

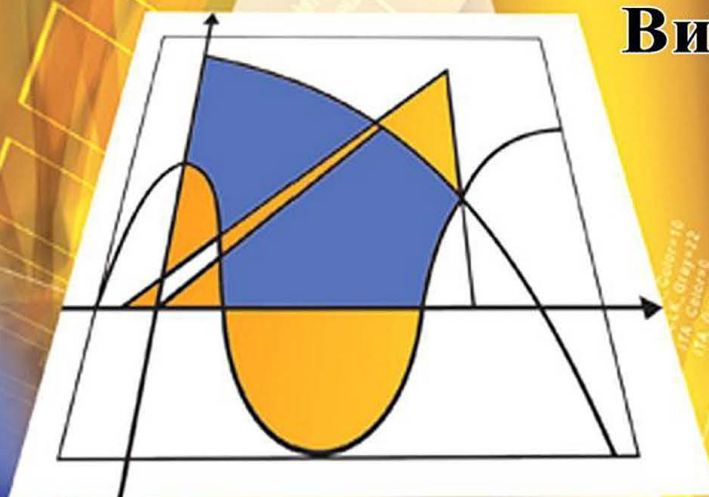
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ЛУЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

НАУКОВІ НОТАТКИ

Випуск 61



ЛУЦЬК - 2018

НАУКОВІ НОТАТКИ

**Міжвузівський збірник
(за галузями знань «Технічні науки»)**

**Випуск 61
2018**

Луцьк 2018

РЕДАКЦІЙНА РАДА

Пустюльга С.І., декан МБФ, Луцький НТУ, д.т.н, професор; Рудь В.Д., Луцький НТУ, д.т.н., професор; Савчук П.П., ректор, Луцький НТУ, д.т.н., професор; Шваб'юк В.І., Луцький НТУ, д.т.н., професор; Заболотний О.В., декан ТФ, Луцький НТУ, к.т.н., доцент.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Рудь В.Д., д.т.н., професор, Луцький НТУ (відповідальний редактор); Пустюльга С.І., д.т.н., професор, Луцький НТУ (заступник відповідального редактора); Заболотний О.В., к.т.н., доц., Луцький НТУ (заступник відповідального редактора); Савчук П.П., асистент, Луцький НТУ (відповідальний секретар); Бобир М.І., д.т.н., професор, НТУ України "КПІ"; Гевко Б.М., д.т.н., професор, Тернопільський НТУ; Дядюра К.О., д.т.н., професор, Сумський державний університет; Жигуц Ю.Ю., д.т.н., професор, ДВНЗ Ужгородський національний університет; Кіндрачук М.В., д.т.н., професор, Національний Авіаційний університет; Лотиш В.В., к.т.н., доц., Луцький НТУ; Майстренко А.Л., д.т.н., член-кореспондент НАН України, Інститут надтвердих матеріалів; Максимович В.М., д.ф.-м.н., професор, Луцький НТУ; Пальчевський Б.О., д.т.н., професор, Луцький НТУ; Петраков Ю.В., д.т.н., професор, НТУ України "КПІ"; Петровський В.Я., д.т.н., професор, інститут проблем матеріалознавства НАН України; Повстяной О.Ю., к.т.н., доц., Луцький НТУ; Савчук П.П., д.т.н., професор, Луцький НТУ; Струтинський В.Б., д.т.н., професор, НТУ України "КПІ"; Студеняк І.П., д.т.н., професор, ДВНЗ Ужгородський національний університет; Шваб'юк В.І., д.т.н., професор, Луцький НТУ; Штерн М.Б., д.т.н., професор, Інститут проблем матеріалознавства НАН України; Ярошевич М.П., д.т.н., професор, Луцький НТУ; Allison Macmillan, професор, доктор PhD, Гліндворський університет (Уельс, Великобританія); Драган О.В., к.т.н., доцент, Брестський державний технічний університет (Білорусь); Патер Збігнев, д.т.н., професор, Люблінська політехніка (Польща); Геворк Петросян, д.т.н., професор, Вірменський державний університет (Вірменія); Дімітер Ставнев, д.т.н., професор, Технічний університет м. Варні (Болгарія); Дешка Маркова, д.т.н., професор, Технічний університет м. Габрово (Болгарія)

Рекомендовано до друку Вченою радою Луцького національного технічного університету, протокол № 8 від 27.03.2018 р.

Свідоцтво Міністерства юстиції України про державну реєстрацію:

Серія КВ №15901-4373ПР від 13.11.2009 р.

Включено до Переліку наукових фахових видань України наказ МОН України № 528 від 12.02.2015 року та в наукометричну базу РИНЦ.

ISSN: 24-15-39-66

© Луцький національний технічний університет, 2018 р.

ШАНОВНІ ДОПISУВАЧІ, КОЛЕГИ!

Згідно наказу МОН України № 528 від 12.02.2015 р. затверджено Міжвузівський збірник наукових праць «НАУКОВІ НОТАТКИ», що видається Луцьким національним технічним університетом як наукове фахове видання України.

В збірнику публікуються результати теоретичних та експериментальних досліджень, які раніше не висвітлювались в друці. Враховуючи, що збірник є фаховим виданням, в ньому корисно друкувати результати дисертаційних досліджень на здобуття наукового ступеня кандидата та доктора технічних наук за галузями знань "Технічні науки"

Статті друкуються українською, англійською або російською мовами.

Довідки за тел. (0332) 26-25-19 e-mail: [**notatki@ukr.net**](mailto:notatki@ukr.net)

Наша адреса:

43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56

Луцький національний технічний університет,
редакція міжвузівського збірника "Наукові нотатки"

Веб-сайт збірника: [**http: //notatki.com.ua**](http://notatki.com.ua)

З повагою,

*Відповідальний редактор,
професор Луцького НТУ*

В.Д. Рудь

ЗМІСТ

Зміст	4
Андрущак І.Є., Матвійв Ю.Я., Ящук А.А., Марценюк В.П. Особливості технології Grid та інтелектуальної обробки даних Data Mining.....	8
Букетов А.В., Сапронова А.В., Леценко О.В., Голотенко О.С., Василенко А.О. Дослідження процесу структуроутворення композитних матеріалів із різним вмістом вуглецевих нанотрубок методом ІЧ-спектрального аналізу.....	13
Бунке О.С., Саков Р.П., Новіков П.В. Проблеми та передумови вдосконалення автоматизації процесів управління ТЕЦ.....	20
Витрикуш Н.М., Параняк Н.М., Романів А.С., Дацько О.С., Мохняк С.М. Порівняльний аналіз організації цивільного захисту країн Європи.....	26
Гануліч Б.К. Рентгенографічне визначення зони пластичних деформацій при квазікрихкому руйнуванні металу.....	32
Дудніков А.А., Дудніков І.А., Келемеш А.О., Біловод О.І., Дудник В.В., Горбенко О.В. Вплив зміцнення матеріалу деталей машин на їх довговічність.....	36
Євсєєв В.В. Графічне подання концептуальної схеми і основних базових понять опису візуальних елементів програмних продуктів і модулів в рішенні задач автоматизації проектування КІС ТПВ.....	40
Засідко І.Б., Полутренко М.С., Мандрик О.М. Використання осадов стічних вод як структуроутворюючого компонента у виробництві цегли.....	48
Зуєв Д.О., Кропачов А.В., Усов О.Є., Мостовицьков Д.М. Розвиток методів хмарних обчислень в рамках парадигми «Інтернету Всього».....	52
Зурнаджі В.І., Єфременко В.Г., Зайчук Н.П., Гаврилова В.Г., Джеренова А.В. Кінетика атермічного мартенситного перетворення в сталях 60С2ХФА та 55С3Г2ХФМБА.....	60
Іванюк О.В. Шпінелеутворення у вохристих пігментах отриманих з використанням шламу очищення промивних розчинів процесу високоточного різання кремнієвих пластин.....	66
Ісмаїлова Н.П., Трушков Г.В., Олійник Н.В. Моделювання спряжених поверхонь, за допомогою квазігвинтової поверхні контакту, що виключає інтерференцію.....	72
Кишун В.А., Нестеренко Л.В. Методи діагностування дизельних паливних форсунок із п'єзоелектричним приводом.....	77
Кондратюк О.М., Котик Р.М. Особливості проектування гвинтових гофрованих заготовок.....	83
Лебедев В.Г., Фроленкова О.В. Шліфування термобар'єрного покриття з оксиду цирконію стабілізованого оксидом ітрію.....	91
Литвин О.В., Ящук І.Р. Щодо структурно - морфологічного синтезу затискних патронів токарних верстатів.....	97
Литвиненко О.А., Пащенко Б.С. Зносостійкість кераміки для фільтраційних мембран.....	105
Любий Є.В., Левченко О.С., Сиромятнікова М.С. Аналіз ефективності використання міні-кільцевих розв'язок.....	110
Ляшук О.Л., Дячун А.Є., Сокіл М.Б., Клендій В.М., Слободян Л.М. Нелінійні коливання вертикальної вітки завантажувача-змішувача із урахуванням руху вздовж нього зернової суміші.....	118
Ляшук О.Л., Клендій В.М., Третьяков О.Л. Динаміка процесу зміцнення гвинтових робочих органів деформуючими пуансонами.....	127
Мазін С.П., Маренко Г.М., Пархомчук О.П., Страшний І.Л., Франков В.М. Обґрунтування нової конструкції спецмашини для блокування і витіснення натовпу під час масових заворушень в умовах обмеженої території.....	136
Марчук В.І., Марчук І.В. Технологічне керування температурою під час безцентрового шліфування функціональних поверхонь обертання.....	142
Мікуліч О.А., Шваб'юк В.І. Взаємодія слабких ударних хвиль з тунельними порожнинами у ауксетик-середовищах.....	148
Молошній О.М., Сотник М.І. Кавітаційні процеси у підвідному обертовому осьовому пристрої та робочому колесі відцентрового насоса.....	154
Назаров І.О., Назаров О.І., Клец Д.М., Цибульський В.А. Підвищення безпеки використання легкових автомобілів у експлуатаційних умовах.....	162

Неміш В.М., Березька К.М. Напружений стан ізотропного середовища з неканонічними включеннями.....	169
Петраков Ю.В., Шуплецов Д.К., Ткач І.І. Моніторинг точності оброблення контурів на фрезерних верстатах з ЧПК.....	175
Пономарьова Н.В., Приз А.В. Підхід щодо формування зон пріоритетного транспортного обслуговування при доставці вантажів у міжнародному сполученні.....	180
Придальний Б.І., Кузнецов Ю.М. Теоретичні дослідження характеристик електромеханічного привода затиску з асинхронним електродвигуном.....	182
Ратушний О.В. Мультифазна технологія видобутку нафти та насосне обладнання для неї....	190
Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю. Ефективні композиційні антифрикційні матеріали на основі шліфувальних відходів сталі ШХ15СГ для середньоважких умов роботи.....	198
Романюк М.В., Волинець В.І., Собчук Д.С., Бандура І.О. Дослідження похибки методу вимірювання при безперервному контролі омичного опору ізоляції полюсів РМПС відносно землі та окремих присідань.....	204
Рудь В.Д., Повстяна Ю.С., Колядинський М.І., Самчук Л.М., Савюк І.В. Регенерація металокерамічних фільтрів.....	209
Терлецький Т.В., Ткачук А.А., Кайдик О.Л. Вплив фізичних чинників електронних фізіотерапевтичних апаратів на відновлення процесів метаболізму в організмі людини.....	215
Томашевський Р.С. Вибір параметрів планування та підвищення ефективності методу неінвазивного моніторингу крововтрати на основі біоімпедансометрії.....	221
Топорівський Б.П. Аналіз рекомендацій використання web mining для розробки технології добування знань з інформаційної системи організації.....	230
Штефан Є.В., Михайлов А.О., Михайлов О.В., Пащенко Б.С. Чисельне моделювання процесу виробництва порошкових деталей для обладнання харчової промисловості.....	238
Ярема І.Т., Довбиш А.П., Пиндус Т.Б., Радик М.Д. Дослідження трубчастого скребкового конвеєра з просторовою трасою.....	243
Гулієва Н.М. Пористість композитних матеріалів на основі природних мінералів.....	249

CONTENT

Contents	4
Andrushchak I.Ye., Matviiv Yu.Ya., Yashchuk A.A., Marcenuyk V.P. Features of Grid technology and intelligent treatment of Data Mining.....	8
Buketov A.V., Sapronova A.V., Leshchenko O.V., Golotenko O., Vasilenko A. Research of the structuralization process composite materials with various content of carbon nanotubs by Ir-spectra analysis.....	13
Bunke O.S., Novikov P., Sakov R.P. Problems and prerequisites for improving automation of combined heat power plant management processes.....	20
Vytrykush N., Paranyak N., Romaniv A., Datsko O., Mokhniak S. Comparative analysis of the civil protection organization in Europe countries.....	26
Ganulich B.K. Xengraphic determination of plastic deformation zone with a quasic drinking metal.....	32
Dudnikov A., Dudnikov I., Kelemesh A., Bilovod O., Dudnyk V., Gorbenko O. Influence of strengthening of machine parts materials on their durability.....	36
Yevsieiev V. Conceptual scheme and basic concepts graphic representation of software and modules visual elements description in CIS TPP design automation problem solution.....	40
Zasidko I.B., Polutrenko M.S., Mandryk O.M. Usage of sewage sludge as a structure-forming component in the production of bricks.....	48
Zuev D.O., Kropachev A.V., Usov A.Ye., Mostovshchikov D.N. Development of cloud computing methods within the paradigm of "Internet of Everything".....	52
Zurnadzhy V.I., Efremenko V.G., Zaichuk N.P., Gavrilova V.G., Dgherenova A.V. Kinetics of athermal martensitic transformations in steels 60Si2CrVA and 55Si3Mn2CrVMoNbA.....	60
Ivanyuk E.V. Spinele formation in ocher pigments using sludge treatment of washing solutions of the process of high-precise cutting of silicon plates.....	66
Ismailova N., Trushkov G., Oliinyk N. Simulation of conjugate surfaces by a quasi-vista surface of contact, excluding interference.....	72
Kyshchun V., Nesterenko L. Diagnostic methods of diesel fuels spray nozzle with piezoelectric driver.....	77
Kondratyuk O., Kotyk R. Features of designing corrugation screw blank.....	83
Lebedev V.G., Frolenkova O.V. Grinding thermobarier coating from zirconium oxidum stabilized by yttrium oxide.....	91
Litvin O., Yashchuk I. Construction of structurally - morphological synthesis of clamping cartridges of turning machines.....	97
Litvinenko A., Pachshenko B. Ceramic resistance of the filtering membranes.....	105
Liubyi E.V., Levchenko O.S., Syromyatnikova M.S. Analysis of the efficiency of the use of mini-roundabout.....	110
Lyashuk O., Dyachun A., Sokil M., Klendii V., Slobodyan L. Nonlinear oscillations of a loader-mixer vertical branch with consideration of multiple movement of grain mixture.....	118
Lyashuk O., Klendii V., Tretyakov O. The dynamics process strengthening screw working bodies of deforming poisson.....	127
Mazin S.P., Marenko G.M., Parkhomthuk O.P., Strashnyi I.L., Frankov V.M. New design of the special vehicle for blocking and relocation crowds during protests on a limited territory.....	136
Marchuk V.I., Marchuk I.V. Technological control of temperature under the successful silication of functional surfaces.....	142
Mikulich O.A., Shvabyuk V.I. Interaction of weak shock waves with tunnel cavities in auxetic media.....	148
Moloshnyi O., Sotnyk M. Cavitation processes in rotating axial inlet device and impeller of centrifugal pump.....	154
Nazarov I.A., Nazarov A.I., Klets D.M., Tsybulsky V.A. Improving the safety of use of pass vehicles in operating conditions.....	162
Nemish V.M., Berezka K. Stressed state of an isotropic medium with a non-canonical inclusions.....	169
Petrakov Y., Shuplietsov D., Tkach I. Monitoring of accuracy of processing of contours on CNC milling machines.....	175

Ponomareva N.V., Priz A.V. Approach to forming the zones of priority transport service for delivery of goods in international message.....	180
Prydalnyi B.I., Kuznetsov Y.M. Theoretical research of characteristics the electromechanical actuator of clamping mechanism which based on asynchronous motor.....	182
Ratushnyi A. Multiphase technology of oil production and pumping equipment.....	190
Roik T.A., Vitsiuk Iu.Iu. Effective composite antifriction materials based on steel ShKh15SG grinding waste for medium-heavy operating conditions.....	198
Romanyuk M., Volynets V., Sobchuk D., Bandura I. Investigation of the effect of measurement method for the continuous control of oils incorporation of polyus isolation in detected distribution networks related to earth and specific connections.....	204
Rud V., Povstiana Yu., Kolyadinsky M., Samchuk L., Saviuk I. Regeneration of metal-ceramic filters.....	209
Terletskyi T., Tkachuk A., Kaidyk O. The influence physical parameters of electronic physiotherapeutic apparatuses on the restoration of metabolic processes in the human body.....	215
Tomashevskyi R.S. Selection of parameters of the planning and improvement of the efficiency of the method for noninvasive monitoring of blood loss on the basis of bioimpedanceometry.....	221
Toporivskyi B.P. Analysis of recommendations of applying web mining for developing technology to mine knowledge from the organizational information system.....	230
Shtefan E., Mikhailov A., Mikhailov O., Pashchenko B. Numerical modeling of powdered machine parts manufacturing for food industry equipment.....	238
Yarema I., Dovbysh A., Pyndus T., Radyk M. Research of continuous-flow conveyer with spatial lay of line.....	243
Huliieva N.M. Purity of composite materials based on natural minerals.....	249

УДК 621.762:664.002

E. Shtefan¹, A. Mikhailov¹, O. Mikhailov², B. Pashchenko¹¹National University of Food Technologies²Frantsevitch Institute for Problems of Materials Science of NASU

NUMERICAL MODELING OF POWDERED MACHINE PARTS MANUFACTURING FOR FOOD INDUSTRY EQUIPMENT

The powder forming process of stamping powder machine parts for food industry machines and devices is consider. The computer simulation method for such products design is proposed. The blank shape changing during deformation as well as the density and equivalent plastic deformations distributions are determinate.

The analysis of stamping blanks of two types there is conducted. It is shown that the presence of material radial flow leads to accumulated plastic deformations increasing level and as a result, it allows obtaining products with increased exploitation characteristics.

Keywords: numerical modeling, powdered machine parts, the mathematical model

Є.В. Штефан, А.О. Михайлов, О.В. Михайлов, Б.С. Пашенко

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПОРОШКОВИХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Методом комп'ютерного моделювання імітується процес штампування порошкових деталей, що застосовуються в машинах і апаратах харчової промисловості. Визначено зміну форми заготовки в процесі деформування, а також розподіл щільності і еквівалентних пластичних деформацій по її об'єму. Проведено аналіз штампування заготовок двох типів. Показано, що наявність радіальної течії призводить до підвищення рівня накопичених пластичних деформацій матеріалу і, в результаті, дозволяє отримувати вироби з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

Ключові слова: чисельне моделювання, порошкові деталі машин, математична модель

Е.В. Штефан, А.О. Михайлов, О.В. Михайлов, Б.С. Пашенко

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Методом компьютерного моделирования имитируется процесс штамповки порошковых деталей, применяемых в машинах и аппаратах пищевой промышленности. Определено изменение формы заготовки в процессе деформирования, а также распределение плотности и эквивалентных пластических деформаций по ее объему. Проведен анализ штамповки заготовок двух типов. Показано, что наличие радиального течения приводит к повышению уровня накопленных пластических деформаций материала и, в результате, позволяет получать изделия с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: численное моделирование, порошковые детали машин, математическая модель

Introduction. Formulation of the problem. Ensuring of high-tech equipment working possibility for the food industry (diffusion equipment, transport systems, extruders, etc.) substantially depends on the availability of sufficient spare parts [1]. To such details it is possible to carry bronze loose leaves of internal supports and external bearings of standard and repair sizes, bronze labyrinth seals of internal supports and etc. (Fig.1 a, b).



a



b

Fig. 1. Bronze inserts (a) and seals (b)

Therefore, there is an important problem high exploitation resource-saving technologies design for a wide range of products manufacturing with specified technical requirements.

At present days, one of the perspective methods products manufacturing is the powder stamping blank. The porosity presence is the main characteristic feature of such products. At the same time, one of the rational variants for the blank selection is expedient to consider sintered powder specimen. Such specimen can be able to with-stand tensile stresses. Therefore, they can be processed with more complex deformation schemes using, for example – in unclosed volumes. The using of such processing schemes makes it possible to realize maximum shear deformations, which in order a practically non-porous material obtaining with high operational properties [2].

The other finite parameters of material products also depend on the deformation scheme such as microstructure, ductility and toughness. The shear deformations presence leads to the material properties improvement. This is due to the minimum porosity, favorable orientation of metallic grains, non-metallic inclusions and pores, the texture appearance. We have the variant without texture forming – postpressing scheme (without significant material flow).

The effective deformation schemes design and optimal technological powder specimen parameters determination is possible on the base of preliminary computer modeling.

The mathematical model construction of porous specimen pressing process. We are considering the porous material as a two-phase dispersed system with a gas dispersion medium. This leads to the assumption that the relative motion of these phases is absent. For such environments it is expedient to use the assumption that the separation between phases is neglected by averaging the characteristics of the disperse medium (density, velocity, stress) [2].

Thus, upon the averaging technology, the safely motion amount equation for disperse material takes the form [3]:

$$\rho \frac{du}{dt} + \text{grad}(pu \cdot u) - \text{grad}\sigma - pg = 0 \quad (1)$$

where ρ is the average density of the mixture; σ – stress tensor in the mixture; u – displacements vector of mixture points; g – gravitation acceleration vector.

The constitutive relations formulating that connect the stress on a material and deformation parameters at the, we assume that the deformation rate is represented as:

$$\varepsilon_{ik} = \varepsilon_{ik}^e + \varepsilon_{ik}^i \quad (2)$$

where $\varepsilon_{ik}^e, \varepsilon_{ik}^i$ respectively, the elastic and inelastic parts of the strain rate tensor.

The elastic component in equation (2) is presented in the form of Hooke's law:

$$\varepsilon_{ik}^e = \frac{1+\nu}{E} (\sigma_{ik}^e + \frac{\nu}{1+\nu} \sigma_{ik} \delta_{ik}) \quad (3)$$

where E is the Young modulus, ν – the Poisson coefficient, δ_{ik} – the Kronecker delta.

The inelastic component is represented as [3]:

$$\varepsilon_{ik}^i = \mu(\Phi) \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma_{ik}} \quad (4)$$

The isotropic disperses material of deformation masses transition from the reverse to the irreversible states can be represented by potential Φ [4]:

$$F = \frac{(p - p_0)^2}{\psi} + \frac{\tau^2}{\varphi} - \tau_s^2 = 0 \quad (5)$$

where p_0 is the spherical component of the stress tensor at which the volume does not change. The semiaxis size of the ellipsoidal contour is assumed:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \psi = \psi_1 & \text{at } p \leq p_0 \\ \psi = \psi_2 & p \geq p_0 \end{array} \right. \quad (6)$$

The material functions values, φ , ψ and p_0 are determinate by [4, 5]:

$$\varphi = \frac{1}{(1+m)^2} \cdot (1-\theta)^3 \cdot (1-|2 \cdot a - 1|)^2 \quad (7)$$

$$\psi_1 = \frac{8}{3} \cdot \frac{(1-\theta)^4}{\theta} \cdot \frac{(1-a)^2}{(1+m)^2} \quad (8)$$

$$\psi_2 = \frac{8}{3} \cdot \frac{(1-\theta)^4}{\theta} \cdot \frac{a^2}{(1+m)^2} \quad (9)$$

$$p_0 = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \tau_s \cdot \frac{(1-\theta)^2}{\sqrt{\theta}} \cdot \left(\frac{1-m-2 \cdot a}{1+m} \right) \quad (10)$$

where, besides, the porosity θ and the material solid phase yield point stress τ_s , $0 \leq a \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$. Parameter a characterizes the fragility of the porous material particles, m is the quality of the contacts between the particles. The loading surface contour is shown at Fig. 2.

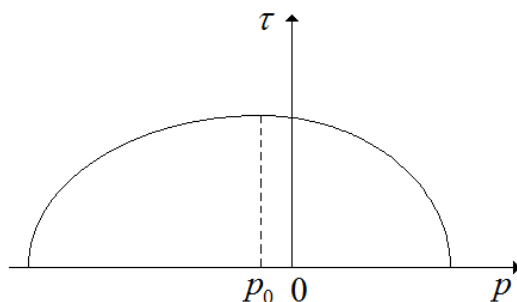


Fig. 2. The loading surface contour

Calculation scheme and simulation results. Let's consider two schemes the annular shape product stamping (Fig. 3).

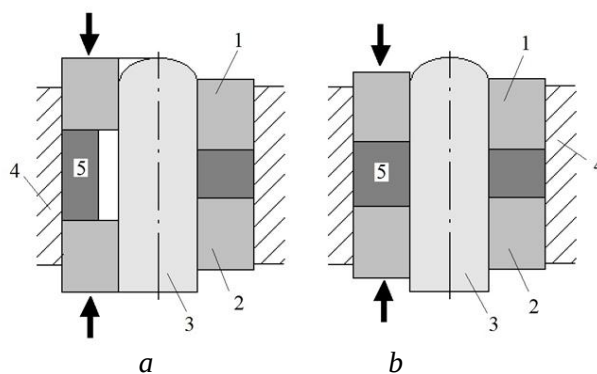


Fig. 3. Stamping schemes: **a** - with radial flow to the center; **b** - second compaction: 1 - upper punch, 2 - lower punch, 3 - mandrel, 4 - matrix, 5 - powder blank

The first example is corresponded to the case when a blank inner diameter is larger than the diameter of the mandrel (Fig. 3a). In this case, there is the possibility of material flow in radial direction

to the center. In the second case (Fig. 3b), the blank inner diameter is equal to the mandrel diameter (postpressing scheme). The masses of both blanks are equal, their initial porosity is 0.2. The upper and lower punches move towards each other at the same speed. The friction coefficient between the blank and the tool was assumed to be 0.15.

The results of computer simulation are shown in Fig. 4-6. By virtue of symmetry, the right half of the axial section of the stamped blank is considered.

At the initial stage deformation of the first type blank takes place a radial material flow to the center. Its internal surface, as a result of friction, acquires a convex ("barrel-like") shape. The porosity (Fig. 4, a) and equivalent plastic deformation distribution (Fig. 5, a) are unevenly across the blank section. The smallest porosity and the largest equivalent deformation takes place in the area of the blank ends near its inner surface, as well as in the center. Correspondingly, the max porosity and the min equivalent deformation are in the area of the blank convex inner surface, near the central part of its ends and near the matrix in the middle part of the blank height.

For the second forming scheme (postpressing) there is no material radial flow. The porosity (Fig. 4, b) and the equivalent deformation distributions are presented at Fig. 5, b. They are also unevenly distributed, but the nature of this distribution is different. The smallest porosity and the largest equivalent strain are at the blank ends in the contact blank areas with the matrix and the mandrel. The max porosity and the min equivalent deformation are also in the areas of blank contact with the matrix and the mandrel in the middle part of the blank height, which is due to the influence of friction.

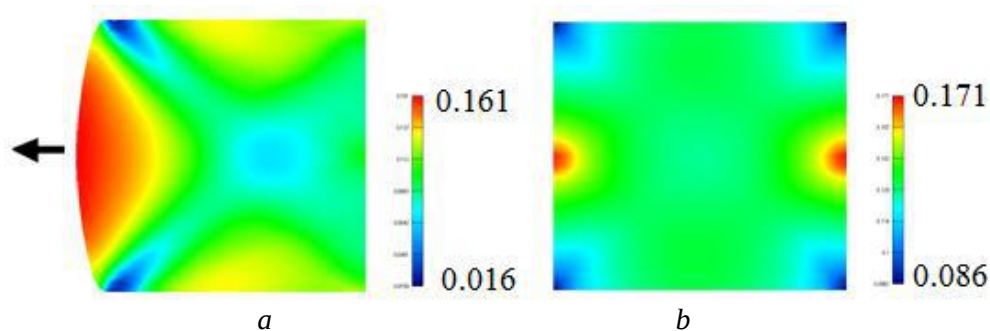


Fig. 4. Porosity distribution: a – forming with a mandrel radial flow to the center; b – postpressing compaction

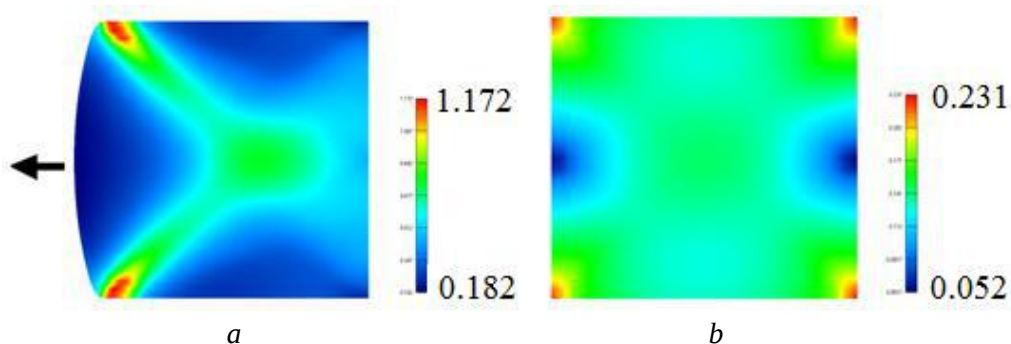


Fig. 5. Equivalent plastic deformation distribution: a – forming with a material radial flow to the center; b – postpressing compaction

At the final forming stage the internal surface of the first type blank resorts against the mandrel. In this way further compressing takes place according to the postpressing scheme. The porosity at the final forming stage is near 0.01 and its difference across the blank section is insignificant. The porosity distribution for the second type blank deformation is analogous.

At the same time, it should be noted the difference in the equivalent plastic deformation level distribution (Fig. 6).

The equivalent plastic deformation value is much higher for the first blank type when the material radial flow takes place. These fact can leads to the high exploitation products properties obtaining.

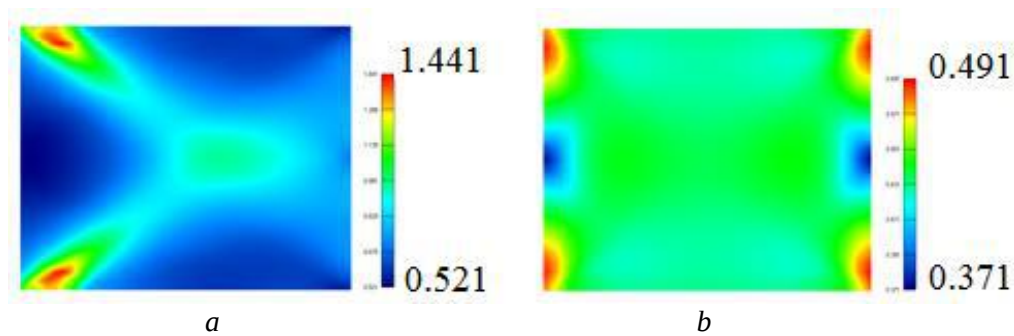


Fig. 6. The equivalent plastic deformation distribution: a – forming with a material radial flow to the center; b – postpressing compaction

Conclusions.

For the annual shape product examples of powder metallurgy process the computer modeling possibility is shown. The process sintered powder blanks stamping is considered. Computer modeling allows determining the blank shape changing and the density, stresses and deformations distribution.

Analysis of modeling stamping results for the two types blanks showed that the of material radial flow leads to an increase of accumulated plastic deformations level and, as a result, it allows obtaining products with high exploitation characteristics.

References

1. Shtefan E. Development of information technologies for the design of machinery and equipment for food production / E. Shtefan. – Odessa: ONAFT, 2006. – vol. 28. – p. 2. – P. 222-223. – (Sci. Works. of ONAFT).
2. Shtefan E. Mathematical Simulation of the Organic Disperse Material Mechanical Manufacturing / E. Shtefan, D. Rindyuk, S. Kadomsky // Eastern-European journal of enterprise technologies, 2014. – vol. 2. – № 12(68). – P. 55-61.
3. Mikhailov O. Numerical simulation of powder materials extrusion / O. Mikhailov, G. Serdyuk, T. Yepifantseva, E. Shtefan // Powder Metallurgy Congress and Exhibition, 2005. – vol. 3. – P. 427-431.
4. Shtern M. Modified models of deformation of powder materials which based on plastic and hard-deformable powders / M. Shtern, O. Mikhailov // Kyiv: KPI, 2011. – vol. 62, P. 13-19. – (Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". Series "Machine Building").
5. Rozenberg, O. Modelling of process of surface strengthening porous tubes by multiple broaching / O. Rozenberg, O. Mikhailov, M. Shtern // Scientific a note: the interuniversity collection – Lutsk, 2011. – V. 31. – P. 306-313. – («Engineering mechanics»).

Стаття надійшла до редакції 15.03.2018