РЕЗЮМЕТА НА РЕЦЕНЗИРАНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК И АНГЛИЙСКИ ЕЗИК

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“

B.6.1. Maximov J.T., Duncheva G.V., Anchev A.P., Ichkova M.D. Slide burnishing – review and prospects. International Journal of Advanced Manufacturing Technology 104 (2019) 785-801

Abstract

This review paper is devoted to the slide burnishing (SB) of metal components—state-of-the-art, achievements and perspectives. SB belongs to the group of static methods for mechanical surface treatment used largely in aerospace, automotive and other industries. By means of the plastic deformation of the surface layers, the surface integrity (SI) of the respective component is improved greatly in terms of minimum roughness, micro-hardness and introduced residual compressive stresses. As a result, fatigue crack resistance, crack corrosion resistance, wear resistance and corrosion resistance increase dramatically. The main feature of SB is the sliding friction contact between the deforming element and the surface being treated. Using the differentialmorphological method, an integrated classification of the static methods is created and the area of SB is outlined. The proposed morphological matrix, which can be expanded and supplemented contains existing burnishing methods as well as combinations of elements and interactions that can be used to synthesize new burnishing methods and tools. In addition, a literature review of the publications devoted to SB has been conducted. Further, an analysis of the published studies on different criteria has been carried out and graphic visualizations of the statistical results have been made. On this basis, relevant conclusions have been made and the directions for future investigations of SB have been outlined.

B.6.1. ППД с конакт триене при плъзгане – преглед и перспективи

Резюме

Тази обзорна статия е посветена на ППД с контакт триене при плъзгане (Slide Burnishing – SB) на метални компоненти – най-съвременни технологии, постижения и перспективи. SB принадлежи към групата статични методи за механична обработка на повърхности, използвани широко в аерокосмическата, автомобилната и други индустрии. Чрез пластичната деформация на повърхностните слоеве, комплексът от характеристики на повърхността (Surface Integrity - SI) на съответния компонент се подобрява значително по отношение на минимална грапавост, микротвърдост и въведени остатъчни натискови напрежения. В резултат на това, устойчивостта на

пукнатини от умора, устойчивостта на пукнатинна корозия, износоустойчивостта и корозионната устойчивост се увеличават драстично. Основната характеристика на SB е контакта с триене при плъзгане между деформиращия елемент и обработваната повърхност. С помощта на диференциално-морфологичния метод е създадена интегрирана класификация на статичните методи и е очертана областта на приложение на 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. Освен това е извършен литературен преглед на публикациите, посветени на SB. Извършен е анализ на публикуваните изследвания по различни критерии и са направени графични визуализации на статистическите резултати. На тази основа са направени съответните заключения и са очертани насоките за бъдещи изследвания на SB.

B.6.2. Maximov J.T., Duncheva G.V., Anchev A.P., Dunchev V.P., Ichkova M.D. Improvement in fatigue strength of 41Cr4 steel through slide diamond burnishing. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering 42 (2020) 197

Abstact

Slide burnishing (SB) is a static mechanical surface treatment based on the severe plastic deformation of the surface for which the contact between the deforming element and the surface being treated is sliding friction. SB improves the surface integrity of metal structural and machine components dramatically. This paper is devoted to improving the fatigue strength of 41Cr4 steel hourglass-shaped specimens subjected to SB with a spherical-ended deforming diamond via different combinations of basic governing parameters. Since the residual compressive stresses introduced play a significant role for the fatigue behavior of the burnished components, a comprehensive parametric study of the SB process was conducted using fully coupled thermal-stress finite element (FE) simulations. The FE model's adequacy was proven via comparison of the FE results for the residual stresses with X-ray diffraction measurements. The results obtained show that the diamond radius and the burnishing force have the strongest effects on the residual stresses, which, in turn, have a significant influence on the fatigue strength, respectively, fatigue life. An extensive experimental investigation of the effect of the selected SB basic parameters on the fatigue limit of the slide burnished specimens was carried out using Locatti's method. The latter is based on the Palmgren–Miner linear damage hypothesis, which is a particular case of a general cumulative damage theory. A planned experiment was carried out, with the governing factors changed among four levels. Regression analysis of the experimental results was carried out, and a model for predicting the fatigue limit was obtained. Based on the model obtained, a one-purpose optimization was carried out using a genetic algorithm. By means of the optimal basic parameters, the fatigue limit of the processed specimens was increased by 22.7%—from 440 to 540 MPa. The fatigue life increased more than 100 times over after SB with the optimal basic parameters.

В.6.2. Подобряване на якостта на умора на стомана 41Cr4 чрез диамантно заглаждане

Резюме

SB е статична механична обработка на повърхността, базирана на интензивна пластична деформация на повърхността, при която контактът между деформиращия елемент и обработваната повърхност е триене при плъзгане. SB подобрява драстично SI на металните конструктивни и машинни компоненти. Тази статия е посветена на подобряване на якостта на умора на образци с форма на пясъчен часовник от стомана 41Cr4, подложени на SB със сферично завършващ деформиращ диамант чрез различни комбинации от основни определящи параметри. Тъй като въведените остатъчни натискови напрежения играят важна роля за поведението на умора на обработените компоненти, е проведено цялостно параметрично изследване на процеса SB, използвайки напълно свързани симулации с крайни елементи (КЕ) с термомеханично въздействие. Адекватността на КЕ модел е доказана чрез сравнение на резултатите от КЕ анализ за остатъчните напрежения с рентгенови дифракционни измервания. Получените резултати показват, че радиусът на диаманта и силата при SB имат най-силно влияние върху остатъчните напрежения, които от своя страна имат значително влияние върху якостта на умора, съответно върху уморната дълготрайност. Проведено е обширно експериментално изследване на влиянието на избраните основни параметри на SB върху границата на умора на обработените чрез SB образци, използвайки метода на Локати. Последният се основава на хипотезата за линейно увреждане на Палмгрен-Майнер, която е частен случай на обща теория за кумулативните повреди. Проведен е планиран експеримент, като управляващите фактори са променяни между четири нива. Извършен е регресионен анализ на експерименталните резултати и е получен модел за прогнозиране на границата на умора. Въз основа на получения модел е извършена едноцелева оптимизация, използвайки генетичен алгоритъм. Чрез оптималните основни параметри границата на умора на обработените образци е увеличена с 22,7% - от 440 на 540 MPa. Уморната дълготрайност се е увеличила повече от 100 пъти след SB с оптимални основни параметри.

В.6.3. Ichkova M. Effects of diamond burnishing process parameters on the surface roughness of AISI 304 austenitic stainless steel. Edelweiss Applied Science and Technology 9(4) (2025) 1075-1087

Abstract

Diamond burnishing (DB) is a low-cost and reliable finishing process that dramatically improves the performance of metal components due to the favorable combination of surface integrity characteristics: a mirror-like surface, high surface microhardness, residual compressive stresses, and a grain-refined structure of the surface and nearby subsurface layers. This article aims to establish the effects of DB on surface height (Ra) and shape (Rsk and Rku) roughness parameters of 304 austenitic stainless steel specimens. DB was implemented on a CNC lathe using a spherical-ended polycrystalline diamond insert with a radius of 2 mm and flood lubrication. The steel, with a hardness of 250 HB, was tested in its as-received state. A planned experiment with a second-order composition plan, analysis of variance, and regression analyses were used to achieve the goal. The significance of the process governing factors was established via an analysis of the dimensionless absolute values

of the first-order coefficients in the regression models. Explicit correlations between the main governing factors (burnishing force, feed rate, and burnishing velocity) of the DB process and the selected roughness parameters were found. The results obtained allow for the optimal selection of the DB governing factor magnitudes depending on the functional purpose of the processed component.

B.6.3. Влияние на параметрите на процеса на диамантно заглаждане върху грапавостта на повърхността на аустенитна неръждаема стомана AISI 304

Резюме

Диамантното заглаждане (Diamond Burnishing - DB) е евтина и надеждна довършителна обработка, която драстично подобрява производителността на металните компоненти, благодарение на благоприятната комбинация от характеристики на SI: огледално гладка повърхност, подобрена повърхностна микротвърдост, остатъчни напрежения на натиск и рафинирана структура на зърната на повърхността и близките подповърхностни слоеве. Тази статия има за цел да установи влиянието на DB върху параметрите на грапавост (Ra, Rsk и Rku) на образци от аустенитна неръждаема стомана 304. DB е реализиран на CNC струг с помощта на сферично завършващ поликристален диамант с радиус 2 mm и смазване с флуид. Стоманата с твърдост 250 HB е тествана в състоянието, в което е получена. За постигане на целта са използвани планиран експеримент с план на експеримента от втори ред, дисперсионен анализ и регресионен анализ. Значението на определящите фактори на процеса е установено чрез анализ на безразмерните абсолютни стойности на коефициентите от първи ред в регресионните модели. Установени са явни корелации между основните определящи фактори (сила на притискане, подаване и скорост на DB) на процеса на DB и избраните параметри на грапавостта. Получените резултати позволяват оптимален избор на величините на определящите фактори на DB в зависимост от функционалното предназначение на обработвания детайл.

B.6.4. Maximov J., Duncheva G., Ichkova M., Anastasov K. Optimal diamond burnishing of chromium-nickel austenitic stainless steels based on the finishing process – surface integrity – operating behavior correlations, Metals, 15(6) 574 (2025)

Abstract

Chromium–nickel austenitic stainless steels are widely used in various industries after their initial hardness and strength are increased. Apart from low-temperature thermal–chemical diffusion, the mechanical properties can be improved by surface cold working (SCW). A cheap and reliable form of static SCW is diamond burnishing (DB), which drastically improves the surface integrity (SI) and hence the operational behavior of the processed component. To be maximally effective, the DB parameters must be optimized according to a relevant criterion, depending on the desired effect. For high fatigue strength and/or high wear resistance, complex experimental tests are necessary, which require significant time and financial resources. This study presents a cost-effective optimization approach based on the DB process–SI–operating behavior correlations. Using these correlations, in addition to the correlations between appropriately selected SI characteristics,

the proposed approach relies on the control of only three easy-to-measure roughness parameters, namely the arithmetic average roughness, skewness, and kurtosis, which, in turn, depend on the governing factors of the DB process.

B.6.4. Оптимално диамантно заглаждане на хром-никелови аустенитни неръждаеми стомани въз основа на корелациите между довършваща обработка – Surface Integrity (SI) – експлоатационно поведение

Резюме

Хром-никеловите аустенитни неръждаеми стомани се използват широко в различни индустрии, след като първоначалната им твърдост и якост се увеличат. Освен нискотемпературната термохимична дифузия, механичните свойства могат да бъдат подобрени чрез повърхностна студена обработка (ПСО). Евтина и надеждна форма на статична ПСО е диамантното заглаждане (DB), което драстично подобрява Surface Integrity - SI и следователно и експлоатационното поведение на обработвания детайл. За да бъдат максимално ефективни, параметрите на DB трябва да бъдат оптимизирани според съответен критерий, в зависимост от желания ефект. За висока якост на умора и/или висока износоустойчивост са необходими сложни експериментални тестове, които изискват значително време и финансови ресурси. Това изследване представя рентабилен оптимизационен подход, базиран на корелациите между процеса на DB – SI – експлоатационно поведение. Използвайки тези корелации, в допълнение към корелациите между подходящо подбрани SI характеристики, предложеният подход разчита на контрола само на три лесни за измерване параметъра на грапавост, а именно средноаритметичната грапавост, асиметрията и ексцеса, които от своя страна зависят от определящите фактори на процеса DB.

B.6.5. Maximov J., Duncheva G., Anchev A., Dunchev V., Anastasov K., Ichkova M., Sustainable combined process for improving surface integrity and fatigue strength of heat-treated 42CrMo4 steel shafts and axles, Metals, 15(7) (755) (2025)

Abstract

The main goal of this study is to develop an optimized sustainable combined process, including sequential dry hard turning and dry smoothing diamond burnishing (DB), to improve the surface integrity (SI) and fatigue limit of heat-treated 42CrMo4 steel shafts and axles. A holistic approach was used based on a two-stage study: (1) optimization of dry hard turning under an average roughness Ra criterion and (2) selection of a suitable dry DB from three alternative DB processes, implemented with burnishing forces of 50, 100, and 150 N.With increasing burnishing force, the average roughness of Ra decreases, the microhardness increases, and the surface axial residual stresses increase in absolute value. However, the fatigue limit decreases, and at burnishing forces of 100 and 150 N, the fatigue limit is smaller than that obtained via the previous turning. The sustainable combined process achieves greater SI than consecutively applied conventional turning and DB under flood lubrication conditions. Dry DB at a force of 50 N increases the rotating bending fatigue limit

by 20 MPa and the fatigue life by a factor of more than 70 compared to the previous dry turning.

B.6.5. Устойчив комбиниран процес за подобряване на Surface Integrity (SI) и якостта на умора на термично обработени валове и оси от стомана 42CrMo4

Резюме

Основната цел на това изследване е да се разработи оптимизиран устойчив комбиниран процес, включващ последователно сухо струговане и сухо диамантно заглаждане (DB), за подобряване на Surface Integrity (SI) и границата на умора на термично обработени валове и оси от стомана 42CrMo4. Използван е холистичен подход, базиран на двуетапно изследване: (1) оптимизиране на сухото струговане при критерий за средна грапавост Ra и (2) избор на подходящо сухо DB от три алтернативни DB процеса, реализирани със сили на притискане от 50, 100 и 150 N. С увеличаване на силата на притискане, средната грапавост на Ra намалява, микротвърдостта се увеличава и повърхностните аксиални остатъчни напрежения се увеличават по абсолютна стойност. Границата на умора обаче намалява и при сили от 100 и 150 N границата на умора е по-малка от тази, получена чрез предишното струговане. Устойчивият комбиниран процес постига по-добри резултати за SI в сравнение с последователно прилаганото конвенционално струговане и DB (сухо диамантно заглаждане) при условия на смазване с флуиден поток. Сухото DB при сила от 50 N увеличава границата на умора при циклично огъване с 20 MPa и коефициента на дълготрайност на умора повече от 70 в сравнение с предшестващо сухо струговане.

B.6.6. Maximov J., Duncheva G., Anastasov K., Ichkova M., Daskalova P. Influence of Previous Turning on the Surface Integrity Stability of Diamond-Burnished Medium-Carbon Steel, Machines, 13(864) (2025) 1-21

Abstract

There is a lack of information in the literature on the influence of technological heredity on surface integrity characteristics after diamond burnishing (DB). The present study fills this gap. Here, we present the effects of DB on the roughness parameters and surface microhardness of heat-treated C45 steel under conditions of changing initial roughness (Rainit) due to wear on the cutting insert in the previous turning. The aim was to quantitatively assess the ability of DB to maintain sustainable surface integrity characteristics. We found that the service life of the cutting insert up to complete wear or fracture when operating at an optimal feed rate and cutting velocity was 163 min, at which point the roughness changed unevenly from an average roughness (Ra) value of 0.38 to 1.31 μm and an average height of the profile microroughness (Rz) value of 2.21 to 6.13 μm. Under conditions of an artificially created Rainit (through different combinations of feed rate and cutting velocity) of 0.308 to 10.688 μm, DB provided Ra values in the range of 0.042 to 0.316 μm, with the surface microhardness varying from 461 to 568 HV. Stable Ra values were maintained from 0.042 μm to 0.089 μm, after which the Rainit increased to 3.379 μm. Under production conditions, where the previous turning was performed at an optimal feed rate of 0.05 mm/rev and a cutting velocity of 180 m/min, DB provided a stable Ra of ≤0.059 μm of a resulting mirror-like surface during the first 90 min of operation of a new (unused) cutting

insert, after which the Ra values increased linearly from 0.059 to 0.133 μm in the 150th minute. After 30 min of operation, until the cutting insert was completely worn, the microhardness after DB varied from 676 to 795 HV, the high surface microhardness resulting from a complex process of surface thermo-mechanical strengthening (including strain and transformation hardening) in the previous turning due to wear on the cutting insert.

B.6.6. Влияние на предшестващо струговане върху стабилността на Surface Integrity (SI) на средновъглеродна стомана обработена посредством диамантно заглаждане

Резюме

В литературата липсва информация за влиянието на технологичната наследственост върху характеристиките на SI след диамантно заглаждане (DB). Настоящото изследване запълва тази празнина. Тук се представят ефектите на DB върху параметрите на грапавост и микротвърдостта на повърхността на термично обработена стомана C45 при условия на променяща се начална грапавост (Ra init) поради износване на режещата пластина при предшестващото струговане. Целта е количествено да се оцени способността на DB да поддържа устойчиви характеристики на SI. Установява се, че експлоатационният живот на режещата пластина до пълно износване или счупване, при работа с оптимална скорост на подаване и рязане е 163 минути, като в това време грапавостта се променя неравномерно от средна стойност на грапавостта (Ra) от 0,38 до 1,31 μm и средна височина на микрограпавостта на профила (Rz) от 2,21 до 6,13 μm. При условия на изкуствено създадена Ra init (чрез различни комбинации от подаване и скорост на рязане) от 0,308 до 10,688 μm, DB осигурява стойности на Ra в диапазона от 0,042 до 0,316 μm, като микротвърдостта на повърхността варира от 461 до 568 HV. Стабилни стойности на Ra се поддържат от 0,042 μm до 0,089 μm, след което Ra init се увеличава до 3,379 μm. При производствени условия, където предшестващо струговане е извършено с оптимална скорост на подаване от 0,05 mm/rev и скорост на рязане от 180 m/min, DB осигурява стабилен Ra от ≤0,059 μm на получената огледална повърхност през първите 90 минути работа на нова (неизползвана) режеща пластина, след което стойностите на Ra се увеличават линейно от 0,059 до 0,133 μm в 150-ата минута. След 30 минути работа, до пълното износване на режещата пластина, микротвърдостта след DB варира от 676 до 795 HV, като високата повърхностна микротвърдост е резултат от сложен процес на повърхностно термомеханично уякчаване (включително уякчяване чрез деформация и трансформация) при предшестващото струговане, дължащо се на износване на режещата пластина.

B.6.7. Ichkova M., Dikova Ts., Improvement in microhardness of 18/8 austenitic stainless steels via diamond burnishing, Archives of Materials Science and Engineering, 132(2) (2025) 59-72

Abstract

Purpose: Quantitative assessment of the synergy between strain and transformation hardening in the diamond burnishing (DB) of 18/8 austenitic stainless steels.

Design/methodology/approach: Experimental design, analysis of variance, regression analyses, and a non-dominated sorting genetic algorithm were employed to study and model the physical characteristics of surface integrity (SI).

Findings: The drastic increase in surface microhardness for some combinations of the governing factors was due to the synergy between the strain and the transformation hardening effects.

Research limitations/implications: The validity of the results, discussion and conclusions was limited by the selected governing factors and their variation intervals. The results provide grounds for further study to include two additional governing factors (radius of the diamond insert and number of passes) and to apply different burnishing conditions (e.g., lubrication, cooling).

Practical implications: The optimised DB process significantly improved the geometric and physical characteristics of the SI of the processed component. Understanding the correlation between SI and operating behaviour can significantly improve the fatigue, tribological, and corrosion behaviour of such a component.

Originality/value: There was a lack of systematic, detailed information on the influence of the basic governing factors of the DB process on the surface microhardness and induced martensite of diamond-burnished 18/8 austenitic stainless steels. Our findings help fill this gap.

B.6.7. Подобряване на микротвърдостта на аустенитни неръждаеми стомани 18/8 чрез диамантно заглаждане

Резюме

Цел: Количествена оценка на синергията между деформационното и трансформационното уякчаване при диамантното заглаждане (DB) на аустенитни неръждаеми стомани 18/8.

Проектиране/методология/подход: За изследване и моделиране на физическите характеристики на Surface Integrity (SI) са използвани експериментален дизайн, дисперсионен анализ, регресионен анализ и недоминиращ сортиращ генетичен алгоритъм.

Констатации: Драстичното увеличение на повърхностната микротвърдост за някои комбинации от определящите фактори се дължи на синергията между ефектите на деформационното и трансформационното уякчаване.

Ограничения/последици на изследването: Валидността на резултатите, дискусията и заключенията е ограничена от избраните определящи фактори и техните интервали на вариация. Резултатите дават основание за по-нататъшно проучване, което да включва два допълнителни определящи фактора (радиус на диамантния връх и брой преходи) и да се прилагат различни условия на DB (напр. смазване, охлаждане).

Практически последици: Оптимизираният DB процес значително подобрява геометричните и физическите характеристики на SI на обработения компонент. Разбирането на корелацията между SI и експлоатационното поведение може значително да подобри поведението на такъв компонент по отношение на умора, трибология и корозия.

Оригиналност/стойност: Липса на систематична, подробна информация за влиянието на основните определящи фактори на процеса DB върху повърхностната микротвърдост и индуцирания мартензит на диамантено загладени аустенитни неръждаеми стомани 18/8. Настоящото изследване помага за запълване на тази празнина.

B.6.8. Anastasov K., Ichkova M., Todorov V., Daskalova P., The effect of optimised combined turning and diamond burnishing processes on the roughness parameters of CuZn39Pb3 alloys, Applied Sciences, 15 (2025)

Abstract

CuZn39Pb3 leaded brass is one of the most widely used alloys in machining, with a 100% machinability index. However, there has been a lack of research on the effects of coldworking on surface integrity (SI) and operating behaviour of CuZn39Pb3 components. This study addresses this knowledge gap by examining the effects of three optimised combined processes on surface roughness, a key SI characteristic. Specifically, samples were subjected to a turning process followed by diamond burnishing (DB); this combined process was performed under three conditions: conventional flood lubrication (F), dry (D), and dry and cool-assisted (D+C) conditions. Cool-assisted conditions were achieved using a special device with a cold air nozzle operating on the vortex tube principle. The D and D+C conditions represent environmentally sustainable alternatives because they eliminate the use of cutting fluids, thereby reducing their adverse effects on both the environment and human health. The resulting surfaces obtained after each of the three optimised combined processes (F, D, and D+C) exhibited mirror-like finishes with minimum average roughness Ra values of 0.054, 0.079, and 0.082 μm, respectively. In addition, the F- and D+C-processes resulted in surface profiles with negative skewness and kurtosis values greater than three. Since roughness shape parameters are known to influence the operating behaviour of machined components, these processes are suitable for improving wear resistance in boundary lubrication regimes.

B.6.8. Влияние на оптимизираните комбинирани процеси на струговане и диамантно заглаждане върху параметрите на грапавостта на сплав CuZn39Pb3

Резюме

Оловният месинг CuZn39Pb3 е една от най-широко използваните сплави в машиностроенето, със 100% индекс на обработваемост. Въпреки това, липсват изследвания за ефекта от студената обработка върху Surface Integrity (SI) и експлоатационното поведение на компоненти от CuZn39Pb3. Това проучване запълва тази празнина, като изследва ефектите от три оптимизирани комбинирани процеса върху грапавостта на повърхността, ключова характеристика на SI. По-конкретно, пробите са подложени на струговане, последвано от диамантно заглаждане (DB), като този комбиниран процес е извършен при три типа условия: конвенционално течно смазване (F), сухо (D) и сухо с охлаждане (D+C). Условията с охлаждане са постигнати с помощта на специално устройство с дюза за студен въздух, работеща на принципа на вихрова тръба. Условията D и D+C представляват екологично устойчиви алтернативи, тъй като елиминират използването на смазващи течности, като по този начин намаляват неблагоприятното им въздействие както върху околната среда, така и върху човешкото здраве. Получените повърхности след всеки от трите оптимизирани комбинирани процеса (F, D и D+C) са с огледална гладкост, с минимални средни стойности на грапавост Ra, съответно 0,054, 0,079 и 0,082 μm. Освен това, F- и D+C- процесите довеждат до профили на повърхността с отрицателна асиметрия и стойности на ексцес, по-големи от три. Тъй като е известно, че параметрите на грапавостта влияят върху

експлоатационното поведение на обработваните компоненти, тези процеси са подходящи за подобряване на износоустойчивостта при обработки с течно смазване.

B.6.9. Anastasov K., Ichkova M., Influence of diamond burnishing process parameters on strain-induced α'-martensite in 304 chromium-nickel austenitic stainless steel, Journal of Chemical Technology and metallurgy, 61 (1) (2026) 191-201

Abstract

When chromium-nickel austenitic stainless steels must satisfy a requirement for a high degree of strain-hardening, the nickel content is limited to 8 - 9 wt. %. The surface cold working of these steels causes the martensitic transformation γ → α′. Thus, the surface microhardness and residual compressive stresses increase due to the presence of the harder strain-induced a'-martensite phase. This article investigates the influence of the governing factors of diamond burnishing (DB) on the percentage content of the a'-martensite in the surface layer of AISI 304 steel using planned experiment, analysis of variance and regression analysis. A mathematical model of the percentage content of a'- martensite depending on the burnishing force, feed rate and burnishing velocity was created. Of the three governing factors, the most significant is feed rate, and the least important is burnishing force. Thermal effects have a greater impact on martensitic transformation γ → α′ compared to the mechanical effect. The percentage of martensite in the surface and subsurface layers is necessary information for determining the residual stresses by the X-ray method when studying the effect of DB on the surface integrity of austenitic stainless steels.

B.6.9. Влияние на параметрите на процеса на диамантно заглаждане върху деформационно въведен α'-мартензит в хром-никелова аустенитна неръждаема стомана 304

Резюме

Когато хром-никеловите аустенитни неръждаеми стомани трябва да отговарят на изискването за висока степен на деформационно уякчаване, съдържанието на никел е ограничено до 8 - 9 тегл.%. Повърхностната студена обработка на тези стомани причинява мартензитна трансформация γ → α′. По този начин, повърхностната микротвърдост и остатъчните напрежения на натиск се увеличават поради наличието на потвърда деформационно въведена α′-мартензитна фаза. Тази статия изследва влиянието на определящите фактори на диамантното заглаждане (DB) върху процентното съдържание на α′-мартензит в повърхностния слой на стомана AISI 304, използвайки планиран експеримент, дисперсионен анализ и регресионен анализ. Създаден е математически модел на процентното съдържание на α′-мартензит в зависимост от силата на DB, подаването и скоростта на DB. От трите управляващи фактора най-значим е скоростта на подаване, а най-незначителен е силата на DB. Температурните въздействия имат по-голямо влияние върху мартензитната трансформация γ → α′ в сравнение с механичното въздействие. Процентът на мартензит в повърхностните и подповърхностните слоеве е необходима информация за определяне на остатъчните напрежения чрез X-ray дифракционен метод, при изследване на влиянието на DB върху SI на аустенитни неръждаеми стомани.

B.6.10. Ichkova M., Anastasov K., Dikova Ts., Surface plastic deformation of leaded brass components using a Ferro-Tic Grade C cylindrical-ended deforming element, Archives of Materials Science and Engineering, 136 (1-2) (2025) 30-41

Abstract

Purpose: To disclose the capabilities of slide burnishing (SB) conducted using a cylindrical-ended, non-diamond-based deforming element to improve the roughness of CuZn39Pb3 alloy components.

Design/methodology/approach: A full factorial experiment, analysis of variance, regression analysis, and an optimisation procedure based on the NSGA II algorithm were employed.

Findings: The Ferro-Tic Grade C hard alloy can be successfully used to produce deforming elements in burnishing processes, when the processed material is a copper-based alloy. Under conditions of tangential sliding friction contact between the deforming element and the processed surface, no negative effects due to adhesion were observed.

Research limitations/implications: The research answered some questions about improving the roughness of CuZn39Pb3 alloy components, but also revealed the need for future research on the SB of this alloy using Ferro-Tic Grade C hard-alloy deforming elements.

Practical implications: The optimal values of the governing factors (radius of 5 mm, burnishing force of 207 N, feed rate of 0.089 mm/rev, and burnishing velocity of 70 m/min) yielded a minimum value of the Ra roughness parameter of 0.139 μm. Understanding the correlation between roughness and operating behaviour can significantly improve the fatigue, tribological, and corrosion behaviour of such a component.

Originality/value: The literature lacks information on the effects of surface plastic deformation on the surface integrity (SI) of the alloy. There is also a lack of information on the technological capabilities of the hard alloy Ferro-Tic Grade C used as a deforming element in the burnishing process. The study partially fills this gap by shedding light on the effect of SB on the roughness.

B.6.10. Повърхностна пластична деформация (ППД) на компоненти от оловен месинг, с помощта на Ferro-Tic Grade C деформиращ елемент с цилиндричен край

Резюме

Цел: Да се разкрият възможностите на ППД, с контакт триене при плъзгане (Slide Burnishing - SB), проведено с помощта на недиамантен деформиращ елемент с цилиндричен край, за подобряване на грапавостта на компоненти от сплав CuZn39Pb3.

Проектиране/методология/подход: Използвани са пълнофакторен експеримент, дисперсионен анализ, регресионен анализ и процедура за оптимизация, базирана на алгоритъма NSGA II.

Резултати: Твърдата сплав Ferro-Tic Grade C може успешно да се използва за производство на деформиращи елементи за burnishing процеси, когато обработваният материал е сплав на медна основа. При условия на тангенциален контакт с триене при плъзгане между деформиращия елемент и обработваната повърхност не са наблюдавани негативни ефекти, дължащи се на адхезия.

Ограничения/последици на изследването: Изследването отговаря на някои въпроси относно подобряването на грапавостта на компоненти от сплав CuZn39Pb3, но също така разкрива необходимостта от бъдещи изследвания на грапавостта на тази сплав, използвайки деформиращи елементи от твърда сплав Ferro-Tic Grade C.

Практически последици: Оптималните стойности на управляващите фактори (радиус 5 mm, сила при SB 207 N, подаване 0,089 mm/оборот и скорост на SB 70 m/min) довеждат до минимална стойност на грапавостта Ra от 0,139 μm. Разбирането на корелацията между грапавостта и експлоатационното поведение може значително да подобри поведението на такъв компонент по отношение на умора, трибология и корозия.

Оригиналност/стойност: В литературата липсва информация за въздействието на повърхностната пластична деформация върху Surface Integrity - SI на тази цветна сплав. Липсва и информация за технологичните възможности на твърдата сплав Ferro-Tic Grade C, използвана като деформиращ елемент в SB процеси. Проучването частично запълва тази празнина, като хвърля светлина върху ефекта на SB върху грапавостта.

B.6.11. Maximov J., Duncheva G., Anchev A., Dunchev V., Anastasov K., Ichkova M., Effects of cutting insert flank wear in previous turning and subsequent diamond burnishing on the surface integrity, microstructure and fatigue limit of heat-treated C45 steel, Metals, 16(5) 520 (2026)

Abstract

Burnishing technologies are a cheap and effective means of improving the surface integ-rity (SI) and performance of metal components. However, there is practically no information about the integral influence of the preceding turning process on the initial (pre-burnishing) SI. This study answers the question of how the white layer resulting from flank wear on the cutting insert in pre-turning affects the SI and fatigue limit, and deter-mines the extent to which subsequent diamond burnishing (DB) is able to improve the SI and rotating bending fatigue limit of normalised, quenched and high-temperature-tem-pered C45 steel. The (DB)–SI–fatigue limit correlation was investigated using a holistic approach that took into account the effects of the dynamic pattern of flank wear on the initial SI. An explicit relationship was established between the flank wear, the affected surface layer structure and the fatigue limit. Increasing flank wear to the 60th minute in-tensified the formation of a gradient layer with finer and thinner grains that formed a texture. As a result, a synergistic effect was observed from turning with an insert operat-ing for 60 min and subsequent DB, which maximised the fatigue limit (741 MPa). After 60 min, the structure of the affected layer changed qualitatively towards the formation of a nanostructured (white) layer, which reversed the trend, worsening the fatigue behaviour. As the thickness of the white layer increased, the fatigue limit was sharply reduced to below 560 MPa after the 90th minute. Regardless of the degree of flank wear, DB signifi-cantly improved the SI characteristics and increased the fatigue limit after turning with a worn insert, although the absolute dimensions of the positive DB effect depend on the initial SI and fatigue limit due to pre-turning. To achieve a synergistic effect, the cutting insert should be replaced with a new one after every 60 min of operation.

В.6.11. Влияние на износването на страничната повърхност на режещата пластина при предшестващо струговане и последващо диамантно заглаждане върху Surface Integrity (SI), микроструктурата и границата на умора на термично обработена стомана С45

Резюме

Технологиите за ППД с контакт триене при плъзгане са нискобюджетен и ефективен начин за подобряване на SI и производителността на металните компоненти. Въпреки това, практически няма информация за интегралното влияние на предшестващ процес на струговане върху първоначалното състояние на SI (преди DB). Това изследване отговаря на въпроса как белият слой, получен от износването на страничната повърхност на режещата пластина при предшестващо струговане, влияе върху SI и границата на умора и определя степента, до която последващото диамантно заглаждане (DB) е в състояние да подобри SI и границата на умора при циклично огъване на нормализирана, закалена и отпусната при висока температура стомана С45. Корелацията DB–SI–граница на умора е изследвана с помощта на холистичен подход, който отчита въздействието на динамичния модел на износване на страничната повърхност върху първоначалното състояние на SI. Установена е изразена връзка между износването на страничната повърхност, нарушената структура на повърхностния слой и границата на умора. Нарастващото износване на страничната повърхност до 60-ата минута засилва образуването на градиентен слой с по-фини и тънки зърна, които образуват текстура. В резултат на това се наблюдава синергичен ефект от струговане с пластина, работеща 60 минути, и последващо диамантно заглаждане (DB), което увеличава границата на умора (741 MPa). След 60 минути структурата на засегнатия слой се променя качествено към образуване на наноструктуриран (бял) слой, което обръща тенденцията, влошавайки поведението на умора. С увеличаване на дебелината на белия слой, границата на умора рязко намалява до под 560 MPa след 90-ата минута. Независимо от степента на износване на страничната повърхност, диамантното заглаждане значително подобрява характеристиките на SI и увеличава границата на умора след струговане с износена пластина, въпреки че абсолютните размери на положителния ефект от DB, зависят от началното състояние на SI, дължащо се на предшестващото струговане. За да се постигне синергичен ефект, режещата пластина трябва да се подменя с нова след всеки 60 минути работа.

В.6.12. Ichkova M., Anastasov K., Peneva P., Ivanova M., Atanasov T., Daskalova P., Improvements in surface integrity and rotating bending fatigue strength of CuZn39Pb3 brass via a conventional diamond-burnishing process, Applied Sciences 16(5557) (2026)

Abstract

CuZn39Pb3 leaded brass is one of the most widely used alloys in machining. Despite its good machinability, there is a lack of information in the literature on the effects of surface cold working on the surface microhardness, microhardness profile, introduced residual stresses, microstructure, and the operating behaviour of machined components. This article reveals the capabilities of conventional diamond burnishing (DB) (implemented under flood-

lubrication conditions) to improve the surface integrity and high- and megacycle fatigue strength of CuZn39Pb3 cylindrical components such as axles and shafts.The results show that both the smoothing and hardening DB processes achieve mirrorlike surfaces, introduce significant residual compressive stresses at depths greater than 0.5 mm, and significantly increase the fatigue strength in the high- and mega-cycle regions compared to the reference condition (turned and polished specimens). However, the surface microhardness is weakly affected by the degree of surface cold working. Given the almost identical microhardness profiles and the equivalent distribution in depth of the introduced residual stresses by the two DB processes, the possible reason for the more pronounced effect of the hardening process on the fatigue strength lies in the thicker affected layer and the reduced negative skewness introduced by this process.

B.6.12. Подобряване в Surface Integrity (SI) и якостта на умора при циклично огъване на месинг CuZn39Pb3 чрез конвенционален процес на диамантно заглаждане

Резюме

Оловният месинг CuZn39Pb3 е една от най-широко използваните сплави в машиностроенето. Въпреки добрата си обработваемост, в литературата липсва информация за въздействието на студената обработка на повърхността върху повърхностната микротвърдост, профила на микротвърдост, въведените остатъчни напрежения, микроструктурата и експлоатационното поведение на обработваните компоненти. Тази статия разкрива възможностите на конвенционалното диамантно заглаждане (DB) (приложено в условия на течно смазване) за подобряване на SI и якостта на умора при високо- и мегациклови уморни тестове на цилиндрични компоненти от CuZn39Pb3, като оси и валове. Резултатите показват, че процесите на обработка и уякчаване с DB постигат повърхности с огледална гладкост, въвеждат значителни остатъчни напрежения на натиск на дълбочина по-голяма от 0,5 mm и значително увеличават якостта на умора при високо- и мегациклови уморни тестове, в сравнение с референтното състояние (струговани и загладени образци). Въпреки това, повърхностната микротвърдост е слабо повлияна от степента на повърхностна студена обработка. Като се имат предвид почти идентичните профили на микротвърдост и еквивалентното разпределение в дълбочина на въведените остатъчни напрежения от двата процеса на DB, възможната причина за по-изразения ефект на процеса на уякчаване върху якостта на умора се дължи на по-дълбокия засегнат слой и намалената отрицателна асиметрия, въведена от този процес.

B.6.13. Maximov J., Duncheva G., Dunchev V., Anchev A., Anastasov K., Ichkova M., Advanced manufacturing technology based on a holistic approach for improving the surface integrity, wear and fatigue strength of heat-treated 42CrMo4 steel cylindrical parts, Machines 14(7) (2026) 774

Abstract

In this study, a sustainable advanced manufacturing technology was developed using a holistic approach for finishing heat-treated 42CrMo4 steel cylindrical parts. The proposed technology is based on a hybrid combined process (HCP) involving cool-assisted dry hard turning and subsequent cool-assisted dry diamond burnishing (DB). A cold-air cooling

(without lubrication) condition was achieved using a special device with a cold-air nozzle based on the principle of vortex tubes. The study was conducted in two stages. In the first stage, only the hard turning process was investigated using variance analysis to determine the significant governing factors (feed rate and cutting insert radius). The second stage involved studying and optimising the HCP. This approach incorporated the two significant turning process factors, along with three additional DB process factors: the radius of the diamond insert, burnishing force and feed rate. The selected objective functions were the average roughness, skewness, kurtosis, surface microhardness, residual surface axial stress and fatigue limit. The fatigue limit was determined using the accelerated Locati method. Mathematical models of the objective functions were obtained using experiments and regression analyses. Using multi-objective optimisation, the HCP was optimised based on two criteria: (1) maximum wear resistance under boundary lubrication conditions and (2) maximum fatigue limit. The optimisation tasks were solved by searching for the Pareto optimal solution approach using QStatLab and the NSGA II algorithm. The compromise optimal values of the governing factors, maximising the fatigue limit (690 MPa), are as follows: feed rate in turning and DB of 0.05 mm/rev, radius of the cutting insert of 0.8 mm, diamond insert radius of 2 mm, and burnishing force of 50 N. Experimental verification showed a good agreement with the optimised solutions for surface integrity and fatigue limit characteristics.

B.6.13. Усъвършенствана производствена технология, базирана на холистичен подход за подобряване на Surface Integrity (SI), износването и якостта на умора на термично обработени цилиндрични компоненти от стомана 42CrMo4

Резюме

В това проучване е разработена устойчива усъвършенствана производствена технология, използваща холистичен подход за довършваща обработка на термообработени цилиндрични компоненти от стомана 42CrMo4. Предложената технология се основава на хибриден комбиниран процес (ХКП), включващ сухо струговане с охлаждане и последващо сухо диамантно заглаждане (DB) с охлаждане. Охлаждането със студен въздух (без смазване) е реализирано с помощта на специално устройство с дюза за студен въздух, базирана на принципа на вихрови тръби. Изследването е проведено в два етапа. В първия етап е изследван само процесът на струговане, използвайки дисперсионен анализ, за да се определят значимите управляващи фактори (подаване и радиус на режещата пластина). Вторият етап включва изучаване и оптимизиране на ХКП. Този подход включва двата значими фактора на процеса на струговане, заедно с три допълнителни фактора на процеса DB: радиусът на диаманта, силата при DB и подаването. Избраните целеви функции са средната грапавост, асиметрията, ексцесът, повърхностната микротвърдост, остатъчното аксиално напрежение на повърхността и границата на умора. Границата на умора е определена с помощта на ускорения метод Locati. Математически модели на целевите функции са получени с помощта на експерименти и регресионен анализ. Използвайки многоцелева оптимизация, границата на умора (ХКП) е оптимизирана въз основа на два критерия: (1) максимална износоустойчивост при условия на смазване и (2) максимална граница на умора. Оптимизационните задачи са решени чрез търсене на оптималния подход на Парето, използвайки QStatLab и алгоритъма NSGA II. Компромисните оптимални стойности на определящите фактори, увеличаващи границата на умора (690 MPa), са следните: подаване при струговане и DB от 0,05

mm/оборот, радиус на режещата пластина от 0,8 mm, радиус на диаманта от 2 mm и сила при DB от 50 N. Проверката с експерименти показва съответствие с оптимизираните решения за SI и характеристиките на границата на умора.

Г.8.1. Maximov J.T., Duncheva G.V., Anchev A.P., Ichkova M.D. Modeling of strain hardening and creep behaviour of 2024T3 aluminium alloy at room and high temperatures. Computational Materials Science 83 (2014) 381-393

Abstract

In this paper constitutive models of 2024-T3 aluminium alloy have been developed at room and high temperatures in order to be used in finite element simulations of cold hole working process. The material behaviour in the plastic field has been described by the non-linear kinematic hardening on the basis of uniaxial tensile test (half cycle) at 8 different temperatures in the range between 25 C and 200 C. The dependence of the yield stress at zero plastic strain and the kinematic hardening modulus C on the temperature have been established when the material parameter c is equal to 10. The latter determines the rate at which C decreases with increasing plastic deformation. The constitutive model authenticity has been proved by finite element simulations of the uniaxial tensile tests. The creep behaviour of the 2024-T3 aluminium alloy at high temperatures (150–200 C) has been described by the power-law model. The model material parameters A, n and m have been determined as functions of the temperature on the basis of uniaxial creep test. The constitutive model authenticity has been proved experimentally and by finite element simulations of the creep test. The obtained constitutive models have been used in finite element simulations of residual stress relaxation around cold worked open holes due to thermal overloading.

Г.8.1. Моделиране на поведението на деформационно уякчаване и пълзене на алуминиева сплав 2024T3 при стайна и високи температури

Резюме

В тази статия са разработени конститутивни модели на уякчаване на 2024-T3 алуминиева сплав при стайна и висока температури, за да се приложат в КЕ симулации на студено разширение (CP) на отвори. Поведението на материала в пластичната област е описано с нелинейно кинематично уякчаване на базата на едномерно изпитание на опън (половин цикъл) при 8 различни температури в диапазона между 25 C и 200 C. Зависимостта на границата на провлачване при нулева пластична деформация и кинематичния модул на уякчаване C от температурата са установени, когато материалният параметър c е равен на 10. Последният определя скоростта, с която C намалява с увеличаване на пластичната деформация. Адекватността на конститутивния модел е потвърдена чрез КЕ симулации на едномерни тестове на опън. Поведението на пълзене на алуминиевата сплав 2024-T3 при високи температури (150–200 C) е описана от силовосвързан модел. Параметрите на материала A, n и m са определени като функции на температурата въз основа на тест за едномерно пълзене. Автентичността на конститутивния модел е доказана експериментално и чрез симулации с крайни елементи на теста за пълзене. Получените конститутивни модели са използвани в

симулации с крайни елементи, описващи релаксация на остатъчното напрежение около студено обработени отвори при температурно натоварване.

Г.8.2. Finite element simulation of spherical mandrelling process of holes with cracks

Abstract

Residual compressive circumferential normal stresses around fastener holes enhance the fatigue life of the service components in the metal structures. The fastener holes are considered as potential crack initiation site for structures that undergo cyclic fatigue loading because of the stress and strain concentration. However, the use of a cold holes expansion by means of spherical mandrelling process to introduce a compressive residual stress field in the material surrounding the hole can enhance the service life of stressed structural components. This paper presents the outcomes from finite element simulation of spherical mandrelling process of holes with cracks. An isotropic plastic hardening and Von Mises yielding criterion have been used in the analysis. Two cases of depth of the crack have been analyzed, a two dimensional elastic-plastic coupled thermomechanical finite element analysis has been performed. A tensile stress is then applied to the cold-expanded precracked hole to asses the benefit of the spherical mandrelling process.

Г.8.2. Анчев А., Ичкова М., Максимов Й. Крайно-елементна симулация на процеса сферично дорноване на отвори при наличие на пукнатина. Международна Научна конференция UNITECH'04 (2004) II-95 – II-101

Резюме

Остатъчните натискови окръжни нормални напрежения около скрепителните отвори увеличават експлоатационния живот на конструкционните елементи в металните конструкции. Скрепителните отвори се считат за потенциално място за образуване на пукнатини в конструкции, които са подложени на циклично натоварване от умора поради концентрацията на напрежение и деформация. Използването на студено разширение на отворите чрез сферично дорноване за въвеждане на поле на натискови остатъчни напрежения в материала, обграждащ отвора, може да увеличи експлоатационния живот на натоварените конструктивни елементи. Тази статия представя резултатите от КЕ анализ на процеса Сферично дорноване на отвори с пукнатини. В анализа са използвани изотропно уякчаване и критерий за пластичност по фон Мизес. Анализирани са два случая на дълбочина на пукнатината и е извършен двуизмерен еластично-пластичен свързан термомеханичен анализ с крайни елементи. След това към студено разширения отвор със съществуваща пукнатина се прилага напрежение на опън, за да се оцени предимството на процеса на сферично дорноване.

Г.8.3. Investigation of the possibilities for creating a compressive zone around fastener holes in structural components. Part I: Modelling of the StressWave process

Abstract

Fatigue life of structural elements with bolt holes depends mainly on residual stress distribution law around these holes. Residual compressive circumferential normal stresses around the hole reduce operating stress magnitudes to minimum values for cyclic tension and this enhances fatigue life and load-carrying capacity of structures. In this article a classification of the methods of creating a compressive zone around the fastener holes has been performed. A modelling of the StressWave process has been made and residual circumferential normal stress field has been analyzed.

Г.8.3. Максимов Й., Кузманов Т., Ичкова М. Изследване на възможностите за създаване на натискова зона около скрепителни отвори в конструкционни елементи. Част I: Моделиране на процеса Stress Wave. Механика на машините 55 (2005) 23-28

Резюме

Уморната дълготрайност на конструкционните елементи със скрепителни отвори зависи основно от закона на разпределение на остатъчните напрежения около тези отвори. Остатъчните натискови окръжни нормални напрежения около отворите редуцират големините на работните опънови напрежения до минимални стойности при цикличен опън и по този начин увеличават уморната дълготрайност и носещата способност на конструкциите. В статията е извършена класификация на методите за създаване на натискова зона около скрепителните отвори. Извършено е моделиране на процеса Stress Wave и е анализирано полето на остатъчните окръжни нормални напрежения.

Г.8.4. Investigation of the possibilities for creating a compressive zone around fastener holes in structural components. Part I: Distribution of the residual compressive stresses of StressWave process

Abstract

On the basis of the outcomes from the first part a numerical modeling and investigation of the residual stress field of the StressWave process have been performed. The rational field of application of this method has been determinated.

Г.8.4. Максимов Й., Кузманов Т., Ичкова М. Изследване на възможностите за създаване на натискова зона около скрепителни отвори в конструкционни елементи. Част II: Разпределение на остатъчните натискови напрежения при процеса Stress Wave. Механика на машините 55 (2005) 29-33

Резюме

На основата на резултатите от част I е извършено числено моделиране и изследване на полето на остатъчните напрежения при процеса Stress Wave. Определена е рационалната област на приложение на метода.

Г.8.5. Finite element approach for optimization of StressWave process

Abstract

The creating of a compressive field around the fastener holes enhances the fatigue life of the corresponding structural components. Two principally different approaches to create a compressive zone around fastener holes exist. According to first approach, first the hole is drilled and then it is subjected to cold expansion. According to the second approach, the drilling of the hole is preceded by an impact in the zone of the intended hole and as a result of it a compression area is formed. After drilling the hole, the residual circumfererential normal stresses are compressive. The article presents finite element approach to an optimal choice of the StressWave process parameters. The method has been illustrated by means of concrete example.

Г.8.5. Ичкова М., Дунчева Г., Максимов Й., Кузманов Т. Крайно-елементен подход за оптимизиране на процеса Stress Wave. Механика на машините 64 (2006) 34-38

Резюме

Създаването на натискова зона около скрепителните отвори повишава уморната дълготрайност на съответните конструкционни елементи. Съществуват два принципно различни подхода за създаване на натискова област около скрепителните отвори. При първия подход най-напред се пробива отвора, а след това същия се подлага на студено разширение. При втория подход пробиването се предхожда от въздействие в зоната на бъдещия отвор и като резултат се формира натискова зона. След пробиване на отвора остатъчните нормални окръжни напрежения около периферията му са натискови. Към втората група принадлежи метода Stress Wave, при който предварителното въздействие е механичен удар. Статията представя крайно-елементен подход за опттимален избор на параметрите на процеса Stress Wave.

Методиката е илюстрирана чрез конкретен пример.

Г.8.6. Experimental investigation of the axial force in a method for surface plastic deformation of external cylindrical surface

Abstract

A method for surface plastic deformation of external cylindrical surfaces fulfilled on conventional lathe has been investigated. The axial force necessary for implementation of the respective process has been obtained. The measurement has been carried by means of strain gauges system. For localization of the appropriate place of the sensor elements a finite element analysis of the stresses and strained state of the device fulfilled the method has been carried out.

Г.8.6. Анчев А., Петков С., Кузманов Т., Ичкова М. Експериментално изследване на осовата сила при метод за ППД на външни цилиндрични повърхнини. Машиностроене и машинознание 5 (2009) 55-58

Резюме

Изследван е метод за повърхностно пластично деформиране (ППД) на външни цилиндрични повърхнини, реализиран върху универсален струг. Получена е осовата сила, необходима за реализиране на процеса. Измерването е реализирано чрез тензометрична система. За локализиране на подходящото местоположение на чувствителният елемент, е проведен КЕ анализ на напрегнатото и деформирано състояние на устройството, реализиращо метода.

Г.8.7. Hardening modeling of 2024T3 aluminium alloy

Abstract

In this work 2024 T3 aluminium alloy in general currency in the aircraft industry is an object of the study. For numerical study and optimization of the cold hole expansion process, it is necessary to know appropriate constitutive mechanical model of this material. On the basis of half cycle unidirectional tension experiment, an isotropic hardening model, a linear kinematic hardening model and nonlinear kinematic hardening models in condition of 2D and 3D stressed state have been obtained. For more precisely modeling the behavior of the aluminium alloy subjected to cyclic loading, a strain-controlled symmetric cyclic experiment has been conducted. On the basis of the obtained stabilized cycle in this test a generalized nonlinear hardening, a linear kinematic hardening and nonlinear kinematic hardening models in condition of 2D and 3D stressed state have been developed.

Г.8.7. Дунчева Г., Ичкова М. Моделиране на уякчаването на алуминиева сплав 2024 Т3. Известия на ТУ-Габрово 40 (2010) 7-13

Резюме

В тази работа обект на изследване е алуминиевата сплав 2024 Т3, широко използвана в авиационната индустрия. За числено изследване и оптимизиране на процеса на студено разширение на отвори е необходимо да се приеме подходящ конститутивен модел на материала. Въз основа на полуцикличен едномерен експеримент на опън са получени модел с изотропно уякчаване, модел с линейно кинематично уякчаване и модел с 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 симетричен цикличен експеримент с контролирана деформация. Въз основа на получения стабилизиран цикъл в този тест, са разработени обобщен модел с нелинейно уякчаване, модел с линейно кинематично уякчаване и модел с нелинейно кинематично уякчаване в условия на 2D и 3D напрегнато състояние.

Г.8.8. Estimation of stress concentration factor at tensile by means of finite element method

Abstract

The article presents data to determine the stress concentration factor using finite element method for 4 types of commonly used steels. A comparision is made between the results received by FEM and theoretical data about Stress concentration factor. The influence

of material and geometric parameters on the Stress concentration factor is determined. A regression model for the Stress concentration factor values as a function of geometrical parameters is made.

Г.8.8. Анчев А., Ичкова М. Определяне на коефициента на концентрация на напреженията при опън – натиск по МКЕ

Резюме

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

Г.8.9. Investigation of the temperature influence upon mechanical characteristics of steel 4Х5МФАС

Abstract

In this article the influence of the annealing temperature and the testing temperature on the change of the mechanical characteristics of 4Х5МФАС steel in moulded and forged state has been investigated. The mechanical characteristics, the deformation characteristics and the parameters of dynamic loading of the materials have been studied. It has been established that the strength characteristics of specimens from forged material are higher in comparison of those in moulded state. At the same time, for testing temperature over 500 °C the mechanical characteristics practically are similar regardless of preliminary plastic treatment.

Г.8.9. Ичкова М., Събев С. Изследване влиянието на работната температура върху механичните характеристики на щампова стомана 4Х5МФАС. Известия на ТУ-Габрово 43 (2012) 27-30

Резюме

В тази статия е изследвано влиянието на температурата на отгряване и температурата на изпитване върху промяната на механичните характеристики на стомана 4Х5МФАС в формовано и ковано състояние. Изследвани са механичните характеристики, деформационните характеристики и параметрите на динамично натоварване на материалите. Установено е, че якостните характеристики на образците от кован материал са по-високи в сравнение с тези в формовано състояние. В същото време, при температура на изпитване над 500°С механичните характеристики са практически сходни, независимо от предварителната пластична обработка.

Г.8.10. Parametric study of a tool for cold hole expansion

Abstract

An object of this study is cold hole expansion process carried out by means of cone-cylindrical mandrel. The influence of the geometrical parameters of the tool and the friction conditions on necessary axial force for the process has been investigated. The task is solved by means of finite element method. A general 2D axissymetrical finite element model of the process has been developed. The tool is modeled as a rigid body. The workpiece and the support are modeled as deformable bodies. The nonlinear kinematic hardening model obtained by a half-cycle tensile test of the workpiece material has been used in the finite element model. The finite element results obtained from numerical simulations are depicted. The optimal values of the tool geometrical parameters are determined.

Г.8.10. Ичкова М. Параметрично изследване на инструмент за студено разширение на отвори. Известия на ТУ-Габрово 44 (2012) 25-29

Резюме

Обект на това изследване е процесът на студено разширение на отвори, осъществяван посредством конусно-цилиндричен дорн. Изследвано е влиянието на геометричните параметри на инструмента и условията на триене върху необходимата аксиална сила за процеса. Задачата е решена чрез метода на крайните елементи. Разработен е общ 2D ососиметричен модел на процеса с крайни елементи. Инструментът е моделиран като твърдо тяло. Детайлът и опората са моделирани като деформируеми тела. В модела с крайни елементи е използван модел с нелинейно кинематично уякчаванене, получен чрез изпитване на материала в половинциклов тест на опън. Представени са резултатите от числените симулации с крайни елементи. Определени са оптималните стойности на геометричните параметри на инструмента.

Г.8.11. FEM approach for estimating the stress concentration factor in bending stress

Abstract

The article presents a numerical study of change of the stress concentration factor of bending shafts. The influence of the material, the radius of curvature and the ratio of diameters in the transitions and the length of the shaft, on the value of stress concentration factor has been established. A regression model gives the functional dependence of the radius of curvature and attitude has been made.

Г.8.11. Анчев А., Ичкова М., Крайно-елементен подход за определяне на коефициента на концентрация на напреженията при огъване. Механика на машините 97 (2012) 67-71

Резюме

В статията е извършено числено изследване на изменението на коефициента на концентрация на напреженията α на валове, подложени на огъване. Установено е влиянието на материала, радиуса на закръгление и отношението на диаметрите в прехода, както и дължината на вала, върху големината на коефициента на концетрация

на напреженията. Направен е регресионен модел даващ функционалната зависимост на a от радиуса на закръгление r иотношението D/d.

Г.8.12. Influence of some alloyed components and heat treatment regime on the mechanical properties of hot-working die steels

Abstract

This article presents the influence of some alloyed components on the hot-working steels and as well as the importance of the heat treatment regime on the mechanical characteristics – strength, plastic and impact strength of 4Х5МФС. The study has been carried out in conditions of different temperatures of testing which correspond with the working regime of the tools made by this steel.

Г.8.12. Ичкова М., Събев С. Влияние на някои легиращи елементи и режима на термообработка върху механичните характеристики на горещо щампови стомани. Машиностроене и машинознание 18 (2013) 3-6

Резюме

Статията разглежда влиянието на някои легиращи елементи върху щамповите стомани, а също така и значението на режима на термообработка върху механичните характеристики - якостни, пластични и ударна жилавост на стомана 4Х5МФС.

Изследването е проведено при различни температури на изпитание, съответстващи на работата на щамповите инструменти.

Г.8.13. Experimental and finite element modelling of the residual stresses distribution around noncircular opening

Abstract

In this paper an approach to enhancement of fatigue life of steel structural components with noncircular openings, which contain roundness, is studied. The approach is based on conventional cold expansion (CE) of preliminary drilled holes in the roundness zones. The beneficial residual hoop normal stress distribution after CE and their redistribution after noncircular opening contour formation is analysed in qualitative and quantitative aspect. For that purpose 3D finite element (FE) models to simulations of one-sided and two-sided CE process of the holes and next cutting of noncircular opening are developed. The obtained FE results for residual stresses are compared with experimental ones obtained through X-ray diffraction analysis. The beneficial effect from applying of studied approach is proved. It is established that two-sided CE does not lead to homogenizing of the compressive field around the roundness.

Г.8.13. Дунчева Г., Иванова М., Ganev N., Ичкова М. Експериментално и крайно-елементно моделиране на разпределението на остатъчните напрежения около некръгли отвори. Механика на машините 105 (2014) 25-30

Резюме

В статията е изследван подход за повишаване на уморната дълготрайност на стоманени конструкционни елементи с некръгли отвори, съдържащи закръгления. Подходът се базира върху конвенционално студено разширение (CP) на предварително пробити отвори в местата със закръгления. Анализирано е разпределението на полезните остатъчни окръжни нормални напрежения след CP и преразпределението им след формиране на контура на некръглия отвор, в качествен и количествен аспект. За тази цел са разработени 3D крайно-елементни (КЕ) модели за симулиране на еднопосочно и разнопосочно CP на отворите и последващо изрязване на некръглия отвор. Получените КЕ резултати за остатъчните напрежения са сравнени с експериментални, получени чрез X-ray diffraction анализ. Доказан е полезният ефект от прилагане на изследвания подход. Установено е, че разнопосочното CP не води до хомогенизиране на натисковата зона около закръгленията.

Г.8.14. Modeling and optimization of the residual stress field around rail-end-bolt holes introduced by slide diamond burnishing. Part I: Fully coupled thermal-stress analysis

Abstract

The fatigue failure around rail-end-bolt holes is particularly dangerous since it leads to derailment of trains and consequently to inevitable accidents. It is well-known that the fatigue life of structural holed components, subjected to cyclic load, can be increased by generating compressive hoop stresses around the holes. A new approach to enhancement of fatigue life of rail-end-bolt holes has been developed. The approach involves sequential drilling and reaming and then slide diamond burnishing by a new tool setup. The technology implementation was carried out on a machine tool. The process of creating residual stresses has been studied numerically by means of fully coupled thermal-stress analysis and parametric study of slide diamond burnishing process has been investigated. On this basis, a multi-objective optimization of the diamond burnishing process has been carried out. It is reasoned that the power of the friction force is a determining thermo-mechanical criterion. From the obtained Pareto-optimal front an optimal combination of governing factors has been selected.

Г.8.14. Кузманов В., Ичкова М., Максимов Й. Моделиране и оптимизиране на полето на остатъчните напрежения около болтови отвори в наставови възли, въведени чрез диамантно заглаждане. Част I: Свързан термо-механичен крайно-елементен анализ. Механика на машините 109 (2015) 3-10

Резюме

Разрушението от умора в наставови краища на жп релси е особено опасно, тъй като води до дерайлиране на влакове, и следователно до неизбежните инциденти. Добре известно е, че уморната дълготрайност на конструкционни елементи със скрепителни отвори, подложени на циклично натоварване, може да бъде увеличена чрез генериране на полезни остатъчни окръжни нормални напрежения около отворите.

Разработен е нов подход за повишаване на уморната дълготрайност на наставови възли. Подходът включва последователно пробиване и райбероване и след това диамантно заглаждане с нов инструментален комплект. Изпълнението на технологията се извършва на металорежеща машина. Процесът на създаване на остатъчните напрежения е изследван числено чрез свързан КЕ анализ и е проведено параметрично изследване на процеса диамантно заглаждане. Въз основа на това е извършена многоцелева оптимизация на процеса. Обосновано е, че големината на силата на триене е определящ термо-механичен критерий. От получения Парето-оптимален фронт е избрана оптимална комбинация от управляващи фактори.

Г.8.15. Modeling and optimization of the residual stress field around rail-end-bolt holes introduced by slide diamond burnishing. Part II: Multi-objective optimization

Abstract

The fatigue failure around rail-end-bolt holes is particularly dangerous since it leads to derailment of trains and consequently to inevitable accidents. It is well-known that the fatigue life of structural holed components, subjected to cyclic load, can be increased by generating compressive hoop stresses around the holes. A new approach to enhancement of fatigue life of rail-end-bolt holes has been developed. The approach involves sequential drilling and reaming and then slide diamond burnishing by a new tool setup. The technology implementation was carried out on a machine tool. The process of creating residual stresses has been studied numerically by means of fully coupled thermal-stress analysis and parametric study of slide diamond burnishing process has been investigated. On this basis, a multi-objective optimization of the diamond burnishing process has been carried out. It is reasoned that the power of the friction force is a determining thermo-mechanical criterion. From the obtained Pareto-optimal front an optimal combination of governing factors has been selected.

Г.8.15. Кузманов В., Ичкова М., Максимов Й. Моделиране и оптимизиране на полето на остатъчните напрежения около болтови отвори в наставови възли, въведени чрез диамантно заглаждане. Част II: Многоцелева оптимизация. Механика на машините 109 (2015) 11-12

Резюме

Разрушението от умора в наставови краища на жп релси е особено опасно, тъй като води до дерайлиране на влакове, и следователно до неизбежните инциденти. Добре известно е, че уморната дълготрайност на конструкционни елементи със скрепителни отвори, подложени на циклично натоварване, може да бъде увеличена чрез генериране на полезни остатъчни окръжни нормални напрежения около отворите. Разработен е нов подход за повишаване на уморната дълготрайност на наставови възли. Подходът включва последователно пробиване и райбероване и след това диамантно заглаждане с нов инструментален комплект. Изпълнението на технологията се извършва на металорежеща машина. Процесът на създаване на остатъчните напрежения е изследван числено чрез свързан КЕ анализ и е проведено параметрично изследване на процеса диамантно заглаждане. Въз основа на това е извършена многоцелева оптимизация на процеса. Обосновано е, че големината на силата на триене

е определящ термо-механичен критерий. От получения Парето-оптимален фронт е избрана оптимална комбинация от управляващи фактори.

Г.8.16. Modeling hardening around the hole in non-ferrous alloys after “spherical burnishing process”

Abstract

Based on results obtained from the planned experiment, the regression models of the degree of hardening around holes undergoing finishing machining by “spherical burnishing process”, are derived. For this purpose, the microhardness has been measured at various interferences in workpieces of three types of non-ferrous alloys.

Г.8.16. Атанасова М., Барзев И., Амуджев И., Ичкова М. Моделиране на уякчаването около отвори в цветни сплави след „Сферично дорноване”. Машиностроене и машинознание 26 (2016) 11-14

Резюме

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.

Г.8.17. Dunchev V., Ichkova M. Finite element simulations of static mechanical surface treatment process – a review and prospects. Journal of the Technical University of Gabrovo 60 (2020) 14-24

Abstract

This article reviews finite element (FE) simulations of static mechanical surface treatment (MST) processes for metal components. These static burnishing methods, based on severe plastic deformations of the surface and subsurface layers, improve the surface integrity (SI) of the respective components dramatically and thus their operational properties. The finite element method (FEM) is a basic method used for numerical investigations of MST processes. Although FEM always requires experimental verification and an experiment to establish an adequate material constitutive model, this method saves the researcher significant time and resources. In this article, a comprehensive analysis of the published studies devoted to FE simulations of static MST processes has been conducted. Based on the analysis, five basic conditions have being established in order to build an adequate FE model of the static burnishing process.

Г.8.17. Крайно-елементи симулации на процес на статична механична обработка на повърхности – преглед и перспективи

Резюме

Тази статия разглежда симулации с крайни елементи (КЕ) на процеси на статична механична обработка на повърхности (MST) за метални компоненти. Тези методи за статична ППД, базирани на интензивна пластична деформация на повърхностните и подповърхностните слоеве, подобряват драстично Surface Integrity (SI) на съответните компоненти и по този начин техните експлоатационни свойства. Методът на крайните елементи (МКЕ) е основен метод, използван за числени изследвания на MST процесите. Въпреки че МКЕ винаги изисква експериментална проверка и експеримент за установяване на адекватен конститутивен модел на материала, този метод спестява на изследователя значително време и ресурси. В тази статия е проведен цялостен анализ на публикуваните изследвания, посветени на КЕ симулации на статични MST процеси. Въз основа на анализа са установени пет основни условия, за да се изгради адекватен КЕ модел на процеса на статична ППД, с контакт триене при плъзгане.

Г.8.18. Ichkova M. Influence of diamond burnishing governing factors on the surface microhardness of austenitic stainless steels. Journal of the Technical University of Gabrovo, 70 (2025) 35-40

Abstract

Diamond burnishing (DB) is an effective finishing that dramatically improves the performance of metal components due to the favorable combination of surface integrity characteristics. A comprehensive study of the effects of DB governing factors of AISI 304 steel specimens on the microhardness was conducted using an optimal second-order composition plan, ANOVA and regression analysis. Mathematical model of the surface microhardness depending on the burnishing force, feed rate and burnishing velocity was obtained. Based on the results obtained, it was found that the combination of high burnishing force, minimum feed rate and minimum burnishing velocity maximizes the surface microhardness.

Г.8.18. Влияние на управляващите фактори в диамантното заглаждане, върху повърхностната микротвърдост на аустенитните неръждаеми стомани

Резюме

Диамантното заглаждане (DB) е ефективно довършително обработване, което драстично подобрява производителността на металните компоненти благодарение на благоприятната комбинация от характеристики на SI. Проведено е цялостно проучване на влиянието на определящите фактори на DB на образци от стомана AISI 304 върху микротвърдостта, използвайки план за оптимизация от втори ред, ANOVA и регресионен анализ. Получени са математически модели на повърхностната микротвърдост в зависимост от силата при DB, подаването и скоростта на DB. Въз основа на получените резултати е установено, че комбинацията от интензивна сила при DB, минимална скорост на подаване и минимална скорост при DB увеличава повърхностната микротвърдост.

Г.8.19. Ichkova M., Anastasov K., Daskalova P. Governing factors – surface integrity correlations and optimizations of diamond burnishing process of chromium-nickel austenitic stainless steels of the 18/8 type, International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 8(3)

Abstract

Diamond burnishing (DB), based on cold severe surface plastic deformation, is a method for modifying the surface layers of metal components in order to improve surface integrity (SI). This study aims to establish explicit correlations between the five main governing factors (burnishing force, feed rate, burnishing velocity, diamond radius, and number of passes) of DB 304 stainless steel and the main SI characteristics, including average roughness parameter Ra, shape roughness parameters skewness and kurtosis, and microhardness. DB was undertaken on a CNC lathe using flood lubrication and a one-way working scheme. A burnisher with elastic contact and a spherical-ended polycrystalline diamond insert was used. The steel, with a hardness of 250 HB, was tested in its as-received state. An experiment with a second-order composition plan, analysis of variance (ANOVA), and regression analyses was employed. The significance of the variables in the regression models was assessed using various methods to determine the influences of the governing factors and the interactions between them on the characteristics of SI. Finally, various optimizations were conducted depending on the functional purpose of the diamond-burnished surface using a non-dominated sorting genetic algorithm and QStatLab software.

Г.8.19. Управляващи фактори – Surface Integrity (SI) корелации и оптимизации на процеса диамантно заглаждане на хром-никелови аустенитни неръждаеми стомани от тип 18/8

Резюме

Диамантното заглаждане (DB), базирано на интензивна повърхностна пластична деформация, е метод за модифициране на повърхностните слоеве на метални компоненти с цел подобряване на Surface Integrity (SI). Това изследване има за цел да установи ясни корелации между петте основни определящи фактора (сила при DB, подаване, скорост на DB, радиус на диаманта и брой проходи) на неръждаема стомана DB 304 и основните характеристики на SI, включително средния параметър на грапавост Ra, параметрите на грапавост на формата - асиметрия и ексцес, и микротвърдост. DB е извършено на CNC струг, използвайки течно смазване и еднопосочна схема на работа. Използван е индентор с еластичен контакт и сферичен край от поликристален диамант. Стоманата с твърдост 250 HB е тествана в получено състояние. Използван е план на експеримента от втори ред, дисперсионен анализ (ANOVA) и регресионен анализ. Значимостта на променливите в регресионните модели е оценена с помощта на различни методи за определяне на влиянието на управляващите фактори и взаимодействията между тях върху характеристиките на SI. В заключение са проведени различни оптимизации в зависимост от функционалното предназначение на диамантно обработената повърхност, използвайки недоминиращ генетичен алгоритъм за сортиране и софтуер QStatLab.

Г.8.20. Ichkova M. Effective surface residual stress in diamond burnishing 18/8 austenitic stainless steels, International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 8(6) (2025) 1930-1940

Abstract

Diamond burnishing (DB) 18/8 chromium-nickel austenitic stainless steel (CNASS) introduces a two-phase (austenite and strain-induced martensite) surface-layer structure. Residual stress measurements using X-ray diffraction separately for the two phases result in different outcomes due to the difference in elastic constants. The concept of effective surface residual stress (ESRS) was introduced in this study to solve this problem. The ESRS is the sum of the measured residual stresses for the two phases, multiplied by the respective weighting factors corresponding to the percentage of content of the two phases. Thus, the inhomogeneous surface (under the phase composition criterion) is homogenized, and the ESRS is an integral characteristic of this homogenized surface. The primary objective is to establish the influence of the DB governing factors on the ESRS in diamond-burnished 18/8 CNASS. This study employs an X-ray technique, planned experiment, regression analysis, and analysis of variance. A mathematical model of the ESRS was created. The burnishing velocity has the most influence on ESRS, followed by the feed rate and burnishing force. The DB method produces two effects: mechanical and thermal. Combinations of various magnitudes of the governing factors change the ratio between these effects, leading to different magnitudes of ESRS. The feed rate affects ESRS unidirectionally (increasing the feed rate decreases ESRS) because the feed rate does not create a thermal effect. Conversely, the burnishing force and velocity influence the mechanical and thermal effects created by DB. The ESRS depends on the percentage of induced martensite to a greater extent than surface microhardness.

Г.8.20. Ефективно повърхностно остатъчно напрежение при диамантно заглаждане на аустенитни неръждаеми стомани 18/8

Резюме

В хром-никелова аустенитна неръждаема стомана (CNASS) 18/8, обработена чрез DB се наблюдава двуфазна (аустенит и деформационно индуциран мартензит) структура на повърхностния слой. Измерванията на остатъчни напрежения, използващи рентгенова дифракция поотделно за двете фази, водят до различни резултати поради разликата в еластичните константи. В това изследване е въведена концепцията за ефективно повърхностно остатъчно напрежение (ESRS), за да се реши този проблем. ESRS е сумата 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 ESRS е интегрална характеристика на тази хомогенизирана повърхност. Основната цел е да се установи влиянието на определящите фактори на DB върху ESRS в 18/8 CNASS, обработена чрез DB. Това изследване използва рентгенов анализ, планиран експеримент, регресионен анализ и дисперсионен анализ. Създаден е математически модел на ESRS. Скоростта на DB има най-голямо влияние върху ESRS, следвана от подаването и силата при DB. Методът DB продуцира два ефекта: механичен и термичен. Комбинации от различни величини на определящите фактори променят съотношението между тези ефекти, което води до различни величини на ESRS. Подаването влияе пряко на ESRS (увеличаването на подаването намалява ESRS),

тъй като не създава термичен ефект. Обратно, силата на DB и скоростта влияят на механичните и термичните ефекти, създадени от DB. ESRS зависи в по-голяма степен от процента на индуциран мартензит, отколкото от повърхностната микротвърдост.

Г.8.21. Ichkova M., Anastasov K., Improvement in surface integrity and high-cycle fatigue of 42CrMo4 steel axles and shafts by single toroidal-roller burnishing, Journal of manufacturing and materials processing, 10(262) (2026)

Abstract

This article presents an optimised deep rolling process, implemented using a single-toroidalroller burnishing method, to improve the surface integrity and high-cycle fatigue strength of 42CrMo4 steel axles and shafts. A second-order composition plan, regression analyses, and multi-objective optimisation were employed. The solution was based on a non-dominated sorting genetic algorithm (NSGA-II) and Pareto front search approach. The compromise optimal solution yields an average roughness Ra of 0.190 μm, average surface microhardness of 503 HV, and average surface residual axial stress of −855 MPa. Deep rolling conducted using the selected optimal values (a burnishing force of 1000 N and feed rate of 0.11 mm/rev) of the governing factors achieves stable surface integrity characteristics under multiple repetitions of the process. Rotating bending fatigue tests showed that the positive effect of deep rolling begins to manifest itself after 104 cycles, i.e., in the second half of the high-cycle fatigue field and in the mega-cycle region, where the fatigue strength increases from 390 (after turning and polishing) to 440 MPa (after turning and subsequent deep rolling).

Г.8.21. Подобряване на Surface Integrity (SI) и високоцикловата умора на оси и валове от стомана 42CrMo4 чрез ППД с контакт триене при плъзгане с единична тороидална ролка

Резюме

Тази статия представя оптимизиран процес на дълбока ППД, реализиран с помощта на метод за деформация с тороидална ролка, за подобряване на SI и якостта на високоциклова умора на оси и валове от стомана 42CrMo4. Използвани са план от втори ред, регресионен анализ и многоцелева оптимизация. Решението се основава на недоминиращ генетичен алгоритъм за сортиране (NSGA-II) и подход с фронта на Парето. Компромисното оптимално решение дава средна грапавост Ra от 0,190 μm, средна повърхностна микротвърдост от 503 HV и средно остатъчно аксиално напрежение на повърхността –855 MPa. Дълбоката ППД, проведена с помощта на избраните оптимални стойности (сила на деформиране от 1000 N и подаване от 0,11 mm/оборот) на управляващите фактори, постига стабилни характеристики на SI при многократни повторения на процеса. Изпитанията на умора с циклично огъване показват, че положителният ефект от дълбоката ППД започва да се проявява след 104 цикъла, т.е. във втората половина на полето на високоциклова умора и в мегацикловата област, където якостта на умора се увеличава от 390 (след струговане и ППД, с контакт триене при плъзтане) до 440 MPa (след струговане и последваща дълбока ППД с тороидална ролка).