

Józef BRZĘCZEK (Politechnika Rzeszowska)

#### ORGANIZACYJNE ASPEKTY PRZYGOTOWANIA I REALIZACJI PRODUKCJI MAŁOSERYJNEJ

Podstawowy problem organizacyjny w produkcji małoseryjnej stanowi cykliczne przygotowywanie handlowych i operacyjnych programów produkcyjnych: uszeregowanie zadań (zleceń, partii produkcyjnych i jednostkowych wyrobów), przydzielenie odpowiednich stanowisk roboczych, dostępnych technologicznych, materiałowych i czasowych zasobów. Dodatkowo zwrócono uwagę na zjawisko produkcyjnego uczenia się i zapominania w odniesieniu do produkcji małoseryjnej oraz na problemy pracochłonności, kosztów jednostkowych, efektywności, jakości i szeregowania zadań produkcyjnych dla omawianego rodzaju produkcji.

**Słowa kluczowe:** produkcja małoseryjna, szeregowanie zadań, efektywność

#### ORGANIZATIONAL ASPECTS OF PREPARATION AND REALIZATION OF SMALL LOT PRODUCTION

The basic organizational problem of low-volume production consists in a cyclic preparation of commercial and operative production programs, ranking of tasks (purchase orders, batches of individual products), assignation of appropriate production stands, available time reserves as well as processing and material resource. Additionally author paid attention to the problem of learning and forgetting curve phenomena for this kind of production. The paper presents some remarks regarding the calculation of labour consumption, unit cost, operating efficiency and scheduling of processing tasks problems for discussed production as well.

**Keywords:** low-volume production, ranking of tasks, efficiency

František GREŠKOVIČ, Emil SPIŠÁK (Technical University in Košice)

#### ANALYSIS OF CROSS-LINKING IN PROCESSING OF PLASTICS

The cross-linking is the most important reaction of polymers that significantly changes product properties. In the cross-linking, the molecules join together and create a functional net. By radiation in cross-linking thermoplastic changes into thermoset. Increasing density of cross-linking increases rigidity and hardness and decreases the degree of bulking. Investigation of properties change of thermoplastics as a consequence of cross-linking was carried on the PP and PA66 materials.

**Keywords:** cross-linking, thermoplastics, radiation

#### ANALIZA EFEKTU SIECIOWANIA PODCZAS OBRÓBKII TWORZYW POLIMEROWYCH

Sieciowanie występujące w tworzywach polimerowych istotnie wpływa na zmianę właściwości wyrobów. Podczas sieciowania cząstki tworzywa łączą się, tworząc siatkę. Pod wpływem napromieniowania usieciowane termoplasty utwardzają się. Wzrost gęstości usieciowania skutkuje wzrostem sztywności i twardości oraz zmniejszeniem stopnia spęcznienia. Badania zmian właściwości termoplastów na skutek sieciowania przeprowadzono dla dwóch tworzyw – polipropylenu PP oraz poliamidu PA66.

**Słowa kluczowe:** sieciowanie, termoplasty, napromieniowanie

Daniel JANKURA, Pavol PAPCUN (Technical University in Košice)

#### EVALUATION OF STRUCTURE OF CERAMICS AND COMPOSITE COATINGS PREPARED BY HEATING SPRING

The contribution is focused on the possibility of creation of ceramic coatings ( $Al_2O_3$ ) and composite coatings based on ceramic ( $Al_2O_3$ ) – metal (Ni). Metallographic and microscopic observation of coatings was prepared in aspect of making their own layer, its bond to the base substrate and the bonds between individual particle coatings. Structure and chemical composition of the investigated coatings was carried out using the electron microscope JEOL JSM – 7000 F with microanalyzer INCA.

**Keywords:** coating, composite, ceramics

#### BADANIA STRUKTURY POWŁOK CERAMICZNYCH ORAZ KOMPOZYTOWYCH NANOSZONYCH POPRZEZ NATRYSKIWIENIE TERMICZNE

Opracowanie dotyczy możliwości kształtowania powłoki ceramicznej oraz kompozytowej na bazie ceramika ( $Al_2O_3$ ) – metal (Ni). Przeprowadzono badania metalograficzne powłok w celu zaobserwowania struktury utworzonych warstw, połączenia powłoki z materiałem bazowym, jak również połączeń pomiędzy poszczególnymi cząstkami powłoki. Badania struktury oraz składu chemicznego zrealizowano za pomocą mikroskopu elektronowego JEOL JSM – 7000 F z mikroanalizatorem INCA.

**Słowa kluczowe:** powłoka, kompozyt, ceramika

**Dalibor KOPÁČ, Ondřej KOTERA, Pavel PETERA** (Technical University of Liberec)

### **INFLUENCE OF INJECTION MOULD TEMPERATURE ON THE WELD QUALITY OF NANOCOMPOSITE POLYPROPYLENE**

This paper deals with the influence of the mould temperature on the weld ability of nanocomposite polypropylene. By usage of ultrasonic welding (which is well proven for example in the automotive industry and electrical engineering), welded joint was created on the tested part, which was produced by injection technology by different mould temperatures. The main indicator of the weld quality is the obtained shear strength.

**Keywords:** ultrasonic welding, nanocomposite, shear strength, mould temperature

### **WPLYW TEMPERATURY WTRYSKU NA JAKOŚĆ ZGRZEINY NANOKOMPOZYTÓW POLIPROPYLENOWYCH**

Opracowanie dotyczy badań wpływu temperatury wtrysku na możliwość zgrzewania nanokompozytów polipropylenowych. Podczas zgrzewania z zastosowaniem ultradźwięku (zastosowanie którego sprawdza się na przykład w przemyśle samochodowym oraz energetyce) wykonano połączenia próbek z tworzywa wtryskiwanego w różnych temperaturach. Głównym wskaźnikiem jakości zgrzeiny była uzyskana jej wytrzymałość na ścinanie.

**Słowa kluczowe:** zgrzewanie z zastosowaniem ultradźwięku, nanokompozyt, wytrzymałość na ścinanie, temperatura wtrysku

**Ondřej KOTERA, Dalibor KOPÁČ, Pavel PETERA** (Technical University of Liberec)

### **SHRINKAGE OF COMPOSITE PLATE WITH GLASS FIBRES IN RELATION TO DEGREE OF REGRANULATION**

Recycling of the composite materials with relatively breakable fibres, as the glass fibres shorter than part length, leads to change of length already in and after the processes of injection moulding. This effect is amplified by following regranulation procedures containing milling, melting, filtration of no inadmissible polymers etc. With significant shortening of glass fibres there is a change of shrinkage and other properties.

**Keywords:** glass fibre, shrinkage, regranulation

### **SKURCZ PŁYT KOMPOZYTU POLIMEROWEGO Z WŁÓKNEM SZKLANYM W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA REGENERACJI**

Recykling materiału kompozytowego z relatywnie kruchymi włóknami, np. takimi jak włókna szklane krótsze niż długość części, skutkuje powstawaniem skurczu podczas oraz po procesie wtrysku. Efekt ten ulega wzmocnieniu w wyniku procedury regranulacji obejmującej mielenie, topienie, separację niepożądanych polimerów itd. Wyraźna zmiana długości włókien szklanych powoduje zmianę wielkości skurczu oraz innych właściwości.

**Słowa kluczowe:** włókna szklane, skurcz, regeneracja

**Ryszard MOSZUMAŃSKI** (Politechnika Krakowska)

### **BADANIA EKSPERYMENTALNE I SYMULACJA NUMERYCZNA KSZTAŁTOWANIA DOKŁADNYCH KÓŁ ZĘBATYCH Z PRASOWANYCH I SPIEKANYCH METALICZNYCH MATERIAŁÓW SYPKICH**

Przeprowadzono badania doświadczalne procesu kształtowania metodami obróbki plastycznej kół zębatych pompy gerotorowej (małe koło – 4 zęby zewnętrzne, duże koło – 5 zębów wewnętrznych) z metalicznych materiałów sypkich. Ciąg technologiczny zaczynał się od prasowania dwustronnego siłą quasi-statyczną i – alternatywnie – pulsującą (do 500 Hz), wywierającą naciski do 1100 MPa. Uzyskano gęstość powyżej 7,5 g/cm<sup>3</sup>. Operację obróbki cieplnej stanowiło spiekanie w warunkach standardowych. Operację wykańczającą stanowiło kalibrowanie przez przepychanie. Uzyskano dokładność wymiarowo-kształtową w zakresie 3 μm i chropowatość powierzchni odpowiadającą operacji polerowania. Eksperyment laboratoryjny został poprzedzony symulacją komputerową kształtu wyrobów. Badania symulacyjne zostały wykorzystane do projektowania elementów roboczych narzędzi doświadczalnych: matryc, stempli i rdzeni. Do realizacji procesów na skalę przemysłową przygotowano konstrukcje typoszeregów pulsacyjnych pras hydraulicznych i mechanicznych oraz pieców tunelowych i komorowych.

**Słowa kluczowe:** prasowanie quasi-statyczne, prasowanie pulsacyjne, materiał sypki, pompa gerotorowa, symulacja komputerowa

### **EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS AND NUMERICAL SIMULATION OF SHAPING THE HIGH-ACCURACY TOOTHED WHEELS MADE FROM PRESSED AND SINTERED LOOSE METALLIC MATERIALS**

Experiments were carried out on the process of shaping by plastic working from loose metallic materials the toothed wheels for gerotor pump (small wheel with 4 external teeth, large wheel with 5 internal teeth). The sequence of technological operations started with bilateral pressing with quasistatic force and – alternatively – pulsating force (up to 500 Hz), exerting pressures of up to 1100 MPa. The densities above 7.5 g/cm<sup>3</sup> were obtained. The heat treatment operation

included sintering under standard conditions. The finishing operation consisted in calibration by push broaching. The dimensional and shape accuracies of  $3\ \mu\text{m}$  and surface finish corresponding to that produced by polishing were obtained. The laboratory experiment was preceded by computer simulation of the casting design. The results of the simulation were used in designing the working parts of the test tools, i.e. die, punch and inserts. To implement the process in industry, the type series of hydraulic and mechanical pulsation presses and of tunnel and chamber furnaces were designed.

**Keywords:** quasistatic pressing, pulsating pressing, loose material, gerotor pump, computer simulation

**Beata PAWŁOWSKA** (Politechnika Rzeszowska)

### **RECYKLING JAKO KLUCZOWE ZAGADNIENIE W PROCESIE PROJEKTOWANIA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH**

Samochody, dla których dobiegł końca okres eksploatacji, są określane jako pojazdy o zakończonym życiu technicznym. Obecnie średnio 75÷80% masy samochodów wycofanych z eksploatacji podlega recyklingowi. Natomiast pozostałe 20÷25% ich masy, na którą składa się głównie niejednorodna mieszanina różnych materiałów, takich jak tworzywa sztuczne, guma, szkło, tekstylia i in., pozostaje niezagospodarowana. W celu osiągnięcia jak najbardziej efektywnego wykorzystania zasobów naturalnych oraz ograniczenia ilości deponowanych odpadów, konieczne są działania mające na celu stałe zwiększanie stopnia zagospodarowania odpadów i promowanie powtórnego wykorzystania oraz recyklingu złomowanych części, aż do osiągnięcia zerowej ilości traconych surowców. Koncerny samochodowe na etapie projektowania pojazdów wprowadzają materiały zdatne do recyklingu oraz rozwiązania uwzględniające łatwość demontażu. W procesie tym wykorzystywane są informacje zwrotne od wszystkich ogniw łańcucha recyklingu.

**Słowa kluczowe:** recykling, projektowanie, pojazdy samochodowe

### **RECYCLING AS A KEY ISSUE IN THE DESIGN PROCESS OF AUTOMOTIVE VEHICLE**

Automobiles manufactured by automakers and used by consumers until the end of their useful life are referred as end-of-life vehicles. At present, approximately 75 to 80% of end-of-life vehicles in terms of weight is being recycled (metallic fractions - ferrous and non ferrous). However, the remaining 20 to 25% of their, consisting mainly of heterogeneous mix of materials such as resins, rubber, glass, textile, etc., is still being discarded. In order to reach the most effective use of natural resources and reduction of the volume of disposable waste, automobile recycling activities must include efforts to further reducing the volume of this waste and promote its reuse and recycling to ultimately achieve zero waste. In the development stage automotive concerns have been developing easy-to recycle materials and taking removability into consideration. This process takes benefit from feedback of information from all along the recycling chain.

**Keywords:** recycling, design, automotive vehicle

**Ryszard PERŁOWSKI, Władysław ZIELECKI** (Politechnika Rzeszowska)

### **MODELOWANIE WPLYWU STRUKTURY GEOMETRYCZNEJ POWIERZCHNI NA WYTRZYMAŁOŚĆ ZAKŁADKOWYCH POŁĄCZEŃ KLEJOWYCH Z WYKORZYSTANIEM SIECI NEURONOWYCH**

W pracy przedstawiono analizę wpływu struktury geometrycznej powierzchni na wytrzymałość na ścinanie zakładkowych połączeń klejowych ze stali S235JR. Powierzchnie stali przygotowano do klejenia metodami obróbki mechanicznej konstytuującymi powierzchnię o strukturze jednokierunkowej, wielokierunkowej i bezkierunkowej punktowej. Wykorzystując metodę korelacji liniowej oraz prognozowania z zastosowaniem sieci neuronowych, stwierdzono, że właściwości wytrzymałościowe badanych połączeń klejowych wykazują znaczne uzależnienie od rozwinięcia powierzchni, charakteryzowanego parametrami chropowatości R<sub>lr</sub>, R<sub>da</sub>, R<sub>dq</sub>.

**Słowa kluczowe:** chropowatość powierzchni, połączenie klejowe, wytrzymałość na ścinanie, sieci neuronowe

### **PROBABILISTIC NEURAL NETWORKS MODELING OF THE EFFECT OF SURFACE TOPOGRAPHY ON STRENGTH OF LAP GLUED JOINTS**

The paper presents the analysis of the effect of surface topography on shear strength of overlapping glue joints from steel 235JR. Steel surfaces were prepared to gluing using various methods of mechanical treatment. As the consequence surface topographies of one-directional, multi-directional and point wise non-directional structures were obtained. It was found after using linear correlation method and forecasting with neural networks applications that strengthening properties of tested glued joints show substantial dependence on development of a surface characterized by the following parameters: R<sub>lr</sub>, R<sub>da</sub> and R<sub>dq</sub>.

**Keywords:** surface topography, glued joints, shear resistance, neural networks

**Grażyna RYZYŃSKA, Romana ŚLIWA** (Politechnika Rzeszowska)

#### **EKSPERYMENTALNE BADANIA PROCESU WYCISKANIA MATERIAŁÓW ZŁOŻONYCH TYPU RDZEŃ-POWŁOKA**

Przedstawiono analizę charakteru jednoczesnego plastycznego płynięcia warstwowego materiału złożonego o układzie rdzeń twardy–powłoka miękka, która pozwoliła na identyfikację warunków zapoczątkowania pęknięcia, jego charakteru i lokalizacji zależnie od parametrów geometrycznych materiałów złożonych oraz wielkości współczynnika wydłużenia  $\lambda$ . Wykazano, że ze wzrostem wartości tych parametrów rośnie długość wyciśniętego wyrobu bez wad (pęknięcie następuje w późniejszym etapie procesu).

**Słowa kluczowe:** wyciskanie, kompozyty, pęknięcie

#### **EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF EXTRUSION PROCESS OF SLEEVE-CORE TYPE COMPOSITE MATERIALS**

The analysis of character simultaneous plastic flow of layered composed material (hard core, soft sleeve) which has allowed identification of condition of initiation of fracture character and localization dependent on geometric parameters of components and extrusion ratio has been presented. Dependence between these parameters and length of extruded product without defects has been shown.

**Keywords:** extrusion, composites, fracture

**Tomasz TRZEPIECIŃSKI** (Politechnika Rzeszowska)

#### **WPLYW STANU UTWARDZENIA BLACH MOSIĘŻNYCH ORAZ ALUMINIOWYCH NA WARTOŚĆ OPORÓW TARCIA**

W pracy przedstawiono wpływ stanu utwardzenia blachy oraz struktury geometrycznej powierzchni blachy, opisanych parametrami przestrzennymi, na wartość oporów tarcia. Ponadto analizowano wpływ warunków tarcia na zmianę topografii powierzchni blachy. Do opisu zjawiska tarcia wykorzystano próbę przeciągania paska blachy. Wartość współczynnika tarcia wyznaczono dla warunków tarcia suchego oraz smarowania olejem maszynowym. Próby tarcia przeprowadzono dla blach mosiężnych oraz aluminiowych o różnym stanie utwardzenia. Jak wynika z przeprowadzonych badań, stan utwardzenia blachy oraz topografia powierzchni blach istotnie wpływają na charakter zmian trybologicznych związanych z występowaniem oporów tarcia.

**Słowa kluczowe:** tarcie, współczynnik tarcia, wytłaczanie

#### **INFLUENCE OF TEMPER STATE OF BRASS AND ALUMINIUM SHEETS ON FRICTIONAL RESISTANCE**

In this work was presented the influence of spatial surface parameters on frictional resistance value and the influence of frictional resistance on the change of the sheet surface topography. To describe the friction behaviour the strip drawing test was used. The friction coefficient value was determined under the "dry" and "lubricant" conditions. The friction tests were carried out for brass and aluminium sheet metals with different temper state. As results from the researches the temper state and the surface topography of the sheets really influences on the character of contact behaviour which results from frictional resistance existing.

**Keywords:** friction, coefficient of friction, deep drawing