

**Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej**

**Monografia nt.**  
**Technika i technologia montażu maszyn**

Rzeszów 2011

Redaktor naczelny  
Wydawnictw Politechniki Rzeszowskiej  
Prof. dr hab. inż. Feliks STACHOWICZ

Redaktor naukowy  
Prof. dr hab. inż. Jerzy ŁUNARSKI

Komitety Redakcyjne  
Władysław FILAR  
Roman PETRUS  
Grzegorz PROKOPSKI  
Jarosław SĘP  
Jan STANKIEWICZ  
Zbigniew ŚWIDER

Recenzenci prac  
Dr inż. Rafał KLUZ, prof. dr hab. inż. Volodymyr LIUBYMOV, prof. dr hab. inż. Jerzy ŁUNARSKI,  
prof. dr hab. inż. Paweł PAWLUS, dr hab. inż. Jarosław SĘP, prof. PRz, dr inż. Leszek SKOCZYŁAS,  
prof. dr hab. inż. Feliks STACHOWICZ, dr hab. inż. Łukasz WĘSIERSKI, prof. PRz.,  
dr hab. inż. Władysław ZIELECKI, prof. PRz.

Skład i opracowanie  
Dr inż. Dorota STADNICKA

Monotematyczny zbiór opracowań naukowych dotyczących aktualnych problemów projektowania, wytwarzania i montażu wyrobów maszynowych oraz związanych z tym ogólnych problemów montażu. Zamieszczone artykuły zostały opracowane w latach 2008-2011 przez osoby współpracujące z Wydziałem Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej oraz z Zakładem Obrabiarek i Technologii Montażu Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie.

ISSN .....

Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej  
ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów

Nakład 110 egz. Ark. wyd. .... Ark. druk. .... Papeir offset. kl. III 70g B1.  
Oddano do druku w kwietniu 2011 r. Wydrukowano w maju 2011 r.  
Drukarnia Oficyny Wydawniczej, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów  
Zam. nr .....

## SPIS TREŚCI

## WPROWADZENIE

<i>Lunarski J.</i> : Zagadnienia automatyzacji montażu maszyn i urządzeń mechanicznych.....	5
<b>I. PROBLEMY PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW MONTAŻU</b> .....	7
1. <i>Pasichnyk V., Lashyna Y.</i> : Montażowo zorientowane projektowanie z zastosowaniem DFA Expert.....	9
2. <i>Pasichnyk V., Korenkow V.</i> : Matematyczne modele i procedury w zadaniach analizy i syntezy procesów montażu....	15
3. <i>Bożkowska L.W., Wartanow M.W., Bakena Mbua Ž.K.</i> : Modelowanie procesu zrobotyzowanego montażu profilowanych wałów z pomocą wibracji.....	27
4. <i>Stelmakh N., Pasichnyk V.</i> : Modelowanie technologii montażu przyrządów w środowisku AsCAM.....	35
5. <i>Zenkin A., Oborskiy I., Oborskiy S.</i> : Grafo-analityczne wyznaczanie parametrów montażu połączeń wciskanych metodą termiczną.....	43
6. <i>Pasichnyk V., Korenkow V., Abdolreza B.</i> : Zwiększenie wydajności opracowania modeli matematycznych podwójnych ograniczeń przemieszczeń elementów wyrobów montowanych.....	49
7. <i>Kluz R.</i> : Optymalizacja parametrów konstrukcyjno-technologicznych modułowego stanowiska montażowego.....	55
8. <i>Ciszak O.</i> : Komputerowo wspomagane modelowanie i symulacja zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych.....	61
<b>II. PROBLEMY TECHNIKI I TECHNOLOGII MONTAŻU WYROBÓW</b> .....	67
9. <i>Zbrowski A., Samborski T., Koziół S.</i> : Model linii do graficznej i elektronicznej personalizacji dokumentów.....	69
10. <i>Reifur B., Lekki B.</i> : Analiza przebiegu procesu montażowego kuchenki w aspekcie jego wyrównoważenia.....	81
11. <i>Koziół S., Zbrowski A., Wiejak J.</i> : Koncepcja urządzenia do implementacji chipów RFID.....	93
12. <i>Melnuchyk P., Kyrilovych V., Pysarchuk O.</i> : Zastosowanie teorii kwaternionów do opracowania funkcjonalnych modeli układów manipulacyjnych robotów przemysłowych.....	103
13. <i>Kristal M., Drobotov A.W., Chernyshev D.E.</i> : Automatyczne urządzenia obrotowe z turbinowym napędem dla montażu.....	113
14. <i>Jastrzębski R., Osówniak P., Szepke A., Kowalski T.</i> : Wykrywanie błędów montażu precyzyjnych szybkoobrotowych wrzecion obrabiarek.....	119
15. <i>Antosz K., Lunarski J.</i> : Ocena konkurencyjności systemu maszyn technologicznych w procesach montażu.....	131
<b>III. PROBLEMY PROJEKTOWANIA I MONTAŻU POŁĄCZEŃ</b> .....	137
16. <i>Kłonica M., Kuczmazewski J.</i> : Badania porównawcze wytrzymałości na ścinanie zakładkowych połączeń klejowych po oczyszczaniu mechanicznym i ozonowaniu.....	139
17. <i>Rudawska A., Błaziak M.</i> : Analiza porównawcza siły niszczącej połączenia klejowe, klejowo-nitowe oraz nitowe stopu tytanu.....	147
18. <i>Oborskiy I.</i> : Technologiczne i naukowe podstawy realizacji montażu połączeń wciskanych sposobem termicznym (TKSS).....	157
19. <i>Oborskiy I., Oborskiy A., Zenkin A., Koszel A.</i> : Projektowanie energooszczędnej technologii montażu połączeń wciskanych sposobem termicznym.....	163
20. <i>Oborskiy I., Demkowski A., Oborska N., Chomenko D.</i> : Wyznaczanie parametrów konstrukcyjno-technologicznych i projektowanie racjonalnej technologii montażu połączeń.....	171
21. <i>Rabinovich L.A., Polyakova M. V.</i> : Optymalizacja precyzyjnego montażu przy niepełnej zamienności części w połączeniach.....	179
22. <i>Gromov V. F., Makarov A. F., Ovsyannikov D. A.</i> : Stan naprężeń i deformacji przy obciążeniu zespołu przegubowego z wciśniętą cienkościnną tuleją.....	187
<b>IV. PROBLEMY OGÓLNE WYTWARZANIA I MONTAŻU</b> .....	195
23. <i>Magiera M.</i> : Metoda selekcji dostawców komponentów dla elastycznych systemów montażowych.....	197
24. <i>Streubel A., Kuprowska I., Kuran M.</i> : Logistyczne zabezpieczenie produkcji montażowej.....	211
25. <i>Borowski Z., Matuszewski M., Musiał J., Styp-Rekowski M.</i> : Organizacyjne i ekonomiczne uwarunkowania procesów wytwarzania elementów wielkogabarytowych.....	219
26. <i>Klusek K., Rychlik K., Tyłenda J.</i> : Badania własności mechanicznych okuć budowlanych.....	225
27. <i>Makarov A.M., Rabinovich L.A.</i> : Automatyzacja dozowania materiałów sypkich do mało sztywnych opakowań.....	233
28. <i>Gawlik E., Gil S.</i> : Koncepcja systemu oceny technologiczności konstrukcji części maszyn i zespołów maszynowych.....	239
29. <i>Komorek A., Przybyłek P.</i> : Naprawa uszkodzeń kompozytowych elementów lotniczych wywołanych niskoenergetycznym obciążeniem uderowym.....	251
30. <i>Stadnicka D.</i> : Symulacyjna linia montażowa do nauczania narzędzi lean manufacturing.....	261
<b>Wykaz autorów i specjalistów</b> .....	273
<b>Artykuły w kwartalniku TiAM nr 2/11</b> .....	277

**Jerzy ŁUNARSKI**  
Politechnika Rzeszowska

## Wprowadzenie

### ZAGADNIENIA AUTOMATYZACJI MONTAŻU MASZYN I URZĄDZEŃ MECHANICZNYCH

W działalności przedsiębiorstw wytwarzających różnorodne wyroby obserwuje się tendencję coraz szerszego automatyzowania procesów podstawowych, pomocniczych jak również usługowych. Dotyczy to także procesów montażu maszyn, chociaż zaawansowanie wdrożeń systemów automatycznych w montażu nie dorównuje intensywnością podobnym procesom w innych technikach wytwarzania (odlewanie, skrawanie, spawanie itp.).

Składa się na to wiele przyczyn, z których ważniejsze to:

- Wzrastająca złożoność budowy i funkcjonowania różnorodnych wyrobów elektromaszynowych, których ewentualny montaż automatyczny wymagałby specjalnych urządzeń montażowych, drogie i często jeszcze zawodnych.
- Ograniczona seryjność wytwarzania takich wyrobów stawiająca pod znakiem zapytania efektywność opracowania i wdrożenia automatycznych urządzeń technologicznych do montażu.
- Różnicowanie wytwarzanych wyrobów na szeregi typowymiarowe, modułowe, funkcjonalne itp., co wymaga zapewnienia znacznej elastyczności automatycznych urządzeń montażowych.
- Częste przypadki niedopracowania technologiczności konstrukcji ze względu na wymagania montażu automatycznego, co komplikuje i podraża specjalne urządzenia montażowe.
- Brak seryjnej produkcji typowych modułów do realizacji montażu automatycznego umożliwiających łatwe konfigurowanie automatycznych urządzeń montażowych ze względu na różnorodność potrzeb montażowych.
- Brak świadomości nabywców specjalnych zautomatyzowanych urządzeń montażowych o złożoności projektowania i wytwarzania (są to często egzemplarze prototypowe), co podnosi koszty wytwarzania powyżej typowych urządzeń automatycznych w innych technikach wytwarzania i często prowadzi do rezygnacji z zamawiania takich urządzeń.

Mimo tych czynników ograniczających zastosowania systemów zautomatyzowanych w montażu maszyn upowszechniają się one stopniowo w średnich i małych przedsiębiorstwach. W przedsiębiorstwach dużych systemy takie upowszechniały się już wcześniej i były z powodzeniem opracowywane i wdrażane. Sytuacje takie powodowane były m.in. przez:

- większą wiedzę i doświadczenie z zakresu procesów automatyzacji i jej korzyści oraz większym zasobom finansowym umożliwiającym wdrażanie tych systemów,
- potrzebą uruchamiania dużej skali produkcji nowych wyrobów celem redukcji kosztów jednostkowych i wykorzystania efektu nowości wyrobu.

Do czynników sprzyjających upowszechnianiu automatyzacji w małych i średnich przedsiębiorstwach, w tym również procesów montażowych, można zaliczyć następujące:

- Duży postęp w budowie i upowszechnianiu różnych elementów, zespołów, wyrobów i oprogramowania ułatwiających automatyczną realizację różnych złożonych działań.
- Postępującą specjalizację w wytwarzaniu wyżej wymienionych elementów sprzyjającą ich miniaturyzacji, uniwersalizacji, funkcjonalności itp., co polepsza jednocześnie ich niezawodność w seryjnym wytwarzaniu.
- Postępy w rozwoju nauk matematycznych umożliwiające modelowanie złożonych obiektów i procesów ułatwiające znajdowanie optymalnych rozwiązań różnych zadań z zakresu automatycznego montażu.
- Wzrastające zasoby wiedzy wytwórców zautomatyzowanych urządzeń montażowych umożliwiające rozwiązywanie coraz bardziej złożonych zadań.

– Wzrastające potrzeby poszukiwania i wykorzystywania wszelkich rezerw umożliwiających sprostanie naciskom konkurentów, w tym również rezerw tkwiących w możliwościach zwiększania produktywności i jakości procesów montażowych.

O ile w dużych przedsiębiorstwach automatyzacja w montażu rozwijana jest w sposób w miarę planowy, uwzględniając kompleksowe wskaźniki efektywności produkcji, to w mniejszych przedsiębiorstwach decyzje dotyczące automatyzacji montażu przeważnie są powodowane:

- ograniczonością zdolności produkcyjnych w określonych operacjach montażowych uniemożliwiającą pełne wykorzystanie możliwości technologicznych zmechanizowanych i częściowo zautomatyzowanych innych technik wytwarzania,
- koniecznością sprostania krótkim cykлом realizacji różnych dużych zleceń stawianych na przetargach, co często wymaga dysponowania wydajnymi metodami montażu,
- perspektywiczną kalkulacją zostania dostawcą określonych zespołów lub prostych wyrobów dla dużych firm globalnych – warunkiem tego jest duża skala produkcji i jej dobry poziom jakościowy, co przeważnie wymaga zautomatyzowania procesów wytwórczych w tym również montażu.

Sytuacje takie stwarzają szanse firmom specjalizującym się w projektowaniu i wytwarzaniu półautomatycznych i automatycznych maszyn montażowych, a pośrednio również dostawcom komponentów do takich maszyn.

W celu wykorzystania takich szans, które zwiększają się w okresach prosperity gospodarczej i maleją w okresach kryzysowych, konieczne jest:

- dysponowanie doświadczoną, kreatywną i innowacyjną kadrą projektantów zdolnych do szybkiego rozwiązywania złożonych problemów,
- dysponowanie odpowiednimi systemami informacyjnymi wspomagającymi prace projektantów oraz działania planistów realizujących te projekty (zaopatrywanie, priorytetowanie i szeregowanie zadań, wykorzystywanie posiadanych zdolności produkcyjnych i zasobów i in.)

– dysponowanie odpowiednią infrastrukturą techniczną umożliwiającą szybką i jakościową realizację projektów oraz powiązaniach z dostawcami, kooperantami i podwykonawcami ułatwiających realizację tych prac.

Potrzeby kreatywności wynikają z faktu, że automatyzacja montażu nie powinna naśladować zabiegów i operacji ręcznych a rozwiązywać te problemy nowatorskimi sposobami gwarantującymi dużą wydajność, stabilną jakość, bezpieczeństwo prac oraz niezawodność funkcjonowania zautomatyzowanego systemu montażowego.

Spełnienie tych wymagań stwarza konieczność znacznego zaangażowania potencjałów naukowych w zakresie badań podstawowych, stosowanych i rozwojowych. Celem tych wysiłków jest opracowanie i oferowanie różnorodnych rozwiązań, metod, narzędzi, oprzyrządowania i innych elementów niezbędnych do skutecznej i niezawodnej automatyzacji montażu.

Z powyższych względów pożyteczną i celową działalnością jest okresowe prezentowanie prac i osiągnięć poszczególnych specjalistów pracujących i współpracujących nad doskonaleniem technik i technologii montażu maszyn i urządzeń. W niniejszym Zeszycie Naukowym Politechniki Rzeszowskiej prezentowane są opracowania z lat 2008 – 2011 opracowane przez specjalistów współpracujących z Wydziałem Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej oraz z Zakładem Obrabiarek i Technologii Montażu Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie. Władze Politechniki i Instytutu wyrażają nadzieję, że obecna prezentacja wspólnych prac zaowocuje dalszym rozwojem współpracy dwustronnej i wielostronnej, której efektem będą kolejne, użyteczne dla przemysłu rozwiązania zautomatyzowanych systemów montażowych.

---

**Vitalii PASICHNYK, Yuliya LASHYNA**

Uniwersytet Techniczny  
„Politechnika Kijowska”  
Kijów, Ukraina

## **MONTAŻOWO ZORIENTOWANE PROJEKTOWANIE Z ZASTOSOWANIEM DFA EXPERT**

### **ASSEMBLY-ORIENTED DESIGN USING DFA EXPERT® SOFTWARE**

**Abstract.** *This paper presents the method of assembly-oriented design with the use of DFA Expert computer software. The use of this method for analysis and redesign of the assembly product “Polimag” allowed to reduce the number of parts almost by half and to cut the estimated production cost appreciably.*

---

**Vitalii PASICHNYK, Vladimir KORENKOV**

Uniwersytet Techniczny  
„Politechnika Kijowska”  
Kijów, Ukraina

## **MATEMATYCZNE MODELE I PROCEDURY W ZADANIACH ANALIZY I SYNTEZY PROCESÓW MONTAŻU**

### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОЦЕДУРЫ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ПРОЦЕССОВ СБОРКИ**

В статье представлена реализация перспективной модели компьютерно-интегрированного производства для условий гибкого сборочного производства базирующаяся на взаимосвязанных моделях объекта сборки, процесса проектирования технологии и модели производства.

## **MATHEMATICAL MODELS AND PROCEDURES IN TASKS OF ASSEMBLY UNITS ANALYSIS AND ASSEMBLY PROCESSES SYNTHESSES**

**Abstract.** *The article presents the implementation of a prospective model of computer-integrated manufacturing for a flexible assembly manufacture based on the interconnected model of the object assembly process design technologies and production models.*

---

**L.W. BOŻKOWA, M.W. WARTANOW, Ż.K. BAKENA MBUA**  
Uniwersytet Techniczny MAMI  
Moskwa, Rosja

**MODELOWANIE PROCESU ZROBOTYZOWANEGO MONTAŻU PROFILOWANYCH  
WAŁÓW Z POMOCĄ WIBRACJI**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ ПРОФИЛЬНЫХ ВАЛОВ НА ОСНОВЕ  
ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ**

**COMPUTER SIMULATION OF THE METHOD OF ROBOTIC ASSEMBLING PROFILE DETAILS WITH A  
BACKLASH WITH PASSIVE ADAPTATION AND LOW FREQUENCY**

***Abstract.** The result of computer simulation of robotic assembling profile details with passive adaptation and low frequency is represented.*

---

**Nataliia STELMAKH, Vitaliy PASICHNYK**  
Uniwersytet Techniczny  
„Politechnika Kijowska”  
Kijów, Ukraina

**MODELOWANIE TECHNOLOGII MONTAŻU PRZYRZĄDÓW  
W ŚRODOWISKU AsCAM**

**INSTRUMENT ASSEMBLY METHOD SIMULATION  
IN THE AsCAM SOFTWARE ENVIRONMENT**

Accelerated method of preparation for assembling for small-scale instrument engineering implemented in a new software environment AsCAM has been presented. It has been demonstrated that the use of such software environment with relatively small amount of input data allows to get a solid solution and furthermore to reduce the preproduction preparation time.

---

**Anatolij ZENKIN, Ivan OBORSKIY, Sergiej OBORSKIY**  
Uniwersytet Techniczny  
„Politechnika Kijowska”  
Kijów, Ukraina

**GRAFO-ANALITYCZNE WYZNACZANIE PARAMETRÓW MONTAŻU POŁĄCZEŃ  
WCISKANYCH METODĄ TERMICZNĄ**

**ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕАЛИЗАЦИИ СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ  
С НАТЯГОМ ТЕРМИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ**

**GRAPHO - ANALYTICAL DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE REALIZATION OF ASSEMBLING  
CONNECTIONS WITH THE INTERFERENCE  
BY THE THERMAL METHODS**

***Abstract.** It is developed method and the nomograms, which make it possible to operationally solve problems in the selection of the interconnected complex of the technological parameters, which ensure the successful realization of assembling connections with the interference with the use [KTSS] and to create original modules for the orientation of components.*

---

**Vitalii PASICHNYK, Vladimir KORENKOV, Bayesteh ABDOLREZA**

Uniwersytet Techniczny  
„Politechnika Kijowska”  
Kijów, Ukraina

### **ZWIĘKSZENIE WYDAJNOŚCI OPRACOWANIA MODELI MATEMATYCZNYCH PODWÓJNYCH OGRANICZEŃ PRZEMIESZCZEŃ ELEMENTÓW WYROBÓW MONTOWANYCH**

### **ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИНАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ ОГРАНИЧЕНИЙ ПОДВИЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СБОРОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

### **INCREASED PRODUCTIVITY OF MATHEMATICAL MODELS DEVELOPMENT OF ASSEMBLY ELEMENTS MOBILITY**

**Abstract.** This article presented a new solution to the problem of forming a mathematical model of an automated assembly in the form of binary relations of movement restrictions on 3D models created in CATIA. Shown that the use of new software lets you analyze an large assembly, is practically in polynomial time.

---

**Rafał KLUZ**

Politechnika Rzeszowska  
Rzeszów

### **OPTIMALIZACJA PARAMETRÓW KONSTRUKCYJNO-TECHNOLOGICZNYCH MODUŁOWEGO STANOWISKA MONTAŻOWEGO**

### **THE OPTIMIZATION OF THE CONSTRUCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE MODULE ASSEMBLY STAND**

**Abstract.** The article presents the methodology of the choice of the kinematic module industrial robot systems used in casting processes. The methodology makes possible of the accomplishment choice of the robot optimum configuration from point of view of the key process parameters, i.e. the volume of working space, the positioning accuracy, the working speed, energetics parameters, the surface area occupied by configured system, the service comforts and the construction complexity. Besides this method was used to elaborate the optimization model the assuring selection of parameters of dimension chain assembly operation, meringues superfluous enlarging the accuracy of applied instrumentation of stand, and in relationship from this also his costs.

---

**Olaf CISZAK**

Politechnika Poznańska  
Poznań

### **KOMPUTEROWO WSPOMAGANE MODELOWANIE I SYMULACJA ZROBOTYZOWANYCH STANOWISK PRODUKCYJNYCH**

Praca dotyczy komputerowego wspomaganie programowania i symulacji pracy zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych realizowanych za pomocą współczesnych programów należących do grupy CAM (ang. *Computer Aided Manufacturing*). W pracy przedstawiono opracowany wirtualny model i wyniki badań symulacyjnych przykładowego zrobotyzowanego stanowiska do obróbki wstępnej części a w końcowej części wyniki i wnioski z przeprowadzonych badań.

### **COMPUTER AIDED MODELING AND SIMULATION OF ROBOTIC CELLS**

**Abstract.** The paper presents the issue of modeling and simulation of the computer aided programming and simulation of robotic cells using today's CAM (Computer Aided Manufacturing) programs. The developed virtual model and the experimental results of simulation the robotic pretreatment cell are presented. The final part of the paper presents the results and conclusions from conducted tests and analyses.

---

**Andrzej ZBROWSKI, Tomasz SAMBORSKI, Stanisław KOZIOL**  
Instytut Technologii Eksploatacji  
Państwowy Instytut Badawczy  
Radom

### **MODEL LINII DO GRAFICZNEJ I ELEKTRONICZNEJ PERSONALIZACJI DOKUMENTÓW**

#### **THE MODEL OF THE PRODUCTION LINE FOR GRAPHIC AND ELECTRONIC PERSONALISATION OF THE DOCUMENTS**

***Abstract.** The article presents the model of the modular system for graphic and electronic personalisation of the documents with implemented Radio Frequency Identification circuits. The concept and the structure of the technical system were presented using the computer model. Also the structure of the control system was described. The system presented is intended for production of prototypes of new type of documents with the electronic security elements. The industrial use of the system allows low-budget, flexible and short-series production of products in form of cards, identification cards, tickets, labels and other documents built of two layers of material (paper) with RFID chip in between, personalised electronically (record in the memory of the chip) and graphically (individual print on the surface).*

---

**Bogusław REIFUR, Bartłomiej LEKKI**  
Politechnika Wrocławska  
Wrocław

### **ANALIZA PRZEBIEGU PROCESU MONTAŻOWEGO KUCHENKI W ASPEKTCIE JEGO WYRÓWNOWAŻENIA**

#### **COOCKER ASSEMBLY PROCESS ANALYSIS IN ASPECT OF ITS BALANCING**

***Abstract.** The optimization of product assembly process is a key matter for efficiency and for production systems costs. It concerns undertaking several different types of decision, such how to choice of assembly sequences, attributing the assembly tasks to the station, qualification of time of cycle, number of working stations, dimensions of station, store-houses of material etc. It encloses therefore the well-known in literature problem of balancing – the balancing of the assembly line, in other words logical connections of exchanged components of assembly process. The results of using of computer programme the Flexible Line Balancing for balancing the assembly line.*

---

**Stanisław KOZIOL, Andrzej ZBROWSKI, Jan WIEJAK**  
Instytut Technologii Eksploatacji  
-Państwowy Instytut Badawczy  
Radom

### **KONCEPCJA URZĄDZENIA DO IMPLEMENTACJI CHIPÓW RFID**

#### **THE CONCEPT OF THE DEVICE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE RFID CHIPS**

***Abstract.** The Institute for Sustainable Technologies-NRI in Radom has started a project aiming at the development of the device for assembly of the miniature integrated circuits in RFID systems with use of gluing method. The modular construction and variable configuration of the machine allow flexible adaptation of the used assembly technique and application of the machine for research and development as well as for short-series production of the electronic security elements. At the current stage of works the concept of the device was developed and the construction documentation prepared for the mechanic modules and electronic control circuit.*

---

**Petro MELNUCHYK, Valerii KYRYLOVYCH, Oleksandr PYSARCHUK**

Żytomirski Uniwersytet Technologiczny

Żytomierz, Rosja

**ZASTOSOWANIE TEORII KWATERIONÓW DO OPRACOWANIA FUNKCJONALNYCH  
MODELI UKŁADÓW MANIPULACYJNYCH ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ КВАТЕРНИОНОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
МОДЕЛЕЙ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ**

**QUATERNION THEORY USAGE IN FUNCTIONAL MODELS FORMATION  
OF MANIPULATIVE SYSTEMS OF INDUSTRIAL ROBOTS**

***Abstract.** Formalized description manipulative systems of industrial robots (MS IR) also called functional model (FM) MS IR is suggested. FM MS IR based in usage of quaternion theory and its advantages.*

---

**Mark KRISTAL, Aleksey DROBOTOV, Dmitry CHERNYSHEV**

Wołgogradzki Uniwersytet Techniczny

Wołgograd, Rosja

**AUTOMATYCZNE URZĄDZENIA OBROTOWE Z TURBINOWYM NAPĘDEM DO MONTAŻU**

**АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПОВОРОТНЫЕ УСТРОЙСТВА С ТУРБОПРИВОДОМ  
ДЛЯ СБОРКИ**

**AUTOMATIC ROTATORS WITH TURBODRIVES FOR ASSEMBLY**

***Abstract.** New constructions of rotary tables for automated assembly, picking and sorting parts. At the heart of these devices use the changes of friction between the rotating and fixed parts by introducing a layer of compressed air and a vacuum. Advantage compared to known designs is to improve performance and capacity with low structural complexity.*

---

**Robert JASTRZĘBSKI, Paweł OSÓWNIAK, Anna SZEPKA**

Centrum Badawczo-Konstrukcyjne

Obrabiarek sp. z o.o., Warszawa

**Tadeusz KOWALSKI**

Politechnika Warszawska

**WYKRYWANIE BŁĘDÓW MONTAŻU PRECYZYJNYCH SZYBKOOBROTOWYCH WRZECION OBRABIAREK**

**DETECTION OF MISTAKES IN ASSEMBLY OF PRECISE QUICK-ROTARY  
MACHINE SPINDLES**

***Abstract.** The increase of competitiveness of companies is possible through production of goods of higher quality and of tighter tolerances. This is related to higher demands of accuracy of technological machines, which include CNC machine tools. From a certain level of accuracy, it is not enough to use most precise parts in assembly, it is also necessary to assemble them precisely in components and to be able to evaluate the assembly quality. In machine tools, one of main components that influence machining accuracy is the spindle. In this article, presented are procedure and possible utilization of various test methods used to evaluate the spindle work, that influence the machining quality in terms of such assembly errors as accuracy of bearing rotation, backlash, errors of set rotational speed, accuracy of clamping of tool or workpiece, sources of excessive vibrations and heat induced displacement of tool or workpiece. Capabilities of various spindle test methods are compared as used for diagnostics of assembly errors. Examples are given of CNC machine tools spindle tests and detected assembly errors that are the cause of improper machining.*

---

**Katarzyna ANTOSZ, Jerzy ŁUNARSKI**  
Politechnika Rzeszowska

**OCENA KONKURENCYJNOŚCI SYSTEMU MASZYN TECHNOLOGICZNYCH  
W PROCESACH MONTAŻU**

**THE ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL MACHINES SYSTEM COMPETITIVE IN ASSEMBLY  
PROCESSES**

***Abstract.** In this work the model of the technological machines system assessment is presented. This model was elaborated in Department of Manufacturing Processes and Production Organization of the Technical University in Rzeszów. Self - assessment concerns systems three levels of the technological machines system: a single machine, the group of machines (production line) and an organization cell. Presented model was verified in the company.*

---

**Mariusz KŁONICA, Józef KUCZMASZEWSKI**  
Politechnika Lubelska  
Lublin

**BADANIA PORÓWNAWCZE WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE ZAKŁADKOWYCH POŁĄCZEŃ KLEJOWYCH  
PO OCZYSZCZANIU MECHANICZNYM I OZONOWANIU**

**COMPARATIVE RESEARCHES OF SHEARING STRENGTH OF SINGLE-LAP ADHESIVE BONDED JOINTS  
AFTER MECHANICAL CLEANING AND OZONIZATION**

***Abstract.** The article presents results of comparative research of shearing strength of aluminum alloys single-lap adhesive bonded joints. Application in aerospace industry was the main criterion of material selection. Results of static shearing strength of single-lap adhesive bonded joints for different variations of material preparing (mechanical cleaning and ozonization) were analyzed. The paper ends with conclusions.*

---

**Anna RUDAWSKA, Michał BŁAZIAK**  
Politechnika Lubelska  
Lublin

**ANALIZA PORÓWNAWCZA SIŁY NISZCZĄCEJ POŁĄCZENIA KLEJOWE,  
KLEJOWO-NITOWE ORAZ NITOWE STOPU TYTANU**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF DESTRUCTIVE FORCE FOR ADHESIVE,  
ADHESIVE-RIVETED AND TITANIUM ALLOY RIVETED JOINTS**

***Abstract.** The article presents comparative analysis of destructive force values for adhesive, adhesive-riveted and titanium alloy riveted joints, widely applied in aircraft industry. The analysis was conducted for three types of assembly joints: adhesive, adhesive-riveted and riveted. The two joints variants considered differed in the length of the lap, the number and the distribution of rivets. The riveted and adhesive-riveted joints tested included two or five rivets. Moreover, two lap lengths were applied for all the tested joint types (adhesive, adhesive-riveted, riveted), 16 and 32 mm. In the case of single-riveted joints (2 rivets) the lap length was 16mm, while for the other sample (5 rivets) – 32 mm. The results of the tests led to observe the increase of the destructive force value in the case of adhesive joints with the increase of the lap length. The observation was not dissimilar for the riveted and adhesive-riveted joints. The comparison of the three joint types of equal lap length indicated that the destructive force value for adhesive-riveted and riveted joints difference was negligible, while lower values could be observed in the case of adhesive joints.*

---

**Ivan OBORSKIY**  
Kijowski Uniwersytet  
Technologii i Projektowania  
Kijów, Ukraina

**TECHNOLOGICZNE I NAUKOWE PODSTAWY REALIZACJI MONTAŻU POŁĄCZEŃ  
WCISKANYCH SPOSOBEM TERMICZNYM (TKSS)**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ СБОРКИ  
СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ СПОСОБОМ КТСС**

**TECHNOLOGICAL AND SCIENTIFIC BASES OF THE GUARANTEE OF REALIZATION  
OF ASSEMBLING CONNECTIONS WITH THE STRAINING BY METHOD KTSS**

***Abstract.** There are given the results of the theoretical and experimental studies, which made possible to propose methodology and to get calculated dependences for determination of the technological parameters, which guarantee the realization of the energy-saving assembling of connections with the straining by method KTSS.*

---

**Ivan OBORSKIY, Artiem OBORSKIY, Anatolij ZENKIN, Anna KOSZEL**  
Kijowski Uniwersytet  
Technologii i Projektowania  
Kijów, Ukraina

**PROJEKTOWANIE ENERGOOSZCZĘDNEJ TECHNOLOGII MONTAŻU POŁĄCZEŃ  
WCISKANYCH SPOSOBEM TERMICZNYM**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ  
СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОЙ ТЕРМИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ**

**DESIGN OF THE RATIONAL ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF ASSEMBLING CONNECTIONS WITH THE  
INTERFERENCE, ACHIEVED BY THE THERMAL METHODS**

***Abstract.** On the basis executed theoretical and experimental studies are developed dependences and is created methodology, that make it possible to determine the rational assembly-line parameters and to develop the rational structures of the technological process of assembling, which ensures energy-economy with KTSS.*

---

**Ivan OBORSKIY, Aleksandr DEMKOWSKIY, Nina OBORSKA, Dmitrij CHOMENKO**  
Kijowski Uniwersytet  
Technologii i Projektowania, Kijów, Ukraina

**WYZNACZANIE PARAMETRÓW KONSTRUKCYNO-TECHNOLOGICZNYCH  
I PROJEKTOWANIE RACJONALNEJ TECHNOLOGII MONTAŻU POŁĄCZEŃ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЦ-  
ИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ**

**DETERMINATION OF THE CONSTRUCTION-ENGINEERING PARAMETERS  
OF CONNECTIONS WITH THE INTERFERENCE AND THE DESIGN OF THE RATIONAL  
TECHNOLOGY OF ASSEMBLING**

***Abstract.** Is given the structure of the methods of assembling connections with the interference used and the algorithm of solution of problem by the selection of their rational construction-engineering parameters taking into account the operating conditions, physicomechanical properties of the utilized materials, microrelief and intermediate layers in the contact zone.*

---

**Leonid A. RABINOVICH, Maria V. POLYAKOVA**

Wołgogradzki Państwowy

Uniwersytet Techniczny

Wołgograd, Rosja

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ СБОРКИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ  
ДЕТАЛЕЙ В СОЕДИНЕНИЯХ**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ СБОРКИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ  
ДЕТАЛЕЙ В СОЕДИНЕНИЯХ**  
**OPTIMIZATION OF PRECISION ASSEMBLY AT INCOMPLETE INTERCHANGEABILITY OF DETAILS  
IN JOINTS**

***Abstract.** In precision joints complementarity of details is incomplete in most cases(usually group), that leads to essential complication of assembly process and it is accompanied by decline of productivity and work in progress occurrence. Values of these losses can be steered, but it is connected with additional complications of assembly technologies and expenses for their realization. There is a problem of optimization of technology of assembly of the precision joints, minimizing losses from a work in progress and decline of productivity of dimensional acquisition. In the present report the decision of the specified problems of optimization is resulted.*

---

**Victor F. GROMOV, Dmitriy A. OVSYANNIKOV**

Instytut Lotniczy MAI

Moskwa, Rosja

**Aleksandr F. MAKAROV**

Uniwersytet Przyrody,

Spełeczeństwa i Człowieka

Dubna, Rosja

**СТАН НАПРЯЖЁН I ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ОБЦАЖЕНИИ ЗЕСПОЛУ ПРЗЕГУБОВОГО  
З ВЦИЊНТА ЧИЕНКОЊИЕННТА ТУЛЕЈА**

**НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ НАГРУЖЕНИИ ШАРНИРНОГО УЗЛА  
С ЗАПРЕССОВАННОЙ ТОНКОСТЕННОЙ ВТУЛКОЙ**

**STRESSED-DEFORMED STATE WHILE HINGE JOINT  
WITH EMBEDDED THIN-WALL PLUG IS LOADED**

***Abstract.** Article covers stress-deformed analysis under load of hinge joint elements with embedded high-strength plug in comparison with slide fitted plug.*

---

**Marek MAGIERA**

Akademia Górniczo-Hutnicza

Kraków

**METODA SELEKCJI DOSTAWCÓW KOMPONENTÓW  
DLA ELASTYCZNYCH SYSTEMÓW MONTAŻOWYCH**

**METHOD OF COMPONENT PARTS SUPPLIERS SELECTION  
FOR FLEXIBLE ASSEMBLY SYSTEMS**

***Abstract.** The method is constructed for local supply network. The network consists of the manufactures of component parts, the assembly plants and the final customers. The method is used for selection of the manufactures of component parts – for all assembly plants. The linear mathematical models of mixed integer programming are used in the method. The minimization of supply chain service costs is regarded in the described method. The schedules of transport tasks are constructed for transport between the selected manufactures of component parts and the assembly plants. Results of computational experiments with the proposed method are compared. Two cases are compared: the first, where interests of all supply network are regarded, the second, where each assembly plant is treated separately.*

---

**Aleksander STREUBEL**

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Legnicy

**Iwona KUPROWSKA**

Koncern MAHLE Stuttgart

**Marek KURAN**

Politechnika Wrocławska Wrocław

## LOGISTYCZNE ZABEZPIECZENIE PRODUKCJI MONTAŻOWEJ

### LOGISTICAL ENSURING OF THE ASSEMBLY PRODUCTION

**Abstract.** The paper discusses the challenges facing a modern logistics in the production system. Showing the problems that must be overcome by automotive, aerospace and electronics industries to guarantee reliable delivery of high quality production. The schema of increase reliability of logistic system is presented. Drew attention to the suppliers and their classification into categories adopted in the automotive industry. It also discusses the method of scoring classification suppliers. Showing the dependence between control of deliveries and suppliers category.

---

**Zbigniew BOROWSKI**

Bydgoska Szkoła Wyższa

**Maciej MATUSZEWSKI, Janusz MUSIAŁ, Michał STYP-REKOWSKI**

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Bydgoszcz

## ORGANIZACYJNE I EKONOMICZNE UWARUNKOWANIA PROCESÓW WYTWARZANIA ELEMENTÓW WIELKOGABARYTOWYCH

### ORGANIZATIONAL AND ECONOMICAL CONDITIONING OF PRODUCTION PROCESS OF LARGE-SIZE ELEMENTS

**Abstract.** The tendency to intensification of technological processes is one of causes of enlarged interest with a large-size elements observed in last years. Next, this fact this is the reason of undertaken works aiming to production processes optimizing in all their phases. Realized technological processes use the well-known techniques and method of processing, however in relation to large-size elements some specific features are visible. In presented paper these special features were described and discussed. Moreover, in introduced analysis the factor of costs of production was also considered was. – It is also different than in production processes of small dimensions elements.

---

**Konrad KLUSEK, Kazimierz RYCHLIK, Jacek TYLEND**

Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego

Warszawa

## BADANIA WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH OKUĆ BUDOWLANYCH

### TESTING THE MECHANICAL PROPERTIES OF BUILDING HARDWARE

**Abstract.** New building hardware which is put on European market, should meet defined safety requirements. This article presents the constructional solution of automatic device for testing the mechanical properties of building hardware such as single-axis hinges, locks, panic exit devices and emergency exit devices.

---

**Aleksey MAKAROV, Leonid A. RABINOVICH**

Wołgogradzki Państwowy

Uniwersytet Techniczny

Wołgograd, Rosja

**АТОМАТИЗАЦІЯ ДОЗОВАНІА МАТЕРІАЛІВ СЫПКІХ  
ДО МАЛО ШТЫВНЫХ ПАКОВАЊ**

**АВТОМАТИЗАЦІЯ РАСФАСОВКІ СЫПУЧІХ МАТЕРІАЛІВ  
В НЕЖЕСТКУЮ ТАРУ**

**AUTOMATION OF PACKAGING OF FREE-FLOWING MATERIALS IN NONRIGID PACKAGE**

***Abstract.** Stick-hinged capturing devices for automatic capture, opening and holding of bags at filling by free-flowing material with possibility of their following closing for insertion are developed. The produced calculations and modeling of dynamics of movement of devices confirm their efficiency. The scheme of complex automation of packaging process of free-flowing materials in bags is offered.*

---

**Edward GAWLIK, Stanisław GIL**

Politechnika Krakowska

Kraków

**KONCEPCJA SYSTEMU OCENY TECHNOLOGICZNOŚCI KONSTRUKCJI  
CZĘŚCI MASZYN I ZESPOŁÓW MASZYNOWYCH**

**THE CONCEPT OF THE SYSTEM FOR THE EVALUATION  
OF THE MANUFACTURABILITY OF MACHINE PARTS AND ASSEMBLIES**

***Abstract:** This paper presents the concept of the system for the evaluation of the manufacturability of machine parts and assemblies on the stage of the initial design of the machine. The other development stages were also taken into account. In the introductory stage the quantitative factor of the construction manufacturability was used. On the other stages of the development, the cost of part manufacturing was considered.*

---

**Andrzej KOMOREK, Paweł PRZYBYŁEK**

Wyższa Szkoła Oficerska

Sił Powietrznych w Dęblinie

**NAPRAWA USZKODZEŃ KOMPOZYTOWYCH ELEMENTÓW LOTNICZYCH WYWOŁANYCH NISKOENER-  
GETYCZNYM OBCIĄŻENIEM UDAROWYM**

**THE REPAIR OF LOW-ENERGY IMPACT-RELATED DAMAGES  
IN AVIATION COMPOSITE ELEMENTS**

***Abstract.** Composites are one of ultramodern materials used in aviation constructions. In such applications, a very high strength and low density of these materials are very important. Aircraft's service conditions jeopardize composite structures on impact loading. Composites can fail in wide variety of modes and contain barely visible impact damage (BVID) which nevertheless severely reduces the structural integrity of component. Moreover, low-energy impact weaken the composite laminates properties. The influence on the flexural strength  $R_g$  and vital necessity of the repair after low-energy impact composite aerial elements is presented in the paper.*

---

**Dorota STADNICKA**  
Politechnika Rzeszowska  
Rzeszów

**SYMULACYJNA LINIA MONTAŻOWA  
DO NAUCZANIA NARZĘDZI LEAN MANUFACTURING**

**SIMULATION ASSEMBLY LINE  
FOR LEARNING LEAN MANUFACTURING TOOLS**

***Abstract.** In the article the concept of simulation assembly line developed in Lean Learning Academy is presented. Simulation line is going to be use in learning lean manufacturing tools students and company employees. The article includes an example of a simulation results for simulation, which has been done with employees of two production companies.*

---