

napędy i sterowanie

**miesięcznik
naukowo-
-techniczny**

Nr 2 (226)

Rok XX

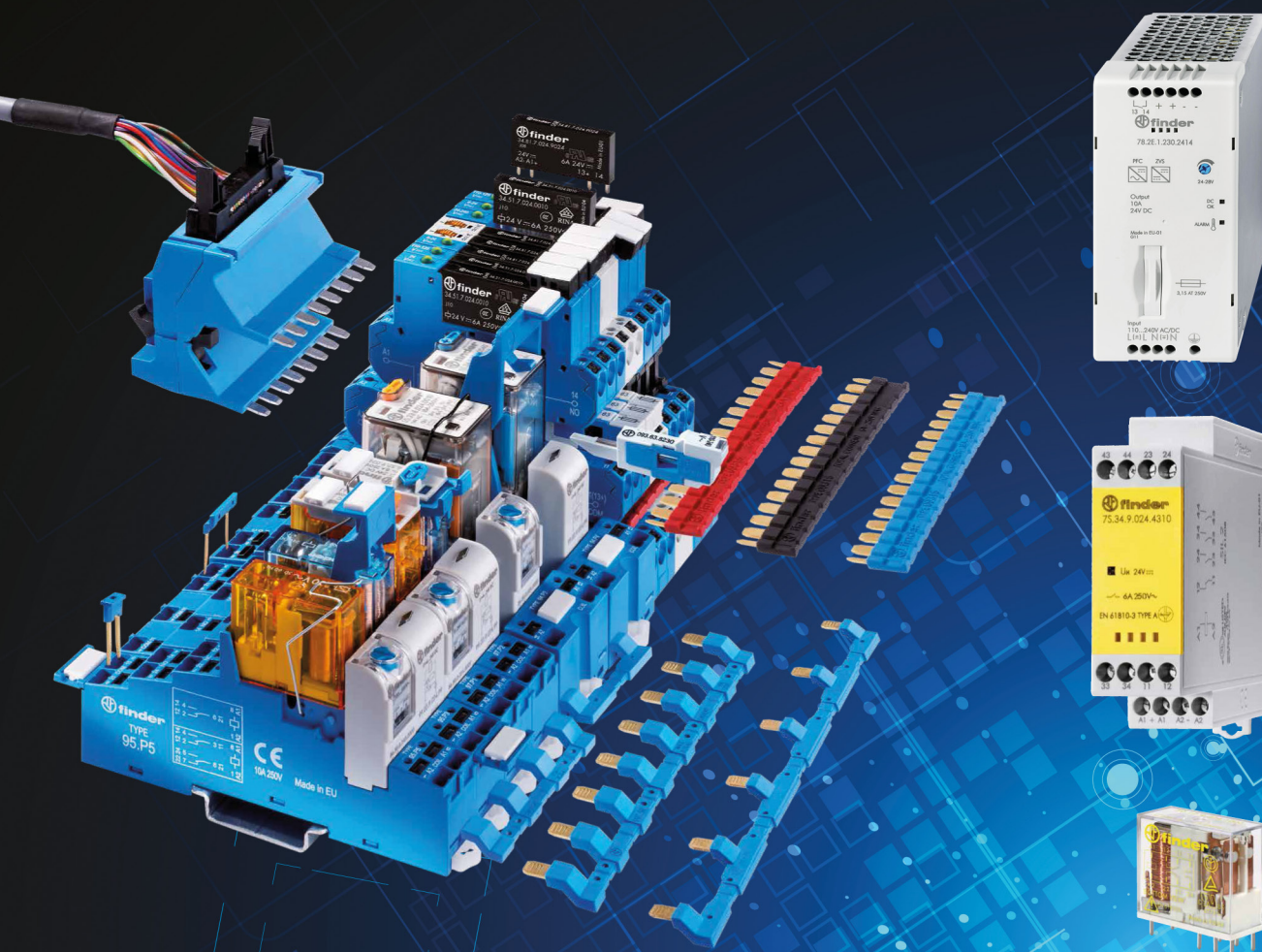
Luty 2018

ISSN 1507-7764
Indeks 36018X

Cena: 10,80 zł
(w tym 8% VAT)

*napędy • automatyka przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa • mechatronika • systemy zasilające
układy zabezpieczeń • hydraulika • pneumatyka • robotyka • systemy transportowe • utrzymanie ruchu*

Produkty do aplikacji przemysłowych



FINDER Polska Sp. z o.o.
ul. Malwowa 126, 60 - 175 Poznań
Tel. 61 865 94 07 Fax 61 865 94 26 finder.pl@findernet.com
findernet.com

 **finder**[®]
SWITCH TO THE FUTURE

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (225) Styczeń	PRZEMYSŁ 4.0 EFEKTYWNOŚĆ W GÓRNICTWIE	<ul style="list-style-type: none"> • Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne • Systemy mechatroniczne • Monitoring i systemy sterowania • Utrzymanie ruchu • Automatyzacja transportu szynowego • Efektywność w energetyce • Napędy • Oleje, środki smarne
2 (226) Luty	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo sieci przemysłowych • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (227) Marzec	AUTOMATYKA I ROBOTYKA	<ul style="list-style-type: none"> • Nowe technologie • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne
4 (228) Kwiecień	BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYSŁE	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulika w technice mobilnej • Sterowanie procesami • Efektywność energetyczna • Systemy transportowe • Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Przesył energii • Cyberbezpieczeństwo
5 (229) Maj	TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Napędy hybrydowe • Diagnostyka i kontrola urządzeń • Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT - Industrial Internet of Things)
6 (230) Czerwiec	PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Termowizja, monitoring, układy regulacji • Inteligentny budynek • Robotyka • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Systemy informatyczne
7/8 (231/232) Lipiec/Sierpień	SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Inteligentne układy zasilania, sterowania • Diagnostyka • Nowe technologie • Silniki elektryczne • Transformatory
9 (233) Wrzesień	AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w energetyce • Automatyka w przemyśle maszynowym • Układy regulacji automatycznej • Systemy transportowe • Maszyny i napędy elektryczne • Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu
10 (234) Październik	HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne • Energia odnawialna
11 (235) Listopad	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Roboty przemysłowe • Sterowniki PLC i systemy sterowania • Systemy transportowe • Innowacje wod.-kan.
12 (236) Grudzień	INTELIGENTNY BUDYNEK	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo w przemyśle • Systemy mechatroniczne • Napędy elektryczne i hydrauliczne • Technologie próżniowe i sprężonego powietrza • Cyberbezpieczeństwo

Adres redakcji:

47-400 Racibórz
ul. Środkowa 5
skr. poczt. 10
tel./fax 32-755 19 17, 32-755 23 23
e-mail: redakcja.nis@drukart.pl
Internet: www.nis.com.pl

Wydawca: Wydawnictwo „Druk-Art” SC**Skład:** Wydawnictwo „Druk-Art” SC**Redaguje Zespół:** Katarzyna Zajac,

Monika Gomółka, Ryszard Klencz, Joanna Jara

Redaktor naczelna: Katarzyna Zajac**Redaktor wydania:** Ludmiła Urbińska

tel./fax 32-755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

Redakcja techniczna: Grzegorz Drobny

tel. 32-755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

Dział prenumerat: Norbert Klencz

tel./fax 32-755 15 74 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

Marketing: Estera Krauze

tel./fax 32-755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl

Redaktor statystyczny: Joanna Jara**Rada Programowa:**

- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender,
- prof. Marek Bergander (University of Hartford USA),
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski,
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk,
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski,
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich,
- prof. zw. dr hab. inż. Waław Kolek (Przewodniczący),
- prof. dr hab. inż. Andrzej Korczak,
- Ph. D., Ing. Jacek Paraszczak (Université LAVAL),
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski,
- dr hab. inż. Krzysztof Pietruszewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Piróg,
- prof. Jacek S. Stecki (Department of Mechanical Engineering,
Monash University, Australia),
- dr hab. inż. Michał Stosiak - prof. nadzw. Politechniki Wrocławskiej,
- dr inż. Zbigniew Szulc,
- prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak,
- dr inż. Grzegorz Wiciak

Redaktor tematyczny: prof. zw. dr hab. inż. Waław Kolek**Patronat honorowy:**

Instytut Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki
i Inżynierii Biomedycznej
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Łódzkiej

Punktacja MNISW za publikacje naukowe wynosi 5 pkt (poz. 1027). Przyłączając się do realizacji idei Otwartej Nauki, udostępniamy bezpłatnie wszystkie artykuły naukowe publikowane w miesięczniku naukowo-technicznym „Napędy i Sterowanie”.

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów niezamówionych. Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów. Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną redakcji.

Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika „Napędy i Sterowanie” jest wersja drukowana (papierowa).

„Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

Szanowni Państwo!

Coraz to bardziej zaawansowane rozwiązania automatyzacji oznaczają większą efektywność gospodarczą oraz lepszą jakość wytwarzanych produktów.

We współczesnym przemyśle automatyzacja procesów produkcyjnych jest podstawą nowoczesnych systemów wytwarzania. Dzięki automatyzacji systemu pracy uzyskuje się wysoką jakość wyrobów oraz minimalizuje koszty produkcji, co przekłada się na wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw; to także tempo, dokładność oraz niezawodność pracy.

Energia wiatrowa i fotowoltaiczna przez ostatnią dekadę rozwijały się na świecie i w Europie w sposób dynamiczny. Te dwa główne Odnawialne Źródła Energii (OZE) stały się najtańszymi formami wytwarzania energii elektrycznej. Rok 2017 w polskiej energetyce upłynął dość burzliwie, chęć poprawy rentowności polskich wytwórców oraz zamiar ustabilizowania dostaw energii elektrycznej w przyszłości doprowadził do przygotowania ustawy o rynku mocy. Jak podaje Instytut Energetyki Odnawialnej (IEO) prace nad ustawą o rynku mocy przebiegły dosyć sprawnie. Komisja Europejska po zatwierdzeniu projektu zaznacza, że równie ważną sprawą jest strategia długofalowa. Członkom Komisji Europejskiej zależy, aby Polska w ramach rynku mocy nie promowała projektów węglowych i przygotowała się na kompromis. W Polsce słabnie przekonanie, że węgiel jest jedyną alternatywą na przyszłość. Bez rozwoju przedsiębiorstwa poprzez pełne wykorzystanie innych źródeł wytwarzania mocy w dłuższej perspektywie ceny energii elektrycznej dla przemysłu będą coraz mniej opłacalne. Utrzymując obecny status w energetyce do 2030 r. nie będziemy w stanie ograniczyć emisji CO₂.

Zapraszając do lektury bieżącego wydania polecam Państwa uwadze artykuły naukowe omawiające m.in.: sposób pozyskiwania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, koncepcje teleobecności pozwalającej na realizację pracy w strefie zagrożenia dla człowieka, ogólną charakterystykę wysokociśnieniowej przeróbki plastycznej metali i stopów metali metodą wyciskania hydrostatycznego.

Przed nami wiele ważnych branżowych imprez targowych. Zapraszam do odwiedzenia naszego redakcyjnego stoiska na targach ENEX, AUTOMATICON i kolejnych, zgodnie z planem wydawniczym.

Zapraszam do lektury!

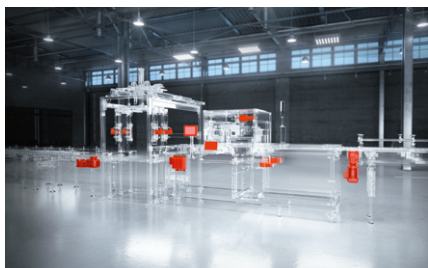
Ludmiła Urbińska





Str. 10

Zasilacze do aplikacji przemysłowych FINDER – rozwiązania dla wymagających



Str. 14

Lean Sm@rt Factory SEW-EURODRIVE. Inteligentna kompilacja człowieka i technologii



Str. 18

Zalety oferowanych silników 120-hercowych z Lenze



Str. 26

Projektanci instalacji elektrycznej firmy Alfred Ritter GmbH wykorzystują przeniesienie fabryki jako okazję do modernizacji systemu. Udana modernizacja z MVK Metal

CO W NUMERZE

- 6 Nowości
- 76 Biblioteka

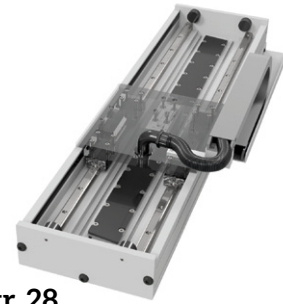
Nauka

- 40 Wspomaganie zasilania „zieloną” energią przenośników taśmowych o regulowanej prędkości taśmy i innych napędów przekształtnikowych sektora transportowego – J. R. Szymański
- 46 Projekt dwuramiennego robota sterowanego przez teleoperatora z wykorzystaniem technik rzeczywistości wirtualnej – A. Grabowski
- 51 Spółdzielnia energetyczna – generacja rozproszona metodą na zwiększenie efektywności energetycznej na obszarach miejskich – R. Wójcicki
- 58 Zastosowanie ultrawyrzynałych materiałów po procesie wyciskania hydrostatycznego w nowoczesnych rozwiązaniach przemysłowych – M. Kulczyk
- 64 Zagadnienie obliczania zmęczeniowej trwałości projektowej cięgieł nośnych skipu górniczego – M. Płachno

Technologie i produkty

- 9 Elbok – nowoczesna sygnalizacja w każdym calu – ELBOK Sp. j.
- 9 SR120 dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego – Kubler Sp. z o.o.
- 10 **TEMAT Z OKŁADKI:** Zasilacze do aplikacji przemysłowych FINDER – rozwiązania dla wymagających – S. Rak – FINDER Polska Sp. z o.o.
- 13 Silniki liniowe rdzeniowe jako ciekawa alternatywa dla konwencjonalnych napędów mechanicznych. Dynamika, niezawodność, pozycjonowanie – Tecnotion Sp. z o.o.
- 14 **TEMAT Z OKŁADKI:** Lean Sm@rt Factory SEW-EURODRIVE. Inteligentna kompilacja człowieka i technologii – SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
- 17 400 A / 800 V DC. Hermetyczne styczniki serii GV – NO-EL Sp. J.
- 17 Kamera, która rewolucjonizuje pomiary drgań. Iris M – VIMS Sp. z o.o.
- 18 Zalety oferowanych silników 120-hercowych z Lenze – T. Witor – Lenze Polska Sp. z o.o.
- 20 Zastosowanie falowników Danfoss w napędach hybrydowych statków – L. Ptaszyński – Danfoss Poland Sp. z o.o.
- 24 Innowacyjny robot liniowy od igus dostarczany z magazynu w ciągu 24 godzin. Kompaktowy i oszczędny: liniowy robot drylin E od igus – igus Sp. z o.o.
- 26 Projektanci instalacji elektrycznej firmy Alfred Ritter GmbH wykorzystują przeniesienie fabryki jako okazję do modernizacji systemu. Udana modernizacja z MVK Metal – Murrelektronik Sp. z o.o.

- 28 Alternatywa dla istniejących rozwiązań w automatyzacji procesów oraz w maszynach i urządzeniach produkcyjnych. Najnowsza generacja osi liniowych oraz robotów kartezyjskich – Dynamic Motion Systems
- 30 Nowinki ze świata napędów NORD. Fabryka NORD w Szprotawie już w 2019 r. – umowa podpisana! – NORD Napędy Sp. z o.o.
- 30 Nowinki ze świata napędów NORD. Drives 4.0: Monitorowanie stanu napędów za pomocą chmury – NORD Napędy Sp. z o.o.
- 33 Serwonapędy do zadań specjalnych – Eldar
- 35 Bezłożyskowy enkoder serii MRI 2850 firmy Leine & Linde do silników z kołnierzem typu C-Face – TERM Tomasz Sobczak
- 37 Pompy hydrauliczne w zastosowaniach przemysłowych – PHS Sylwester Dmochowski
- 38 Karolina Szczepaniak-Batory wprowadza swoją koncepcję rozwoju firmy i dalszych sukcesów dystrybutora. Firma RS Components powołuje nowego dyrektora sprzedaży na Europę Wschodnią – RS Components Sp. z o.o.
- 38 Prostsze, bezpieczniejsze i bardziej niezawodne połączenia USB. Firma RS Components wprowadza do oferty złącza magnetyczne Rosenberger – RS Components Sp. z o.o.



Str. 28

Alternatywa dla istniejących rozwiązań w automatyzacji procesów oraz w maszynach i urządzeniach produkcyjnych. Najnowsza generacja osi liniowych oraz robotów kartezyjskich



Str. 33

Serwonapędy do zadań specjalnych

Informacje branżowe

- 16 Gliwickie dyskusje o sieciach komputerowych w międzynarodowym gronie – P. Gaj, G. Suchacka
- 22 Innowacje na kredyt – A. Szymczak – MS-CONSULTING
- 32 Konferencja prasowa Targów Hanowerskich
- 36 EXPOPOWER – targi innowacji w energetyce



Str. 35

Bezłożyskowy enkoder serii MRI 2850 firmy Leine & Linde do silników z kołnierzem typu C-Face

Indeks reklam

▷ AXIS.....53	▷ igus.....6, 25	▷ Nowimex.....49
▷ Befared45	▷ Innoform50	▷ PHS Sylwester Dmochowski.....8, 37
▷ Danfoss Poland.....6, 21	▷ Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL.....23	▷ robotyka.com.....74
▷ Dynamic Motion Systems29	▷ ITM.....63	▷ RS Components.....41
▷ ELBOK.....9	▷ Kubler.....7, 9	▷ Sanyu.....35
▷ Eldar33	▷ Lenze Polska.....19	▷ SEW-Eurodrive.....80
▷ Energoelektronika.com.pl.....48	▷ MS-CONSULTING.....22	▷ STAUFF Polska47
▷ Enex.....75	▷ Murrelektronik.....6, 27	▷ Tecnotion.....8, 13
▷ Expopower61	▷ NO-EL.....7, 17	▷ VIMS.....8, 17
▷ Finder.....1	▷ NORD Napędy.....7, 31	
▷ Hannover Messe.....43		

NOWOŚCI TECHNICZNE

Masi20 – szczególnie opłacalne połączenie sygnałów z systemem sterowania

Rozwiązanie instalacyjne MASI umożliwia proste i niedrogie połączenie sygnałów IO z systemem sterowania. Tym samym wspiera elastyczne koncepcje instalacji w szafie sterowniczej i poza nią bez konieczności stosowania sztywnych topologii.

Murrelektronik prezentuje nową i wyjątkowo kompaktową generację modułów szaf sterowniczych MASI20. Wyróżnia je innowacyjna konstrukcja i wyjątkowa opłacalność. To szczególnie opłacalny sposób łączenia sygnałów z systemem sterowania.

Moduły MASI20 mają jedynie 19 mm szerokości, dzięki czemu wymagają niewiele miejsca w szafie sterowniczej. Są zoptymalizowane do zastosowania w skrzynkach zaciskowych o głębokości 120 mm. 28 zacisków umieszczono z przodu, dzięki czemu są łatwo dostępne.

AS-Interface i zasilanie AUX są wewnętrznie zmostkowane. W przypadku demontażu modułu nie występuje żadna przerwa. Warianty z wyjściem półprzewodnikowym są odpowiednie do zastosowania w rozwiązaniach pasywnych do poziomu Performance Level d (funkcjonalność K3).

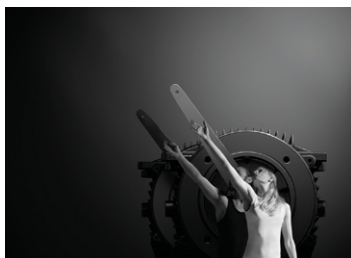


Murrelektronik Sp. z o.o.
www.murrelektronik.pl

Zintegrowany sterownik ruchu

Optymalizacja wydajności wymaga zastosowania w urządzeniach pracujących we wszystkich sektorach przemysłu precyzyjnego pozycjonowania oraz synchronizacji. Do urządzeń tych zaliczają się: stoły obrotowe; maszyny pakujące; maszyny etykietujące; przenośniki; wyciągarki; paletyzatory.

Do tej pory operacje pozycjonowania i synchronizacji odbywały się z wykorzystaniem serwomechanizmów. Jednakże taki sprzęt jest drogi; jego oddanie do eksploatacji jest trudne i wymaga zastosowania dodatkowego okablowania. Ponadto serwomechanizmy nie współpracują z otwartymi układami sterowania, dlatego współczynnik awarii jest wysoki. Wiele urządzeń nie wymaga wysokiej dynamiki pracy oferowanej przez serwomechanizmy. Alternatywą było zastosowanie przetwornicy AC. Jednak do tego momentu niezbędne było zastosowanie dodatkowego wewnętrznego lub zewnętrznego modułu bądź enkodera na silniku.



Danfoss Drives opracował innowacyjną alternatywę dla sterowania serwo. Zintegrowany sterownik ruchu (IMC) to funkcja, która umożliwia przetwornicy AC wykonywanie bardzo precyzyjnego pozycjonowania oraz synchronizacji, bez konieczności stosowania dodatkowych modułów lub sprzętu. Istnieje możliwość skonfigurowania IMC za pomocą oprogramowania VLT® AutomationDrive FC 302.

IMC posiada wiele zalet. Współpracuje ze wszystkimi technologiami silników konwencjonalnych, sterowaniem w układzie zamkniętym i otwartym, a także oferuje bezczujnikowe ustawianie dzięki wykrywaniu momentu obrotowego. Przetwornice dostosowywane są do urządzeń poprzez proste ustawienie parametrów. Oznacza to, że nie jest wymagana wiedza z zakresu technologii serwomechanizmów ani znajomość języków programowania. Ponieważ nie ma potrzeby stosowania enkodera ani dodatkowych kabli, instalacja oraz uruchomienie przebiegają krócej i są mniej kosztowne.

Danfoss Poland Sp. z o.o.
drives.danfoss.pl

Wyeliminuj środki smarne! Łożyska stojakowe od igus wykonane z tworzywa sztucznego zastępują rozwiązania metalowe

Nowe, bezsmarowne łożyska stojakowe xiros zapewniają sterylne warunki w przemyśle spożywczym oraz opakowaniowym.

Ze względu na wysokie wymagania w zakresie higieny, stawiane przez organy udzielające homologacji częściom maszyn stosowanych w przemyśle spożywczym i opakowaniowym, firma igus opracowała nowe łożyska stojakowe z wysoko wydajnego tworzywa sztucznego xirodur B180, który jest zgodny z wymogami FDA. Nowe rozwiązanie jest nawet 83 procent lżejsze w porównaniu z rozwiązaniami metalowymi. Dzięki zaś takim samym wymiarom otworów montażowych wymiana 1:1 jest prosta oraz szybka.

Łożyska stojakowe xiros są odporne na zachłapania oraz mogą pracować w środowisku do +80 stopni Celsjusza. Mając zdolność radzenia sobie z dużym obciążeniami, łożysko wytrzyma obciążenie do 50 kilogramów z maksymalną ilością obrotów do 850 na minutę. Nowe łożysko stojakowe wykonane z xirodur B180 jest oferowane przez firmę igus na wałki o średnicy 25 milimetrów. Inne rozmiary dostępne są na indywidualne zamówienie.



igus Sp. z o.o.
www.igus.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Ministycznik P115 MiniTACTOR™ GIGAVAC

Ministycznik P115 dołączył do grona hermetycznych produktów przełączających, w skład których wchodzi przełączniki wysokich napięć oraz styczniki serii GX i MX (konstrukcja EPIC®). Stycznik P115 charakteryzuje się hermetyczną obudową – Certyfikacja UL, gabarytami na poziomie przełącznika elektromagnetycznego – 79 × 30 × 46 mm oraz niską ceną!



Waga P115 wynosi zaledwie 100 g, można go łatwo zainstalować w dowolnym położeniu na panelu w ciągu kilku sekund. Zamknięta komora stykowa zarówno dla styków, jak i cewki zapewnia czyste przełączanie w każdym środowisku. Bezpieczne przełączanie i rozłączanie można osiągnąć przy dowolnym napięciu do 1200 V DC. Z dwukierunkową funkcją przełączania i prądem pracy do 50 A styczniki z serii MiniTACTOR™ są idealnym wyborem dla aplikacji solarnych czy też wstępnego ładowania. P115 jest również odpowiedni dla szerokiej gamy innych aplikacji, w tym urządzeń i maszyn użytku magazynowego, wózków golfowych, systemów HVAC, grzejników czy też bram podnośnikowych.

NO-EL Sp. J. Ryszard Nowak, Barbara Musiałek – wyłączny przedstawiciel amerykańskiej firmy GIGAVAC
www.gigavac.pl

Bezpieczne, niezawodne i wszechstronne: przekładnie z kołnierzem wytłaczarki

Dla cięższej eksploatacji NORD DRIVE-SYSTEMS rozszerza modułową przekładnię przemysłową o kołnierze do wytłaczarki. Kołnierze można dostosować dla łatwego montażu do niemal wszystkich wymiarów montażowych.



Dla wymiaru przekładni przemysłowych od 5 do 11 o znamionowym momencie obrotowym od 15 kNm do 80 kNm NORD oferuje kilka wersji kołnierza wytłaczarki. Dzięki dużym łożyskom oporowym można zapewnić bezpieczne kompensowanie sił i długą trwałość eksploatacyjną. Kołnierze wytłaczarki umożliwiają zakładom konstrukcyjnym i zakładom przetwórstwa tworzyw sztucznych uzyskanie napędów, które cechują bezpieczeństwem, niezawodnością i wszechstronnością na wysokim poziomie. Oferta przekładni przemysłowych Grupy NORD zapewnia szeroki zakres opcji dla wałów napędzających i napędzanych, pozycji montażowych, uszczelnień i monitorowania temperatury.

NORD Napędy Sp. z o.o.
www.nord.com

LEB01 – pomiar absolutny pozycji windy

Dotychczasowe rozwiązania dotyczące pomiaru pozycji kabiny opierały się na użyciu enkodera inkrementalnego oraz zamontowanych na każdym piętrze czujników magnetycznych. Wychodząc naprzeciw potrzebom rynku, firma Fritz Kübler GmbH oferuje LEB01 – innowacyjny system absolutnego pomiaru pozycji windy. Opiera się on na współpracy kompaktowej głowicy optycznej z perforowaną taśmą pomiarową wykonaną ze stali nierdzewnej. Dzięki optycznej metodzie pomiarowej system jest odporny na pola magnetyczne. Nowy system, dzięki absolutnemu pomiarowi, pozwala na ustalenie pozycji kabiny nawet po awarii zasilania. Dużym atutem LEB01 jest szybki i prosty montaż. System współdziała z interfejsami: CAN, CANopen, CANopenLift, SSI oraz RS485. LEB01 zapewnia pomiar do 392 m długości, przy prędkości do 5 m/s (10 m/s na życzenie klienta), jednocześnie zachowując precyzję pomiaru o rozdzielczości 1 mm. Długość taśmy pomiarowej dostosowuje się do potrzeb klienta, który może również sam ją skracać.



Zalety LEB01:

- kompaktowy;
- odporny na pola magnetyczne;
- dł. pomiaru do 392 m;
- współpracuje z interfejsami: CAN, CANopen, CANopenLift, SSI, RS485;
- rozdzielczość: 1 mm;
- prędkość: do 5 m/s (na życzenie 10 m/s);
- zakres temperatur pracy: od -5°C do 70°C;
- atrakcyjny cenowo;
- łatwy w montażu.

Kubler Sp. z o.o.
www.kubler.pl

Redakcja miesięcznika „Napędy i Sterowanie”
zaprasza do odwiedzenia:

stoiska 24 w hali E na Targach **ENEX** w Kielcach
w dniach 28 lutego – 1 marca br.

stoiska E8 na Targach **AUTOMATICON** w Warszawie
w dniach 20–23 marca br.

NOWOŚCI TECHNICZNE

Pompa zębata PGP511

Pompa zębata PGP511 to wysokociśnieniowa pompa wyporowa produkowana przez firmę Parker Hannifin. Dokładne wykonanie z wykorzystaniem najlepszych gatunkowo materiałów jest gwarancją długotrwałej eksploatacji. Pompa znajduje zastosowanie jako generator energii w hydrostatycznych układach napędowych. Dostępne są jednostki jedno- i wielosekcyjne w dużym zakresie objętości geometrycznych.



Cechy charakterystyczne:

- wysoka sprawność;
- niski poziom hałasu przy wysokim ciśnieniu pracy;
- różnorodność płyt przyłączeniowych, wałków i przyłączy hydraulicznych;
- możliwość zabudowy zaworów w pokrywie pompy.

Zakresy parametrów technicznych dla różnych modeli pomp typu PGP511:

- objętość geometryczna: 4–33 cm³;
- ciśnienie nominalne pracy: 155–275 barów;
- ciśnienie maksymalne pracy: 170–300 barów;
- prędkość obrotowa: 500–3500 obr./min;
- zapotrzebowanie mocy: 4,5–17,3 kW;
- zakres temperatury roboczej: od –15 do +80°C;
- wymiar „L”: 47–92,6 mm;
- waga: 3–4,45 kg.

PHS Sylwester Dmochowski
www.phs-pompy.pl

Iris M – pierwszy na świecie bezdotkowy system wzmacniania ruchu

Kamera Iris M firmy RDI Technologies to pierwsze urządzenie, które pozwala użytkownikom widzieć drgania w czasie rzeczywistym. Opatentowana technologia pozwala zobaczyć ruch maszyn, przemieszczenia i drgania niewidoczne dla ludzkiego oka, a wszystko to podczas normalnej pracy maszyn.

Iris M dostarcza obraz wideo, umożliwiając podejmowanie natychmiastowych decyzji dotyczących możliwości awarii. Wizualizacja całego procesu produkcji przy zachowaniu analizy na poziomie komponentów sprawia, że jest to doskonale narzędzie do kontroli, wyszukiwania usterek, a także planowania przyszłych napraw lub modernizacji.



Oprogramowanie Iris M Motion Amplification zapewnia łatwe do zrozumienia wzmocnione wideo, umożliwiając znacznie skuteczniejszą komunikację pomiędzy pracownikami technicznymi i nie-technicznymi – co usprawnia proces decyzyjny.

Filmy nagrane są gotowe do analizy w ciągu kilku sekund od zbierania danych.

Zestaw IRIS M zawiera: kamerę o wysokiej szybkości rejestracji, 4 obiektywy, kabel zasilający i transmisyjny USB, statyw, wytrzymałą walizkę, komputer przemysłowy, tłumiki wibracji oraz licencję na oprogramowanie.

Istnieje również możliwość zamówienia usługi na obiekcie.

VIMS Sp. z o.o.
www.vims.pl

Wysoki moment obrotowy w jeszcze mniejszym opakowaniu

Nowe silniki momentowe z serii QTR65 i QTR78 od holenderskiego producenta Tecnotion.

Firma Tecnotion przedstawia nową serię silników momentowych o wyjątkowo wysokiej gęstości mocy. Nowe silniki o średnicach 65 mm i 78 mm zapewniają moment nominalny do 4,75 Nm oraz moment szczytowy do 12,23 Nm. Pozwalają tym samym wykorzystać wysoki moment obrotowy w jeszcze mniejszych aplikacjach z zachowaniem opcji przepustu kablowego.



Główny nacisk przy projektowaniu, nowych silników momentowych z serii QTR 65 i 78 mm kładziony był na niską wysokość osiową i wysoką wartość momentu obrotowego, znaną już z istniejących silników Tecnotion QTR. Specjalna konstrukcja rotora pozwala na uzyskanie dużej średnicy wewnętrznej – dzięki temu możliwe jest stworzenie dużej średnicy przepustu kablowego przebiegającego przez środek silnika. Dla każdej średnicy dostępne są cztery różne wysokości. Dlatego małe silniki QTR pasują do szerokiej gamy aplikacji, w tym: robotów, małych stołów obrotowych, narzędzi medycznych, „5” osi w maszynach portalowych oraz innych zastosowaniach automatyzacyjnych.

Silniki QTR 65 i QTR 78 mają konstrukcję bezszczotkową. Nie jest wymagana żadna przekładnia mechaniczna. Zakresy prędkości 410–6200 obr./min przy zaledwie 48 V.

Do największych zalet silników momentowych należą: brak konieczności stosowania przekładni i sprzęgieł i związany z tym brak luzów oraz wzrost dokładności; znaczący wzrost bezawaryjności; bardzo cicha praca; opcja przepustu kablowego oraz zdecydowanie mniejszy gabaryt niż w przypadku silników z przekładnią.

Tecnotion Sp. z o.o.
www.tecnotion.com

ELBOK - nowoczesna sygnalizacja w każdym calu

Firma ELBOK działa od 1996 r., produkując urządzenia automatyki mające zastosowanie w przemyśle. Oferta obejmuje produkcję:

- kaset synoptycznych od 4 do 24 kanałów, o różnych programowanych funkcjach i wymiarach obudów;
- uniwersalnych kontrolerek diodowych o średnicy $\varnothing 20$ na napięcie 24–230 V DC/AC, jedno-, dwukolorowych o różnych konfiguracjach kolorów R; G; Y; O; B; W w oprawkach plastikowych i chromowanych;
- kontrolerek diodowych o średnicy $\varnothing 20$, 10, 8, 5; jedno-, dwu- i trój kolorowych o różnych konfiguracjach kolorów R; G; Y; O; B; na napięcia w zakresie od 5 do 400 V DC/AC; w oprawkach plastikowych, chromowanych;
- listew przekaźnikowych od 4 do 32 wejść;
- zasilaczy impulsowych.

Ponadto zajmujemy się:

- dystrybucją produktów firm WAGO, FINDER, RELPOL, MEAN WELL;
- projektowaniem i wdrażaniem do produkcji krótkich serii układów elektroniki na życzenie klienta. ■



ELBOK Sp. j.

ul. Warszawska 46 A, 40-008 Katowice

tel./fax 32-252 40 85, 32-205 88 31

e-mail: biuro@elbok.com.pl, www.elbok.com.pl

SR120 dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego

Z myślą o nowych możliwościach, jakie daje Ethernet, firma Fritz Kübler GmbH zaprojektowała specjalne pierścienie ślizgowe SR120, pozwalające przesyłać sygnały elektryczne zasilające, jak i sterujące z platformy stacjonarnej do obrotowej lub odwrotnie. Ta technologia jest stosowana w stołach obrotowych lub w robotach przemysłowych, które muszą powtórzyć swój ruch i zadania miliony razy ze stałą i powtarzalną dokładnością. W takim przypadku elementy sterowania i układ napędowy są często integrowane z ruchomymi lub wirującymi częściami maszyny. Statyczna część konstrukcji służy jako rama, a przesył prądu i danych następuje za pośrednictwem pierścieni ślizgowych. Typowymi zastosowaniami technologii pierścienia ślizgowego są: stoły obrotowe lub pomiarowe, wyważarki, maszyny testowe oraz wszelkie formy urządzeń automatyki i robotów przemysłowych.

ZALETY SR120 Ethernet: zapewnia szybką i bezpieczną transmisję prądu, sygnałów, powietrza, hydrauliki oraz Ethernetu; posiada do 20 kanałów, które mogą być dowolnie łączone do transmisji sygnałów i obciążenia; przekazuje protokoły transmisji danych, które oparte są na standardzie Fast Ethernet (Profinet, Ethernet/IP i wiele innych). Przesyłane mogą być również sygnały z innych systemów sieciowych, np. Profibus; posiada modułową budowę z trójkomorowym systemem – wszystkie komory są odizolowane i wewnętrznie ekranowane.

Dzięki temu ramka danych komunikacji Industrial Ethernet nie jest narażona na zaburzenia elektromagnetyczne; system modułowy pozwala również na rozszerzenie pierścienia do 20 kanałów, a nawet dopasowanie go do mediów z przepustem dla powietrza i hydrauliki; średnica 120 mm; żywotność SR120 ponad 500 milionów obrotów; oszczędność czasu i łatwa obsługa SR120 (całkowicie wyeliminowano konieczność smarowania olejem); gwarancja 2 lata. ■

reklama



Złącze obrotowe SR120 ETHERNET



Szybka i bezpieczna transmisja sygnałów wysokoprądowych cyfrowych oraz ethernet

tel. 61 849 99 02 www.kubler.pl

Zasilacze do aplikacji przemysłowych Finder – rozwiązania dla wymagających

Stanisław Rak

Przy tworzeniu każdego produktu przeznaczonego na rynek specjalistyczny ważne jest, aby nie kopiować sprawdzonych rozwiązań, a przyjrzeć się na nowo potrzebom, jakie kierowane są do niego, pod kątem aplikacji w jakiej pracuje. W taki właśnie sposób powstały zasilacze serii 78 Finder.

Gdy stawiamy przed sobą zasilacz idealny do trudnych warunków, jakimi są aplikacje przemysłowe, myślimy o takich parametrach, jak odporność na zakłócenia, szeroki zakres temperatur pracy, wysoka stabilność napięcia na stronie wtórnej i wysoka tolerancja po pierwotnej, niskie tętnienia, szybkość serwisu i niezawodność.

Łatwość serwisu

Cechą wspólną dla naszych wszystkich zasilaczy jest szybko wymieniany bezpiecznik topikowy 5×20 mm, umieszczony na froncie obudowy. Szybka wymiana poprzez zasobnik, który zawiera bezpiecznik aktualnie pracujący i serwisowy, daje użytkownikowi bezkompromisową jakość współpracy w aplikacjach odpowiedzialnych. To rozwiązanie jest dostępne dla wszystkich wykonań zasilaczy Finder i jest ich rozpoznawalną cechą. Bezpiecznik stanowi zabezpieczenie od strony pierwotnej.

Rys. 1. Wymienne bezpieczniki 78.1D



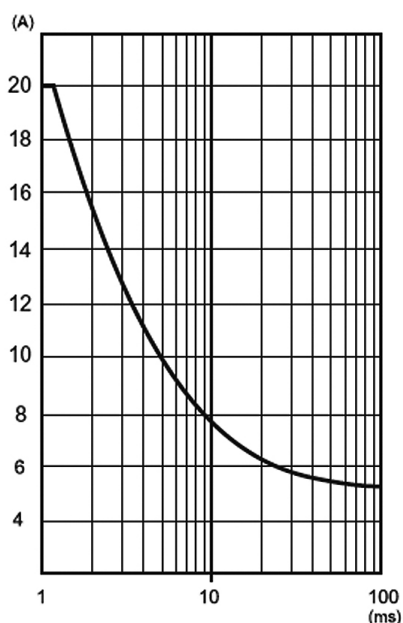
Wysoka przeciążalność zwarciowa

To funkcja najważniejsza dla aplikacji przemysłowych. Pozwala na bezprzerwową pracę sterownika pomimo awarii w obwodzie wykonawczym. Dla przykładu zasilacz 78.1D (5,4 A, 24 V DC) potrafi w 1 ms wydatkować z siebie 20 A, a w przeciągu 5 ms 10 A. Umożliwia to szybką likwidację zwarcia poprzez wyrzucenie zabezpieczenia nadprądowego lub przepalenie wkładki topikowej. Jeśli nie przekroczymy

dopuszczalnych parametrów prądowych, praca zasilacza będzie nieprzerwana, a zasilanie np. sterownika PLC niezakłócone.

Stworzenie układów, które są zabezpieczone na krótkotrwałe zwarcia w obwodzie wtórnym, jest bardzo ważnym procesem. W typowych zasilaczach może dojść do sytuacji, w których zasilacz co chwilę podaje napięcie i wyłącza się w wyniku zadziałania zabezpieczenia przeciążeniowego, nie mogąc usunąć zwarcia, co może spowodować uszkodzenie jego samego lub obwodów sterowniczych. Wysokie prądy zwarciove dostępne są również dla wykonań w obudowach modułowych, dla większości typów jest to nawet trzykrotność prądu znamionowego.

Technologia *fold-back* zastosowana w zasilaczach Findera umożliwia podtrzymanie prądu obciążenia w warunkach ciężkiego przeciążenia. W przypadku ciężkiego przeciążenia układ *fold-back* ogranicza prąd wyjściowy liniowo w stosunku do spadku napięcia. W praktyce, gdy obciążenie powoduje przeciążenie, obwód *fold-back* redukuje zarówno napięcie wyjściowe, jak i prąd poniżej normalnego zakresu działania, a następnie



Rys. 2. Zdolność zwarciowa 78.1D

Tabela 1.
Zestawienie podstawowych danych dla zasilaczy przemysłowych

	78.1B.1.230.2403	78.1D.1.230.2414 78.1D.1.230.2415	78.2E.1.230.2414 78.2E.1.230.2415
Cechy	<ul style="list-style-type: none"> - Niska moc czuwania - Temperatura pracy: -20...+70°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Dwustopniowy z aktywnym PFC: 0.998 - Prąd przeciążeniowy: Bez ograniczenia - Można stosować przy ładowaniu baterii 	<ul style="list-style-type: none"> - Dwustopniowy z aktywnym PFC: 0.998 - Prąd przeciążeniowy: Bez ograniczenia - Wysoka efektywność 93%
Napięcie wyjściowe	24 V DC	24 V DC	24 V DC
Zakres regulacji napięcia	24...28 V	24...28 V	24...28 V
Znamionowy prąd wyjściowy	5 A (230 V AC na wejściu) 4.5 A (cały zak. wej.)	5.4 A	10 A
Moc znamionowa	120 W (230 V AC na wejściu) 110 W (cały zak. wej.)	130 W	240 W
Zakres napięcia wej.	100...265 V AC 140...275 V DC (z polaryzacją)	88...265 V AC 95...275 V DC (bez polaryzacji)	88...265 V AC 90...275 V DC (bez polaryzacji)
Dwustopniowy z aktywnym PFC (Power Factor Correction)	—	TAK	TAK
Wymiary (w x h x d)	40 x 130 x 104 mm	40 x 130 x 130 mm	60 x 130 x 130 mm



Zasilacz w obudowie modułowej

rozpoczyna pracę w trybie *hiccup*. W przypadku zwarcia zasilacz będzie również pracował w trybie *hiccup*, omówionym powyżej. Obydwa tryby wyłączają się, gdy zostanie usunięta przyczyna zakłóceń, zasilacz automatycznie powróci do normalnej pracy.

Aktywny PFC (korekcja współczynnika mocy biernej)

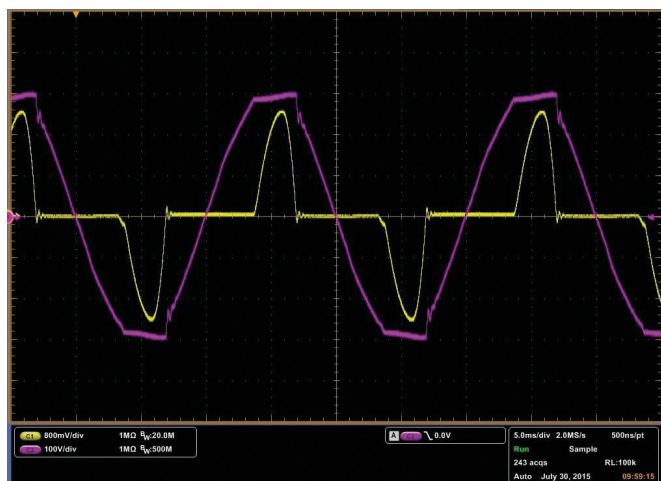
Aktualnie bardzo mało mówi się o wpływie zasilacza na sieć przemysłową, jak i sieci przemysłowej na zasilacze. Często

zauważalne jest w warunkach przemysłowych, że urządzenia, które działały podczas testów, nie działają na rzeczywistym obiekcie. Problem dotyczy najczęściej czujników, przetworników, komputerów przemysłowych oraz PLC. Niekiedy objawami są nieprecyzyjne wskazania pomiarów, niewłaściwa praca, w innym wypadku jest to zupełny brak działania urządzenia. Najczęstszym przypadkiem są zakłócenia dochodzące ze strony zasilania.

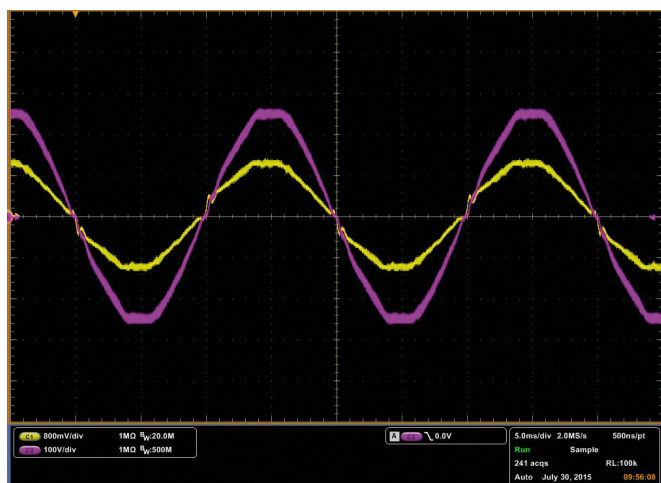
O ile w sieciach mocno przemysłowych nie zwracamy często uwagi na moc bierną generowaną przez urządzenia, o tyle należy połączyć wpływ zakłóceń w obwodzie pierwotnym (zasilania), ich przełożenie na obwód wtórny (np. 24 V DC i 12 V DC), jak i zakłócenia generowane przez elementy półprzewodnikowe zasilacza i ich wpływ na obwód pierwotny – generacja harmonicznych.

Rozwiązaniem wszystkich tych kłopotów jest właśnie aktywny PFC. Idealnie obrazują to dwa poniższe wykresy – wartość napięcia i prądu w zasilaczu bez PFC i z PFC.

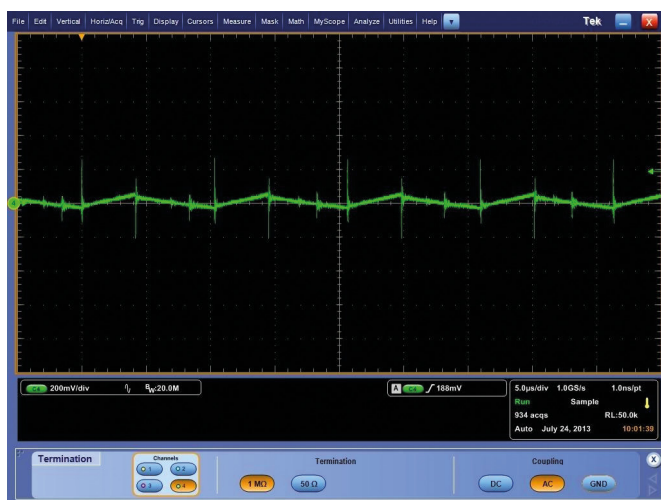
Uwagi nie mogą ujść jeszcze tętnienia zasilacza – to właśnie ich wpływ może mieć kluczowe znaczenie dla działania wrażliwych układów pomiarowych. Czujniki i sterowniki wymagają bardzo dobrej jakości i stabilności wyprostowanego napięcia. W praktyce przemysłowej spotykamy się z wieloma przypadkami, w których nie wiadomo co jest przyczyną złego działania układu, a rozwiązanie jest bardzo proste: jest to zasilacz.



Rys. 3. Napięcie i prąd na zasilaniu bez PFC



Rys. 4. Napięcie i prąd na zasilaniu z aktywnym PFC



Rys. 5. Tętnienia przy obciążeniu znamionowym 78.1D



Sygnalizacja stanów. Styki pomocnicze i diody

W aplikacjach przemysłowych bardzo ważna jest komunikacja stanu do obwodów zewnętrznych. W przemysłowych rozwiązaniach Findera dostępne są dwa rozwiązania konfiguracji styków pomocniczych.

Konfiguracja pierwsza: zestyk zwrotny zamyka się po podaniu napięcia zasilania i pozostaje w takim stanie do momentu wystąpienia poważnego uszkodzenia (przepalenie bezpiecznika, awaria źródła zasilania, zwarcie lub zadziałanie zabezpieczenia termicznego). Ta wersja służy do przekazania informacji o przerwaniu obwodu zasilania np. do sterownika PLC lub komputera zewnętrznego.

Konfiguracja druga: zestyk zwrotny zamyka się, gdy występuje anomalia: przeciążenie, zwarcie, granica termiczna, zadziałanie zabezpieczenia termicznego. Ta wersja służy do uruchomienia wizualnych i akustycznych alarmów lub włączenia wentylatora chłodzącego.

Odporność na warunki środowiskowe

Każdy obiekt ma inną specyfikę. Na jednym kluczowa jest odporność na wysokie temperatury, na innym wysokie spadki i skoki napięć, jeszcze inny posiada agresywne chemicznie środowisko, a niektóre łączą w sobie wszystkie te wymagające, ale często spotykane cechy. Zasilacze Findera budowane są w ten sposób, aby zapewnić jak największe zakresy dopuszczalnych napięć i temperatur. Pełne zestawienie danych dostępne jest w kartach katalogowych naszych produktów. Ale uznanie w wielu wymagających obiektach spowodowało, że możemy z zadowoleniem polecić nasze zasilacze nawet do najbardziej wymagających aplikacji.

Stanisław Rak



FINDER Polska Sp. z o.o.

ul. Malwowa 126

60-175 Poznań

tel. 61-865 94 07

fax 61-865 94 26

e-mail: finder.pl@findernet.com

Silniki liniowe rdzeniowe jako ciekawa alternatywa dla konwencjonalnych napędów mechanicznych

Dynamika, niezawodność, pozycjonowanie

Silniki liniowe, szczególnie te rdzeniowe, dzięki swoim niepodważalnym zaletom oraz konkurencyjnej cenie coraz częściej wypierają z rynku standardowe rozwiązania mechaniczne, takie jak listwy zębate, śruby kulowe i paski zębate. Z każdym rokiem coraz więcej innowacyjnych producentów maszyn decyduje się na wykorzystanie silników liniowych i docenia niewątpliwie bezpośrednie zalety napędów, takie jak: dynamiczna, precyzyjna, niezawodna oraz cicha praca.

Czym jest silnik liniowy?

Silnik liniowy jest zbudowany tak jak tradycyjny silnik servo. Różnicę stanowi to, że stojan jest rozcięty i rozłożony do postaci liniowej, tworząc ścieżkę magnetyczną, a rotor (cewka) nie wykonuje ruchu obrotowego, lecz porusza się wzdłuż stojana, generując siłę liniową (rysunek obok).

Cewka posiada trójfazowe uzwojenie nawinięte na rdzeń stalowy i zalane epoksydem. Ścieżkę magnetyczną silnika rdzeniowego stanowią moduły magnetyczne, które posiadają magnesy trwałe o biegunach północnych i południowych, ułożone na

stalowej płycie. U dobrych producentów silników magnesy są ułożone pod kątem w celu ograniczenia momentów pulsacyjnych oraz zalane epoksydem, co z kolei ma na celu zapewnić stałą pozycję magnesów podczas długoletniej pracy.

Jak można zbudować silnik liniowy?

Zdecydowana większość aplikacji wykorzystuje model ruchomej cewki i na stałe zabudowanych modułów magnetycznych. Możemy jednak potraktować komponenty silnika liniowego jako przysłowiowe „klocki lego” i dostosować zabudowę do potrzeb wybranej aplikacji. Niewątpliwą zaletą zabudowy silnika liniowego jest możliwość umieszczenia kilku cewek na jednej ścieżce magnetycznej. Cewki mogą pracować niezależnie.

Zalety rdzeniowego silnika liniowego

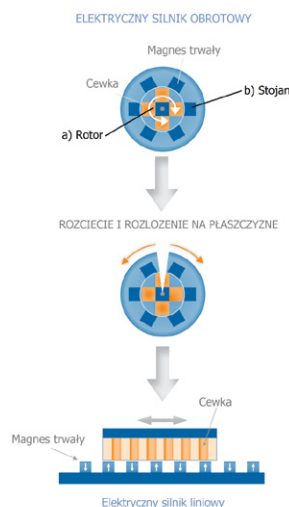
Do zdecydowanych zalet silnika liniowego należą bardzo wysoka dynamika oraz prędkości poparte bardzo dużymi dokładnościami, które determinuje

tylko układ pomiaru drogi, a nie dokładność mechaniczna, jak w przypadku np.

listew zębatych i śrub kulowych. Bardzo wysoka płynność ruchu i nadążność, również przy małych prędkościach. W aplikacjach medycznych istotnym czynnikiem jest praktycznie bezgłówna praca silników liniowych. Po stronie konstrukcyjnej i eksploatacyjnej możemy wymienić łatwą i kompaktową zabudowę oraz praktycznie brak potrzeby serwisu. Wybrane silniki liniowe mogą pracować w próżni i *clean room*.

Najczęstsze aplikacje

Na rynku polskim do najczęstszych aplikacji należą maszyny portalowe, takie jak lasery fiber oraz CO₂, waterejet, cuttery, maszyny drukujące. Dodatkowo napędy bezpośrednie są wykorzystywane w: maszynach pakujących, robotyce, maszynach narzędziowych oraz szeroko pojętej automatyzacji. Na zachodzie Europy oraz w Azji silniki bardzo często wykorzystuje się w branży półprzewodnikowej oraz montażu powierzchniowym.



reklama

Zrób ze swojej maszyny sprintera...

... z napędami bezpośrednimi Tecnotion.



Jesteśmy specjalistą w zakresie silników liniowych i momentowych z ponad 25 letnim doświadczeniem.

Tecnotion Sp. z o.o.
Ul. Ryżowa 49 | 02-495 Warszawa | Poland
Tel. +48-606-544-046 | info@tecnotion.pl

TECNOTION
THE LINEAR MOTOR COMPANY

Tecnotion Sp. z o.o.

ul. Ryżowa 49

02-495 Warszawa

tel. 606 544 046

e-mail: info@tecnotion.pl

www.tecnotion.com

Lean Sm@rt Factory SEW-EURODRIVE

Inteligentna kompilacja człowieka i technologii

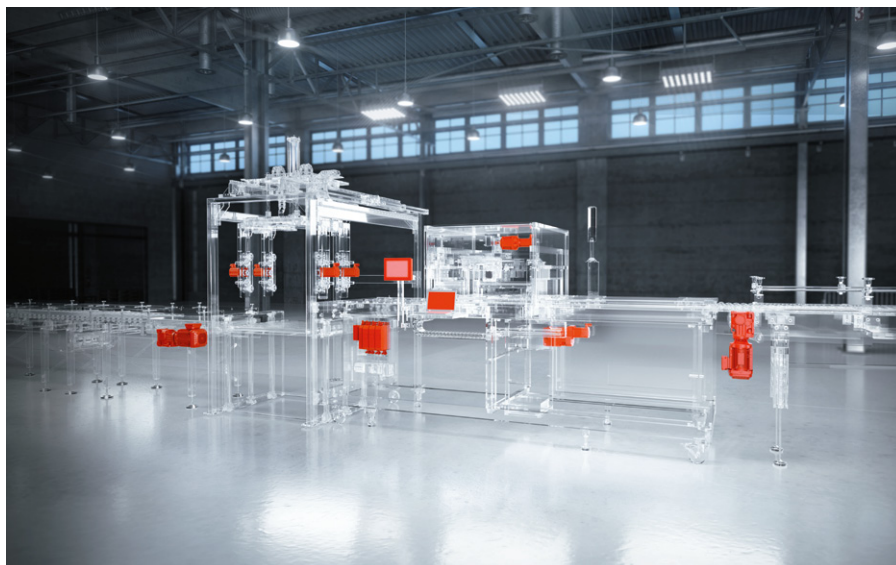
Nasza wizja Lean Sm@rt Factory w SEW-Eurodrive

Inteligentna fabryka SEW-Eurodrive z przyszłości charakteryzuje się modułową budową. Jest fabryką składającą się z segmentów – zoptymalizowanych pod kątem Lean elastycznie połączonych Small Factory Units (fabryki w fabryce). Poszczególne stacje robocze stanowią moduły procesowe, które dzięki asyistentom (systemy CPS) są inteligentnie połączone ze sobą, tworząc sieć. Ludzie, rzeczy, procesy, usługi i dane – wszystko jest osieciowane.

Celem jest osiągnięcie wyższego poziomu produktywności w zakresie współpracy ludzi i techniki. Inteligentne produkty/obiekty wyposażone w zintegrowane systemy, kody QR oraz chipy RFID sterują sobą samodzielnie. Dzięki standardowym interfejsom oraz nowoczesnej technologii informacyjnej możliwa jest wysoce elastyczna i zautomatyzowana produkcja typu *Plug & Play*.

W SEW-Eurodrive sprzedajemy tylko sprawdzone rozwiązania – w tym celu powstała wzorcowa fabryka w Niemczech w Graben-Neudorf. Testujemy w niej w realnych warunkach nasze nowe rozwiązania.

Industria 4.0 oznacza ewolucję w zakresie procesów produkcyjnych i logistycznych. SEW-Eurodrive również opracowuje, rozwija i testuje technologie, systemy i procesy istotne w sieciowaniu, ale w pierwszej kolejności wykonywane jest to w ramach własnych procesów. Podstawą skutecznego wdrożenia założeń Industry 4.0 w firmie SEW-Eurodrive jest filozofia Lean.



Nowe mobilne koncepcje logistyczne. Testowanie oraz zastosowanie w zakładzie SEW-EURODRIVE

Efektom optymalnego połączenia poszczególnych etapów produkcji w wydajny proces całościowy jest mierzalny potencjał oszczędnościowy. Oznacza to oszczędzenie wartościowego czasu produkcyjnego. Wydatki na zasoby z obszaru techniki produkcji ulegają zmniejszeniu, a dzięki całościowemu procesowi oraz technice możliwe jest optymalne wspieranie ludzi podczas wykonywanej przez nich pracy.

Drogi przejazdu (symulacja i rzeczywistość). Na tym etapie istnieje możliwość testowania i optymalizacji dróg przejazdu, a następnie przeniesienie ich ze świata wirtualnego do rzeczywistego za pomocą jednego kliknięcia myszki. W fabryce SEW-Eurodrive połączenie poszczególnych procesów pracy w obszarze montażu przekładni przejmują różne mobilne systemy asyntenckie opracowane przez SEW.

Asystenci logistyki (transport komponentów) – zaopatrują w odpowiednim momencie wyspy montażowe we właściwe komponenty.

Asystenci logistyki (tryb jazdy swobodnej) – transportują przedmioty o łącznej wadze sięgającej do 1,5 tony i potrafią swobodnie się poruszać i nawigować w obiekcie.

Asystenci montażu (system cyber-fizyczny) – wspierają montażystów podczas pracy. Zgodnie z filozofią Industry 4.0 są one systemami cyber-fizycznymi, które mają zapisane w sobie wszystkie niezbędne dane dotyczące produktu oraz klienta.

Asystenci logistyki (transport gotowych produktów) – transportują gotowe motoreduktory z działu montażu do stacji napełniania olejem, kontroli, a następnie do lakierni.

Asystenci obsługi w dziale produkcji – mobilny asystent obsługi przejmuje

monotonne prace w zakresie wyposażenia maszyny i usprawnia pracę operatora.

Industy 4.0 w ramach całkowitego procesu zmienia rolę człowieka w funkcję nadrzędną w całym łańcuchu wartości. Powstają nowe obszary pracy, w których do głównych zadań należą kwestie związane ze sterowaniem, monitorowaniem oraz optymalizacją procesów.

Pracownik przestaje być asystentem i staje się decydującym „dyrygentem”, który łączy ze sobą różne pojedyncze etapy zgodnie ze specyficznymi wymaganiami. Tego typu odciążenie pracownika produkcyjnego oznacza, że będzie on mógł zrealizować się w nowo zdefiniowanym obszarze.

Inteligentna kompilacja człowieka i technologii. Pracownik jako „dyrygent” łańcucha wartości

Lean Industry 4.0 stawia na współdziałanie ludzi i maszyn – człowiek i robot pracują razem ramię w ramię. W przyszłości świat realny i wirtualny zostaną ze sobą w takim stopniu połączone, że możliwe będzie ich całkowite

osieciowanie. W ramach Industy 4.0 wszystkie systemy są inteligentnie połączone w sieć i wymieniają informacje z wytwarzanymi produktami w czasie zbliżonym do rzeczywistego (oczywiście dotyczy to również ludzi!).

W ramach „Lean Industry 4.0” koncepcje Industy 4.0 łączone są ze znanymi zasadami Lean Management i umożliwiają tym samym nowe możliwości współpracy ludzi, maszyn oraz produktów, w których człowiek i tworzona przez niego wartość dodana znajdują się w centrum.

Podobnie jak w przeszłości, przedsiębiorstwa w przyszłości będą potrzebowały stabilnej podstawy. Realizacja założeń Industy 4.0. możliwa jest wtedy, gdy w zakresie wszystkich procesów osiągnięty zostanie bezbłędny oraz bezawaryjny poziom automatyzacji, a tym samym wysoka dostępność maszyn.

Ze względu na wiele różnych zależności, które zachodzą w inteligentnej fabryce, ważne jest wzmacnianie sprawdzonych głównych filarów, takich jak tworzenie wartości, optymalizacja procesów, bezawaryjność i bezbłędność,

jak również wydajne zarządzanie oraz wspieranie tych obszarów inteligentnymi rozwiązaniami automatyzacji.

Szczegółowe informacje dotyczące produktów i rozwiązań firmy SEW-Eurodrive dostępne są na stronie internetowej www.sew-eurodrive.pl. ■

Firma SEW-EURODRIVE zaprasza
na Targi AUTOMATICON
HALA 1, stoisko A26/B23
oraz HALA 3, stoisko F15

SEW
EURODRIVE

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.

ul. Techniczna 5

92-518 Łódź

tel. 42-293 00 00

e-mail: sew@sew-eurodrive.pl

www.sew-eurodrive.pl

reklama

Które wydanie jest dla Ciebie?

3/2018

AUTOMATYKA I ROBOTYKA

4/2018

BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE

5/2018

TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY

Gliwickie dyskusje o sieciach komputerowych w międzynarodowym gronie

Piotr Gaj, Grażyna Suchacka

W czerwcu bieżącego roku znana i ceniona konferencja naukowa Sieci Komputerowe (*Computer Networks CN2018*) odbędzie się w Gliwicach na Wydziale Automatyki Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej. Będzie to jej 25 edycja, czyli jubileusz ćwierćwiecza spotkań. Konferencja jest organizowana rokrocznie od 1994 roku, przy czym przeważnie odbywała się w ośrodkach konferencyjnych poza Alma Mater organizatorów. W tym roku, z racji jubileuszu, konferencja wraca na Wydział, na którym powstała, i to właśnie tam odbędą się jej sesje.

Konferencja jest imprezą naukową dedykowaną głównie środowiskom badawczym i akademickim, jednak co roku gości przedstawiciele przemysłu, którzy od strony aplikacyjnej mogą zarówno prezentować, jak i dyskutować o swoich problemach, pomysłach i doświadczeniach. W tym roku partnerami przemysłowymi konferencji są firmy 3Soft, Wasko, Bombardier, ponadto partnerami są organizacje IEEE, iNEER, wydawnictwo Springer, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, partnerem medialnym jest czasopismo „Napędy i Sterowanie”, a do tego Patronatem Honorowym konferencję objęli Prezydenci miast Gliwice i Katowice. Gośćmi konferencji są wybitni przedstawiciele wiodących ośrodków naukowych i badawczo-rozwojowych z Polski i spoza jej granic, a także przedstawiciele partnerów.

Tematyka konferencji jest zorientowana na zagadnienia sieciowe, ze szczególnym uwzględnieniem nowości w tematach rozwojowych, jak i innowacyjnych aplikacji. Prezentowane tematy dotyczą konstrukcji i analizy działania sieci komputerowych, komunikacji, teleinformatyki, sieci przemysłowych i ich zastosowań. Warto zwrócić uwagę, że

konferencja to nie tylko wydarzenie, podczas którego słucha się innych, ale również doskonała okazja do tego, aby podyskutować ze specjalistami o swoich pomysłach, problemach praktycznych i dokonaniach.

Poza sesjami uczestników odbędzie się również sesja z wykładami specjalistów, sesja partnerów przemysłowych, sesje dla studentów, np. ciekawa sesja wystąpienie błyskawicznych oraz sesje przedstawiające prace w toku, tzw. *work/research in progress*.

W ramach tegorocznej konferencji odbędzie się również sesja specjalna TechSQWeb (*Technologies for Secure and High-Quality Web-based Services*), poświęcona zagadnieniom bezpieczeństwa i jakości usług w sieciach komputerowych. Sesja będzie przede wszystkim okazją do dyskusji nad aspektami bezpieczeństwa współczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, zwłaszcza w kontekście coraz bardziej popularnego przetwarzania w chmurze (*cloud computing*) i Internetu Rzeczy (*Internet of Things*). Będzie to również okazja do przedstawienia propozycji nowych rozwiązań – technologii, metod, algorytmów i narzędzi, mających na celu zwiększenie poziomu bezpieczeństwa i jakości usług sieciowych.

W wielu współczesnych przedsiębiorstwach i instytucjach funkcjonują sieci lokalne, umożliwiające dostęp do wrażliwych danych firmy i przesyłanie tych danych. W wielu wypadkach sieć korporacyjna połączona jest z Internetem. Stwarza to zagrożenie atakami na środowisko sieciowe firmy poprzez wykorzystanie niedoskonałości współczesnych technologii i protokołów sieciowych. Dlatego część prezentacji podczas sesji specjalnej będzie poświęcona tematyce złośliwego oprogramowania i cyberataków na środowiska



sieciowe, m.in. prowadzonych z użyciem sieci botów, a także sposobów obrony przed tymi atakami. Przedstawione zostaną przykłady naruszenia bezpieczeństwa w sieciach korporacyjnych, urządzeniach sieciowych i wbudowanych. Poruszona zostanie również tematyka robotów internetowych na stronach WWW, a zwłaszcza metod ich wykrywania.

Cześć prezentacji będzie dotyczyła zagadnień bezpieczeństwa protokołów sieciowych. Przedstawione zostaną propozycje modyfikacji wybranych protokołów bezpiecznej komunikacji sieciowej i szyfrowania danych. W czasie sesji prezentowane będą również prace dotyczące projektowania i praktycznego wykorzystania bezprzewodowych sieci sensorowych.

Konferencja odbędzie się w dniach 19–22 czerwca 2018 r. Konferencja nie jest darmowa ani nie jest marketingowa. Nic nie jest sprzedawane, kupowane ani reklamowane. Takie podejście gwarantuje jej wysoką jakość i niezależność. Jednak dla studentów i osób, które chcą uczestniczyć w niej tylko jako słuchacze, bez korzystania z materiałów i ze świadczeń konferencyjnych, uczestnictwo jest darmowe. Wymagana jest jednak wcześniejsza rejestracja. ■

■ Piotr Gaj – Politechnika Śląska
Grażyna Suchacka – Uniwersytet Opolski

400 A / 800 V DC

Hermetyczne styczniki serii GV

Styczniki serii GV firmy GIGAVAC należą do najbardziej ekonomicznych i wydajnych styczników mocy dostępnych obecnie na rynku. Charakteryzują się hermetyczną komorą stykową o stopniu szczelności IP67 & IP69K, co zapobiega powstawaniu zjawiska wydmuchu łuku elektrycznego na zewnątrz i zabrudzeniu styków. Styczniki GV mogą pracować w temperaturze pracy w zakresie -55 do +85°C. Tolerancja napięcia sterowania cewki zawiera się w zakresie $\pm 30\%$ wartości napięcia znamionowego, co ma duże znaczenie np. w aplikacjach

kolejowych i tramwajowych. Przy znamionowym napięciu pracy od 12 V DC do 1200 V DC styczniki GIGAVAC są przystosowane do przełączania obciążeń przekraczających 400 A i przerywania prądów zwarciovych do 3500 A (zależnie od napięcia). Podobnie jak wszystkie zaawansowane rozwiązania przełączające GIGAVAC, styczniki te można montować w dowolnej osi lub orientacji. Ich hermetyczność pozwala na zastosowanie praktycznie w każdym trudnym środowisku. Wszystkie styczniki mocy GIGAVAC spełniają wymagania RoHS i CE.

Asortyment Firmy GIGAVAC znalazł szerokie zastosowanie w kolejnictwie, pojazdach szynowych, przemyśle górnym, energetycznym, samochodowym, zbrojeniowym oraz w segmencie pojazdów elektrycznych czy też energetyki fotowoltaicznej.

Linia styczników GIGAVAC, wykonana w standardzie EPOXY/EPIC®, obejmuje styczniki przemysłowe GX, styczniki MX dla zastosowań militarnych, styczniki wysokonapięciowe serii HX oraz z zastosowaniem do montażu na PCB.

NO-EL Sp. J.

reklama

Kamera, która rewolucjonizuje pomiary drgań

Iris M

Dotychczas stosowane metody pomiarowe nie pozwalają w łatwy sposób zdiagnozować przyczyn złożonych problemów szczególnie na nowych instalacjach oraz modernizowanych węzłach technologicznych. Najnowszy zestaw pomiarowy, wykorzystujący technologię amplifikacji przemieszczeń maszyny, został zaprojektowany, aby w szybki i łatwy sposób zwizualizować drgania maszyny niewidoczne do tej pory dla ludzkiego oka.

Połączenie wydajnej, szybkiej kamery oraz specjalistycznego oprogramowania zaowocowało nowym podejściem do problematyki diagnostyki drgań.

Motion Amplification™ to rewolucyjna technologia, opatentowana przez firmę RDI Technologies, która wykrywa niewielki ruch i wzmacnia go do poziomu widocznego gołym okiem, a każdy piksel staje się czujnikiem, który natychmiast tworzy miliony lokalizacji pomiarowych.

IRIS M wykonuje miliony pomiarów w ułamku sekundy i robi to bez konieczności fizycznego kontaktu z maszynami, co pozwala łatwo zdiagnozować takie problemy, jak: luzy, niewspółosiowość, niewyważenie, problemy strukturalne oraz nadmierne drgania układu. IRIS M może posłużyć do diagnostyki zarówno

pojedynczej maszyny, jak i całego zespołu oraz instalacji.

Korzyści z amplifikacji ruchu: rewolucyjne narzędzie do rozwiązywania problemów; uzyskiwanie danych podczas normalnej pracy maszyny; wydajna i bardziej wizualna alternatywa dla tradycyjnych metod pomiaru; całkowicie bezdotykowe rozwiązanie; skuteczne narzędzie komunikacji pomiędzy pracownikami technicznymi i nietechnicznymi; oprogramowanie łatwe w użyciu, zapewniające natychmiastowe rezultaty.



Wyłączny autoryzowany dystrybutor w Polsce:
VIMS Sp. z o.o.

e-mail: info@vims.pl, www.vims.pl

reklama

Zalety oferowanych silników 120-hercowych z Lenze

Tobiasz Witor

Częstotliwość znamionowa dla silników trójfazowych wynosząca 50 herców to ciągle jeszcze oczywistość. Jednak powstaje pytanie, dlaczego uzwojenia takich maszyn asynchronicznych zbudowane są właśnie w ten sposób? Szczególnie, że – dzięki kombinacji z przemiennikami częstotliwości – obroty silników są już zmienne. A przecież 60 herców dla sieci północnoamerykańskich czy 87 herców jako ulubiona częstotliwość w pompach czy w wentylatorach to są już znane wartości. W nowych silnikach MF firma Lenze poszła jeszcze dalej i skonstruowała je do pracy na 120 herców. Zaleta: wyższa częstotliwość oznacza większe obroty, co zapewnia większą moc. Ponadto także sprawność klasycznego czterobiegunowego silnika trójfazowego jest przy ok. 120 Hz najwyższa, co dokładnie zbadali specjaliści od napędów i automatyzacji, ustalając punkt znamionowy wariantów silników dostosowanych do współpracy z przemiennikami częstotliwości.



Wyższa wydajność dzięki dostosowaniu do współpracy z przemiennikiem częstotliwości: silniki trójfazowe MF L-force

Kompaktowe

W porównaniu z dotychczasowymi silnikami trójfazowymi w przypadku silników MF Lenze uzyskano znaczny wzrost parametrów, między innymi

dzięki wysokiej sprawności energetycznej i dynamice oraz podobnej do serwsilników kompaktowej budowie. Silniki Lenze serii MF, dostosowane do współpracy z przemiennikami częstotliwości w zakresie mocy do 0,55 do 22 kW, można dzięki wzrostowi obrotów dobierać o dwie wielkości mniejsze w porównaniu z dotychczasowymi silnikami trójfazowymi o identycznej mocy. Można to stwierdzić na przykładzie silników wielkości 71 o mocy znamionowej 1,5 kW. Dla porównania: aby zapewnić taką samą moc w dotychczas stosowanych silnikach trójfazowych, należałoby dobrać silnik o wielkości 90.

Zmienne, dynamiczne, wydajne

Druga zaleta: podstawowy zakres regulacji wynoszący 1:24 w porównaniu ze standardowym silnikiem trójfazowym (5:120 Hz) został zwiększony ponaddwukrotnie. Ponadto na ogół można będzie zrezygnować ze stosowania drogich wentylatorów zewnętrznych, ponieważ w większej części zakresu regulacji silniki MF mogą być chłodzone w wystarczający sposób przy pomocy wentylatora wewnętrznego. Następną zaletą: dzięki mniejszej wysokości osi w nowej serii silników zredukowany został moment bezwładności w porównaniu z silnikiem dostosowanym do pracy w sieci. W ten sposób ten nowy produkt w palecie napędów i systemów automatyzacji L-force znalazł się ze swoją dynamiką pomiędzy serwsilnikiem a dotychczasowym silnikiem trójfazowym. Dodatkowo niski moment obrotowy powoduje zmniejszenie zużycia energii przy zmianie obrotów. Podobnie jak w przypadku serwsilników – silników trójfazowych MF nie dotyczą na całym świecie żadne regulacje związane ze sprawnością energetyczną. Dlatego przy eksporcie tych produktów nie trzeba uwzględniać specyficznych dla danego kraju regulacji.



Silna trójka: silnik trójfazowy MF L-force firmy Lenze można w sposób optymalny połączyć z przekładnią L-force i zdecentralizowanym przemiennikiem częstotliwości 8400 motec

Wyższe przełożenie przekładni

Ponad dwa razy większe obroty znamionowe powodują konieczność odpowiedniego podniesienia przełożenia przekładni, aby móc napędzać dotychczasowe aplikacje z takimi samymi obrotami. Przekładnie L-force firmy Lenze zapewniają zaletę, która polega na tym, że taką kompensację można często zrealizować bez dodatkowego stopnia w przekładni. Stosunek przełożenia do 1:60 jest możliwy tylko w wersji dwustopniowej, ponieważ wałek zębaty na wejściu, który do przekładni jest wprawiany stożkowo w wał wyjściowy silnika – specjalność firmy Lenze – o tyle, że ma znacznie mniejsze wymiary niż koło zębate umieszczone na wale.

Sprawność systemu

Aby wykorzystać wszystkie przedstawione powyżej zalety w kompletnym systemie napędowym, firma Lenze zastosowała kombinację motoreduktorów z odpowiednimi przemiennikami częstotliwości. Przemienniki częstotliwości serii 8400 lub najnowsze i500 wyposażone w VFCeco dodatkowo posiadają wyjątkowo zaawansowaną funkcję

oszczędności energii. Szczególnie podczas pracy z częściowym obciążeniem do tej pory silniki trójfazowe były zasilane wyższym prądem magnetyzacji w stosunku do tego, czego właściwie wymagały warunki pracy. Natomiast VFCeco dopasowuje magnetyzację obciążenia i obniża w ten sposób zużycie energii przez system napędowy do 30 procent.


Nie trzeba obliczać kosztów amortyzacji

Nowe silniki po raz pierwszy wykorzystały szansę wynikającą z nabierającej coraz większego znaczenia współpracy z przemiennikami częstotliwości. W porównaniu z dotychczasowymi silnikami trójfazowymi obserwujemy wyraźne polepszenie najważniejszych parametrów – konkretnie w postaci wyższej sprawności, większej dynamiki, szerokiego zakresu regulacji oraz niezwykle kompaktowej budowy. Jednak najważniejsze jest to, że specjalistom od napędów i systemów automatyzacji udało się w sposób istotny obniżyć ceny silników MF w porównaniu z kosztami silników trójfazowych o takiej samej mocy, lecz o częstotliwości 50 Hz, czyli dotychczas najtańszej wersji silników. Tym samym pomiędzy wykorzystaniem technicznych i naukowych możliwości nie ma żadnych sprzeczności.

Doradztwo techniczne, sprzedaż i serwis

W Lenze Polska Sp. z o.o. pracuje ponad czterdziestu doświadczonych inżynierów, którzy chętnie doradzą przy doborze oraz kompletacji systemu napędowego. W Katowicach i Toruniu znajdują się nasze punkty serwisowe, świadczące usługi z zakresu napraw gwarancyjnych i pogwarancyjnych. Silniki, przekładnie i przemienniki częstotliwości dostępne są „od ręki” z magazynu w Katowicach lub innego

centrum logistycznego. Lenze udziela globalnej gwarancji na wszystkie swoje produkty przez 24 miesiące. W całej UE dostawy realizowane są na koszt Lenze!

 **Tobiasz Witor** – Prezes Zarządu
w Lenze Polska Sp. z o.o.

Całodobowa linia serwisowa 00800 24 hours
czyli 00800 24 46877
e-mail: lenze@lenze.pl
www.lenze.com

Lenze

Lenze Polska Sp. z o.o.
ul. Roździeńskiego 188 B
40-203 Katowice
tel. 32-203 97 73
fax 32-781 01 80

Lenze Polska Sp. z o.o. (Biuro w Toruniu)
ul. Rydygiera 47
87-100 Toruń
tel. 56-658 28 00
fax 56-645 33 56

reklama

Innowacyjne rozwiązania technologiczne w systemach transportu detali, monitorowania i nadzorowania produkcji

PROGRAM WYDARZENIA

10.00 – 10.15 – Rejestracja uczestników
10.15 – 13.00 – Prezentacja Balluff / FANUC / Lenze
13.00 – 13.45 – „Słonski tobiod”
13.45 – 14.15 – Rozwiązania w praktyce grupa 1
14.15 – 14.45 – Rozwiązania w praktyce grupa 2
14.45 – 15.15 – Rozwiązania w praktyce grupa 3
15.15 – 16.00 – Indywidualne konsultacje / projekty / rozmowy handlowe

DNI OTWARTE

27-28.03.2018

Prosimy o potwierdzenie udziału do dnia 01.03.2018, email: lenze@lenze.pl

Lenze Polska Sp. z o.o.
ul. Roździeńskiego 188 B
40-203 Katowice

*Każdy, komu zależy na osiągnięciu **wysokich wydajności** pracy i **niezawodności** w dziedzinie intralogistyki, powinien skorzystać z naszych innowacyjnych produktów oraz wieloletniego doświadczenia.*

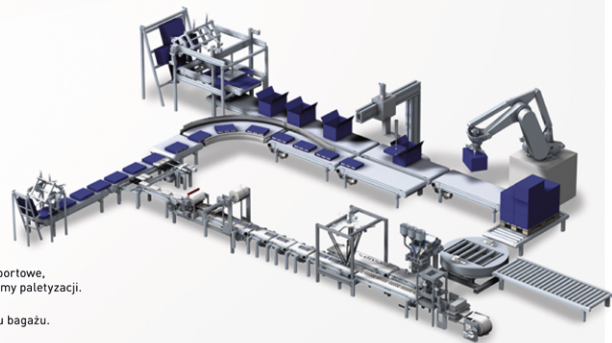
Lenze

Zarówno systemy stacjonarne jak mobilne, podnoszenie czy opuszczanie, transport czy pozycjonowanie: Obszerna paleta naszych modułów i koncepcji umożliwia niezakłócony przepływ materiałów wewnątrz zakładu.

Dzięki wykorzystaniu efektywnych urządzeń transportowych zapewniamy optymalne połączenie systemów magazynowych.

Nasze napędy znajdują zastosowanie w systemach:

- Magazynowych. Wyrzutniki, stół obrotowy, bezobsługowe systemy transportowe, przenośniki, stacje podające, układnice, stopy podnoszące, shuttle, systemy paletyzacji.
- Przesyłek pocztowych i paczek. Sortowanie i dystrybucja.
- Airport Baggage Handling. Od stanowiska odprawy bagażowej do odbioru bagażu.
- Airport Cargo Handling: Przygotowanie rzeczy do podróży.



FANUC

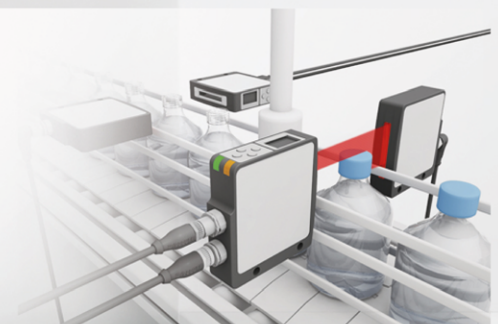
Najszerza oferta robotów przemysłowych na świecie, obejmująca ponad 100 modeli, znajdujących zastosowanie we wszystkich branżach i obszarach produkcji. Zarówno małe jednostki, jak i prawdziwi siliacze obsługujący ładunki 2300 kg.

Niezależnie, czy zostały stworzone do realizacji procesów pick&place, transportu, paletyzacji czy np. obsługi produktów łączy je ponadprzeciętna niezawodność, wieloletnia żywotność i ekstremalnie duża elastyczność. Wszystkie są przygotowane do współpracy z systemami wizyjnymi i czujnikami siły, które zapewniają im wysoki poziom inteligencji.

BALLUFF

Nasze czujniki i systemy są doskonale dopasowane do wymagań nowoczesnych systemów transportowych. Gwarantują one pewną detekcję transportowanych materiałów, pewną identyfikację oraz nadzór nad przepływem materiałów.

Większość zautomatyzowanych linii produkcyjnych wymaga elastyczności, co oznacza, iż każdorazowo na jednej linii produkowane mogą być różne wersje produktu. Zastosowanie w takich przypadkach naszych rozwiązań RFID gwarantuje możliwość dokumentowania danych produkcyjnych.



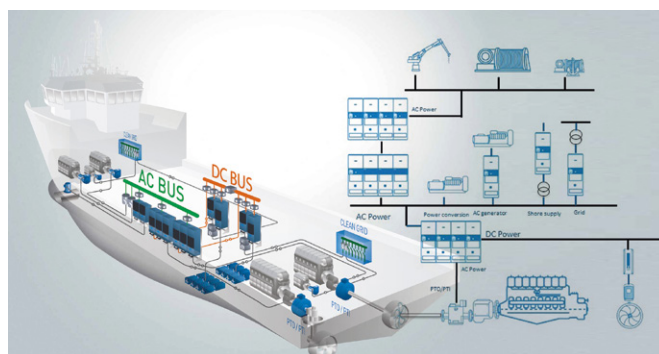
Zastosowanie falowników Danfoss w napędach hybrydowych statków

Lech Ptaszyński

W artykule przygotowanym przez firmę Schulz Infoprod, która od wielu lat współpracuje z Danfoss jako Autoryzowany Dystrybutor, przedstawiono rozwiązanie przemysłowego napędu hybrydowego spalinowo-elektrycznego z silnikiem elektrycznym zasilanym z akumulatorów z falownikiem DC/AC.

Napędy prądu przemiennego stają się coraz częściej jednym z elementów hybrydowego układu napędowych pojazdów i maszyn roboczych. Poszukiwanie odnawialnych źródeł energii oraz produkcja czystej energii stają się dziś priorytetem. Jednym z obszarów, gdzie jest duże pole do innowacji, są napędy statków morskich. Jednostki te potrzebują dużych ilości energii elektrycznej zarówno podczas rejsu, jak i podczas postoju w portach. Obecnie jest ona w 98% wytwarzana przez generatory napędzane dużymi silnikami Diesla. Silniki te zasilane są często paliwami o niskiej jakości, a emisja zanieczyszczeń jest bardzo duża i często przekracza obecne normy. Obecne dyrektywy – IMO (*International Marine Organization* – agencji ONZ) oraz Unii Europejskiej znacząco ograniczają emisję związków siarki i azotu w spalinach jednostek morskich. Stosowanie czystszego paliwa, jak gaz płynny (LNG), jest jednym z rozwiązań, jednak pełny efekt ograniczenia emisji uzyskamy dopiero przy zastosowaniu napędu hybrydowego spalinowo-elektrycznego. Hybrydyzacja taka ma miejsce w nowo produkowanych jednostkach pływających (urządzenia *On-board*). Jest także coraz częściej obecna w rozwiązaniach w portach (system *On-shore*), gdzie statki mogą ładować akumulatory układu napędowego. Elastyczność systemu przetwarzania energii wiąże się z czasowym jej magazynowaniem. Zasobnik energii w postaci baterii akumulatorów wraz z systemem falowników DC/AC pozwala elastycznie reagować na zmiany obciążenia. Napędy hybrydowe nowo produkowanych statków pozwalają zredukować zużycie paliwa o 20–30% w porównaniu do tradycyjnego napędu. Napęd taki pozwala na wyłączenie głównego lub włączenie mniejszego silnika Diesla, lub na napęd tylko silnikiem elektrycznym zasilanym z akumulatorów z falownikiem DC/AC. W przypadku jednostek pomocniczych i holowników napędy główne dużo czasu pracują na biegu jałowym, nie pokonując drogi. W tym przypadku idealnym rozwiązaniem jest zastosowanie układu hybrydowego z akumulatorami używanymi w okresach pracy jałowej bądź manewrów na małych odległościach. Podobna sytuacja występuje w przypadku promów obsługujących małe odległości. Przykładem takiej realizacji jest napęd hybrydowy dwóch promów pasażerskich operujących na rzece IJ w Amsterdamie z napędami głównymi o mocy 250 kW. Napęd elektryczny włączany jest w trakcie dokowania i podczas równomiernej prędkości promu. Napęd Diesla pracuje tylko podczas przyspieszania i w sytuacji dużego przeciążenia jednostki.

„Sercem” napędu jest system hybrydowy, który składa się z silnika spalinowego z generatorem, silnika elektrycznego AC,



Rys. 1. Uproszczona struktura zasilania hybrydowego statku

baterii akumulatorów i magistrali prądu stałego z falownikami przetwarzającymi energię DC na prąd przemienny do napędu jednostki.

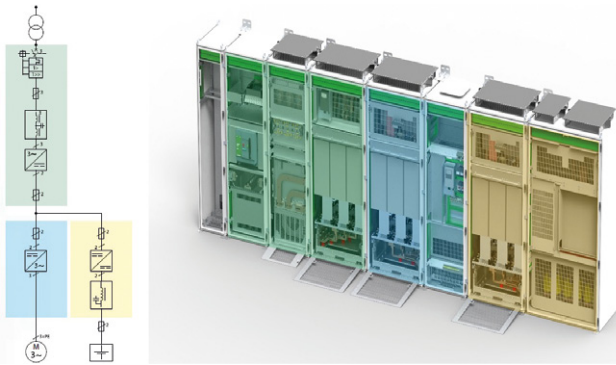
Układ współpracy jednostki pływającej z siecią elektryczną portu stanowi również element systemu hybrydowego i pozwala na konsumpcję czystszej energii, zamiast wytwarzać ją przez generator z silnikiem Diesla. Firma Danfoss oferuje rozwiązania z falownikami 12-pulsowymi, z aktywnym modułem AFE (*Active Front End*) oraz systemem DC-DC. Falowniki do współpracy z siecią portu posiadają odpowiednie oprogramowanie Micro-Grid, pozwalające na zwrot energii do sieci zasilającej.

W zależności od potrzeb, rozwiązanie układu hybrydowego jest dopasowane do specyfiki konkretnej aplikacji. Technologia budowy systemu hybrydowego opiera się na zastosowaniu standardowych modułów inwerterów DC/AC, DC/DC i falowników AFE. Na rys. 2 pokazano modułowy system do ładowania baterii akumulatorów. W trakcie pracy bezawaryjnej z sieci zasilającej ładowana jest bateria akumulatorów. W przypadku braku zasilania układ z falownikiem DC/AC wytworzy napięcie przemiennie do zasilania systemu.



Rys. 2. Moduły układu magazynowania energii DC z falownikiem DC/AC

W praktyce często istnieje konieczność rozwiązania, gdzie dodatkowe źródło energii jest umieszczone blisko układu



Rys. 3. Konfiguracja hybrydowego układu zasilania napędu AC ze wspólną szyną DC oraz modułami falownika DC/AC i konwertera DC/DC do baterii akumulatorów

napędowego i w przypadku zaniku zasilania sieciowego układ lokalnie dostarczy energię do zasilania napędu. Taki układ, przedstawiony na rys. 3, pozwala na różne konfiguracje, umożliwia rozbudowę oraz wymianę baterii akumulatorów.

Zastosowanie systemu magazynowania i przetwarzania energii pozwala na:

- wygładzenie szczytów zapotrzebowania energii (optymalizacja przepływu energii pomiędzy siecią zasilającą a lokalnym zasobnikiem energii);
- przesunięcie poboru energii w czasie do okresu tańszej taryfy i zwrot energii w okresie droższej taryfy;

- podtrzymanie zasilania krytycznych urządzeń podczas zaniku napięcia sieci.

Projektowanie hybrydowego systemu energetycznego

Firma Danfoss/VACON oferuje kompleksowe rozwiązanie, począwszy od koncepcji, do realizacji systemu u klienta wraz z zapewnionym serwisem.

Wszystkie urządzenia systemu (inwertery DC/DC, falowniki, moduły AFE) pochodzą od jednego dostawcy. Rozwiązanie jest skalowalne i oparte na falownikach z rodziny VACON NXP dla szerokiego zakresu mocy. System może być w łatwy sposób rozbudowany w zależności od zapotrzebowania. Do magazynowania energii można zastosować szeroką gamę ogólnie dostępnych baterii akumulatorów.

W artykule ograniczono się do przykładu hybrydowego napędu statku. Obszar aplikacji, gdzie możliwe jest zastosowanie różnych konfiguracji układu hybrydowego, jest szerszy i obejmuje maszyny górnicze, lokalne elektrownie wiatrowe, wodne i elektrociepłownie. ■

Lech Ptaszyński – Schulz Infoprod Sp. z o.o.
Danfoss Drives Partner

Danfoss VLT® Drives Partner

Schulz Infoprod Sp. z o.o.
www.schulz-infoprod.pl

reklama

Moc, niezawodność i właściwy wybór Do it differently



Danfoss Drives liderem w produkcji elektronicznie regulowanych napędów

My robimy to inaczej, wspieramy Cię na każdym kroku.

Decydujesz właśnie o sprzęcie do swojej aplikacji? Oferujemy wolność wyboru dowolnej technologii silnikowej. Jesteśmy w 100% skoncentrowani na rozwoju, produkcji i dostarczaniu najlepszych przetwornic częstotliwości. Nasze marki VLT® i VACON® to najbardziej innowacyjna oferta produktowa.

VLT® | VACON® www.danfoss.pl/napedy

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Innowacje na kredyt

Anna Szymczak

Małe, mikro i średnie przedsiębiorstwa, które wprowadzają na rynek innowacyjne produkty lub usługi, mogą liczyć na uzyskanie kredytu technologicznego. Przewagą tego narzędzia jest możliwość umorzenia w kwocie aż do 6 mln złotych. To ostatni z wniosków o dofinansowanie z „Kredytu na innowacje technologiczne” Banku Gospodarstwa Krajowego, który rozpocznie się 15 lutego. W sumie do rozdysponowania jest 550 mln złotych. Nabór potrwa do 24 maja br. Aby usprawnić ocenę wniosków, konkurs podzielono na 3 rundy. Po zakończeniu każdej z nich rozpoczyna się ocena wniosków. Po raz pierwszy przyjęto taką formułę w programie.

Dofinansowanie mogą uzyskać przedsiębiorstwa, które w wyniku wdrożenia innowacyjnej technologii wprowadzą na rynek nowe lub znacząco ulepszone (w stosunku do dotychczas wytwarzanych na terytorium RP) produkty, usługi lub procesy. W ramach naboru będzie możliwość złożenia wniosku o dofinansowanie inwestycji technologicznej wyłącznie w jednej z rund konkursu:

- od 15 lutego 2018 r. do 1 marca 2018 r., godz. 16:00 (runda 1);
- od 8 marca 2018 r. do 5 kwietnia 2018 r., godz. 16:00 (runda 2);
- od 12 kwietnia 2018 r. do 24 maja 2018 r., godz. 16:00 (runda 3).

Uzyskanie dofinansowania – które jest umorzeniem spłaty kredytu – możliwe jest wyłącznie w przypadku posiadania promesy kredytu technologicznego, wystawionej na podstawie weryfikacji pozytywnej zdolności kredytowej przez jeden z 18 banków komercyjnych współpracujących z BGK. Lista współpracujących banków komercyjnych dostępna jest pod adresem (<https://www.bgk.pl/>). Dopiero po uzyskaniu promesy firma może złożyć wniosek o dotację.

Wsparcie przeznaczone jest na realizację inwestycji technologicznych mających na celu zakup i wdrożenie nowej technologii lub wdrożenie własnej nowej technologii oraz uruchomienie na jej podstawie wytwarzania nowych lub znacząco ulepszonych, w stosunku do dotychczas wytwarzanych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, towarów, procesów lub usług. Technologia będąca przedmiotem wdrożenia musi mieć postać:

- prawa własności przemysłowej (np. patentu) lub
- wyników prac rozwojowych, lub
- wyników badań przemysłowych, lub
- nieopatentowanej wiedzy technicznej.

Największym wyróżnikiem tego programu – w stosunku do programów regionalnych – jest zapis, że kredyt technologiczny nie może być udzielany na zakup środka trwałego, w którym została wdrożona nowa technologia, będąca przedmiotem inwestycji technologicznej. Innymi słowy, jeśli cała moja innowacyjność w projekcie kryje się w fakcie, że kupuję innowacyjną



maszynę – to nie dostanę dotacji w tym programie, bo innowację wdrożył producent maszyny, a nie ja.

Wydatkami, które mogą być dotowane, są:

1. Zakup nieruchomości niezabudowanej lub zabudowanej, w tym zakup prawa użytkowania wieczystego.
2. Zakup, wytworzenie, a także koszty montażu i uruchomienia środków trwałych.
3. Zakup robót i materiałów budowlanych w celu budowy lub rozbudowy budynków, budowli lub ich części.
4. Zakup wartości niematerialnych i prawnych w formie patentów, licencji, *know-how* oraz nieopatentowanej wiedzy technicznej.
5. Inne.

Do wydatków na realizację inwestycji technologicznej zalicza się także wydatki ponoszone na wykonane przez doradców zewnętrznych studia, ekspertyzy, koncepcje i projekty techniczne, niezbędne do wdrożenia nowej technologii w ramach inwestycji technologicznej. Wydatki te, aby kwalifikowały się do objęcia wsparciem, mogą być poniesione dopiero po dniu wpływu wniosku o dofinansowanie. Poziom dotacji – jak

Tabela 1. Poziomy dotacji wg województw

Województwo mazowieckie		
Region	Mikro/Małe	Średnie
Powiat warszawski zachodni	40%	30%
Miasto Warszawa (do 31.12.2017)	35%	25%
Miasto Warszawa (od 01.01.2018)	30%	20%
Pozostałe regiony Mazowsza	55%	45%
Pozostałe województwa		
Nazwa województwa	Mikro/Małe	Średnie
Dolnośląskie	45%	35%
Kujawsko-Pomorskie	55%	45%
Lubelskie	70%	60%
Lubuskie	55%	45%
Łódzkie	55%	45%
Małopolskie	55%	45%
Opolskie	55%	45%
Podkarpackie	70%	60%
Podlaskie	70%	60%
Pomorskie	55%	45%
Śląskie	45%	35%
Świętokrzyskie	55%	45%
Warmińsko-Mazurskie	70%	60%
Wielkopolskie	45%	35%
Zachodniopomorskie	55%	45%

zwykle w programach inwestycyjnych – uzależniony jest od wielkości przedsiębiorstwa i lokalizacji inwestycji, maksymalnie do 70% (Tabela 1. Poziomy dotacji wg województw).

W przypadku wydatków ponoszonych na wykonane przez doradców zewnętrznych studia, ekspertyzy, koncepcje i projekty techniczne poziom dotacji nie przekracza 50% kosztów (bez względu na status przedsiębiorstwa oraz lokalizację inwestycji).

Premia technologiczna, czyli dotacja, jest wypłacana w transzach (płatności pośrednie) w trakcie realizacji inwestycji oraz po zakończeniu realizacji projektu (płatność końcowa). Maksymalna wysokość premii technologicznej (dotacji) to 6 mln zł. Proces ubiegania się o dotację przebiega w kilku krokach:

- KROK 1. BANK KOMERCYJNY. Przedsiębiorca składa do banku komercyjnego wnioski o udzielenie kredytu technologicznego.
- KROK 2. WNIOSEK O DOTACJĘ. Po uzyskaniu promesy lub zawarciu warunkowej umowy kredytowej przedsiębiorca składa do BGK wnioski o dofinansowanie projektu (tj. do 24 maja 2018 r.).
- KROK 3. POZYTYWNA OCENA I UDZIELENIE PREMII TECHNOLOGICZNEJ PRZEZ BGK. Na podstawie pozytywnej oceny wniosku o dotację przyznaje się promesę premii technologicznej, następnie przedsiębiorca zawiera ze swoim bankiem komercyjnym umowę kredytową.
- KROK 4. UMOWA O DOTACJĘ. BGK podpisuje z przedsiębiorcą umowę o dofinansowanie projektu.

- KROK 5. WYPŁATA PREMII TECHNOLOGICZNEJ. BGK wypłaca premię technologiczną w ramach płatności pośrednich oraz w ramach płatności końcowej.

Procedura ubiegania się o kredyt na innowacje technologiczne trochę się różni od typowych dotacji udzielanych w ramach regionów. W regionach kryteria oceny często są wieloaspektowe, tutaj liczy się w przede wszystkim innowacyjność projektu, a nie inne drugorzędne aspekty, jak np. wcześniejsze doświadczenie w dotacjach, posiadane certyfikaty, co może być zaletą tego programu. Jest to najprawdopodobniej ostatnia wersja tego popularnego wśród przedsiębiorców programu w perspektywie do 2020 roku. ■

Anna Szymczak – e-mail: a.szymczak@ms-consulting.pl



MS-CONSULTING
ul. Warszawska 43
61-028 Poznań

reklama

BEZSZCZOTKOWA WYSOKOMOMENTOWA **ZAKRĘTARKA**
ELEKTROMECHANICZNA

- silnik bezszczotkowy
- obudowa IP54
- bezpieczeństwo pracy
- precyzja zakręcania
- cyfrowe sterowanie

KOMEL od 1948

www.komel.katowice.pl

Program Badań Stosowanych

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

nr projektu/umowy: PBS3/B4/13/2015

Innowacyjny robot liniowy od igus dostarczany z magazynu w ciągu 24 godzin

Kompaktowy i oszczędny: liniowy robot drylin E od igus

Łatwość ruchu i precyzja w najmniejszych przestrzeniach – tego typu wymogi stawiane są robotom liniowym, wykorzystywanym w zadaniach z zakresu automatyzacji procesów produkcyjnych. Firma igus opracowała innowacyjnego, kompaktowego robota kartezyjskiego, który idealnie sprawdza się w takich sytuacjach. Czas jego dostawy to 24 godziny. To kompleksowe rozwiązanie, składające się z bezsmarownych i bezobsługowych osi pasów zębatach i silników, jest dostępne bezpośrednio z magazynu w cenie 1,799 euro.

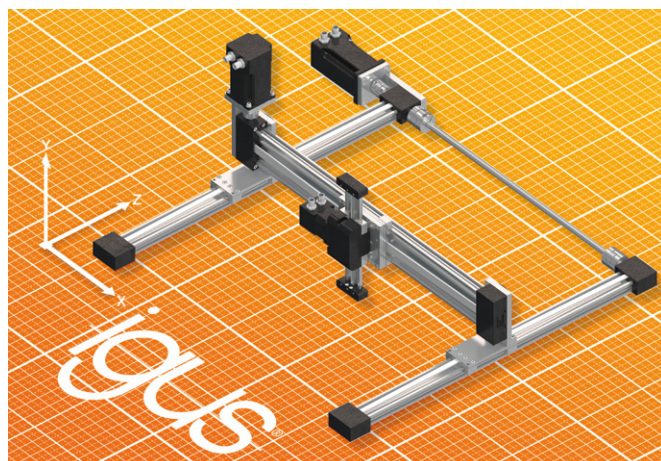
Automatyzacja procesów produkcyjnych stopniowo nabiera większego znaczenia w inżynierii mechanicznej, a jej celem jest umożliwienie wytworzenia produktów w możliwie najkrótszym czasie i najniższej cenie. Kierując się tym założeniem, firma igus opracowała innowacyjnego, kompaktowego robota liniowego, który dostarczany jest nie tylko szybko, ale również w niskiej cenie 1,799 euro. Innowacyjny, bezsmarowny i bezobsługowy robot liniowy drylin E przydatny jest w szerokim zakresie zastosowań, zarówno w technologii medycznej stawiającej wysokie wymagania w zakresie bezpieczeństwa, jak również w zadaniach z dziedziny mikroelektroniki oraz w operacjach typu *pick & place*. W małej przestrzeni roboczej o wymiarach 400 × 400 × 100 milimetrów to kompaktowe i kompleksowe rozwiązanie może przenosić obciążenia do 2,5 kg przy maksymalnej prędkości do 0,5 m na sekundę.

– Dwie osie z paskami zębatymi drylin ZLW oraz oś z listwą zębatą zapewniają precyzyjne prowadzenie oraz eksploatację, która nie wymaga smarowania dzięki elementom ślizgowym wykonanym z wysoko wydajnego tworzywa sztucznego – wyjaśnia Alexander Mühlens, szef planowania w zakresie technologii napędów drylin w firmie igus.

Jedną z możliwych do wyboru opcji są elementy mocujące do profili systemowych. Robot liniowy dostarczany w ciągu 24 godzin jest gotowy do podłączenia z silnikami krokowymi NEMA17/23 oraz enkoderami. Dzięki temu klient jest w stanie zamontować ten produkt na maszynie już następnego dnia.

Roboty liniowe drylin E do natychmiastowego zastosowania

Oprócz innowacyjnego robota bramowego drylin E, przystosowanego do pracy w małych przestrzeniach, firma igus dostarcza również dwuosiowe napędy liniowe bezpośrednio z magazynu. Wszystkie roboty liniowe zawierają fabrycznie skonfigurowane moduły liniowe drylin oraz osie liniowe z silnikami krokowymi NEMA, jak również wszystkie elementy niezbędne do samodzielnego montażu. Oprócz dostępnych na magazynie standardowych robotów, użytkownik ma możliwość skonfigurowania własnej wersji na <https://www.igus.eu/robot-enquiry>,



Bezsmarowny i precyzyjny przesuw w trzyosiowej aplikacji dzięki robotom liniowym drylin E z przeznaczeniem do małych przestrzeni

(Źródło: igus GmbH)

mając do dyspozycji system drylin W. W zależności od wymagań klienta, istnieje możliwość skonfigurowania długości osi i różnych silników, również z e-przewodnikami oraz przewodami od igus. ■



igus Sp. z o.o.
ul. Działkowa 121 C
02-234 Warszawa
tel. 666 842 679
fax 22-863 61 69
e-mail: info@igus.pl
www.igus.pl

Zmień swoje łożyska już teraz

... i zaoszczędź, dzięki prowadnicom liniowym drylin® nawet 40% kosztów



motion? plastics! Tworzywa sztuczne zamiast metalu: zamień kulkowe prowadnice liniowe i skorzystaj z zalet bezsmarowej techniki liniowej drylin®. Sprawdź potencjał wymiany bezpośrednio na naszej stronie on-line i skonfiguruj prowadnice liniowe indywidualnie. Nawet jeśli nie masz problemów z aktualnym rozwiązaniem, zapoznaj się z arkuszem informacyjnym. www.igus.pl/zamianalozysk

Odwiedź nas:
Automaticon, Warszawa – Stoisko E-1
Dni Druku 3D, Kielce – Hala B

Zamów bezpłatne próbki:
Tel. 22 863 36 33

igus®.pl
plastics for longer life®

Projektanci instalacji elektrycznej firmy Alfred Ritter GmbH wykorzystują przeniesienie fabryki jako okazję do modernizacji systemu

Udana modernizacja z MVK Metal

Czekoladki Ritter Sport są uwielbiane na całym świecie. Ich kwadratowy kształt jest jednym z najbardziej rozpoznawalnych znaków towarowych. Do bestsellerów marki zaliczane są czekoladki z prawdziwym jamajskim rumem. System wykorzystywany do produkcji tych chrupiących batoników został niedawno zmodernizowany. Teraz do komunikacji w ramach niego stosowane są moduły sieciowe Murrelektronik.

Siedziba Alfred Ritter GmbH & Co. SKG jest zlokalizowana w Waldenbuch – mieście położonym na południe od Stuttgartu, w północnej części Parku Krajobrazowego Schönbuch. Firma wykorzystuje zrównoważoną produkcję energii, w związku z czym wybudowała nowy budynek z nowoczesną elektrownią. To wymagało przeniesienia fabryki, w której produkowane są popularne batoniki Ritter Sport Rum.

Tę okazję wykorzystał zespół kierowany przez Petera Schettera.

– Postanowiliśmy przeprowadzić gruntowną modernizację maszyn i instalacji – mówi Schetter.

Główny nacisk położono na kwestie bezpieczeństwa. Oczywiście dla projektantów było, że „należy nie tylko spełnić wszystkie normy, ale również zapewnić maksymalizację bilansu kosztów i zysków”.

Zakład produkujący czekoladki zlokalizowany jest na trzech piętrach. Odbywające się w nim procesy są precyzyjnie koordynowane. Na początku miesza się składniki tak, by stworzyć podstawową masę. Następnie dodawane są kawałki wafli i rodzynki moczone uprzednio przez 20 godzin w oryginalnym jamajskim rumie. W kolejnym kroku batoniki są formowane, oblewane pyszną czekoladą mleczną, a na końcu umieszczane w charakterystycznych niebieskich opakowaniach.



Do niedawna czujniki i urządzenia wykonawcze połączone były w systemie *point-to-point*. Teraz to rozwiązanie zastąpiono serią modułów MVK wykonanych z wytrzymałej, cynkowej obudowy – doskonale sprawdzających się w trudnych warunkach przemysłowych.

Peter Schetter podkreśla:

– W fabryce rozlokowanej na trzech piętrach zastosowanie modułów sieciowych to znaczna redukcja okablowania.

Moduły instalowane są bezpośrednio przy procesach, a czujniki i urządzenia wykonawcze łączone są bardzo krótkimi

przewodami, które w razie potrzeby można szybko wymienić. Każdy kanał MVK Metal jest indywidualnie monitorowany pod kątem ewentualnych błędów, takich jak przeciążenia, zwarcia czy uszkodzenia przewodów. Błędy sygnalizowane są za pomocą diody LED na danym porcie, a do systemu sterowania wysyłany jest odpowiedni komunikat.

– Wykorzystujemy pełen zakres możliwości diagnostycznych tych urządzeń – twierdzi Peter Schetter.

Błędy są szybko wykrywane, więc można je niezwłocznie naprawić, a to

skraca czas przestoju. Kierownik projektu wyjaśnia, dlaczego tak ważna jest niezawodność instalacji:

– Nasza produkcja odbywa się na bieżąco, nie tworzymy dużych zapasów, dzięki czemu dostarczamy do sklepów zawsze świeże produkty.

Ponadto w przemyśle spożywczym nawet niewielki problem może doprowadzić do czasochłonnej awarii, a przed wznowieniem produkcji konieczne jest dokładne oczyszczenie całej instalacji.

Prefabrykowane konektory M12 stosowane są w wielu miejscach instalacji. Projektanci Ritter Sport często instalują również trójniki, aby móc wykorzystać oba kanały do transmisji sygnałów, dzięki czemu do każdego modułu można podłączyć większą liczbę czujników i urządzeń wykonawczych.

– Przewody dokręcane są kluczem dynamometrycznym, który ułatwia dostęp do nakrętek nawet na niewielkich przestrzeniach modułu – podkreśla Peter Schetter. – Odpowiedni moment obrotowy jest istotny, ponieważ maszyny poddawane są silnym wibracjom, co mogłoby doprowadzić do poluzowania źle dokręconych połączeń.

Najwyższe standardy bezpieczeństwa dzięki MVK Metal Safety

W fabrykach Ritter Sport niezwykle ważne są aspekty bezpieczeństwa, dlatego stosowane są urządzenia zapewniające ochronę ludzi i maszyn. Dla przykładu mieszadło nie będzie uruchomione, dopóki pokrywy nie zostaną zamknięte. Projektanci Ritter Sport po raz pierwszy wykorzystali elementy systemu bezpieczeństwa, takie jak moduł MVK Metal Safety, który umożliwia przesyłanie danych bezpośrednio poprzez PROFIsafe – rozszerzenie PROFINET. Dzięki temu można było spełnić najwyższe standardy bezpieczeństwa (SIL3 i Ple) bez konieczności stosowania dodatkowego okablowania w szafie sterowniczej. ■



Murrelektronik Sp. z o.o.

ul. Jordana 11
40-056 Katowice
tel. 32-730 00 20
fax 32-730 00 23

e-mail: info@murrelektronik.pl
www.murrelektronik.pl
shop.murrelektronik.pl

reklama

MONITOROWANIE PRĄDU 24 V

MODUŁOWOŚĆ – DOKŁADNIE DO POTRZEB APLIKACJI

NOWOŚĆ!



Mico Pro®

Mico Pro® sygnalizuje graniczne obciążenia i odcłącza odpowiednie kanały. Opatentowany proces załączania działa w myśl zasady: „tak szybko, jak trzeba; najpóźniej, jak to możliwe”

- System modułowy
- Monitorowanie do 20 A/kanał
- Zintegrowany blok potencjałów
- Rozbudowana diagnostyka

Alternatywa dla istniejących rozwiązań w automatyzacji procesów oraz w maszynach i urządzeniach produkcyjnych

Najnowsza generacja osi liniowych oraz robotów kartezyjskich

Dynamic Motion Systems to polski producent zajmujący się projektowaniem i produkcją robotów liniowych i kartezyjskich. Nasze rozwiązania to systemy przemieszczeń liniowych bazujące na tzw. silnikach liniowych, które ze względu na swoje zalety coraz częściej są wykorzystywane w zastosowaniach wymagających wysokiej dynamiki, niezawodności oraz precyzji.

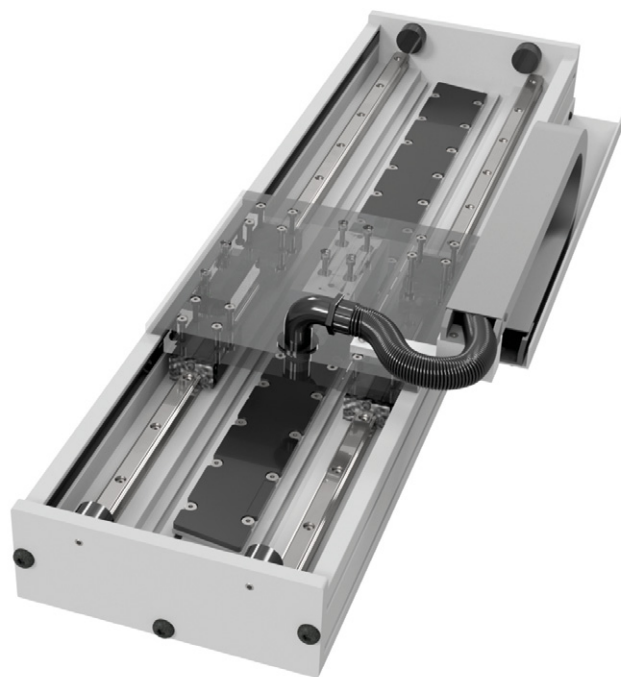
Wraz ze wzrostem stopnia automatyzacji procesów produkcyjnych, której celem jest zwykle zwiększenie efektywności produkcji przemysłowej, pojawia się konieczność zastosowania robotów przemysłowych. Zwrot kosztów z takiej inwestycji jest często istotnym czynnikiem przy wyborze konkretnego rozwiązania. Zastosowanie robotów przemysłowych serii MG ma wiele zalet w porównaniu z klasycznymi rozwiązaniami bazującymi na układach typu: śruba – nakrętka, listwa zębata – koło zębate czy też na napędach paskowych.

Dynamika, prędkość, sztywność

Roboty liniowe firmy DMS wykorzystują silnik liniowy, który składa się z dwóch elementów. Jednym z nich jest ścieżka magnetyczna z równomiernie rozłożonymi magnesami, drugim elementem jest cewka. Ścieżka magnetyczna ma budowę modułową, a łączna długość płytek magnetycznych pomniejszona o długość cewki równa jest zakresowi ruchu. Cewka zaś przemieszcza się bezkontaktowo wzdłuż modułów magnetycznych. Brak mechanicznego kontaktu pomiędzy cewką a ścieżką magnetyczną jest przełomowym rozwiązaniem, które ma wiele zalet w stosunku do klasycznych i powszechnie stosowanych systemów przeniesienia napędu bazujących na parach: śruba – nakrętka, listwa zębata – koło zębate. Jedną z najistotniejszych zalet proponowanego rozwiązania jest brak luzów mechanicznych w układzie kinematycznym. Ta istotna cecha nie tylko poprawia dokładność pracy systemu liniowego, ale głównie poprawia sztywność dynamiczną układu, przez co pozwala na znaczne zwiększenie wzmocnień regulatorów serwonapędów, które skutkują wyższą dynamiką pracy i znaczną redukcją drgań podczas realizacji zaprogramowanych przejazdów. Wylimitowanie zmiany ruchu obrotowego silnika na przesunięcie liniowe oznacza, że system liniowy może rozpędzać się maksymalnie 18 m/s, przy przyspieszeniu do 30 m/s².

Dokładność, powtarzalność

Wymagania do co dokładności lub powtarzalności pozycjonowania mogą być różne. Powszechna jest zależność wzrostu dokładności pozycjonowania systemu oraz jego ceny. Systemy



firmy DMS budowane są z myślą o różnych potrzebach klientów w tym zakresie. Systemy o standardowej precyzji, które dostarczamy dla naszych klientów, charakteryzują się dokładnością pozycjonowania na poziomie $\pm 20 \mu\text{m/m}$. Dla zastosowań wymagających większej precyzji oferujemy system o dokładności $\pm 5 \mu\text{m/m}$ lub nawet $\pm 3 \mu\text{m/m}$. Odchyłka prostopadłości osi w przypadku systemów gantry standardowo wynosi $40 \mu\text{m/m}$, a dla systemów o podwyższonej dokładności nawet do $20 \mu\text{m/m}$.

Niezawodność

Brak połączeń mechanicznych nie tylko wpływa na właściwości dynamiczne, prędkość maksymalną oraz precyzję systemów liniowych. Najważniejszą zaletą, zwłaszcza w branżach związanych z automatyzacją produkcji, jest niezawodność. Brak elementów zużywających się, takich jak sprzęgła, śruby napędowe, łożyska, pozwala na znaczne zwiększenie żywotności systemów liniowych w stosunku do rozwiązań konkurencyjnych.

Ewentualny serwis lub retrofit istniejących rozwiązań sprowadza się do szybkiej wymiany ścieżek magnetycznych bądź cewki, przez co przestoje systemów automatyki przemysłowej, bazujące na napędach DMS, zredukowane są do minimum. Klientom, którzy dążą do wdrożenia systemów praktycznie bezobsługowych, proponujemy zastosowanie innowacyjnych prowadnic liniowych z wózkami wyposażonymi w system smarowania polimerem, dzięki czemu interwał serwisowy polegający na smarowaniu wydłużony jest do 20 000 km.

Koszt inwestycji, eksploatacja

Istotnym aspektem każdego projektu technicznego jest analiza kosztów oraz zwrot z inwestycji. Oprócz przytoczonych wcześniej zalet systemów DMS w stosunku do klasycznych rozwiązań dostępnych na rynku, systemy liniowe Dynamic Motion Systems charakteryzują się wysokim współczynnikiem jakości do ceny. Pomimo że wszystkie komponenty odpowiedzialne za jakość systemu pochodzą od wiodących dostawców zagranicznych to produkcja części mechanicznych oraz ich montaż odbywa się w Polsce. Pozwala to na znaczne zredukowanie kosztów finalnego produktu. Drugim bardzo istotnym aspektem związanym z zakupem systemów liniowych firmy DMS jest bardzo duża elastyczność w zakresie dostosowywania konstrukcji mechanicznych do specyficznych wymagań klientów.

Kompatybilność – uniwersalność

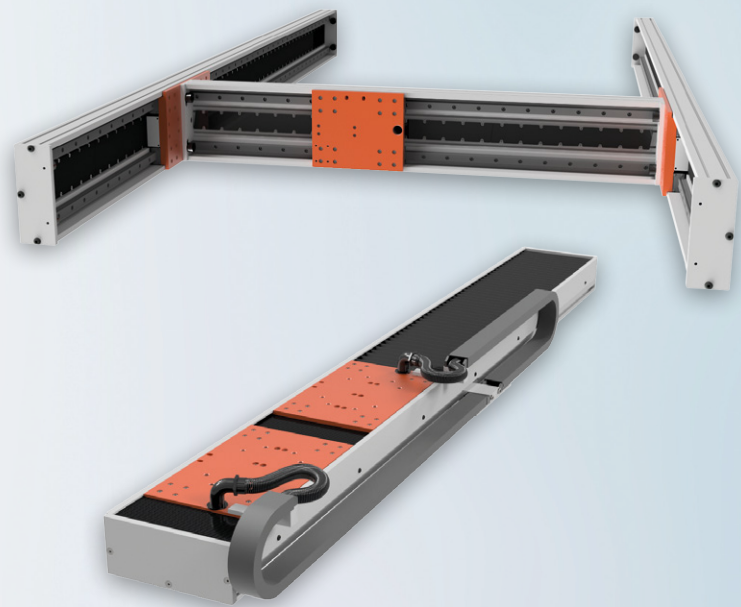
Roboty firmy DMS opracowywane są z myślą o użytkownikach systemów sterowania różnych producentów. W tym celu zastosowano możliwe elastyczne układy pomiarowe do położeniowego sprzężenia zwrotnego zarówno w wersji absolutnej, jak i inkrementalnej, które mają szeroki zakres wyjść. Możliwe jest także zamówienie robota liniowego lub kartezyjskiego z wyjściem redundantnym, czyli zarówno inkrementalnym, jak i absolutnym, tak aby system był kompatybilny z możliwie największą liczbą dostępnych układów sterowań.

Rozwiązania szyte na miarę

Rozwiązania oparte na silnikach liniowych coraz częściej i chętniej są wykorzystywane wśród firm wykonujących systemy automatyzacji procesów produkcyjnych. Jesteśmy otwarci nie tylko na współpracę w obszarze produktów i rozwiązań standardowych, ale także wykonujemy rozwiązania specjalne, bazując na wymaganiach technicznych dostarczonych do nas np. poprzez formularz znajdujący się na stronie internetowej. Posiadamy własny park maszynowy, dlatego wykonanie rozwiązań specjalnych odbywa się praktycznie od ręki. ■

Roboty liniowe oraz kartezyjskie firmy DMS

Nowy wymiar w automatyzacji procesów produkcyjnych



Właściwości:

- Zakresy przemieszczeń do 5500 mm
- Prędkość maksymalna do 7 m/s
- Maksymalna siła 1600 N
- Maksymalne przyspieszenie do 30 m/s²
- Dokładność pozycjonowania do $\pm 3 \mu\text{m/m}$
- Brak luzów mechanicznych
- Możliwość pracy z kilkoma wózkami na jednej osi
- Cicha i ekonomiczna praca
- Współpraca ze sterownikami wielu producentów
- Możliwość różnych konfiguracji w osiach XYZ
- Niezwykle łatwa i intuicyjna instalacja
- Możliwość budowy dedykowanych systemów

Nowinki ze świata napędów NORD

Fabryka NORD w Szprotawie już w 2019 r. – umowa podpisana!

Spółka Nord nabyła 6-hektarową nieruchomość gminną położoną na terenie Podstrefy Szprotawa w Wiechlicach. Wkrótce uruchomi zakład produkujący m.in. silniki elektryczne oraz elementy napędowe.

24 października 2017 r. w Urzędzie Miejskim w Szprotawie, podczas konferencji prasowej z udziałem władz miejskich, przedstawicieli spółki Nord, Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej oraz lokalnych mediów, podpisana została umowa sprzedaży nieruchomości pomiędzy Gminą Szprotawa a Nord Systems Napędowe Sp. z o.o. Gminę reprezentował Burmistrz Józef Rubacha, a Spółkę Nord Agnieszka Tront-Stefanyczuk, pełnomocnik firmy. Wiosną przyszłego roku rozpoczną się prace związane z budową hali produkcyjnej o powierzchni 11,5 tys. m². Uruchomienie produkcji silników elektrycznych planowane jest na wiosnę 2019 r. Zatrudnienie w zakładzie



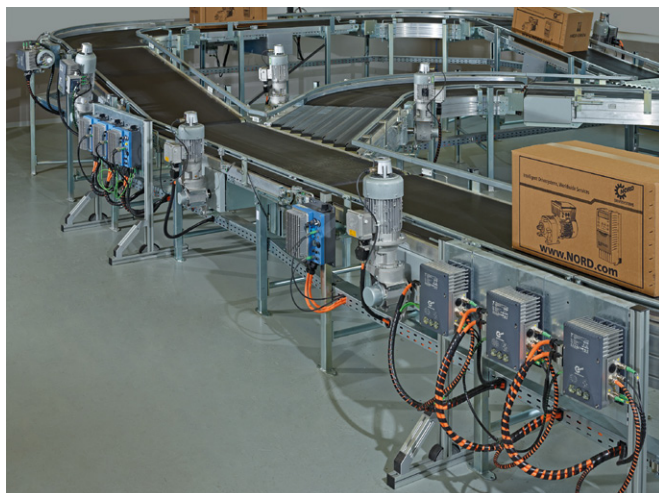
znajdzie 100 osób, głównie kobiet, z uwagi na wymaganą precyzję podczas wykonywania prac manualnych. Zakład, który powstanie w Wiechlicach, to nie tylko miejsce pracy, ale również przyszłe miejsce kształcenia uczniów. Nowoczesna fabryka to szansa dla rozwoju gminnego szkolnictwa zawodowego. ■

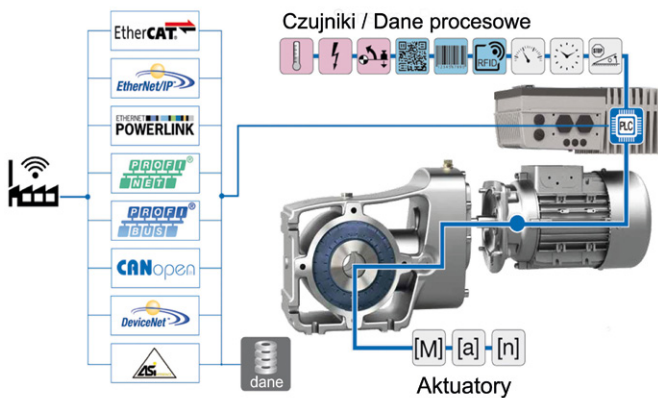
Nowinki ze świata napędów NORD

Drives 4.0: Monitorowanie stanu napędów za pomocą chmury

Firma NORD DRIVESYSTEMS opracowała koncepcje i rozwiązania ekonomiczne zgodne ze standardem platformy Industry 4.0 do monitorowania stanu napędów w oparciu o technologię czujników wirtualnych. Obejmują one udostępnienie danych o stanie napędów w chmurze obliczeniowej w czasie rzeczywistym.

W swoim ośrodku testowania zastosowań w Bargtheide firma NORD przetestowała system sieciowy do monitorowania wałów napędowych w strukturze sieciowej ze standardowymi interfejsami i komponentami. W tym celu falowniki i rozruszniki silników były sterowane przez Profinet. Przesyłały one dane o stanie przy użyciu protokołu komunikacyjnego





– Czujniki wirtualne – to oznacza wstępne przetwarzanie danych o stanie wewnętrznym – umożliwiają wyznaczenie temperatury oleju i starzenia się oleju w celu zapewnienia konserwacji prewencyjnej bez czujników. NORD pracuje obecnie nad rozwiązaniami do monitorowania stanu z zastosowaniem czujników wirtualnych. Do tego celu wykorzystujemy własny ośrodek testowania zastosowań – wyjaśnia Niermann. ■

UDP na tej samej szynie danych z niższym priorytetem – bez zakłócania komunikacji sterowania.

– Pochodzące z przekładni wszystkie dane dotyczące poboru prądu, prędkości, napięcia i słowa stanu są zbierane przez sterownik PLC Siemens, a potem przesyłane na bramę IoT i do chmury obliczeniowej – mówi Jörg Niermann z NORD.

W rezultacie mogą być wizualizowane i wykrywane błędy i przeciążenia napędów. Ponadto dane o stanie mogą być oceniane dla zarządzania energią i zdalnej konserwacji.



NORD Napędy Sp. z o.o.
ul. Krakowska 58
32-020 Wieliczka
tel. 12-288 99 00
fax 12-288 99 11
e-mail: biuro@nord.com
www.nord.com

reklama

Elastyczne kompleksowe rozwiązania dla systemów transportu **NORDAC LINK**

- tryb SERVO i POSICON
- tryb ręczny przełączany kluczykiem
- bezpieczeństwo Safe Stop
- wersja z przetwornicą częstotliwości lub softstartem
- praca sieciowa



Dowolna konfiguracja elementów na panelu

Wbudowany PLC

Lokalny wyłącznik serwisowy



NORD Napędy
Inteligentne systemy napędowe
tel: 12 288 99 00, biuro@nord.com, www.nord.com



Konferencja prasowa Targów Hanowerskich

W dniu 13 lutego 2018 roku w Warszawie odbyła się konferencja prasowa Targów Hanowerskich. Rozmówcami dziennikarzy byli Marco Siebert, Dyrektor International Relations oraz Artur Talarek, Przedstawiciel Deutsche Messe AG w Polsce.

Raz do roku w Hanowerze spotyka się cały świat przemysłu: profesjonalna publiczność w liczbie 200 000 odwiedzających oraz ponad 5000 wystawców – daje to 5,6 miliona kontaktów biznesowych w ciągu pięciu dni trwania HANNOVER MESSE. Jednak same liczby nie odzwierciedlają faktycznego wymiaru tych wiodących w świecie targów technologii dla przemysłu. Pełniąc rolę globalnego hotspotu, impreza „nakręca” najważniejsze tematy branż

w tym działaniu ma intralogistyka. Tematyka „Connected Supply Chain Solutions”, którą podejmują Targi CeMAT, dostarcza odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób przedsiębiorstwo może stworzyć sieć swoich łańcuchów dostaw poza ośrodkami produkcji i zdigitalizować je.

Na tym przemysłowym spotkaniu na szczycie nie może zabraknąć przedstawicieli świata polityki. Ceremonię otwarcia HANNOVER MESSE tradycyjnie uświetniają swoją obecnością Kanclerz Federalny Niemiec oraz głowa państwa, będącego Krajem Partnerskim danej edycji.

Meksyk Krajem Partnerskim HANNOVER MESSE 2018

Jako Kraj Partnerski HANNOVER MESSE 2018, Meksyk skorzysta z szansy zaprezentowania się globalnemu przemysłowi z nowymi tematami z dziedziny technologii, możliwościami inwestycyjnymi, innowacyjnymi strategiami wzrostu i projektami badawczymi. Tematy, takie jak przemysł 4.0, energetyka i technologie dla środowiska naturalnego, kształcenie zawodowe, startupy i inwestycje zagraniczne, ukażą Meksyk jako interesujący ośrodek przemysłowy oraz innowacyjnego i otwartego na współpracę partnera. Zadeklarowanym celem meksykańskiego rządu jest wytyczenie strategicznych i infrastrukturalnych kierunków dla czwartej rewolucji przemysłowej. Ponadto Meksyk podczas HANNOVER MESSE 2018 poszerzy swoje międzynarodowe kontakty handlowe, w tym między innymi zakres umowy o wolnym handlu z Unią Europejską.

Od robotyki przez pojazdy elektryczne po intralogistykę

Jednym z hitów automatyzacji jest robotyka. Podczas HANNOVER MESSE

producenci robotów, firmy zajmujące się integracją systemów oraz oferenci technologii chwytakowych zademonstrują, jakie rozwiązania zbliżają nas do *smart factory*. Nowoczesna produkcja jest dziś nie do pomyślenia bez udziału robotów i samojezdných systemów transportowych. Niezmiennie nadają one zupełnie nowy wymiar współdziałaniu człowieka z maszyną. Nowy sektor wystawy zajmuje się ponadto nowatorskimi koncepcjami w dziedzinie komunikacji i pojazdów z napędem elektrycznym. Pod hasłem *Electric Transportation Systems* chodzi nie tylko o pojazd jako taki, lecz także o infrastrukturę niezbędną dla jego użytkowania. Targi HANNOVER MESSE są w tym sensie międzynarodową sceną polityczną dla dyskusji o nowych technologiach i rozwiązaniach w dziedzinie mobilności i komunikacji przyszłości.

Najważniejszy na świecie kongres przemysłowy i międzynarodowa platforma startupów

HANNOVER MESSE oferują ponad 1000 konferencji i seminariów obejmujących wszystkie istotne zagadnienia współczesności: Przemysł 4.0, Internet Rzeczy, transformację cyfrową, cyberbezpieczeństwo, inteligentne sieci i zdecentralizowane zaopatrzenie w energię elektryczną. Programy takie, jak Tec2You, Job & Career czy WoMenPower, motywują ludzi młodych do podjęcia studiów technicznych, a dla pracujących już zawodowo są znakomitą orientacją w planowaniu dalszej kariery. Sektor „Global Business & Markets” w hali nr 3 to jeden z najbardziej uznanych w Europie punktów spotkań dla handlu zagranicznego. ■

Źródło: informacja prasowa
Targi Hanowerskie



Marco Siebert – Dyrektor International Relations, Hannover Messe

przemysłowych: Przemysł 4.0 (cyfryzacja produkcji), Integrated Energy, Smart Supply, Predictive Maintenance, Cobots, konstrukcje lekkie czy koncepcje Digital Twin. To właśnie w Hanowerze wytycza się światowe kierunki rozwoju produkcji przemysłowej i systemów energetycznych. W kwietniu 2018 roku powyższa tematyka wzbogaci się o intralogistykę. Targi CeMAT odbywają się równoległe do HANNOVER MESSE. Dzięki tej kombinacji współgranie w Hanowerze Przemysłu 4.0 z Logistyką 4.0 gwarantowane w pełnym zakresie!

W dniach od 23 do 27 kwietnia 2018 r. HANNOVER MESSE i CeMAT zajmą całą dostępną powierzchnię wystawieniczą w Hanowerze, aby zademonstrować, jak działa fabryka przyszłości i jaki udział

Serwonapędy do zadań specjalnych

Bezszczotkowe serwosilniki serii PRO i PRO2, współpracując ze serwo sterownikami CDHD charakteryzują się znakomitą wydajnością oraz niezawodnością, zapewniając szeroki zakres momentu obrotowego oraz mnogość opcji silnikowych.

Serwosilniki

Serwosilniki PRO są idealnym rozwiązaniem w aplikacjach wymagających dużej dynamiki, w których szczególną rolę odgrywają stabilność i dokładność. Charakteryzują się szerokim zakresem mocy (100 W – 8,3 kW), momentu znamionowego (0,3–40 Nm) oraz dużą prędkością obrotową (do 5000 obr./min). Zasilane są napięciem 120/240 V AC (jedno- lub trójfazowe)



oraz 400/480 V AC (trójfazowe). Silniki posiadają odporną na zarysowania obudowę malowaną proszkowo oraz zabezpieczenie temperaturowe w postaci czujnika KTY84. Opcje modyfikacji silnika obejmują między innymi nietypowe uzwojenie silnika, niestandardowe przewody i wtyczki, modyfikacje wału i kołnierza, wybór urządzenia realizującego sprzężenie zwrotne (enkoder inkrementalny, absolutny lub resolwer).

Na szczególną uwagę zasługują silniki serii PRO2. Staranny dobór komponentów, bezkompromisowe podejście do kwestii jakości oraz szeroki zakres mocy (50 W – 7 kW) powodują, że to najbardziej zoptymalizowana seria serwo motorów firmy Servotronix. Wyposażone są w 20-bitowy magnetyczny enkoder absolutny. Odznaczają się doskonałą dynamiką i wysokim momentem obrotowym (0,16–44,6 Nm). Posiadają dużą przeciążalność i wyjątkowo korzystny stosunek momentu obrotowego i bezwładności. Uwagę przyciąga bardzo

zwarta konstrukcja, duża gęstość mocy, a także płynna praca w połączeniu z bardzo niskim poziomem emisji hałasu. Do wyboru są różne rodzaje sprzężenia zwrotnego, różne wykonania wału, kołnierza oraz możliwość zamówienia silnika z hamulcem. W warunkach przemysłowych doceniana jest pyłoszczelna obudowa oraz bezobsługowa praca.

Serwo sterowniki

Serwo sterowniki CDHD charakteryzują się częstotliwością odpowiedzi 3–5 kHz, którą udało się uzyskać dzięki nowatorskiej budowie pętli prądowej. Wysoka częstotliwość próbkowania, w połączeniu z wieloma opcjami filtrowania, zapewnia szybszą odpowiedź, maksymalną dokładność i wydajność układu napędowego.

Zaawansowana funkcja autotuningu pozwala natomiast na minimalizację błędów pozycjonowania i czasu ustalenia. Dodatkowo aktywny algorytm sterowania nieliniowego eliminuje wibracje



w układach mocno rezonansowych. Serwo sterowniki CDHD zostały wyposażone w funkcję bezpiecznego wyłączenia momentu (STO), 16-bitowe wejście analogowe, przekaźnikowe wyjście błędów, dodatkowe sprzężenie zwrotne (opcjonalne), wyjście enkoderowe. Sterowane są analogowo, impulsowo lub przez jeden z dostępnych interfejsów: EtherCAT lub CANopen.

reklama

Ezi-SERVO® II



EtherCAT®

CC-Link

- precyzyjne pozycjonowanie
- 10 tys. kroków / obrót
- płynna praca 0,2 - 3000 obr./min.
- sprzężenie zwrotne
- kontrola momentu
- brak efektu drgań
- nie wymaga strojenia

eldar

tel. 77 442 04 04, 77 453 22 59, eldar@eldar.biz

lika 35th LAT 1982.2017



Nowoczesne rozwiązania w zakresie bezdotykowego pomiaru przemieszczeń liniowych i kątowych



Zakupy online: ECZUJNIKI.PL

Oprogramowanie narzędziowe

Bezpłatne oprogramowanie narzędziowe ServoStudio umożliwia konfigurację napędu pod kątem doboru parametrów silnika oraz algorytmu sterowania (sterowanie prędkością, momentem lub pozycją). Graficzna prezentacja poszczególnych obwodów regulacji serwo sterownika sprawia, iż interfejs staje się niezwykle przyjazny w obsłudze. Parametry wyświetlane są selektywnie w zależności od wybranej metody sterowania, dzięki czemu na ekranie wyświetlane są wyłącznie dane, które są niezbędne dla przeprowadzenia prawidłowej konfiguracji serwo sterownika.

ServoStudio pozwala na parametryzację napędu CDHD w dwojaki sposób:

- poprzez korzystanie z kreatora konfiguracji silnika (*Motor Setup Wizard*), który przeprowadza użytkownika krok po kroku przez proces podstawowej konfiguracji, a następnie kreatora strojenia (*Autotuning Wizard*) automatycznie dobierającego dane pętli regulacyjnych sterownika;
- przez korzystanie z poszczególnych ekranów konfiguracyjnych, aby niezależnie dokonywać parametryzacji poszczególnych funkcji napędu.

Oprogramowanie pozwala na dopasowanie serwo sterownika CDHD do niemal każdego serwo silnika AC

dostępnego na rynku. Umożliwia to kreator konfiguracji nowego silnika (*New Motor Wizard*). Po podaniu podstawowych danych z tabliczki znamionowej silnika serwo sterownik automatycznie sprawdza zadane parametry, uruchamiając procedurę weryfikacyjną. Nowe dane możemy zapisać pod własną nazwą w bazie silników. Oprogramowanie narzędziowe ServoStudio oraz dokumentacja techniczna dostępne są na stronie www.servotronix.pl.

Przedstawicielem Servotronixa w Polsce jest firma Eldar. ■



WYDARZENIA

• Starachowice gospodarzem 4. edycji zawodów łazików marsjańskich

Dwie równoległe kategorie zawodów łazików marsjańskich, warsztaty oraz strefa pokazów naukowo-technologicznych – to główne atrakcje czwartej edycji zawodów European Rover Challenge. W połowie września br. odbędą się one w Starachowicach.

European Rover Challenge (ERC) to prestiżowe zawody robotów marsjańskich skonstruowanych przez studenckie zespoły. ERC są europejską wersją odbywającej się w Stanach Zjednoczonych, znanej już w świecie nauki, imprezy University Rover Challenge. ERC po raz pierwszy zorganizowano w 2014 r.

Dwie pierwsze edycje ERC odbywały się w Regionalnym Centrum Naukowo-Technologicznym w Podzamczu Chęcińskim niedaleko Kielc. Trzecia, decyzją komitetu organizacyjnego, została przeniesiona do woj. podkarpackiego (impreza odbyła się w Jasionce k. Rzeszowa).

W tym roku impreza powróciła do woj. świętokrzyskiego i odbędzie się w połowie września na terenie Muzeum Przyrody i Techniki w Starachowicach.

– Odpowiedzieliśmy na zaproszenie Europejskiej Fundacji Kosmicznej z wielkim zadowoleniem. Jest wiele osób, które interesują się automatyką, robotyką. Dzięki tej imprezie będą mogli poznać nowe technologie, porozmawiać,

uczestniczyć w warsztatach – podkreśliła podczas piątkowej konferencji starosta starachowicka Danuta Krępa.

Z kolei Marcin Perz, prezes Specjalnej Strefy Ekonomicznej Starachowice, która jest jednym z partnerów wydarzenia, poinformował, że zawody ERC będą miały charakter cykliczny.

– Cały świat ma kojarzyć Starachowice i wpisywać sobie w kalendarzu wyjazdów i prezentacji swoich umiejętności, że we wrześniu trzeba tu być – dodał.

Podczas tegorocznej edycji ERC do konkursu tradycyjnie zaproszono studentów z całego świata (formuła ERC Student). Nowością natomiast będzie otwarcie zawodów dla profesjonalnych zespołów (formuła ERC PRO).

– Jest to ukłon w kierunku bardzo zaawansowanych zespołów, które dziś już są firmami *de facto*, ale i zespołami, które zwyciężały wielokrotnie w tych zawodach. Oni czują, że wyrosli z formuły ERC Student, chcą czegoś więcej, czyli nawiązać relacje biznesowe oraz skomercjalizować siebie i swojego robota – wyjaśnił prezes Europejskiej Fundacji Kosmicznej, Łukasz Wilczyński.

Dodał, że inną z tegorocznych nowości będzie nagroda główna w formule ERC Student.

– Łazik zwycięski weźmie udział w bardzo poważnej misji symulacyjnej realizowanej przez Austriackie Forum Kosmiczne na Półwyspie Arabskim w 2020 r. – przekazał Wilczyński.

Oprócz zawodów łazików marsjańskich organizatorzy zaplanowali również warsztaty z mentoringu, szukania nowych technologii oraz strefę pokazów naukowo-technologicznych dla wszystkich tych, którzy chcą dowiedzieć się więcej na temat kosmosu i związanych z nim technologii.

Poprzednie trzy edycje ERC zgromadziły ok. 70 tys. widzów. W zawodach łazików marsjańskich wzięło udział 120 zespołów, łącznie ok. 700 uczestników. Wśród dotychczasowych finalistów pojawiły się drużyny z 15 krajów, m.in. Australii, Stanów Zjednoczonych, Kanady, Hiszpanii, Indii i Kolumbii.

– Pracujemy nad zwiększeniem liczby zespołów europejskich – zaznaczył Wilczyński.

Patronat honorowy nad tegoroczną edycją ERC objęły Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Ministerstwo Cyfryzacji, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Polska Agencja Kosmiczna.

Misją Europejskiej Fundacji Kosmicznej jest popularyzacja nauki, promowanie wiedzy i wspieranie projektów badawczych związanych z technologią kosmiczną, inżynierią i astronomią. Fundacja zajmuje się współpracą i transferem wiedzy między przedsiębiorstwami i instytucjami. Jest organizacją *non-profit*.

Źródło: naukawpolsce.pap.pl

Bezłożyskowy enkoder serii MRI 2850 firmy Leine & Linde do silników z kołnierzem typu C-Face

W dzisiejszym artykule chcielibyśmy zaprezentować Państwu bezłożyskowy enkoder serii MRI2850 firmy Leine&Linde, przystosowany do zamontowania na silniku z kołnierzem typu C-Face. Prezentowany enkoder charakteryzuje wysokiej jakości szczelna obudowa, przeznaczona do pracy w bardzo trudnych warunkach – zapylenie, wilgotność czy obecność smarów. Urządzenie zostało zaprojektowane w taki sposób, aby maksymalnie uprościć proces instalacji. Charakteryzuje je wiele możliwości połączeń oraz mnogość interfejsów elektrycznych, dzięki czemu jest maksymalnie dopasowane do potrzeb użytkowników.

Bezłożyskowy enkoder serii MRI2850 firmy Leine & Linde może być zamontowany na silniku o średnicy wałka od 25 do 100 mm lub od 1 do 4 cali. Konstrukcja enkodera opiera się na sprawdzonej technologii, w której pierścien z opaską magnetyczną zamontowany jest bezpośrednio na obracającym się wale silnika. Prędkość obrotowa silnika wykrywana jest przez głowicę skanującą lub przez dwie głowice, jeżeli enkoder pracuje w układzie z redundancją. Taśma magnetyczna i głowica skanująca są chronione przez wytrzymałą aluminiową obudowę. Urządzenie nie posiada łożysk kulkowych ani żadnych

powierzchni stykowych, co sprawia, że enkoder jest odporny na zużycie mechaniczne, a jego żywotność jest praktycznie nieograniczona.

Enkoder oferowany jest z rozdzielczością od 1 do 16 383 impulsów na obrót. Dostępne interfejsy elektroniczne to:

- HTL;
- High-current HTL;
- RS422.

Poniżej prezentujemy Państwu najważniejsze parametry urządzenia:

- odporność na wibracje < 200 m/s² (IEC 60068-2-6);
- odporność na uderzenie < 1500 m/s² (IEC 60068227);



reklama

SANYU.eu
falowniki • softstarty

info@sanyu.eu
tel. +48323452020
tel. kom 606945936

- stopień ochrony IP67;
- temperatura pracy od -40°C do $+80^{\circ}\text{C}$;
- tolerancja odczytu sygnału przez głowicę ± 4 mm (osiowa), $\pm 1,5$ mm (boczna);
- napięcie zasilania 9–30 V DC;
- przyłącze elektryczne – przewód, wtyczka 12 PIN M23, przemysłowe łącze zatraskowe 10 pin.

Chcielibyśmy zwrócić Państwa uwagę na fakt, iż prezentowany enkoder posiada zabezpieczenie przed zmianą polaryzacji

oraz przed zwarcie, jako standardowe wyposażenie. Istotną jest również informacja, że maksymalna długość przewodów z enkodera to aż 350 m – dla częstotliwości 100 kHz i z zastosowaniem interfejsu High-current HTL.

Serdecznie zapraszamy Państwa do odwiedzenia naszego stoiska na odbywających się w dniach 20–23 marca 2018 roku w Warszawie Międzynarodowych Targach Automatyki i Pomiarów Automaticon – Hala nr 3, stoisko G7. ■



TERM Tomasz Sobczak
ul. Opolska 22/8
41-500 Chorzów
tel. 32-249 85 99
fax 32-249 92 89
e-mail: info@term.pl
www.term.pl

EXPOPOWER – targi innowacji w energetyce

Targi Expopower to jedno z najważniejszych w Polsce wydarzeń, od lat gromadzące w Poznaniu polską i zagraniczną branżę energetyczną. Zakres tematyczny obejmuje szeroką gamę zagadnień związanych z energetyką przemysłową, ale również z systemami automatyki, sterowania oraz instalacji niskiego napięcia.

Tegoroczna edycja Targów odbywać się będzie równolegle z Targami Instalacje, Sawo, Securex oraz z Targami Greenpower. Ten blok targów pozwoli na bardzo szeroki przegląd zagadnień związanych z różnorodnego rodzaju instalacjami.

Światowe trendy w energetyce, innowacje, wyzwania i bezpieczeństwo energetyczne – przegląd oferty wystawców stanowi inspirację dla wielu firm do wprowadzenia nowatorskich rozwiązań, dlatego też ekspozycje EXPOPOWER dzielimy na 5 SALONÓW: Expopower ENERGIA, Expopower AUTOMATYZACJA, Expopower OŚWIETLENIE, Expopower INNOWACJE, Expopower TELEKOMUNIKACJA.



Targi kontaktów i biznesu

W targach uczestniczą wystawcy z Polski i wielu krajów świata. W ubiegłorocznej edycji Targów EXPOPOWER i równolegle odbywających się Targów GREENPOWER swoją ofertę zaprezentowało ponad 150 wystawców z Polski, Niemiec, Chin, Szwajcarii, Grecji, Szwecji. Stoiska wystawiennicze oraz kilkanaście branżowych wydarzeń konferencyjnych przyciągnęły na Targi ponad 5500 profesjonalistów.

Innowacje, które inspirują branżę

Podczas zeszłorocznego Energy Future Week swoją ofertę zaprezentowało ponad 20 firm związanych z elektromobilnością. Na stoiskach wystawców można było podziwiać nie tylko nowoczesne auta z napędem elektrycznym, ale także stacje ładowania oraz specjalistyczne oprogramowanie. Wśród wystawców Salonu e-mobility znalazły się takie firmy, jak ABB, Ekoenergetyka, Delta, Tesla, Edward Biel oraz inni. Ogromnym zainteresowaniem cieszyły się także jazdy próbne nowym modelem samochodu marki Tesla.

Podczas tegorocznej edycji Targów szykujemy dla Państwa wiele wydarzeń



związanych z Salonem e-mobility. Więcej informacji przedstawimy wkrótce, prosimy na bieżąco śledzić stronę www.expopower.pl.

Innowacje w branży energetycznej są niezwykle istotne i stanowią napęd dla biznesu. Potwierdza to rosnący stan zgłoszeń na tegoroczną edycję EXPOPOWER. Wśród wielu firm, które zadeklarowały już swój udział, warto zaznaczyć takich liderów, jak ABB, Elektrobudowa, ZWAE, Jean Mueller, Elektromontaż Poznań, Mikronika, Dacpol, MEGGER, Radiy, Hauff-Technik, Endress Polska. ■

www.expopower.pl

Karolina Deja
tel. 61-869 2455
tel. kom. 691 029 827
e-mail: karolina.deja@mtp.pl

Pompy hydrauliczne w zastosowaniach przemysłowych

Pompy hydrauliczne stanowią jedno z najważniejszych elementów wchodzących w skład układów hydraulicznych. Ich funkcją jest zamiana energii mechanicznej pochodzącej z silnika na energię zawartą w cieczy roboczej, którą jest najczęściej olej mineralny. Mówiąc prościej, zadaniem pompy jest generowanie przepływu cieczy w układzie.

Układy hydrauliczne znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, między innymi w budownictwie, rolnictwie, górnictwie czy też w przemyśle samochodowym lub lotniczym. Ich zaletą jest możliwość uzyskiwania bardzo dużych sił przy użyciu sprzętu o stosunkowo niewielkich rozmiarach. Urządzenia hydrauliczne pracujące w systemach tego typu wymagają zasilania płynem roboczym o wysokim ciśnieniu i strumieniu o dużej równomierności. Przykładem pomp posiadających taki charakter tłoczenia są pompy wyporowe, w szczególności pompy zębate serii PGP500 firmy Parker.

Pompy zębate serii 500

Odpowiedzią na sformułowane powyżej potrzeby są wykonane z najwyższej jakości materiałów pompy hydrauliczne, montowane przez specjalistów w firmie PHS Sylwester Dmochowski z elementów dostarczanych przez firmę Parker Hannifin. Seria PGP500 charakteryzuje się niskim poziomem hałasu oraz wysoką sprawnością. Obszerna gama płyt przyłączeniowych, wałków, gniazd przyłączeniowych, układów wielosekcyjnych z możliwością zastosowania wspólnego ssania/zasilania oraz możliwość zabudowy dodatkowych zaworów przelewowych, zwrotnych czy też dzielników strumienia bezpośrednio w pokrywach pomp daje rozległe możliwości doboru odpowiedniej konfiguracji dostosowanej do wymagań klienta.

Żywotność pomp i systemów hydraulicznych w dużej mierze zależy od warunków eksploatacji oraz zastosowanych w nich części. Jako dystrybutor firmy Parker, światowego lidera w dziedzinie produkcji elementów stosowanych w dziedzinie napędów, hydrauliki i sterowań, rekomendujemy stosowanie komponentów znajdujących się w jej ofercie. To gwarancja długoletniego korzystania z produktów wysokiej klasy, wyróżniających się na tle innych niezawodnością i solidnym wykonaniem.



Przykład pompy zębatej z serii PGP500

Sprawdzone znaczy pewne i trwałe

Sprawdzenie poprawności działania wszystkich montowanych pomp pod względem wydajności i ciśnienia oraz innych kluczowych wielkości bezpośrednio po montażu zapewnia ich długoterminową eksploatację przy zachowaniu wysokiej sprawności w całym zakresie parametrów pracy. Weryfikacja poprawności działania pompy na zautomatyzowanym

stanowisku testowym – badanie polega na stopniowym zwiększaniu obciążenia pompy i monitorowania jej parametrów podczas trwania całego procesu. Wyniki są przedstawione na wykresie widocznym na ekranie komputera oraz rejestrowane w postaci cyfrowej. Standardem jest kompleksowe badanie każdej pompy przed oddaniem jej do regularnej pracy. Dzięki blisko piętnastoletniemu doświadczeniu w tej dziedzinie gwarantujemy wysoką jakość i niezawodność dostarczanych pomp.

Hydraulika siłowa stanowi rozległą dziedzinę, zatem oferta naszej firmy nie może ograniczać się jedynie do pomp zębatych. W naszej ofercie znajdą Państwo również pompy tłoczkowe i łopatkowe, siłowniki, agregaty do zastosowań hydraulicznych oraz szeroką gamę części. Ponadto świadczymy wszechstronne usługi serwisowe. Zajmujemy się także projektowaniem i budową układów hydraulicznych, zgodnych z wymaganiami naszych Klientów. Zapraszamy do współpracy. ■

PHS Sylwester Dmochowski

ul. Swojczycka 38, 50-501 Wrocław

www.phs-pompy.pl

reklama


Hydraulika siłowa



- Pompy**
- Rozdzielacze**
- Zawory**
- Siłowniki**
- Silniki hydrauliczne**
- Filtry**
- Aparatura pomiarowa**
- Diagnostyka**

PHS Sylwester Dmochowski
 ul. Swojczycka 38
 50-501 Wrocław
 tel. +48 601 855 785
 www.phs-pompy.pl



Karolina Szczepaniak-Batory wprowadza swoją koncepcję rozwoju firmy i dalszych sukcesów dystrybutora

Firma RS Components powołuje nowego dyrektora sprzedaży na Europę Wschodnią

RS Components z ogromną przyjemnością informuje o nominacji Karoliny Szczepaniak-Batory na stanowisko dyrektora sprzedaży na Europę Wschodnią.

Najważniejszym zadaniem Karoliny Batory jest rozwój i umacnianie pozycji, jaką firmie udało się już zdobyć przez ostatnie 7 lat działalności na rynku Europy Wschodniej. Jej celem jako Dyrektora Sprzedaży jest stworzenie kompleksowej, dostosowanej do potrzeb klientów oferty w ramach szeroko rozumianej branży przemysłowej.

Karolina Batory podsumowuje to następująco:

– Firma RS ma szereg unikalnych atutów: szeroką ofertę produktową i usługową, doświadczenie w handlu elektronicznym oraz intensywnie

rozwijającą się bazę klientów. Budowanie partnerstwa biznesowego pomiędzy odbiorcami a dostawcami to moja wielka pasja. Chcę, aby RS stał się doradcą dla naszych klientów oraz przewidywał ich potrzeby w zakresie optymalizacji kosztów i procesów.

Po zdobyciu dyplomu w dziedzinie ekonomii na Uniwersytecie Poznańskim Karolina Batory przez 12 lat pracowała w Wielkiej Brytanii dla firmy Transport for London, zdobywając rozległe doświadczenie w zarządzaniu poziomem satysfakcji klientów oraz pracy w międzynarodowym środowisku. Od 2012 r. związana z firmą RS Components, pełniła różne funkcje, poznając zagadnienia dotyczące globalnej dystrybucji automatyki przemysłowej i elektroniki.

W firmie RS panuje przekonanie, że obszerna wiedza, doświadczenie i pasja



Karoliny przyniosą przedsiębiorstwu jeszcze większy wzrost zaufania klientów, dynamiczny rozwój sprzedaży oraz budowanie świadomości marki na rynkach polskim, czeskim i węgierskim. ■

Prostsze, bezpieczniejsze i bardziej niezawodne połączenia USB

Firma RS Components wprowadza do oferty złącza magnetyczne Rosenberger

Samoustalające połączenia, podłączanie bez użycia siły i bezpieczne rozłączanie pozwalają uniknąć typowych zagrożeń.

RS Components (RS), marka handlowa Electrocomponents plc (LSE:ECM), globalnego dostawcy

produktów dla inżynierów, ma teraz w swojej ofercie rozwiązanie zapewniające łatwiejsze i bezpieczniejsze korzystanie ze złączy USB w ograniczonych przestrzeniach i zastosowaniach związanych z ryzykiem uszkodzenia urządzeń w wyniku przypadkowego rozłączenia.

W ofercie RS znalazły się już magnetyczne samoustalające złącza USB typu A, B, Micro-B i Mini-B. Pełna gama obejmuje zestawy wtyków, gniazd i przewodów, umożliwiając zastosowanie połączeń magnetycznych po obu stronach przewodu. Nowe rozwiązanie jest trwalsze i nie wymaga użycia siły przy

podłączeniu, a funkcja samoustalania pozwala precyzyjnie podłączyć wtyczkę nawet w słabo widocznych miejscach, do których trudno sięgnąć. Magnetyczne złącza USB są ponadto odporne na wodę i promieniowanie UV, a mechanizm rozłączania eliminuje potrzebę użycia narzędzi i zabezpiecza sprzęt przed skutkami przypadkowego odłączenia.

Złącza zabezpieczone są przed nieprawidłowym połączeniem i wyposażone są w niezawodne, odporne na korozję pozłacane styki, które dodatkowo łatwo utrzymać w czystości. Takie rozwiązanie zapewnia długie i bezproblemowe użytkowanie nawet w trudnych warunkach.

Magnetyczne złącza firmy Rosenberger mogą być

stosowane ze wszystkimi połączeniami USB 2.0. Gama obejmuje także adapter męski-żeński USB-A, adapter Micro-B oraz zestawy 1-metrowych przewodów ze złączami USB-A do Micro-B w wersji męskiej lub żeńskiej w kolorze białym lub czarnym. Ponadto klienci mogą nabyć zestawy przewodów o długości

1,5 m z wtyczką USB-A i magnetyczną okrągłą wtyczką 5-stykową oraz akcesoria zgodne z okrągłym złączem 5-stykowym. ■



RS Components Sp. z o.o.

ul. Puławska 303

02-785 Warszawa

tel. 22-223 11 11

fax 22-223 11 00

e-mail: bok@rspoland.com

pl.rs-online.com

WYDARZENIA

● Polscy naukowcy pracują nad generatorem wytwarzającym energię elektryczną z marnowanego ciepła. Urządzenie może przynieść duże zyski elektrociepłowniom i biogazowniom.

Polscy naukowcy prowadzą prace nad modułami termoelektrycznymi, które umożliwiają konwersję energii cieplnej na elektryczną. Na ich bazie powstał prototyp generatora termoelektrycznego TEG, który ma przetwarzać ciepło marnowane np. w elektrowni biogazowej. Zastosowanie technologii pozwalającej na odzysk nawet niewielkiej ilości energii i podniesienie sprawności istniejących bądź wdrażanych systemów energetycznych może według twórców prowadzić do gigantycznych zysków energetycznych i finansowych zarówno w skali Polski, jak i świata.

Zaprojektowany i wykonany w projekcie TERMOMOD, finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, generator termoelektryczny TEG wykorzystuje ciepło ze spalania biogazu. Instalacja bezpośrednio konwertuje energię cieplną na energię elektryczną za pomocą modułów termoelektrycznych.

– Proces przetwarzania energii cieplnej w energię elektryczną przebiega przy

wykorzystaniu modułu termoelektrycznego, który zbudowany jest ze specjalnych materiałów półprzewodnikowych. Są to tzw. materiały termoelektryczne. Połączone w szereg w specjalnym ogniwie tworzą złącza, które przetwarzają bezpośrednio energię cieplną w energię elektryczną – mówi dr inż. Rafał Zybala z Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych.

Twórcy stawiają sobie za zadanie przetwarzanie energii, która pochodzi z już istniejących źródeł jako odpadowa energia cieplna. Według szacunków eksperta z ITME nawet 60–70 proc. energii marnowane jest w sposób bezpowrotny. To energia pochodząca między innymi z elektrowni biogazowych. Wykorzystanie modułów termoelektrycznych pozwoli odzyskać przynajmniej część tej energii i przetworzyć ją na energię elektryczną.

– Zastosowanie technologii pozwalającej na odzysk nawet niewielkiej ilości energii, a w TEG jest to od kilku do kilkunastu procent, i podniesienie sprawności istniejących bądź wdrażanych systemów energetycznych może prowadzić do gigantycznych zysków energetycznych i finansowych zarówno w skali Polski,

jak i w skali świata – przekonuje ekspert z ITME.

Moduły termoelektryczne już są stosowane, przede wszystkim w branży chłodniczej. Powszechnym rozwiązaniem są ogniwa Peltiera, w których w wyniku przepływu prądu wymuszony jest przepływ ciepła. Moduły TE opracowywane przez ITME wykorzystują odwrotny efekt – Seebecka, przetwarzając bezpośrednio energię cieplną na energię elektryczną. Najbardziej powszechnym zastosowaniem są w tym momencie zastosowania kosmiczne oraz wojskowe, natomiast w przyszłości moduły termoelektryczne mogą być stosowane zarówno w przemyśle motoryzacyjnym, jak i w szeroko rozumianym przemyśle energetycznym.

– Wykorzystanie technologii TEG nie dotyczy tylko biogazu czy ogromnych obiektów, takich jak np. elektrociepłownie, ale stosując technologię wykorzystującą efekty termoelektryczne, możemy usprawnić istniejące procesy technologiczne wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z niezagospodarowanym ciepłem odpadowym – tłumaczy dr inż. Rafał Zybala.

Źródło: Newseria.pl

Wspomaganie zasilania „zieloną” energią przenośników taśmowych o regulowanej prędkości taśmy i innych napędów przekształtnikowych sektora transportowego

Jerzy R. Szymański

Wprowadzenie

Uzyskanie 15% na rok 2020 i 27% na rok 2030 udziału energii OZE (energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych) w stosunku do otrzymywanej ze źródeł wykorzystujących spalane paliwa, głównie węgiel brunatny i kamienny, jest celem, który musi być osiągnięty, aby wywiązać się z przyjętych przez Polskę zobowiązań w stosunku do innych krajów UE (dyrektywa 2009/28/WE) [1, 2]. Jest to cel ambitny, ale osiągalny. Według danych GUS za 2016 rok Polska zaspokaja tylko 11% swojego zapotrzebowania energetycznego energią elektryczną OZE.


Uruchomione są nowe inwestycje, w tym fotowoltaika prosumerska. Obserwowane jest zwiększone zainteresowanie tymi inwestycjami, co jest wynikiem wprowadzonej nowelizacji prawa energetycznego w 2016 roku i nowelizacją ustawy OZE w 2017 roku. Często wykorzystywane jest dofinansowanie inwestycji OZE środkami UE. Powoduje to coraz większy udział paneli słonecznych jako źródeł energii elektrycznej w rynku energetycznym. Niemniej obywatelski charakter energetyki budownictwa mieszkaniowego, które dąży do neutralności energetycznej bazującej na energii OZE, nie jest tu podstawowym działaniem dla poprawy udziału energii źródeł odnawialnych w całym rynku energii.

Polska w Krajowym Planie Działań (KPD) przyjęła ambitny cel w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, który wynosi 15,5% do roku 2020 i obejmuje trzy cele sektorowe [2]:

- 19,13% udziału OZE w sektorze elektroenergetycznym;
- 17,05% udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie;
- 10,14% udziału OZE w transporcie.

Realizacja celu sektorowego w transporcie jest mocno zagrożona. W latach 2010–2015 zużycie energii ze źródeł odnawialnych w sektorze transportu w Polsce było znacząco niższe od założenia zdefiniowanego w KPD. Co więcej, dane wskazywały na wyraźny trend spadkowy aż do roku 2014, zwiększający lukę między planowanym rozwojem a rzeczywistym zużyciem energii z OZE. Dane dla roku 2015 wskazują na niewielkie odbicie do poziomu z roku 2012 [2]. Bez zastosowania energii OZE do wspomaganego zasilania przekształtnikowych urządzeń transportowych osiągnięcie celu określonego w KPD jest mało realne. Z danych statystycznych dotyczących roku 2016, opublikowanych przez Polską Agencję Rynku Energii, wynika, że produkcja energii elektrycznej z OZE w Polsce wzrosła w roku 2016

Streszczenie: Osiągnięcie celu, jakim jest udział energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na poziomie 27% w stosunku do energii ze źródeł konwencjonalnych do 2030 roku, możliwe jest przy współdziałaniu różnych sektorów gospodarki (15% w 2020 roku). Polski przemysł jest mocno nasycony napędami wykorzystującymi energoelektroniczne napięciowe falowniki dwupoziomowe MSI. Napędowe przekształtniki napięciowe przetwarzają energię napięcia stałego uzyskiwaną z sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem prostowników, jak i mogą ją uzyskiwać wprost z paneli fotowoltaicznych i turbin wiatrowych. Przenośniki taśmowe z napięciowymi przekształtnikami częstotliwości na stacjach napędu taśmy są szczególnie predisponowane do wspomaganego zasilania zieloną energią, tzw. hybrydowe systemy zasilania. Korzyści wydają się oczywiste, w szczególności biorąc pod uwagę zapisy nowej dyrektywy energetycznej UE nazywanej „pakietem czystej energii”, która będzie obowiązywać od 2019 roku.

 **Abstract:** Achieving the global of share of electricity from renewable sources at 27% in relation to conventional sources until year 2030 is possible with the participation of different sectors of the economy. Polish industry is heavily saturated with the power electronic drive converters with voltage PWM inverters. Drive converters convert DC energy obtained from power grid via rectifiers or can obtain it directly from photovoltaic panels and wind turbines. Mining plants are especially predisposed to support the power supply of belt conveyors with green energy, so-called hybrid installations. Power of engines are so large that photovoltaic or wind farms can supply directly to the drives without using the power grid. The benefits seem obvious, particular taking into account the provisions of the new energy efficiency directive so-called “clean energy package” which will is to apply from 2019.

zaledwie o 0,5% w porównaniu do roku poprzedniego. Planowane osiągnięcie 15% udziału energii OZE w roku 2020 może być zagrożone, jeżeli nie zostaną podjęte działania korygujące.



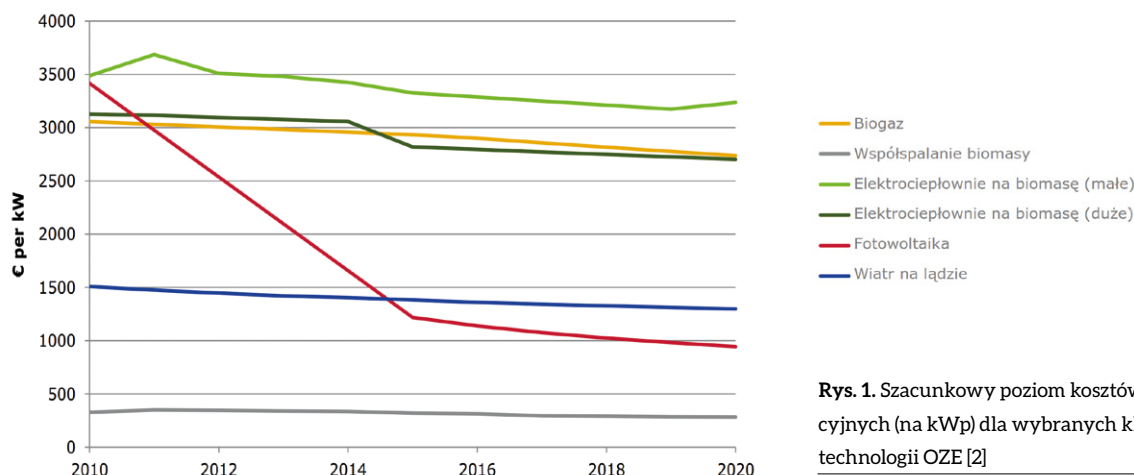
Kim chciałeś zostać, będąc dzieckiem?

Dzięki Twoim ambicjom stałeś się częścią szybko zmieniającego się świata inżynierii, a Twoje pomysły kształtują jego przyszłość. Jednak aby robić to, co robisz najlepiej, potrzebujesz czasu na skupienie się na tym, co naprawdę się liczy.

Jako dystrybutor produktów dla elektroniki, automatyki i utrzymania ruchu od 80 lat pomagamy naszym klientom osiągnąć ich cele, świadcząc przy tym światowej klasy usługi. Pomagamy wszystkim tym, którzy są pełni inspiracji.

We're here

for the **inspired**



Rys. 1. Szacunkowy poziom kosztów inwestycyjnych (na kWp) dla wybranych kluczowych technologii OZE [2]

Wartość zainstalowanej mocy farm wiatrowych w Polsce w 2016 roku wyniosła 5,7 GW (co plasuje Polskę na 7 miejscu w UE). Dla porównania moc zainstalowana w krajowym systemie energetycznym wynosiła 41,4 GW. W Europie w 2016 roku zainstalowana moc farm wiatrowych wynosiła 153,7 GW, a potencjał farm wiatrowych wyprzedził łączne moce elektrowni węglowych [3].

Jak wynika z tabeli 1, spośród źródeł energii elektrycznej OZE fotowoltaika cechuje się najszybszym czasem wykonania inwestycji, a typowy czas jej realizacji zwykle nie przekracza 1 roku. Przy czym koszt jej realizacji jest najmniejszy w porównaniu do innych źródeł OZE i będzie dalej się zmniejszał (bez uwzględnienia dotacji na inwestycje). W końcu roku 2017 w Polsce koszt instalacji fotowoltaicznej małej mocy (np. 40 kWp), bez uwzględniania dotacji, wynosił ok. 4–5 tys. PLN na 1 kW (1 kWp), co daje jej zwrot kosztów po ok. 8 latach, przy założeniu stałej ceny za 1 kWh = 0,65 PLN i produktywności ok. 950 kWh/1 kWp/rok.

Biorąc pod uwagę koszty inwestycji (rys. 1), jak i czas jej wykonania (tabela 1), energia słoneczna jest obok energii wiatrowej atrakcyjnym źródłem OZE do zastosowań w układach hybrydowego zasilania przemysłowych napędów przekształtnikowych. Zmniejszenie zużycia energii konwencjonalnej na potrzeby transportu wewnątrzzakładowego może znacząco przyczynić się do realizacji celu określonego w KPD na 10,14% udziału energii OZE w transporcie. Uzyskanie bezwrotnych dotacji na te inwestycje przyczyni się do uzyskania taniej czystej energii do realizacji transportu wewnątrzzakładowego. Niskonapięciowe siniki indukcyjne powierzchniowych przenośników taśmowych w zakładach górnictwa powierzchniowego osiągają moce rzędu 0,5 MW [6]. Udział energii elektrycznej zużywanej na transport przenośnikami taśmowymi to często prawie 50% całej energii elektrycznej zużywanej przez zakład górniczy i może stanowić nawet 15 GWh/miesiąc [7]. Jak przedstawiono na rys. 1, jednostkowe koszty (Eur/kW) budowy elektrowni fotowoltaicznej ciągle się obniżają i osiągają już poziom rzędu 4000 PLN/kWp, co w efekcie skutkuje w Polsce roczną produkcją rzędu 1000 kWh/kWp. Wyższy o ok.

Tabela 1. Szacunkowe czasy realizacji projektów dla poszczególnych technologii produkcji energii elektrycznej z OZE (lata) [2]

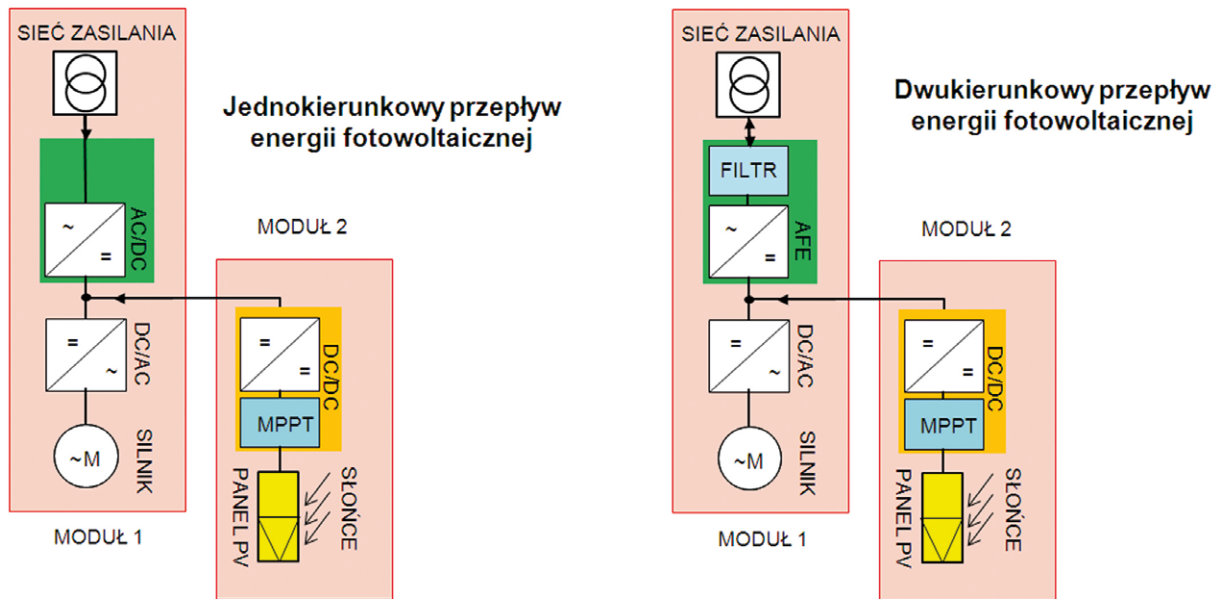
	Szybka realizacja	Wolna realizacja
Wiatr na lądzie	2	4
Wiatr na morzu	3	6
Fotowoltaika	1	2
Biogaz	2	4
Energetyka wodna	3	6
Biomasa	2	4

20% jest dziś koszt budowy elektrowni wiatrowej w stosunku do elektrowni fotowoltaicznej. Niemniej nowelizacja ustawy OZE z 20 maja 2016 roku (zapisy odległościowe i podatkowe) praktycznie uniemożliwia budowę lądowych elektrowni wiatrowych w Polsce. Dziś elektryczna energetyka słoneczna wydaje się być najbardziej korzystną inwestycją w energetykę OZE w zakładach górniczych stosujących transport urobku przenośnikami taśmowymi. W tabeli 2 przedstawiono szacunkowy czas wybudowania elektrowni OZE zależnie od zastosowanej technologii. Z tabeli 2 wynika, że elektrownia fotowoltaiczna ma najszybszy czas realizacji inwestycji (ok. 1 roku), natomiast inne technologie wymagają kilkukrotnie dłuższych czasów realizacji inwestycji w stosunku do fotowoltaiki.

Dążenie do wspomaganie zasilania instalacji transportowej energią OZE jest w Polsce o tyle ułatwione, że krajowy system energetyczny, który jest oparty na elektrowniach węglowych, może z powodzeniem buforować zmienność warunków środowiskowych dla produkcji energii ze źródeł OZE.

Zasilanie źródłami OZE napędów przekształtnikowych

Stosowanie odnawialnych źródeł energii, np. farmy fotowoltaicznej ($P_{PV} = 1 \text{ MWp}$ produktywność roczna, ok. 1 GWh) czy turbiny wiatrowej ($P_{TW} = 1 \text{ MWp}$ o produktywności rocznej osiągającej nawet 3 GWh) do wspomaganie zasilania napędu przekształtnikowego, jak na rys. 2, jest obecnie intensywnie



Rys. 2. Wspomaganie zasilania przemienników częstotliwości zieloną energią z wykorzystaniem dodatkowych przekształtników sprzęgających DC/DC (MPPT – ang. max power point tracking)

reklama

Człowiek. Maszyna. Potencjał.

23-27 kwietnia 2018
Hanower • Niemcy
 hannovermesse.com #hm18




Niech Państwo zobaczą, jak cyfrowa technologia przemienia procesy produkcyjne, systemy energetyczne oraz naszą pracę.



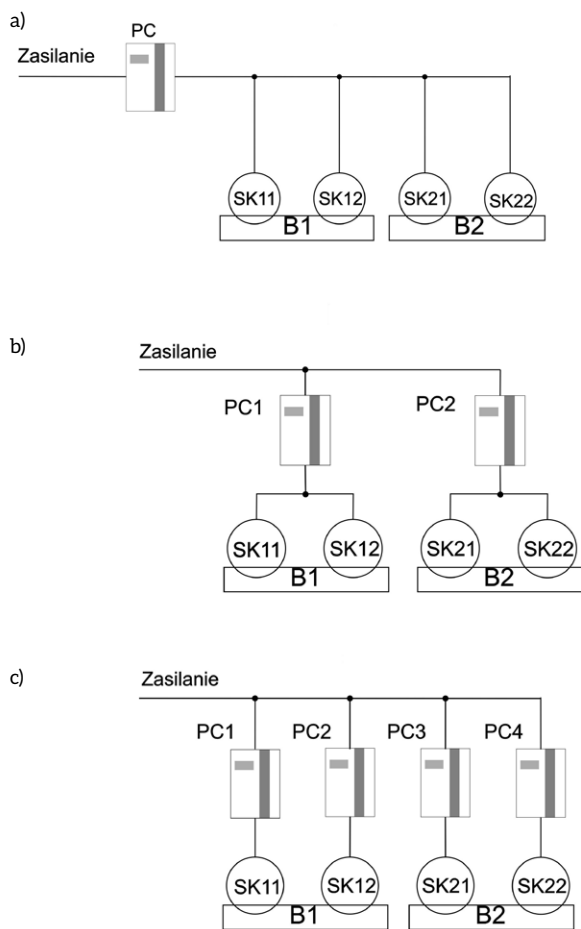


Deutsche Messe

Get new technology first



Targi Hanowerskie s.c. • tel.: 0048 22 465 66 22 • e-mail: info@targihanowerskie.com.pl



Rys. 3. Konfiguracje napędów z napięciowymi przekształtnikami częstotliwości: a - konfiguracja napędu zapewnia bezstratny płynny rozruch i płynną regulację prędkości taśmy przenośnika; b - konfiguracja napędu zapewnia, dodatkowo w stosunku do konfiguracji z rys. 3 a, niezależną regulację prędkości obrotowej poszczególnych bębnow napędowych taśmy i jednakowe obciążenie mechaniczne tych bębnow; c - konfiguracja napędu zapewnia, dodatkowo w stosunku do konfiguracji z rys. 3 a i 3 b, niezależną regulację prędkości każdego silnika i ich jednakowe obciążenie mechaniczne

rozwijane [2]. W tym przypadku nie ma potrzeby stosowania zasobników energii dla zapewniania poprawnej pracy napędu. Przekształtnik AFE (ang. *Active Front End*) z falownikiem w obwodzie wejściowym umożliwia dwukierunkowy przepływ zielonej energii prądu stałego, czyli przy jej nadmiarze może ją przekształcić w napięcie przemiennie, które zostanie przesłane do systemu energetycznego. Można w uproszczeniu stwierdzić, że przemysłowe przekształtniki energoelektroniczne to urządzenia przystosowane do zasilania zieloną energią ich obwodów stałonapięciowych i do jej przetwarzania oraz przesyłania do obciążenia lub sieci elektroenergetycznej.

Dzisiaj są już dostępne przekształtniki napięcia stałego na napięcie stałe (DC/DC), które zapewniają odpowiednią wartość napięcia stałego na szynie DC zasilanego przekształtnika niezależnie do chwilowej wartości tego napięcia po stronie źródła zielonej energii, czy też zasobnika elektrochemicznego [5].

Hybrydyzacja zasilania stacji napędu taśmy w przenośnikach taśmowych

Przedstawione propozycje wykorzystania powszechnie stosowanych w polskim przemyśle napięciowych przekształtników częstotliwości do absorbowania wytworzonej w zakładzie przemysłowym energii OZE mogą znacząco i szybko poprawić udział zielonej energii wykorzystywanej na potrzeby wewnętrzne zakładu, w szczególności powierzchniowego zakładu górniczego, np. kopalni węgla brunatnego.

Specyfiką zakładów górnictwa odkrywkowego jest praca na dużych obszarach zabezpieczonych pod działalność górnictw. Długie ciągi KTZ (koparka – taśmociąg – zwałowarka), w których przekształtnikowe stacje napędu taśmy przenośnika można wspomagać energią elektryczną ze źródeł OZE.

Przykładowe rozwiązania napędów taśmy przenośników taśmowych wykorzystujących napięciowe przekształtniki częstotliwości przedstawiono na rys. 3.

Dodatkowe informacje przedstawiające zalety i wady rozwiązań przedstawionych na rys. 3 można znaleźć w literaturze [6]. Na potrzeby tego opracowania można stwierdzić, że napędy o konfiguracji z rys. 3 a najczęściej spotykane są w przenośnikach z małą długością taśmy, konfiguracja z rys. 3 b stosowana jest dla przenośników o długości taśmy do kilkuset metrów, dla przenośników o długiej taśmie rzędu kilku kilometrów stosowana jest konfiguracja napędu z rys. 3 c.

Źródła OZE można lokalizować doraźnie (farmy fotowoltaiczne nie są na stałe związane z gruntem) w bliskim sąsiedztwie stacji napędowych przenośników poza obszarem działalności górnictw. W zakładach górniczych transportujących urobek przenośnikami taśmowymi ok. 50% energii elektrycznej jest wykorzystywane na zasilanie tych przenośników. Są tu potencjalnie duże możliwości ograniczenia zużycia energii konwencjonalnej i wykorzystania energii OZE [4]. Innym, nie mniej ważnym obszarem wykorzystania energii OZE do wspomaganie jest zasilanie przekształtników napędowych układów pompowych odwadniających odkrywkę górnictw, gdyż na odwodnienie przeznaczane jest nawet blisko 20% energii zużywanej w kopalni odkrywkowej.

Podsumowanie

Nie ma dziś technicznych ograniczeń do stosowania wspomaganie zasilania przekształtnikowych stacji napędowych przenośników taśmowych ze źródeł energii elektrycznej typu OZE (hybrydyzacja) z jednoczesnym podłączeniem przekształtnika do elektroenergetycznej sieci przemysłowej z energią uzyskaną poprzez spalanie węgla. Istnieje już pilna konieczność zwiększenia udziału energii z OZE we wszystkich zakładach przemysłowych ze względu na politykę UE, braki wody i zmiany klimatu.

Otoczenie prawne i ekonomiczne dla tych działań jest coraz bardziej korzystne. Można rozważać dalsze działania, jak np.: całkowite zlikwidowanie opustów (pobieranie 20% lub 30% energii OZE za jej magazynowanie w sieci elektroenergetycznej) w instalacjach prosumenckich o mocach do 40 kWp czy zniesienie akcyzy dla energii OZE zużywanej na potrzeby własne przez zakłady produkcyjne, niezależnie od mocy źródeł OZE. Na podstawie § 5 ust. 1 rozporządzenia ministra rozwoju i finansów z 24 lutego 2017 r. w sprawie zwolnień od podatku


akcyzowego (Dz.U. z 2017 r., poz. 430; dalej: rozporządzenie), zwalnia się od akcyzy zużycie energii elektrycznej (ze źródeł OZE zużywanej na potrzeby własne – przyp. autora) wyprodukowanej z generatorów o łącznej mocy nieprzekraczającej 1 MW przez podmiot, który zużywa tę energię.

Niemniej istnieje potrzeba zintensyfikowania działań na rzecz pozyskania zielonej energii – energii słonecznej i wiatrowej – dla potrzeb własnych, także w zakładach górniczych. Są techniczne możliwości doprowadzenia energii prądu stałego wprost do obwodu pośredniego napędowego przekształtnika częstotliwości, np. w stacjach napędowych przonośników o regulowanej prędkości taśmy czy napędach układów pompowych.

Podnoszenie świadomości zarządów zakładów produkcyjnych, w tym zakładów górniczych, o konieczności ograniczania wykorzystywania dla potrzeb własnych tradycyjnie wytwarzanej energii cieplnej i elektrycznej, może się przyczynić do funkcjonowania kopalń węgla brunatnego i kamiennego jako zakładów przyjaznych środowisku przy jednoczesnym zabezpieczeniu odpowiedniego poziomu wydobycia węgla dla węglowych zakładów energetycznych. Energetyka węglowa jeszcze przez wiele lat będzie nam towarzyszyła, choć jej złoty okres w Europie i w Polsce, wydaje się, że przeminął z upływem XX wieku.

Literatura

- [1] KPMG: Pakiet zimowy Komisji Europejskiej, 30 listopada 2016.
- [2] ECOFYS, Luis Janeiro (Ecofys), Gustav Resch (TU Wien): Prognoza realizacji celu OZE 2020 dla Polski. Raport końcowy. Numer projektu: EPODE1700, 2017.
- [3] PSEW: Stan energetyki wiatrowej w Polsce w 2016 roku, 2017.
- [4] MEHLMANN G., SCHIRMER F., ZEUSS M., HEROLD G.: *DC/DC converters as linkages between photovoltaic plants and module integrated multilevel-inverters*, ICREPQ'11, 2011.
- [5] Danfoss: Hybridization – perfectly balancing supply and demand, 2017.
- [6] SZYMAŃSKI J.: *Wdrożone projekty przekształtnikowych napędów jezdnych maszyn roboczych i napędów głównych przonośników taśmowych o regulowanej prędkości taśmy górnictwa powierzchniowego*. „ElektroInfo” 10/2017.
- [7] SZYMAŃSKI J.: *Napęd przekształtnikowy w górnictwie i przemyśle wydobywczym*. „Przegląd Elektrotechniczny” 9/2009.

 dr hab. inż. Jerzy R. Szymański – prof. Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu

artykuł recenzowany

reklama



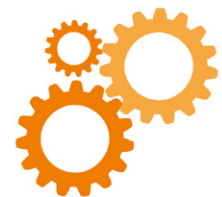
BEFARED

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów



Reduktory Motoreduktory Zespoły napędowe
Wyroby specjalne na dokumentacji Klienta
Elementy zębate
Usługi technologiczne
Serwis

www.befared.pl



Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.
 ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała
 tel.: +48 33 812 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63
 http://www.befared.pl; email: befared@befared.pl

Projekt dwuramiennego robota sterowanego przez teleoperatora z wykorzystaniem technik rzeczywistości wirtualnej

Andrzej Grabowski


Wprowadzenie

Badania naukowe dotyczące nowych rozwiązań technicznych, wykorzystujące techniki rzeczywistości wirtualnej do teleoperacji, były prowadzone głównie na potrzeby astronautyki oraz do zastosowań militarnych (np. do zdalnego operowania bezałogowymi pojazdami) (Kristoffersson, 2013). Malejący koszt urządzeń wykorzystywanych w technikach rzeczywistości wirtualnej (takich jak gogle rzeczywistości wirtualnej typu HMD – *Head Mounted Display*) sprawia, że opłacalne staje się ich wykorzystanie do nowych zastosowań. Jedną z takich dziedzin, intensywnie rozwijaną w ostatnich latach, jest teleoperacja, czyli zdalne sterowanie urządzeń mające na celu odsunięcie pracownika (operatora) od strefy niebezpiecznej. Wykorzystanie teleoperacji umożliwi uniknięcie problemów związanych z narażeniem człowieka (operatora) na warunki niebezpieczne. Ma to szczególne znaczenie w zastosowaniach militarnych (np. do zdalnej kontroli pojazdów) (Valois, 2008), astronautyce (np. do przeprowadzania zdalnych napraw i prac konserwatorskich na orbicie) (Chintamani, 2008), w górnictwie (Hainsworth, 2001), jak również w przypadku prac podwodnych (Lin, 1997). Zdalnie sterowane roboty mobilne zastępują człowieka w sytuacjach zagrożenia życia lub zdrowia, czego dobrym przykładem może być antyterrorystyczny robot inspekcyjno-interwencyjny „Inspektor” produkowany w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów (PIAP). Dynamicznie rozwijającą się w ostatnich latach dziedziną wykorzystania teleoperacji są zastosowania medyczne. Zdalne sterowanie ramieniem robota może być niezmiernie przydatne, gdy istnieje

Streszczenie: Zastosowanie koncepcji teleobecności umożliwia odsunięcie, na dowolną odległość, osoby realizującej pracę od miejsca wykonywania pracy. Pozwala to na realizację pracy w strefie zagrożenia lub strefie niebezpiecznej bez narażenia życia lub zdrowia człowieka w związku z ekspozycją związaną np. z wysokimi stężeniami szkodliwych substancji chemicznych. Ponadto separacja podejmującego decyzję człowieka od wykonującego pracę efek-

tora niezależnia zakres realizowanych przez robota prac od możliwości fizycznych człowieka, w szczególności udźwignięcia robota nie jest w żaden sposób limitowany przez możliwości fizyczne osoby sterującej pracą robota. Jest to szczególnie zaletą w przypadku osób starszych i/lub z niepełnosprawnościami.

Słowa kluczowe: roboty mobilne, rzeczywistość wirtualna, teleobecność, zdalne sterowanie

 **Abstrakt:** *The tele-presence enable to separate, at any distance, a worker from workplace. This allows to perform work in a hazardous area without endangering human life or health due to exposure associated with, for example, high concentrations of harmful chemicals. In addition, the separation of the decision-making man from the effector performing the work, makes the scope of the work*

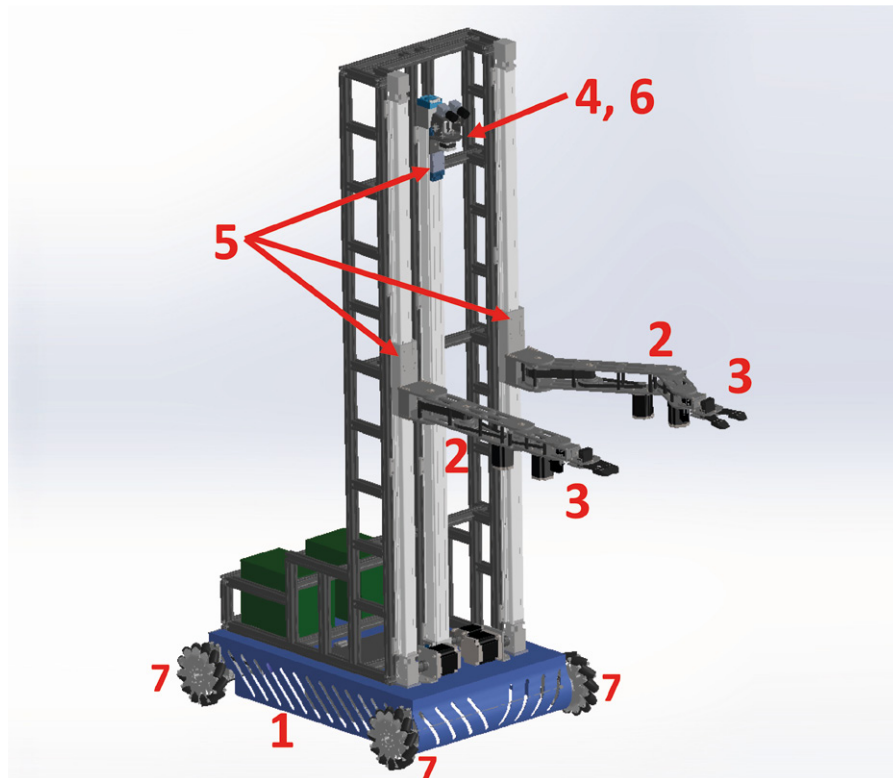
carried out by the robot independent of the human's physical capabilities, in particular the lifting capacity is in no way limited by the physical capabilities of the person controlling the robot's work. This is a special advantage for older people and/or people with disabilities.

Keywords: mobile robots, virtual reality, telepresence, remote control

potrzeba zwiększenia precyzji zadań manualnych wykonywanych przez człowieka. Przykładem takiego zastosowania są roboty chirurgiczne (np. rozwijana w Polsce rodzina robotów medycznych „RobinHeart”). Wykorzystanie teleoperacji daje również możliwość prowadzenia zabiegów chirurgicznych na odległość, umożliwiając tym samym wykorzystanie wiedzy i umiejętności ekspertów znajdujących się w oddaleniu od miejsca operacji (jak np. w przypadku pierwszego powstałego na świecie takiego systemu działającego w Kanadzie od

2003 r., gdzie miejsce operacji oddalone jest od stanowiska sterowania robotami o 400 km).

Według Sheridana (1989) teleoperacja jest rozszerzeniem możliwości osoby, operatora, poprzez umożliwienie odbierania informacji ze zmysłów i manipulację obiektami z odległej lokalizacji. Nerozerwalnie jest z tym związane pojęcie teleobecności (zwanego inaczej obecnością przestrzenną). Lichiardopol (2007) definiuje teleobecność jako specyficzne uczucie obecności w odległej lokalizacji – w miejscu,



Rys. 1. Widok izometryczny robota

w którym fizycznie znajdują się urządzenia umożliwiające teleoperacje. Może to być na przykład robot wyposażony w ramiona umożliwiające chwytanie i przenoszenie obiektów (zdalna manipulacja) oraz przekazujący obraz, dźwięk, dotyk, informacje o położeniu ramion. Aby wrażenie teleobecności powstało, konieczne jest dostarczenie operatorowi dostatecznej ilości relevantnych informacji pochodzących z urządzenia i środowiska wokół urządzenia. Informacje te powinny być przy tym przekazane w sposób tak naturalny, jak to tylko możliwe. W przeciwnym wypadku wrażenie fizycznej teleobecności nie występuje (Stassen et al., 1989). Teleobecność w tym przypadku jest zjawiskiem podobnym do wrażenia obecności przestrzennej w środowisku wirtualnym, wytworzonym sztucznie za pomocą aparatury do wirtualnej rzeczywistości (VR). Różnica polega na tym, że w VR fizyczna lokalizacja nie istnieje, jest wielozmysłową iluzją tworzoną przez komputer. Stymulacja wielu zmysłów i łatwość wytworzenia iluzji obecności przestrzennej za pomocą VR sprawia, że stanowi ona świetne narzędzie, mogące

stać się interfejsem do teleoperacji. Jeśli techniczne możliwości systemu VR są w stanie dostarczyć możliwie pełnego, bogatego, wszechogarniającego doświadczenia przebywania w odległej lokalizacji, mamy do czynienia z immersją.

Projekt robota

W ramach prowadzonych prac przygotowano projekt robota (rys. 1) umożliwiającego jego zdalne sterowanie za pośrednictwem narzędzi typowych dla technik rzeczywistości wirtualnej i wyposażonego w:

- kołową platformę mobilną (1);
- dwa ramiona o zasięgu odpowiadającym zasięgowi 50-centylowego człowieka. Planuje się zbudowanie ramion robota w oparciu o dostępne na rynku podstawowe komponenty, takie jak silniki i przekładnie. Ważną cechą jest również możliwość zasilania ramion robota z baterii oraz dostęp do sterowania ruchem ramion robota w czasie rzeczywistym (2);
- chwytak na każdym z ramion (3);
- ruchomą głowicę o dwóch stopniach swobody z zamocowaną kamerą stereo (4);

reklama



Oto STAUFF Polska

Działając pod marką STAUFF zdobyliśmy pozycję międzynarodowego lidera w pracach rozwojowych, produkcji i dostawach części do systemów rur i układów hydraulicznych.

Systemy Mocowania	
Systemy Pomiarowe	
Technika Filtracji	
Diagtronics	
Akcesoria Hydrauliczne	
Zawory Kulowe	
Złącza Hydrauliczne	



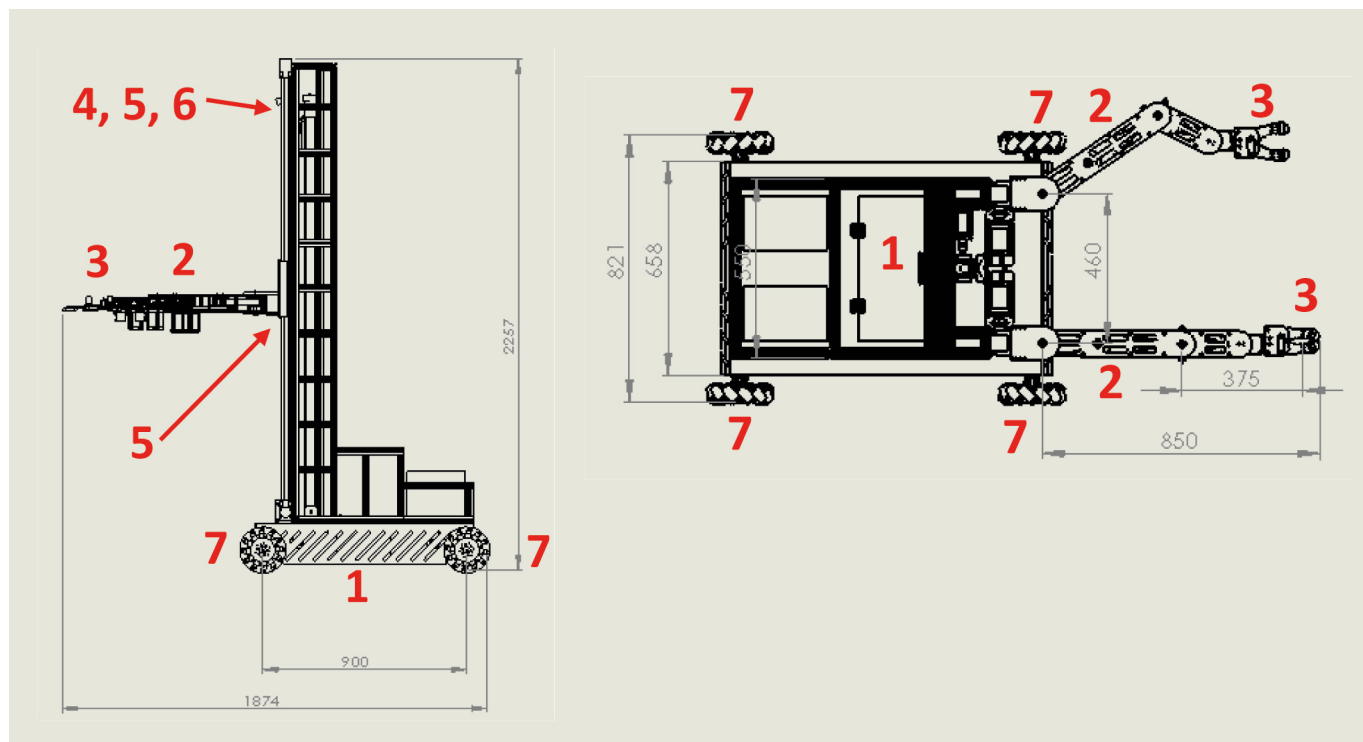
NOWOŚĆ!
STAUFF
Connect

Technologia Złączy Rurowych
od STAUFF



STAUFF Polska Sp. z o.o.
Miszewko 43 A • 80-297 Banino
Tel.: 058 660 11 60 • Fax: 058 629 79 52
sales@stauff.pl

www.stauff.pl



Rys. 2. Główne wymiary zaprojektowanego robota: z lewej widok boczny, z prawej widok z góry

- układ do zmiany wysokości zaczepu ramion i kamery stereo (5);
- układ do bezprzewodowej transmisji obrazu z kamer (6).

Robot ma jak najlepiej odtwarzać ruch kończyn górnych 50-centylowego mężczyzny z Europy Centralnej, dla którego zasięg ramion wraz z palcami wynosi 850 mm, szerokość barkowa to 460 mm, natomiast odległość łokieć – punkt chwytający równa jest 375 mm. W tym celu powstaną dwa niezależnie działające ramiona z możliwością obrotu w osi pionowej przegubów odpowiadających stawowi barkowemu oraz łokciowemu. Na końcu obu ramion zostanie zamontowana część chwytająca o dwóch stopniach swobody. Platforma mobilna przeznaczona jest do przenoszenia zarówno małych, lekkich przedmiotów, które zmieszczą się w szczękach chwytaka, jak i dużych, ciężkich przedmiotów, do przemieszczania których wymagany jest udział dwóch ramion. Maksymalny

udźwig ramion to 10 kg. Ponadto zamontowany zostanie moduł kamery stereoskopowej (o dwóch obiektywach) posiadającej dwa stopnie swobody ruchu, która pozwoli na obserwację otoczenia. Zarówno ramiona, jak i kamera stereo zostaną umieszczone na osobnych modułach liniowych, które pozwolą zapewnić ruch od 40 do 200 cm nad podłożem, po którym porusza się robot.

Model składa się z platformy jezdnej, złożonej z części napędowej, ramy nośnej oraz miejsca przeznaczonych na akumulatory, sterowniki silników i komputer pokładowy; ramy wspornikowej dla modułów liniowych; modułów liniowych przeznaczonych do ruchu ramion; modułu liniowego dla modułu kamery; konstrukcji odpowiadających kończynom górnym człowieka, podzielonych na część ramienną, przedramienną oraz chwytającą. Robot posiada wymiary wyszczególnione na rys. 2, posiada masę własną około 115 kg oraz masę

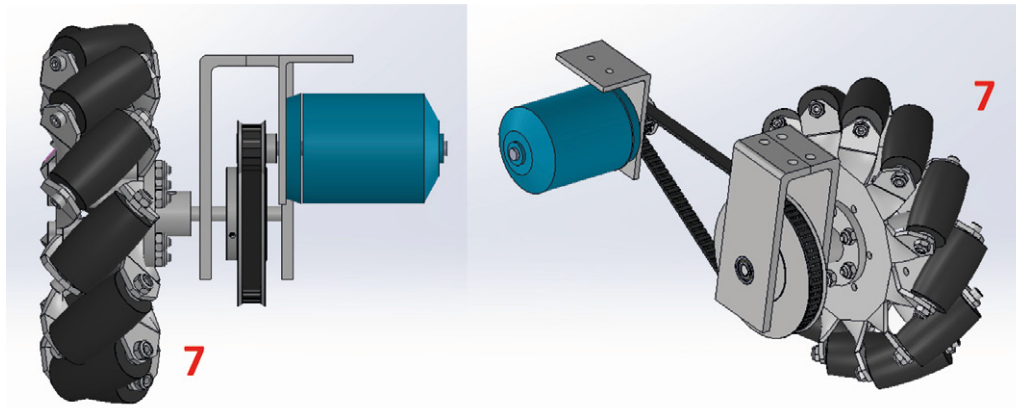
całkowitą (z akumulatorami żelowymi) około 160 kg.

Istotne z punktu widzenia stateczności pojazdu jest położenie jego środka ciężkości. Z tego też powodu dla obliczeń umieszczono w modelu robota reprezentatywny obiekt o wadze około 10 kg i określono koordynaty środka ciężkości całego układu wraz z akumulatorami żelowymi. Najgorszym przypadkiem, mogącym wyprowadzić powyższy układ z równowagi, jest sytuacja, gdy robot przemieszczający się z przedmiotem znacznie gwałtownie hamować. Położenie środka ciężkości ponad 26,8 cm za osią obrotu (oś przednich kół) pozwoli zapobiec niekontrolowanemu obrotowi całej konstrukcji. Położenie środka ciężkości może oczywiście się zmieniać w zależności od położenia ramion na kierunku pionowym (Z), jednakże wartość przesunięcia w osi poziomej środka ciężkości pozostanie dodatnia, co pozwoli zachować stateczność konstrukcji.

Jako koła jezdne zastosowano koła typu Mecanum 8" (7), które w układzie czterech łącznie umożliwiają ruch w postaci translacji w obu kierunkach, a także obrotu w osi pionowej. Każde koło Mecanum 8" (7) charakteryzuje się maksymalnym obciążeniem 81 kg

reklama

www.energoelektronika.com.pl
Twój branżowy serwis z przyszłością



Rys. 3. Reprezentacja mechanizmu napędowego zastosowanego w robocie: widok od przodu robota (z lewej), widok izometryczny (z prawej)

oraz masą własną 1,125 kg. Niezależne sterowanie każdym z kół (rys. 3) pozwala na ruch robota nie tylko do przodu, ale również na boki.

Podsumowanie

Teleoperacja, czyli zdalne sterowanie maszyną, jest dziedziną, która jest intensywnie rozwijana w ostatnich latach. Wykorzystanie teleoperacji umożliwia uniknięcie kosztów związanych z narażeniem człowieka (operatora) na warunki niebezpieczne. Ma to szczególne znaczenie w zastosowaniach militarnych (np. do zdalnej kontroli pojazdami), w astronautyce (np. do przeprowadzania zdalnych napraw i prac konserwatorskich na orbicie), w górnictwie, jak również w przypadku prac podwodnych. Zdalnie sterowane roboty mobilne zastępują człowieka w sytuacjach zagrożenia życia lub zdrowia. Technologia ta wykorzystywana może być również m.in. w przypadku urządzeń transportowych, takich jak: dźwignice, suwnice przemysłowe, suwnice portowe, żurawie budowlane. Innym zastosowaniem są roboty inspekcyjne oraz roboty do zdalnych prac serwisowych, wykorzystywane w strefach niebezpiecznych, np. groźących poparzeniem lub wybuchem przy obsłudze pieca hutniczego.

Zaproponowane rozwiązanie jest ważną alternatywą dla robotów noszonych (egzoszkieletów) przeznaczonych do wspomaganiania w wykonywaniu prac fizycznych. Zastosowanie koncepcji teleobecności do sterowania dwuramiennym robotem charakteryzuje się istotnymi zaletami w stosunku do robota noszonego typu egzoszkielet:

- bezpieczeństwo: operator nie jest zagrożony nieprawidłowym działaniem robota, możliwością przewrócenia się robota czy też

obecnością czynników szkodliwych w miejscu pracy robota;

- ergonomia: operator nie jest ograniczony przez egzoszkielet, ponadto w każdej chwili może zrobić przerwę w pracy bez konieczności czasochłonnego procesu wychodzenia i ponownego wchodzenia do egzoszkieletu;
- możliwość kontroli wielu robotów mobilnych, przełączanie się operatora pomiędzy różnymi robotami (daje to możliwość kontynuowania pracy za pośrednictwem drugiego robota);
- koszt budowy zdalnie sterowanego robota powinien być wielokrotnie niższy (nawet o kilka rzędów wielkości) od robota typu egzoszkielet,
- robot mobilny może być znacznie mniejszy (nie zawiera dużych elementów egzoszkieletu montowanych na operatorze), więc powinien lepiej przemieszczać się w pomieszczeniach przewidzianych dla ludzi;
- energooszczędność i wydajność, dłuższy czas pracy bez konieczności ładowania baterii: robot mobilny nie musi dźwigać ciała operatora;
- możliwość łatwego dostosowania do terenu, w którym powinien poruszać się robot, poprzez zastosowanie różnych platform mobilnych: kołowej, gąsienicowej, dwunożnej, wielonożnej (np. typu *hexapod*).

Przykładem praktycznego zastosowania robotów dwuramiennych są roboty współpracujące (*collaborative robots*) z człowiekiem, wspomagające go przy wykonywaniu stosunkowo prostych czynności manualnych. Jednakże pomimo tego, że wiele robotów współpracujących też jest wyposażonych w dwa ramiona, zakres zastosowania proponowanego rozwiązania jest zupełnie inny. W przeciwieństwie do planowanego do przygotowania urządzenia, większość robotów współpracujących

Trwałość to jeden z warunków który rozumiemy naprawdę dobrze

Prowadniki Nylonowe

Zaprojektowane na lata



Prowadniki Robot

Odwijanie długi czas



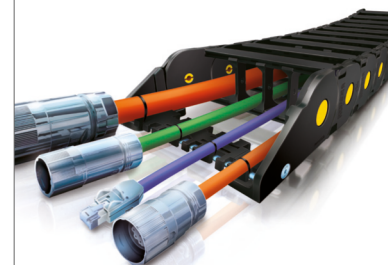
Prowadniki Stalowe

Lekkie ale bardzo bardzo mocne



TotalChain

Kompletacja dla każdej aplikacji



NOWIMEX

www.nowimex.com.pl
info@nowimex.com.pl

(takich jak: ABB Yumi, Kawada Nextage, Rethink Robotics Baxter lub Yaskawa Motoman) jest stacjonarna i charakteryzuje się stosunkowo małym udźwigniem (np. w przypadku robota Yumi początkowa wartość 0,5 kg – przy osi robota – maleje do 0,3 kg już po odsunięciu końcówki robota od jego osi o około 8 cm), co w dniu dzisiejszym znacząco ogranicza jego zastosowanie do przenoszenia (lub np. podawania człowiekowi) stosunkowo małych i lekkich przedmiotów. Ponadto roboty współpracujące nie mogą zastąpić człowieka w pracy w strefie niebezpiecznej, co jest celem wykorzystania zdalnie sterowanego mobilnego robota. Nie są one przystosowane do teleoperacji. Nie bez znaczenia jest również wysoka cena tego typu urządzeń, znacząco przewyższająca cenę komponentów niezbędnych do zbudowania ramion robota.

Zakłada się, że planowany do zbudowania robot będzie stosowany przede wszystkim w pracach fizycznych związanych z przenoszeniem i/lub układaniem obiektów, czyli np. robotnicy wykonujący prace proste w transporcie i proste prace magazynowe, których obejmuje kategoria 933 „Robotnicy pomocniczy transportu i prac magazynowych” wymieniona w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 7 sierpnia 2014 r. w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy oraz zakresu jej stosowania.

Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu wieloletniego programu „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017–2019 w zakresie prac naukowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.


Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Literatura

- [1] KRISTOFFERSSON, CORADESCHI, LOUTFI: *A Review of Mobile Robotic Telepresence*. Advances in Human-Computer Interaction, Volume 2013, 902316, 17 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/902316>, 2013.
- [2] VALOIS, HERMAN, BARES, RICE: *Remote operation of the Black Knight unmanned ground combat vehicle*. Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering 6962, art. no. 69621A 2008.
- [3] CHINTAMANI, OVERGAARD, TAN, ELLIS, PANDYA: *Physically-based augmented reality for remote robot teleoperation: Applications in training and simulation*. IIE Annual Conference and Expo 2008, pp. 977–982 2008.
- [4] LIN, QINGPING, KUO, CHENGI: *Virtual tele-operation of underwater robots*. 1997 Proceedings – IEEE International Conference on Robotics and Automation 2, pp. 1022–1027, 1997.

- [5] HAINSWORTH: *Teleoperation User Interfaces for Mining Robotics*. Autonomous Robots 11, 19–28, 2001.
- [6] SHERIDAN T.B.: *Telerobotics*. Automatica, Vol 25, no 4, pp. 1–20, 1989.
- [7] LICHIARDOPOL S.: *A Survey on Teleoperation*. DCT report. Technische Universiteit Eindhoven. Department Mechanical Engineering. Dynamics and Control Group. Eindhoven, December, 2007.
- [8] STASSEN H.G., SMETS G.J.E.: *Telemanipulation and telepresence*. Control Engineering Practice, Vol 5, no 3, pp. 364–375, 1997.

Dr hab. inż. Andrzej Grabowski, profesor CIOP-PIB – w swojej pracy prowadzi badania dotyczące wykorzystania rzeczywistości wirtualnej w różnych dziedzinach m.in.: szkoleń, funkcjonowania poznawczego, teleobecności i teleoperacji oraz wspomaganie rehabilitacji. Równolegle prowadzone są prace nad rozwojem technik VR, w laboratorium opracowywane są np. symulatory pojazdów, bezprzewodowe gogle VR typu HMD, bezprzewodowe rękawice VR z siłowym sprzężeniem zwrotnym i wizyjne systemy pomiarowe typu motion capture.

 dr hab. inż. Andrzej Grabowski, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

artykuł recenzowany

reklama

INNOFORM®

2. Międzynarodowe Targi Kooperacyjne Przemysłu Narzędziowo-Przetwórczego
24-26 kwietnia 2018, Bydgoszcz

Organizatorzy:



www.innoform.pl

Przemysł
w najlepszej
formie



Spółdzielnia energetyczna – generacja rozproszona metodą na zwiększenie efektywności energetycznej na obszarach miejskich

Robert Wójcicki

1. Wstęp

Polski rynek energii elektrycznej jest w większości homogenicznym, scentralizowanym rynkiem, na którym prym wiodzie generacja energii elektrycznej w wielkich blokach wykorzystujących paliwa kopalne – w około 90% jest to węgiel kamienny i brunatny. Utrzymując taką strukturę wytwarzania, kładzie się nacisk na sprawność generacji energii w nowych blokach węglowych, jednakże zapomina się o stratach przesyłowych energii elektrycznej do odbiorców końcowych oraz o braku możliwości zagospodarowania ogromnych ilości ciepła uwalnianego w większości do wód powierzchniowych oraz atmosfery. Zupełnie innym modelem wytwarzania jest model oparty o rozproszoną generację OZE (Odnawialne Źródła Energii) [5, 7] i uzupełniającą ją kogenerację biogazową, gazową lub dieslowską. W takim modelu rozproszone źródła energii elektrycznej znajdują się w sąsiedztwie odbiorców, co eliminuje potrzebę przesyłania energii na duże odległości wraz ze związanymi z tym stratami oraz kosztami. Kolejnym pozytywnym aspektem staje się możliwość wykorzystania ciepła odpadowego, pochodzącego ze stosunkowo niewielkich źródeł umiejscowionych w pobliżu potencjalnych odbiorców ciepła i chłodu. Wykorzystanie źródeł OZE nie tylko zmniejsza emisję szkodliwych substancji do atmosfery, lecz pozwala również na osiągnięcie konkurencyjnych cen energii elektrycznej [7, 9]. Wyniki aukcji nr AZ/1/2017 z dnia 29 czerwca 2017 r. na energię ze źródeł OZE wskazują na ukształtowanie się poziomu cenowego energii pochodzącej ze źródeł fotowoltaicznych między

Streszczenie: Niniejszy artykuł omawia tematykę wykorzystania rozproszonej generacji energii elektrycznej na terenach miejskich przez spółdzielnie energetyczne tworzące wirtualne elektrownie w obrębie wielorodzinnych budynków mieszkalnych, użytkowanych przez mieszkańców spółdzielni lub wspólnot mieszkaniowych. W pierwszej części przedstawiono koncepcję i zasady funkcjonowania takich podmiotów jako integratorów na rynku energii elektrycznej, agregujących pobór

odbiorców indywidualnych oraz wykorzystujących źródła OZE, kogenerację lub trigenerację gazową. W drugiej części skupiono się na badaniach wykorzystania instalacji fotowoltaicznych przez spółdzielnię energetyczną, analizując wykorzystanie wygenerowanej energii elektrycznej w zależności od zainstalowanej mocy źródła pv i parametrów usługi net-meteringu.

Słowa kluczowe: spółdzielnia energetyczna, generacja rozproszona, fotowoltaika, kogeneracja, net-metering

🇬🇧 THE COMMUNITY MICROGRID AS A VIRTUAL POWER PLANT ON MULTIFAMILY RESIDENTIAL AREAS

Abstract: This article discusses the idea of distributed generation of electricity on multifamily residential areas by community microgrids which are creating virtual power plants. The first part presents the concept and principles of these entities which could be integrators on the energy market, aggregating the consumption of individual consumers and using renewable energy sources, cogeneration or gas trigeneration. The second part includes

simulation research on the usage of photovoltaic installations by the community microgrids, analyzing the consumption of generated electricity, depending on the installed power of the PV source and the parameters of the net-metering services.

Keywords: community microgrids, distributed generation, photovoltaics, combined heat and power generation, net-metering

195 PLN/MWh a 399 PLN/MWh, gdzie średnia cena zakupu energii wyniosła 373 PLN/MWh. Analizując tendencje na rynku OZE, należy się spodziewać, że w najbliższych latach ceny te będą spadać, i obecnie można je przyjąć jako ceny maksymalne. Porównując uzyskane podczas aukcji poziomy cenowe energii ze średnią ceną sprzedaży energii

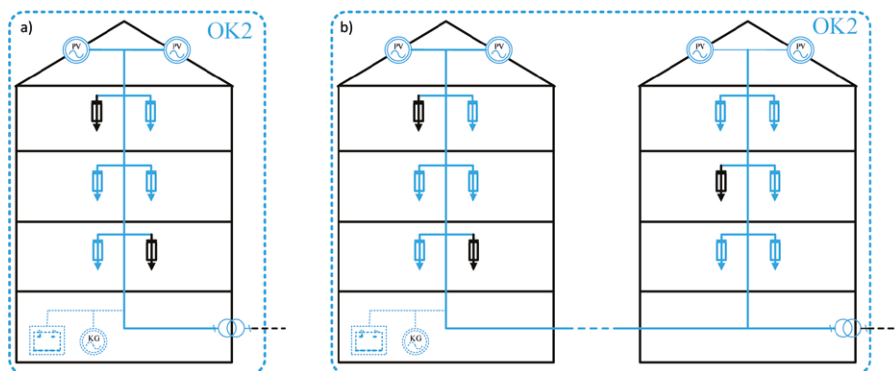
elektrycznej, na rynku konkurencyjnym w III kwartale 2017 wynoszącą 168 PLN/MWh, można uznać, że źródła OZE nie osiągnęły jeszcze paritetu cenowego w modelu rynku opartym na „miedzianej płycie”, jednak po uwzględnieniu kosztów opłat systemowo-sieciowych, które ponoszą odbiorcy, rzeczywisty koszt zakupu energii elektrycznej przez

użytkowników końcowych kształtuje się na poziomie 650 PLN/MWh, dla którego rozproszona energetyka OZE już dziś jest konkurencyjna względem energetyki WEK (Wielkoskalowej Energetyki Korporacyjnej). Uchwalona w 2016 roku Ustawa o OZE wprowadza nowe rozwiązania, definiując takie podmioty, jak prosumenci, spółdzielnie i klastry energetyczne, tworząc tym samym ramy prawne dla funkcjonowania nowych podmiotów wykorzystujących zalety generacji rozproszonej.

2. Spółdzielnie energetyczne na obszarach miejskich w obrębie budownictwa wielorodzinnego (spółdzielnie, wspólnoty mieszkaniowe)

Naturalną technologią wytwórczą na terenach miejskich jest technologia fotowoltaiczna, wykorzystująca panele instalowane na dachach budynków. Takie instalacje nie wymagają dodatkowych terenów, nie powodują degradacji środowiska naturalnego lecz pozwalają w maksymalnym stopniu wykorzystać obszary zajęte już przez budownictwo mieszkalne, usługowe, czy przemysłowe. Spółdzielnie energetyczne mogą korzystać również z mikroelektrowni wiatrowych, pomp ciepła oraz innych rozwiązań. W przypadku istnienia sieci gazowniczej lub możliwości zainstalowania zbiorników na gaz płynny, źródła OZE mogą współpracować z systemem kogeneracji i trigeneracji gazowej. Technologiom tym sprzyja duże zagęszczenie odbiorców energii elektrycznej oraz ciepła (chłodu) potrzebnego do ogrzewania (chłodzenia) budynków i c.w.u. (cieplej wody użytkowej), zwłaszcza na obszarach pozbawionych dostępu do miejskiej sieci ciepłowniczej.

Uproszczony schemat spółdzielni energetycznej na obszarach miejskich przedstawia rys. 1. Do przedstawionego na schemacie budynku (zespołu budynków, obiektów wspólnoty, spółdzielni mieszkaniowej itp.) doprowadzono publiczną sieć SN. Obiekt został wyposażony w stację transformatorową SN/nN i wewnętrzną sieć nN, do której są przyłączeni odbiorcy, w tym członkowie spółdzielni energetycznej. Punkt przyłączeniowy spółdzielni energetycznej (PPE – Punkt Poboru Energii) znajduje



Rys. 1. Spółdzielnia energetyczna na obszarach miejskich wraz z jej osłoną kontrolną OK2:

a) w obrębie jednego budynku; b) w obrębie wielu budynków

się na styku sieci publicznej zarządzanej przez operatora OSD (Operatora Systemu Dystrybucyjnego) oraz sieci prywatnej, zarządzanej przez spółdzielnię. Infrastruktura energetyczna spółdzielni, oprócz źródła wytwórczego, może być dodatkowo wyposażona w opcjonalny, pełniący dwojaką rolę, zasobnik akumulatorowy lub gazowe źródło kogeneracyjne (trigeneracyjne), wykorzystywane również do ogrzewania (chłodzenia) budynków lub c.w.u. Zasobnik akumulatorowy może pełnić rolę magazynu energii elektrycznej wygenerowanej w źródle pv (fotowoltaicznym), umożliwiając wykorzystanie jej w późniejszym okresie (np. w szczycie wieczornym). Może też pełnić rolę stabilizującą redukując, do poziomu określonego przez ograniczenia sieciowe moc wprowadzaną przez źródło pv do sieci w przypadkach, gdy generacja ze źródła pv przewyższa bieżące zapotrzebowanie odbiorców. Źródło kogeneracyjne z zasobnikiem ciepła może pełnić rolę źródła bilansującego-regulacyjnego, umożliwiającego pracę całego systemu w trybie *semi off-grid*. Infrastruktura techniczna spółdzielni energetycznej (źródła wytwórcze, magazyny energii, odbiorcy) objęta jest węzłową osłoną kontrolną OK2 (konceptcja osłon kontrolnych została szerzej omówiona w [3, 1]), która wydziela granice spółdzielni energetycznej i odseparowuje ją od środowiska zewnętrznego oraz sieci KSE (Krajowy System Elektroenergetyczny).

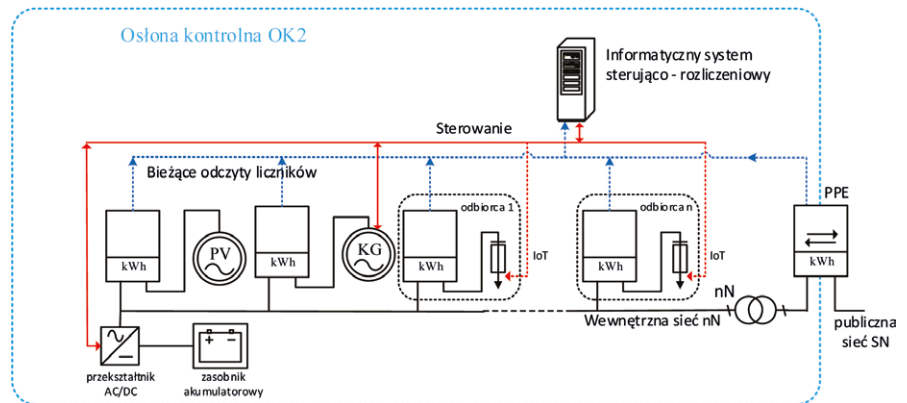
Potencjalnymi inwestorami w prywatną infrastrukturę wytwórczą w obrębie budownictwa wielorodzinnego są wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe.

Podmioty te, przyłączone do sieci SN, mogą dodatkowo stać się integratorami wykorzystującymi taryfę B i rozliczać się z zewnętrznym dostawcą energii elektrycznej oraz usług systemowo-sieciowych, korzystając z taryfy B, natomiast członków spółdzielni rozliczać wg własnych stawek. Członkowie spółdzielni (rys. 1, kolor niebieski) mogą pobierać energię elektryczną z następujących źródeł: 1) fotowoltaiki, 2) jeśli zostały zainstalowane, z opcjonalnych zasobników akumulatorowych lub źródła kogeneracyjnego, 3) z KSE, rozliczając opłaty za pośrednictwem spółdzielni – integratora. W pierwszych dwóch przypadkach odbiorcy nie są obciążani opłatami systemowo-sieciowymi, gdyż przepływ energii odbywa się w obrębie węzłowej osłony kontrolnej OK2, która obejmuje prywatną infrastrukturę spółdzielni. W okresach deficytów, w których własne źródła nie pokrywają potrzeb energetycznych spółdzielni, energia pobierana z systemu KSE obciążana jest opłatami systemowo-sieciowymi obowiązującymi dla taryfy B lub wymieniana w barterze z wykorzystaniem net-meteringu (obecne przepisy nie obejmują net-meteringiem spółdzielni energetycznych). Pozostali odbiorcy (kolor czarny), nienależący do spółdzielni energetycznej, pobierają energię elektryczną wg dotychczasowych zasad, ponosząc pełne opłaty systemowo-sieciowe oraz opłaty za pobraną energię zgodnie z zapisami taryfy G.

Rys. 2 przedstawia schemat infrastruktury technicznej spółdzielni energetycznej. Na styku osłony kontrolnej i publicznej sieci dystrybucyjnej SN

zainstalowany jest dwukierunkowy licznik, umożliwiający rozliczanie ze sprzedawcą energii elektrycznej zakupionej oraz wyeksportowanej poza osłonę kontrolną OK2. Urządzenie pomiarowe w tym punkcie jest również źródłem danych dla systemu teleinformatycznego spółdzielni, przekazując dane o bieżącym przepływie energii w punkcie PPE spółdzielni i tym samym umożliwiając prowadzenie usług bilansująco-regulacyjnych wewnątrz OK2. Wnętrze osłony kontrolnej OK2, tj. prywatna sieć spółdzielni energetycznej, widziana jest przez operatora OSD jako czarna skrzynka, opomiarowana w punkcie PPE dwukierunkowym licznikiem energii elektrycznej. Gdy źródła spółdzielni pokrywają część zapotrzebowania, wtedy przepływ energii wewnątrz OK2, np. energia przepływająca ze źródła pv do odbiorców, nie jest rejestrowany przez licznik operatora OSD i tym samym nie jest dla niego widoczny – widoczne jest tylko zmniejszenie poboru energii w punkcie PPE. Gdy generacja źródeł spółdzielni przekracza bieżące zapotrzebowanie, wtedy nadmiar energii ponad bieżące zapotrzebowanie wprowadzany jest do sieci publicznej, co rejestruje dwukierunkowy licznik energii elektrycznej operatora OSD, wskazując w tym okresie zerowy pobór energii.

Infrastruktura teleinformatyczna spółdzielni obejmuje również opomiarowanie źródeł wytwórczych oraz odbiorców. Obiekty te wyposażone są w liczniki energii elektrycznej ze zdalnym odczytem, umożliwiające odczyt m.in. takich parametrów, jak energia pobrana i wygenerowana, moc poboru, moc generacji, prądy, napięcia itd. Dane te mogą służyć spółdzielni – integratorowi nie tylko do prowadzenia usług



Rys. 2. Schemat infrastruktury technicznej spółdzielni energetycznej.

PV – źródło fotowoltaiczne; KG – źródło kogeneracyjne; kWh – licznik energii elektrycznej

bilansująco-regulacyjnych, lecz również do optymalizacji pracy źródeł wytwórczych, optymalizacji kosztów zakupu i wytwarzania energii, kształtowania cen energii elektrycznej w taryfie dynamicznej oraz rozliczania poboru energii przez odbiorców. Spółdzielnia energetyczna może pracować w wielu konfiguracjach sprzętowych. W najprostszej spółdzielnia wyposażona jest przykładowo tylko w fotowoltaiczne źródło wytwórcze, które częściowo pokrywa roczne zapotrzebowanie odbiorców. W takiej konfiguracji nie jest możliwe prowadzenie usług regulacyjno-bilansujących czy praca w trybie *off-grid*, lecz tylko zmniejszenie ilości energii zakupionej od dostawców. Kolejną możliwością jest rozszerzenie funkcji integratora o optymalizację zakupów energii z wykorzystaniem taryf strefowych. Zastosowanie zdalnego sterowania odbiornikami przez system teleinformatyczny spółdzielni z wykorzystaniem technologii IoT (ang. *Internet of Things*) może poprawić skuteczność optymalizacji taryfowej oraz stopień wykorzystania

energii generowanej we własnym źródle pv. Przykładowo, możliwe jest przesunięcie poboru w czasie, realizowane poprzez zdalne uruchamianie urządzeń sterowalnych (np. elektryczne ogrzewanie c.w.u., pralki, zmywarki itp.) na okres występowania nadwyżek energii generowanej w źródle pv lub obowiązywania niskich cen energii. Dalsze rozszerzenie funkcjonalności spółdzielni obejmuje wprowadzenie usług bilansująco-regulacyjnych, które docelowo mogą zapewnić utrzymanie trybu *semi off-grid*, czyli zerowych przepływów energii w punkcie PPE spółdzielni w okresach, gdy jest to opłacalne. Aby osiągnąć tryb pracy *semi off-grid*, niezbędne jest zastosowanie źródeł regulacyjno-bilansujących (np. kogeneracyjnych z zasobnikami ciepła, zasobników akumulatorowych), systemu teleinformatycznego umożliwiającego sterowanie i bilansowanie wewnętrznego popytu z podażą energii.

Rys. 3 przedstawia przykładowy bilans mocy wewnątrz osłony OK2 spółdzielni energetycznej o rocznym zapotrzebowaniu na energię elektryczną w wysokości

reklama



siłomierze (5N ÷ 200kN)
momentomierze (2 ÷ 500Nm)
statywy z napędem (do 500N)
akcesoria

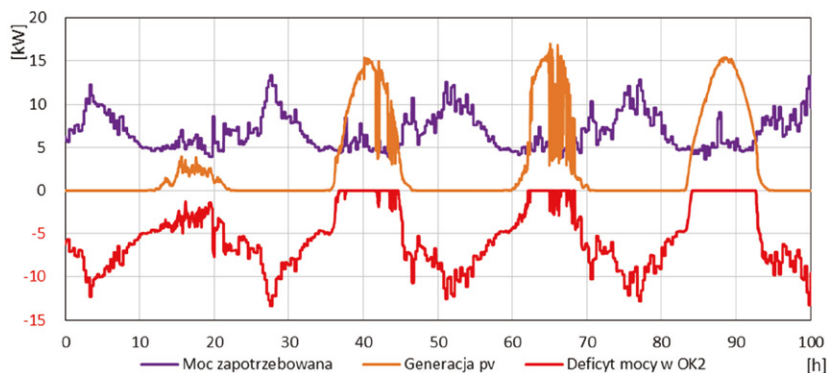
www.axis.pl

Producent: AXIS Sp. z o.o. • 80-125 Gdańsk, ul.Kartuska 375B • tel. (+48) 58 320 63 01 ... 03

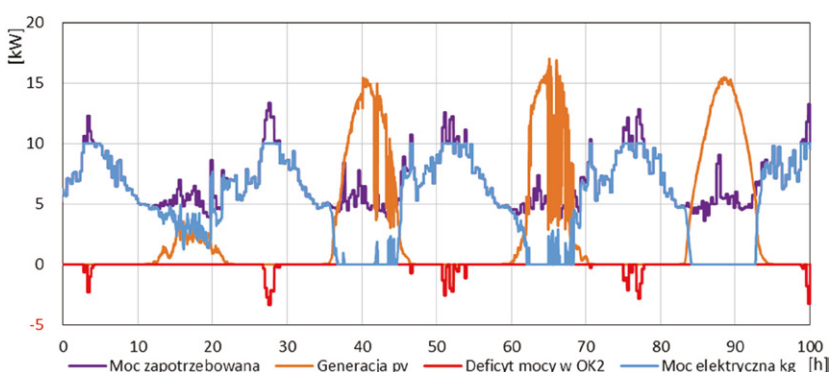
60 MWh, w której zainstalowano fotowoltaiczne źródło wytwórcze o mocy znamionowej 20 kW. Kolorem fioletowym zaznaczono moc zapotrzebowaną przez odbiorniki znajdujące się wewnątrz OK2, kolorem pomarańczowym generację energii w źródle fotowoltaicznym, natomiast kolorem czerwonym wielkość deficytu mocy w punkcie PPE, która musi być pokryta poprzez zakup energii od sprzedawcy. Na rysunku widać, że fotowoltaiczne źródło wytwórcze nie jest w stanie pokryć dobowego zapotrzebowania na energię, lecz tylko zmniejsza jej pobór w pewnym zakresie.

W celu pokrycia większej części zapotrzebowania na energię lub wprowadzenia w spółdzielni energetycznej usług bilansująco-regulacyjnych wymagane jest zastosowanie dodatkowych urządzeń, jak np. zasobnika akumulatorowego czy systemu kogeneracji. Ze względu na ograniczoną pojemność i wysoką cenę zasobnik akumulatorowy może pozwolić na prowadzenie krótkookresowych usług bilansująco-regulacyjnych, magazynując energię w okresach nadwyżek generacji i wprowadzając energię do sieci w późniejszym czasie. W ten sposób można zmniejszyć zapotrzebowanie na energię np. w okresach szczytowych, gdy u zewnętrznych dostawców obowiązują najwyższe ceny. Większe możliwości daje zastosowanie systemu kogeneracji/trigeneracji gazowej bądź dieslowskiej w połączeniu z systemem magazynowania ciepła/chłodu.

Rys. 4 przedstawia przykładowy bilans mocy wewnątrz osłony kontrolnej OK2 spółdzielni energetycznej, w której zastosowano fotowoltaiczne źródło wytwórcze o mocy 20 kW oraz system regulowanej kogeneracji gazowej (z zasobnikiem ciepła) o maksymalnej mocy elektrycznej 10 kWe. Kolorem niebieskim zaznaczono bieżącą moc elektryczną kogeneratora. Na wykresie widać, że w przedstawionym odcinku czasu spółdzielnia energetyczna w większości pokrywa zapotrzebowanie na energię elektryczną z własnych źródeł wytwórczych, a sieć publiczna uzupełnia niewielkie niezbilansowania mocy w okresach szczytowego zapotrzebowania. W takiej konfiguracji, w zależności od dobranych mocy urządzeń, możliwe jest przejście z systemu *on-grid*, przez *semi off-grid*, gdzie sieć publiczna staje



Rys. 3. Bilans mocy w OK2 spółdzielni energetycznej wyposażonej w źródła pv



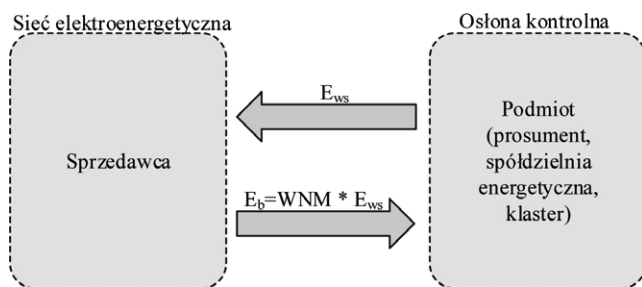
Rys. 4. Bilans mocy w OK2 spółdzielni energetycznej wyposażonej w źródła fotowoltaiczne i kogeneracyjne

się *backupem*, aż do systemu *off-grid* umożliwiającego całkowite odłączenie się od sieci (najtrudniejsza opcja). Obecnie celowe wydaje się zastosowanie systemu *semi off-grid*, w którym energia jest pobierana z sieci publicznej wtedy, kiedy jest to opłacalne – gdy koszty zakupu energii elektrycznej z KSE (wraz z opłatami systemowo-sieciowymi) są niższe od kosztów generacji we własnych źródłach oraz w przypadkach awarii własnej infrastruktury. Kogeneracja, oprócz zapotrzebowania na energię elektryczną, może pokryć w całości lub częściowo zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku oraz c.w.u., przyczyniając się do ograniczenia emisji oraz zwiększenia efektywności wykorzystania paliw kopalnych. Dobór mocy systemu kogeneracji/trigeneracji powinien być przeprowadzony w taki sposób, aby możliwe było zagospodarowanie ciepła wytwarzanego podczas generacji energii elektrycznej.

3. Net-metering

Net-metering jest usługą umożliwiającą wymianę barterową energii elektrycznej wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej przez podmiot (prosumenta, spółdzielnię energetyczną, klaster energii) z energią elektryczną pobraną przez ten podmiot w innym czasie. Na rys. 5 przedstawiono ogólną koncepcję net-meteringu.

Podmiot posiadający umowę kompleksową ze sprzedawcą, może wprowadzić energię elektryczną (E_{ws}) do sieci publicznej, poza swoją osłoną kontrolną (OK1, OK2 lub OK3 [3]), a następnie w innym czasie pobrać energię z sieci i wprowadzić do własnej osłony kontrolnej jako energię bilansowaną E_b , skorygowaną przez wartość współczynnika WNM (współczynnik *net-meteringu*). Podmiotem tym może być prosument, spółdzielnia energetyczna, klaster energii lub inny podmiot, posiadający własne źródła wytwórcze i zawartą ze sprzedawcą



Rys. 5. Net-metering – ogólna koncepcja

umowę obejmującą net-metering. Rozliczenie opłaty systemowo-sieciowej za energię pobieraną w net-meteringu (E_b) przeniesione jest na sprzedawcę, który rozlicza ją z operatorem OSD. Czas, w którym takie rozliczenie barterowe może być dokonane, ograniczony jest do ustalonego okresu bilansowania (w Ustawie o OZE 365 dni), a współczynnik net-meteringu WNM ogranicza energię elektryczną odbieraną w barterze w stosunku do energii wprowadzonej do sieci. Obecne prawodawstwo nie przewiduje zastosowania net-meteringu dla spółdzielni energetycznych, lecz tylko dla instalacji prosumenckich o mocy elektrycznej do 40 kW (obecnie wg Ustawy o OZE dla mikroinstalacji prosumenckich o mocach znamionowych poniżej 10 kW WNM = 0,8; dla mikroinstalacji o mocach od 10 do 40 kW WNM = 0,7). Jednakże w przyszłości sytuacja prawna spółdzielni energetycznych może ulec zmianie, stąd celowe jest prowadzenie badań z uwzględnieniem tej usługi.

4. Spółdzielnia energetyczna i źródło fotowoltaiczne – badania symulacyjne

Niżej przedstawiono wyniki badań symulacyjnych dla spółdzielni energetycznej wyposażonej w fotowoltaiczne źródło wytwórcze.

4.1. Założenia

4.1.1. Model spółdzielni energetycznej

Podczas badań zastosowano model spółdzielni energetycznej przedstawiony na rys. 2, bez uwzględnienia modułu kogeneracji, zasobnika akumulatorowego oraz sterowania poborem. Model źródła pv zasilono minutowym rocznym profilem generacji energii elektrycznej, pochodzącym z rzeczywistego źródła fotowoltaicznego, natomiast pobór zasymulowano za pomocą rzeczywistego 15-minutowego profilu poboru energii przez zagregowanych odbiorców indywidualnych. Profile przeskalowano tak, aby roczna generacja i pobór spełniały przyjęte założenia. Podczas symulacji przyjęto niezmodyfikowany naturalny profil poboru bez uwzględnienia elastyczności popytu – wpływu taryfy dynamicznej na odbiorców czy zastosowania przez odbiorców sterowania odbiornikami (IoT) w celu poprawy bilansu energetycznego spółdzielni. Model dwukierunkowego licznika energii elektrycznej, zainstalowanego w punkcie PPE spółdzielni, zliczał energię wprowadzoną do sieci i pobraną z sieci. Różnica pomiędzy energią wygenerowaną a wprowadzoną do sieci publicznej stanowi energię zużytą bezpośrednio wewnątrz osłony kontrolnej OK2 (tabela 1).

4.1.2. Budynki oraz zapotrzebowanie na energię elektryczną

Spółdzielnia energetyczna obejmuje typowy sześciokondygnacyjny blok mieszkalny o następujących parametrach [11]: powierzchnia zabudowy budynku 307 m², powierzchnia ogrzewana 1624 m² (w tym lokali mieszkalnych 1189 m²), kubatura części ogrzewanej 4078 m³, moc cieplna systemu grzewczego 71 kW, moc cieplna na przygotowanie c.w.u. 6 kW, roczne zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu 95 MWh, roczne zużycie energii na potrzeby c.w.u. 48 MWh, wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu 59 kWh/m²/rok. W każdym budynku znajduje się 30 lokali mieszkalnych. Wg GUS [1] średnie roczne zużycie energii elektrycznej dla gospodarstwa domowego w mieście w 2015 r. wynosiło 2 MWh, przyjęto więc roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną odbiorców indywidualnych jednego wielorodzinnego budynku mieszkalnego, obejmującego 30 lokali mieszkalnych, na 60 MWh.

4.1.3. Źródło wytwórcze

Maksymalna możliwa do zainstalowania moc dachowego źródła fotowoltaicznego zależy od takich parametrów dachu, jak powierzchnia, nachylenie, zacienienie, oraz od sprawności zastosowanych paneli pv. W optymistycznej konfiguracji, przyjmując, że dach jest jednospadowy bez zacienienia, stosując panele pv o wysokiej wydajności (np. moduły Panasonic VBHN330SJ47 o mocy 330 W), na dachu budynku o powierzchni zabudowy 307 m² możliwe jest zainstalowanie fotowoltaiki o mocy nawet do około 55 kW. Zwiększenie mocy instalacji fotowoltaicznej możliwe jest poprzez wykorzystanie dodatkowych powierzchni, jak np. elewacji budynku, zadaszonych parkingów, garaży itp. Jednak w przypadku mniej korzystnych warunków przeciętny budynek o powierzchni zabudowy 307 m² może pozwolić na zainstalowanie dachowego źródła fotowoltaicznego o mocy około 20 kW [8]. W związku

Tabela 1. Roczny bilans energetyczny spółdzielni energetycznej

Moc pv [kW]	Energia [MWh]				Energia zakupiona [MWh]			
	Wygenerowana	Zużyta w OK2	Wprowadzona do sieci	Pobrana z sieci	WNM			
					0	0,5	0,7	1,0
10	9,8	8,4	1,4	51,6	51,6	50,9	50,6	50,2
20	19,7	11,6	8,1	48,4	48,4	44,3	42,7	40,3
30	29,7	13,3	16,4	46,7	46,7	38,5	35,2	30,3
40	36,4	15,2	21,2	44,9	44,9	33,0	28,0	20,4
60	59,5	15,9	43,6	44,1	44,1	22,3	13,6	0,5

z powyższymi założeniami dla poszczególnych scenariuszy badań przyjęto, że budynek wyposażony jest w źródło fotowoltaiczne o następujących mocach znamionowych: 10, 20, 30, 40 oraz 60 kW.

4.1.4. Net-metering

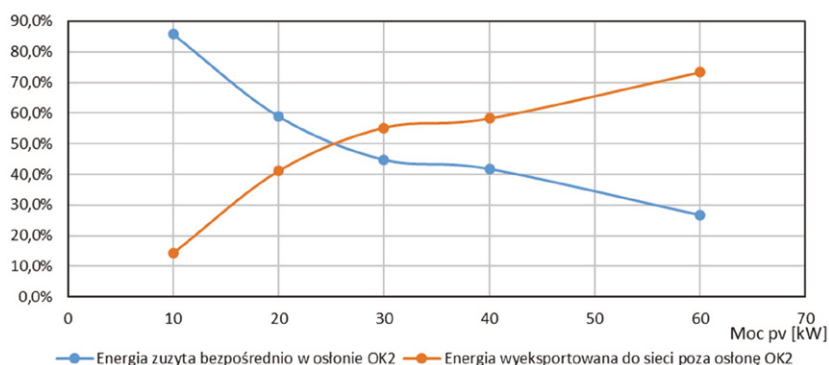
Badania przeprowadzono dla następujących wartości współczynników net-meteringu: 0 (stan obecny – brak net-meteringu dla spółdzielni energetycznych), 0,5, 0,7 (współczynnik obowiązujący obecnie dla instalacji prosumenckich o mocy powyżej 10 kW) oraz 1,0.

4.2. Wyniki

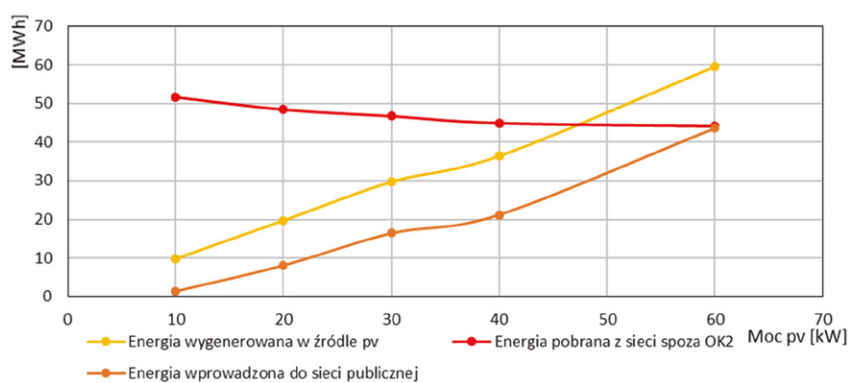
Tabela 1 zawiera wyniki badań symulacyjnych, przedstawiające roczny bilans energetyczny analizowanej spółdzielni energetycznej w zależności od mocy zainstalowanej instalacji pv.

Część energii wygenerowanej w źródle pv została bezpośrednio zużyta przez odbiorniki znajdujące się wewnątrz osłony OK2, natomiast nadmiary zostały wprowadzone do sieci publicznej. Rys. 6 przedstawia odsetek wygenerowanej energii, bezpośrednio zużytej przez odbiorniki wewnątrz osłony OK2, oraz energii wprowadzonej do sieci publicznej w zależności od mocy instalacji fotowoltaicznej. Można na nim zauważyć, że dla instalacji pv generującej energię elektryczną porównywalną z 16% rocznego zapotrzebowania (np. moc pv 10 kW na 60 MWh rocznego zapotrzebowania) ponad 85% wygenerowanej energii używana jest bezpośrednio przez odbiorców, natomiast tylko niecałe 15% wprowadzane jest do sieci publicznej. Wraz ze wzrostem mocy instalacji fotowoltaicznej stosunek energii spożytkowanej bezpośrednio przez odbiorców spółdzielni do energii wprowadzanej do sieci maleje. Dla źródła pv o mocy umożliwiającej wygenerowanie energii porównywalnej z 33%, 50%, 61% oraz 100% rocznego zapotrzebowania spółdzielni odbiorcy zużywają bezpośrednio około 60%, 45%, 42% i 27% wygenerowanej energii odpowiednio, a reszta wprowadzana jest do sieci.

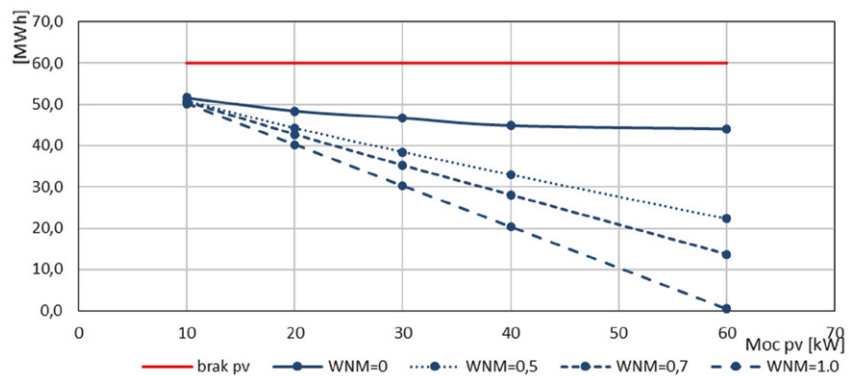
W okresach, w których moc źródła pv nie wystarczała do zaspokojenia potrzeb odbiorców, lub w okresach, w których generacja nie występowała,



Rys. 6. Procent energii wygenerowanej w źródle pv i zużytej wewnątrz OK2 oraz wprowadzonej do sieci publicznej



Rys. 7. Wygenerowana energia zużyta wewnątrz OK2 i wprowadzona do sieci publicznej



Rys. 8. Energia zakupiona przez spółdzielnię energetyczną w zależności od mocy instalacji pv i współczynnika net-meteringu

zapotrzebowana energia była pobierana z sieci publicznej. Rys. 7 przedstawia zależność pomiędzy mocą instalacji pv a energią wygenerowaną, wprowadzoną do oraz pobraną z sieci publicznej. Można zauważyć, że przy znacznym wzroście mocy instalacji pv energia pobierana z sieci spada tylko nieznacznie, a większość wygenerowanej energii

wprowadzana jest poza osłonę OK2. Sytuację tę może zmienić zastosowanie zasobników akumulatorowych lub inteligentnego sterowania poborem tak, by w jak największym stopniu wykorzystać energię wygenerowaną w źródle pv.

Usługa net-meteringu, dostępna dziś dla prosumenatów, pozwala im na zmniejszenie kosztów zakupu energii

elektrycznej. Aby zwiększyć dynamikę przemian na polskim rynku energii, taki mechanizm może w przyszłości znaleźć również zastosowanie dla spółdzielni energetycznych. Rys. 8 przedstawia energię zakupioną przez spółdzielnię energetyczną w zależności od współczynnika net-meteringu oraz mocy zainstalowanej instalacji pv. Czerwoną linią zaznaczono roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną odbiorców należących do analizowanej spółdzielni. Na potrzeby obliczeń założono roczny okres bilansowania net-meteringu. Wprowadzenie net-meteringu jest szczególnie istotne dla tych spółdzielni, które mają możliwość zainstalowania na tyle dużych źródeł pv, aby mogły pokryć znaczącą część rocznego zapotrzebowania na energię.

5. Podsumowanie

Zmiany na krajowym rynku energii elektrycznej dotyczą m.in. pojawienia się nowych podmiotów, takich jak prosumenci, spółdzielnie i klastry energetyczne. Obecnie w Polsce zarejestrowano ponad 20 tys. mikroinstalacji prosumenckich, natomiast spółdzielnie i klastry energetyczne znajdują się na początkowym etapie rozwoju, lecz są one podmiotami, które znacząco mogą poprawić efektywność energetyczną w Polsce [6]. Naturalną technologią OZE na terenach miejskich jest technologia fotowoltaiczna ze źródłami pv instalowanymi na dachach budynków. Energia elektryczna, wygenerowana w źródłach pv spółdzielni, zużywana będzie przez lokalnych odbiorców, a niewykorzystane nadmiary mogą zostać wprowadzone do sieci publicznej. Większość nadmiarów energii generowana będzie w okresie szczytu okołopołudniowego i po wprowadzeniu jej do sieci będzie zużywana przez odbiorców w najbliższej okolicy, odcinając tym samym KSE w najtrudniejszych okresach [10].

Poza przedstawionymi koncepcjami budowy spółdzielni energetycznych w oparciu o źródła OZE oraz lokalne operatorstwo w obrębie węzłowej osłony kontrolnej z wykorzystaniem kogeneracji, przedstawione w artykule wyniki wskazują na istotę wymiarowania instalacji fotowoltaicznych i odpowiednie dopasowanie ich do rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną. Analizowany

budynek mieszkalny o powierzchni zabudowy 307 m² pozwala na zainstalowanie na płaskim dachu fotowoltaiki w optymalnej konfiguracji o mocy około 20 kW. Możliwe jest zwiększenie mocy instalacji, lecz wiąże się to z pewnym zmniejszeniem uzysków na kW zainstalowanej mocy (np. zredukowanie odstępów między rzędami, zastosowanie konstrukcji wschód – zachód) lub wykorzystania dodatkowych powierzchni (elewacja, zadaszone parkingi, garaże itp.). Jednakże 20 kW pv wystarczy, by wygenerować energię elektryczną w ilości odpowiadającej około 1/3 rocznego zapotrzebowania mieszkańców budynku. W przypadku braku zasobników akumulatorowych i inteligentnego sterowania poborem około 60% wygenerowanej energii zostanie bezpośrednio zużyte przez odbiorców, a około 40% zostanie wprowadzone do sieci. Wraz z dalszym wzrostem mocy instalacji pv maleje stosunek energii wykorzystanej na potrzeby własne do energii wprowadzonej do sieci, tym samym, dla większych instalacji, coraz bardziej istotne staje się dopasowanie profilu poboru odbiorców do profilu generacji źródła (wykorzystanie technologii IoT). Obecne regulacje prawne pozwalają na sprzedaż nadmiarów energii, co może zmniejszyć całkowity koszt zakupu energii elektrycznej w okresach niedoborów generacji, jednak objęcie spółdzielni energetycznych net-meteringiem dodatkowo wspierałoby tworzenie instalacji OZE na terenach miejskich, przyczyniając się do tworzenia źródeł wytwórczych w najbliższym sąsiedztwie odbiorców.


Kolejnym aspektem projektowania infrastruktury spółdzielni energetycznych jest dobór źródeł kogeneracyjnych, które powinny zostać dobrane zarówno do zapotrzebowania na energię elektryczną, jak też na ciepło do ogrzewania budynków i zapewnienia mieszkańcom c.w.u. oraz do pokrycia zapotrzebowania na chłód w okresie letnim.

Literatura

[1] FICE M.: *Techniczno-ekonomiczne ekwiwalentowanie osłon kontrolnych na monorynku energii elektrycznej OZE i rynkach energii użytecznej – modele dla potrzeb inwestycyjnych i rozproszonego operatorstwa*. BŻEP, listopad 2017.

- [2] GUS, *Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2015 r.*, Warszawa 2017.
- [3] POPCZYK J.: *Architektura transformacyjna rynku energii elektrycznej*. BŻEP, listopad 2017.
- [4] POPCZYK J.: *Elektrownia EW+ (Elektrownia Wirtualna Plus)*. *Rzeczywista elektrownia rozproszona bilansująca popyt i podaż z dokładnością do regulacji pierwotnej, działająca w rzeczywistych ograniczeniach systemowo-sieciowych kontrolowanych przez rzeczywistą inteligentną infrastrukturę energoelektroniczną zarządzaną przez Internet Rzeczy (R9)*. BŻEP, styczeń 2018.
- [5] POPCZYK J.: *Monorynek energii elektrycznej (użytecznej) OZE (R2)*, listopad 2017.
- [6] POPCZYK J., BODZEK K.: *Kierunki rewitalizacji technologiczno-systemowej sieci elektroenergetycznych na monorynku energii elektrycznej OZE i rynkach energii użytecznej*. BŻEP, grudzień 2017.
- [7] POPCZYK J., FICE M.: *Trajektoria transformacyjna 2018–2050 polskiej energetyki – zawężanie obszaru poszukiwań, etap 2*. BŻEP, listopad 2017.
- [8] SLIZ-SZKLINIARZ B.: *Energy Planning in Selected European Regions – Methods for Evaluating the Potential of Renewable Energy Sources*, Karlsruhe Institut für Technologie, 2013.
- [9] WÓJCICKI R.: *Ekonomia prosumenckiej partycypacji w osłonach kontrolnych OK1, OK2 i OK3 na rynku wschodzącym energii elektrycznej w środowisku kosztów krańcowych długookresowych i kosztów unikniętych*. BŻEP, grudzień 2017.
- [10] WÓJCICKI R.: *Rozproszone źródła PV – potencjał kształtowania profilu KSE w sezonie (szczyte) letnim*. „Energetyka” 2/2016.
- [11] www.smlw.waw.pl/pliki/audyty/Sobieskiego8.pdf.

Prace zostały przeprowadzone w ramach badań statutowych prowadzonych w Instytucie Informatyki, BK-213/RAU2/2018

 dr inż. Robert Wójcicki
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

artykuł recenzowany

Zastosowanie ultrawytrzymałych materiałów po procesie wyciskania hydrostatycznego w nowoczesnych rozwiązaniach przemysłowych

Mariusz Kulczyk

Wstęp

Pomimo coraz częstszych zastosowań kompozytów metale i stopy nadal pozostają podstawowymi materiałami na elementy konstrukcyjne. Wynika to z faktu ciągłego poprawiania ich właściwości mechanicznych, przede wszystkim wytrzymałości na rozciąganie, wiązkości i właściwości zmęczeniowych. Możliwości poprawy ww. właściwości metodami konwencjonalnymi, tj. poprzez dodatki stopowe i obróbkę cieplną, dochodzą do swojego kresu. Stąd rozdrabnianie struktur metali (ziaren) do skali nanometrycznej jest obecnie jedną z najbardziej obiecujących dróg podnoszenia właściwości mechanicznych metali. Stopień umocnienia materiałów na drodze rozdrobnienia ziaren opisuje zależność Halla-Petcha, według której granica plastyczności materiału zwiększa się ze stopniem rozdrobnienia ziaren [1, 2]. Jak wynika z powszechnie znanej zależności Hall-Petch'a zaobserwowano znaczące podniesienie wytrzymałości przy zredukowaniu wielkości ziarna poniżej 100 nm. Materiały takie określa się mianem materiałów o strukturze nanokryształicznej, a w zakresie wielkości ziarna pomiędzy 100 nm a 500 nm – o strukturze ultradrobnoziarnistej. Unikalną technologią o dużym znaczeniu komercyjnym (przemysłowym) w porównaniu z rozwiązaniami stosowanymi w Unii Europejskiej jest metoda wyciskania hydrostatycznego HE (rys. 1 a). Metoda ta, dzięki wykorzystaniu wysokich ciśnień, pozwala na bardzo silną deformację metali i stopów, powodując zmianę ich mikrostruktury prowadzącą do uzyskania bardzo wysokich właściwości mechanicznych. Zastosowanie wyciskania hydrostatycznego jest rozwiązaniem nowatorskim, unikalnym

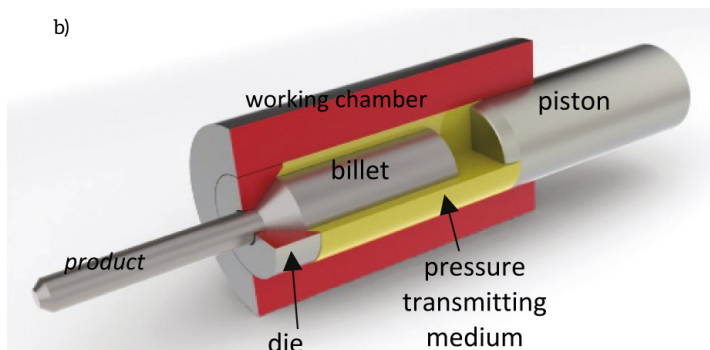
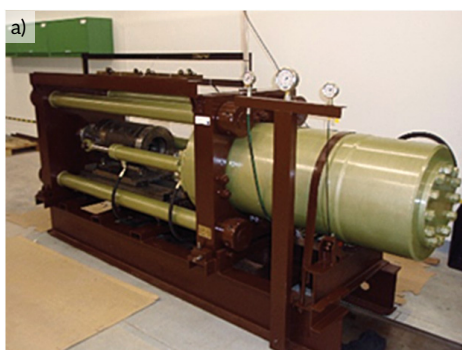
Streszczenie: W pracy przedstawiono ogólną charakterystykę wysokociśnieniowej przeróbki plastycznej metali i stopów metali metodą wyciskania hydrostatycznego. Opisano zalety procesu ze szczególnym uwzględnieniem możliwości rozdrabniania struktury metali i stopów metali do poziomu nanometrycznego lub ultradrobnoziarnistego, skutkującego znacznym podniesieniem ich właściwości mechanicznych. Pokazano przykłady praktycznego zastosowania przerabianych plastycznie metali, tj.: stali austenitycznej 316L na elementy złączne, miedzi stopowej CuCrZr na elektrody do procesu zgrzewania punktowego oraz tytanu do zastosowania na implanty medyczne.

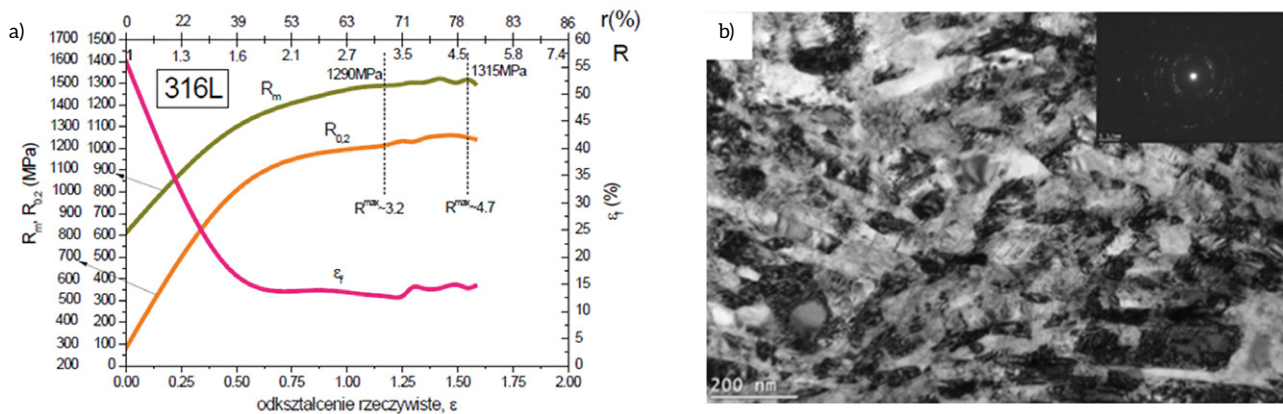
APPLICATION OF THE ULTRA-HIGH MATERIALS OBTAINED BY HYDROSTATIC EXTRUSION IN MODERN INDUSTRY.

Abstract: The general characteristic of the metals and alloys plastic deformation under high pressure by hydrostatic extrusion processing is presented. The advantages of the process, with special focus on the structural grain refinement to the ultra-fine and nanocrystalline grain size levels resulting in significant increase of the material strength are described. Examples of the commercial application of working materials, as the 316L austenitic stainless steel for fixing elements, the CuCrZr copper alloy for spot welding electrodes and commercial purity titanium for medical implants are demonstrated.

Rys. 1.

a) Prasa do procesu wyciskania hydrostatycznego;
b) schemat procesu wyciskania hydrostatycznego





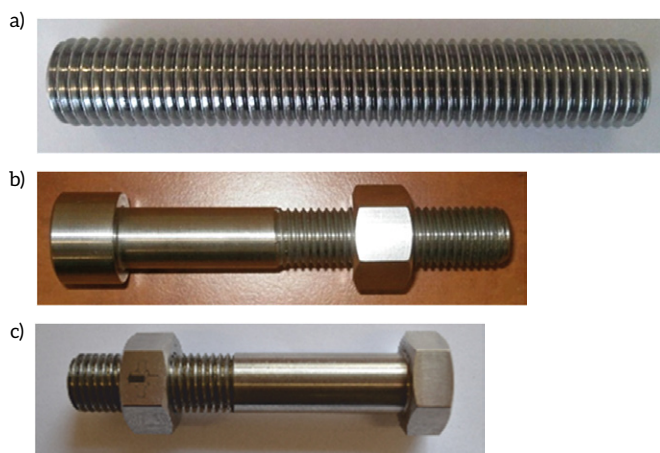
Rys. 2. a) Zmiany właściwości mechanicznych stali austenitycznej w funkcji odkształcenia rzeczywistego po procesie wyciskania hydrostatycznego; b) mikrostruktura stali austenitycznej 316L po procesie wyciskania hydrostatycznego z odkształceniem rzeczywistym $\varepsilon = 1.5$ [10]

w skali światowej. Efektywne zastosowanie HE stwarza szanse na osiągnięcie zysków ze sprzedaży materiałów wysokoprzeznaczonych o wysokich i specjalnych właściwościach mechanicznych, nieosiągalnych w materiałach oferowanych na rynku. Metoda ta pozwala na efektywniejszą niż to ma miejsce w klasycznych metodach przeróbki plastycznej deformację materiału na zimno, co pozwala uzyskać w produkowanych elementach złącznych wytrzymałości przekraczające najwyższe wartości znormalizowane i sklasyfikowane. Jedną z głównych zalet technologii jest jej elastyczność w modelowaniu właściwości otrzymywanych produktów. Oznacza to, że istnieje możliwość nadania określonych właściwości gotowego produktu, ukierunkowanych ściśle do konkretnego zastosowania. Proces wyciskania hydrostatycznego prowadzi się w środowisku medium wysokociśnieniowego. Poruszający się tłok spręża medium ciśnieniowe, powodując wzrost ciśnienia hydrostatycznego działającego na zanurzony w medium wsad. Przy pewnej, krytycznej wartości ciśnienia, charakterystycznej dla danego materiału, rozpoczyna się proces odkształcania plastycznego, a materiał zostaje poddany wyciskaniu niepodpartą powierzchnią narzędzia (otwór matrycy), ślizgając się po warstwie utworzonej z cieczy roboczej i środka smarującego nałożonego na wsad. Efektywność rozdrabniania ziaren za pomocą metody wyciskania hydrostatycznego została udokumentowana dla wielu metali oraz ich stopów. Struktury ultradrobnociarniste bądź nanokrystaliczne uzyskiwano w aluminium i jego stopach, miedzi i jej stopach, tytanie, stali austenitycznej, niklu oraz innych materiałach [2–9]. Jedną z podstawowych zalet procesu HE jest hydrostatyczny stan naprężeń w strefie odkształcania plastycznego, co w połączeniu z ograniczeniem sił tarcia do minimum dzięki stosowaniu medium ciśnieniowego umożliwia stosowanie dużego stopnia odkształcenia w pojedynczej operacji wyciskania na poziomie odkształcenia rzeczywistego $\varepsilon \sim 2$. Stwarza to możliwość przeróbki plastycznej relatywnie dużych objętości materiału. Półprodukty w postaci prętów o długości powyżej jednego metra mogą być dalej kształtowane na gotowe wyroby przemysłowymi metodami wykorzystującymi obróbkę CNC.

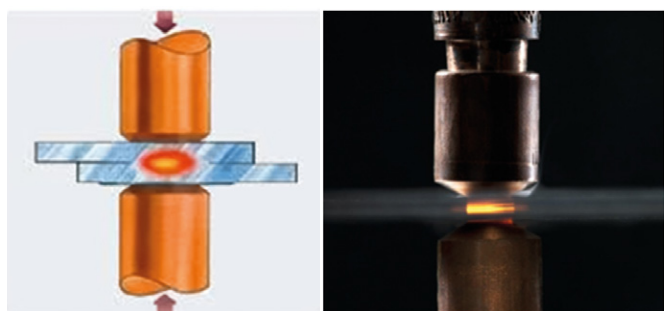
Przykładowe zastosowania materiałów po procesie HE

Jednym z przykładów efektywnego wykorzystania procesu wyciskania hydrostatycznego może być stal austenityczna 316L przeznaczona na elementy złączne.

Właściwości mechaniczne dotychczas oferowanych na świecie elementów złącznych ze stali austenitycznych osiągnęły swój maksymalny pułap, gdyż wykonuje się je tradycyjnymi metodami przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej. Zastosowanie wysokich ciśnień w procesie wyciskania hydrostatycznego umożliwia poddanie stali austenitycznej dużemu odkształceniu plastycznemu, bez pęknięć i defektów. Dużo większe odkształcenie niż w tradycyjnych metodach obróbki plastycznej, jak kucie, ciągnięcie czy walcowanie, można osiągnąć dzięki temu, iż wysokie ciśnienie uplastycznia materiały, przeciwdziałając powstawaniu pęknięć, a więc zwiększa odkształcenie do pęknięcia. Bez ciśnienia hydrostatycznego materiały pękają szybciej i wcześniej. Duże odkształcenie w stali powoduje silne rozdrobnienie mikrostruktury do wielkości ultradrobnociarnistej bądź nanometrycznej. Ponieważ wytrzymałość metali i stopów rośnie wraz z rozdrobnieniem ich mikrostruktury, wytrzymałości stali po wyciskaniu hydrostatycznym osiągają wyższe wartości niż te po odkształcaniu metodami tradycyjnymi. Na rys. 2 przedstawiono wpływ stopnia odkształcenia na zmianę właściwości mechanicznych stali 316L. Badania wyciskania hydrostatycznego na zimno stali austenitycznej 316L wykazały, że materiał umocniony odkształceniowo przewyższał wytrzymałością najlepsze stale oferowane na rynku o 10% (granice plastyczności o prawie 30%), a wydłużenie było wyższe od 2 do 4 razy [10]. Metodą kucia na zimno nie można uzyskać takich właściwości mechanicznych, jakie uzyskuje się poprzez silne utwardzanie na zimno przy zastosowaniu wyciskania hydrostatycznego. Związane jest z silnym rozdrobnieniem mikrostruktury materiału do poziomu nanometrycznego. Rys. 2 b przedstawia mikrostrukturę stali austenitycznej po procesie wyciskania hydrostatycznego z odkształceniem rzeczywistym $\varepsilon = 1.5$, gdzie obserwowano ziarna o wielkości $d \sim 50$ nm. Efektem silnego rozdrobnienia struktury jest także wciąż relatywnie



Rys. 3. Elementy złączne ze stali 316L po procesie wyciskania hydrostatycznego: a) szpilka dwustronna M20x128 (A4-100 DIN 976) o wytrzymałości $R_m = 1270$ MPa; b) śruba z łbem okrągłym M16x90 (A4-80 DIN 912) o wytrzymałości $R_m = 1150$ MPa; c) śruba z łbem sześciokątnym M20x10 (A4-100 DIN 931) o wytrzymałości $R_m = 1200$ MPa [10]



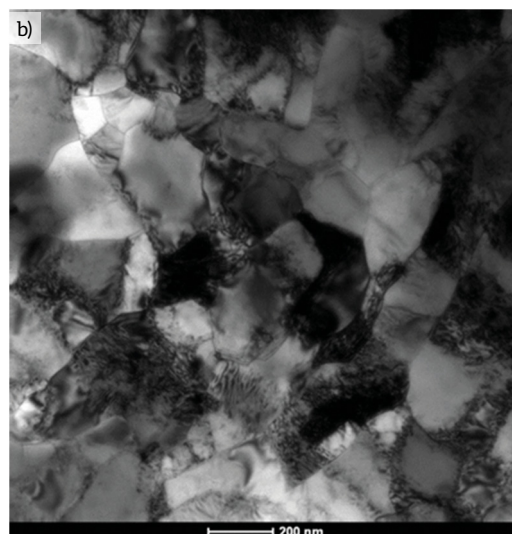
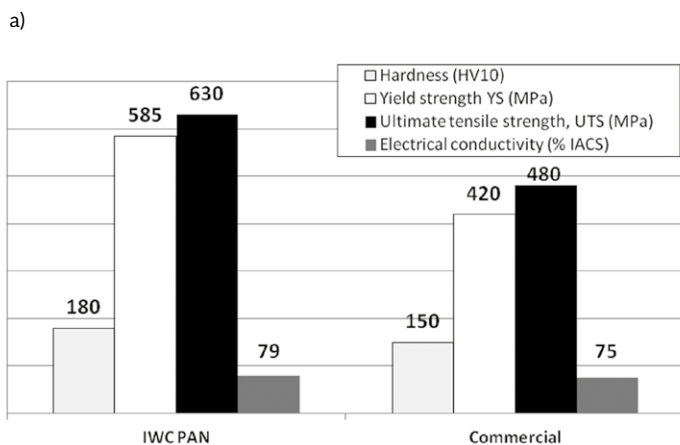
Rys. 4. Proces punktowego zgrzewania oporowego blach [18–19]

wysokie wydłużenie ϵ_f (prawa oś na rys. 2 a) na poziomie 15%, umożliwiające kształtowanie gotowych wyrobów. Na rys. 3 przedstawiono przykładowe elementy złączne wykonane ze stali austenitycznej 316L, po procesie wyciskania hydrostatycznego będące już na etapie komercjalizacji.

Wykorzystanie tego typu elementów pozwala na znaczne oszczędności wagowe i materiałowe. Przykładowo standardową śrubę M8 można zastąpić śrubą M6 i uzyskać redukcję masy na poziomie 50%. Z drugiej strony stosowanie elementów o takich samych gabarytach umożliwia zwiększenie dopuszczalnych obciążeń konstrukcji.

Innym materiałem o silnym potencjale aplikacyjnym jest miedź stopowa z dodatkami cyrkonu i chromu, CuCrZr. Materiał ten jest powszechnie wykorzystywany na elektrody do procesu punktowego zgrzewania oporowego. Proces ten jest szeroko stosowany w przemyśle motoryzacyjnym do łączenia blach nadwoziowych. Proces schematycznie przedstawiono na rys. 4. Podczas łączenia blach następuje z dwóch stron chwilowy docisk nasadek elektrodowych z towarzyszącym mu przepływem prądu i nadtopieniem w strefie połączenia. Szacuje się, że w polskim przemyśle samochodowym przy wytwarzaniu karoserii samochodów rocznie wykonuje się ponad 1,8 miliarda zgrzein, głównie punktowych. W jednym pojeździe samochodowym zwykle występuje 4000–6000 zgrzein punktowych. Blisko 60% prac linii montażowej wykonują roboty, z czego większość stanowią procesy montażu karoserii oparte o procesy zgrzewania punktowego [11]. Konieczność wymiany zużywających się końcówek zgrzewających związana jest często z przestojami linii produkcyjnej.

Podstawowe właściwości końcówek do zgrzewania punktowego wpływające na ich odporność na zużycie to twardość oraz przewodność elektryczna. Na rys. 5 a przedstawiono porównanie twardości, przewodności elektrycznej oraz właściwości



Rys. 5. Porównanie właściwości mechanicznych, twardości oraz przewodności elektrycznej miedzi stopowej CuCrZr przerabianej plastycznie metodą wyciskania hydrostatycznego z materiałem komercyjnym stosowanym na elektrody; b) mikrostruktura miedzi stopowej CuCrZr po procesie wyciskania hydrostatycznego [12]

mechanicznych elektrody wytworzonej z materiału poddane procesowi wyciskania hydrostatycznego w IWC PAN w porównaniu do materiału elektrody komercyjnej, powszechnie stosowanej w przemyśle. Materiał po procesie wyciskania hydrostatycznego charakteryzuje się ~20% wzrostem twardości oraz 30% wzrostem wytrzymałości w porównaniu do materiału komercyjnego przy nieznacznie lepszej także przewodności elektrycznej [12]. Materiał po procesie wyciskania hydrostatycznego charakteryzuje się silnie rozdrobioną mikrostrukturą o wielkości ziarna $d \sim 180$ nm.

Testy żywotności elektrod wykonanych z materiału po procesie wyciskania hydrostatycznego wykazały przeszło 6-krotnie większą żywotność w porównaniu do materiału komercyjnego. Przy założonych wartościach siły nacisku oraz prądu elektrodą komercyjną wykonano 150 zgrzein blach ocynkowanych, podczas gdy elektroda z materiału IWC PAN uległa zużyciu po wykonaniu blisko 1000 zgrzein [12]. Na rys. 6 przedstawiono elektrody do procesu zgrzewania punktowego wykonane z miedzi stopowej CuCrZr po procesie wyciskania hydrostatycznego (wg normy DIN 44750).

Kolejnym przykładem silnego potencjału aplikacyjnego silnie rozdrobionych materiałów po procesie wyciskania hydrostatycznego jest tytan. Tytan o czystości handlowej, ze względu na niskie właściwości mechaniczne, jest w implantologii zastępowany stopem Ti-6Al-4V bądź stopem zawierającym



Rys. 6. Elektrody z miedzi stopowej CuCrZr przerabianej plastycznie metodą wyciskania hydrostatycznego [12]

niob. Wadą tych stopów są toksyczne dodatki stopowe stosowane po to, aby podnieść wytrzymałość. Zastosowanie tytanu o czystości handlowej pozwoliłoby na wyeliminowanie tego problemu pod warunkiem, że materiał miałby odpowiednio wysoką wytrzymałość. Wytrzymałość czystego tytanu można podnieść poprzez rozdrobienie jego mikrostruktury, stosując metody dużych odkształceń plastycznych. Na rys. 7 a przedstawiono zmianę właściwości mechanicznych, wytrzymałości na

reklama



Międzynarodowe Targi Poznańskie



prawdziwe
spotkania



Międzynarodowe Targi Energetyki
EXPOPOWER
23-26.04.2018, POZNAŃ

Zakres ekspozycji EXPOPOWER to:

- Maszyny i urządzenia energetyczne
- Systemy przesyłania energii elektrycznej
- Aparatura i układy elektroniki przemysłowej
- Systemy automatyki i sterowania
- Informatyka
- Aparatura kontrolno – pomiarowa



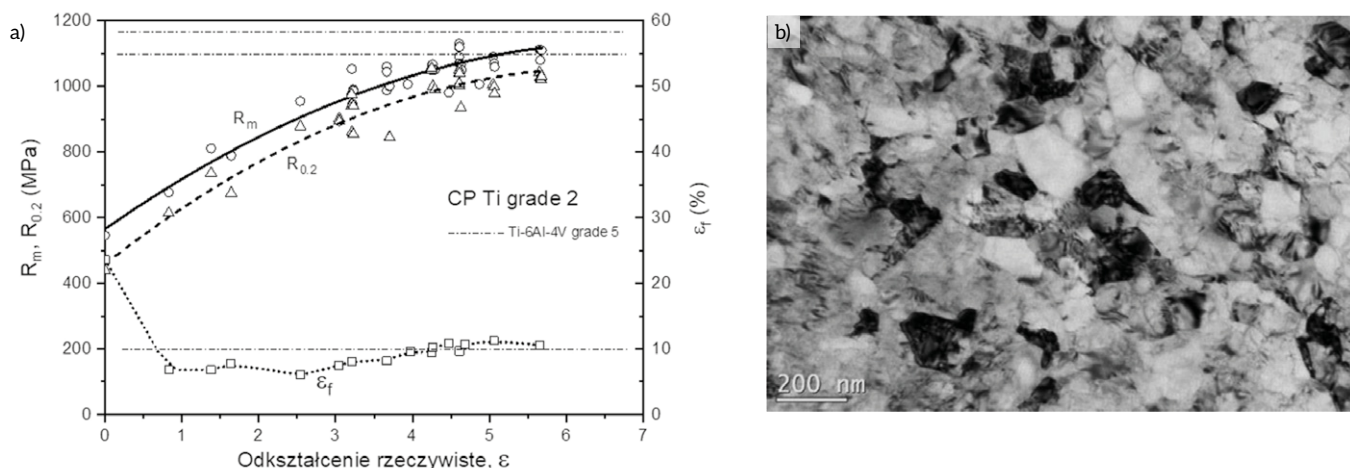
W tym samym czasie, na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich, odbędą się targi Instalacje, SAWO, Securex oraz GREENPOWER.



**DOŁĄCZ DO GRONA
WYSTAWCÓW KOLEJNEJ
EDYCJI TARGÓW EXPOPOWER**

Dowiedz się więcej:
www.expopower.pl

Witold Lipiński / Menedżer ds. Kluczowych Klientów / tel. +48 61 869 21 20 / +48 693 560 157 / witold.lipinski@mtp.pl
Karolina Deja / Opiekun Wystawcy / tel. +48 61 869 24 55 / +48 691 029 827 / karolina.deja@mtp.pl
Daria Maciejewska / Opiekun Wystawcy / tel. +48 61 869 2265 / +48 691 027 596 / daria.maciejewska@mtp.pl

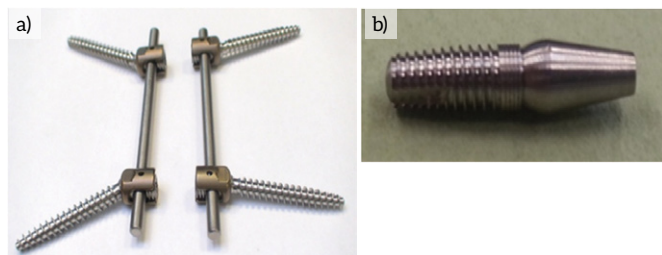


Rys. 7. Tytan po procesie wyciskania hydrostatycznego: a) wpływ odkształcenia rzeczywistego na właściwości mechaniczne w porównaniu do stopu Ti-6Al-4V; b) mikrostruktura [13]

rozciąganie, granicy plastyczności oraz wydłużenia ϵ_f (prawa oś) w funkcji odkształcenia plastycznego realizowanego w procesie wyciskania hydrostatycznego.

Po procesie wyciskania z łącznym odkształceniem rzeczywistym $\epsilon \sim 5$ wytrzymałość tytanu rośnie blisko dwukrotnie do wartości $R_m \sim 1100$ MPa, osiągając poziom komercyjnego stopu Ti-6Al-4V (~ 1170 MPa) [13]. Tak silny wzrost właściwości mechanicznych związany jest z rozdrobnieniem mikrostruktury do poziomu manometrycznego (rys. 7 b), gdzie obserwowano ziarna o wielkości $d \sim 80$ nm. Na rys. 8 przedstawiono prototypowe implanty medyczne wykonane z nanokrystalicznego tytanu po procesie wyciskania hydrostatycznego [13].

Proces wyciskania hydrostatycznego jest uniwersalną metodą przeróbki plastycznej, umożliwiającą nadawanie unikalnych właściwości praktycznie wszystkim metalom i stopom metali. Opracowywanych jest na bieżąco szereg innych rozwiązań, mających na celu wytwarzanie prototypów materiałów mogących z powodzeniem znaleźć zastosowanie w przemyśle. Ze względu na unikalne połączenie niskiej gęstości i stosunkowo wysokiej wytrzymałości duża część badań poświęcona jest szerokiemu spektrum stopów aluminium [3–5, 14]. Oprócz metali i stopów metali obróbce plastycznej można poddawać także inne materiały, jak np. tworzywa sztuczne czy kompozyty [15].




Rys. 8. Prototypowe implanty medyczne z nanokrystalicznego tytanu po procesie wyciskania hydrostatycznego: a) stabilizator kręgosłupa (pręty z nanotytanu); b) implant dentystyczny [13]

Poza właściwościami mechanicznymi proces silnej deformacji wywiera także silny wpływ na inne właściwości, znacznie poszerzając możliwości praktycznego wykorzystania wyciskanych materiałów, jak np. właściwości magnetyczne, termoficzne, korozyjne czy nadprzewodnictwo [15–17].

Literatura

- [1] Hall. O.E., Proc. Phys. Soc., B64, 1951, p. 747.
- [2] Petch N.J., J. Iron Steel Inst., 174, 1953, p. 25.
- [3] OLEJNIK L., KULCZYK M., PACHLA W., ROSOCHOWSKI A.: *Hydrostatic extrusion of UFG aluminium*. International Journal of Material Forming, 2(SUPPL. 1)/2009, pp. 621–624.
- [4] WIŚNIEWSKA-WEJNERT H., LESHCZYNSKY V., BOROWSKI J., LEWANDOWSKA M., KULCZYK M., PACHLA W.: *Deformation behaviour of 2017 nanostructured aluminium Alloy*. „Inżynieria Materiałowa” 6/2012.
- [5] KULCZYK M., SKIBA J., PACHLA W.: *Microstructure and mechanical properties of AA5483 treated by a combination of ECAP and hydrostatic extrusion*, Archives of Metallurgy and Materials, 59/2014, pp. 163–166.
- [6] KULCZYK M., PACHLA W., MAZUR A., SUŚ-RYSZKOWSKA M., KRASILNIKOV N., KURZYDŁOWSKI K.J.: *Producing bulk nanocrystalline materials by combined hydrostatic extrusion and equal-channel angular pressing*. Materials Science – Poland, 25(4)/2007, pp. 991–999.
- [7] KULCZYK M., ZYSK B., LEWANDOWSKA M., KURZYDŁOWSKI K.J.: *Grain refinement in CuCrZr by SPD processing*, Physica Status Solidi (A) Applications and Materials Science, 207(5)/2010, pp. 1136–1138.
- [8] KULCZYK M., SKIBA J., PRZYBYSZ S., PACHLA W., BAZARNIK P., LEWANDOWSKA M.: *High strength silicon bronze (C65500) obtained by hydrostatic extrusion*, Archives of Metallurgy and Materials, 57(3)/2012, pp. 859–862.
- [9] PACHLA W., KULCZYK M., SUŚ-RYSZKOWSKA M., MAZUR A., KURZYDŁOWSKI K.J.: *Nanocrystalline titanium produced by hydrostatic extrusion*, Journal of Materials Processing Technology, 205(1–3)/2008, pp. 173–182.

- [10] PACHLA W., SKIBA J., KULCZYK M., PRZYBYSZ S., PRZYBYSZ M., WRÓBLEWSKA M., DIDUSZKO R., STĘPNIAK R., BAJOREK J., RADOMSKI M., FAFAWA W.: *Nanostructuring of 316L type austenitic stainless steels by hydrostatic extrusion*, Materials Science and Engineering: A, 615/2014, pp. 116–127.
- [11] <http://www.controlengineering.pl>
- [12] KULCZYK M., PACHLA W., GODEK J., SMALC-KOZIOROWSKA J., SKIBA J., PRZYBYSZ S., WRÓBLEWSKA M., PRZYBYSZ M.: *Improved compromise between the electrical conductivity and hardness of thermo-mechanically treated CuCrZr alloy*, Materials Science and Engineering: A, w recenzji.
- [13] PACHLA W., KULCZYK M., PRZYBYSZ S., SKIBA J., WOJCIECHOWSKI K., PRZYBYSZ M., TOPOLSKI K., SOBOLEWSKI A., CHARKIEWICZ M.: *Effect of severe plastic deformation realized by hydrostatic extrusion and rotary swaging on the properties of CP Ti grade 2*, Journal of Materials Processing Technology, 221/2015, pp. 255–268.
- [14] CHROMIŃSKI W., KULCZYK M., LEWANDOWSKA M., KURZYDŁOWSKI K.J.: *Precipitation strengthening of ultrafinegrained Al-Mg-Si alloy processed by Hydrostatic extrusion*, Materials Science and Engineering: A, 609/2014, pp. 80–87.
- [15] KASZUWARA W., KULCZYK M., LEONOWICZ M., GIŻYŃSKI T., MICHAŁSKI B.: *Densification of Nd-Fe-B Powders by Hydrostatic Extrusion Magnetics*, IEEE Transactions, 2014, Vol. 50, issue 10, 10.1109/TMAG.2014.2317152 (IF=1,301 5-YIF, MNiSW=25, lista A).
- [16] SKIBA J., DOMINIAK A., WIŚNIEWSKI T.S., PACHLA W., KULCZYK M., PRZYBYSZ S.: *Influence of severe plastic deformation induced by HE and ECAP on the thermo-physical properties of metals*, Key Engineering Materials, 641/2015, pp. 278–285.
- [17] KOVÁČ P., HUŠEK I., PACHLA W., KULCZYK M., MELIŠEK T., DVORÁK T.: *As-deformed filament's density and transport currents of MgB₂/Ti/Gliscop wire*, Journal of Alloys and Compounds 509(35)/2011, pp. 8783–8787.
- [18] <http://weld.com.pl/guide/zgrzewanie-oporowe-punktowe>.
- [19] <https://www.aspa.pl/zgrzewanie-garbowe/>.

 Mariusz Kulczyk

Institut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk, IWC PAN
e-mail: mariusz@unipress.waw.pl

artykuł recenzowany

reklama

ITP Międzynarodowe Targi Poznańskie ||||| prawdziwe spotkania



ITM POLSKA

INNOWACJE TECHNOLOGIE MASZYNY



FOCAST

Forum Odlewnicze

NA DRODZE DO PRZEMYSŁU 4.0

5 - 8 CZERWCA 2018

POZNAŃ

W TYM SAMYM CZASIE:



MODERNLOG
Targi Logistyki,
Magazyinowania
i Transportu



SUBCONTRACTING
TARGI KODPERACJI PRZEMYSŁOWEJ



3D SOLUTIONS

WWW.ITM-POLSKA.PL | WWW.MODERNLOG.PL | WWW.SUBCONTRACTING.PL | WWW.3DSOLUTIONS.MTP.PL | WWW.FOCAST.PL

Zagadnienie obliczania zmęczeniowej trwałości projektowej cięgieł nośnych skipu górniczego

Marek Płachno


1. Wprowadzenie

Zmęczeniowa trwałość projektowa cięgieł nośnych skipu górniczego jest zwykle rozumiana jako liczba milionów cykli wydobywczych w określonym szybie, które – z udziałem skipu odpowiadającego konkretnej dokumentacji konstrukcyjnej – mogą być wykonane bez zaistnienia uszkodzeń zmęczeniowych w cięglach skipu. Takie uszkodzenia, które występują zwłaszcza przy skipach o dużej ładowności, nie są od wielu lat rzadkością, mimo że cięgła tych skipów oblicza się zmęczeniowo ze względu na zmienne obciążenia statyczne. Zatem każdy przypadek omawianych uszkodzeń jest potwierdzeniem, że niezbędne są obliczenia zmęczeniowe cięgieł dotyczące drgań poprzecznych skipu związanych z jego użytkowaniem w szybie, których zredukowanie w ruchu szybowym jest bardzo trudne. Jednak dotychczas, mimo podejmowanych prób, np. [4], [5], [7], [9], [10], nie dopracowano się wiarygodnej metody takich obliczeń, na którą od wielu lat oczekują użytkownicy skipów górniczych. Zmęczeniowe uszkodzenia cięgieł nośnych są bowiem poważnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa i ciągłości pracy każdego wyciągu szybowego, mimo że poddaje się te cięgła regularnym badaniom defektoskopowym w celu wykrywania ewentualnych uszkodzeń, a do ich naprawy stosuje się coraz doskonalsze technologie. Oczekiwana metoda jest zatem potrzebna, a jej opracowanie jest nadal aktualnym wyzwaniem stojącym przed zapleczem naukowo-badawczym przemysłu wydobywczego.

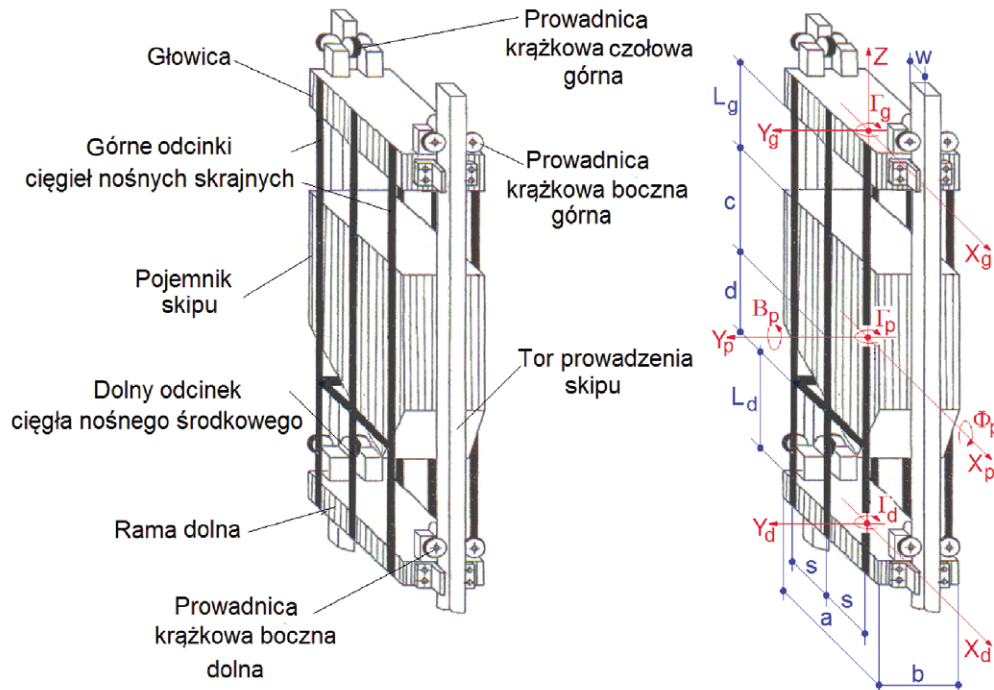
Zdaniem autora, główną przeszkodą dla opracowania oczekiwanej metody była niezadowalająca zgodność z rzeczywistością zarówno wyników obliczeń, jak i wyników pomiarów wykorzystywanych dotychczas przy opracowywaniu takiej metody. Świadczą o tym przypadki omawianych uszkodzeń, które nie znalazły uzasadnienia w tych wynikach. Niezbędna była zatem merytoryczna korekta dotychczasowego podejścia do omawianego problemu, którą zaproponowano w [8], następstwem czego były badania diagnostyczne [1] podjęte w 2007 r. przez specjalistów z Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH. Te badania wykonano przy ośmiu skipach po naprawie zmęczeniowych uszkodzeń cięgieł, a wśród skipów objętych badaniami [1] były dwa skipy o ładowności 18 Mg, dwa skipy o ładowności 23 Mg oraz cztery skipy o ładowności 33 Mg.

Zweryfikowane doświadczenia poznawcze z badań [1] – przedstawione w poprzednim rozdziale tej monografii – wykazały, że można zadowalająco prognozować rzeczywistą trwałość zmęczeniową cięgieł nośnych skipu w oparciu o tzw. empiryczną trwałość zmęczeniową tych cięgieł, wyznaczaną na

Streszczenie: Przy projektowaniu skipów górniczych wykonuje się obliczenia zmęczeniowe cięgieł nośnych, dotyczące zmiennych obciążeń statycznych. Mimo to uszkodzenia zmęczeniowe cięgieł, zwłaszcza przy skipach o dużej ładowności, nie są sporadyczne, czego główną przyczyną są drgania poprzeczne skipów związane z ich użytkowaniem w szybach. Te drgania są bardzo trudne do redukcji w ruchu szybowym, w związku z czym użytkownicy skipów górniczych oczekują, aby projektowe obliczenia zmęczeniowe cięgieł dotyczyły także takich drgań. Jednak, mimo podejmowanych prób, nie dopracowano się dotychczas wiarygodnej metody oczekiwanych obliczeń, która jest nadal aktualnym wyzwaniem dla naukowo-badawczego zaplecza przemysłu wydobywczego. Niniejsza praca dotyczy tego wyzwania, a inspiracją do jego podjęcia były doświadczenia poznawcze uzyskane w diagnostycznych badaniach [1] naprężeń w cięglach skipów, przedstawione w poprzednim rozdziale tej monografii.

 **Abstract:** When designing mining skips, fatigue calculations of carrying pull rods for static load variables are performed. In spite of this, the fatigue failures of carrying pull rods, especially in high payload skips, is not sporadic, which is mainly due to the transverse vibrations of the skips associated with their use in the shafts. These vibrations are very difficult to reduce in shaft motion, so users of mining skips expect that the fatigue design of tie rods also involves such vibrations. However, in spite of the attempts made, the reliable method of expected calculations has not yet been developed, which is still a current challenge for the mining industry's research and development background. This paper deals with this challenge, and the inspiration for it was the cognitive experience gained in diagnostic studies [1] of stresses in carrying pull rods, presented in the previous chapter of this monograph.

podstawie widma mocy ekstremalnych naprężeń zmiennych normalnych i stycznych, zmierzonych w skrajnym cięgle skipu podczas jego jazdy w szybie. Z tego powodu uzyskane w zakresie badań [1] wyniki poddano analizie w kierunku określenia wpływu, jaki na empiryczną trwałość cięgieł badanych skipów miały ich parametry konstrukcyjne oraz parametry nierówności torów prowadzenia w szybie. Ta analiza wykazała, że między



Rys. 1. Schemat konstrukcyjny składu górniczego (z lewej) oraz model fizyczny układu sprężysto-masowego tego składu (z prawej)

(Źródło: opracowanie własne)

takimi parametrami a empiryczną trwałością zmęczeniową cięgieł składowych objętych badaniami [1] istnieją konkretne zależności matematyczne, które mają uzasadnienie w teorii losowych procesów zmęczeniowych dotyczących konstrukcji mechanicznych. Odkryte zależności podano i omówiono w niniejszym artykule, ilustrując je przykładem obliczeniowym mającym na celu pokazanie, że dla składu „prawie rzeczywistego”, tj. składu, który nie jest jeszcze wykonany, ale ma już opracowaną dokumentację konstrukcyjną i ma wskazany szyb jako miejsce swojego użytkowania, można już wykonywać – z wystarczającą wiarygodnością – obliczenia zmęczeniowe cięgieł nośnych tego składu dotyczące jego drgań poprzecznych. Ze względu na tę wiarygodność najważniejsze jest obliczenie widma mocy dla ekstremalnych naprężeń w cięgiach składu „prawie rzeczywistego”, stanowiących skutek takich drgań. Te naprężenia nazwano w niniejszym artykule naprężeniami projektowymi, stąd ich widmo nazwano widmem mocy zmiennych naprężeń projektowych.

2. Zależności do obliczania widma mocy zmiennych naprężeń projektowych dla cięgieł nośnych składu górniczego

Omawiane zależności dotyczą składu, który ma konstrukcję złożoną z trzech głównych mas, tj. głowicy, pojemnika oraz ramy dolnej (rys. 1), trwale połączonych między sobą za pomocą prętów pionowych nazywanych cięgiłami nośnymi. Pomiedzy głowicą a pojemnikiem oraz pomiedzy pojemnikiem a ramą dolną występują w konstrukcji takiego składu duże odstępki pionowe, od 3 do 5 m, konieczne ze względu na załadunek oraz rozładunek pojemnika.

Z tego powodu każde z cięgieł nośnych omawianego składu ma dwa odcinki swobodne, z których odcinek pomiedzy dolną krawędzią głowicy a górną krawędzią pojemnika, oznaczony na rys. 1 jako L_g , nazwano górnym odcinkiem cięgieł, a odcinek pomiedzy dolnym stężeniem pojemnika a górną krawędzią ramy dolnej, oznaczony na rys. 1 jako L_d , nazwano dolnym odcinkiem cięgieł.

Podczas jazdy składu w szybie prowadnice krążkowe składu zadają na głowicę składu oraz na jego ramę dolną siły losowe, powodowane oddziaływaniem na te prowadnice losowych nierówności torów prowadzenia składu w szybie. Z tego powodu każda z głównych mas składu jest pobudzana do drgań poprzecznych, które wykorzystują aż jedenaste stopni swobody tych mas. Omawiane drgania oznaczono na rysunku 1 następująco:

- X_g, Y_g, Γ_g – drgania poprzeczne głowicy składu, odpowiednio: drgania postępowe czołowe głowicy, drgania postępowe boczne głowicy oraz drgania kątowe tej głowicy w płaszczyźnie poziomej;
- $X_p, Y_p, B_p, \Phi_p, \Gamma_p$ – drgania poprzeczne pojemnika składu, odpowiednio: drgania postępowe czołowe środka masy pojemnika, drgania postępowe boczne tego środka oraz drgania kątowe względem środka masy pojemnika, zachodzące – odpowiednio – w płaszczyźnie pionowej równoległej do bocznych ścian składu, w płaszczyźnie pionowej równoległej do jego ścian czołowych oraz w płaszczyźnie poziomej;
- X_d, Y_d, Γ_d – drgania poprzeczne ramy dolnej składu, odpowiednio: drgania postępowe czołowe i drgania postępowe boczne środka masy tej ramy oraz drgania kątowe względem jej środka masy zachodzące w płaszczyźnie poziomej.

Badania [1] potwierdziły, że równania różniczkowe opisujące drgania poprzeczne głównych mas skipu można rozdzielić na trzy układy równań, matematycznie niezależne:

$$M_x \cdot \ddot{U}_x + H_x \cdot \dot{U}_x + S_x \cdot U_x = W_x \quad (1)$$

$$M_y \cdot \ddot{U}_y + H_y \cdot \dot{U}_y + S_y \cdot U_y = W_y \quad (2)$$

$$M_\gamma \cdot \ddot{U}_\gamma + H_\gamma \cdot \dot{U}_\gamma + S_\gamma \cdot U_\gamma = W_\gamma \quad (3)$$

w których:

- U_x, U_y, U_γ – macierze (4) drgań poprzecznych doznawanych przez główne masy skipu, odpowiednio: macierz drgań nazwanych czołowymi, macierz drgań nazwanych bocznymi oraz macierz drgań nazwanych skrętnymi;
- M_x, M_y, M_γ – macierze (5) bezwładności mas głównych skipu, odpowiednio: macierz bezwładności czołowej, macierz bezwładności bocznej i macierz bezwładności skrętnej;
- H_x, H_y, H_γ – macierze (6) współczynników tłumienia drgań poprzecznych skipu, kolejno: macierz współczynników tłumienia drgań czołowych, macierz współczynników tłumienia drgań bocznych oraz macierz współczynników tłumienia drgań skrętnych;
- S_x, S_y, S_γ – macierze (7) współczynników sztywności poprzecznej skipu, odpowiednio: macierz współczynników sztywności czołowej, macierz współczynników sztywności bocznej oraz macierz współczynników sztywności skrętnej;
- W_x, W_y, W_γ – macierze (8) sił wymuszających drgania poprzeczne skipu, kolejno: macierz sił wymuszających drgania czołowe, macierz sił wymuszających drgania boczne oraz macierz sił wymuszających drgania skrętne.

Macierze (4–8) są następujące:

$$\begin{aligned} U_x &= \{X_g \ X_p \ X_d \ B_p\} \\ U_y &= \{Y_g \ Y_p \ Y_d \ \Phi_p\} \\ U_\gamma &= \{\Gamma_g \ \Gamma_p \ \Gamma_d\} \end{aligned} \quad (4)$$

$$M_x = \begin{bmatrix} m_g & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & J_{\beta p} \end{bmatrix} \quad M_y = \begin{bmatrix} m_g & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & J_{\phi p} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$M_\gamma = \begin{bmatrix} J_{\gamma g} & 0 & 0 \\ 0 & J_{\gamma p} & 0 \\ 0 & 0 & J_{\gamma d} \end{bmatrix}$$

$$H_x = \begin{bmatrix} h_g & 0 & 0 & 0 \\ 0 & h_p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & h_{\beta p} \end{bmatrix} \quad H_y = \begin{bmatrix} h_g & 0 & 0 & 0 \\ 0 & h_p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & h_{\phi p} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$M_\gamma = \begin{bmatrix} h_{\gamma g} & 0 & 0 \\ 0 & h_{\gamma p} & 0 \\ 0 & 0 & h_{\gamma d} \end{bmatrix}$$

$$S_x = \begin{bmatrix} k_{xgxp} & -k_{xgxp} & 0 & k_{xg\beta p} \\ -k_{xpxg} & k_{xpxp} & -k_{xpxd} & -k_{xp\beta p} \\ 0 & -k_{xdxp} & k_{xdxd} & -k_{xd\beta p} \\ k_{\beta pxg} & -k_{\beta pxp} & -k_{\beta pxd} & k_{\beta p\beta p} \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} k_{ygyg} & -k_{ygyg} & 0 & k_{yg\phi p} \\ -k_{ypyg} & k_{ypyp} & -k_{ypyd} & -k_{yp\phi p} \\ 0 & -k_{ydyg} & k_{ydyd} & -k_{yd\phi p} \\ k_{\phi pyg} & -k_{\phi pyg} & -k_{\beta pyd} & k_{\phi p\phi p} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$S_\gamma = \begin{bmatrix} k_{\gamma g\gamma g} & -k_{\gamma g\gamma p} & 0 \\ -k_{\gamma p\gamma g} & k_{\gamma p\gamma p} & -k_{\gamma p\gamma d} \\ 0 & -k_{\gamma d\gamma p} & k_{\gamma d\gamma d} \end{bmatrix}$$

$$W_x = \begin{bmatrix} k_{cg} \cdot X_{ng}(t) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{cd} \cdot X_{nd}(t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W_y = \begin{bmatrix} k_{bg} \cdot Y_{ng}(t) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{bd} \cdot Y_{nd}(t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$W_\gamma = \begin{bmatrix} (a+w) \cdot k_{bg} \cdot Y_{ng}(t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (a+w) \cdot k_{bd} \cdot Y_{nd}(t) \end{bmatrix}$$

a oznaczenia nadane elementom tych macierzy przedstawiają:

- $X_g, Y_g, X_p, Y_p, X_d, Y_d, B_p, \Phi_p, \Gamma_g, \Gamma_p, \Gamma_d$ – drgania poprzeczne głównych mas skipu jak na rys. 1;
- m_g, m_p, m_d – trzy wartości masy dotyczące kolejno głowicy skipu z jej prowadnicami, pojemnika skipu z dopuszczalnym ładunkiem oraz ramy dolnej z prowadnicami tej ramy;
- $J_{\beta p}, J_{\phi p}, J_{\gamma p}, J_{\gamma g}, J_{\gamma d}$ – pięć momentów bezwładności masy, w tym trzy dla masy pojemnika skipu z dopuszczalnym ładunkiem dotyczące, odpowiednio, drgań B_p, Φ_p, Γ_p , oraz po jednym dla głowicy i ramy dolnej odnoszące się, odpowiednio, do drgań Γ_g oraz Γ_d ;

- $h_g, h_p, h_d, h_{yg}, h_{\beta p}, h_{\phi p}, h_{\gamma p}, h_{\gamma d}$ – osiem współczynników tłumienia wiskotycznego drgań poprzecznych skipu, odpowiednio: drgań postępowych głowicy, drgań postępowych pojemnika z urobkiem, drgań postępowych ramy dolnej, drgań kątowych głowicy, drgań kątowych pojemnika z urobkiem oraz dla drgań kątowych ramy dolnej skipu;
- $k_{xgxg} - k_{ygyg}$ – trzydzieści pięć współczynników sztywności poprzecznej skipu, w tym czternaście dla jego drgań czołowych, czternaście dla jego drgań bocznych oraz siedem dla drgań skrętnych tego skipu;
- a, w – wymiary jak na rys. 1;
- $k_{cg}, k_{cd}, k_{bg}, k_{bd}$ – współczynniki sztywności prowadnic krążkowych skipu, odpowiednio: prowadnic czołowych górnych, prowadnic czołowych dolnych oraz prowadnic bocznych górnych i prowadnic bocznych dolnych;
- $X_{ng}(t), X_{nd}(t), Y_{ng}(t), Y_{nd}(t)$ – losowe funkcje czasu odwzorowujące oddziaływanie nierówności torów prowadzenia skipu w szybie na prowadnice krążkowe tego skipu, odpowiednio: na prowadnice czołowe górne, na prowadnice czołowe dolne, na prowadnice boczne górne oraz na prowadnice boczne dolne.

Do obliczania wartości elementów macierzy (5)–(8) opracowano w zakresie badań [1] specjalny moduł wspomagania komputerowego, ułatwiający też fizyczną weryfikację zależności matematycznych, którymi opisano te elementy. Ta weryfikacja wykazała, że wartości widma mocy ekstremalnych naprężeń zmiennych zmierzonych dla ciągłych skipów objętych badaniami (1) oraz wartości widma mocy naprężeń obliczone dla tych skipów z wykorzystaniem zależności opisujących elementy macierzy (5)–(8) są wystarczająco zgodne względem siebie. Ta zgodność jest też potwierdzeniem słuszności założeń, które przyjęto dla możliwie jak największego uproszczenia zależności matematycznych opisujących widma mocy dla zmiennych naprężeń w ciągłych nośnych skipu „prawie rzeczywistego”. Kolejno podano i mówiono najważniejsze z tych założeń oraz wynikające z nich zależności (9)–(23).

1. Największy wpływ na naprężenia zmienne w ciągłych nośnych skipu mają drgania poprzeczne ustalone (o ustalonych trajektoriach), doznawane przez główne masy skipu (rys. 1), a wyrażone przez dwie liniowe kombinacje tych drgań, nazwane w tym artykule jako górne drgania ustalone skipu i dolne drgania ustalone skipu oraz opisane wzorami:

$$\begin{aligned} x_g &= X_g - X_p + c \cdot B_p & y_g &= Y_g - Y_p + c \cdot \Phi_p \\ \gamma_g &= \Gamma_g - \Gamma_p \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} x_d &= X_d - X_p - d \cdot B_p & y_d &= Y_d - Y_p - d \cdot \Phi_p \\ \gamma_d &= \Gamma_d - \Gamma_p \end{aligned} \quad (10)$$

gdzie:

- x_g, y_g, γ_g – drgania ustalone górne skipu, odpowiednio: drgania ustalone górne czołowe, drgania ustalone górne boczne oraz drgania ustalone górne skrętne;

- x_d, y_d, γ_d – drgania ustalone dolne skipu, odpowiednio, drgania ustalone dolne czołowe, drgania ustalone dolne boczne oraz drgania ustalone dolne skrętne;
- c, d – wymiary jak na rys. 1;
- $X_g, Y_g, X_p, Y_p, X_d, Y_d, B_p, \Phi_p, \Gamma_g, \Gamma_p, \Gamma_d$ – drgania ustalone poprzeczne głównych mas skipu jak na rys. 1.

2. Ustalonym drganiom górnym i dolnym skipu, występującym w pasmach częstotliwości rezonansowych tych drgań, odpowiadają równania różniczkowe niezależne względem siebie, mające postaci:

$$\begin{aligned} \ddot{x}_{gj} + 2\pi \cdot f_{xj} \cdot \alpha_{xg} \cdot \dot{x}_{gj} + 4\pi^2 \cdot f_{xj}^2 \cdot x_{gj} &= \\ = 4\pi^2 \cdot f_{xj}^2 \cdot \frac{k_{cg} \cdot (c^2 \cdot k_{xgxp} + k_{\beta p \beta p})}{k_{xgxp} \cdot k_{\beta p \beta p}} \cdot X_{ng}(t), & \quad j = 1, 2, 3 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \ddot{x}_{dj} + 2\pi \cdot f_{xj} \cdot \alpha_{xd} \cdot \dot{x}_{dj} + 4\pi^2 \cdot f_{xj}^2 \cdot x_{dj} &= \\ = 4\pi^2 \cdot f_{xj}^2 \cdot \frac{k_{cd} \cdot (d^2 \cdot k_{xdxp} + k_{\beta p \beta p})}{k_{xdxp} \cdot k_{\beta p \beta p}} \cdot X_{nd}(t), & \quad j = 1, 2, 3 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \ddot{y}_{gj} + 2\pi \cdot f_{yj} \cdot \alpha_{yg} \cdot \dot{y}_{gj} + 4\pi^2 \cdot f_{yj}^2 \cdot y_{gj} &= \\ = 4\pi^2 \cdot f_{yj}^2 \cdot \frac{2 \cdot k_{bg} \cdot (c^2 \cdot k_{ygyg} + k_{\phi p \phi p})}{k_{ygyg} \cdot k_{\phi p \phi p}} \cdot Y_{ng}(t), & \quad j = 2, 3, 4 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \ddot{y}_{dj} + 2\pi \cdot f_{yj} \cdot \alpha_{yd} \cdot \dot{y}_{dj} + 4\pi^2 \cdot f_{yj}^2 \cdot y_{dj} &= \\ = 4\pi^2 \cdot f_{yj}^2 \cdot \frac{2 \cdot k_{bg} \cdot (d^2 \cdot k_{ydyp} + k_{\phi p \phi p})}{k_{ydyp} \cdot k_{\phi p \phi p}} \cdot Y_{nd}(t), & \quad j = 2, 3, 4 \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \ddot{\gamma}_{gj} + 2\pi \cdot f_{\gamma j} \cdot \alpha_{\gamma g} \cdot \dot{\gamma}_{gj} + 4\pi^2 \cdot f_{\gamma j}^2 \cdot \gamma_{gj} &= \\ = 4\pi^2 \cdot f_{\gamma j}^2 \cdot \frac{(a+w) \cdot k_{bg}}{k_{\gamma g \gamma p}} \cdot Y_{ng}(t), & \quad j = 1, 2, 3 \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \ddot{\gamma}_{dj} + 2\pi \cdot f_{\gamma j} \cdot \alpha_{\gamma d} \cdot \dot{\gamma}_{dj} + 4\pi^2 \cdot f_{\gamma j}^2 \cdot \gamma_{dj} &= \\ = 4\pi^2 \cdot f_{\gamma j}^2 \cdot \frac{(a+w) \cdot k_{bd}}{k_{\gamma d \gamma p}} \cdot Y_{nd}(t), & \quad j = 1, 2, 3 \end{aligned} \quad (16)$$

w których:

- x_{gj}, x_{dj} – ustalone j-te drgania czołowe górne i dolne skipu, które występują w paśmie j-tej częstotliwości rezonansowej f_{xj} tych drgań oraz są wymuszone przez czołowe oddziaływanie $X_{ng}(t)$ oraz $X_{nd}(t)$ nierówności torów prowadzenia skipu na jego krążkowe prowadnice czołowe, odpowiednio: na czołowe prowadnice krążkowe górne i dolne;
- y_{gj}, y_{dj} – ustalone j-te drgania boczne górne i dolne skipu, które występują w paśmie j-tej częstotliwości rezonansowej f_{yj} tych drgań oraz są wymuszone przez boczne

oddziaływanie $Y_{ng}(t)$ oraz $Y_{nd}(t)$ nierówności torów prowadzenia skipu na jego krążkowe prowadnice boczne, odpowiednio: na boczne prowadnice krążkowe górne i dolne;

- γ_{gj}, γ_{dj} – ustalone j -te drgania skrajne górne i dolne skipu, które występują w paśmie j -tej częstotliwości rezonansowej f_{yj} tych drgań oraz są wymuszone przez boczne oddziaływanie $Y_{ng}(t)$ oraz $Y_{nd}(t)$ nierówności torów prowadzenia skipu na jego krążkowe prowadnice boczne, odpowiednio na boczne prowadnice krążkowe górne i dolne;
- f_{xj} – j -ta częstotliwość rezonansowa drgań czołowych górnych i dolnych, obliczona za pomocą układu równań (1) jako j -ta częstotliwość własna tego układu;
- f_{yj} – j -ta częstotliwość rezonansowa drgań bocznych górnych i dolnych, obliczona za pomocą układu równań (2) jako j -ta częstotliwość własna tego układu;
- f_{yj} – j -ta częstotliwość rezonansowa drgań skrętnych górnych i dolnych, obliczona za pomocą układu równań (3) jako j -ta częstotliwość własna tego układu;
- $k_{cg}, k_{cd}, k_{bg}, k_{bd}$ – współczynniki sztywności prowadnic krążkowych skipu występujące w macierzach (8);
- $k_{xgxp}, k_{xdxp}, k_{\beta\beta\beta\beta}$ – współczynniki sztywności czołowej skipu występujące w macierzy S_x przynależnej do (7);
- $k_{ygyp}, k_{ydyp}, k_{\phi\phi\phi\phi}$ – współczynniki sztywności bocznej skipu występujące w macierzy S_y przynależnej do (7);
- k_{ygyg}, k_{ydyd} – współczynniki sztywności skrętnej skipu występujące w macierzy S_y przynależnej do (7);
- $X_{ng}(t), X_{nd}(t), Y_{ng}(t), Y_{nd}(t)$ – losowe funkcje czasu występujące w macierzach (8);
- a, c, d, w – wymiary jak na rys. 1;
- $\alpha_{xg}, \alpha_{gxd}, \alpha_{yg}$ – względne współczynniki tłumienia górnych drgań skipu, wyznaczone empirycznie [1] jako liczby równe, odpowiednio: 0,025, 0,025 oraz 0,008;
- $\alpha_{xd}, \alpha_{yd}, \alpha_{yd}$ – względne współczynniki tłumienia dolnych drgań skipu, wyznaczone empirycznie [1] jako liczby równe, odpowiednio: 0,02, 0,02 oraz 0,007.

3. Naturalnym skutkiem drgań górnych oraz dolnych skipu są kierunkowe ugięcia górnych i dolnych odcinków jego cięgieł nośnych oraz odpowiadające tym ugięciom cztery rodzaje wewnętrznych obciążeń cięgieł. Największe ugięcia oraz obciążenia, które dotyczą końcowych przekrojów każdego z tych odcinków, opisano w zakresie badań [1] następującymi zależnościami:

$$\begin{aligned} u_{xg}(t) &= x_g(t) + 0,5 \cdot b \cdot \gamma_g(t) & u_{yg}(t) &= y_g(t) + s \cdot \gamma_g(t) \\ u_{\gamma g}(t) &= \gamma_g(t) \\ u_{xd}(t) &= x_d(t) + 0,5 \cdot b \cdot \gamma_d(t) & u_{yd}(t) &= y_d(t) + s \cdot \gamma_d(t) \\ u_{\gamma d}(t) &= \gamma_d(t) \end{aligned} \quad (17)$$

$$M_{xg}(t) = \frac{6 \cdot EJ_{xg}}{L_g^2} \cdot u_{xg}(t) \quad M_{yg}(t) = \frac{6 \cdot EJ_{yg}}{L_g^2} \cdot u_{yg}(t) \quad (18)$$

$$M_{\gamma g}(t) = \frac{GJ_{sg}}{L_g} \cdot u_{\gamma g}(t) \quad N_g(t) = \frac{EA_g}{200 \cdot L_g} \cdot [u_{xg}(t) + u_{yg}(t)]$$

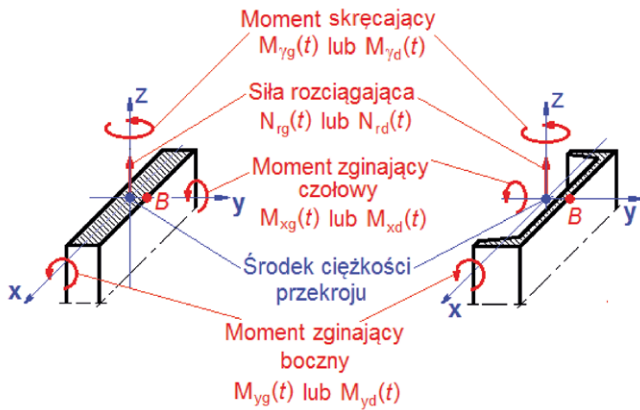
$$M_{xd}(t) = \frac{6 \cdot EJ_{xd}}{L_d^2} \cdot u_{xd}(t) \quad M_{yd}(t) = \frac{6 \cdot EJ_{yd}}{L_d^2} \cdot u_{yd}(t) \quad (19)$$

$$M_{\gamma d}(t) = \frac{GJ_{sd}}{L_d} \cdot u_{\gamma d}(t) \quad N_d(t) = \frac{EA_d}{200 \cdot L_d} \cdot [u_{xd}(t) + u_{yd}(t)]$$

w których:

- $u_{xg}(t), u_{yg}(t), u_{\gamma g}(t)$ – analizowane realizacje czasowe największych ugięć dotyczących górnych odcinków cięgieł skrajnych skipu, odpowiednio ugięć czołowych, ugięć bocznych oraz ugięć skrętnych;
- $u_{xd}(t), u_{yd}(t), u_{\gamma d}(t)$ – analizowane realizacje czasowe największych ugięć dotyczących dolnych odcinków cięgieł skrajnych skipu, odpowiednio ugięć czołowych, ugięć bocznych oraz ugięć skrętnych;
- b, s – wymiary jak na rys. 1;
- $x_g(t), y_g(t), \gamma_g(t)$ – analizowane realizacje czasowe drgań ustalonych górnych skipu obliczone za pomocą równań (11), (13) i (15);
- $x_d(t), y_d(t), \gamma_d(t)$ – analizowane realizacje czasowe drgań ustalonych dolnych skipu obliczone za pomocą równań (12), (14) i (16);
- $M_{xg}(t), M_{yg}(t), M_{\gamma g}(t), N_g(t)$ – analizowane realizacje czasowe największych obciążeń wewnętrznych dotyczących górnego odcinka skrajnych cięgieł skipu, odpowiednio: momentu zginającego czołowego, momentu zginającego bocznego, momentu skręcającego oraz siły rozciągającej;
- $M_{xd}(t), M_{yd}(t), M_{\gamma d}(t), N_d(t)$ – analizowane realizacje czasowe największych obciążeń wewnętrznych dotyczących dolnego odcinka skrajnych cięgieł skipu, odpowiednio: momentu zginającego czołowego, momentu zginającego bocznego, momentu skręcającego oraz siły rozciągającej;
- $EJ_{xg}, EJ_{yg}, GJ_{sg}, EA_g$ – sztywności przekrojowe górnych odcinków cięgieł skrajnych skipu, odpowiednio: sztywność przekrojowa na zginanie czołowe, sztywność przekrojowa na zginanie boczne, sztywność przekrojowa na skręcanie oraz sztywność przekrojowa na rozciąganie;
- $EJ_{xd}, EJ_{yd}, GJ_{sd}, EA_d$ – sztywności przekrojowe dolnych odcinków cięgieł skrajnych skipu, odpowiednio: sztywność przekrojowa na zginanie czołowe, sztywność przekrojowa na zginanie boczne, sztywność przekrojowa na skręcanie oraz taka sztywność na rozciąganie;
- L_g, L_d – długości odcinków cięgieł skrajnego, odpowiednio: odcinków górnych i dolnych.

4. Obciążenia wewnętrzne $M_{xg}(t), M_{yg}(t), M_{\gamma g}(t), N_g(t)$ dotyczące przekrojów na końcach górnego odcinka cięgieł skrajnych, jak też obciążenia wewnętrzne $M_{xd}(t), M_{yd}(t), M_{\gamma d}(t), N_d(t)$ odnoszące się do przekrojów na końcach dolnego



Rys. 2. Układ obciążeń wewnętrznych dla najczęściej spotykanych przekrojów cięgieł nośnych skipu górniczego (Źródło: opracowanie własne)

odcinka tych cięgieł, powodują w poszczególnych punktach tych przekrojów złożony stan naprężeń. Schematy takich przekrojów odnoszące się do dwu najczęściej spotykanych konstrukcji cięgieł, tj. cięgieł z płaskowników oraz cięgieł z ceowników, pokazuje rys. 2, gdzie przez B oznaczono punkt, w którym równoczesne naprężenia normalne i styczne są ekstremalne dla całego przekroju. Temu punktowi odpowiadają też naprężenia normalne i styczne, które są ekstremalne dla całego cyklu wydobywczego (naprężenia zmienne projektowe), określone jako naprężenia powtarzające się w każdym cyklu wydobywczym o takich samych parametrach. Te naprężenia, stanowiące skutek tzw. wędrówki energii [2], którą stwierdzono [1] między postępowymi i kątowymi drganiami głównych mas tych skipów, opisano wzorami (20) i (21).

Wzory (20) i (21) są następujące:

$$\sigma_{gmax}(t) = \left[\frac{6 \cdot s \cdot EJ_{yg}}{L_g^2 \cdot W_{ykg}} + \frac{(0,5 \cdot b + s) \cdot EA_g}{200 \cdot A_{kg} \cdot L_g} \right] \cdot \left[K_{xg} \cdot \sum_{j=1}^{j=3} x_{gj}(t) + K_{yg} \cdot \sum_{j=2}^{j=4} y_{gj}(t) + \sum_{j=1}^{j=3} \gamma_{gj}(t) \right]$$

$$\tau_{gmax}(t) = \frac{GJ_{sg}}{L_g \cdot W_{skg}} \cdot \left[K_{xg} \cdot \sum_{j=1}^{j=3} x_{gj}(t) + K_{yg} \cdot \sum_{j=2}^{j=4} y_{gj}(t) + \sum_{j=1}^{j=3} \gamma_{gj}(t) \right] \quad (20)$$

$$K_{xg} = \sqrt{\frac{k_{xgxp} \cdot k_{\beta\beta\beta\beta}}{k_{\gamma\gamma\gamma\gamma} \cdot (c^2 \cdot k_{xgxp} + k_{\beta\beta\beta\beta})}}$$

$$K_{yg} = \sqrt{\frac{k_{ygyy} \cdot k_{\phi\phi\phi\phi}}{k_{\gamma\gamma\gamma\gamma} \cdot (c^2 \cdot k_{ygyy} + k_{\phi\phi\phi\phi})}}$$

$$\sigma_{dmax}(t) = \left[\frac{6 \cdot s \cdot EJ_{yd}}{L_d^3 \cdot W_{ykd}} + \frac{(0,5 \cdot b + s) \cdot EA_d}{200 \cdot A_{kd} \cdot L_d} \right] \cdot \left[K_{xd} \cdot \sum_{j=1}^{j=4} x_{dj}(t) + K_{yd} \cdot \sum_{j=1}^{j=4} y_{dj}(t) + \sum_{j=1}^{j=3} \gamma_{dj}(t) \right]$$

$$\tau_{dmax}(t) = \frac{GJ_{sd}}{L_d \cdot W_{skd}} \cdot \left[K_{xd} \cdot \sum_{j=1}^{j=4} x_{dj}(t) + K_{yd} \cdot \sum_{j=1}^{j=4} y_{dj}(t) + \sum_{j=1}^{j=3} \gamma_{dj}(t) \right] \quad (21)$$

$$K_{xd} = \sqrt{\frac{k_{xdxp} \cdot k_{\beta\beta\beta\beta}}{k_{\gamma\gamma\gamma\gamma} \cdot (d^2 \cdot k_{xdxp} + k_{\beta\beta\beta\beta})}}$$

$$K_{yd} = \sqrt{\frac{k_{ydyd} \cdot k_{\phi\phi\phi\phi}}{k_{\gamma\gamma\gamma\gamma} \cdot (d^2 \cdot k_{ydyd} + k_{\phi\phi\phi\phi})}}$$

gdzie:

- $\sigma_{gmax}(t)$, $\sigma_{dmax}(t)$ – realizacja czasowa naprężenia normalnego w punkcie B obu końcowych przekrojów, jakie mają odcinki skrajnych cięgieł skipu, odpowiednio: górne i dolne, obejmująca bliskie otoczenie wartości tego naprężenia, która jest ekstremalna dla całego cyklu wydobywczego;
- $\tau_{gmax}(t)$, $\tau_{dmax}(t)$ – realizacja czasowa naprężenia stycznego w punkcie B obu końcowych przekrojów, jakie mają odcinki skrajnych cięgieł skipu, odpowiednio: górne i dolne, obejmująca bliskie otoczenie wartości tego naprężenia, która jest ekstremalna dla całego cyklu wydobywczego;
- A_{kg} , A_{kd} – powierzchnia każdego z dwu końcowych przekrojów, jakie mają odcinki skrajnych cięgieł skipu, odpowiednio: górne i dolne;
- b , c , d , s – wymiary jak na rys. 1;
- EJ_{yg} , GJ_{sg} , EA_g , EJ_{yd} , GJ_{sd} , EA_d , L_g , L_d – jak we wzorach (18) i (19);
- k_{xgxp} , k_{xdxp} , $k_{\beta\beta\beta\beta}$ – jak w równaniach (11) i (12);
- k_{ygyy} , k_{ydyd} , $k_{\phi\phi\phi\phi}$ – jak w równaniach (13) i (14);
- k_{ygyy} , k_{ydyd} – jak w równaniach (15) i (16);
- W_{ykg} , W_{ykd} – wskaźnik wytrzymałości na zginanie boczne każdego z dwu końcowych przekrojów, jakie mają odcinki skrajnych cięgieł skipu, odpowiednio: górne i dolne;
- W_{skg} , W_{skd} – wskaźnik wytrzymałości na skręcanie każdego z dwu końcowych przekrojów, jakie mają odcinki skrajnych cięgieł skipu, odpowiednio: górne i dolne;
- $x_g(t)$, $y_g(t)$, $\gamma_g(t)$, $x_d(t)$, $y_d(t)$, $\gamma_d(t)$ – jak we wzorach (17).

5. Poszczególne realizacje czasowe naprężeń $\sigma_{gmax}(t)$, $\tau_{gmax}(t)$, $\sigma_{dmax}(t)$, $\tau_{dmax}(t)$, opisanym wzorami (20) i (21), odpowiada widmo mocy tych naprężeń, oznaczone, odpowiednio: $G_{\sigma g}(f)$, $G_{\tau g}(f)$, $G_{\sigma d}(f)$, $G_{\tau d}(f)$ oraz wyrażone właściwym z następujących wzorów:

$$G_{\sigma g}(f) = \left[\frac{6 \cdot s \cdot EJ_{yg}}{L_g^2 \cdot W_{ykg}} + \frac{(0,5 \cdot b + s) \cdot EA_g}{200 \cdot A_{kg} \cdot L_g} \right]^2 \cdot \left[K_{xg}^2 \cdot \sum_{j=1}^{j=3} G_{xgj}(f) + K_{yg}^2 \cdot \sum_{j=2}^{j=4} G_{ygj}(f) + \sum_{j=1}^{j=3} G_{\gamma gj}(f) \right] \quad (23)$$

$$G_{\tau g}(f) = \left[\frac{GJ_{sg}}{L_g \cdot W_{skg}} \right]^2 \cdot \left[K_{xg}^2 \cdot \sum_{j=1}^{j=3} G_{xgj}(f) + K_{yg}^2 \cdot \sum_{j=2}^{j=4} G_{ygj}(f) + \sum_{j=1}^{j=3} G_{\gamma gj}(f) \right]$$

$$G_{\sigma d}(f) = \left[\frac{6 \cdot s \cdot EJ_{yd}}{L_d^2 \cdot W_{ykd}} + \frac{(0,5 \cdot b + s) \cdot EA_d}{200 \cdot A_{kd} \cdot L_g} \right]^2 \cdot \left[K_{xd}^2 \cdot \sum_{j=1}^{j=3} G_{xdj}(f) + K_{yd}^2 \cdot \sum_{j=2}^{j=4} G_{ydj}(f) + \sum_{j=1}^{j=3} G_{\gamma dj}(f) \right] \quad (24)$$

$$G_{\tau d}(f) = \left[\frac{GJ_{sd}}{L_d \cdot W_{skd}} \right]^2 \cdot \left[K_{xd}^2 \cdot \sum_{j=1}^{j=3} G_{xdj}(f) + K_{yd}^2 \cdot \sum_{j=2}^{j=4} G_{ydj}(f) + \sum_{j=1}^{j=3} G_{\gamma dj}(f) \right]$$

w których :

- $A_{kg}, A_{kd}, b, s, EJ_{yg}, GJ_{sg}, EA_g, EJ_{yd}, GJ_{sd}, EA_d, L_g, L_d, k_{xg}, k_{yg}, k_{xd}, k_{yd}, W_{ykg}, W_{ykd}, W_{skg}, W_{skd}$ – jak we wzorach (21) i (22);
- $G_{xgj}(f), G_{ygj}(f), G_{\gamma gj}(f)$ – widmo mocy j-tych drgań górnych skipu, kolejno: j-tych drgań górnych czołowych, j-tych drgań górnych bocznych oraz j-tych drgań górnych skrętnych, opisane odpowiednim ze wzorów (25–27);
- $G_{xdj}(f), G_{ydj}(f), G_{\gamma dj}(f)$ – widmo mocy j-tych drgań dolnych skipu, kolejno: j-tych drgań dolnych czołowych, j-tych drgań dolnych bocznych oraz j-tych drgań dolnych skrętnych, opisane odpowiednim ze wzorów (28–30).

Wzory (25–30) mają postaci:

$$G_{xgj}(f) = \left[\frac{k_{cg} \cdot (c^2 \cdot k_{xgxp} + k_{\beta\beta\beta\beta})}{k_{xgxp} \cdot k_{\beta\beta\beta\beta}} \right]^2 \cdot \frac{G_{nx}(f)}{\left(1 - \frac{f^2}{f_{xj}^2}\right)^2 + \alpha_{xg}^2 \cdot \frac{f^2}{f_{xj}^2}} \quad (25)$$

$$G_{ygj}(f) = \left[\frac{2 \cdot k_{bg} \cdot (c^2 \cdot k_{ygyg} + k_{\phi\phi\phi\phi})}{k_{ygyg} \cdot k_{\phi\phi\phi\phi}} \right]^2 \cdot \frac{G_{ny}(f)}{\left(1 - \frac{f^2}{f_{yj}^2}\right)^2 + \alpha_{yg}^2 \cdot \frac{f^2}{f_{yj}^2}} \quad (26)$$

$$G_{\gamma gj}(f) = \left[\frac{k_{bg} \cdot (a + w)}{k_{\gamma gyp}} \right]^2 \cdot \frac{G_{ny}(f)}{\left(1 - \frac{f^2}{f_{yj}^2}\right)^2 + \alpha_{\gamma g}^2 \cdot \frac{f^2}{f_{yj}^2}} \quad (27)$$

$$G_{xdj}(f) = \left[\frac{k_{cd} \cdot (d^2 \cdot k_{xdxp} + k_{\beta\beta\beta\beta})}{k_{xdxp} \cdot k_{\beta\beta\beta\beta}} \right]^2 \cdot \frac{G_{nx}(f)}{\left(1 - \frac{f^2}{f_{xj}^2}\right)^2 + \alpha_{xd}^2 \cdot \frac{f^2}{f_{xj}^2}} \quad (28)$$

$$G_{ydj}(f) = \left[\frac{2 \cdot k_{bd} \cdot (d^2 \cdot k_{ydyd} + k_{\phi\phi\phi\phi})}{k_{ydyd} \cdot k_{\phi\phi\phi\phi}} \right]^2 \cdot \frac{G_{ny}(f)}{\left(1 - \frac{f^2}{f_{yj}^2}\right)^2 + \alpha_{yd}^2 \cdot \frac{f^2}{f_{yj}^2}} \quad (29)$$

$$G_{\gamma dj}(f) = \left[\frac{k_{bg} \cdot (a + w)}{k_{\gamma dyp}} \right]^2 \cdot \frac{G_{ny}(f)}{\left(1 - \frac{f^2}{f_{yj}^2}\right)^2 + \alpha_{\gamma d}^2 \cdot \frac{f^2}{f_{yj}^2}} \quad (30)$$

w których:

- a, c, d, w – wymiary jak na rys. 1;
- $f_{xj}, f_{yj}, f_{\gamma j}, k_{cg}, k_{cd}, k_{bg}, k_{bd}, k_{xgxp}, k_{xdxp}, k_{\beta\beta\beta\beta}, k_{ygyg}, k_{ydyd}, k_{\phi\phi\phi\phi}, k_{ygyg}, k_{ydyd}, \alpha_{xg}, \alpha_{yg}, \alpha_{\gamma g}, \alpha_{xd}, \alpha_{yd}, \alpha_{\gamma d}$ – jak w równaniach (11–16);
- $G_{nx}(f), G_{ny}(f)$ – widmo mocy nierówności torów prowadzenia skipu w szybie, kolejno: nierówności czołowych i nierówności bocznych, określone przez odpowiedni ze wzorów:

$$G_{nx}(f) = \frac{0,173 \cdot D_x \cdot \frac{V}{L} \cdot f}{1 + k_n \cdot f^5} \quad G_{ny}(f) = \frac{0,173 \cdot D_y \cdot \frac{V}{L} \cdot f}{1 + k_n \cdot f^5} \quad (31)$$

gdzie:

- D_x, D_y – wariancja największych nierówności torów prowadzenia skipu w szybie, odpowiednio: nierówności czołowych i bocznych, obliczona w oparciu o wyniki pomiarów tych nierówności uzyskane zgodnie z przepisami górniczymi;
- k_n – współczynnik widmowy nierówności torów prowadzenia skipu w szybie, określony dla typowych konstrukcji tych torów jako $0,5 s^5$;
- L, V – odpowiednio, odstęp pionowy dźwigarów – podpór przewodników w szybie w [m], oraz prędkość tzw. jazdy ustalonej skipu w szybie w [m/s].

Ze wzorów (23–30) wynika, że wartości widma mocy zmiennych napreżeń projektowych normalnych oraz stycznych są względem siebie wprost proporcjonalne. Jest to jedno z jakościowych potwierdzeń, że podane założenia wraz

Tabela 1. Parametry bezwładności analizowanego skipu górniczego

(źródło: opracowanie własne na podstawie [1])

m_g	m_p	m_d	$J_{\phi p}$	$J_{\phi p}$	$J_{y g}$	$J_{y p}$	$J_{y d}$
kg	kg	kg	kgm ²	kgm ²	kgm ²	kgm ²	kgm ²
4520	52300	3290	401900	263600	8170	32100	5390

z zależnościami do obliczeń takiego widma są zgodne z wynikami pomiarów naprężeń zmiennych w ciągłach skipów, omówionymi w poprzednim rozdziale niniejszej monografii. Inne potwierdzenia, także ilościowe, przedstawiono w kolejnych częściach tego artykułu.

3. Przykład obliczeń widma mocy zmiennych naprężeń projektowych dla ciągów nośnych skipu górniczego

Z zależności podanych w 2. części niniejszego artykułu wynika, że omawiane obliczenia korzystnie jest wykonać w trzech częściach, z których pierwszą jest skompletowanie danych do obliczeń, drugą jest określenie rezonansowych częstotliwości drgań poprzecznych analizowanego skipu, a trzecią stanowi opracowanie czterech wykresów widma mocy przedmiotowych naprężeń.

Skompletowanie danych do obliczeń polega na zestawieniu potrzebnych do tych obliczeń parametrów konstrukcji analizowanego skipu i parametrów torów prowadzenia, z którymi ma on współpracować w szybie (łącznie ponad 60 liczb) oraz na przygotowaniu aktualnych wyników kontrolnych pomiarów prostoliniowości tych torów do obliczeń parametrów D_x , D_y .

Z kolei określenie rezonansowych częstotliwości drgań poprzecznych analizowanego skipu wymaga najpierw wyznaczenia liczbowych elementów macierzy bezwładności (5) i macierzy sztywności (7) analizowanego skipu. Wtedy, po podstawieniu tych macierzy do układów równań (1), (2) i (3), oblicza się jedenaście częstotliwości własnych tych układów, z których każdej przyporządkowuje się oznaczenie częstotliwości rezonansowej, stosując zasady:

- $f_{x1} < f_{x2} < f_{x3} < f_{x4}$ – gdy są to częstotliwości własne układu równań (1);
- $f_{y1} < f_{y2} < f_{y3} < f_{y4}$ – gdy są to częstotliwości własne układu równań (2);
- $f_{y1} < f_{y2} < f_{y3}$ – gdy są to częstotliwości własne układu równań (3).

Natomiast w celu opracowania czterech wykresów widma mocy zmiennych naprężeń projektowych dla ciągów analizowanego skipu wyznacza się najpierw wariancje D_x , D_y występujące w zależnościach (31). W tym celu, całą długość jednego i drugiego z tych torów dzieli się na k odcinków o długości ΔH obliczonej za pomocą wzoru (32), po czym każdemu z tych odcinków przyporządkowuje się dwa zbiory liczb: jeden zawierający wyniki kontrolnych pomiarów dla czołowej prostoliniowości tego odcinka, a drugi zawierający takie wyniki dotyczące prostoliniowości bocznej. Następnie dla każdego z tak utworzonych zbiorów nierówności czołowych wyznacza się wariancję D_{xk} , a dla każdego ze zbiorów nierówności bocznych – wariancję D_{yk} , po czym za pomocą wzorów (33) określa wariancję

D_x , D_y podstawiane do zależności (31). Wzory (32) i (33) są następujące:

$$\Delta H \approx \max\left(\frac{3,5 \cdot V}{f_{x1}}, \frac{3,5 \cdot V}{f_{y2}}\right) \quad (32)$$

$$D_x = \max(D_{x1}, D_{x2}, \dots, D_{xk}) \quad (33)$$

$$D_y = \max(D_{y1}, D_{y2}, \dots, D_{yk})$$

gdzie

- f_{x1}, f_{y2} – częstotliwości rezonansowe drgań poprzecznych analizowanego skipu;
- V – prędkość tzw. jazdy ustalonej skipu w szybie.

Kolejno wyznacza się numeryczne wartości czterech funkcji $G_{\sigma g}(f)$, $G_{\tau g}(f)$, $G_{\sigma d}(f)$, $G_{\tau d}(f)$ opisujących za pomocą wzorów (23) i (24) widma mocy zmiennych naprężeń projektowych normalnych oraz stycznych, po czym dla wartości tych funkcji sporządza się cztery wykresy, które są końcowym wynikiem obliczeń omawianego widma.

Jako przykład przedstawiono w tabelach 1–4 oraz na rys. 3 dane i wyniki dotyczące drugiej oraz trzeciej części omówionych obliczeń wykonanych dla parametrów konstrukcyjnych skipu, który był już użytkowany w szybie, kiedy to, po wykonaniu przez wyciąg górniczy ok. 150 tys. cykli wydobywczych, wykryto uszkodzenia zmęczeniowe dolnego odcinka ciągów skrajnych tego skipu. W tabeli 1 zestawiono parametry bezwładności omawianego skipu jako elementy macierzy (5), w tabeli 2 podano parametry sztywności tego skipu jako elementy macierzy (7), a w tabeli 3 zamieszczono jedenaście częstotliwości własnych obliczonych dla układów równań (1), (2), (3), jako częstotliwości rezonansowe występujące we wzorach (11–16) oraz (25–30). Z kolei w tabeli 4 zamieszczono dane do numerycznych obliczeń wartości funkcji $G_{\sigma g}(f)$, $G_{\tau g}(f)$, $G_{\sigma d}(f)$, $G_{\tau d}(f)$, a na rys. 3 pokazano ich wykresy w dwu zestawach: górnym dla górnego odcinka ciągów skrajnych skipu oraz dolnym – dla dolnego odcinka tych ciągów. Ponadto dla każdego z tych zestawów obliczono odpowiadającą mu wartość naprężenia projektowego zredukowanego, obliczoną za pomocą właściwego ze wzorów:

$$\sigma_{zgmax} = \left[\frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{f_g} G_{\sigma g}(f) df + \frac{3}{\pi} \cdot \int_0^{f_g} G_{\tau g}(f) df \right]^{0,5} \quad (34)$$

$$\sigma_{zdmax} = \left[\frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{f_g} G_{\sigma d}(f) df + \frac{3}{\pi} \cdot \int_0^{f_g} G_{\tau d}(f) df \right]^{0,5} \quad (35)$$

Tabela 2. Parametry sztywności analizowanego skipu górnego

(Źródło: opracowanie własne na podstawie [1])

k_{xgxg}	k_{xgxp}	$k_{xg\beta p}$	k_{xpxg}	k_{xpxp}	k_{xpxd}	$k_{xp\beta p}$
N/m	N/m	N	N/m	N/m	N/m	N
$13,5 \cdot 10^6$	$11,1 \cdot 10^6$	$43 \cdot 10^6$	$11,1 \cdot 10^6$	$12,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$41 \cdot 10^6$
k_{xdxp}	k_{xdxd}	$k_{xd\beta p}$	$k_{\beta pxg}$	$k_{\beta pxp}$	$k_{\beta pxd}$	$k_{\beta p\beta p}$
N/m	N/m	N	N	N	N	N · m
$1,2 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^6$	$2,3 \cdot 10^6$	$43 \cdot 10^6$	$41 \cdot 10^6$	$2,3 \cdot 10^6$	$173 \cdot 10^6$
k_{ygyg}	$k_{ygy p}$	$k_{y g\beta p}$	$k_{y pyg}$	$k_{y py p}$	$k_{y py d}$	$k_{y p\beta p}$
N/m	N/m	N	N/m	N/m	N/m	N
$3,3 \cdot 10^6$	$0,27 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	$0,27 \cdot 10^6$	$0,32 \cdot 10^6$	$0,05 \cdot 10^6$	$0,94 \cdot 10^6$
$k_{y dyp}$	$k_{y d y d}$	$k_{y d\beta p}$	$k_{\phi pyg}$	$k_{\phi py p}$	$k_{\phi py d}$	$k_{\phi p\beta p}$
N/m	N/m	N	N	N	N	N · m
$0,05 \cdot 10^6$	$3,1 \cdot 10^6$	$0,11 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	$0,94 \cdot 10^6$	$0,11 \cdot 10^6$	$4,3 \cdot 10^6$
$k_{y\beta yg}$	$k_{y\beta y p}$	$k_{y\beta pyg}$	$k_{y\beta py p}$	$k_{y\beta py d}$	$k_{y\beta dyp}$	$k_{y\beta dy d}$
N · m	N · m	N · m	N · m	N · m	N · m	N · m
$12,7 \cdot 10^6$	$5,1 \cdot 10^6$	$5,1 \cdot 10^6$	$5,7 \cdot 10^6$	$0,62 \cdot 10^6$	$0,62 \cdot 10^6$	$8,3 \cdot 10^6$

Tabela 3. Częstotliwości rezonansowe drgań poprzecznych analizowanego skipu górnego

(Źródło: opracowanie własne)

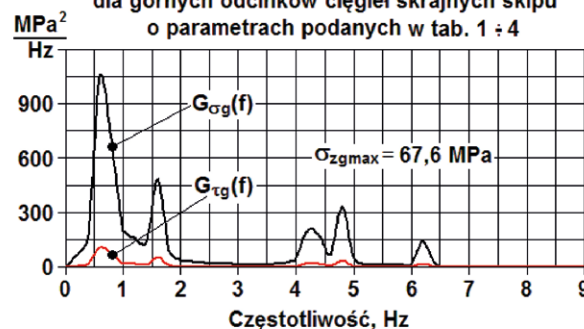
Drgania czołowe				Drgania boczne				Drgania skrętne		
f_{x1}	f_{x2}	f_{x3}	f_{x4}	f_{y1}	f_{y2}	f_{y3}	f_{y4}	f_{y1}	f_{y2}	f_{y3}
Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
0,71	1,58	4,73	9,46	0,21	0,69	4,29	4,85	1,66	6,25	6,42

w których:

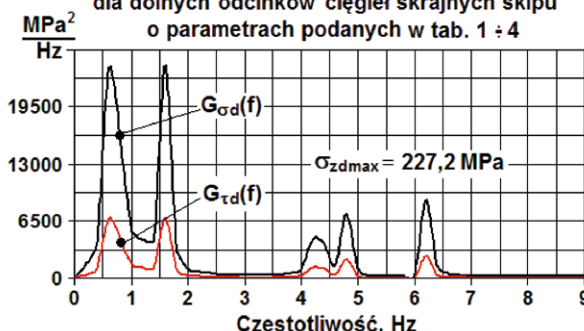
- σ_{zgmax} – naprężenie projektowe zredukowane górnego odcinka skrajnych cięgieł analizowanego skipu, obliczone wg hipotezy HMH (Huber, Mises, Hencky) jako największe naprężenie zredukowane końcowych przekrojów (rys. 2) tego odcinka;
- σ_{zdmax} – naprężenie projektowe zredukowane dolnego odcinka skrajnych cięgieł analizowanego skipu, obliczone wg hipotezy HMH (Huber, Mises, Hencky) jako największe naprężenie zredukowane końcowych przekrojów (rys. 2) tego odcinka;
- f_g – największa częstotliwość, dla której funkcje $G_{\sigma g}(f)$, $G_{\tau g}(f)$, $G_{\sigma d}(f)$, $G_{\tau d}(f)$ mają jeszcze niepomijalne wartości, określona jako 9 Hz.

Jak podano na rys. 3, naprężenie projektowe zredukowane σ_{zgmax} górnego odcinka skrajnych cięgieł analizowanego skipu, obliczone za pomocą wzoru (34), wynosi 67,6 MPa, a naprężenie projektowe zredukowane dolnego odcinka tych cięgieł, obliczone z wykorzystaniem wzoru (35), jest równe 227,2 MPa. Jeżeli wziąć pod uwagę, że takie naprężenia – podane w poprzednim rozdziale tej monografii jako wyznaczone w oparciu o widmo mocy ekstremalnych naprężeń zmiennych, które zmierzono w skrajnym cięgle skipu o identycznych parametrach, jak skip analizowany – wynoszą odpowiednio 61,7 MPa oraz 219,1 MPa, to można stwierdzić, że uzyskano zadowalające potwierdzenie ilościowej zasadności zarówno założeń, jak i wzorów obliczeniowych podanych w 2. części niniejszego artykułu.

Widmo mocy naprężeń zmiennych projektowych dla górnych odcinków cięgieł skrajnych skipu o parametrach podanych w tab. 1 ÷ 4



Widmo mocy naprężeń zmiennych projektowych dla dolnych odcinków cięgieł skrajnych skipu o parametrach podanych w tab. 1 ÷ 4



Rys. 3. Dwa zestawy wykresów funkcji $G_{\sigma g}(f)$, $G_{\tau g}(f)$, $G_{\sigma d}(f)$, $G_{\tau d}(f)$ opisujących za pomocą wzorów (23–27) widma mocy naprężeń projektowych zmiennych w skrajnych cięglach analizowanego skipu o dużej ładowności (Źródło: opracowanie własne)

Tabela 4. Dane do obliczeń numerycznych wartości funkcji $G_{og}(f)$, $G_{ig}(f)$, $G_{od}(f)$, $G_{id}(f)$

(Źródło: opracowanie własne)

A_{kg}	A_{kd}	a	b	c	d	D_x	D_y
m^2	m^2	m	m	m	m	m^2	m^2
$7,5 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	3,2	1,3	3,9	2	$1,27 \cdot 10^{-6}$	$3,72 \cdot 10^{-6}$
EA_g	EA_d	EJ_{yg}	EJ_{yd}	GJ_{sg}	GJ_{sd}	k_{bg}	k_{bd}
N	N	$N \cdot m^2$	$N \cdot m^2$	$N \cdot m^2$	$N \cdot m^2$	N/m	N/m
$1575 \cdot 10^6$	$1134 \cdot 10^6$	$1176 \cdot 10^2$	$861 \cdot 10^2$	$1,61 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^6$
k_{cg}	k_{cd}	K_{xg}	K_{xd}	K_{yg}	K_{yd}	L	L_g
N/m	N/m	1/m	1/m	1/m	1/m	m	m
$2,5 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^6$	1,05	1,37	0,17	0,28	3	3,3
L_d	s	V	W_{skg}	W_{skd}	W_{ykg}	W_{ykd}	w
m	m	m/s	m^3	m^3	m^3	m^3	m
5,1	0,8	20	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	0,2

4. Przykład obliczeń zmęczeniowej trwałości projektowej cięgieł nośnych skipu górniczego w oparciu o widmo mocy naprężeń zmiennych projektowych wyznaczone dla skrajnych cięgieł tego skipu

Ten przykład dotyczy skipu, którego cięgła skrajne mają widmo mocy naprężeń zmiennych projektowych pokazane na rys. 3. Jest zatem kontynuacją poprzedniego przykładu oraz ilustracją obliczeń, które, podobnie jak obliczenia widma mocy naprężeń zmiennych projektowych, korzystnie jest wykonać w trzech częściach. Pierwszą z nich jest skompletowanie danych do obliczeń, drugą jest parametryzacja ogólnych równań projektowej trwałości zmęczeniowej cięgieł skipu, a część trzecią stanowi wyznaczenie parametrów obliczanej trwałości projektowej jako rozwiązań równań tej trwałości po ich parametryzacji.

Skompletowanie danych do omawianych obliczeń polega na zestawieniu ośmiu wartości, które dla przypadku analizowanego skipu zamieszczono w tabeli 5.

Te dane mają oznaczenia:

- f_1 – argument (częstotliwość) pierwszego lokalnego maksimum wykresów widma jak na rys. 3;
- m – wykładnik krzywej zmęczenia, który dla cięgieł skipów objętych badaniami [1] przyjęto jako 3,5, przez analogię konstrukcyjną pomiędzy cięglami skipu a ustrojami stalowymi, których dotyczy norma [8];
- N_o – bazowa liczba milionów cykli wydobywczych z udziałem analizowanego skipu, którą – również przez analogię konstrukcyjną pomiędzy cięglami skipu a ustrojami stalowymi, których dotyczy norma [8] – przyjęto jako 2;
- R_{wg} , R_{wd} – kolejno: dla górnego i dolnego odcinka cięgieł, wytrzymałość zmęczeniowa trwała przekroju cięgła ze spiną pachwinową, określona na bazie N_o cykli zmian naprężenia normalnego o stałej amplitudzie oraz o współczynniku asymetrii równym -1 ;
- T_w – nominalny czas jednego cyklu wydobywczego s;
- σ_{zmax} , σ_{zmax} – naprężenie projektowe zredukowane, odpowiednio, górnego i dolnego odcinka skrajnych cięgieł skipu, obliczone za pomocą właściwego ze wzorów (34) i (35).

Z kolei druga część omawianych obliczeń, którą jest parametryzacja ogólnych równań projektowej trwałości zmęczeniowej cięgieł skipu, obejmuje zastąpienie symbolicznych współczynników w ogólnych równaniach (36) tej trwałości, przez współczynniki liczbowe dotyczące analizowanego skipu. Równania (36) mają postaci:

$$N_{Sg} - N_o \cdot \left[\frac{R_{wg}}{\sigma_{eg}(N_{Sg})} \right]^m = 0 \quad (36)$$

$$N_{Sd} - N_o \cdot \left[\frac{R_{wd}}{\sigma_{ed}(N_{Sd})} \right]^m = 0$$

gdzie:

- N_{sg} , N_{sd} – obliczane parametry projektowej trwałości zmęczeniowej cięgieł skipu, odpowiednio: projektowa trwałość zmęczeniowa górnego odcinka cięgieł oraz projektowa trwałość zmęczeniowa ich odcinka dolnego;
- N_o , R_{wg} , R_{wd} – dane do obliczeń jak w tabeli 5;
- $\sigma_{eg}(N_{sg})$, $\sigma_{ed}(N_{sd})$ – ekwiwalentna amplituda naprężenia projektowego zredukowanego, odpowiednio: σ_{zmax} , σ_{zmax} , zdefiniowana jako stała amplituda cyklicznych zmian naprężenia normalnego, mających współczynnik asymetrii równy -1 oraz liczbę cykli, odpowiednio: N_{sg} oraz N_{sd} ; ta amplituda – po wykorzystaniu zależności z teorii losowych procesów zmęczeniowych dotyczących konstrukcji mechanicznych, np. [3], [8], [14] – jest wyrażona za pomocą odpowiedniego ze wzorów:

Tabela 5. Dane do obliczeń projektowej trwałości zmęczeniowej cięgieł nośnych skipu

(Źródło: opracowanie własne)

f_1	m	N_o	R_{wg}	R_{wd}	T_w	σ_{zmax}	σ_{zmax}
Hz	-	-	MPa	MPa	s	MPa	MPa
0,71	3,5	2	63	45	120	67,6	227,2

$$\begin{aligned} \sigma_{eg}(N_{sg}) &= \\ &= \sigma_{zgmax} \cdot \exp\left(-1,676 + 0,958 \cdot K_p + 0,776 \cdot N_{sg}^{0,426}\right) \end{aligned} \quad (37)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ed}(N_{sd}) &= \\ &= \sigma_{zdmax} \cdot \exp\left(-1,676 + 0,958 \cdot K_p + 0,776 \cdot N_{sd}^{0,426}\right) \end{aligned}$$

w których:

- σ_{zgmax} , σ_{zdmax} – jak w tabeli 5;
- K_p – parametr zdefiniowany dla ogólnego przypadku urządzeń konstrukcyjnych jako współczynnik obciążeń [3], [6], [11], obliczany jako:

$$K_p = \left[\int_0^1 q^m f(q) dq \right]^{\frac{1}{m}} \quad (38)$$

gdzie:

- m – wykładnik krzywej zmęczenia;
- $f(q)$ – funkcja gęstości prawdopodobieństwa zmiennej losowej q ; ta funkcja – jak wykazano w poprzednim rozdziale tej monografii – ma w przypadku cięgieł skipu następujący wzór:

$$f(q) = 2 \cdot \ln(f_1 \cdot T_w) \cdot q \cdot \exp\left[-q^2 \cdot \ln(f_1 \cdot T_w)\right] \quad (39)$$

w którym

- f_1 , T_w – parametry jak w tabeli 1.

Po obliczeniu dla analizowanego skipu odpowiadającej mu wartości parametru K_p formułuje się dla zależności (37) ich sparametryzowane postaci, a po podstawieniu ich wraz z liczbami m , N_o , R_{wg} , R_{wd} do równań (36) uzyskuje się sparametryzowane postaci tych równań.

Dla skipu, którego dotyczy ten przykład, te postaci są następujące:

$$N_{sg} - 97,5 \cdot \exp\left(-2,716 \cdot N_{sg}^{0,426}\right) = 0 \quad (40)$$

$$N_{sd} - 0,431 \cdot \exp\left(-2,716 \cdot N_{sd}^{0,426}\right) = 0$$

W trzeciej, ostatniej części niniejszego przykładu wyznaczono rozwiązania równań (40) jako liczby N_{sg} i N_{sd} . Pierwsza z nich jest trwałością projektową dla górnego odcinka cięgieł skrajnych skipu, wyrażoną w milionach cykli wydobywczego wyciągu górniczego, druga jest taką trwałością dla dolnego odcinka tych cięgieł. Obie liczby podano w tabeli 6, w której zamieszczono również liczby określające w milionach cykli

Tabela 6. Porównanie trwałości zmęczeniowej cięgieł nośnych skipu górniczego, projektowej, empirycznej i rzeczywistej

(źródło: opracowanie własne)

Trwałość zmęczeniowa cięgieł nośnych analizowanego skipu o dużej ładowności wyrażona w milionach cykli wydobywczego wyciągu górniczego					
Górny odcinek cięgieł nośnych			Dolny odcinek cięgieł nośnych		
Trwałość projektowa	Trwałość empiryczna	Trwałość rzeczywista	Trwałość projektowa	Trwałość empiryczna	Trwałość rzeczywista
2,19	2,25	2,40	0,135	0,145	0,150

wydobywczego trwałości empiryczną oraz trwałości rzeczywistą cięgieł nośnych analizowanego skipu, podane już w poprzednim rozdziale tej monografii.

Z tabeli 6 wynika, że trwałość projektowa cięgieł nośnych analizowanego skipu, obliczona jako rozwiązanie równań (40), jest zadowalająco zgodna liczbowo z empiryczną oraz rzeczywistą trwałością tych cięgieł, co dotyczy zarówno ich górnego, jak i dolnego odcinka. Można zatem stwierdzić, że przedstawione w tym artykule zależności matematyczne, w oparciu o które sformułowano równania (40), są wystarczające do zaproponowania wiarygodnej metody zmęczeniowego obliczania cięgieł nośnych skipu górniczego ze względu na drgania poprzeczne tego skipu związane z jego użytkowaniem w szybie. Jak już podano we wprowadzeniu do niniejszego artykułu, na taką metodę oczekują od wielu lat użytkownicy skipów górniczych, zwłaszcza skipów o dużej ładowności.

5. Posumowanie

1. Zostały sformułowane zależności matematyczne do obliczania zmęczeniowej trwałości projektowej cięgieł nośnych skipu górniczego, dotyczącej drgań poprzecznych związanych z użytkowaniem skipu w szybie. W niniejszym artykule wykazano, że wyniki obliczeń uzyskiwane za pomocą tych zależności dla skipów, przy których wykonano również diagnostyczne badania zmiennych naprężeń w cięgłach, są zadowalająco zgodne liczbowo zarówno z empiryczną trwałością zmęczeniową cięgieł określoną w oparciu o takie badania, jak i z rzeczywistą trwałością zmęczeniową tych cięgieł.
2. Można stwierdzić, że przedstawione w tym artykule zależności matematyczne opisujące zagadnienie obliczania zmęczeniowej trwałości projektowej cięgieł nośnych skipu górniczego są wystarczające, aby zaproponować wiarygodną metodę zmęczeniowego obliczania tych cięgieł ze względu na drgania poprzeczne skipu związane z jego użytkowaniem w szybie. Na taką metodę od wielu lat oczekują użytkownicy skipów górniczych, zwłaszcza skipów o dużej ładowności.

reklama



Najnowsze informacje ze świata robotyki
katalog branżowy | aplikacje robotów | targi




Literatura

- [1] *Badania stanu zmienności naprężeń doznawanych przez ciągła nośne naczyń wyciągowych wskutek nierówności torów prowadzenia.* Niepublikowane raporty z badań wykonanych pod kierunkiem M. Płachno w okresie od 2007 r. do 2016 r. przez AGH-WIMiR dla KGHM PM SA O/ZG Rudna, udostępnione na potrzeby niniejszej pracy przez ich właściciela.
- [2] BOGUSZ W., ENGEL Z., GIERGIEL J.: *Drgania i szумы.* Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1974.
- [3] DIETRICH M.: *Wstęp do stochastycznej teorii maszyn.* PWN, Warszawa 1972.
- [4] HEYNS M., HEYNS P.S., BACKEBERG R.A.: *The Design of Optimal Guide Roller Systems for Mining Conveyances.* Materiały International Conference on Mine Hoisting 93, Londyn 1993.
- [5] MATACHOWSKI F.: *Opracowanie kryteriów projektowania wybranych elementów nośnych naczyń wyciągowego.* Praca doktorska wykonana w AGH Kraków (WIMiR-KWZMiK) w 2011 r.
- [6] Polska norma PN-79/M-06515. *Dźwignice. Ogólne zasady projektowania stalowych ustrojów.*
- [7] PŁACHNO M.: *Zagadnienie drgań poprzecznych naczyń wyciągowych.* Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z. 180, Gliwice 1989.
- [8] PŁACHNO M.: *Metoda dynamiczna badań stanu zmienności naprężeń w ciągłach naczyń wyciągowych powodowanego nierównościami torów prowadzenia.* Rozdz. 5 monografii *Transport szybowy 2007*, wyd. Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, Gliwice 2007.
- [9] TEJSZERSKA D.: *Modelowanie drgań poprzecznych naczyń wydobywczego.* Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Mechanika z. 113, Gliwice 1993.
- [10] THOMAS G.R.: *The effect of conveyance and steelwork flexibilities on slipper plate impact forces.* Materiały Międzynarodowej Konferencji MINE HOISTING 1993, Londyn 1993.
- [11] WARSZYŃSKI M.: *Niezawodność w obliczeniach konstrukcyjnych.* PWN, Warszawa 1988.

Artykuł stanowi wynik pracy dofinansowanej z działalności statutowej.

Artykuł został przedstawiony podczas Konferencji KOMTECH 2017. Pierwsza część artykułu pt.: *Doświadczenia poznawcze wynikające z diagnostycznych badań naprężeń doznawanych przez ciągła nośne skipów górniczych o dużej ładowności* została opublikowana w wydaniu 1/2018 miesięcznika.

 Marek Płachno – Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie, Katedra Wytrzymałości, Zmęczenia Materiałów i Konstrukcji, e-mail: plachno@agh.edu.pl

reklama

PARTNER TARGÓW



PATRONAT HONOROWY



MINISTERSTWO ENERGII

XXI MIĘDZYNARODOWE TARGI
ENERGETYKI I ELEKTROTECHNIKIXVI TARGI ODNAWIALNYCH
ŹRÓDEŁ ENERGII

28.02-1.03.2018


Targi Kielce YEARS 5
exhibition & congress centre 25 LAT
www.enex.pl

TARGI DAJĄ WIĘCEJ

Sprawdź na: [facebook.com/targidajawiecej](https://www.facebook.com/targidajawiecej)

BIBLIOTEKA



Sams Prashanth

Selenium. Automatyczne testowanie aplikacji

Wydawca: Helion

Rok wydania: 2017

Selenium WebDriver jest narzędziem udostępnianym na zasadach *open source*, które służy do automatyzacji testów aplikacji sieciowych. Oprogramowanie Selenium jest niezależne od systemu operacyjnego i może być obsługiwane w dowolnym z popularnych języków programowania. Historia tego narzędzia rozpoczyna się w 2004 roku. Dziś Selenium WebDriver jest na całym świecie najczęściej wykorzystywanym narzędziem do automatyzacji testów, cenionym za swoją wszechstronność, elastyczność i łatwość użytkowania.

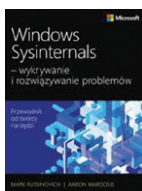
Przewodnik ten przeznaczony jest dla osób posiadających już pewną wiedzę o automatyzacji testów aplikacji. Zawarto tu niezbędne informacje o środowisku Selenium IDE oraz o sposobach jego wykorzystania do automatyzacji testów i debugowania rozbudowanych aplikacji. Przedstawiono narzędzie Selenium WebDriver, dzięki któremu można

wykonywać testy automatyczne na wielu przeglądarkach. Opisano bardziej złożone mechanizmy uruchamiania takich testów w chmurze i omówiono funkcje udostępniane przez Selenium WebDriver API, które mogą zostać wykorzystane do tworzenia efektywnych testów automatycznych. Zaprezentowano również techniki tworzenia testów sterowanych danymi i zachowaniem aplikacji.

Najważniejsze zagadnienia omówione w książce:

- zasady korzystania z oprogramowania Selenium IDE i Selenium Builder;
- wykonywanie efektywnych testów kompatybilności;
- funkcje Selenium WebDriver wraz z ich omówieniem i przykładami;
- różne techniki zarządzania zadaniami automatycznymi Selenium;
- frameworki, ich dostosowywanie i tworzenie nowych na podstawie Selenium WebDriver.

Prashanth Sams jest inżynierem automatyzacji testów, działającym w branży IT od 2011 roku. Zdobył bogate doświadczenie przy realizacji wielu projektów, pracując z różnymi narzędziami do automatyzacji. Uwielbia nowe technologie, a przy tym chętnie dzieli się swoją wiedzą, aktywnie wspierając społeczności programistów i testerów, szczególnie oprogramowania Selenium.



Aaron Margosis, Mark Russinovich

Windows Sysinternals wykrywanie i rozwiązywanie problemów.

Optymalizacja niezawodności i wydajności systemów Windows przy użyciu Sysinternals

Wydawca: Promise

Rok wydania: 2017

Profesjonaliści IT i zaawansowani użytkownicy od dawna uznają narzędzia Windows Sysinternals za niezbędną pomoc w diagnozowaniu, rozwiązywaniu problemów i rozumieniu działania platformy Windows. W tym wyczerpującym przewodniku twórca Sysinternals Mark Russinovich i ekspert Windows Aaron Margosis pokazują, jak najlepiej wykorzystać te narzędzia do usprawnienia niezawodności, wydajności i bezpieczeństwa dowolnego systemu Windows. Autorzy najpierw wyjaśniają możliwości Sysinternals, dzięki czemu można szybko rozpocząć pracę. Następnie szczegółowo omawiają działanie i zastosowania każdego z narzędzi, poczynając od Process Explorer i Process Monitor, po narzędzia zabezpieczeń i plików. Następnie, wykorzystując przekazaną wiedzę, pokazują praktyczne użycie narzędzi do rozwiązania rzeczywistych przypadków, obejmujących komunikaty o błędach, zawieszanie się, spowolnienie, infekcje wirusowe i dużo więcej.

Twórca Windows Sysinternals Mark Russinovich i Aaron Margosis pokazują, jak:

- poznawać szczegółowe informacje o procesach i systemie przy użyciu Process Explorer;
- używać Process Monitor do przechwytywania niskopoziomowych zdarzeń systemowych i szybko filtrować wyniki, aby dotrzeć do źródeł problemów;
- wylizczać, klasyfikować i zarządzać oprogramowaniem, które jest uruchamiane przy rozruchu komputera, podczas logowania lub przy uruchamianiu Microsoft Office;
- weryfikować podpisy cyfrowe plików, uruchomionych programów i modułów ładowanych w tych programach;
- wykorzystać funkcje narzędzi Autoruns, Process Explorer, Sigcheck i Process Monitor, które pozwalają identyfikować i usuwać infekcje;
- badać uprawnienia dla plików, kluczy rejestru, usług, udziałów sieciowych i innych obiektów;
- wykorzystać Sysmon do monitorowania zdarzeń związanych z zabezpieczeniami w sieci lokalnej;
- generować zrzuty pamięci, gdy proces osiągnie wyspecyfikowane kryteria;
- zdalnie uruchamiać procesy i zamykać pliki otwarte zdalnie;
- zarządzać obiektami Active Directory i śledzić wywołania API LDAP;
- przechwytywać szczegółowe dane o procesorach, pamięci i taktowaniu;
- rozwiązywać problemy z niedającymi się uruchomić urządzeniami, plikami w użyciu, niewyjaśnioną łącznością i wiele innych;
- zrozumieć podstawowe koncepcje systemu Windows, które nie są udokumentowane nigdzie indziej.



*Pamiętaj o sile reklamy
Wyprzedź konkurencję!*

TEMATYKA

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 4 (228)

Rok XX
Kwiecień 2018

- **Bezpieczeństwo w przemyśle**
- Hydraulika w technice mobilnej
- Sterowanie procesami
- Efektywność energetyczna
- Systemy transportowe
- Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych
- Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji
- Przesył energii
- Cyberbezpieczeństwo



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl

Kontakt: e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; tel. 32-755 19 17

1/2018 (225)

2/2018 (226)

3/2018 (227)

4/2018 (228)

5/2018 (229)

6/2018 (230)

7-8/2018 (231-232)

9/2018 (233)

10/2018 (234)

11/2018 (235)

12/2018 (236)

PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Wydawnictwo Druk-Art SC nr konta: 57 1560 1140 0000 9090 0004 0921

Wysyłając powyższy formularz, wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych zgodnie z ustawą z dn. 29.08.1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883).

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, www.nis.com.pl/nis/prenumerata;
- pocztę elektroniczną, e-mail: prenumerata@drukart.pl.

lub za pośrednictwem:

- Wydawnictwa SIGMA NOT, tel./fax 22-840 35 89;
- RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22-693 70 00 (godz. 7⁰⁰–17⁰⁰) www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12-412 75 60;
- KOLPORTER SA, tel. 22-355 04 10.

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32-755 15 74.

XII edycja Konkursu miesięcznika

napędy miesięcznik
i sterowanie naukowo-
techniczny

PRODUKT ROKU 2017

OGŁOSZENIE WYNIKÓW

Serdecznie zapraszamy na uroczyste wręczenie medali laureatom XII edycji Konkursu „PRODUKT ROKU”



Ogłoszenie wyników konkursu odbędzie się podczas Międzynarodowych Targów AUTOMATICON 2018, w Warszawskim Centrum EXPO XXI, ul. Prądzyńskiego 12/14, w dniu 21.03.2018 r. o godz. 9:00, w Sali Konferencyjnej B-1.

Więcej na www.nis.com.pl

Get by

SEW
EURODRIVE

SYSTEMY NAPĘDOWE

