

ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ПРО ДЕФОРМУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЗАГОТОВКИ В УМОВАХ ВІСЕСИМЕТРИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Засовенко А.В. доцент, Штефан Т.О.

Запорізький національний технічний університет

Кольорові метали та їх сплави, використовувані в промисловості, піддаються куванню або штампуванню, як в холодному, так і в гарячому стані. На переходах ковки осадку застосовують найчастіше як спосіб досягнення необхідного укову. При гарячому штампуванні осадку використовують на попередніх переходах для збиття окалини та наближення форми заготовки до конфігурації поковки, при цьому, в залежності від складності поковки, осадку можуть суміщати з елементами формовки, видавлювання, прошивки, що вимагає деякого ускладнення штампового інструменту.

Інженерні розрахунки процесів опаді пов'язані з визначенням необхідного зусилля операції і кінцевої форми осаджені заготовки. Встановлення залежностей між геометричними та механічними властивостями конструкцій при заданих навантаженнях та їх міцністю є актуальною інженерною задачею.

Циліндр, який знаходиться у вісесиметричному напруженому стані, можна розглядати як один з шарів циліндричної конструкції. Функція напружень відшукується у вигляді тригонометричного ряду, що дає можливість задовольнити умови на бічній поверхні циліндру В якості критерію міцності застосовується гіпотеза Мізеса.

В роботі розглянуто круговий циліндр, який знаходиться в умовах вісесиметричної деформації. Знайдено коефіцієнти розкладу бігармонічної функції Ері $\phi(r, z) = \cos(kz)[b_k I_0(kr) + c_k k r I_1(kr)]$ в тригонометричні ряди із застосуванням функцій Бесселя нульового та першого порядків [1]. Умови на границі області та метод розв'язку поставленої задачі докладно описано в [2].

Всі компоненти тензора напружень записані в явному вигляді [2]:

$$\sigma_r(r, z) = 1/r \sin(z) [r(c_1(1-2\nu) + b_1)I_0(r) + (c_1 r^2 - b_1)I_1(r)],$$

$$\sigma_\theta(r, z) = 1/r \sin(z) [r c_1(1-2\nu)I_0(r) + b_1 I_1(r)],$$

$$\sigma_z(r, z) = -\sin(z) [(2c_1(2-\nu) + b_1)I_0(r) + c_1 r I_1(r)],$$

$$\tau_{rz}(r, z) = -\sin(z) [(2c_1(1-\nu) + b_1)I_0(r) + c_1 r I_1(r)].$$

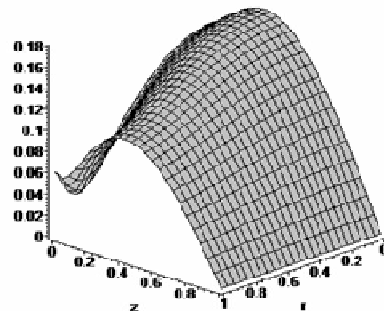
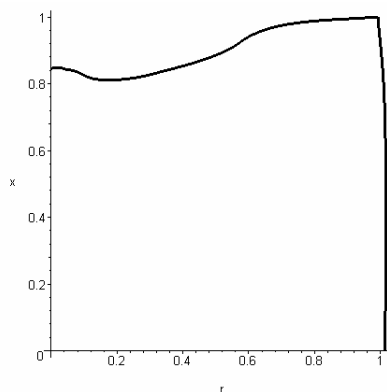


Рисунок 1 – Крайне положення основи

Рисунок 2 – Функція потенціальної енергії

Адекватність побудованої математичної моделі перевірено МСЕ в програмному середовищі МАХІМА.

Крайне положення нижньої основи деформованого циліндра представлено на Рисунку 1, графік функції потенціальної енергії при значеннях параметрів $R = 1$, $\mu = 0.4$, $c_1 = 1$ зображено на рисунку 2.

Література

1. Тимошенко С.П. Курс теории упругости/С.П. Тимошенко. – Киев: Наукова думка, 1972.-508 с.
2. Shtefan T. Numerical and Analytical Solution of the Problem on Deformation of the Circular Cylinder Using the Bessel Functions / T. Shtefan, A. Zasovenko // Вісник ТНТУ. – Тернопіль. – 2018.-№2 (90). – С.76-83.

Міністерство освіти і науки
Національна металургійна академія України
Дніпровський державний технічний університет
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
Криворізький національний університет
Харківський національний університет радіоелектроніки
Херсонський національний технічний університет
Чорноморський державний університет імені П. Могили
Aalto University (Університет Аалто, Фінляндія)
Akademia Górniczo-Hutnicza, (Краківська гірничо-металургійна
академія ім. С. Сташіца, Польща)
Politechnika Rzeszowska (Жешівський технологічний університет, Польща)
Silesian University of Technology (Сілезький технічний університет, Польща)
Tallinn University of Technology (Талліннський технологічний університет, Естонія)



МАТЕРИАЛЫ
Международной научно-технической конференции
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
МЕТАЛЛУРГИИ И МАШИНОСТРОЕНИИ

МАТЕРІАЛИ
Міжнародної науково-технічної конференції
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В
МЕТАЛУРГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

MATERIALS
of Scientific and Technical International Conference
INFORMATION TECHNOLOGY IN
METALLURGY AND MACHINE BUILDING

26 – 28 березня 2019 року

м. Дніпро

Друкується за рішенням вченої ради Національної металургійної академії України
від 28.01.2019 р., № 1.

Редакційна колегія:

Голова:

Величко О.Г. – член-кореспондент НАНУ, д.т.н., професор, ректор НМетАУ (Дніпро, Україна)

Заступник голови:

Михальов О.І. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Члени оргкомітету:

Гасик М.І. – д.т.н., професор, академік НАН України (Дніпро, Україна)

Камкіна Л.В. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Петренко О.М. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Власова Т.Є. – к.т.н., ст. науковий співробітник (Дніпро, Україна)

Губинський М.В. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Програмний комітет:

Алпатов А.П. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Архипов О.Є. – д.т.н., професор (Київ, Україна)

Бахрушин В.Є. – д.ф.-м.н., професор (Запоріжжя, Україна)

Бодянский Є.В. – д.т.н., професор (Харків, Україна)

Гасик М.М. – д.т.н., професор (Гельсінкі, Фінляндія)

Гнатушенко В.В. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Гожий О.П. – д.т.н., професор (Миколаїв, Україна)

Зеленцов Д.Г. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Зубов Д.А. – д.т.н., доцент (Охрид, Республіка Македонія)

Корсун В.І. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Кулін А.І. – д.т.н., професор (Кривий Ріг, Україна)

Малайчук В.П. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Петленков Э. – к.т.н. (Таллінн, Естонія)

Рудакова Г.В. – д.т.н., професор (Херсон, Україна)

Светличний Д.С. – д.т.н., професор (Краків, Польща)

Сетлак Г. – д.т.н., професор (Жешів, Польща)

Скалозуб В.В. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Сладковський О.В. – д.т.н., професор (Сілезія, Польща)

Тогибицька Д.М. – д.т.н., професор (Дніпро, Україна)

Секретар оргкомітету: Селівьорстова Т.В. – к.т.н., доцент (Дніпро, Україна)

Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2019: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 26 – 28 березня 2019 р.) / Міністерство освіти і науки України, Національна металургійна академія України, Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна та ін. – Дніпро: НМетАУ, 2019. – 169 с.

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні – ІТММ'2019». В доповідях розглянуті питання системного аналізу і синтезу процесів у металургії та машинобудуванні; інформаційних технологій в процесах одержання матеріалів із заданими властивостями; математичного моделювання складних систем; інформаційного та програмного забезпечення процесів проектування; інтелектуальних інформаційно-управляючих систем; прогресивних інформаційних технологій та організації сучасного виробництва; інформаційно-ресурсного забезпечення дистанційної освіти на засадах компетентнісного підходу; інноваційних технологій підвищення якості навчального процесу та питань доброчесності.

Зміст

Секція 1

Системний аналіз і синтез процесів у металургії та машинобудуванні

Borodii Y.P.

Improvement of methods of determination and comparison of tribological properties of different materials 4

Гришин В.С., Абрамов С.О.

Моделювання текстуровання поверхонь колекторних пластин..... 5

Дмитрієв Д.Т., Зайцев В.Г.

До дослідження синтезу керування системи Генесио-Тесі 6

Долгов М.А., Заїчко К.В.

Обґрунтування вибору технологічного процесу азотування зубчастих коліс на основі методів прийняття рішень 7

Зайцев В.Г., Сірик С.Ф., Науменко Д.В.

Деякі проблеми реалізації в задачах синтезу з інтегральною адаптацією 8

Камкін В.Ю., Безшкурєнко О.Г.

Аналіз впливу шлаку на процеси при виплавці електросталі 9

Kapitonov O.G.

The computer system for coulometric experiments. The adsorption measurements unit.10

Кобрін Ю.Г., Кононов Д.О., Васильченко Т.О., Горобець І.В.

Визначення енергії руйнування дробимого матеріалу пекового коксу..... 11

Копей Б.В., Стефанишин А.Б.

Ремонт насосних штанг після експлуатації..... 12

Молчанов Л.С., Чернятевич А.Г., Вакульчук В.В., Чубіна О.А.

Економічна оцінка впливу конструкції верхніх кисневих фурм на собівартість киснево-конвертерної сталі..... 13

Мяновська Я.В., Камкіна Л.В., Мішалкін А.П., Анкудінов Р.В.

Синтез процесів спікання марганцевих концентратів для забезпечення міцності та структури агломерату 14

Полевой О. Б., Редчиц Д.А., Скосярь В.Ю.,

Тарасов С.В., Бурылов С.В., Хачапуридзе Н.М.

Транспортная система HYPERLOOP – проблемы и перспективы 15

Семыкин С.И., Голуб Т.С., Дудченко С.А., Вакульчук В.В.

Высокотемпературные исследования особенностей влияния низковольтного потенциала на поведение шлако-металлической ванны при продувке сверху..... 16

Семыкин С.И., Голуб Т.С., Прокопенко П.Г.

Стендовое исследование особенностей электрофизической активизации газового кислородсодержащего потока..... 17

Синицин Я.С., Колбін М.О., Бабенко О.В. Організація ресурсозберігаючих процесів позапічної обробки шляхом залучення техногенних відходів	18
Тимошенко С.Н., Губинский М.В. Энергоэффективные решения диаметра распада электродов дуговой сталеплавильной печи	19
Тубольцев Л.Г. Стан та перспективи розвитку металургії України з позицій системного аналізу	20
Fedorov S., Hubynskiy M., Sybir A., Hubynskiy S., Foris S. Ukraine's graphite perspectives in LI-ION battery supply chains	21
Безуб В.М. Уніфіковане обчислення ентропії суміші класів хаотизованих часток	22

Секція 2

Інформаційні технології в процесах одержання матеріалів із заданими властивостями

Астахов Д.С. Статистичне розпізнавання коротких вибірок вимірів у задачах моніторингу й технічної діагностики	24
Бобырь С.В., Левченко Г.В., Борисенко А.Ю., Лошкарев Д.В. Моделирование фазовых превращений аустенита в легированных сталях 20ХН4ФА И 25Х2М1Ф	25
Быткин С.В., Критская Т.В. Радиационная чувствительность планарных прп структур, изготовленных на изовалентно легированном германием кремнии (nSiGe).....	26
Гладких В.А., Пройдак Ю.С., Михалев А.И., Рубан А.В., Дедов Ю.Б. Коновал Н.В. Разработка алгоритма стоимостной оптимизации состава шихты для производства марганцевого агломерата	27
Горбенко В.І. Комп'ютерне моделювання наноутворень ZnO та їх оптичного поглинання	28
Денисенко А.И., Цоцко В.И. Физические аналогии в области инъекционного синтеза композитных материалов.....	29
Дмитрієв Д.О., Рудакова Г.В., Русанов С.А., Федорчук Д.Д. Моделювання і керування просторовими системами приводів для технологічних задач у машинобудуванні.....	30
Іванова Л.Х., Калашнікова А.Ю., Білий О.П. Системний підхід до виготовлення корпусу насосу з високохромистого чавуну ..	31
Мацуї А.М., Кондратець В.О., Абашина А.А. Прогресивні інформаційні технології та організація сучасного виробництва молотильних куль і залізорудного концентрату	32

Nadtochij A.A., Velikonskaya N.M., Karyagin E. Mathematical models for forecasting of activity of components of the oxidic systems equivalent to phosphatic ores	33
Парусов Е.В., Парусов О.В., Чуйко І.М. Спосіб оперативного визначення маси або товщини шару окаліни на поверхні бунтового прокату	34
Петров А.Ф., Головкин Л.А., Греков С.В., Ходотова Н.Е. Прогнозирование физических и теплофизических свойств ферросплавов стандартных марок системы Fe-Al	35
Селівьорстова Т.В., Селівьорстов В.Ю. Перспективи розробки технологічних процесів газодинамічного впливу на розплав в ливарній формі	36
Тогобицька Д.М., Белькова А. І., Степаненко Д.О., Ліхачов Ю.М., Снігура І.Р. Бази даних про властивості матеріалів - інформаційна основа моделювання металургійних систем і процесів	37
Тогобицька Д.М., Степаненко Д.О., Цюпа Н.О., Скачко О.С. Критерій оцінки структури шлакових розплавів на основі результатів дослідження взаємозв'язку їх в'язкості та електропровідності	38
Tsotsko V.I., Denisenko O.I. Simulation of crystallization of cast products in the area of cylindrical holes	39

Секція 3

Математичне моделювання складних систем

Акімов Л.В., Ніколенко А.В., Стюпкін В.В., Нікітін Є.С. Синтез регуляторів методом поліноміальних рівнянь	41
Амуров А.В., Бразалук Ю.В., Евдокимов Д.В. Численное моделирование эволюции удлиненных вихревых структур	42
Безуб В.М., Комп'ютерне моделювання освітленості 3D віртуальних сцен в реальному режимі часу	43
Бойко Л.Т., Конончук А.А. Встановлення аналітичної залежності між вхідними та вихідними даними в моделі «чорна скриня»	44
Бразалук Ю.В., Губин А.И., Дидинская Е.О., Евдокимов Д.В. Математическое и численное моделирование гидродинамических эффектов фазовых переходов при пузырьковом кипении	45
Бразалук Ю.В., Дерий В.С., Евдокимов Д.В. Математические модели загрязнения грунтов и грунтовых вод	46
Гордієнко В.О., Білозьоров В.Є. Нова 4D хаотична фінансова система з зовнішнім збуренням	47
Горобец Д.В. Определение начальных условий рабочего процесса механической системы	48

Гришин О.М., Надточий А.А., Щеглова І.С. Моделювання взаємодій компонентів системи Fe-Cr-O-C для визначення показників відновлення при одержанні лігатур	49
Гришин А.М., Надточий А.А. Физико-химическое моделирование комплексного восстановления Cr ₂ FeO ₄ C участием метана	50
Дмитрієв В.І. Моделювання характеристик автоматичної системи на інтервалі експлуатації	51
Дмитрієва І.С. Порівняльна оцінка за показниками надійності роботи дуплексної структури контролерів	52
Долгих А.О., Байбуз О.Г. Розробка програмного забезпечення ідентифікації викидів часового ряду	53
Журба А.О. Емпіричний аналіз та дослідження ефективності алгоритмів пошуку найкоротших шляхів на графах	54
Засовенко А.В., Штефан Т.О. Чисельно-аналітичний розв'язок задачі про деформування циліндричної заготовки в умовах вісесиметричної деформації	55
Захаров А.А., Зейналов В.А., Кажан В.Е. Полумарковская статистическая модель оценки показателей технического состояния электромеханической системы	56
Захаров А.А., Селиверстова Т.В. Анализ методов решения оптимизационных задач о многомерном раскрое	57
Зинченко А.В. К вопросу эффективной реализации решателей вычислительной гидрогазодинамики на процессорах с ARM®-архитектурой	58
Кацай М.С., Белозёров В.Е. Математический расчет глубины проникновения лекарственных препаратов в твердые опухоли	59
Класен С.В., Белозеров В.Е. Построение модели роста опухоли с учетом реакции иммунной системы	60
Кошель Є.В., Білозьоров В.Є. Придушення хаосу у конвекції у пористих середовищах під впливом мультиспектральної гравітаційної модуляції	61
Krasnikov K.S. Mathematical modeling of melt dynamics in tundish during ladle emptying	62
Лабуткина Т.В., Саенко И.А. Имитационная модель сети связи кластерного типа с техникой коммутации пакетов	63
Міщенко В.Ю. Моделювання процесу утворення розплаву при одержанні феросплавів у руднотермічній печі	64