РЕЗЮМЕТА НА ТРУДОВЕТЕ
след защита на докторска дисертация (по тематични области)

на гл. ас. д-р инж. Мариана Димитрова Ичкова

за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“
в област на висше образование 5. Технически науки,
професионално направление 5.6. Материали и материалознание,
специалност „Материалознание и технология
на машиностроителните материали“

I. Подобряване на повърхностните свойства и експлоатационно поведение на метални компоненти, посредством повърхностна пластична деформация (ППД)

Научни трудове: **В.4.1 - В.4.13, Г.8.6, Г.8.14, Г.8.15, Г.8.17, Г.8.18, Г.8.19, Г.8.20, Г.8.21**

С помощта на диференциално-морфологичния метод е създадена интегрирана класификация на статичните методи и е очертана областта на приложение на повърхностната пластична деформация (ППД), с контакт триене при плъзгане (Slide Burnishing - SB). Предложената морфологична матрица, която може да бъде разширена и допълнена, съдържа съществуващи методи за SB, както и комбинации от елементи и взаимодействия, които могат да бъдат използвани за синтезиране на нови методи и инструменти. Направен е обзор на научните изследвания, свързани с SB и е извършен анализ на публикуваните изследвания по различни критерии, като са направени графични визуализации на статистическите резултати.

Изследвано е прилагането на SB със сферично завършващ деформиращ диамант върху различни материали (нелегирани (C45) и легирани стомани (41Cr4, 42CrMo4, AISI 304), цветни сплави (CuZn39Pb3)) чрез различни комбинации от основни определящи параметри на процеса. Изследва се и влиянието на материала на инструмента, като диамантът е заменен от специализираната твърда сплав Ferro-Tic Grade C.

Установено е влиянието на технологичните параметри на процеса върху температурното поле, остатъчните напрежения, осовата сила, границата на умора, микроструктурата, характеристиките на получената грапавост и повърхностната микротвърдост.

Проведени са планирани експерименти, като управляващи фактори са някои основни технологични параметри на процеса: сила на притискане, подаване, скорост и др. Извършен е регресионен анализ на експерименталните резултати и е получен модел за прогнозиране на границата на умора.

Реализирани са напълно свързани симулации с крайни елементи (КЕ) с термомеханично въздействие. Адекватността на КЕ модели е доказана чрез сравнение на резултатите от КЕ анализ за остатъчните напрежения с рентгенови дифракционни измервания на паралелно проведени натурни експерименти.

Установено е влиянието на SB върху параметрите на грапавост – Ra, Rsk и Rku. За постигане на целта са използвани планирани експерименти, дисперсионен и регресионен анализи.

Изследва се влиянието на технологичната наследственост върху окончателния комплекс с характеристики на обработената повърхнина, известен още като Surface Integrity (SI). Установява се, че последователното изменение на SI по технологичната верига, е в пряка връзка с хронологично предшестващите технологични процеси. Износването на инструмента във всеки етап на технологична обработка води до изменение на термомеханичния контакт в зоната на обработка, а от това следва и изменение в окончателно формиране на комплексните характеристики на SI.

Диамантното заглаждане въвежда двуфазна микроструктура (аустенит и деформационно индуциран мартензит) в повърхностния слой на материала. Измерванията на остатъчни напрежения в двуфазната структура на повърхностния слой след ППД, използващи рентгенова дифракция поотделно за двете фази, водят до различни резултати поради различните еластични константи. За да се реши този проблем, е въведена концепцията за ефективно повърхностно остатъчно напрежение, като сума от измерените остатъчни напрежения за двете фази, умножена по съответните тегловни коефициенти, съответстващи на процентното съдържание на двете фази. По този начин нехомогенната повърхност (съгласно критерия за фазов състав) е хомогенизирана и ефективното напрежение е интегрална характеристика на тази хомогенизирана повърхност.

II. Технологични методи за повишаване на уморната дълготрайност на конструктивни елементи със скрепителни отвори

Научни трудове**: Г.8.2, Г.8.3, Г.8.4, Г.8.5, Г.8.10, Г.8.13, Г.8.16**

Разработени са КЕ модели на различни методи за ППД – Сферично дорноване на отвор с наличие на пукнатина, методът StressWave, конвенционално студено разширение (СР) чрез цилиндричен дорн на кръгли и некръгли отвори, като е изследвано влиянието на различни геометрични параметри на инструментите върху полученото поле с остатъчни натискови напрежения и необходимата осова сила.

Изследван е подход за повишаване на уморната дълготрайност на стоманени конструкционни елементи с некръгли отвори, съдържащи закръгления. Подходът се базира върху конвенционално СР на предварително пробити отвори в местата със закръгления. Анализирано е разпределението на полезните остатъчни окръжни нормални напрежения след СР и преразпределението им след формиране на контура на некръглия отвор в качествен и количествен аспект. За тази цел са разработени 3D КЕ модели за симулиране на еднопосочно и разнопосочно СР на отворите и последващо изрязване на некръглия отвор. Получените резултати от КЕ анализ за остатъчните напрежения, са сравнени със стойности от натурни експерименти, получени чрез X-гау Diffraction анализ.

На основата на резултати, получени от планиран екстеримент, са изведени регресионни модели за степента на уякчаването около отвори, подложени на довършващо обработване чрез „Сферично дорноване”. За целта е измерена микротвърдостта при различни стегнатости в заготовки от три вида цветни сплави.

III. Експериментално и симулационно изследване на механичните характеристики и поведение на метали и сплави

Научни трудове: **Г.8.1, Г.8.7, Г.8.8, Г.8.9, Г.8.11, Г.8.12**

За числено изследване и оптимизиране на процеса на СР на отвори, е необходимо да се установи подходящ конститутивен модел на материала. Въз основа на полуцикличен едномерен експеримент на опън, са получени конститутивни модели с

изотропно, линейно кинематично и нелинейно кинематично уякчаване в условия на 2D и 3D напрегнато състояние. За по-прецизно моделиране на поведението на алуминиевата сплав, подложена на циклично натоварване, е проведен експеримент със симетричен цикъл с контролирана деформация. Получените конститутивни модели са използвани в КЕ симулации с релаксация на остатъчното напрежение около СР отвори.

Определен е коефициента на концентрация на напрежение, използвайки метода на крайните елементи (МКЕ) за 4 вида често използвани стомани. Направено е сравнение между резултатите, получени чрез МКЕ и теоретичните данни за коефициента на концентрация на напрежение, а също се определя влиянието на материалните и геометричните параметри върху коефициента. Създаден е регресионен модел за стойностите на коефициента на концентрация на напрежение, като функция на геометричните параметри.

Изследвано е влиянието на температурата при режима на термообработка, както и някои от легиращите елементи върху механичните характеристики на щампови стомани 4Х5МФС и 4Х5МФАС. Изследването е проведено при различни температури на изпитание, съответстващи на работата на щамповите инструменти.