



Międzynarodowe seminarium naukowe

**OPTIMALIZACJA STRUKTUR PROCESÓW
WYTWÓRCZYCH - 2013**

Streszczenia

International Scientific Seminar

**OPTIMIZATION OF THE STRUCTURES
OF MANUFACTURING PROCESSES - 2013**

Abstracts

POLITECHNIKA OPOLSKA
Opole 2013

POLITECHNIKA OPOLSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I LOGISTYKI

Współorganizatorzy:

UNIwersytet Techniczny w Ostrowie (Czechy)

**Instytut Problemów Stosowanych Mechaniki i
Matematyki Narodowej Akademii Nauk
(Ukraina)**

**Państwowy Moskiewski Uniwersytet
Technologiczny „Stankin” (Rosja)**

Międzynarodowe seminarium naukowe

***OPTIMALIZACJA STRUKTUR PROCESÓW
WYTWÓRCZYCH - 2013***

Streszczenia



**OPOLE
16-17 grudnia 2013**

OPOLE 2013

PRZEWODNICZĄCY – dr hab. Maksymilian Gajek, prof. PO

KOMITET NAUKOWY

R. Budzik, C. Górecki, A. Hachkevych, V. Madr,

I. Mulicka, J. Pająk, W. Serebrjakov, L. Shvartsburg, A. Stanik-Besler,

J. Szymczak,

KOMITET ORGANIZACYJNY

I. Mulicka, A. Stanik-Besler, T. Sałajczyk, M. Kmiecik, M. Ginter

SEKRETARIAT SEMINARIUM

POLITECHNIKA OPOLSKA

Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki

Instytut Organizacji Procesów Wytwórczych

ul. Gen. Sosnkowskiego 31, 45-273 Opole

tel. 077-449-88-43

SPIS TREŚCI

Strony

REFERATY ZAMAWIANE

1. **Gajek M., Hachkevych O., Stanik-Besler A.**
PROCESY WYTWÓRCZE. ORGANIZACJA I ROZWÓJ 11
2. **Drobenko B., Hachkevych O., Szymczak J.**
MODELOWANIE PRZEBIEGÓW WYSOKOTEMPERATUROWEJ
OBRÓBKI WYROBÓW Z MATERIAŁÓW PRZEWODZĄCYCH
ELEKTRYCZNOŚĆ W PROCESACH WYTWÓRCZYCH 13
3. **Gajek M., Chojnowska E.**
BEZPIECZEŃSTWO PRACY W KONCEPCJI LEAN MANAGEMENT 15

I. NAUKI PODSTAWOWE W PROCESACH WYTWÓRCZYCH

1. **Chwastyk A.**
PORZĄDKOWANIE SKIEROWANYCH LICZB ROZMYTYCH 21
2. **Górecki Cz., Górecki T.**
STABILNOŚĆ TERMICZNA I KINETYKA PROCESU ZESZKLENIA
SZKIEŁ CHALKOGENIDKOWYCH $As_xSe_{100-x-y}Bi_y$ BADANE
METODAMI RÓŻNICOWEJ KALORYMETRII SKANINGOWEJ (DSC) I
EGZOEMISJI ELEKTRONÓW (EEE)..... 23
3. **Górecki Cz., Górecki T.**
KRYSTALIZACJA POWIERZCHNIOWA I OBJĘTOŚCIOWA SZKŁA
METALICZNEGO $Co_{50}Fe_{28}Si_9B_{13}$ BADANE METODAMI EGZOEMISJI
ELEKTRONÓW (EEE), TERMICZNEJ ANALIZY RÓŻNICOWEJ (DTA)
I TERMOMAGNETOMETRII (TM)..... 24
4. **Stachera M., Strózik-Kotlorz D., Sznajder K.**
REZONANS MAGNETYCZNY W BADANIACH LUDZKIEGO MÓZGU . 25
5. **Królczyk G., Stanik-Besler A.**
METODA SIATKOWO - DRZEWIASTA A ISTOTNOŚĆ PARAMETRÓW
TOCZENIA STALI DUPLEX.....26
6. **Koziarska A., Królczyk G.**
ZASTOSOWANIE METOD DRZEWIASTYCH DO OCENY RANGI
WAŻNOŚCI PARAMETRÓW SKRAWANIA PO TOCZENIU STALI
DUPLEX..... 27

7. **Ostapov O., Shynkarenko H., Vovk O.**
ADAPTYWNE WYRAFINOWANIE CZĘŚCIOWO LINIOWEJ
APROKSYMACJI METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH DLA
ZAGADNIENÍ BRZEGOWYCH DYFUZJI-ADWEKCJI-REAKCJI 28
 8. **Horlatch V., Klymenko I., Shynkarenko H.**
ANALIZA USTALONYCH TERMOAKUSTYCZNYCH FAL W
PŁYNACH DYSYPATYWNYCH METODĄ ELEMENTÓW
SKOŃCZONYCH 29
 9. **Metelski A.**
NUMERYCZNA SYMULACJA PRZEPLÝWU CIEPŁA W RURZE 30
 10. **Ghazaryan K., Drobenko B., Kournyts'kyi T., Szymczak J.**
RACJONALNE PRZEBIEGI WYSOKOTEMPERATUROWEJ OBRÓBKI
ELEKTROMAGNETYCZNEJ PRZEWODZĄCYCH ELEMENTÓW
KONSTRUKCJI W PROCESACH PRODUKCYJNYCH..... 31
 11. **Śloderbach Z.**
UŻYCIÉ KINEMATYCZNIE DOPUSZCZALNYCH PÓŁ
ODKSZTAŁCENÍ PLASTYCZNYCH W PROCESACH GIĘCIA RUR.
Część I. PODSTAWOWE RÓWNANIA I ZALEŻNOŚCI..... 32
 12. **Śloderbach Z.**
UŻYCIÉ KINEMATYCZNIE DOPUSZCZALNYCH PÓŁ
ODKSZTAŁCENÍ PLASTYCZNYCH W PROCESACH GIĘCIA RUR.
Część II. ANALIZA OTRZYMANÝCH WYNIKÓW 33
- II. MODELOWANIE I OPTYMALIZACJA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH
1. **Ghazaryan R., Ivas'ko R., Solodyak M., Stanik-Besler A., Vestyak V.**
MODELOWANIE POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ŚRODO-
WISKACH FERROMAGNETYCZNYCH PRZY OPRACOWANIU
WYBRANYCH PROCESÓW WYTWÓRCZYCH..... 37
 2. **Hachkevych O., Ivas'ko R., Solodyak M., Stanik-Besler A.,
Tarlakovskii D.**
MODELE OPISU POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ŚRODO-
WISKACH FERROMAGNETYCZNYCH W OBECNOŚCI
PODMAGNESOWANIA 38
 3. **Fedotenkov G., Hachkevych O., Ivas'ko R., Solodyak M.,
Tarlakovskii D., Terletskii R.**
CZYNNIKI ODDZIAŁYWANIA (ENERGETYCZNE ORAZ SIŁOWE)
POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA ŚRODOWISKO FERRO-
MAGNETYCZNE 39

4. **Hachkevych O., Solodyak M., Szymczak J., Tarlakovskii D., Terletskii R.**
 WARIANT MODELU FIZYCZNO-MATEMATYCZNEGO ELEKTRO-
 MAGNETO-TERMO-MECHANIKI CIAŁ STAŁYCH ODKSZTAŁ-
 CALNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM CZYNNIKÓW MOMEN-
 TOWYCH.....40
5. **Hachkevych O., Musii R., Stasiuk H., Szymczak J., Tarlakovskii D.**
 MODELOWANIE W POŁĄCZENIU CIEPLNYCH I MECHA-
 NICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY PRZEWODZĄCEJ
 ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY JEDNORODNYM NIESTACJONARNYM
 ELEKTROMAGNETYCZNYM ODDZIAŁYWANIU TECHNOLO-
 GICZNYM.....41
6. **Humenchuk O., Musii R., Stasiuk H., Szymczak J., Terletskii R.**
 DO OPISU CIEPLNYCH I MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI
 WARSTWY PRZEWODZĄCEJ ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY
 JEDNORODNYM ODDZIAŁYWANIU CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA
 PROCESÓW WYTWÓRCZYCH TYPÓW IMPULSOWYCH PÓL
 ELEKTROMAGNETYCZNYCH Z MODULACJĄ AMPLITUDY.....43
7. **Hachkevych O., Humenchuk O., Musii R., Stanik-Besler A., Stasiuk H.**
 DO OPTYMALIZACJI CIEPLNYCH I MECHANICZNYCH
 WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY PRZEWODZĄCEJ ELEKTRYCZNOŚĆ
 PRZY ODDZIAŁYWANIU ELEKTROMAGNETYCZNYM W
 PRZEBIEGU OPISYWANYM SINUSOIDĄ TŁUMIONĄ44
8. **Chorni B., Ivas'ko R., Musii R., Stasiuk H., Szymczak J.**
 CIEPLNE I MECHANICZNE WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY PRZE-
 WODZĄCEJ ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY ODDZIAŁYWANIU
 JEDNOSTKOWEGO NIEMODULOWANEGO IMPULSU ELEKTRO-
 MAGNETYCZNEGO46
9. **Gajek M., Hachkevych O., Kozakevych T., Kuszniur R.**
 WYBRANE METODY BADANIA SZCZĄTKOWEGO STANU
 NAPRĘŻEŃ, POWSTAŁEGO PRZY TECHNOLOGICZNYM NAGRZEWANIU NA SKUTEK ZMIAN SKŁADU FAZOWEGO.....47
10. **Astashkin V., Gajek M., Hachkevych O., Kozakevych T., Rawska-Skotniczny A.**
 DO MODELOWANIA SZCZĄTKOWEGO STANU FAZOWEGO
 STAŁOWEJ TARCZY PRZY TECHNOLOGICZNYM NAGRZEWANIU
 RUCHOMYMI ŹRÓDLAMI CIEPŁA.....48
11. **Astashkin V., Gajek M., Hachkevych O., Kozakevych T., Szymura S.**
 DO MODELOWANIA Z UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU CHEMI-
 CZNYCH ELEMENTÓW MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI
 STAŁOWYCH TARCZ PRZY NAGRZEWANIU PRZEZ PORUSZAJĄCE
 SIĘ ROZŁOŻONE ŹRÓDŁA CIEPŁA.....49

- 12. Astashkin V., Hachkevych O., Kozakevych T., Rawska-Skotniczny A., Stanik-Besler A.**
MODEL MATEMATYCZNY SZCZĄTKOWEGO STANU NAPRĘŻEŃ W STALOWEJ TARCZY PRZY NAGRZEWANIU PRZESZ RUCHOME ROZŁOŻONE ŹRÓDŁA CIEPŁA.....50
- 13. Astashkin V., Bozhenko B., Gajek M., Hachkevych O., Kozakevych T.**
DO OPTYMALIZACJI PARAMETRÓW RUCHOMYCH ROZŁOŻONYCH ŹRÓDEŁ CIEPŁA UZGLĘDEM SZCZĄTKOWEGO STANU FAZ I NAPRĘŻEŃ W TARCZY STALOWEJ.....51
- 14. Duriagina Z., Mahorkin I., Marynowicz A.**
WARIANT MODELOWANIA I OPTYMALIZACJI STANU CIEPLNEGO PŁASKICH STALOWYCH WYROBÓW PRZY ICH POWIERZCHNIOWEJ TERMOOBRÓBCE PRZEZ KONCENTROWANE STRUMIENI ENERGII.....52
- 15. Hachkevych O., Kushnir R., Nemirovskii YU., Terletskii R., Turii O.**
MODELOWANIE TERMOMECHANICZNYCH PROCESÓW W WARSTWOWYCH TARCZACH PRZY TECHNOLOGICZNYM OPROMIENIOWANIU CIEPLNYM.....54
- 16. Gajek M., Serdega B., Sosnovyi YU., Terletskii R., Turii O.**
DO MODELOWANIA ROZPOWSZECHNIANIA CIEPLNEGO ORAZ CIEPŁA W OTOCZENIU IDEALNEJ POWIERZCHNI KONTAKTU DWÓCH ŚRODOWISK O RÓŻNYCH RADIACYJNYCH WŁAŚCIWOŚCIACH.....56
- 17. Hachkevych M., Hachkevych O., Irza E., Koziarska A., Mojarovskii V.**
OPTYMALIZACJA PRZEBIEGÓW NAGRZEWANIA TECHNOLOGICZNEGO SZKLANEYCH KONSTRUKCJI TYPU POWŁOKOWEGO W PROCESACH WYTWÓRCZYCH.....57
- 18. Hachkevych M., Hayevs'ka I., Kasperski Z., Koziarska A., Mojarovskii V.**
OPTYMALIZACJA PRZEBIEGÓW NAGRZEWANIA TECHNOLOGICZNEGO KAWAŁKAMI JEDNORODNEJ POWŁOKI WALCOWEJ.....58

III. INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA W PROCESACH WYTWÓRCZYCH

- 1. Mulicka I., Leks A.**
OCENA SPOŁECZNYCH WARUNKÓW PRACY PRZEZ PRACOWNIKÓW I PRACODAWCĘ - W WYBRANEJ FIRMIE.....61

2. Wolczański T., Rut J., Moryń S.	
ANALIZA I OCENA WARUNKÓW PRACY W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE.....	63
3. Mulicka I., Gajek M.	
OCENA WARUNKÓW PRACY I ZAGROŻEŃ WYSTĘPUJĄCYCH W PRACY POLAKÓW ZA GRANICĄ.....	64
4. Rut J.; Kulińska	
ZARZĄDZANIE BEZPIECZENSTWEM INFORMACJI W PRZEDSIĘBIORSTWACH.....	66
5. Wolczański T., Rut J., Moryń S.	
SYSTEM ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM I HIGIENĄ PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRODUKCYJNYCH.....	67
6. Rut J., Dornfeld P.	
ZARZĄDZANIE RYZYKIEM INFORMATYCZNYM W ORGANIZACJI.	68
7. Wolczański T., Gajek M.	
SYSTEM ZARZĄDZANIA OHSAS W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM.....	69
8. Królczyk G., Rut J.	
MINIMALNE WYMAGANIA UŻYTKOWANIA MASZYN – STUDIUM PRZYPADKU.....	70
9. Gajek M., Królczyk G., Pytel A.	
SZACOWANIE PRECYZJI I SZYBKOŚCI REAKCJI PSYCHOMOTORYCZNYCH ORAZ PERCEPCJI CZYNNOŚCI PRACOWNICZYCH ZA POMOCĄ TESTU KRZYŻOWEGO.....	71
10. Rut J., Wolczański T.	
RYZIKO ZAGROŻEŃ W MAGAZYNACH ZBOŻOWYCH.....	72
11. Wolczański T., Rut J., Mádrová M.	
ELEKTROWNIE WIATROWE – ŹRÓDŁO HAŁASU.....	73
12. Gajek M., Pytel A.	
DIAGNOZA HAŁASU W PRZEMYSŁE.....	74
13. Kulińska E., Rut J.	
KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROCESÓW PROJEKTOWANIA WYROBÓW.....	75
14. Rut J., Królczyk G., Trembacz J.	
WSPIERANIE PROJEKTOWANIA TECHNICZNEGO PRODUKTU PRZY POMOCY TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH.....	76

REFERATY ZAMAWIANE



M. GAJEK¹, O. HACHKEVYCH^{1,2}, A. STANIK-BESLER¹

¹ Politechnika Opolska

² Instytut Problemów Podstawowych Mechaniki i Matematyki NAN Ukrainy

PROCESY WYTWÓRCZE. ORGANIZACJA I ROZWÓJ

Podwyższone zainteresowanie problemami procesów wytwórczych w ostatnich latach spowodowane jest potrzebami obecnego naukowo-technicznego postępu w wielu dziedzinach przemysłu, w szczególności związanych z produkcją nowych konstrukcji dla budowy maszyn i przyrządów jak i opracowaniem i udoskonaleniem różnych technologii. We wspomnianej dziedzinie w każdym roku wykonywana jest znaczna ilość badań, które mają różny charakter i wymagają celowego uogólnienia i systematyzacji.

Ważne miejsce w tych badaniach zajmują problemy dotyczące wykorzystania przy opracowaniu i udoskonalaniu procesów wytwórczych, metod i aplikacji nauk podstawowych, zastosowania modelowania matematycznego i technik optymalizacyjnych oraz podejść inżynierii bezpieczeństwa w ich wzajemnym połączeniu. Przy tym jako badawcze metody zaproponowano należne tym dziedzinom nauki podejścia do przestudiowania różnych stron zjawisk i procesów wytwórczych, rozbudowane z wykorzystaniem formalizmu modelowania fizycznego i matematycznego, symulacji komputerowej, statystycznych formułowań oraz wiedzy w dziedzinie inżynierii bezpieczeństwa maszyn i mechanizmów, bezpieczeństwa pracy, ekologii a również ergonomii.

Niniejsze tematy oraz zagadnienia przedstawione na seminarium zawierają rezultaty przeprowadzonych w 2013r., przy koordynacji powstałej w Politechnice Opolskiej naukowej szkoły z opracowania teoretycznych podstaw organizacji procesów wytwórczych, badań aktualnych zagadnień, powiązanych z aplikacjami nauk podstawowych, zastosowaniem modelowania matematycznego i technik optymalizacyjnych oraz podejść matematycznej statystyki i inżynierii bezpieczeństwa przy opracowaniu wybranych ważnych dla praktyki inżynierskiej procesów produkcyjnych. Przedstawione rezultaty badań tradycyjnie są połączone w trzech odrębnych podtematach:

- aplikacje nauk podstawowych w procesach wytwórczych;
- modelowanie i optymalizacja w procesach wytwórczych;
- inżynieria bezpieczeństwa w procesach wytwórczych.

W związku z kompleksowością i wzajemnym połączeniem rozważanych zagadnień pewne aspekty badań, charakterystyczne dla konkretnego podtematu, można odnieść też do innego podtematu.

Rozważane problemy są rozwinięciem i pewnym uogólnieniem badań różnych aspektów powstających przy opracowaniu procesów wytwórczych, wyniki których prezentowane są w cyklu wydanych w Politechnice Opolskiej

monografii:

1. Optimization of manufacturing processes: Ed. by M. Gajek, OWPO SIM z. 238, Opole 2008.
2. Modelowanie i inżynieria produkcji w ekorozwoju, Red. nauk. S. Szymura, OWPO SIM z. 236, Opole 2008.
3. Экологические аспекты производства и среды, Науч. ред. А. Гачкевич, OWPO SIM z. 237, Opole 2008.
4. Optimization of the structures of manufacturing processes, Ed. by M. Gajek, OWPO SIM z. 256, Opole 2009.
5. Optimization of manufacturing processes and more environment, Ed. by M. Gajek, OWPO SIM z. 276, Opole 2010.
6. Modelowanie procesów wytwórczych/ Моделирование производственных процессов, Red. nauk. M. Gajek, O. Hachkevych, OWPO SIM z. 277, Opole 2010.
7. Manufacturing processes. Some problems, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 330, Opole 2012.
8. Manufacturing processes. Some problems, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 331, Opole 2012.
9. Manufacturing processes. Some problems, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, v. 3: Safety engineering in manufacturing processes, OWPO SIM z. 332, Opole 2012.

Prezentowane na seminarium wyniki badań mogą być przydatne dla naukowców zajmujących się badaniem i projektowaniem procesów wytwórczych. Mogą być wykorzystane przez inżynierów interesujących się aplikacjami nauk podstawowych oraz problemami modelowania, optymalizacji i inżynierii bezpieczeństwa w procesach wytwórczych, a również przez studentów starszych lat kierunków inżynierii produkcji, inżynierii bezpieczeństwa, mechanicznych i elektrotechnicznych zainteresowanych omawianymi problemami.

Przedstawione na seminarium materiały są wynikiem kontynuacji współpracy naukowej w dziedzinie opracowania tak szeroko rozumianych zagadnień procesów wytwórczych prowadzonych Politechniką Opolską oraz ośrodkami badawczymi w kraju i zagranicą: Politechniką Poznańską, Uniwersytetem Zielonogórskim, Polskim towarzystwem Ergonomicznym w Warszawie, Państwowym Moskiewskim Uniwersytetem Technicznym STANKIN (Rosja), Instytutem Problemów Stosowanych Mechaniki i Matematyki Narodowej Ukraińskiej Akademii Nauk, Uniwersytetem Technicznym w Ostrawie (Czechy).

B. DROBENKO¹, O. HACHKEYVYCH^{1,2}, J. SZYMCZAK²

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

MODELOWANIE PRZEBIEGÓW WYSOKOTEMPERATUROWEJ OBRÓBKII WYROBÓW Z MATERIAŁÓW PRZEWODZĄCYCH ELEKTRYCZNOŚĆ W PROCESACH WYTWÓRCZYCH

Rozważany jest wariant teorii opisu ilościowego procesów termomechanicznych w ciałach przewodzących elektryczność przy quasi-ustalonych obciążeniach elektromagnetycznych z uwzględnieniem temperaturowej zależności właściwości materiałów, sprężysto-plastycznego charakteru odkształcenia oraz nieliniowości zależności indukcji pól elektrycznego i magnetycznego od odpowiednich natężeń i temperatury. Wariant oparty jest na klasycznej teorii wzajemnego oddziaływania pola elektromagnetycznego (PEM) i continuum materialnego, równaniach Maxwella dla poddających się magnesowaniu i polaryzacji ciał termoczulych, zależnościach teorii przewodnictwa cieplnego, a również nieizotermicznej termo-sprężysto-plastyczności.

Metodykę numerycznego modelowania połączonych procesów elektro- i ciepło przewodnictwa oraz odkształceń w ciałach przewodzących rozbudowano z wykorzystaniem metody elementów skończonych i jednokrokowych różnicowych algorytmów. Przy tym dla aproksymacji istniejących temperaturowo zależnych właściwości materiału, istniejących krzywych odkształceń, namagnesowania oraz polaryzacji wykorzystano spliny interpolacyjne otrzymane przy pomocy realnych krzywych opisujących zachowanie materiałów w szerokim przedziale temperatur przy oddziaływaniu PEM.

Rozwiązanie sformułowanego zagadnienia budowane jest w dwóch etapach. W pierwszym etapie połączone niestacjonarne zagadnienie o wyznaczeniu parametrów PEM i temperatury, na skutek spełnienia standardowej procedury skończonoelementowej dyskretyzacji sprowadzone zostało do układu zwyczajnych równań różniczkowych względem niewiadomych wartości natężeń pól elektrycznego i magnetycznego oraz temperatury w odpowiednich węzłach. Rozwiązanie otrzymanego zagadnienia Cauchy'ego zbudowano przy pomocy jednokrokowych wieloparametrycznych algorytmów, które dają możliwość prowadzenia obliczeń ze zmieniającym się krokiem i rzędem. Określone na tym etapie

temperatury i siły ponderomotoryczne są wyjściowymi danymi w zagadnieniu drugiego etapu – analizy sprężysto-plastycznej, która prowadzona jest z wykorzystaniem metody zmiennych parametrów sztywności. Pokrokowe podejście do rozwiązania rozważanego zagadnienia pozwala połączyć analizę numeryczną trzech rozpatrywanych pól o innej naturze fizycznej. Przy tym zaproponowano algorytm wyboru różnych kroków całkowania numerycznego względem czasu dla równań opisujących w opracowanym modelu matematycznym elektromagnetyczne, ciepłne i mechaniczne procesy.

Jako przykład wyznaczono i przeanalizowano pola temperaturowe i mechaniczne w długim walcu przy oddziaływaniu quasi-ustalonego pola elektromagnetycznego, powstającego na skutek przepływu prądu w środowisku zewnętrznym.

Ustalono, że prędkość chłodzenia powierzchni walca w warunkach naturalnych nie jest monotoniczna. Zatem obliczenia przy stałych (średnich) współczynnikach wymiany ciepła mogą prowadzić do niepoprawnych ocen szczytkowych naprężeń w walcu.

Zaproponowany wariant teorii i opracowana metodyka modelowania pozwalają na opracowanie racjonalnych podejść do określenia przebiegów nagrzewania indukcyjnego, w trakcie których może występować w szczególności konieczność otrzymania potrzebnego poziomu naprężeń szczytkowych w wyrobie lub minimalizacja trwania procesu termoobróbki przy zadanych ograniczeniach na stan naprężeń oraz deformacji w ciele o różnych własnościach elektrycznych i magnetycznych przy jego obróbce cieplnej, prowadzonej przy pomocy oddziaływania elektromagnetycznego, a także przy różnych kryteriach celu obróbki.

M. GAJEK, E. CHOJNOWSKA

Opole University of Technology (Poland)

BEZPIECZEŃSTWO PRACY W KONCEPCJI LEAN MANAGEMENT

Zarządzanie według metod Lean Management określa zbilansowane gospodarowanie zasobami w procesach wytwórczych, czyli obniżenie kosztów wytwarzania przy takim samym nakładzie materiału i siły wytwarzającej. Przez ostatnie dwadzieścia lat metodyka Lean Manufacturing poddawana była ciągłemu doskonaleniu pod wpływem zmiennych warunków rynku i otoczenia dzięki czemu dzisiaj ma wszechstronne zastosowanie - nie tylko w przemyśle motoryzacyjnym, ale i w każdym innym środowisku produkcyjnym, a także usługowym. Dziś nosi nazwę Lean Management (odchudzone zarządzanie), co jest pojęciem znacznie szerszym, niż tylko pierwotne „manufacturing” (wytwarzanie). Główne założeniem tej filozofii nie uległo jednak zmianie i nadal ma na celu efektywne współdziałanie systemu proces–narzędzie–człowiek polegające na ciągłym doskonaleniu, nieustannym podnoszeniu uzyskanych wyników, a także chęci zmian i dążenia do doskonałości. Po zaistnieniu koncepcji Lean Management w środowisku produkcyjnym pojawiły się nowe pomysły doskonalenia nie tylko samego procesu, ale i otaczającej go przestrzeni pracy pod względem ergonomii i bezpieczeństwa stanowisk pracy.

Jedną z metod Lean Management mającą bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo pracy to 5S, która to uznawana jest za filar tej koncepcji. Nazwa tej metody wywodzi się od pierwszych liter pięciu słów opisujących poszczególne kroki działania:

- selekcja,
- systematyka,
- sprzątnięcie,
- standaryzacja,
- samodyscyplina.

Metoda ta ma na celu wyodrębnienie tych zasobów na stanowisku pracy, które rzeczywiście są w procesie niezbędne. Wszelkiego rodzaju przyrządy i materiały, które nie biorą czynnego udziału w procesie pracy i zalegają niepotrzebnie zabierając przestrzeń pracy, powinny zostać wyselekcjonowane. Następnie należy usystematyzować pozostawione na

stanowisku pracy przedmioty w zależności od częstości ich używania – często używane powinny znajdować się najbliżej, rzadko używane dalej jednakże w zasięgu stanowiska pracy. Przedmioty używane sporadycznie mogą być magazynowane w specjalnie wyznaczonych do tego celu miejscach. W tym miejscu należy kierować się ergonomiczną zasadą rozmieszczenia przedmiotów:

- funkcja - grupowanie przedmiotów w tych samych kategoriach
- ważność – rola przedmiotu na stanowisku
- optymalne rozmieszczenie – przedmioty w granicy sięgu użytkownika
- kolejność stosowania – zgrupowanie według wykonywanych operacji
- częstość używania – analiza powtarzalności czynności

W kolejnym kroku należy stworzyć harmonogram sprzątnia i standardów czyszczenia w celu ciągłego utrzymywania porządku na stanowisku pracy. Podczas organizacji stanowiska powinno zwrócić się także uwagę na fakt, że najczęściej używane przedmioty powinny znaleźć się na odpowiedniej wysokości w celu eliminacji wykonywania nadmiernych ruchów tułowia. Krok piąty to samodyscyplina. Jest to zestaw technik i rozwiązań, dzięki którym możliwe jest utrzymanie wypracowanego stanu i przestrzeganie zasad organizacji na stanowisku pracy, a w razie możliwości – ciągle jego udoskonalanie.

6S (od słowa „safety”, czyli bezpieczeństwo) jest nowością w metodzie 5S. Uzupełnia ją kładąc duży nacisk na bezpieczeństwo na stanowisku pracy. Wdrożenie szóstego kroku ma na celu analizę stanowiska pracy pod względem bezpieczeństwa i ergonomii, zminimalizowania lub zupełnego usunięcia potencjalnych zagrożeń oraz podjęcia działań prewencyjnych zapobiegających możliwościom powstania zagrożenia. Już samo wdrożenie programu 5S obejmuje pojęcie ergonomii i bezpieczeństwa pracy w bardzo szerokim zakresie a szóste „S” idealnie je uzupełnia. Metoda 5S lub 6S może być z powodzeniem wdrożona na każdym obszarze przedsiębiorstwa: produkcji, transporcie, logistyki, magazynów, utrzymania ruchu, działów okołoprodukcyjnych oraz administracyjnych.

Praca standaryzowana jako rozszerzenie czwartego kroku metody 5S polega na dokładnym opisie każdej czynności podczas wykonywania pracy na stanowisku z uwzględnieniem czasu jej trwania, czasu taktu wynikającego z zapotrzebowania klienta, kolejności wykonywania poszczególnych zadań oraz ilości i rodzaju przyrządów, a także materiałów potrzebnych do wykonania danej czynności. Umożliwia to weryfikację wszystkich czynności i ustalenie czy pracownik nie wykonuje ich przypadkiem zbyt wiele. Standaryzacja w produkcji masowej lub wielkoseryjnej jest również

podstawą do bilansowania stanowisk pracy pod kątem czynności i czasów wykonywania operacji. Analizuje się także materiał potrzebny do wykonywania pracy. Trzeba ocenić również stan materiału i jego dostępność. W tym miejscu zwraca się uwagę na to w jaki sposób i ile razy pracownik musi pozostać w pozycji zgiętej. Jest to nieergonomiczne i może mieć wpływ na zdrowie osoby pracującej na tym stanowisku. Nie zawsze oczywiście jest możliwe całkowite wyeliminowanie przybierania obciążających pozycji podczas pracy, lecz jeżeli istnieje szansa zredukowania obciążeń, to należy uwzględnić to w standaryzacji pracy. Dokładny opis czynności i kolejności ich wykonywania wpływa też na ograniczenie ilości wypadków przy pracy. Osoba na stanowisku jest zobowiązana do wykonywania pracy zgodnie ze wskazaniami i przy prawidłowym ustaleniu standardu pracy nie ma możliwości postąpienia inaczej. Jedynym zagrożeniem jest wówczas rutyna pracy, która może stanowić obciążenie dla organizmu, spowodować spowolnienie ruchów operatora, a także spowolnienie procesów myślowych. Należy więc zwrócić szczególną uwagę na ułatwienie wykonywanych czynności za pomocą dodatkowych narzędzi lub przyrządów.

Istnieją także metody zachowania bezpieczeństwa w środowisku pracy pośrednio powiązane z filozofią Lean Management. BP (Bezpieczeństwo pracy) jest jedną z metod programu Training Within Industry mającą na celu ciągłą identyfikację zagrożeń, a także konieczność ich eliminacji. W nowoczesnym modelu zarządzania bezpieczeństwem pracy odpowiedzialność nie spoczywa tylko na specjalistach z zakresu BHP, ale także na osobach kierujących procesem na każdym szczeblu. Wymaga się także odpowiedzialności od pracowników, poprzez przestrzeganie zasad i używanie środków bezpieczeństwa.

Według metody BP każde stanowisko pracy powinno mieć przeprowadzoną ocenę ryzyka przez osoby znające najdokładniej proces pracy, najlepiej przez osobę pracującą na danym stanowisku, jak i jej przełożonych, wówczas dopiero ten model pracy ma jeden cel: zero wypadków. Metoda TWI BP składa się z czterech kroków. Pierwszym z nich jest identyfikacja zagrożeń, czyli potencjalne założenie możliwości wypadku na stanowisku pracy także z uwzględnieniem prostych zagrożeń, takich jak upadek podczas zmiany pozycji ciała w trakcie wykonywania pracy. Drugi krok to ustalenie możliwych środków zaradczych dla wszystkich potencjalnych zidentyfikowanych zagrożeń. Krokiem trzecim jest wprowadzenie ustalonych środków zaradczych na stanowisko pracy oraz ustalenie działań prewencyjnych w sytuacji możliwości wystąpienia zdarzenia.

Ostatni krok to bezustanna kontrola rezultatów, prowadzenie statystyk wypadkowości, a także użytych rozwiązań w przypadku uniknięcia zagrożenia. Stosuje się w związku z powyższym podejście proaktywne jako osobna z metod utrzymywania bezpieczeństwa pracy na wymaganym poziomie. Zamiast biernego zajmowania się tylko wypadkami przy pracy, przewencyjnie tworzy się warunki do rejestrowania przez pracowników zdarzeń potencjalnie wypadkowych. Każdy pracownik w momencie gdy zauważy jakąś nieprawidłowość, np. niebezpiecznie wykonywane operacje, rozlany olej, uszkodzone elementy maszyn i tym podobne, może wypełnić formularz, na którym rejestruje co zauważył oraz wskazuje sposób rozwiązania problemu. Działania takie są później nagradzane systemowo przez przełożonych, ponieważ służą podnoszeniu świadomości bezpieczeństwa, a także aktywnie eliminują potencjalnie niebezpieczne zachowania i sytuacje.

I. NAUKI PODSTAWOWE W PROCESACH WYTWÓRCZYCH



A. CHWASTYK

Politechnika Opolska

PORZĄDKOWANIE SKIEROWANYCH LICZB ROZMYTYCH

Celem wprowadzenia pojęcia zbiorów, a następnie liczb rozmytych była potrzeba matematycznego opisu zjawisk, które mają charakter nieprecyzyjny i wieloznaczny. Pojęcie to powstało dzięki pracom L. Zadeha (1965) jako uogólnienie klasycznej koncepcji zbioru. W teorii tej mówimy o częściowej przynależności elementu do rozważanego zbioru.

Pojęcie skierowanej liczby rozmytej, którego autorami są W. Kosiński, P. Prokopowicz oraz D. Ślęzak powstało w celu wyeliminowania problemów związanych z liczbami rozmytymi, między innymi problemu zwiększania się nieprecyzyjności wraz z liczbą wykonywanych działań oraz braku rozwiązań nawet równań liniowych w zbiorze liczb rozmytych.

Definicja 1. Skierowana liczba rozmyta A (*ordered fuzzy number*, OFN) jest to uporządkowana para (f, g) funkcji ciągłych $f, g: [0,1] \rightarrow \mathbb{R}$. Niech $A = (f_A, g_A)$, $B = (f_B, g_B)$, $C = (f_C, g_C)$ będą skierowanymi liczbami rozmytymi. Suma $C = A + B$, iloczyn $C = A \cdot B$ i iloraz $C = A \div B$ zdefiniowane są w zbiorze skierowanych liczb rozmytych (oznaczanych przez \mathcal{R}) następująco:

$$f_C = f_A * f_B \quad \text{i} \quad g_C = g_A * g_B,$$

gdzie $*$ oznacza $+$, \cdot i \div , odpowiednio, oraz $A \div B$ jest określone tylko, gdy $f_B(y), g_B(y) \neq 0$ dla każdego $y \in [0,1]$. W zbiorze \mathcal{R} w sposób naturalny definiujemy również odejmowanie, potęgowanie oraz pierwiastkowanie. Rozważając zbiór skierowanych liczb rozmytych z działaniami dodawania i mnożenia otrzymamy pierścień przemienny z jednością, uwzględniając dodatkowo mnożenie przez skalary z ciała liczb rzeczywistych uzyskamy przestrzeń liniową, a zatem algebrę nad ciałem liczb rzeczywistych. Ponadto, zbiór ten tworzy przemienną algebrę Banacha z jednością w normie \sup w każdym czynniku $C[0,1] \times C[0,1]$ utożsamianym z \mathcal{R} . Wprowadzając odpowiednią relację częściowego porządku otrzymamy również strukturę kraty. Każda ciągła wypukła liczba rozmyta ma swoją reprezentację w postaci dwóch skierowanych liczb rozmytych, różniących się skierowaniem.

Ważną rolę w zastosowaniach liczb rozmytych pełnią funkcjonały, które liczbie rozmytej przyporządkowują liczbę rzeczywistą.

Definicja 2. Niech $A \in \mathcal{R}$ oraz $c \in \mathbb{R}$. Każdy funkcjonal ϕ określony na \mathcal{R} o własnościach:

- 1) $\phi(A) \geq 0$, gdy $A \geq 0$,
- 2) $\phi(c^\dagger) = c$,
- 3) $\phi(A + c^\dagger) = \phi(A) + c$,
- 4) $\phi(cA) = c\phi(A)$

nazywamy funkcjonalem wyostrzania, gdzie $c^\dagger = (c^\uparrow, c^\downarrow)$ jest parą funkcji stałych na przedziale $[0,1]$ reprezentujących stałą c .

Porządkowanie liczb rozmytych jest niezwykle ważną częścią procesu podejmowania decyzji w środowisku z niepełnymi danymi. W artykule została zaproponowana metoda porządkowania skierowanych liczb rozmytych z wykorzystaniem funkcjonału wyostrzania środka ciężkości (*center of gravity*) zdefiniowanego następującymi wzorami:

$$\phi_{\text{cog}}(f, g) = \frac{\int_0^1 (f(s) + g(s)) |f(s) - g(s)| ds}{2 \int_0^1 |f(s) - g(s)| ds}$$

oraz

$$\phi_{\text{cog}}(f, g) = \frac{\int_0^1 f(s) ds}{\int_0^1 ds}, \text{ gdy } \int_0^1 |f(s) - g(s)| ds = 0.$$

Porównując wprowadzoną metodę do innych standardowych metod porządkowania trójkątnych liczb rozmytych, pokazano, że metoda jest zasadniczo zgodna z intuicją związaną z porównywaniem liczb rozmytych, a także zgodna z większością wyników uzyskanych za pomocą standardowych metod porządkowania trójkątnych liczb rozmytych. Wadą proponowanej metody jest fakt, że nie jest ona wrażliwa na skierowanie, będące istotną cechą skierowanych liczb rozmytych.

CZ. GÓRECKI¹, T. GÓRECKI²

¹Politechnika Opolska,

²Uniwersytet Opolski

**STABILNOŚĆ TERMICZNA I KINETYKA PROCESU
ZESZKLENIA SZKIEŁ CHALKOGENIDKOWYCH $As_xSe_{100-x-y}Bi_y$
BADANE METODAMI RÓŻNICOWEJ KALORYMETRII
SKANINGOWEJ (DSC) I EGZOEMISJI ELEKTRONÓW (EEE)**

Badano kinetykę procesu zeszklenia szkielek chalkogenidkowych $As_xSe_{100-x-y}Bi_y$ wykorzystując jednocześnie metody różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) i egzoemisji elektronów (EEE). EEE jest zjawiskiem powierzchniowym związanym z przemianami strukturalnymi zachodzącymi w warstwie powierzchniowej, natomiast pomiary DSC informują o przemianach fazowych zachodzących w objętości próbki. Wartości energii aktywacji procesu zeszklenia dla warstwy powierzchniowej i objętości badanych materiałów wyznaczono z zależności Ozawy:

$$\ln V = A - E/kT$$

gdzie: V – prędkość ogrzewania próbki, A – stała, E – energia aktywacji, k – stała Boltzmanna, T – temperatura procesu zeszklenia.

Stwierdzono że:

- energia aktywacji i temperatura zeszklenia zarówno warstwy wierzchniej jak i objętości szkielek chalkogenidkowych As_xSe_{100-x} rosną ze wzrostem zawartości arsenu,
- ze wzrostem zawartości arsenu znacznie zmniejsza się pole powierzchni endotermicznego maksimum DSC,
- domieszkowanie bizmutem znacznie zmniejsza wartości energii aktywacji i temperatury procesu zeszklenia, obniżając tym samym stabilność termiczną badanego materiału. Efekt ten jest prawdopodobnie związany z tworzeniem defektów koordynacyjnych i ze wzrostem koncentracji bizmutu prowadzi do powstania nanokrystalitów,
- dodanie Bi powoduje zmniejszenie pola powierzchni endotermicznego maksimum DSC,
- kombinacja metod EEE i DTA może być pomocna w badaniach kinetyki procesu zeszklenia i stabilności termicznej szkielek chalkogenidkowych.

CZ. GÓRECKI¹, T. GÓRECKI²

¹Politechnika Opolska,

²Uniwersytet Opolski

**KRYSTALIZACJA POWIERZCHNIOWA I OBJĘTOŚCIOWA
SZKŁA METALICZNEGO $\text{Co}_{50}\text{Fe}_{28}\text{Si}_9\text{B}_{13}$ BADANE METODAMI
EGZOEMISJI ELEKTRONÓW (EEE), TERMICZNEJ ANALIZY
RÓŻNICOWEJ (DTA) I TERMOMAGNETOMETRII (TM)**

Badano stabilność termiczną i kinetykę krystalizacji szkła metalicznego $\text{Co}_{50}\text{Fe}_{28}\text{Si}_9\text{B}_{13}$ wykorzystując jednocześnie temperaturowe zależności natężenia fotostymulowanej egzoemisji elektronów (EEE), namagnesowania (TM) i sygnału termicznej analizy różnicowej (DTA). Porównanie tych zależności umożliwia badanie przemian strukturalnych zachodzących w warstwie powierzchniowej (EEE) oraz w objętości próbki (DTA, TM). Krystalizacja jest procesem aktywowanym termicznie. Parametry krystalizacji powierzchniowej i objętościowej (energia aktywacji, temperatura) wyznaczono na bazie pomiarów EEE i DTA (lub TM) odpowiednio. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów EEE, DTA i TM stwierdzono, że proces krystalizacji powierzchniowej i objętościowej badanego szkła metalicznego zachodzi w dwu stadiach. Systematyczne pomiary EEE, DTA i TM przeprowadzono przy różnych szybkościach ogrzewania próbki. Pozwoliło to wyznaczyć energie aktywacji dwu stadiów procesu krystalizacji powierzchniowej i objętościowej.

Energie aktywacji dwu stadiów procesu krystalizacji wyznaczono z zależności Ozawy:

$$\ln V = A - E/kT$$

gdzie: V – prędkość ogrzewania próbki, A – stała, E – energia aktywacji, k – stała Boltzmanna, T – temperatura krystalizacji.

Stwierdzono że:

- energia aktywacji (stabilność termiczna) procesu krystalizacji powierzchniowej badanego szkła metalicznego jest około dwa razy mniejsza od energii aktywacji krystalizacji objętościowej.
- kombinacja metod EEE, DTA i TM może być pomocna w badaniach przemian strukturalnych zachodzących w szklach metalicznych, a także pozwala wykryć skłonność badanego materiału do „przedwczesnej” krystalizacji powierzchniowej, co jest niemożliwe przy użyciu jednej z wymienionych metod.

M. STACHERA², D. STRÓZIK-KOTLORZ¹, K. SZNAJDER²

¹Politechnika Opolska

²Wojewódzkie Centrum Medyczne w Opolu

REZONANS MAGNETYCZNY W BADANIACH LUDZKIEGO MÓZGU.

Praca stanowi krótki opis istoty badań obrazowania mózgu magnetycznym rezonansem (MR), z użyciem zaawansowanych technik, takich jak perfuzja, dyfuzja i spektroskopia.

Fizyczne podstawy rezonansu magnetycznego znane są od lat 40-tych ubiegłego wieku, ale pierwsze badania obrazowania ludzkiego ciała z udziałem rezonansu magnetycznego przeprowadzono w latach 80-tych. Od lat 90-tych, MR stał się ważnym narzędziem w neuroradiologii, z wykorzystaniem w badaniach mózgu zaawansowanych technik, takich jak dyfuzja (DW), perfuzja (PWI) oraz spektroskopia.

Diagnostyka w obrazowaniu struktur mózgowych (MRI) opiera się na znajdowaniu nieprawidłowości w intensywności sygnału, który zależy od gęstości protonów w tkance i użytych technicznych sekwencji padającej fali radiowej. Zmiana parametrów impulsu uwydatnia kontrast między tkankami. DW pozwala na mapowanie molekularnej cyrkulacji wody w tkankach. Ponieważ stany chorobowe zmieniają tę cyrkulację, DW ma znaczące kliniczne zastosowanie. PWI daje obraz krążenia krwi w mikronaczyniach mózgu.

Flagowym zastosowaniem PWI jest diagnostyka udarów. MRS stanowi nieinwazyjną analizę chemiczną poziomów metabolitów. Wiele chorób mózgu posiada swój charakterystyczny obraz spektroskopowy.

W pracy przedstawiliśmy przykłady zastosowań MRI oraz zaawansowanych technik DW, PWI i MRS w diagnostyce neuroradiologicznej. Opisane metody badań, uzupełniając się wzajemnie, stanowią cenne narzędzie w wykrywaniu i prowadzeniu terapii chorób mózgu.

G. KRÓLCZYK, A. STANIK-BESLER

Politechnika Opolska

METODA SIATKOWO - DRZEWIASTA A ISTOTNOŚĆ PARAMETRÓW TOCZENIA STALI DUPLEX

Analizując problem oceny istotności wpływu parametrów technologicznych w procesie toczenia stali typu duplex na trwałość ostrza otrzymuje się pewien zbiór danych obrazujących ten proces. Opisywane badania dotyczą trwałości ostrza w procesie toczenia. Były one przeprowadzane w warunkach przemysłowych. Parametrami, których wpływ badano były prędkość skrawania v_C posuw f i głębokość skrawania a_p . Dla wybranych parametrów zastosowano kodowanie wielowartościowe. Za kryterialną funkcję celu wybrano chropowatość Ra.

W pracy przedstawiono wielowartościową metodę siatkowo – drzewiastą jako uogólnienie metody dwuwartościowej. Analizowano proces optymalizacji dyskretnej parametrów toczenia stali duplex.

<i>Kod w ujęciu wielowartościowym</i>	<i>Kod w ujęciu dwuwartościowym</i>	v_C	f	a_p
0	00	76	0,068	1
1	01	136	0,117	2
2	10	195	0,136	x

Określenie ważności parametrów skrawania w metodzie siatkowo-drzewiastej ustala się analizując położenie na odpowiednim poziomie drzewa logicznego. Parametry najważniejsze powinny znajdować się w korzeniu drzewa logicznego tj. na najniższym poziomie drzewa, zaś dalej odpowiednio każdy poziom drzewa wyznacza hierarchię parametrów.

Zastosowanie metody siatkowo-drzewiastej od analizy istotności parametrów v_C , f , a_p dało wskazania co do kolejności zmian wybranych parametrów. Układ kolejności zmian powinien być f , v_C , a_p poczynając od korzenia co daje najmniejszą ilość zmian ustalonych parametrów.

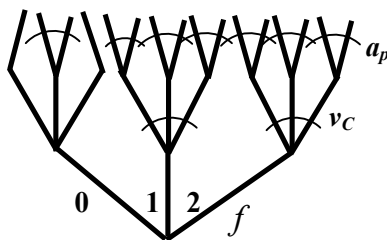
Określenie optymalnej kolejności parametrów może pomóc projektantom w celu określenia ilości eksperymentów.

A. KOZIARSKA, G. KRÓLCZYK

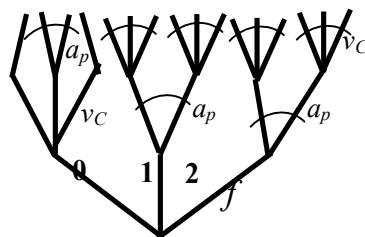
Politechnika Opolska

**ZASTOSOWANIE METOD DRZEWIASTYCH DO OCENY RANGI
WAŻNOŚCI PARAMETRÓW SKRAWANIA PO TOCZENIU STALI
DUPLEX**

W pracy zastosowano tradycyjne i zmodyfikowane drzewa logiczne do oceny wpływu prędkości skrawania (v_c), posuwu (f) i głębokości skrawania (a_p) na chropowatość powierzchni po toczeniu stali ferrytyczno - austenitycznej. Badanie obejmowało ocenę parametrów technologicznych do określenia średniej arytmetycznej rzędnych profilu chropowatości Ra. W pracy przedstawiono ocenę najważniejszych wytycznych projektowania jako procesu minimalizacji funkcji logicznej opisującej wszystkie wytyczne projektowania z wykorzystaniem metod drzewiastych. Po zastosowaniu metody zmodyfikowanych drzew logicznych i tradycyjnych drzew logicznych uzyskano bardzo podobne wyniki przedstawione na Rys.1 i Rys.2. Położenie parametrów skrawania na drzewie optymalnym wyznacza ich rangę ważności: zmienna w korzeniu jest najważniejsza, im dalej od korzenia tym ranga ważności jest mniejsza.



Rys.1. Optymalne tradycyjne drzewo logiczne



Rys.2. Optymalne zmodyfikowane drzewo logiczne

Literatura:

GAJEK M., KOZIARSKA A., KRÓLCZYK G., STANIK-BESLER A.: *Ocena istotności parametrów toczenia stali duplex metodami drzewiastymi*, Modelowanie i inżynieria produkcji w ekorozwoju, Studia i monografie z. 236, Politechnika Opolska, Opole 2008.

KOZIARSKA A., PARTYKA M.,A., STANIK-BESLER A.: *Wybrane zagadnienia minimalizacji wielowartościowych funkcji logicznych w strukturalizacji procesów decyzyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Opolskiej, Opole 2005.

PA, N.M.N., SARHAN, A.A.D., SHUKOR, M.H.A. *Optimizing the cutting parameters for better surface quality in 2.5D cutting utilizing titanium coated carbide ball end mill*, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. Volume 13, Issue 12, (2012), 2097-2102

O. OSTAPOV¹, H. SHYNKARENKO^{1,2}, O. VOVK¹

¹Lwowski Narodowy Uniwersytet im. Iwana Franka

²Politechnika Opolska

ADAPTYWNE WYRAFINOWANIE CZĘŚCIOWO LINIOWEJ APROKSYMACJI METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH DLA ZAGADNIENŃ BRZEGOWYCH DYFUZJI-ADWEKCJI-REAKCJI

Przedmiotem niniejszej pracy jest konstruowanie h -adaptywnej metody elementów skończonych (MES) dla nieliniowych i silnie zaburzonych zagadnień z równaniem dyfuzji-adwekcji-reakcji. Podstawowy wynik stanowi aposterioryczny estymator błędu częściowo liniowej aproksymacji rozwiązania dwuwymiarowego zagadnienia brzegowego.

Proponowany estymator błędów jest częściowo kwadratowym wielomianem, odzyskanie wartości którego potrzebuje jedynie obliczeń residuów równania na każdym trójkącie podziału i nie wymaga obliczeń skoków strumienia na jego stronach. Dla przypadku częściowo stałych współczynników równania różniczkowego podano szczegółowe wyniki obliczeń składników estymatora.

W przypadku zagadnienia nieliniowego układ równań metody elementów skończonych linearyzuje się za pomocą metody Newtona, a po tym kroku rozwiązuje się metodą iteracyjną GMRES z przeduwarunkowaniem Cholesky'ego.

Strategia lokalnego dopasowania sieci elementów skończonych ma na celu osiągnięcie równomiernego rozkładu względnych błędów gwarantowanego poziomu i przewiduje zastosowanie metody bisekcji lub algorytmu Rappert'ego dla lokalnego wyrafinowania podziału.

Pewność oraz efektywność podanej technologii h -adaptywności zilustrowano wynikami symulacji numerycznej zagadnień z warstwami brzegowymi i wewnętrznymi o dużych wartościach liczb Pékletgo i Strouchala.

V. HORLATCH¹, I. KLYMENKO¹, H. SHYNKARENKO^{1,2}

¹Lwowski Narodowy Uniwersytet im. Iwana Franka

²Politechnika Opolska

ANALIZA USTALONYCH TERMOAKUSTYCZNYCH FAL W PŁYNACH DYSYPATYWNYCH METODĄ ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH

W tej pracy kontynuujemy badanie zagadnień akustyki rozpoczętego w pracach autorów [1,2].

Dla danej częstotliwości obciążeń harmonicznym płynu dysypatywnego sformułowano zagadnienie brzegowe oraz odpowiednie zagadnienie wariacyjne odnośnie amplitud szybkości oraz temperatury wygenerowanej fali akustycznej.

Określono warunki dostateczne gwarantujące istnienie jednoznacznego stabilnego rozwiązania proponowanego zagadnienia wariacyjnego.

Rozpatrzono detaliczne dyskretyzacje metody elementów skończonych dla uzyskania rozwiązania przybliżonego zagadnienia dysypatywnej akustyki oraz obliczono oceny błędów zbieżności jego aproksymacji.

[1] HORLATCH V., KLYMENKO I., SHYNKARENKO H. Construction and analysis of one-step recurrent scheme for time integration of a variational dissipative acoustics problem // Visnyk of the Lviv University. Series Applied Mathematics and Computer Science – 2012. – Vol. 18. – Pp. 162–174. (in Ukrainian).

[2] HORLATCH V., KLYMENKO I., SHYNKARENKO H. Formulation and well-posedness of the variational problem of viscous heat-conduction fluid acoustics // Journal of Numerical and Applied Mathematics – 2012. № 3 (109). Pp. 53–71.

A. METELSKI

Politechnika Opolska

NUMERYCZNA SYMULACJA PRZEPIYWU CIEPŁA W RURZE

Prawidłowa konserwacja i monitorowanie obiektów takich jak rury jest obiektem szczególnej uwagi wielu gałęzi przemysłu (np. przemysłu paliwowego i energetycznego). Oczywiście jest, że pojawiające się defekty mogą prowadzić do ekonomicznych i społecznych szkód. Zatem ważne jest jak najszybsze wykrywanie wszelkich usterek w celu uniknięcia możliwych strat.

Za cel badań obrano numeryczne modelowanie rozkładu temperatury w przekroju pojedynczej rury mogącej wchodzić w skład np. ekranu komory paleniskowej kotła elektrowni.

Założono, że niustalone pole temperatury w obszarze Ω opisane jest równaniem

$$(x, y) \in \Omega: \rho c T'(t) - \lambda \Delta T = Q \quad (1)$$

gdzie c [J/(kgK)], ρ [kg/m³], λ [W/(mK)] oznaczają właściwą pojemność cieplną, gęstość masy i współczynnik przewodzenia ciepła, $T = T(x, y, t)$ oznacza temperaturę, Q [W/m³] jest składnikiem źródłowym, x, y, t to współrzędne geometryczne i czas.

Powyższe równanie uzupełniono odpowiednimi warunkami początkowo-brzegowymi, w tym warunkiem

$$(x, y) \in \Gamma_3: -\lambda \nabla T = \alpha(T - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T^4 - T_\infty^4) \quad (2)$$

gdzie α [W/m²K] oznacza współczynnik wymiany ciepła między powierzchnią rury, a otoczeniem, T_∞ jest temperaturą otoczenia, $\sigma = 5,6703 \cdot 10^{-8}$ [W/m²K⁴] to stała Stefana-Boltzmana, ε to współczynnik emisyjności.

Rozwiązanie zostało oparte na metodzie elementów skończonych. Proponowana metoda została zilustrowana przykładem numerycznym.

K. GHAZARYAN¹, B. DROBENKO², T. KOURNYTS'KYI²,
J. SZYMCZAK³

¹Institute of Mechanics NAS (Armenia)

²Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³Opole University of Technology (Poland)

RACJONALNE PRZEBIEGI WYSOKOTEMPERATUROWEJ OBRÓBKII ELEKTROMAGNETYCZNEJ PRZEWODZĄCYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI W PROCESACH PRODUKCYJNYCH

Opracowane na podstawie metod numerycznych podejście do modelowania procesów termomechanicznych w termoczułych sprężysto-plastycznych ciałach przewodzących elektryczność oraz zdolnych do magnesowania i polaryzacji, przy oddziaływaniu quasi-ustalonych pól elektromagnetycznych, wykorzystane zostało do rozbudowania racjonalnych przebiegów wysokotemperaturowej obróbki indukcyjnej wyrobów wyprodukowanych z materiałów przewodzących elektryczność.

Zbadano wpływ częstości prądu elektrycznego na etapie nagrzewania oraz warunków chłodzenia na charakter rozkładu naprężeń szczątkowych w walcu z magnetycznie miękkiego materiału. Realne warunki chłodzenia zamodelowano przy pomocy termoczułego współczynnika wymiany ciepła. Pokazano, że poprzez wybór warunków chłodzenia i częstości prądu elektrycznego można istotnie wpływać na poziomy i osobliwości rozkładu szczątkowych naprężeń w walcu w szerokim przedziale ich wartości – od rozciągających do ściskających, aż do poziomu granicy plastyczności. Wyznaczono również racjonalny względem dopuszczalnych naprężeń przebieg obróbki ciała walcowego z materiału magnetycznie twardego. Przy pomocy modelowania komputerowego ustalono częstość prądów w induktorze oraz współczynnik wymiany ciepła z otoczeniem przy chłodzeniu, gdy czas obróbki jest najkrótszy dla zadanych ograniczeń na stan naprężeń ciała przy indukcyjnym nagrzewaniu i następnie jego chłodzeniu.

Przedstawia to możliwość opracowania racjonalnych przebiegów obróbki indukcyjnej wyrobów w celu otrzymania koniecznego poziomu szczątkowych naprężeń względem wytrzymałościowych lub funkcjonalnych kryteriów.

Z. ŚLÓDERBACH

Politechnika Opolska

**UŻYCIE KINEMATYCZNIE DOPUSZCZALNYCH PÓŁ
ODKSZTAŁCEŃ PLASTYCZNYCH W PROCESACH GIĘCIA RUR
Część I. Podstawowe równania i zależności**

Wykonywanie kolan (łuków) z metalowych rur, ma poważne znaczenie z uwagi na coraz większy rozwój prac inwestycyjnych z dziedziny infrastruktury technicznej, które wykorzystują przesyły i transport różnych mediów za pomocą rurociągów lub innych instalacji rurowych. Dlatego prawidłowa analiza trwałych odkształceń plastycznych w strefie zgięcia kolan zarówno w warstwach rozciąganych, jak i ściskanych jest bardzo ważna ze względów wytrzymałościowo - eksploatacyjnych, konstrukcyjno - technologicznych, ekonomicznych i bezpieczeństwa pracy.

W niniejszej pierwszej części pracy, przedstawiono model deformacji w postaci logarytmicznych miar odkształcenia podczas gięcia metalowych cienko-i grubościennych rur na giętarkach. Model ten reprezentują trzy główne odkształcenia odpowiednio: wzdłużne, obwodowe i promieniowe (po grubości) otrzymane z analizy kinematycznie dopuszczalnych pól odkształceń plastycznych. Składowe odkształcenia plastycznego są określone w głównej płaszczyźnie gięcia, w każdej płaszczyźnie do niej prostopadłej a więc w każdym punkcie giętej rury w strefie gięcia i zgięcia. Wyrażenia na odkształcenia zależą od parametrów geometrii rury i parametrów procesu gięcia.

W rozpoznanej literaturze brak było analitycznych wyrażeń na odkształcenia w zależności od: bieżącej wartości kąta gięcia, kątów określających położenie punktu w strefie gięcia i zgięcia, przesunięcia osi obojętnej, promienia gięcia, wymiarów przekroju poprzecznego giętej rury i odpowiednich współczynników zależnych od parametrów technologicznych gięcia i rodzaju materiału rury. Gięcie rur zawsze prowadzi do pocienienia ścianki w warstwach rozciąganych i pogrubienia ścianki w warstwach ściskanych, do powstania zjawiska owalizacji i pofałdowań, które zniekształcają przekrój poprzeczny. Efekt owalizacji powstaje głównie dzięki trzem czynnikom: spłaszczeniu przekroju poprzecznego (efekt Braziera), niejednakowego pocienienia i pogrubienia ścianek zgiętego kolana i efektu pofałdowania. Te szkodliwe dla gięcia rur zjawiska tj. pocienienie, pogrubienie i pofałdowania ścianek oraz owalizacja kształtu przekroju poprzecznego kolana, powinny zawierać się w granicach dopuszczalnych tolerancji [1].

[1] EUROPEAN NORM [in Polish], 1993, *Energetyka*, Wytwarzanie, No 448.

Z. ŚLÓDERBACH

Politechnika Opolska

**UŻYCI KINEMATYCZNIE DOPUSZCZALNYCH PÓŁ
ODKSZTAŁCEŃ PLASTYCZNYCH W PROCESACH GIĘCIA RUR**
Część II. Analiza otrzymanych wyników

Rezultaty obliczeniowe otrzymane w Części II pracy otrzymane zostały na podstawie modelu odkształceń wyprowadzonego w Części I bardzo dobrze pokrywają się z wynikami badań doświadczalnych otrzymanymi w pracy [1] szczególnie w warstwach rozciąganych. W tej części pracy zwrócono także uwagę na zjawisko owalizacji, które powstaje wskutek niejednakowego pocienienia ścianki odpowiednio w warstwach rozciąganych i pogrubienia w warstwach ściskanych. Te nieporządane zjawiska i efekty jak pocienienie i pogrubienie ścianek, pofałdowanie oraz owalizacja przekroju poprzecznego muszą być w granicach tolerancji wykonania. Przedstawiona metoda obliczeń musi spełniać warunki stawiane giętym kolanom zawarte odpowiednio w Europejskich i Polskich Normach.

W pracy przedstawiono rezultaty obliczeniowe owalizacji (e i A), obliczenia zmian grubości ścianki g_{1r} w warstwach rozciąganych strefy gięcia kolana, rezultaty obliczeń składowych logarytmicznych odkształceń głównych odpowiednio: φ_1 , φ_2 , φ_3 oraz odkształcenia zastępczego $\varphi_{(i)}$ w zależności od wartości kąta gięcia ($k\alpha_g \in \langle 0^\circ; 180^\circ \rangle$) w punkcie wierzchołkowym kolana o współrzędnych kątowych ($\alpha = \beta = 0^\circ$ - środek strefy gięcia), dla rury o wymiarach $\phi 44,5 \times 4,5$ mm, giętej na promieniu gięcia $R \approx 80$ mm ($R \approx 1,8 \times d_z$) i wykonanej ze stali St 35.8, wg normy DIN 17175 [1]. Na dwóch ostatnich wykresach przedstawione zostały przykładowe obliczenia zmian wartości odkształceń wzdłużnych i grubości ścianki, z uwzględnieniem przesunięcia osi obojętnej gięcia plastycznego odniesionej do średnicy zewnętrznej rury z zakresu od 0% do maksymalnej wartości 25%. Symulacyjne numeryczne obliczenia wykonano dla przypadku metalowej rury o wymiarach ($\phi 44,5 \times 4,5$ mm i cienkościenności równej 0,101) w głównej płaszczyźnie gięcia w warstwach rozciąganych ($\alpha = \beta_1 = 0^\circ$), dla wartości kąta gięcia ($\alpha_0 = k\alpha_g = 180^\circ$). Przyjęto do obliczeń następujące wartości współczynników korekcyjnych (technologiczno-materiałowych) $k \cong 3$ i $\lambda_1 \cong 1$. Dane do obliczeń zaczerpnięto z pracy [1]. Obliczenia wykonano wykorzystując wyrażenia z części I. Wyniki obliczeń numerycznych przedstawiono na odpowiednich wykresach.

[1] FRANZ W.D., *Das Kalt-Biegen von Rohren*, Springer - Verlag, Berlin 1961.

II. MODELOWANIE I OPTYMALIZACJA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH



K. GHAZARYAN¹, R. IVAS'KO², M. SOLODYAK², A. STANIK-BESLER³, V. VESTYAK⁴

¹Institute of Mechanics NAS (Armenia)

²Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

³Opole University of Technology (Poland)

⁴Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace Technologies) (Russia)

MODELOWANIE POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ŚRODOWISKACH FERROMAGNETYCZNYCH PRZY OPRAWIANIU WYBRANYCH PROCESÓW WYTWÓRCZYCH

Coraz większe zastosowanie w obecnych procesach wytwarzania elementów konstrukcji i urządzeń mają pola elektromagnetyczne. Przy tym dla opracowania racjonalnych technologii obróbki takich elementów, podstawą których jest wykorzystanie pól elektromagnetycznych, w szczególności w przypadku elementów produkowanych z materiałów ferromagnetycznych, konieczne jest opracowanie fizyczno-matematycznych modeli określenia różnych właściwości fizycznych, spowodowanych oddziaływaniem konkretnych typów pól elektromagnetycznych stosowanych w praktyce inżynierskiej.

Rozpatrzono jeden z wariantów takiego modelowania parametrów niestacjonarnego pola elektromagnetycznego w środowiskach ferromagnetycznych, który jest wyjściowym przy wyznaczaniu czynników oddziaływania pola na fizyczno-mechaniczne procesy zachodzące przy obróbce ferromagnetycznych elementów różnych wyrobów z wykorzystaniem oddziaływania elektromagnetycznego.

Na podstawie zaproponowanych przedstawień modelowych o oddziaływaniu wzajemnym pola elektromagnetycznego oraz ferromagnetycznego continuum materialnego sformułowano wyjściowe zagadnienia, które opisują parametry pola elektromagnetycznego w ciałach ferromagnetycznych, powstające przy opracowaniu procesów wytwórczych, opartych na wykorzystaniu osobliwości oddziaływania pól elektromagnetycznych. Zapisano i skonkretyzowano układ równań Maxwella i prawo zachowania ładunku elektrycznego dla obszaru ciała, jak i dla obszaru otaczającego – próżni. Z wykorzystaniem znanego podejścia przejść granicznych otrzymano i przeanalizowano warunki kontaktu na powierzchni podziału ciało-próżnia oraz na powierzchni podziału dwóch ciał. Warunki te uzupełniono warunkami brzegowymi w nieskończoności w obszarze próżni.

O. HACHKEVYCH^{1,2}, R. IVAS'KO¹, M. SOLODYAK¹, A. STANIK-BESLER², D. TARLAKOVSKII³

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace Technologies)
(Russia)

MODELE OPISU POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ŚRODOWISKACH FERROMAGNETYCZNYCH W OBECNOŚCI PODMAGNESOWANIA

Rozkład natężeń pola elektromagnetycznego oraz magnetycznego w ciałach ferromagnetycznych istotnie zależy od typu zewnętrznego oddziaływania elektromagnetycznego. Często w różnych procesach produkcyjnych zewnętrzne pole elektromagnetyczne oddziałuje w obecności obcego (naturalnego lub stwarzanego zasobami technicznymi) stałego pola magnetycznego (nazywanego podmagnesowaniem). Zatem prowadzi to do praktycznego zainteresowania modelowaniem i badaniem parametrów pól elektromagnetycznych w ciałach ferromagnetycznych w obecności jednoczesnego oddziaływania na nie dwóch typów pól elektromagnetycznych – niezależnego od czasu magnetycznego oraz specjalnie zorientowanego względem niego ustalonego pola o pewnej polaryzacji (w szczególności amplituda którego może występować jako funkcja czasu i zmieniać się w jednej płaszczyźnie).

W pracy sformułowane są wyjściowe modele, opisujące parametry pól elektromagnetycznych w środowiskach ferromagnetycznych przy występowaniu podmagnesowania, które zadane jest niezależnym od czasu polem magnetycznym o wektorze natężenia o różnej orientacji względem istniejącego wektora natężenia zewnętrznego ustalonego (quasi-ustalonego) pola elektromagnetycznego. Wydzielone są dwa zależne od tej orientacji szeroko rozpowszechnione w praktyce inżynierskiej typy pól elektromagnetycznych: niepolaryzowane i z polaryzacją eliptyczną.

Wyjściowe zależności modeli otrzymano drogą konkretyzacji układu równań Maxwella oraz materialnych związków elektrodynamiki z wykorzystaniem odpowiednich przedstawień parametrów pola elektromagnetycznego w środowisku ferromagnetycznym, charakterystycznych dla rozważanych typów pól.

G. FEDOTENKOV¹, O. HACHKEVYCH^{2,3}, R. IVAS'KO²,
M. SOLODYAK², D. TARLAKOVSKII¹, R. TERLETSKII²

¹ Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace Technologies)
(Russia)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³ Opole University of Technology (Poland)

CZYNNIKI ODDZIAŁYWANIA (ENERGETYCZNE ORAZ SIŁOWE) POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA ŚRODOWISKO FERROMAGNETYCZNE

Za wyjściowy przyjęty został sformułowany schemat badania cieplnych i mechanicznych procesów w elementach konstrukcji przy oddziaływaniu pola elektromagnetycznego, w którym zagadnienie sprowadza się do wyznaczania parametrów pola elektromagnetycznego, odpowiadających im czynników oddziaływania oraz następującego określenia zmian cieplno-fizycznych i fizyczno-mechanicznych właściwości rozważanych elementów. Przeprowadzono modelowanie matematyczne energetycznych i siłowych czynników oddziaływania dla szeroko rozpowszechnionych w praktyce typów pól elektromagnetycznych (niepolaryzowanych i o polaryzacji eliptycznej) na środowisko ferromagnetyczne w celu wyrażenia tych czynników przez parametry opisujące pole.

Z wykorzystaniem praw zachowania energii i pędu pola elektromagnetycznego, podejścia statystycznego oraz formalizmu wprowadzenia równoważnych mechanicznych natężeń otrzymano wyjściowe dla opracowania modeli procesów produkcyjnych oparte na zastosowaniu pól elektromagnetycznych wyrażenia dla gęstości zawartej w magnesującym się i (lub) polaryzującym się odkształcalnym środowisku (odwracalnej części) oraz pochłoniętej nim (nieodwracalnej części) energii pola, a również gęstości ponderomotorycznych (objętościowych i powierzchniowych) sił i momentów sił. Wyrażenia te (odpowiednio energetyczne i siłowe czynniki oddziaływania pola elektromagnetycznego na continuum materialne) porównano ze znanymi w literaturze oraz przeanalizowano dla różnych materiałów i szeroko wykorzystywanych w technice typów pól elektromagnetycznych. Są one są wyjściowymi przy określeniu parametrów charakteryzujących procesy fizyczno-mechaniczne, powstające w elementach konstrukcji przy oddziaływaniu zewnętrznych pól elektromagnetycznych, które wykorzystywane są w bardzo wielu procesach technologicznych.

O. HACHKEVYCH^{1,2}, M. SOLODYAK¹, J. SZYMCZAK²,
D. TARLAKOVSKII³, R. TERLETSKII¹

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and
Mathematics NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace
Technologies) (Russia)

WARIANT MODELU FIZYCZNO-MATEMATYCZNEGO ELEKTRO- MAGNETO-TERMO-MECHANIKI CIAŁ STAŁYCH ODKSZTAŁCALNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM CZYNNIKÓW MOMENTOWYCH

Z matematycznym modelowaniem oraz badaniem połączonych niestacjonarnych procesów elektro-magneto-sprężystych i cieplnych w izotropowych i anizotropowych środowiskach magnetycznych przy kompleksowych obciążeniach zewnętrznych – elektromagnetycznych, cieplnych oraz mechanicznych – powiązane jest rozwiązanie problemów udoskonalenia istniejących oraz opracowanie nowych efektywnych sposobów obróbki technologicznej wyrobów z materiałów magnetycznych ze skomplikowanymi właściwościami (ferromagnetycznych, ferrytowych itp.) z wykorzystaniem pól elektromagnetycznych w różnych procesach wytwórczych. Z tym powiązane jest również określenie racjonalnych przebiegów eksploatacji różnych energetycznych i elektrotechnicznych urządzeń zawierających elementy magnetyczne, a także projektowanie przyrządów, funkcjonowanie których oparte jest na zjawiskach ferromagnetycznego, jądrowego magnetycznego i elektronowego paramagnetycznego rezonansów oraz osobliwościach rozpowszechniania się fal magnetostatycznych.

W pracy zaproponowano wariant modelu matematycznego elektro-magneto-termo-mechaniki polaryzujących się i magnesujących się ciał przy oddziaływaniu zewnętrznych pól elektromagnetycznych. Oparty jest on na kontynualnych podejściach i statystycznej teorii elektromechanicznego oddziaływania wzajemnego. Rozważane są warianty uwzględnienia czynnika momentowego na podstawie podejść klasycznej oraz momentowej teorii sprężystości. W ramach teorii klasycznej dokonano symetryzacji tensora naprężeń, co pozwoliło uwzględnić czynnik momentowy przez równoważne obciążenie powierzchniowe przy formułowaniu mechanicznych warunków brzegowych. Z uwzględnieniem otrzymanych przedstawień energii wewnętrznej, składowych tensora naprężeń, entropii i pojemności cieplnej, które uwzględniają wpływ pola na właściwości ciała, wyprowadzono wyznaczalne równania dla liniowego ciała termosprężystego.

O. HACHKEVYCH^{1,2}, R. MUSII³, H. STASIUK¹, J. SZYMCZAK²,
D. TARLAKOVSKII⁴

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and
Mathematics NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ National University "Lviv'ska Politechnika" (Ukraine)

⁴ Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace
Technologies) (Russia)

MODELOWANIE W POŁĄCZENIU CIEPLNYCH I MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY PRZEWODZĄCEJ ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY JEDNORODNYM NIESTACJONARNYM ELEKTROMAGNETYCZNYM ODDZIAŁYWANIU TECHNOLOGICZNYM

W różnych procesach wytwórczych elementów konstrukcji aktualnej techniki, powiązanych z ich produkcją lub obróbką, szeroko wykorzystywane są niestacjonarne elektromagnetyczne oddziaływania, które mają wiele zalet, w szczególności:

- są powiązane z bezkontaktowym sposobem przekazywania energii;
- istnieje przy nich względnie prosta realizacja schematów nagrzewania (w tym również lokalnego) przy efektywnym wykorzystaniu środków automatyzacji;
- możliwość osiągnięcia wysokich szybkości nagrzewania przy dużych mocach urządzeń indukcyjnych;
- wysoki współczynnik sprawności urządzeń, wytwarzających takie oddziaływania.

Matematyczne modele, opisujące powstałe przy takich oddziaływaniach fizyczno-mechaniczne procesy w wyrobach, w naukowo-technicznej literaturze rozważane są głównie przy ustalonych (quasi-ustalonych) polach elektromagnetycznych lub przy polach o charakterze impulsowym, w przybliżeniu adiabatycznym.

Stanowi niewątpliwie zainteresowanie poznania wpływu występującego w realnych materiałach rozproszenia energii na powstające pola cieplne i mechaniczne w produkcyjnych procesach, które realizowane są z wykorzystaniem niestacjonarnych elektromagnetycznych oddziaływań.

Sformułowano model matematyczny, opisujący procesy termomechaniczne w warstwie przewodzącej elektryczność mającej podstawy płasko-równoległe przy jednorodnym niestacjonarnym elektromagnetycznym oddziaływaniu, które określone jest przez wartości

stycznych składowych wektora natężenia pola magnetycznego na tych podstawach, przy uwzględnieniu termosprężystego rozproszenia energii. Zaproponowano metodykę rozwiązywania składowych zadań wyjściowego kompleksowego zagadnienia (elektrodynamiki przy wyznaczaniu stycznej składowej wektora natężenia pola magnetycznego oraz związanego dynamicznego zagadnienia termosprężystości przy poszukiwaniu połączonej temperatury i normalnej składowej tensora naprężeń dynamicznych). Metodyka oparta jest na aproksymacji rozkładu istniejących funkcji kluczowych wielomianem trzeciego stopnia względem grubościowej współrzędnej. W rezultacie wyjściowe początkowo-brzegowe zagadnienia względem funkcji kluczowych sprowadzone zostały do zagadnień Cauchy'ego względem charakterystyk całkowych tych funkcji (przy wyjściowym dowolnym jednorodnym niestacjonarnym oddziaływaniu elektromagnetycznym). Dalej z wykorzystaniem przekształcenia Laplace'a otrzymano rozwiązania odpowiednich zagadnień Cauchy'ego.

O. HUMENCHUK¹, R. MUSII², H. STASIUK¹, J. SZYMCZAK³,
R. TERLETSKII¹

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² National University "Lvivs'ka Politechnika" (Ukraine)

³ Opole University of Technology (Poland)

**DO OPISU CIEPLNYCH I MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI
WARSTWY PRZEWODZĄCEJ ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY
JEDNORODNYM ODDZIAŁYWANIU CHARAKTERYSTYCZNYCH
DLA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH TYPÓW IMPULSOWYCH PÓŁ
ELEKTROMAGNETYCZNYCH Z MODULACJĄ AMPLITUDY**

W technicznych zastosowaniach, w szczególności przy tradycyjnym nagrzewaniu indukcyjnym, najczęściej stosowane są ustalone (monochromatyczne) pola elektromagnetyczne (PEM) z krótko trwającym przebiegiem przejściowym, który odpowiada chwili włączenia, przełączenia oraz wyłączenia PEM. W ciągu ostatnich lat w inżynierskiej praktyce impulsowej obróbki przewodzących elektryczność elementów różnych przyrządów i urządzeń wykorzystywane są impulsowe PEM, spośród których wydziela się impulsowe z modulacją amplitudy. Techniczne urządzenia przemysłowego zastosowania, będące źródłem tworzenia silnych impulsowych PEM, działają na zasadzie wyładowania kondensatorowej baterii na solenoid. Impulsowe PEM z modulacją amplitudy otrzymuje się również przy pomocy przemysłowych generatorów wysokoczęstotliwościowych drgań elektromagnetycznych.

Przebieg w czasie takich impulsowych elektromagnetycznych oddziaływań prowadzi do osobliwości zachowania się termomechanicznego ciała przewodzących elektryczność, powiązanych ze specyfiką wpływu impulsowych PEM na continuum materialne w warunkach obciążenia dynamicznego. Sformułowano odpowiednie zagadnienie termomechaniki z uwzględnieniem termosprężystego rozproszenia energii dla nieferromagnetycznej warstwy przewodzącej elektryczność o płasko-równoległych podstawach przy jednorodnym niestacjonarnym oddziaływaniu elektromagnetycznym. Z wykorzystaniem algebry liczb zespolonych otrzymano w zamkniętej kompaktowej postaci ogólne rozwiązania, opisujące PEM, temperaturowe i mechaniczne pola dla rozważanej warstwy przy oddziaływaniu charakterystycznych typów impulsowych PEM z modulacją amplitudy: w przebiegach o impulsowym sygnale modulującym (PISM), sinusoidy tłumionej (PST), a również przy niemodulowanym elektromagnetycznym impulsie (PNEI). Otrzymane rozwiązania są podstawą komputerowej analizy termomechanicznego zachowania się rozważanej warstwy przy oddziaływaniu impulsowych PEM w PISM, PST i PNEI.

O. HACHKEYVCH^{1,2}, O. HUMENCHUK¹, R. MUSII³, A. STANIK-BESLER², H. STASIUK¹

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ National University "Lvivs'ka Politechnika" (Ukraine)

**DO OPTIMALIZACJI CIEPLNYCH I MECHANICZNYCH
WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY PRZEWODZĄCEJ
ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY ODDZIAŁYWANIU
ELEKTROMAGNETYCZNYM W PRZEBIEGU OPISYWANYM
SINUSOIDĄ TŁUMIONĄ**

Jednym z dwóch najczęściej stosowanych w praktyce inżynierskiej przebiegów obciążeń elektromagnetycznych, wytwarzanych przez przemysłowe generatory wysokoczęstotliwościowych drgań elektromagnetycznych oraz specjalne kondensatorowo-solenoidalne układy, podstawą pracy których jest wyładowanie ładunku baterii kondensatorowej na induktor, jest przebieg opisywany sinusoidą tłumioną (PST).

Przebieg zmiany w czasie takiego impulsowego elektromagnetycznego oddziaływania powoduje odpowiednie specyficzne osobliwości zmiany cieplnych i mechanicznych właściwości ciał przewodzących, powiązanych z istniejącym charakterem tłumienia sinusoidalnych drgań elektromagnetycznych.

Dla optymalizacji omówionych właściwości w procesie oddziaływania, z wykorzystaniem otrzymanego ogólnego rozwiązania zagadnienia termomechaniki dla nieferromagnetycznej sprężystej warstwy o płaskorównoległych podstawach przy oddziaływaniu elektromagnetycznym w PST, z uwzględnieniem termosprężystego rozpraszania energii oraz opracowanego oprogramowania, przeanalizowano numerycznie parametry pola elektromagnetycznego (PEM), produkcję ciepłą (ciepło Joule'a), siły ponderomotoryczne, temperaturę, składowe tensora naprężeń oraz intensywność naprężeń w rozważanej warstwie przy różnych charakterystykach materiałowych i wartościach parametrów oddziaływania w PST. Przy tym podstawy warstwy pozostają w warunkach izolacji cieplnej z otoczeniem i są wolne od obciążenia siłowego. Rozważane są częstości sygnału nośnego PEM z otoczenia częstości rezonansowych dla PEM jak również spoza takiego otoczenia.

Ustalono następujące prawidłowości termomechanicznego zachowania się elementów konstrukcji przy oddziaływaniu elektromagnetycznym w

PST, które mogą być uwzględniane przy opracowaniu i optymalizacji, opartych na zastosowaniu PEM, procesów produkcyjnych:

- wartości naprężeń i temperatury przy wszystkich częstościach nośnych (z otoczenia rezonansowych dla PEM jak i spoza rezonansowych) dla oddziaływania elektromagnetycznego w PST z trwałością $t_i \leq 10^{-2}$ s przy uwzględnieniu termosprężystego rozproszenia energii praktycznie nie różnią się od wyznaczonych bez takiego uwzględnienia (przy uwzględnieniu rozproszenia energii maksymalne wartości temperatury w przybliżeniu o $1 \div 3\%$ większe);
- przy uwzględnieniu rozproszenia energii, przy pierwszej częstości rezonansowej dla PEM, intensywność naprężeń w nieferromagnetycznej warstwie osiąga wartości odpowiadające granicznej nośności warstwy (podobnie jak dla oddziaływania w PISM) przy istotnie mniejszych wartościach natężenia pola magnetycznego niż dla częstości z otoczenia spoza rezonansowego.

B. CHORNYI¹, R. IVAS'KO², R. MUSII³, H. STASIU², J. SZYMCZAK⁴

¹ Lviv Branch of Dnipropetrovs'k National University of Railway Transport
(Ukraine)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³ National University "Lvivs'ka Politechnika" (Ukraine)

⁴ Opole University of Technology (Poland)

CIEPLNE I MECHANICZNE WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY PRZEWODZĄCEJ ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY ODDZIAŁYWANIU JEDNOSTKOWEGO NIEMODULOWANEGO IMPULSU ELEKTROMAGNETYCZNEGO

W zastosowaniach technicznych są stosowane jednostkowe niemodulowane impulsy, w szczególności przy konieczności otrzymania dużych wartości natężeń pola magnetycznego. Przy tym występują swoi osobliwości takiego oddziaływania, powiązane ze specyfiką zmiany natężeń pól elektrycznego i magnetycznego w impulsie, odmienne od istniejących przy innych typach impulsowych elektromagnetycznych oddziaływań, w szczególności impulsowych z modulacją amplitudy.

Dla optymalizacji powstających przy takim oddziaływaniu pól cieplnych i mechanicznych, przeanalizowano numerycznie dla rozważanego przypadku parametry pola elektromagnetycznego (PEM), produkcję ciepłą (ciepło Joule'a), siły ponderomotoryczne, temperaturę, składowe tensora naprężeń oraz intensywność naprężeń w zależności od czasowych parametrów impulsu i maksymalnej wartości natężenia pola magnetycznego w impulsie. Ustalono następujące prawidłowości termomechanicznego zachowania się konstrukcyjnych elementów typu warstwy przewodzącej przy oddziaływaniu jednostkowego impulsu elektromagnetycznego, które mogą być uwzględniane przy opracowaniu i optymalizacji, opartych na zastosowaniu oddziaływań impulsowych, procesów produkcyjnych:

– wpływ termosprężystego rozproszenia energii na maksymalne wartości temperatury i naprężeń również jak dla elektromagnetycznych impulsowych oddziaływań innych typów przy trwałości impulsu $t_i \leq 10^{-2}$ s jest nieistotny i wykazuje się tylko w dalszym tłumieniu amplitudy drgań własnych;

– przy zmniejszeniu trwałości czoła narastania impulsu maksymalne wartości temperatury i składowych naprężeń, a także intensywności sumarycznych naprężeń wzrastają, jak również przy zwiększeniu wartości natężenia pola magnetycznego w impulsie. Ponadto ustalono krytyczne wartości czasowych parametrów impulsu i natężenia pola magnetycznego w impulsie, przy których rozważana warstwa osiąga graniczną nośność.

M. GAJEK¹, O. HACHKEVYCH², T. KOZAKEVYCH², R. KUSZNIR⁴

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

WYBRANE METODY BADANIA SZCZĄTKOWEGO STANU NAPRĘŻEŃ, POWSTAŁEGO PRZY TECHNOLOGICZNYM NAGRZEWANIU NA SKUTEK ZMIAN SKŁADU FAZOWEGO

Wielu procesów wytwórczych powiązane są z nagrzewaniem technologicznym konstrukcji stalowych do wysokich temperatur, przy których w elementach powstają obszary o stanie austenizowanym, na skutek czego przy po dalszym chłodzeniu wynikają różne strukturalne składowe, rozkład których powoduje szczątkowe naprężenia. Zjawiska te powiązane są odpowiednio z polem temperatur u ciałach stałych, składem fazowym chłodzonego ciała oraz deformacjami istniejących składowych.

Spełniono przegląd literatury o bliskich za tematyką publikacjach z przewodnictwa cieplnego przy wyznaczaniu pola temperatur, materiałoznawstwa przy poszukiwaniu zawartości strukturalnych składowych, mechaniki ciała stałego odkształcalnego przy obliczeniu szczątkowych naprężeń. Rozpatrzono podejścia do opisu spowodowanego strukturalnymi zmianami, powstałymi przy różnego typu nagrzewaniu technologicznym (przy termo obróbce, spawaniu, wyżarzaniu itp.), szczątkowego stanu naprężeń w ciałach stalowych oraz konkretne wyniki badań w tym kierunku.

Ustalono, że w literaturze jest nieobecna metodyka wyznaczenia składu fazowego i spowodowanych im naprężeń szczątkowych w cienkich płytach, wyprodukowanych z mało węglowych niskostopowych stali, przy lokalnym wysokotemperaturowym nagrzewaniu przez ruchome normalnie rozłożone źródła ciepła, względnie nie bardzo złożona i dostatecznie dokładna, która mogła by stanowić podstawę dla postawienia odpowiednich zagadnień optymalizacji. Taka metoda może być opracowana w oparciu na znany model opisu szczątkowych fazowych składowych i naprężeń w mało węglowych niskostopowych stalowych ciałach przy chłodzeniu monotonicznym ze stanu austenizowanego.

V. ASTASHKIN¹, M. GAJEK², O. HACHKEVYCH^{1,2},
T. KOZAKEVYCH¹,
A. RAWSKA-SKOTNICZNY²

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

DO MODELOWANIA SZCZĄTKOWEGO STANU FAZOWEGO STALOWEJ TARCZY PRZY TECHNOLOGICZNYM NAGRZEWANIU RUCHOMYMI ŹRÓDLAMI CIEPŁA

Przy celowym technologicznym wysokotemperaturowym nagrzewaniu stalowych wyrobów lub ich części i następującym chłodzeniu często powstają w nich przemiany fazowe, który mogą powodować istotne zmiany właściwości tych wyrobów. Powstaje problem związany z opracowaniem modeli określenia wynikających strukturalnych składowych i rozkładów ich procentowego udziału w konkretnych elementach wyrobów przy różnych sposobach nagrzewania.

W pracy znany model określenia fazowego składu stalowych ciał przy chłodzeniu ich do naturalnej temperatury od stanu o pełnej austynizacji jest adaptowany do rozwanego przypadku mało węglowych niskostopowych cienkich tarczy przy nagrzewaniu układami ruchomych rozłożonych źródeł ciepła. W tym modelu zawartość fazowych składowych powiązana jest z trwałością przebywania punktów ciała w praktycznym przedziale temperatur polimorficznych przekształceń oraz chemicznym składem stali. Zawartość ta jest określona przez istniejące w literaturze interpolacyjne analityczne zależności, które otrzymano na podstawie wyników statystycznej obróbki termo kinetycznych diagramów rozpadu austenitu w odpowiednich stalowych wzorcach. Sformułowano składowe zagadnienia schematu obliczeniowego, które opisują szczątkowy skład fazowy. Pole temperatur określone jest przez dwuwymiarowe niestacjonarne zagadnienie przewodnictwa cieplnego dla cienkiej tarczy przy lokalnym nagrzewaniu poruszającymi się rozłożonymi źródłami ciepła. Opracowano z wykorzystaniem izoterm algorytm wyznaczania trwałości przebywania konkretnych punktów w przedziale temperatur polimorficznych przekształceń przy monotonicznym chłodzeniu.

V. ASTASHKIN¹, M. GAJEK², O. HACHKEVYCH^{1,2},
T. KOZAKEVYCH¹, S. SZYMURA³

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ State Higher Vocational School in Nysa (Poland)

DO MODELOWANIA Z UWZGLĘDNIENIEM WPLYWU CHEMICZNYCH ELEMENTÓW MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI STALOWYCH TARCZ PRZY NAGRZEWANIU PRZEZ PORUSZAJĄCE SIĘ ROZŁOŻONE ŹRÓDŁA CIEPŁA

W budowie urządzeń oraz maszyn jest ważnym otrzymanie potrzebnych mechanicznych właściwości ich składowych elementów. Dla przewidywania tych właściwości konieczne są modele matematyczne, opisujące parametry określające właściwości mechaniczne w zależności od geometrii elementów, ich materiału, sposobu obróbki itp.

W pracy rozpatrzono dwa typy mała węglowych niskostopowych stali, dla których są podane w literaturze interpolacyjne wyrażenia opisujące ilościowy zawartość fazowych składowych w zależności od trwałości przebywania konkretnych punktów rozważanych elementów w przedziale temperatur przekształceń polimorficznych przy monotonicznym chłodzeniu oraz ich chemicznego składu.

Wykorzystano zaproponowany schemat obliczeniowy, oparty na adaptowanym do rozważanych zagadnień modelu, określającym zawartość fazowych składowych w mała węglowych niskostopowych tarczach stalowych przy nagrzewaniu przez ruchome normalnie rozłożone źródła ciepła ze znanymi środkami ich lokalizacji oraz charakterystyki, opisujące mechaniczne właściwości rozpatrywanych materiałów od dwóch podanych wyżej czynników.

Przeanalizowano zależność mechanicznych właściwości tarczy, wyprodukowanej z omówionych typów stali, od odsetkowej zawartości konkretnych elementów chemicznych stali oraz fazowych składowych: martenzytu, ferryto-perlitu i bainitu, a także parametrów ruchomych rozłożonych źródeł ciepła. Mechaniczne właściwości obszaru o wpływie termicznym istotnie zależą od zawartości martenzytycznej składowej, a rola chemicznych elementów stali występuje w większości przypadków w pewnych zmianach odsetkowej zawartości fazowych składowych w tym obszarze i w mniejszym stopniu – mechanicznych właściwości fazowych składowych, względem których te właściwości są addytywne.

V. ASTASHKIN¹, O. HACHKEVYCH^{1,2}, T. KOZAKEVYCH¹,
A. RAWSKA-SKOTNICZNY², A. STANIK-BESLER²

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

MODEL MATEMATYCZNY SZCZĄTKOWEGO STANU NAPRĘŻEŃ W STALOWEJ TARCZU PRZY NAGRZEWANIU PREZ RUCHOME ROZŁOŻONE ŹRÓDŁA CIEPŁA

Przy technologicznym wysokotemperaturowym nagrzewaniu stalowych elementów konstrukcji przez ruchome źródła ciepła, wytwarzane przez różne techniczne układy grzejące, często powstają w tych elementach szczątkowe naprężenia, poziomy których mogą być większe od dopuszczalnych. Z powyższego widać, że istnieją problemy związane z opracowaniem modeli określenia szczątkowych naprężeń przy różnych sposobach nagrzewania.

Zaproponowano trzy etapowy schemat określenia szczątkowych naprężeń w cienkiej tarczy, wyprodukowanej ze mało węglowej niskostopowej stali, przy nagrzewaniu przez ruchome rozłożone źródła ciepła do temperatur, przy których powstaje obszar o stanie austynizowanym. W pierwszym etapie wyznaczane jest pole temperatur i ustalane jego izotermy, przy pomocy których określa się trwałość przebywania rozważanego punktu tarczy w przedziale temperatur polimorficznych przekształceń. W drugim etapie z wykorzystaniem znanych zależności odsetkowej zawartości fazowych składowych: martenzytu, ferryto-perlitu oraz bainitu od omówionej trwałości przebywania i chemicznego składu rozpatrywanej stali obliczane są rozkłady fazowych składowych/ W trzecim etapie sformułowano w przemieszczeniach zagadnienie o wyznaczeniu szczątkowych naprężeń za podejścia metody umownych szczątkowych deformacji przy znanej (odpowiednio z zasadą addytywności deformacji), spowodowanej różnym odsetkowym udziałem obecnych fazowych składowych przy ustalonej zmianie właściwej objętości wszystkich strukturalnych składowych w procesie przekształcenia. W rozważanym przypadku szczątkową deformacją występuje strukturalna deformacja, która powstała przy monotonicznym chłodzeniu po zakończeniu wysokotemperaturowego nagrzewania cienkiej stalowej tarczy przez układ ruchomych normalnie rozłożonych źródeł ciepła, spowodowana różnym odsetkową zawartością obecnych fazowych składowych przy różnych ich objętościach właściwych.

V. ASTASHKIN¹, B. BOZHENKO^{1,2}, M. GAJEK², O. HACHKEVYCH^{1,2},
T. KOZAKEVYCH¹

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

DO OPTYMALIZACJI PARAMETRÓW RUCHOMYCH ROZŁOŻONYCH ŹRÓDEŁ CIEPŁA WZGLĘDEM SZCZĄTKOWEGO STANU FAZ I NAPRĘŻEŃ W TARCZY STALOWEJ

Opracowano metodę optymalizacji parametrycznej charakterystyk ruchomych normalnie rozłożonych źródeł ciepła (z jednym oraz kilkoma środkami lokalizacji) względem odsetkowej zawartości martenzytu (przy kryterium minimum maksymalnej zawartości martenzytu) dla cienkiej mało węglowej niskostopowej stalowej warstwy dla zwiększenia plastyczności obszaru o wpływie termicznym za zmniejszenia poziomu naprężeń szczątkowych.

Fazowa składowa stali – martenzyt, który razem z ferryto-perlitem i bainitem powstaje przy chłodzeniu po rozważanym wysokotemperaturowym nagrzewaniu stalowej tarczy przez ruchome normalnie rozłożone źródła ciepła jest głównym czynnikiem przyczyniającym częściowe strukturalne naprężenia, które okazują istotny wpływ na dalsze mechaniczne i eksploatacyjne parametry wyrobów ze stali.

Parametryczną optymalizację prowadzono drogą kolejnych zmian względem każdego parametru (lub funkcji) sterowania (zaczynając od ustalenia współrzędnych środków lokalizacji źródeł oraz dalszego określenia ich mocy).

Sformułowano odpowiedni zagadnienia optymalizacji dla tarcz przy lokalnym wysokotemperaturowym nagrzewaniu ruchomymi normalnie rozłożonymi źródłami ciepła (z jednym, dwoma i trzema środkami lokalizacji) otrzymano rozwiązania tych zagadnień oraz wykonano parametryczną optymalizację fazowego składu i szczątkowego stanu naprężeń w tarczy przy nagrzewaniu takimi źródłami ciepła.

Z. DURIAGINA¹, I. MAHORKIN², A. MARYNOWICZ³

¹ National University "Lviv'ska Politechnika" (Ukraine) ² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

³ Opole University of Technology (Poland)

WARIANT MODELOWANIA I OPTYMALIZACJI STANU CIEPLNEGO PŁASKICH STALOWYCH WYROBÓW PRZY ICH POWIERZCHNIOWEJ TERMOOBRÓBCE PRZEZ KONCENTROWANE STRUMIENI ENERGII

Podstawą wykorzystywania koncentrowanych strumieni energii (KSE), w szczególności laserowego i elektronowego promieniowania, strumienia niskotemperaturowej plazmy itp., w naukowym oraz technologicznym celu są wyniki badań fizycznych i fizyczno-chemicznych efektów, spowodowanych w materiale oddziaływaniem KSE. Główny problem przy tym polega w tym, że mechanizmy zjawisk, spostrzeganych w obszarze oddziaływania KSE, są wynikiem silnego wzajemnego wpływu pól o różnej naturze fizycznej przy różnych przestrzenno-czasowych skalach. Tradycyjne podejście rozwiązania takiego zagadnienia polega w wykorzystaniu metod, opartych na formalizmie efektywnego źródła ciepłego, co pozwala określić ogólne prawidłowości i specyfikę zjawisk dla różnych typów odpromieniowania. Tego podstawą są wyniki teoretycznych i eksperymentalnych badań ciepło fizycznych zjawisk i interpretacji przy ich pomocy doświadczalnych danych teraźniejszej fizyczno-chemicznej analizy.

Zgodnie z koncepcją metody efektywnych ciepłych źródeł pole temperatur występuje jedyną niezależną charakterystyką procesu, względem której wyznaczają wszystkie inne: powstanie obszarów strukturalno-fazowych przekształceń, skład i właściwości materiału w nich, ruch fazowych granic, dyfuzja domieszek itp. W moc tego badania oddziaływania KSE na ciało omawianymi metodami prowadzą w dwa etapy. Na pierwszym - budują model matematyczny efektywnego ciepłego źródła (formułują odpowiednie zagadnienie brzegowe przewodnictwa ciepłego), parametrami którego są ciepło fizyczne i geometryczne charakterystyki rozważanego elementu konstrukcji, parametry technologicznego procesu i KSE oraz rozwiązują zagadnienie ciepłe (wyznaczają pole temperatur). Na drugim etapie określają parametry szybkozmiennych procesów oraz procesów, które nie wpływają na rozkład temperatury, przy już znanym polu temperatur.

W pracy z wykorzystaniem omówionego podejścia zaproponowano wariant modelu matematycznego ilościowego opisu przestrzennych

niestacjonarnych pól temperatury w ciałach z płasko-równoległymi brzegami przy powierzchniowej obróbce cieplnej KSE, w szczególności laserowej, wykorzystywanej w różnych procesach wytwórczych. Rozwiązanie sformułowanego zagadnienia brzegowego przewodnictwa cieplnego zapisano w postaci zamkniętej. W modelu uwzględniono lokalność i przebieg oddziaływania laserowego promieniowania, formę plamy nagrzewania i trajektorię jego ruchu, gabaryty wyrobu i wymianę ciepłem z otoczeniem. Opracowano również wariant inżynierskiej metodyki prognozy wyników powierzchniowej laserowej obróbki cieplnej detali wyprodukowanych z węglowych i stopowych stali.

O. HACHKEVYCH^{1,2}, R. KUSHNIR¹, Yu. NEMIROVSKII³,
R. TERLETSKII¹, O. TURII¹

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ Khristianovich Institute of Theoretical and Applied Mechanics
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (Russia)

MODELOWANIE TERMOMECHANICZNYCH PROCESÓW W WARSTWOWYCH TARCZACH PRZY TECHNOLOGICZNYM OPROMIENIOWANIU CIEPLNYM

W literaturze znane są badania procesów przenoszenia promieniowania cieplnego i przewodzenia cieplnego w warstwowym (kompozytowych) częściowo-przezroczystych ciałach, które prowadzone są głównie na zagadnieniach modelowych dla warstwowej tarczy. Przy tym przyjmowano, że podstawy tarczy nieprzezroczyste dla promieniowania, a zadane na nich temperatury powodują promieniowanie z powierzchni w głąb tarczy (jak promieniowanie nieprzezroczystego ciała, mającego określone charakterystyki).

Na powierzchni podziału warstw uwzględniają efekty odbicia i przełamania promieniowania, a warunki cieplnego kontaktu rozważają jak idealne. Uwzględnienie istniejącej struktury opromienionych warstwowych elementów, realnych parametrów (energetycznych oraz spektralnych) zewnętrznych źródeł promieniowania cieplnego, warunków wymiany ciepła z otoczeniem odpowiadających warunkom eksploatacji lub termo obróbki wymagają rozwinięcia postawienia zagadnień, opisujących przeniesienie promieniowania oraz ciepła. Takie więc złożone postawienia przyczyniają się do adekwatniejszego formułowania kontaktowych zagadnień termosprężystości dla ciał warstwowych przy oddziaływaniu promieniowania cieplnego lub wysokich temperatur.

Z wykorzystaniem osobliwości rozpowszechniania się promieniowania w otoczeniu powierzchni tarcz i kontaktu warstw oraz w istniejących częściowo-przezroczystych obszarach składowych warstw, otrzymano zależności opisujące pole promieniowania w trzech warstwowym tarczach, opromienianych nagrzaną równoległą im płaszczyzną – modelowym elemencie wielowarstwowych układów tarczowych. Zrealizowane postawienia zagadnień przeniesienia ciepła w opromienionych

tarczach warstwowych ze składowymi o różnej przezroczystości (z uwzględnieniem wpływu promieniowania w częściowo przezroczystych obszarach, na podstawach i powierzchniach podziału warstw). Ciepłe brzegowe warunki na podstawach tarczy i kontaktowe na powierzchniach podziału warstw (przy warunku równości temperatur) otrzymano z bilansu wszystkich strumieni ciepła, doprowadzonych do tych powierzchni (w szczególności, spowodowanych pochłanianiem i wypromieniowaniem energii cieplnej przez nieprzezroczystą warstwę). Przy istnieniu nieprzezroczystej warstwy w tarczy sformułowane kontaktowo-brzegowe zagadnienia o wyznaczaniu temperatury w warstwie są nieliniowe. Odpowiednie kontaktowe warunki na powierzchni nieprzezroczystej warstwy przy uwzględnieniu efektów wypromieniowania są nieliniowymi warunkami kontaktu cieplnego.

Z wykorzystaniem zależności temperaturowego zagadnienia teorii sprężystości, sformułowanych dla trzech warstwowej tarczy względem składowych tensora naprężeń, otrzymano (przy warunku idealnego kontaktu mechanicznego) wyrażenia składowych tensora naprężeń w tarczy przy różnych warunkach zamocowania brzegów.

M. GAJEK¹, B. SERDEGA², Yu. SOSNOVYI³, R. TERLETSKI³,
O. TURII³

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Lashkarev Institute of Semiconductor Physics NASU (Ukraine)

³ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

DO MODELOWANIA ROZPOWSZECHNIANIA CIEPLNEGO ORAZ CIEPŁA W OTOCZENIU IDEALNEJ POWIERZCHNI KONTAKTU DWÓCH ŚRODOWISK O RÓŻNYCH RADIACYJNYCH WŁAŚCIWOŚCIACH

Rozwój i udoskonalenie współczesnej budowy przyrządów i maszyn elektronicznej, kosmicznej, lotniczej i innych dziedzin techniki jest niemożliwy bez wykorzystania nowych konstrukcyjnych materiałów na podstawie ceramiki, szkła, siałów, kwarcu, ferrytów i innych podobnych materiałów. Ich często wykorzystują w pojednaniu między sobą lub z materiałami metalicznymi, łącząc ich drogą sklejaną, spawania itp. W procesie wytwórczym lub eksploatacji warstwowe elementy konstrukcji i przyrządów, wyprodukowane z takich materiałów, mogą przebywać w warunkach ciepłego odpromieniowania lub wysokich temperatur, a ich składowe części posiadać różną przezroczystość względem promieniowania ciepłego, posiadającego widmo do dalszej podczerwieni (długości fal $0,4 \div 1000$ mkm).

Przy tym dla podbudowy racjonalnych przebiegów takiej produkcji lub eksploatacji konieczne jest opracowanie podejść do modelowania i opisanie rozpowszechniania się promieniowania elektromagnetycznego (w szczególności, ciepłego) oraz przeniesienia ciepła z uwzględnieniem oddziaływania przy brzegowych i kontaktowych podobszarów układów warstwowych w zależności od radiacyjnych i ciepło fizycznych właściwości składowych części.

Opierając się na podejściach fenomenologicznej teorii promieniowania zbadano zjawiska odbicia i przełamania promieniowania oraz pochłaniania i wypromieniowania energii cieplnej, które powstają przy wzajemnym oddziaływaniu promieniowania i idealnej powierzchni kontaktu dwóch środowisk o różnych radiacyjnych właściwościach. Rozpatrzono przypadki kontaktu dwóch częściowo-przezroczystych środowisk i częściowo przezroczystego i nieprzezroczystego środowisk oraz dwóch nieprzezroczystych środowisk. Dla tych środowisk ustalone warunki kontaktu ciepłego przy uwzględnieniu strumieni ciepła, spowodowanych procesami pochłaniania i wypromieniowania energii cieplnej na powierzchni rozgraniczającej środowiska.

M. HACHKEVYCH¹, O. HACHKEVYCH^{1,2}, E. IRZA¹, A. KOZIARSKA²,
V. MOJAROVSKII³

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ Gomel State University (Belarus)

OPTYMALIZACJA PRZEBIEGÓW NAGRZEWANIA TECHNOLOGICZNEGO SZKLANYCH KONSTRUKCJI TYPU POWŁOKOWEGO W PROCESACH WYTWÓRCZYCH

W znacznej ilości procesów wytwórczych szeroko wykorzystuje się nagrzewanie technologiczne, w szczególności przy produkowaniu elementów urządzeń elektro próżniowych. Podstawowymi częściami takich urządzeń zazwyczaj są szklane elementy typu powłokowego. Konstrukcyjne oraz inne niejednorodności, zwłaszcza w warunkach gradientowego rozkładu temperatury, powodują powstanie dużych poziomów naprężeń, które mogą być większe od dopuszczalnych i prowadzić do zniszczenia powłoki.

W związku z niskim poziomem dopuszczalnych naprężeń dla szkła (materiału kruchego) ważne jest opracowanie metodyki budowania optymalnych względem stanu naprężeń przebiegów nagrzewania szeroko stosowanych w praktyce inżynierskiej szklanych jednorodnych i kawałkami jednorodnych powłok obrotowych z uwzględnieniem naprężeń towarzyszących. W pracy podany jest schemat optymalizacji względem stanu naprężeń technologicznych cieplnych reżimów nagrzewania środowiskiem zewnętrznym szklanych jednorodnych i niejednorodnych, w szczególności kawałkami jednorodnych elementów konstrukcji oraz przyrządów typu powłokowego. Opracowano numeryczno-analityczną metodykę optymalizacji tych reżimów dla rozważanych elementów powłokowych przy zadanych obszarach dopuszczalnej zmiany temperatury oraz składowych tensora naprężeń.

Jako przykład wyznaczono i zbadano optymalne względem naprężeń przebiegi nagrzewania względem grubości zamkniętej powłoki sferycznej przy zadanych przedziałach dopuszczalnej zmiany w czasie temperatury w obszarach powłoki i środowiska zewnętrznego oraz naprężeń temperaturowych na zewnętrznej powierzchni powłoki. Jako wyjściowy w zagadnieniu prostym przyjęto układ równań przewodnictwa cieplnego, odpowiadający rozkładowi temperatury względem grubości, opisywanemu przez wielomian trzeciego stopnia oraz teorię cienkich powłok przy termo czułym współczynniku rozszerzalności cieplnej. Zaproponowana metodyka optymalizacji może być wykorzystana też przy rozważaniu innych typów powłok oraz warunków ich wymiany ciepła z otoczeniem.

M. HACHKEVYCH¹, L. HAYEVS'KA¹, Z. KASPERSKI²,
A. KOZIARSKA², V. MOJAROVSKI³

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

³ Gomel State University (Belarus)

OPTYMALIZACJA PRZEBIEGÓW NAGRZEWANIA TECHNOLOGICZNEGO KAWAŁKAMI JEDNORODNEJ POWŁOKI WALCOWEJ

Niejednorodne szklane powłoki, w szczególności kawałkami jednorodnymi, szeroko stosowane są w praktyce inżynierskiej jako składowe elementy obecnych elektro próżniowych urządzeń oraz innych cienkościennych wyrobów. W procesie produkcji, obróbki i eksploatacji podlegają one oddziaływaniu niestacjonarnych pól temperaturowych na skutek technologicznego lub towarzyszącego nagrzewania oraz obciążenia siłowego. Powstający przy tym poziom naprężeń i deformacji istotnie zależy od charakteru rozkładu temperatury, jak również niejednorodności właściwości materiałów. Może on osiągać znaczne wartości i stawać się większym od dopuszczalnego. Przy tym mogą pojawiać się szczeliny jak i następować zniszczenie powłok. W związku z tym aktualnym staje się postawienie zagadnienia optymalizacji względem naprężeń reżimów nagrzewania rozpatrywanych powłok z uwzględnieniem ich niejednorodności, przy zadanych obszarach dopuszczalnej zmiany temperatury i naprężeń temperaturowych, które odpowiadają specyfice i możliwościom konkretnego stosowanego sposobu technologicznego lub eksploatacyjnego nagrzewania oraz osobliwościom wytrzymałościowych właściwości materiału.

Podano schemat optymalizacji (względem stanu naprężeń) technologicznych cieplnych reżimów nagrzewania środowiskiem zewnętrznym kawałkami jednorodnych szklanych powłok. Jako przykład opracowano optymalny przebieg jednorodnego nagrzewania kawałkami jednorodnej powłoki cylindrycznej przy obróbce termo próżniowej. W zaproponowanej numeryczno-analitycznej metodyce optymalizacji wyjściową przy postawieniu zagadnienia prostego jest teoria cienkich powłok przy termo czułym współczynniku rozszerzalności cieplnej. Jednakże dla opisu pól deformacji i naprężeń mogą być wykorzystane w tej metodyce, adekwatne do istniejących warunków, inne termomechaniczne teorie i ograniczenia charakteru funkcjonalnego. W opracowanych optymalnych przebiegach równoległe ze skróceniem czasu nagrzewania istotnie zmniejsza się ilość energii cieplnej traconej na nagrzewanie.

III. INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA W PROCESACH WYTWÓRCZYCH



I. MULICKA, A. LEKS

Opole University of Technology, Opole, Poland

OCENA SPOŁECZNYCH WARUNKÓW PRACY PRZEZ PRACOWNIKÓW I PRACODAWCĘ - W WYBRANEJ FIRMIE

W pracy podjęto próbę oceny społecznych warunków pracy w firmie EURO- PLAST, na podstawie danych uzyskanych z ankiety i wywiadu. Ankieta została przeprowadzona wśród pracowników, a wywiad przeprowadzono z prezesem tej firmy. Tak więc ocena została dokonana z różnych punktów widzenia. Pozwoliło to na pełniejszą i bardziej obiektywną ocenę społecznych warunków pracy. Celem ankiety i wywiadu było zebranie informacji, i opinii ludzi pracujących w badanej firmie na temat motywacji do pracy, partycypacji pracowników w zarządzaniu, kultury organizacyjnej, relacji międzyludzkich, możliwości rozwoju pracowników, komunikacji społecznej oraz bezpieczeństwa pracy.

Kształtowanie społecznych warunków pracy w przedsiębiorstwie ma za zadanie budowanie więzi między firmą a pracownikiem co ma wymierny wpływ na wzrost wydajności pracy, a także zmniejszenie liczby wypadków przy pracy.

Jednym z ważniejszych elementów składowych społecznych warunków pracy jest motywacja do pracy, której znaczenie podkreślają zarówno pracownicy jak i pracodawcy.

Kolejnym elementem, którego znaczenie zbadano, jest partycypacja pracownicza, która oznacza proces wspólnego podejmowania decyzji przez pracodawców i pracowników.

Kolejny element to kultura organizacyjna stanowiąca zbiór podstawowych wartości i norm postępowania w danej firmie, które są wspólne dla wszystkich pracowników.

Bardzo ważne są stosunki międzyludzkie, czyli wzajemna współpraca i kontakty zachodzące między osobami zatrudnionymi w danym zakładzie pracy. Na stosunki międzyludzkie rzutują wzajemne relacje między pracownikami jak i możliwości rozwoju zawodowego pracowników. Szkolenie i rozwój pracowników są procesem polegającym na uzupełnianiu wiedzy potrzebnej do wykonania pracy na danym stanowisku pracy. Proces ten znacząco wpływa na efektywność pracy, ale także na rozwój osobowości zatrudnionych. Kolejny element rzutujący na społeczne warunki pracy to komunikacja społeczna, czyli proces przekazywania informacji pomiędzy nadawcą, a odbiorcą, polegający na wzbudzeniu wśród pracowników

zrozumienia dla wszystkich decyzji podejmowanych w obszarze organizacji i zarządzania przedsiębiorstwem.

Wyniki przeprowadzonych w danej firmie badań dają dobre świadectwo jej kierownictwu. W ocenie – subiektywnej pracowników społeczne warunki pracy w kontekście bezpieczeństwa jej wykonywania wypadły dobrze, a w niektórych przypadkach bardzo dobrze. Pracownicy wysoko oceniają starania kierownictwa zarówno w sprawach szkolenia pracowników i stwarzania możliwości rozwoju zawodowego jak i w umiejętnym stosowaniu motywacji do pracy. Rzutuje to niewątpliwie na dobrą ocenę atmosfery pracy i stosunków międzyludzkich występujących w danej firmie.

Podsumowując można stwierdzić, że współczesna firma a konkretnie zarządzający nią menadżerowie muszą kierować się zasadą, że najważniejsze są zasoby ludzkie. Jedyne właściwe zarządzanie personelem i optymalizacja społecznych warunków pracy mogą przynieść wymierne korzyści firmie.

T. WOŁCZAŃSKI, J. RUT, S. MORYŃ

Politechnika Opolska

ANALIZA I OCENA WARUNKÓW PRACY W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE

Obecnie świadomość ludzka i potrzeba stosowania środków ochrony indywidualnej bardzo się zmieniła i stanowi kluczowe zagadnienie, pozwalające cieszyć się bezpiecznymi i przyjaznymi warunkami pracy. Stosowanie środków ochrony indywidualnej stanowi najważniejszy element wpływający bezpośrednio na ochronę zdrowia pracowników.

W różnego rodzaju przedsiębiorstwach, w otoczeniu w którym pracują i przebywają pracownicy znajduje się wiele czynników szkodliwych dla zdrowia ludzi dlatego przestrzeganie zasad bezpieczeństwa jest bardzo ważne.

Analiza i ocena warunków pracy w przedsiębiorstwach umożliwia zebranie wiarygodnych, pełnych i aktualnych informacji dotyczących występujących zagrożeń. Analiza i ocena warunków pracy daje pracodawcy możliwość zaznajomienia się ze stanem bezpieczeństwa i higieny pracy w przedsiębiorstwie oraz pozwala na identyfikację istniejących nieprawidłowości i zagrożeń. Wskazuje te miejsca i dziedziny, które wymagają dopracowania i doprowadzenia do zgodności z obowiązującymi przepisami prawnymi.

Obecnie zdrowe warunki pracy stanowią podstawę prawidłowego funkcjonowania i priorytet wielu przedsiębiorstw. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia na stanowisku pracy jest dziś decydującym czynnikiem jakości pracy.

I. MULICKA, M. GAJEK

Opole University of Technology, Poland

OCENA WARUNKÓW PRACY I ZAGROŻEŃ WYSTĘPUJĄCYCH W PRACY POLAKÓW ZA GRANICĄ

W pracy przedstawiono subiektywną ocenę warunków pracy, z jakimi najczęściej mają do czynienia Polacy za granicą. Przedmiotem niniejszych badań były warunki pracy Polaków zatrudnionych za granicą na początku XXI wieku. Badania ograniczono do grupy 100 osób, mieszkańców województwa opolskiego zatrudnionych w krajach Unii Europejskiej, którzy wyjeżdżają do pracy stałej lub sezonowej. Przy ocenie uwzględniono zarówno stan środowiska pracy, czyli zagrożenia wynikające z występowania czynników szkodliwych oraz uciążliwości wykonywania pracy, jak i jej organizację, czyli czasowy wymiar pracy (dzienny i tygodniowy).

Badania prowadzone były w dwóch etapach. I tak w badaniach pilotażowych chodziło o zweryfikowanie opracowanej ankiety pod względem merytorycznym i trafność użytych sformułowań oraz stopień ich komunikatywności. Badania zasadnicze przeprowadzono metodą ankiety wypełnianej przez badającego wśród osób z terenu województwa opolskiego. Ze względu na specyficzny charakter tych badań, postanowiono, że dobór próby będzie miał charakter incydentalny tzn. pozyskiwano odpowiedzi tych osób, które wyraziły zgodę na przeprowadzenie ankiety. W wybranej grupie badanych migrujących zarobkowo przeważały kobiety (68%). Najlicniejszą grupą były osoby młode pomiędzy 16 a 25 rokiem życia (62%). Grupa wiekowa 26 – 40 lat to 24% oraz 14% osób w wieku 41 – 60 lat. Ponad połowa osób (54%) opuszczających Opolszczyznę ze względów zarobkowych to osoby ze średnim wykształceniem. Osoby z wykształceniem zawodowym znajdują się na drugim miejscu i stanowią 32%, a 10% miało wykształcenie wyższe. Wyjeżdżający najczęściej potrafią się posługiwać dwoma językami obcymi, na poziomie komunikatywnym;

Najczęściej wybieranymi przez badanych krajami zarobkowymi są Holandia i Niemcy. Polacy wykonują zazwyczaj prace wymagające najmniejszych kwalifikacji, czyli budowlane, w ogrodnictwie, rolnictwie, przemyśle spożywczym, jako operatorzy maszyn w różnych przemysłach, przy opiece, w zawodach mechanik, ślusarz, spawacz, technik, w chłodniach, przy sortowaniu odzieży z drugiej ręki oraz hotelach i barach.

Praca badanych polegała najczęściej na powtarzaniu takich samych prostych czynności, wymagających jednak pewnej uwagi ze strony pracownika, nie zawsze w rytmie narzuconym przez przełożonego. Jak wskazywali ankietowani są oni traktowani gorzej, aniżeli pracownicy rodzimi, przy czym odnosi się to głównie do pracowników sezonowych.

Występowanie czynników szkodliwych dla zdrowia można uznać za niepokojące. Najczęściej występującymi czynnikami są: zbyt duży hałas, substancje chemiczne, niewłaściwa temperatura, pyły i niewłaściwe oświetlenie. Również występowanie czynników niesprzyjających pracy jest bardzo nasilone. Ankietowani najczęściej wskazywali na obecność wody, wilgoci, brudu, odorów i insektów.

Z przeprowadzonych badań wynika, iż istota subiektywnej oceny warunków pracy Polaków za granicą tkwi w stwierdzeniu, że pod względem materialnego środowiska pracy oraz stosowania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy dopuszcza się wobec pracowników wielu zaniedbań i nadużyć, co bezpośrednio rzutuje na obciążenie fizyczne i psychiczne pracowników. Można stwierdzić, że najgorsze warunki pracy mają nie tylko pracownicy zatrudniani sezonowo, ale również zatrudniani nielegalnie, dla których niejednokrotnie jest to jedyna szansa na pracę, i którzy godzą się na każde warunki, nawet te zagrażające ich zdrowiu.

J. RUT; E. KULIŃSKA

Politechnika Opolska

ZARZĄDZANIE BEZPIECZENSTWEM INFORMACJI W PRZEDSIĘBIORSTWACH

W dzisiejszych czasach działalność przedsiębiorstw związana jest głównie z przetwarzaniem danych i informacji. W dobie Internetu optymalne bezpieczeństwo informacji i ochrona danych jest coraz trudniejsza.

Zarządzanie bezpieczeństwem informacji i ochrona danych należą dziś do jednych z najważniejszych problemów współczesnych przedsiębiorstw. Skutki niewłaściwej ochrony informacji i danych odczuwalne są przez właścicieli przedsiębiorstw niemalże na każdym etapie funkcjonowania organizacji.

Stosowanie przez przedsiębiorstwa specjalistycznych systemów przeznaczonych do optymalnego bezpieczeństwa informacji i ochrona danych, stanowią niezbędne narzędzie gwarantujące stabilność biznesu, wiarygodność, zaufanie klientów oraz przewagę konkurencyjną.

Nowoczesne technologie informatyczne wspierające zarządzanie bezpieczeństwem informacji i ochronę danych są obecnie jednym z najskuteczniejszych narzędzi zwiększania i utrzymania bezpieczeństwa w przedsiębiorstwach.

Dzięki współczesnej, zaawansowanej technologii informatycznej możliwe staje się lepsze i bezpieczniejsze przechowywanie oraz przekazywanie informacji.

T. WOŁCZAŃSKI, J. RUT, S. MORYŃ

Politechnika Opolska

SYSTEM ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM I HIGIENĄ PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRODUKCYJNYCH

Podstawowe zasady postępowania w celu zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników wytyczają przepisy prawa i to one właśnie kształtują w znacznym stopniu System Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy we wszystkich rodzajach przedsiębiorstw.

Nadrzędnym celem systemu zarządzania BHP jest przeciwdziałanie wypadkom i chorobom zawodowym oraz awariom zagrażającym zdrowiu i życiu pracowników. Wdrożenie systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy wnosi dla przedsiębiorstwa istotne korzyści między innymi przyczynia się do poprawy wyniku finansowego poprzez eliminację strat związanych z wypadkami przy pracy, wystąpieniem katastrof, awarii, wybuchów czy pożarów.

W systemie zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy występuje charakterystyczna zależność, która wskazuje że bezpieczne i właściwe warunki higieny pracy sprzyjają budowaniu zaangażowania pracowników, gdzie jednocześnie zaangażowanie pracowników umożliwia ciągle doskonalenie systemu.

Pozyskiwanie i rozwój wiedzy w przedsiębiorstwach staje się obecnie nieodłącznym aspektem ich strategicznego rozwoju oraz doskonalenia systemów zarządzania BHP.

J. RUT, P. DORNFELD

Politechnika Opolska

ZARZĄDZANIE RYZYKIEM INFORMATYCZNYM W ORGANIZACJI

We współczesnych organizacjach technologie informatyczne odgrywają ogromną rolę, pojawiając się w każdym aspekcie ich działalności. Mimo tak skutecznych i wysoko rozwiniętych na dzień dzisiejszy systemów informatycznych występuje ryzyko zagrożeń prawidłowego ich funkcjonowania oraz utraty ważnych informacji.

Zarządzanie ryzykiem informatycznym w organizacji niemal w całości koncentruje się na identyfikacji i analizie zagrożeń dotyczących celów strategicznych organizacji.

Zarządzanie ryzykiem informatycznym jest obecnie procesem ciągłym. Obejmuje ono działania, które mają na celu osiągnięcie i utrzymanie stanu równowagi pomiędzy zidentyfikowanymi zagrożeniami a działaniami podjętymi w celu zabezpieczenia zasobów informatycznych.

Mając na uwadze fakt, że systemy informatyczne tworzą kluczową wartość dodaną przedsiębiorstw, analiza ryzyka w środowisku informatycznym

stanowi podstawowy element zarządzania ryzykiem w organizacji, służącym do minimalizacji strat związanych z ryzykiem operacyjnym.

Efektywne zarządzanie ryzykiem informatycznym w organizacji wymaga uważnego połączenia fachowej wiedzy oraz inwestycji w ramach mechanizmów kontroli procesów i technologii.

Należy podkreślić, że prawidłowe zarządzanie ryzykiem ma znaczący wpływ na wartość dodaną, która stanowi przewagę konkurencyjną organizacji.

T. WOŁCZAŃSKI, M. GAJEK

Politechnika Opolska

SYSTEM ZARZĄDZANIA OHSAS W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

W ostatnim czasie w przedsiębiorstwach wielu branż wzrasta zainteresowanie aspektami bezpieczeństwa i higieny pracy. Zainteresowanie to odzwierciedla się w działaniach zmierzających do umiędzynarodowienia norm z zakresu systemu zarządzania bezpieczeństwem pracy, który obejmuje nie tylko bezpieczeństwo pracy, ale i ochronę zdrowia i życia ludzkiego oraz ochronę środowiska.

Obecnie dąży się do tego, aby bezpieczeństwo pracownika nie polegało wyłącznie na zapobieganiu chorobom zawodowym oraz urazom pracowników, ale uwzględniało również wszystkie zdarzenia powodujące straty przedsiębiorstwa, w tym awarie sprzętu lub urządzeń, zanieczyszczanie środowiska, a także przestoje produkcyjne. Obecnie przedsiębiorstwa produkcyjne są świadome stosowania systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieny pracy oraz efektów i korzyści uzyskiwanych poprzez wdrażanie takich systemów. Bezpieczeństwo i higiena pracy stanowi w pewien sposób także problemem, który ma wpływ na wszystkie przedsiębiorstwa.

Wdrożenie Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy w wielu przedsiębiorstwach jest wymagane przez prawo. Poza tym, od firm coraz częściej wymaga się składania sprawozdań dotyczących tego, jak radzą sobie z BHP. System OHSAS promuje bezpieczne i zdrowe środowisko pracy, oferując strukturę, w której z perspektywy czasu, organizacja może spójnie określić i kontrolować zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa oraz zmniejszać ewentualne możliwości wypadków, co sprzyja dopasowaniu się do obowiązujących przepisów i powiększaniu ogólnej wydajności. Istotne korzyści z wprowadzenia systemu zarządzania BHP OHSAS to zmniejszenie ilości wypadków, a co za tym idzie kosztów firmy z tym związanych, wzrost kompetencji kadry pracowniczej, wzrost świadomości pracowników na temat BHP oraz wzrost bezpieczeństwa osób zatrudnionych w przedsiębiorstwie.

G. KRÓLCZYK, J. RUT

Politechnika Opolska

MINIMALNE WYMAGANIA UŻYTKOWANIA MASZYN – STUDIUM PRZYPADKU

Maszyny wyprodukowane lub wprowadzone na rynek polski przed 1 stycznia 2003 roku powinny spełniać minimalne wymagania w zakresie bezpieczeństwa. Termin dostosowania maszyn starych do minimalnych wymagań upłynął w 2006 roku. Pomimo tego wiele zakładów pracy wciąż eksploatuje maszyny stare, które nie spełniają minimalnych wymagań w zakresie bezpieczeństwa.

W związku z tym temat dostosowania maszyn starych do minimalnych wymagań w zakresie bezpieczeństwa pozostaje nadal aktualny. W pracy przedstawiono koncepcję zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania maszyn na przykładzie dłutownicy pionowej.

Opisano minimalne wymagania techniczne w formie przykładowych działań dostosowawczych oraz powołano się na normy odpowiedzialne za kształtowanie bezpieczeństwa użytkowania maszyn.

Praca zawiera wskazówki pozwalające przeprowadzić skuteczną modernizację maszyn starych które nie spełniają wymagań prawnych a przez to wymogów minimalnego poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładzie pracy.

M. GAJEK, G. KRÓLCZYK, A. PYTEL

Politechnika Opolska

**SZACOWANIE PRECYZJI I SZYBKOŚCI REAKCJI
PSYCHOMOTORYCZNYCH ORAZ PERCEPCJI CZYNNOŚCI
PRACOWNICZYCH ZA POMOCĄ TESTU KRZYŻOWEGO**

Pośpiech jest cechą charakterystyczną współczesnego świata, gdzie szybkość podejmowania decyzji jest niebywale ważna. Współczesne przedsiębiorstwa dobierając personel niejednokrotnie oceniają pracowników pod kątem sprawności psychomotorycznej. Koncentracja i szybkość reakcji są więc istotnymi kryteriami doboru zespołu pracowniczego. Badania psychologiczne dostarczają istotnych informacji na temat doboru pracowników pod kątem jego obciążenia psychicznego i pozwalają z dużym prawdopodobieństwem przewidywać osiągnięcia zawodowe kandydata do pracy. Niniejsza praca zawiera ocenę szybkości i dokładność reakcji psychomotorycznych oraz percepcji ruchów pracowniczych przy pomocy testu krzyżowego, który jest jednym z miarodajnych aparatów dających obraz predyspozycji psychomotorycznych do pracy przy zaawansowanych pulpitych sterowniczych. Na podstawie trzech poziomów szybkości odbierania impulsów świetlnych podjęto próbę oceny czasu reakcji na bodźce wzrokowe. Zadana częstotliwość podawania impulsów powyżej 70 znacząco zwiększa ilość błędnie wykonanych prób. Świadczy to o wzrastających, wraz z ilością impulsów, trudnościach badanych w poprawnym odebraniu bodźców świetlnych. Na podstawie przeprowadzonego badania jednoznacznie można stwierdzić, że ilość odebranych bodźców zależy od szybkości pojawiających się impulsów. Sprawność ruchowa jest więc jednym z kryteriów doboru pracowników na stanowiska pracy o charakterze manualnym, na których wymagana jest zwiększona koncentracja oraz ponad przeciętna szybkość reakcji. Dostosowanie stanowiska pracy do cech antropometrycznych pracownika odgrywa znaczącą rolę w bezpiecznym i efektywnym funkcjonowaniu przedsiębiorstwa, co zalicza się do zadań inżynierii bezpieczeństwa pracy. By uniknąć sytuacji zagrożenia należy postępować zgodnie z zasadami ergonomii, czyli dostosować stanowisko pracy do możliwości psychofizycznych człowieka. Ma to na celu humanizowanie procesu pracy poprzez organizowanie takiego układu człowiek - maszyna - warunki otoczenia, aby wykonywana była ona przy możliwie niskim koszcie biologicznym i najbardziej efektywnie.

J. RUT, T. WÓLCZAŃSKI

Politechnika Opolska

RYZIKO ZAGROZEŃ W MAGAZYNACH ZBOŻOWYCH

Magazyn zbożowy stanowi ważne ogniwo w gospodarce produktów rolnych, którego podstawowym zadaniem jest skup zboża, magazynowanie, konserwacja i redystrybucja ziarna. Magazyn zbożowy spełnia również bardzo ważną rolę w zapewnieniu ciągłości produkcji w zakładach produkcyjnych.

Warunki pracy w magazynach zbożowych są bardzo złożone i uzależnione od wielu czynników mających wpływ na bezpieczeństwo pracy jak i jakość zdrowotną przechowywanego ziarna. Ryzyko wystąpienia zagrożeń w magazynach zbożowych jest ogromne ponieważ sam magazyn zbożowy stanowi specyficzne środowisko pracy. Prawidłowe i bezpieczne funkcjonowanie magazynu zbożowego głównie zależy od przestrzegania przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Wśród zagrożeń występujących w magazynach zbożowych, powodujących utratę życia i zdrowia można wyróżnić m.in.: upadki z wysokości i urazy powstające przy obsłudze maszyn i urządzeń, narażenie na pył zbożowy przy rozładunku ziarna z przyczep do magazynów zbożowych czy przemieszczaniu ziarna, zagrożenie pożarowe i wybuchowe powstające m.in. na skutek procesów samozapalania się ziarna zbóż, zagrożenie biologiczne, chemiczne, fizyczne i mikrobiologiczne, awarie maszyn i urządzeń wykorzystywanych podczas operacji technologicznych ziarna zbóż, zagrożenie hałasem powstającym podczas pracy maszyn i urządzeń przygotowujących ziarno zbóż do magazynowania. To jednak nie wszystkie zagrożenia występujące w magazynach zbożowych. Jest ich znacznie więcej, a ich duża liczba oraz różnorodność, to główne powody, dla których bezpieczeństwo i higiena pracy są tak ważne.

Ważność przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz świadomość pracowników o możliwości wystąpienia ryzyka zagrożeń utraty zdrowia, zwiększa nie tylko dyscyplinę pracy i czujność pracowników w środowisku pracy, ale i też wydajność magazynu zbożowego.

T. WOŁCZAŃSKI¹, J. RUT¹, M. MÁDROVÁ²

¹Politechnika Opolska

²VŠB -Technical University of Ostrava

ELEKTROWNIE WIATROWE - ŹRÓDŁO HAŁASU

Odnawialne źródła energii w dzisiejszych czasach stają się podstawą pozyskiwania tańszej i ekologicznej energii, ograniczając przy tym wpływ niekorzystnych warunków eksploatacji do wymaganego minimum. Dziś wiatr jest jednym z najczęściej wykorzystywanych źródeł odnawialnych do produkcji energii elektrycznej, a przy tym nie pociąga za sobą takich skutków jak między innymi zanieczyszczenia środowiska czy emisja gazów cieplarnianych. Jednak jak każde działanie mające bezpośredni wpływ na środowisko, tak również błędne analizy wynikające z chęci zagospodarowania terenu w elektrownie wiatrowe lub też ich zaniechania mogą doprowadzić do konsekwencji w postaci uciążliwości dla społeczeństwa sąsiadującego z urządzeniem i nieodwracalnych strat w faunie danego obszaru.

Elektrownie wiatrowe stanowią główne źródło emisji hałasu słyszalnego oraz infradźwiękowego. Badania w wielu opracowaniach naukowych dowodzą, że hałas słyszalny emitowany przez elektrownie tego typu plasuje się mimo wszystko w dolnej części skali natężenia, a więc teoretycznie nie powinien być bardziej szkodliwy niż hałas przy pracy w biurze czy przy zwykłym natężeniu ruchu drogowego w średniej wielkości mieście.

Problem stanowią farmy wiatrowe starego typu, które emitują wysoki poziom hałasu. Inwestycja w stare lub wyeksploatowane turbiny nie jest dobrym krokiem i ewidentnie szkodzi opinii o dobrych skutkach wykorzystywania odnawialnych źródeł energii do których można zaliczyć między innymi oszczędności kosztów oraz mniejsze narażenie na złe warunki środowiskowe.

Kluczem do sukcesu jest inwestycja w nowoczesne maszyny, które pozwolą na opłacalną inwestycję i regulacje prawne zgodnie ze standardami światowymi.

M. GAJEK, A. PYTEL

Politechnika Opolska

DIAGNOZA HAŁASU W PRZEMYSŁE

Postęp techniczny wiąże się z powstawaniem nowych, dotąd niespotykanych źródeł hałasu i szybkim mnożeniem źródeł obecnie istniejących. Podwyższenie świadomości społecznej dotyczącej zagrożenia jakim jest hałas w środowisku pracy jest przyczyną podejmowania coraz częściej działań w zakresie ograniczania nie tylko szkodliwego ale również uciążliwego oddziaływania tego czynnika na człowieka. Mimo licznych działań związanych ze zwalczaniem hałasu nadal jest on czynnikiem oddziałującym niekorzystnie na człowieka i powszechnie obserwowanym. Liczba źródeł hałasu stale rośnie. Bezpieczeństwo pracy operatorów maszyn roboczych w dużej mierze zależne jest od warunków pracy, jakie panują w danym zakładzie.

Często istotnie na te warunki wpływa hałas, którego źródłem jest eksploatacja maszyn. Dźwięki zazwyczaj o nadmiernym natężeniu są nie tylko uciążliwe, ale przede wszystkim mogą prowadzić do zagrożeń na stanowisku pracy i trwałych ubytków słuchu. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A zaistniałego w czasie użytkowania maszyn przemysłowych na stanowiskach pracy ich operatorów na terenie województwa opolskiego. Dokonano porównania wartości zmierzonych z dopuszczalnymi normami oraz określono wpływ wielorakich czynników na poziom badanego parametru. Ekspozycja na hałas na stanowiskach w 58% jest przekroczony, co wskazuje na za wysoką „dawkę hałasu” na danych stanowisku pracy. Maksymalny poziom dźwięku na badanych stanowiskach przekroczył wartość 100 dB, co odpowiada odgłosom emitowanym przez młot pneumatyczny. Szczytowy poziom dźwięku C, czyli maksymalna wartość chwilowa poziomu dźwięku C, zgodnie z dopuszczeniem nie powinna przekraczać 135 dB. Parametr ten podobnie jak maksymalny poziom dźwięku A, pozwala oceniać hałasy krótkotrwałe i impulsowe o dużych poziomach.

Z zebranych danych wynika, iż na dwóch stanowiskach wartość ta, jest równa wartości dopuszczalnej. Na żadnym stanowisku parametr ten nie został przekroczony, jednak wartości oscylują wokół wartości tolerowanej. Na czterech stanowiskach pracy ryzyko przekracza dopuszczalny poziom krotności NDN, dlatego minimalizacja ekspozycji na hałas w środowisku pracy jest jednym z nadrzędnych zagadnień bezpieczeństwa i higieny pracy, polega ona na zastosowaniu odpowiednich dla danej okoliczności środków technicznych i metod organizacyjnych, które doprowadzą do poprawy warunków akustycznych na danym stanowisku.

E. KULIŃSKA, J. RUT

Politechnika Opolska

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROCESÓW PROJEKTOWANIA WYROBÓW

W dzisiejszych czasach efektywność procesów projektowania wyrobów w dużej mierze zależy od wykorzystania metod i systemów informatycznych, które usprawniają proces projektowania, przepływ materiałów i informacji. Obecnie techniki komputerowe wykorzystywane w procesie wytwórczym, stanowią nieodłączny element projektowania wyrobów.

Na rynku dostępnych jest wiele komputerowych systemów wspomaganie procesów projektowania produktu typu CAD/CAM. Programy CAD/CAM używane w przedsiębiorstwach produkcyjnych wciąż się zmieniają, a producenci dążą do coraz większej doskonałości oprogramowania.

Współczesne przedsiębiorstwa produkcyjne są świadome, że implementacja systemów informatycznych wspierających proces projektowania wyrobów odgrywa bardzo ważną rolę i ma fundamentalne znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstw.

Obecnie nowoczesne technologie informatyczne są jednym z najskuteczniejszych narzędzi zwiększania zysków przedsiębiorstwa, polepszenia przekazywania informacji służącej zaspokojeniu potrzeb klientów, utrzymywania konkurencyjności i rozwoju firmy.

Wielofunkcyjne systemy informatyczne wspomagające proces projektowania przyczyniają się również do utrzymywania lepszego kontaktu z odbiorcami oraz zwiększeniu zysków i rozwoju firmy.

J. RUT, G. KRÓLCZYK, J. TREMBACZ

Politechnika Opolska

WSPIERANIE PROJEKTOWANIA TECHNICZNEGO PRODUKTU PRZY POMOCY TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH

Obecnie technologie informatyczne wykorzystywane są w procesie twórczym i stanowią nieodłączny element projektowania produktu, który można zastosować na każdym etapie cyklu życia wyrobu. Na różnych etapach procesu projektowania istnieją możliwości wspomagania prac inżynierskich przy użyciu oprogramowania wspomagającego projektowanie.

Zastosowanie prostych a zarazem nowoczesnych technologii informatycznych integrujących szeroko pojęty proces projektowania produktu jest w stanie usprawnić współczesne projekty realizowane przez przedsiębiorstwa produkcyjne.

Projektowanie techniczne wyrobów stanowi dziś całokształt działań służących do tworzenia nowych form, obiektów, modułów lub urządzeń, dla zaspokajania zidentyfikowanych potrzeb. Projektowanie jest częścią cyklu życia produktu, a techniki CAD (Computer Aided Design) i CAM (Computer Aided Manufacturing) umożliwiają tworzenie modeli które w bardzo prosty sposób można wysłać na produkcję jako dokumentację wykonawczą.

W dzisiejszych czasach zaawansowane technologie informatyczne stanowią klucz do zysku a przez to podnoszą konkurencyjność przedsiębiorstw na globalnym rynku.

Implementacja systemów informatycznych wspomagających proces projektowania produktu obecnie stanowi jeden z ważniejszych sposobów rozwiązywania problemów projektowych, gwarantujących jednocześnie wydajną działalność przedsiębiorstw.