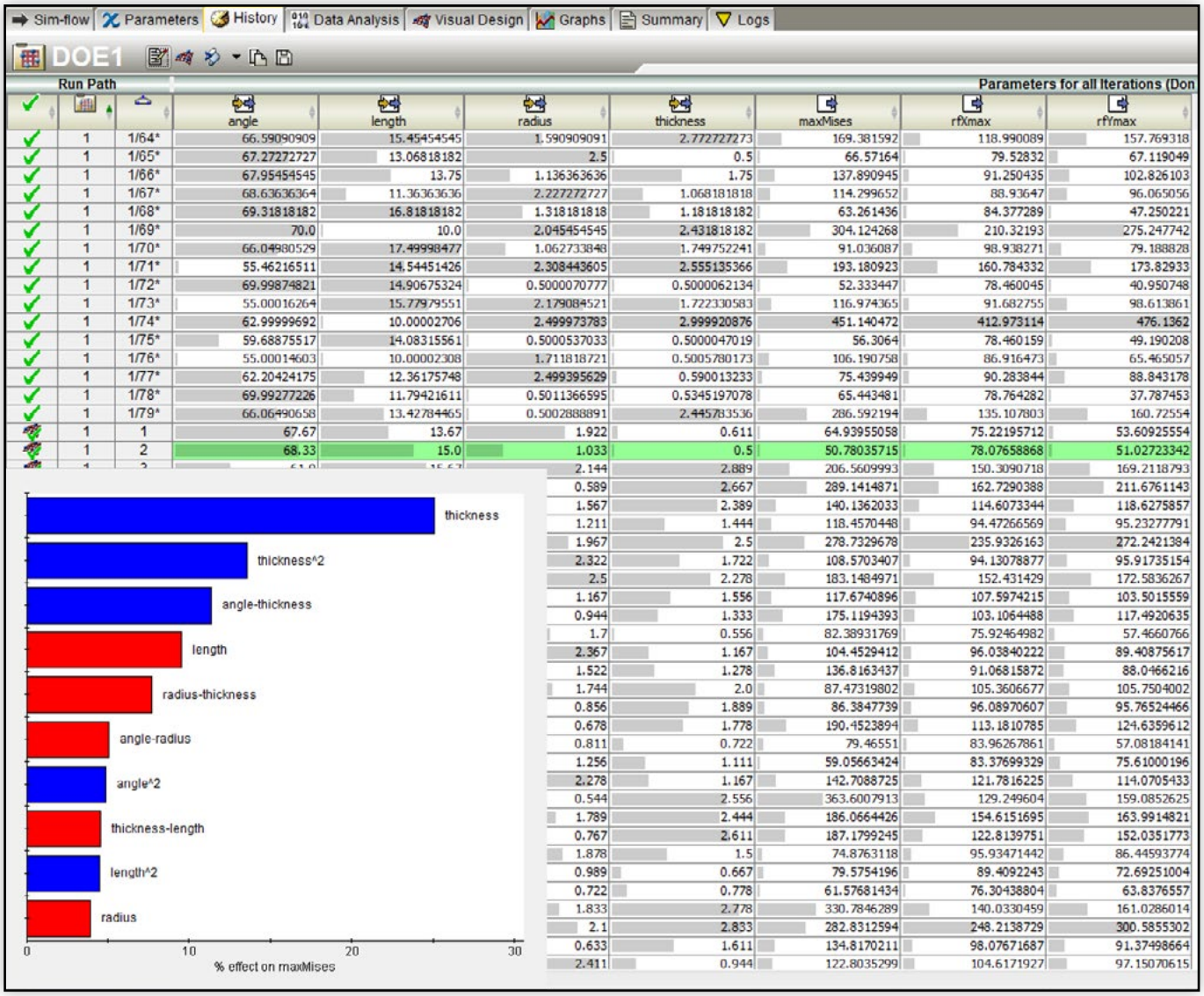
Podobnie jak poprzednio, tak i teraz wyniki z symulacji zestawione zostały w tabeli (Rys. 9 – na następnej stronie). Warto wspomnieć, że sposobów na analizę wyników z programu Isight jest całe mnóstwo. Jednym z wykresów, często stosowanych w zagadnieniach inżynierskich, jest wykres Pareto. Informuje on użytkownika, które zmienne mają największy procentowy wpływ na naszą funkcję celu. Dla przykładu, niebieski kolor przy zmiennej *thickness* oznacza, że zwiększając jej wartość będziemy zwiększać wartość naprężeń w modelu. Wykres nie informuje nas „o ile" zwiększymy wartość naprężeń, ale pokazuje nam, że wśród wszystkich zmiennych to właśnie zmienna *thickness* ma największy wpływ na naprężenia (Rys. 9). Taka informacja jest cenna zarówno dla osoby zajmującej się projektowaniem klipsów, jak i ich wytwarzaniem.

Jeżeli podczas wstępnych testów wykryliśmy, że dla niektórych wartości zmiennych symulacja zakończona zostaje błędem, to jest bardzo prawdopodobne, że te błędy wystąpią również w czasie trwania pętli optymalizacyjnej

PODSUMOWANIE

Mimo że przedstawiony przykład mechanizmu klipsa jest bardzo prosty, to umożliwia zrozumienie jak wiele cennych informacji daje optymalizacja konstrukcji z wykorzystaniem symulacji komputerowych. Co więcej, takie narzędzia jak Isight nie służą tylko do optymalizacji – to środowiska zawierające mnóstwo narzędzi statystycznych, pozwalające opisać badane zjawisko jeszcze dokładniej.

Czytelnikom chcącym spróbować swoich sił z optymalizacją chciałbym zostawić również kilka wskazówek, które pozwolą łatwiej przygotować cały proces:



			angle	length	radius	thickness	maxMises	rfXmax	rfYmax
✓	1	1/64*	66.59090909	15.45454545	1.590909091	2.772727273	169.381592	118.990089	157.769318
✓	1	1/65*	67.27272727	13.06818182	2.5	0.5	66.57164	79.52832	67.119049
✓	1	1/66*	67.95454545	13.75	1.136363636	1.75	137.890945	91.250435	102.826103
✓	1	1/67*	68.63636364	11.36363636	2.227272727	1.068181818	114.299652	88.93647	96.065056
✓	1	1/68*	69.31818182	16.81818182	1.318181818	1.181818182	63.261436	84.377289	47.250221
✓	1	1/69*	70.0	10.0	2.045454545	2.431818182	304.124268	210.32193	275.247742
✓	1	1/70*	66.04980529	17.49998477	1.062733848	1.749752241	91.036087	98.938271	79.188828
✓	1	1/71*	55.46216511	14.54451426	2.308443605	2.555135366	193.180923	160.784332	173.82933
✓	1	1/72*	69.99874821	14.90675324	0.5000070777	0.5000062134	52.333447	78.460045	40.950748
✓	1	1/73*	55.00016264	15.77979551	2.179084521	1.722330583	116.974365	91.682755	98.613861
✓	1	1/74*	62.99999692	10.00002706	2.499973783	2.999920876	451.140472	412.973114	476.1362
✓	1	1/75*	59.68875517	14.08315561	0.5000537033	0.5000047019	56.3064	78.460159	49.190208
✓	1	1/76*	55.00014603	10.00002308	1.711818721	0.5005780173	106.190758	86.916473	65.465057
✓	1	1/77*	62.20424175	12.36175748	2.499395629	0.590013233	75.439949	90.283844	88.843178
✓	1	1/78*	69.99277226	11.79421611	0.5011366595	0.5345197078	65.443481	78.764282	37.787453
✓	1	1/79*	66.06490658	13.42784465	0.5002888891	2.445783536	286.592194	135.107803	160.72554
	1	1	67.67	13.67	1.922	0.611	64.93955058	75.22195712	53.60925554
	1	2	68.33	15.0	1.033	0.5	50.78035715	78.07658868	51.02723342
					2.144	2.889	206.5609993	150.3090718	169.2118793
					0.589	2.667	289.1414871	162.7290388	211.6761143
					1.567	2.389	140.1362033	114.6073344	118.6275857
					1.211	1.444	118.4570448	94.47266569	95.23277791
					1.967	2.5	278.7329678	235.9326163	272.2421384
					2.322	1.722	108.5703407	94.13078877	95.91735154
					2.5	2.278	183.1484971	152.431429	172.5836267
					1.167	1.556	117.6740896	107.5974215	103.5015559
					0.944	1.333	175.1194393	103.1064488	117.4920635
					1.7	0.556	82.38931769	75.92464982	57.4660766
					2.367	1.167	104.4529412	96.03840222	89.40875617
					1.522	1.278	136.8163437	91.06815872	88.0466216
					1.744	2.0	87.47319802	105.3606677	105.7504002
					0.856	1.889	86.3847739	96.08970607	95.76524466
					0.678	1.778	190.4523894	113.1810785	124.6359612
					0.811	0.722	79.46551	83.96267861	57.08184141
					1.256	1.111	59.05663424	83.37699329	75.61000196
					2.278	1.167	142.7088725	121.7816225	114.0705433
					0.544	2.556	363.6007913	129.249604	159.0852625
					1.789	2.444	186.0664426	154.6151695	163.9914821
					0.767	2.611	187.1799245	122.8139751	152.0351773
					1.878	1.5	74.8763118	95.93471442	86.44593774
					0.989	0.667	79.5754196	89.4092243	72.69251004
					0.722	0.778	61.57681434	76.30438804	63.8376557
					1.833	2.778	330.7846289	140.0330459	161.0286014
					2.1	2.833	282.8312594	248.2138729	300.5855302
					0.633	1.611	134.8170211	98.07671687	91.37498664
					2.411	0.944	122.8035299	104.6171927	97.15070615

Rys. 9 Zestawienie tabelaryczne wyników oraz wykres Pareto

1. Model, który będzie poddany optymalizacji powinien być stabilny i przewidywalny. Jeżeli podczas wstępnych testów wykryliśmy, że dla niektórych wartości zmiennych symulacja zakończona zostaje błędem, to jest bardzo prawdopodobne, że te błędy wystąpią również w czasie trwania pętli optymalizacyjnej.
2. Dobór odpowiednich zmiennych jest niesamowicie istotny dla końcowego rezultatu. Z tego powodu warto optymalizować te komponenty, których zasadę działania dobrze znamy.
3. W przypadku doboru wymiarów komponentu należy pamiętać, by zwymiarować obiekt tak, aby zniwelować wzajemną zależność od siebie.
4. Podczas ustalania wartości minimalnych i maksymalnych warto pamiętać o tym, żeby przedział wartości nie był zbyt duży, ponieważ dokładne odwzorowanie tego przedziału może być nieefektywne. Z drugiej strony warto pamiętać, że zbyt mały przedział wartości może nie ukazywać zmienności funkcji celu.

Sławomir Polański

Czy podział przemysłowych systemów sterowania na PLC i DCS ma nadal sens?

Parę lat temu na targach Energetab nauczyłem się jednej ważnej rzeczy: dobrze znany skrót może oznaczać coś zupełnie innego. Przeglądając program targów wybrałem dla siebie prezentację PLC Technology. Szybko okazało się, że „to nie to", gdyż PLC w tym wypadku oznaczało Power Line Communication…

Rafał Cop

Dzisiaj trochę informacji o przemysłowych systemach kontroli. Występują dwa podstawowe, oparte o:

- PLC (*Programmable Logic Controllers*) – programowalne sterowniki logiczne, które zostały stworzone celem zastąpienia systemów sterowania opartych na technologii przekaźnikowo-stycznikowej, używane do sterowania pojedynczymi obiektami, głównie przy użyciu sygnałów dyskretnych, wymagające zintegrowania dodatkowych elementów (np. wizualizacji).
- DCS (*Distributed Control Systems*) – rozproszone systemy kontroli, które zastąpiły kontrolery PID, używane głównie w przypadku ciągłych lub wsadowych procesów produkcyjnych, wymagających zaawansowanych środków kontroli, mające wszystkie elementy zintegrowane przez producenta (w tym wizualizację).

To tyle, jeśli chodzi o nieco historyczne definicje. Przez ostatnie dekady różnice między oboma systemami zatarły się na tyle, że coraz trudniej jeden od drugiego odróżnić. Czy wobec tego podział na PLC i DCS nadal ma sens? To pytanie nurtuje wiele osób związanych z automatyką przemysłową. W swojej karierze miałem do czynienia z DCS, jednakże większość projektów, przy których pracowałem opierała się o PLC. Postanowiłem poszukać i zasięgnąć opinii użytkowników DCS, najchętniej takich, którzy mają doświadczenie z oboma systemami.

Dyskutowałem na ten temat z różnymi osobami związanymi z automatyką przemysłową. Byli to programiści, szefowie działów automatyki czy utrzymania ruchu, konsultanci z różnych gałęzi przemysłu, osoby odpowiedzialne za ofertowanie, uruchomienie, a także kierownicy działów sprzedaży w firmach produkujących systemy sterowania. Dało się zauważyć, że każda z osób ma swoje sympatie i doświadczenia, i zdania są, co naturalne, podzielone, a opinie bywają subiektywne. Aby być obiektywnym, trzeba mieć solidne doświadczenie z obiema kategoriami systemów.

Dosyć popularne i często spotykane jest przekonanie, że nie ma żadnych różnic między tymi systemami i – co za tym idzie – podział

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

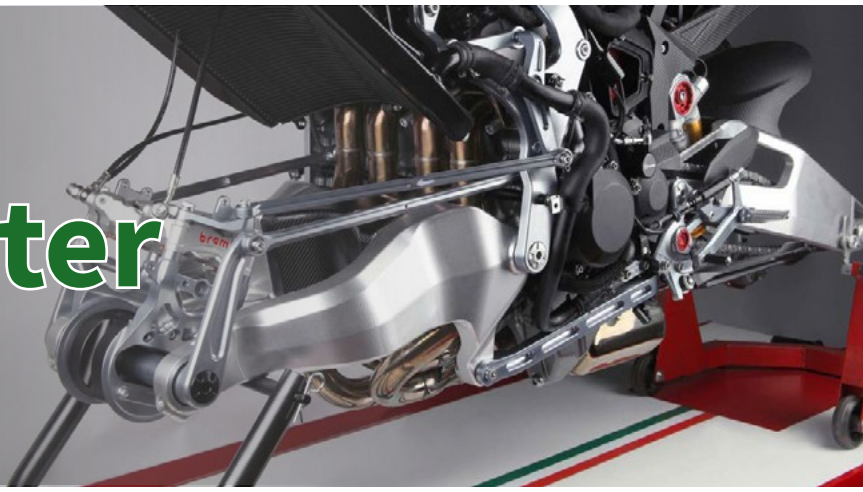
SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl

Na wybór systemu wpływa rodzaj procesu, który będzie sterowany. Rozwiązanie powinno być odpowiedzią na potrzeby klienta, uwzględniając kwestie niezawodności.

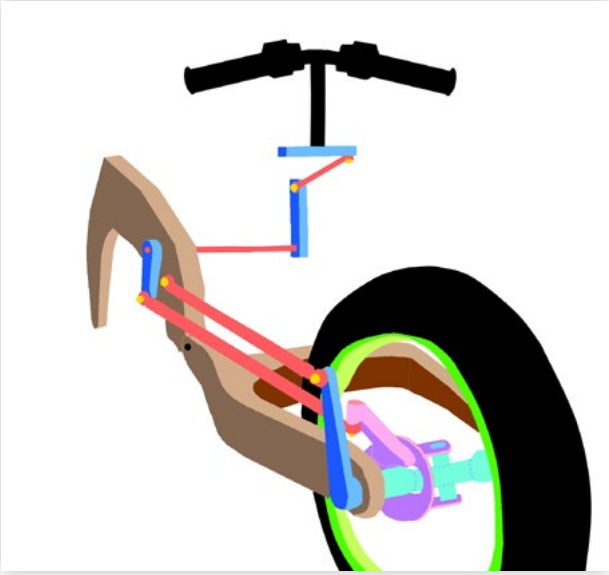
BIMOTA i Hub Center Steering



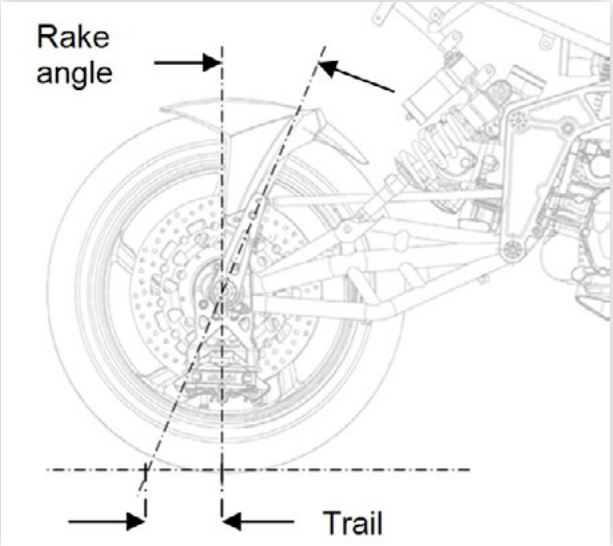
Konstrukcja zawieszenia motocyklowego od lat nie uległa zmianom, zarówno w modelach seryjnych, jak i wyczynowych. Ewoluowała wraz z motocyklem – od konstrukcji zupełnie sztywnych, poprzez trapezy i różne rozwiązania wykorzystujące wahacz, po wszechobecny dzisiaj widelec teleskopowy.

Ryszard Romanowski

Wszystkie te rozwiązania miały łożyskowanie w główce ramy i zwykle na górnej półce zawieszenia mocowana była kierownica. Główka ramy w związku z tym musiała być bardzo wytrzymała i w zasadzie od niej zaczynało się projektowanie całej ramy motocykla. Od lat zdawano sobie sprawę, że rozwiązanie to nie jest doskonałe, bowiem dwie dźwignie przenoszą zarówno siły niezbędne do funkcjonowania układu kierowniczego, pracy zawieszenia, a więc „wybierania nierówności" i amortyzowania wstrząsów, jak również często potężnej wartości siły hamowania. Działanie zawieszenia zmieniało się podczas odciążeń przedniego koła przy gwałtownym przyspieszaniu, jak i dociążeń, i tzw. nurkowania przy hamowaniu. Wystarczy rozrysować wektorowo siły działające na widelec aby docenić jego ciężką, polegającą na wielu kompromisach pracę zapewniającą kierowcy pewne operowanie kierownicą podczas przyśpieszeń i hamowania. Wiele lat rozwoju widelca teleskopowego, wyposażenie go w regulację sprężyn, tłumienie olejowe itp. sprawiło, że jest to obecnie rozwiązanie dominujące w większości motocykli. Oferują je zarówno wielcy producenci jednośladów, jak i wysoko wyspecjalizowane firmy, jak np. Showa, Marzocchi, Kayaba itp. Motocykliści wyczynowi niemal podświadomie czują wady rozwiązania dostosowując technikę jazdy do pokonywanych nierówności i bardzo umiejętnie hamując w łukach i zakrętach. Dobre i powszechnie



Schemtat budowy systemu HCS

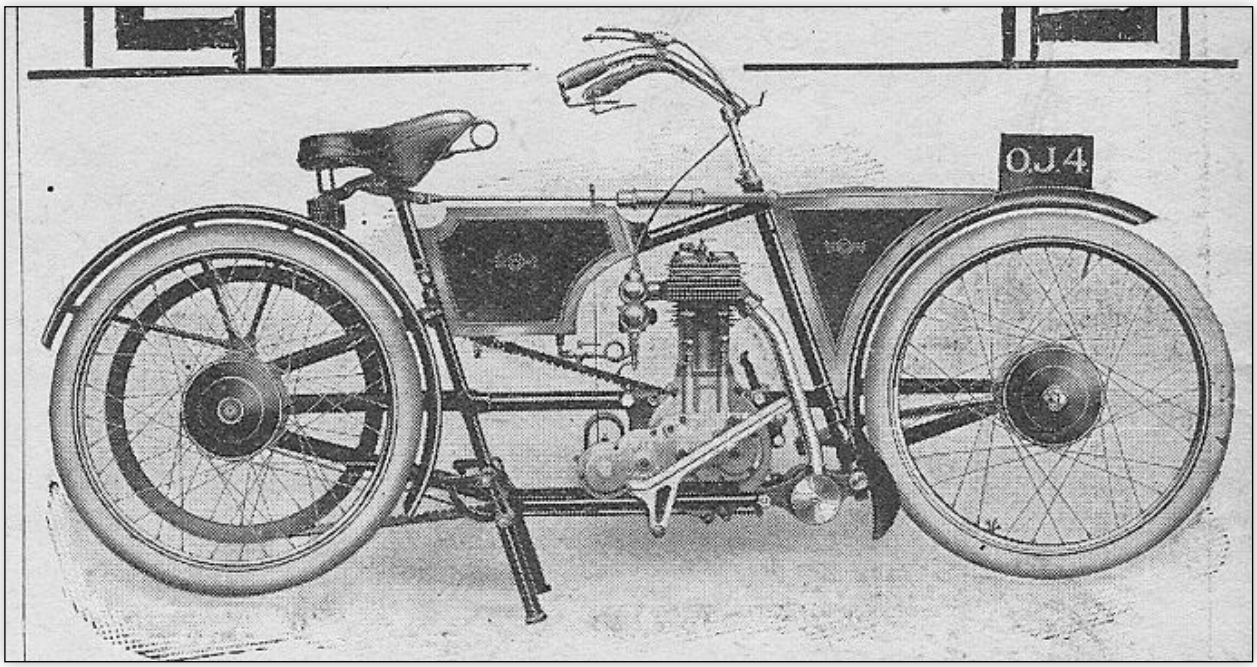


stosowane rozwiązanie ma również uzasadnienie ekonomiczne i niewielu producentów ryzykowałoby poświęcenie dużych kwot na badanie innych, nawet często teoretycznie znacznie lepszych możliwości, jak np. systemu Hub Center Steering (HCS), rozdzielającego funkcje układu kierowniczego, hamowania i pracy zawieszenia. Składa się ono z piasty, pełniącej również rolę zwrotnicy, i wahaczy, wzdłuż których podążają siły hamowania, z dala od pionowych wektorów sił działających na zawieszenie.

Wektory układają się w równoległobok, pozwalając w każdych warunkach utrzymać założoną geometrię zawieszenia i jego pełen skok. W tym wypadku znacznie łatwiejsza i bezpieczniejsza jest jazda z dużą prędkością po nierównej nawierzchni, a hamowanie w zakrętach przestaje być aż tak wielkim jak dotąd wyzwaniem.

Współczesny widelec, wspomagany elektroniką, daje podobny efekt, lecz zanika on ze wzrostem prędkości. Obecne maszyny superbike z łatwością przekraczają 300 km/h, a wtedy wady widelca stają się coraz bardziej widoczne.

Zalety rozwiązania HCS dostrzegali już konstruktorzy pierwszych motocykli, jednakże powiązanie skrętnej piasty z kierownicą nastręczało wielu problemów trudnych do rozwiązania. W roku 1910 brytyjska firma James po raz



Hube Center Steering zastosowano po raz pierwszy w brytyjskim motocyklu firmy James Cycle Co. w 1910 r.

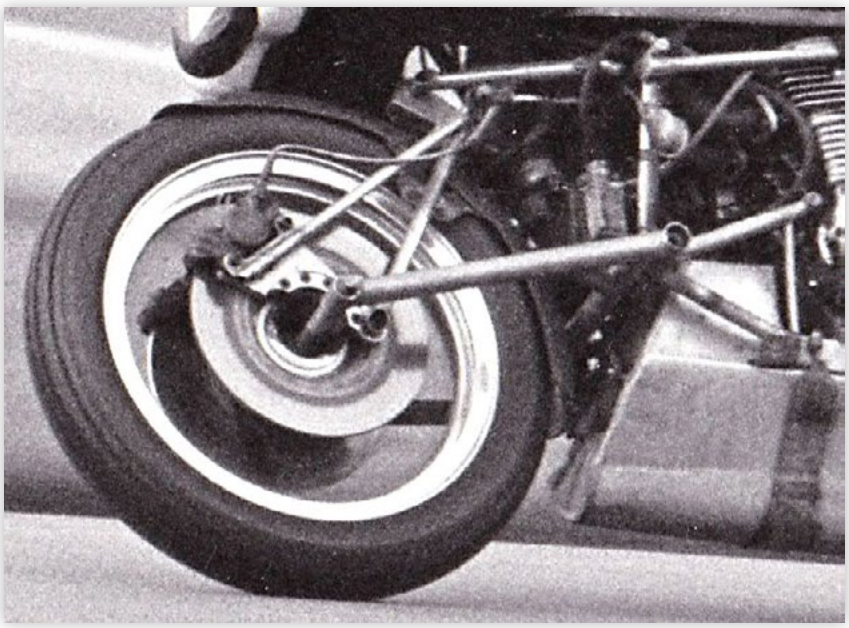
Suzuki 500 Twin z zastowanym patentem Difazio

pierwszy zastosowała to rozwiązanie w seryjnym motocyklu, lecz szybko powróciła do tradycyjnych zawieszeń. Bardziej znany jest Ner-A-Car z lat dwudziestych, uznany za protoplastę skuterów, w którego wypadku chodziło głównie o zapewnienie wygody kierowcy.

HCS pozostawało domeną garażowych hobbystów do czasu aż zajął się nim Jack Difazio, uzyskując na swoje rozwiązanie patent w 1968 r. Pomysł zastosował zespół wyścigowy Mead & Tomkinson Racing. Powstały maszyny nazwane Nessie oraz Nessie II, wykorzystujące silniki Kawasaki. Motocykle nieźle spisywały się na torach ale niestety nie wystarczyło pieniędzy na ich dalszy rozwój.

Podobny los spotkał prototypy Elf w latach osiemdziesiątych (patenty USA z 1985 i 1988 r.). Okrzyknięte supermotocyklami przyszłości szybko zostały skreślone z listy finansowanych projektów.

HCS spodobał się również firmom produkującym zestawy motocykli z wózkami, gdzie ciężar" i gabaryty odgrywały rolę drugoplanową. Podobno „zaprzęg" szwedzkiej firmy ISR Brakes jeździ doskonale. Występów Stevena Lindsela i Michaela Tryphonosa podczas słynnych Tourist Trophy na wyspie Man też nie sposób było nie zauważyć. Zbudowane w amatorskich warunkach maszyny całkiem nieźle konkurowały z tymi budowanymi przez fabryczne działy sportu. Michael Tryphonos przyjechał na dobrym, 11 miejscu w prestiżowej klasie Senior Trophy i zapowiedział dalsze



Nessie z silnikiem Kawasaki

udoskonalenia motocykla na kolejne edycje tej legendarnej imprezy.

Wyścigowi technicznemu branży motocyklowej przyglądali się koledzy – Valerio Bianchi, Giuseppe Morri i Massimo Tamburini. W 1973 roku założyli w Rimini firmę, której nazwa składała się z dwóch pierwszych liter każdego nazwiska, w kolejności alfabetycznej. Powstała Bimota, której celem była budowa doskonałych maszyn wykorzystujących najlepsze na rynku silniki innych producentów. Marka szybko zyskała sławę za sprawą perfekcyjnie wykonanych i doskonale jeżdżących, acz drogich motocykli drogowych oraz sukcesów w wyścigach. Doszło nawet do zażartej rywalizacji pomiędzy fanami Bimoty i Ducati. Podobno testerzy Bimoty popisywali się jazdą przed fabryką Ducati, a nowe motocykle z Panigale z napisem na tablicy „Prova" (z włoskiego: test) musiały na trasie testu mieć Rimini.

Tu i poniżej: Bimota Tesi H2

Mimo wysokiej jakości wykonania, pięknych projektów i odniesionych sukcesów sportowych żadna z firm nie zaznała stabilności finansowej. W 1983 r. z Bimoty odszedł Massimo Tamburini, obecnie zwany motocyklowym czarodziejem z racji swoich efektownych i zrealizowanych projektów m.in. dla MV Agusty, Cagivy czy Ducati. Rządy przejął Federico Martini, inżynier, który już za życia stał się legendą m.in. konstruując w niewielkich firmach maszyny odnoszące zwycięstwa w mistrzostwach świata nad zespołami japońskiej „wielkiej czwórki". Jedna z opowieści mówi o poszukiwaniu jak najmniejszego momentu bezwładności wału w dwusuwowym silniku wyścigowej Gilery. Do dyspozycji był zespół młodych inżynierów, komputery PC o parametrach gorszych od współczesnych smartfonów i silniki konkurencji. Kluczem, który zapewnił mistrzostwo była zmiana rozchylenia cylindrów o... 1 stopień.

W ostatniej dekadzie ubiegłego wieku na praktykę do inżyniera Martini trafiło dwóch studentów uniwersytetu z Bolonii. Pierluigi Marconi i Roberto Ugolini. Byli pasjonatami wyścigów motocyklowych. W teoretycznych rozważaniach doszli do zalet układu HCS i konieczności redukcji masy maszyny. Nad tym ostatnim w Bimocie pracowano od dnia powstania firmy. Rozwiązanie układu HCS autorstwa Marconiego trafiło również na podatny grunt. W 1991 roku uzyskało patent. Przy okazji okazało się, że patenty na podobne rozwiązania mają również wielkie japońskie firmy, jednak żadna z nich nie usiłowała wprowadzić ich do produkcji seryjnej.

W tymże roku na targach w Mediolanie zaprezentowano Bimotę Tesi 1D. Nazwa Tesi oznacza

Bimota Tesi H2
w całej okazałości

po włosku tezę lub pracę dyplomową. Pracą dyplomową młodego inż. Marconiego było zawieszenie przodu motocykla charakteryzujące się dwustronnym wahaczem z pojedynczym amortyzatorem, połączonym systemem dwóch par hydraulicznie sterowanych drążków, pełniących rolę popychaczy i cięgieł z ruchomą piastą, kierowaną drążkiem kierowniczym. Motocykl napędzany był silnikiem Ducati o pojemności 904 ccm i mocy 113 KM. Tesi 1D zademonstrował swoje możliwości zdobywając dwa pierwsze miejsca na podium w wyścigu Daytona 200. Mimo to nie przekonał klientów narzekających na mało bezpośrednie prowadzenie za sprawą skomplikowanego układu przegubów kulowych i łożysk, a przede wszystkim na wysoką cenę.

Motocykl miał kratownicową ramę, w której silnik był elementem nośnym. Dzięki takiemu projektowi i wykorzystaniu stopów lekkich oraz laminatów maszyna ważyła 188 kg. Niska sprzedaż sprawiła, że zakończono produkcję Tesi 1D już w 1994 r. Lepiej sprzedawały się bardziej tradycyjne modele. Nadal jednak rozwijano motocykl. Powstawały kolejno modele: 2D i w 2007 roku 3D, z udoskonalaną konstrukcją układu HCS i coraz mniejszą, lżejszą ramą.

Początek XXI wieku nie był łaskawy dla mniejszych producentów motocykli. Problemy finansowe nie ominęły też Bimoty. Mimo sukcesów sportowych zespołu kierowanego przez Virginio Ferrari, mimo odpalenia w końcu własnego silnika 500 V Due, mimo opracowania przez Enrico Borghesano mocowania tylnego zawieszenia do silnika w modelu DB7, upadek zdawał się nieunikniony. Wcześniej odszedł z firmy Pierluigi Marconi, nie mogąc porozumieć się z nowymi właścicielami. Został szefem technicznym zasilonej przez chiński kapitał firmy Benelli. Zyskał pokaźny udział w jej odrodzeniu i sukcesie rynkowym. Zapewne nie spodziewał się, że „wiatr ze wschodu" (w tym przypadku – dalekiego) niebawem zawróci go do Rimini.

W 2019 r. niemal nieistniejącą już Bimotę uratowało Kawasaki wykupując 49,9% akcji. Japoński motocyklowy gigant udostępnił wiele części i układów własnych motocykli z odpowiednimi homologacjami, a przede wszystkim – najnowszy, doładowany silnik H2, który w wersjach wyścigowych z pojemności niespełna 1 litra osiąga moc ponad 330 KM. Japończycy dali też „zielone światło" kolejnemu wcieleniu Tesi, rozpoczęli również budowę nowych hal fabrycznych. Na razie nikt nie zdradza dalszych planów. Wiadomo jednak, że Kawasaki opatentowało swoje rozwiązanie układu HCS.

W listopadzie 2019 roku, podczas targów EICMA w Mediolanie, zaprezentowano prototyp Tesi H2. Motocykl napędzany jest rzędowym, czterocylindrowym, doładowanym mechanicznie silnikiem Kawasaki H2, o pojemności skokowej 998 ccm, mocy 231 KM przy 11500 rpm

Wahacz Tesi wykonano z profili aluminiowych połączonych półką z laminatu karbonowego

Pozbawiona owiewek Bimota odsłania szczegóły konstrukcji systemu HCS

i momencie 141 Nm przy 11000 rpm. W porównaniu do poprzednich modeli zniknęła rama o kształcie przypominającym literę omega. Obecnie silnik jest głównym elementem nośnym. Przykręcono do niego konstrukcję siodła oraz przednie i tylne zawieszenie. Zarówno jedno, jak i drugie składa się z dwuramiennych wahaczy. Każdy z przednich obraca się na aluminiowych płytkach umocowanych do silnika. Łożyskowanie wahacza tylnego umieszczono w odlewie skrzyni korbowej, w tylnej części silnika. Wahacz współpracuje z dwoma amortyzatorami Ohlins TTX o skoku 130 mm.

Wahacze wykonano z profili (ze stopu aluminium) połączonych półką z laminatu karbonowego. Przedni amortyzator Ohlins uruchamiany jest systemem dźwigni przez drążek biegnący pod lewą stroną wahacza. Koło skręca się poprzez zwrotnice. Geometrycznie kąt główki ramy wynosi 68,7°, a wyprzedzenie 117 mm.

Konstrukcja motocykla to zbliżenie się do ideału wielu projektantów, zakładającego lekkość i czystość formy poprzez redukcję jak największej

ilości części składowych pojazdu. Udoskonalono łożyskowanie i jakość przegubów przedniego zawieszenia, co zaowocowało bardzo pozytywnymi opiniami w testach prowadzonych przez doświadczonych kierowców wyścigowych, zarówno w Europie, jak i Japonii. Jedyną zauważoną wadą Tesi H2 jest jej... cena, wynosząca 64 tys. euro. Podczas testów wielokrotnie podkreślano, że niwelowanie wad widelców teleskopowych leży w podświadomości kierowców wyścigowych i że jadąc Bimotą należy ograniczyć wiele typowych reakcji zawodnika, ponieważ niektóre zagrożenia nie występują.

Oglądając rozwiązania techniczne Tesi H2 warto zwrócić uwagę na stylizację maszyny, będącą dziełem Enrico Borghesano. Płaszczyzny, spoilery w przedniej części karbonowej osłony, nie są tylko smaczkiem stylistycznym. Generują one docisk przedniego koła o wartości 18 kG przy prędkości 270 km/h.

Trudno przy okazji nie wspomnieć o drugim rozwijanym równolegle hipermotocyklu, bardzo spokrewnionym z Bimotą i budowanym niedaleko jej siedziby w Coriano. W Vyrusach, bo o nich mowa, używane są silniki wybrane przez klientów. Klient również może sam zaprojektować wiele szczegółów konstrukcyjnych. System HCS

Spoilery w przedniej części karbonowej osłony

i zawieszenie różnią się od Bimoty głównie tym, że Vyrusy mają pojedyncze wahacze, ułatwiające zmianę kół podczas wyścigów. Obok niezwykle mocnych hipermotocykli firma oferuje również wersję mini o pojemności 49 ccm. Niestety niewielu motocyklistom będzie dane jeździć którymkolwiek z Vyrusów. Negocjacje cenowe zaczynają się bowiem od 100 tys. USD (w wypadku wersji mini od 5000).

Ryszard Romanowski

www.bimota.it
www.vyrus.it

Vyrus Alyen

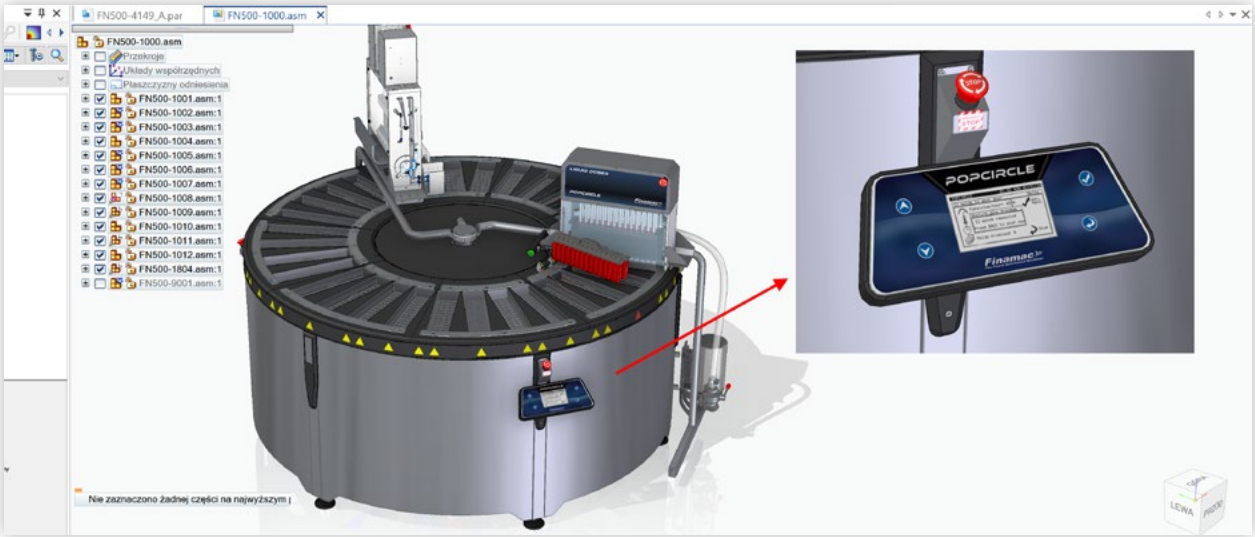
Modelowanie swobodne komponentów

Pracując w programie Solid Edge, mamy dostępnych szereg poleceń umożliwiających modelowanie praktycznie każdego kształtu. Można wykonać projektowanie bryłowe, powierzchniowe, a także stosować modelowanie hybrydowe. Zdarzają się jednak sytuacje, kiedy nie do końca wiadomo, jak zacząć pracę. Wynikać to może z różnych przyczyn, ale najczęściej taki problem pojawia się gdy próbujemy zrobić model 3D na podstawie wersji koncepcyjnej wyrobu. Nie ma wtedy pewności, że odwzorowany szkic będzie spełniał zamysł „artystyczny" będąc już modelem 3D. W takiej sytuacji może przydać się możliwość dowolnego kształtowania bryły – wprowadzania zmian, jak w bryle plasteliny.

Bernard Pacula

Pomocnym rozwiązaniem w takiej sytuacji jest budowanie modelu przez tzw. modelowanie podziału. Założenia tej metody opierają się na rozpoczęciu pracy od wybranej wersji prymitywu, a następnie modyfikowanie go za pomocą deformowania powierzchni lub łączenia z innymi fragmentami konstrukcji. Metoda tworzenia takiego obiektu zostanie przedstawiona na przykładzie maszyny, która ma wbudowany panel sterujący (Rys. 1). Jest on osadzony na sztywno do konstrukcji, co może utrudnić prace serwisowe przy maszynie. Aby ułatwić serwisowanie postanowiono dorobić mobilny panel sterujący. Designer opracował koncepcję takiego rozwiązania i dostarczył szkice.

Wykorzystując polecenia wstawiania pliku graficznego do szkicu można wstawić dostarczone pliki graficzne na poszczególne rzuty, w celu ułatwienia dopasowania się do kształtu. Należy oczywiście pamiętać, aby wszystkie były



Rys. 1

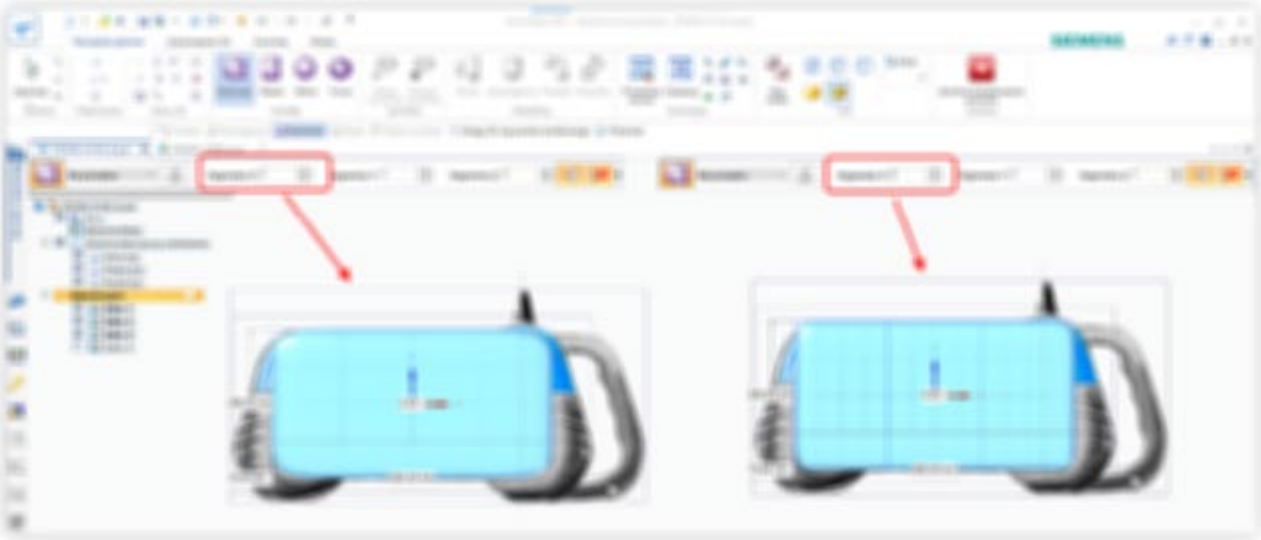
Rys. 2

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl



Rys. 3

Należyta staranność

W pracy inżyniera pojawiają się różne ograniczenia, czasem przeszkody, a nawet pułapki – pozatechniczne, o których podczas konstruowania czy projektowania, a później wykonawstwa maszyny najczęściej nie myślimy albo mamy o nich małe wyobrażenie. Do sfery z tym związanej można zaliczyć pojęcie należytej staranności. Jest ona coraz częściej przywoływana w umowach o dzieło, których przedmiotem jest działalność inżynierska.

Aleksander Łukomski

Należyta staranność jest to obowiązek stron stosunków umownych do staranności ogólnie wymaganej w kontraktach danego rodzaju. Nie powinna to być nadmierna, przesadna staranność, która jest przekroczeniem ogólnie przyjętych wymogów należytej staranności, ale powinna ona być optymalna i normalna. Jej przeciwieństwem jest rażące i świadome niedbalstwo.

Należyta staranność wynika z art. 355 k.c. i rozumiemy przez nią staranność ogólnie wymaganą w stosunkach gospodarczych. Jest to jednak dosyć szerokie pojęcie, co przy stale zmieniającej się rzeczywistości gospodarczej powoduje, że nie zawsze można zastosować proste wzorce wynikające z k.c. (dostępne jest obszerne orzecznictwo sądowe dotyczące należytej staranności, obejmujące różne aspekty działalności gospodarczej).

Ocena należytej staranności w działalności gospodarczej jest surowsza od staranności ogólnie wymaganej, ponieważ składnikiem działalności gospodarczej jest wymaganie niezbędnej wiedzy fachowej, obejmującej czysto formalne kwalifikacje, ale także doświadczenie wynikające z praktyki zawodowej oraz ustalone zwyczajowo standardy wymagań. Podmiotom gospodarczym stawia się wysokie wymagania dotyczące staranności działania, jakie obowiązują profesjonalistów w obrocie prawnym. Tego rodzaju należyta staranność obejmuje też znajomość obowiązującego prawa oraz następstw z niego wynikających w prowadzonej działalności gospodarczej.

Stosowanie należytej staranności w praktyce polega na stworzeniu pewnego modelu ustalającego optymalny w danych warunkach sposób postępowania, odpowiednio skonkretyzowanego i aprobowanego społecznie, co ma umożliwić porównanie zachowania się tzw. dłużnika (słowo dłużnik z art. 355 k.c.) z takim wzorcem postępowania. O tym, czy na tle konkretnych okoliczności można postawić zarzut braku należytej staranności w dopełnieniu obowiązków, decyduje nie tylko niezgodność postępowania z modelem, ale też uwarunkowana doświadczeniem życiowym konieczność przewidywania odpowiednich następstw działania. Jednak miarą oceny nie może być poziom obowiązków niedających się wyegzekwować, oderwanych od doświadczeń, reguł zawodowych, konkretnych okoliczności czy typu stosunków.

Zakres przedmiotowy zastosowania art. 355 k.c. jest szeroki. Dotyczy on nie tylko dłużnika w trwającym już zobowiązaniu umownym, ale również każdej osoby zobowiązanej, bez względu na źródło obowiązku i jego charakter. Dłużnik obowiązany jest do należytej staranności zarówno

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl

Faradair Aerospace BEHA

Samolot o niskim poziomie hałasu, emisji i kosztów operacyjnych, przeznaczony dla tzw. lotnictwa rozproszonego i regionalnego, a przy tym pozwalający powrócić Wielkiej Brytanii do roli znaczącego producenta samolotów, to cele założonego w 2014 roku start-upu Faradair Aerospace.

Ryszard Romanowski

Koncepcje tanich w eksploatacji i ekologicznych samolotów, głównie o napędzie elektrycznym, powstają i są realizowane w kilku firmach. Nie ulega już wątpliwości, że są one przyszłością lotnictwa regionalnego. Jednakże Bio-Electric-Hybrid-Aircraft, zwany w skrócie BEHA, opiera się na nieco innych założeniach. Przedstawione w 2015 roku pierwsze rysunki maszyny wywołały zażarte dyskusje i wiele krytycznych opinii, szczególnie dotyczących układu skrzydeł (projekt rozpoczął się od niemal typowego układu kaczki, tyle że o trzech płatach). Można więc było przeczytać, np. że koncepcja stawiającego duże opory aerodynamiczne triplana upadła po pierwszej wojnie światowej i jej odgrzewanie nie ma sensu. Tymczasem firma rozwijała koncepcję skrzydła opartego na konstrukcji trzech łączących się na końcach belek i poszukiwała inwestorów oraz dostawców niezbędnych do realizacji projektu mechanizmów.

Wizualizacja samolotu BEHA z 2016 r. Widoczne rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych

Artykuł dostępny w wydaniu płatnym

SPRAWDŹ
jak zamówić wydanie

www.konstrukcjeinzynierskie.pl

prenumerata@iter.com.pl

Rozwój i postęp, wciąż na nowo

Z każdym nowym rokiem zwykle zaczyna się jakiś nowy etap, podejmowane są nowe działania (choć czasem tylko na noworocznych postanowieniach się kończy). A nowy rok w tej naszej nieszczęsnej rzeczywistości, jaką nam zgotowano od ostatniej wiosny, to już szczególnie musi być naznaczony piętnem jeszcze nowszej nowości.

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