Резюмета

на рецензираните публикации на български и английски език на гл. ас. д-р инж. Калин Владимиров Анастасов за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“ в област на висше образувание 5. Технически науки професионално направление 5.1. Машинно инженерство специалност „Технология на машиностроенето“

B.1. Effect of Roller Burnishing and Slide Roller Burnishing on Surface Integrity of AISI 316 Steel: Theoretical and Experimental Comparative Analysis

Abstract:

The article presents a new method called slide roller burnishing (SRB) for the cold working of cylindrical surfaces on machine tools implemented with a novel multi-functional device. The machined material is chromium–nickel austenitic stainless steel. The deforming element is a toroidal roller whose axis crosses that of the workpiece. As a result, a relative sliding velocity occurs in the contact zone between the roller and the machined surface. The sliding velocity vector is set using the burnishing device. The theoretical background of SRB is presented. When the two axes are parallel, the well-known roller burnishing (RB) method is implemented. Thus, RB is a special case of SRB. Both processes are realized using the multi-functional burnishing device. The RB process was studied experimentally and optimized according to three criteria, based on the relationship between the surface integrity and operating behavior of the respective component, to achieve three processes: smoothing, hardening, and mixed burnishing. Using the optimal RB parameters obtained, the dependence of the results of SRB on the crossing angle was investigated and optimized. A comparative analysis was performed between the optimized RB and SRB processes (respectively for their three variants: smoothing, hardening, and mixed) based on geometrical and physical–mechanical characteristics of the surface integrity. The main advantage of the SRB is that it provides smaller height roughness parameters (improvement by 42%) and a higher surface microhardness (improvement by 7%) than RB.

B.1. Ефект от Roller Burnishing и Slide Roller Burnishing върху Surface Integrity на стомана AISI 316: теоретичен и експериментален сравнителен анализ

Резюме:

Статията представя нов метод, наречен „Slide roller burnishing“ (SRB), за студена обработка на цилиндрични повърхности върху металорежещи машини, реализиран с ново многофункционално устройство. Обработваният материал е аустенитна неръждаема хром-никелова стомана. Деформиращият елемент е тороидална ролка, чиято ос пресича тази на детайла. В резултат на това се получава относителна скорост на плъзгане в зоната на контакт между ролката и обработваната повърхност. Векторът на скоростта на плъзгане се задава с помощта на устройството за полиране. Представена е теоретичната основа на SRB. Когато двете оси са успоредни, се прилага добре известният метод на Roller burnishing (RB). По този начин RB е специален случай на SRB. И двата процеса се реализират с помощта на многофункционалното устройство за полиране. Процесът RB е проучен експериментално и оптимизиран според три критерия, базирани на връзката между Surface Integrity и работните характеристики на съответния компонент, за да се постигнат три процеса: полиране, втвърдяване и смесено полиране. Използвайки получените оптимални RB параметри, е проучена и оптимизирана зависимостта на резултатите от SRB от ъгъла на пресичане. Извършен е сравнителен анализ между оптимизираните процеси RB и SRB (съответно за трите им варианта: полиране, втвърдяване и смесено) въз основа на геометричните и физико-механичните характеристики на Surface Integrity. Основното предимство на SRB е, че осигурява по-малки параметри на височините на грапавините (подобрение с 42%) и по-висока микротвърдост на повърхността (подобрение с 7%) в сравнение с RB.

B.2. Effect of Roller Burnishing and Slide Roller Burnishing on Fatigue Strength of AISI 304 Steel: Comparative Analysis

Abstract:

The new slide roller burnishing (SRB) method has been developed to produce mirror-like surfaces. Unlike conventional roller burnishing (RB), SRB is implemented through a unique device that allows the axes of the deforming roller and the rotary workpiece to cross, resulting in a relative sliding velocity that can be controlled (in magnitude and direction) by varying the crossing angle. In the present work, the effect of SRB on the fatigue behavior of AISI 304 steel fatigue specimens was investigated by comparing it with conventional RB using the following basic correlation in surface engineering: finishing–surface integrity

(SI)–operating behavior. To obtain a more representative picture of the comparison, we implemented each method (RB and SRB) with two combinations of governing factors—(A) a radius of the roller toroidal surface of 3 mm, a burnishing force of 250 N, and a feed rate of 0.05 mm/rev (RB-A and SRB-A), and (B) a radius of the roller toroidal surface of 4 mm, a burnishing force of 550 N, and a feed rate of 0.11 mm/rev (RB-B and SRB- B). Both SRB-A (a crossing angle of –45◦) and SRB-B (a crossing angle of –30◦) achieved mirror-finish surfaces. SRB-B lead to the greatest fatigue strength and, thus, the longest fatigue life among all tested processes. SRB-B created the deepest zone (>0.5 mm) with residual compressive macro-stresses and a clearly defined modified surface layer, whose thickness of more than 20 µm is about twice that created by the other three processes.

B.2. Ефект на Roller Burnishing и Slide Roller Burnishing върху умораната якост на стомана AISI 304: сравнителен анализ

Резюме:

Новият метод Slide Roller Burnishing (SRB) е разработен за получаване на огледални повърхности. За разлика от конвенционалния процес Roller Burnishing (RB), SRB се реализира чрез уникално устройство, което позволява осите на деформиращата ролка и въртящият се детайл да се пресичат, което води до относителна скорост на плъзгане, която може да се контролира (по величина и посока) чрез промяна на ъгъла на пресичане. В настоящата работа е изследван ефектът на SRB върху умората на проби от стомана AISI 304, като е направено сравнение с конвенционалния RB, използвайки следната основна корелация в създаването на повърхностите: финишно обработване – Surface Integrity (SI) – експлоатационно поведение. За да се получи по-представителна картина на сравнението, ние приложихме всеки метод (RB и SRB) с две комбинации от определящи фактори – (A) радиус на тороидалната повърхност на ролката 3 mm, сила на полиране 250 N и скорост на подаване 0,05 mm/rev (RB-A и SRB-A), и (B) радиус на тороидалната повърхност на ролката 4 mm, сила на полиране 550 N и скорост на подаване 0,11 mm/rev (RB-B и SRB-B). Както SRB-A (ъгъл на пресичане –45◦), така и SRB-B (ъгъл на пресичане –30◦) постигнаха огледално гладки повърхности. SRB-B доведе до най-голяма устойчивост на умора и по този начин до най-дълъг живот на умора сред всички тествани процеси. SRB-B създаде най-дълбоката зона (>0,5 mm) с остатъчни макронапрежения на натиск и ясно дефиниран модифициран повърхностен слой, чиято дебелина от повече от 20 µm е около два пъти по-голяма от тази, създадена от другите три процеса.

B.3. Sustainable Diamond Burnishing of Chromium–Nickel Austenitic Stainless Steels: Effects on Surface Integrity and Fatigue Limit

Abstract:

This study aims to evaluate the influence of lubrication and cooling conditions in the diamond burnishing (DB) process on the surface integrity and fatigue limit of chromium–nickel austenitic stainless steels (CNASSs) and, on this basis, identify a cost-effective and sustainable DB process. Evidence was presented that DB of CNASS performed without lubricating cooling liquid satisfies the requirements for a sustainable process: the three key sustainability dimensions (environmental, economic, and social) are satisfied, and the cost/quality ratio is favorable. DB was implemented with the same values of the main governing factors; however, four different lubrication and cooling conditions were applied: (1) flood lubrication (process F); (2) dry without cooling (process D); (3) dry with air cooling at a temperature of −19 ◦C (process A); and (4) dry with nitrogen cooling at a temperature of −31 ◦C (process N). Conditions A and N were realized via a device based on the principle of vortex tubes. All four DB processes provide mirror-finished surfaces with Ra roughness parameter values from 0.041 to 0.049 μm, zones with residual compressive stresses deeper than 0.5 mm, and increases in the specimens' fatigue limit (as determined by the accelerated Locati's method) compared to turning and polishing. Processes F and D produce the highest microhardness on the surface and at depth. The process D introduces maximum compressive residual axial and hoop stresses in the surface layer. The dry DB processes (D, A, and N) form a submicrocrystalline structure with high atomic density, which is most strongly developed under process D. When high fatigue strength is required, DB with air cooling should be chosen, as it provides a more favorable cost/quality ratio, whereas dry DB without cooling is the most suitable choice for applications that require increased wear resistance.

B.3. Устойчив Diamond Burnishing процес на хром-никелови аустенитни неръждаеми стомани: въздействие върху Surface Integrity и границата на умора

Резюме:

Настоящото проучване има за цел да оцени влиянието на условията на смазване и охлаждане в процеса на Diamond Burnishing процес (DB) върху Surface Integrity и границата на умора на хром-никеловите аустенитни неръждаеми стомани (CNASS) и, въз основа на това, да определи икономически ефективен и устойчив процес на DB. Бяха представени доказателства, че DB на CNASS, извършвано без мажещо охлаждаща течност, отговаря на изискванията за устойчив процес: трите ключови измерения на устойчивостта (екологично, икономическо и социално) са спазени, а съотношението цена/качество е благоприятно. DB беше

реализирано при еднакви стойности на основните определящи фактори; обаче бяха приложени четири различни условия на смазване и охлаждане: (1) смазване с обилно количество мажещо-охлаждаща течност (процес F); (2) сухо без охлаждане (процес D); (3) сухо с въздушно охлаждане при температура от −19 ◦C (процес A); и (4) сухо с азотно охлаждане при температура от −31 ◦C (процес N). Условията A и N бяха реализирани чрез устройство, базирано на принципа на вихровите тръби. И четирите DB процеса осигуряват повърхности с огледална гладкост със стойности на параметъра на грапавост Ra от 0,041 до 0,049 μm, зони с остатъчни напрежения на натиск на дълбочина по-голяма от 0,5 mm и повишаване на границата на умора на образците (определена по ускорения метод на Локати) в сравнение със струговането и полирането. Процесите F и D осигуряват най-висока микротвърдост както на повърхността, така и в дълбочина. Процесът D въвежда максимални остатъчни напрежения на натиск в аксиална и периферна посока в повърхностния слой. Сухите DB процеси (D, A и N) образуват субмикрокристална структура с висока атомна плътност, която е най-силно развита при процес D. Когато се изисква висока умора, трябва да се избере DB с въздушно охлаждане, тъй като той осигурява по-благоприятно съотношение цена/качество, докато сухият DB без охлаждане е най-подходящият избор за приложения, изискващи повишена износоустойчивост.

B.4. Optimal Diamond Burnishing of Chromium–Nickel Austenitic Stainless Steels Based on the Finishing Process–Surface Integrity–Operating Behavior Correlations

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. Usingthese 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.4 Оптимален Diamond Burnishing процес на хром-никелови аустенитни неръждаеми стомани въз основа на корелациите между процеса на довършителна обработка, Surface Integrity и експлоатационните характеристики

Резюме:

Аустенитните неръждаеми стомани с хром-никелова основа намират широко приложение в различни промишлени отрасли след повишаване на първоначалната им твърдост и якост. Освен чрез нискотемпературна химикотермична обработка, механичните свойства могат да бъдат подобрени чрез повърхностна студена обработка (SCW). Евтин и надежден метод за статична SCW е Diamond Burnishing (DB) процес, което значително подобрява Surface Integrity (SI) и, следователно, експлоатационните характеристики на обработения детайл. За да се постигне максимална ефективност, параметрите на DB трябва да бъдат оптимизирани съгласно подходящ критерий, в зависимост от желания ефект. За висока умора и/или висока износоустойчивост са необходими сложни експериментални изпитвания, които изискват значителни времеви и финансови ресурси. Настоящото проучване представя икономически ефективен подход за оптимизация, основан на взаимовръзките между процеса на DB, SI и експлоатационното поведение. Използвайки тези корелации, в допълнение към корелациите между подходящо подбрани характеристики на SI, предложеният подход разчита на контрола само на три лесни за измерване параметъра на грапавостта, а именно аритметичната средна грапавост, асиметрията и куртозата, които от своя страна зависят от определящите фактори на процеса на DB.

B.5. Sustainable Combined Process for Improving Surface Integrity and Fatigue Strength of Heat-Treated 42CrMo4 Steel Shafts and Axles

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.5. Устойчив комбиниран процес за подобряване на Surface Integrity и умораната якост на термично обработени валове и оси от стомана 42CrMo4

Резюме:

Основната цел на настоящото изследване е разработването на оптимизиран устойчив комбиниран процес, включващ последователно сухо струговане и сухо заглаждане чрез diamond burnishing (DB) процес, с цел подобряване на Surface Integrity (SI) и границата на умора на термично обработени валове и оси от стомана 42CrMo4. Беше използван цялостен подход, основан на двуетапно проучване: (1) оптимизация на сухото струговане съгласно критерия за средна грапавост Ra и (2) избор на подходящ сух DB процес, измежду три алтернативни DB процеса, реализирани със сили на полиране от 50, 100 и 150 N. С увеличаване на силата на полиране средната грапавост Ra намалява, микротвърдостта се увеличава, а остатъчните аксиални напрежения по повърхността нарастват по абсолютна стойност. Въпреки това границата на умора намалява, а при сили на полиране от 100 и 150 N границата на умора е по-малка от тази, получена чрез предишното струговане. Устойчивият комбиниран процес постига по-голями SI характеристики, в сравнение с последователно приложеното конвенционално струговане и DB при условия на обилно смазване. Сухото DB при сила от 50 N увеличава границата на умора при въртящо се огъване с 20 MPa, а умората – с фактор над 70 в сравнение с предходното сухо струговане.

B.6. Influence of Previous Turning on the Surface Integrity Stability of Diamond-Burnished Medium-Carbon Steel

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. Влияние на предходното струговане върху стабилността на Surface Integrity на стомана със средно съдържание на въглерод, полирана с диамант

Резюме:

В литературата липсва информация за влиянието на технологичната наследственост върху характеристиките на Surface Integrity след diamond burnishing (DB) процес. Настоящото изследване запълва тази празнина. Тук представяме ефектите на DB върху параметрите на грапавостта и микротвърдостта на повърхността на термично обработена стомана C45 при условия на променяща се начална грапавост (Rainit), дължаща се на износването на режещата пластина при предходното струговане. Целта беше количествено да се оцени способността на DB да поддържа устойчиви характеристики на Surface Integrity. Установихме, че експлоатационният живот на режещата пластина до пълно износване или счупване при работа с оптимална скорост на подаване и скорост на рязане е 163 минути, като в този момент грапавостта се променя неравномерно от средна стойност на грапавостта (Ra) от 0,38 до 1,31 μm и средна стойност на височината на микрограпавостта на профила (Rz) от 2,21 до 6,13 μm. При условия на изкуствено създаден Rainit (чрез различни комбинации от скорост на подаване и скорост на рязане) от 0,308 до 10,688 μm, DB осигуряваше стойности на Ra в диапазона от 0,042 до 0,316 μm, като микротвърдостта на повърхността вариране от 461 до 568 HV.

Стабилни стойности на Ra се поддържаха в диапазона от 0,042 μm до 0,089 μm, след което Rainit се увеличи до 3,379 μm. В производствени условия, при които предходнот струговане беше извършено при оптимална скорост на подаване от 0,05 mm/rev. и скорост на рязане от 180 m/min, DB осигуряваше стабилна стойност на Ra ≤ 0,059 μm на получената огледална повърхност през първите 90 минути от работата на нова (неизползвана) режеща пластина, след което стойностите на Ra се увеличаваха линейно от 0,059 до 0,133 μm в 150-тата минута. След 30 минути работа, до пълното износване на режещата пластина, микротвърдостта след DB варираще от 676 до 795 HV, като високата повърхностна микротвърдост беше резултат от сложен процес на термомеханично уякчаване на повърхността (включително уякчаване чрез деформация и трансформация) при предходното струговане, дължащо се на износването на режещата пластина.

B.7. The Effect of Optimised Combined Turning and Diamond Burnishing Processes on the Roughness Parameters of CuZn39Pb3 Alloys

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.

В.7. Влияние на оптимизираните комбинирани процеси на струговане и диамантено полиране върху параметрите на грапавостта на сплавите CuZn39Pb3

Резюме:

Оловният месинг CuZn39Pb3 е една от най-широко използваните сплави за механична обработка, с индекс на обработваемост от 100%. Въпреки това липсват изследвания относно ефектите от студената обработка върху surface integrity (SI) и експлоатационното поведение на детайлите от CuZn39Pb3. Настоящото проучване запълва тази празнина в знанията, като разглежда ефектите от три оптимизирани комбинирани процеса върху грапавостта на повърхността – ключова характеристика на SI. По-конкретно, пробите бяха подложени на процес на струговане, последван от диамантено полиране (DB); този комбиниран процес беше извършен при три условия: конвенционално смазване с обилно количество мажещо-охлаждаща течност (F), сухо (D) и сухо с подпомагане от охлаждане (D+C). Условията с подпомагане от охлаждане бяха постигнати чрез специално устройство с дюза за студен въздух, работеща по принципа на вихровата тръба. Условията D и D+C представляват екологично устойчиви алтернативи, тъй като елиминират използването на мажещо-охлаждащи 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) показаха огледално гладка повърхност с минимални средни стойности на грапавостта Ra съответно 0,054, 0,079 и 0,082 μm. Освен това процесите F и D+C доведоха до повърхностни профили с отрицателни стойности на асиметрията и куртозата, по-големи от три. Тъй като е известно, че параметрите на формата на грапавостта оказват влияние върху експлоатационното поведение на обработените детайли, тези процеси са подходящи за подобряване на износоустойчивостта в режими на гранично смазване.

B.8. Influence of Diamond Burniching Process Parameters on Strain-Induced α'-Martenzite in 304 Chromium-Nickel Austenitic Stainless Steel

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.8. Влияние на параметрите на процеса на Diamond Burniching върху α'-мартензита, предизвикан от деформация, в аустенитна неръждаема хром-никелова стомана 304

Резюме:

Когато хромо-никеловите аустенитни неръждаеми стомани трябва да отговарят на изискването за висока степен на уякчаване при деформация, съдържанието на никел се ограничава до 8–9 тегловни %. Повърхностната студена обработка на тези стомани предизвиква мартензитно превръщане γ → α′. По този начин повърхностната микротвърдост и остатъчните напрежения на натиск се увеличават поради наличието на по-твърдата, предизвикана от деформация фаза a'-мартензит. В настоящата статия се изследва влиянието на определящите фактори при diamond burnishing (DB) процес, върху процентното съдържание на a'-мартензита в повърхностния слой на стомана AISI 304 чрез планиран експеримент, анализ на вариацията и регресионен анализ. Създаден е математически модел на процентното съдържание на a'-мартензита в зависимост от силата на полиране, скоростта на подаване и скоростта на полиране. От трите определящи фактора най-значим е скоростта на подаване, а най-малко значение има силата на полиране. Термичните ефекти оказват по-голямо влияние върху мартензитната трансформация γ → α′ в сравнение с механичния ефект. Процентното съдържание на мартензит в повърхностния и подповърхностния слой е необходима информация за определяне на остатъчните напрежения чрез рентгенов метод при изследване на ефекта на DB върху surface integrity на аустенитните неръждаеми стомани.

B.9. Surface plastic deformation of leaded brass components using a Ferro-Tic Grade C cylindrical-ended deforming element

Abstract:

The purpose in this study is 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. A full factorial experiment, analysis of variance, regression analysis, and an optimisation procedure based on the NSGA II algorithm were employed. 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. 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. 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. 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.9. Повърхностна пластична деформация на компоненти от оловен месинг с помощта на деформиращ елемент с цилиндрични краища от типа Ferro-Tic Grade C

Резюме:

Целта на статията е да се представят възможностите на slide burnishing (SB), извършвано с помощта на деформиращ елемент с цилиндричен край, който не съдържа диамант, с цел подобряване на грапавостта на детайли от сплав CuZn39Pb3. Използвани са пълен факторен експеримент, анализ на дисперсията, регресионен анализ и процедура за оптимизация, базирана на алгоритъма NSGA II. Твърдата сплав Ferro-Tic Grade C може успешно да се използва за производството на деформиращи елементи в процесите на полиране, когато

обработваният материал е сплав на основата на мед. При условия на тангенциално триене при плъзгане между деформиращия елемент и обработваната повърхност не бяха наблюдавани отрицателни ефекти, дължащи се на адхезия. Изследването даде отговор на някои въпроси относно подобряването на грапавостта на компонентите от сплав CuZn39Pb3, но също така разкри необходимостта от бъдещи изследвания върху SB на тази сплав с използване на деформиращи елементи от сплав „Ferro-Tic Grade C“. Оптималните стойности на определящите фактори (радиус 5 mm, сила на полиране 207 N, скорост на подаване 0,089 mm/obr. и скорост на полиране 70 m/min) доведоха до минимална стойност на параметъра на грапавост Ra от 0,139 μm. Разбирането на корелацията между грапавостта и експлоатационното поведение може значително да подобри умората, трибологичното и корозионното поведение на такъв компонент. В литературата липсва информация за ефектите от пластичната деформация на повърхността върху surface integrity (SI) на сплавта. Липсва също така информация за технологичните възможности на сплавта Ferro-Tic Grade C, използвана като деформиращ елемент в процеса на полиране. Изследването частично запълва тази празнина, като хвърля светлина върху ефекта на SB върху грапавостта.

B.10. 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

Abstract:

Burnishing technologies are a cheap and effective means of improving the surface integrity (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.10. Влияние на износването по главната задна повърхнина на режещата пластина при предходно струговане и последващо Diamond Burnishing процес, върху Surface Integrity, микроструктурата и границата на умора на термично обработена стомана С45

Резюме:

Технологиите за полиране са евтин и ефективен начин за подобряване на Surface Integrity (SI) и експлоатационните характеристики на металните детайли. Въпреки това практически липсва информация за цялостното влияние на предшестващия процес на струговане върху началната (преди полиране) Surface Integrity (SI) на повърхнината. Настоящото проучване дава отговор на въпроса как „белият слой“, образуван в резултат на износването на главната задна повърхнина на режещата пластина при предварителното струговане, влияе върху SI и границата на умора, и определя до каква степен последващия Diamond Burnishing (DB) процес е в състояние да подобри SI и границата на умора при вътеливо-огъване на нормализирана, закалена и високотемпературно отпусната стомана С45. Връзката (DB)–SI–граница на умора беше изследвана чрез цялостен подход, който отчиташе ефектите от динамичния характер на износването на пластината върху първоначалния SI. Беше установена ясна връзка между износването на пластината, структурата на засегнатия повърхностен слой и границата на умора. Увеличаването на износването на пластината до 60-ата минута засили образуването на градиентен слой с по-фини и по-тънки зърна, които формираха текстура. В резултат на това беше наблюдаван синергичен ефект от струговането с режеща пластина, работеща в продължение на 60 минути, и последващото DB, което доведе до максимално увеличаване на границата на умора (741 MPa). След 60 минути структурата на засегнатия слой се промени качествено в посока образуване на наноструктуриран (бял) слой, което обърна тенденцията, влошавайки уморното поведение. С увеличаването на дебелината на белия слой границата на умора се понижи рязко до под 560 MPa след 90-тата минута. Независимо от степента на износване на пластината, DB значително подобри характеристиките на SI и увеличи границата на умора след струговане с износена пластина, въпреки че абсолютните размери на

положителния ефект от DB зависят от първоначалните SI и границата на умора, дължащи се на предварителното струговане. За да се постигне синергичен ефект, режещата пластина трябва да се сменя с нова след всеки 60 минути работа.

B.11. Effects of Heat Treatment Procedures and Diamond Burnishing on Tensile Properties and Surface Integrity of Additively Manufactured 17-4PH Steel Cylindrical Parts

Abstract:

This article presents a new combined post-processing concept to improve the quality of laser powder bed fusion (LPBF) of 17-4PH stainless steel (SS) cylindrical parts fabricated from N2-atomised LaserForm 17-4PH (B) powder. The concept is based on consecutive heat treatment procedures and diamond burnishing (DB) processes. A two-stage study was conducted. The first stage was an LPBF process experiment. The following combination of LPBF parameter values was selected after optimisation: a laser power of P = 150 W, laser scanning speed of v = 1200 mm/s, and layer thickness of t = 40 µm. In the second stage, this combination was used to evaluate the effects of two heat treatment procedures (HT1 and HT2) and two DB processes (using burnishing forces of 100 N and 300 N) on the tensile properties and surface integrity of LPBF 17-4PH SS cylindrical samples. The HT2 procedure, including annealing (1200◦ , 4 h), solution treatment (1060◦, 1 h), cooling (−70 ◦C, 2 h), and ageing (482◦, 4 h) led to yield limit, tensile strength, and Vickers hardness values of YL = 1071 MPa, TS = 1410 MPa, and 523 HV, respectively. The concept presented takes advantage of the combination of the transformation, precipitation and strain-hardening effects. The combined effect was most pronounced in the samples subjected to the HT2 procedure and subsequent DB (300 N), for which a retained austenite fraction of 6.93%,,surface microhardness of 563 HV0.05 and the maximum values of the compressive axial
and hoop RSs of −1426.3 MPa and −1095.9 MPa, respectively, were measured.

B.11 Влияние на процедурите за термична обработка и Diamond Burnishing върху якостните свойства при опън и Surface Integrity на цилиндрични детайли от стомана 17-4PH, произведени чрез адитивно производство

Резюме:

В тази статия се представя нова комбинирана концепция за последваща обработка, целяща подобряване на качеството на laser powder bed fusion (LPBF) на цилиндрични детайли от неръждаема стомана (SS) 17-4PH, изработени от прах LaserForm 17-4PH (B), атомизиран с азот (N2).

Концепцията се основава на последователни процедури за термична обработка и процеси на diamond burnishing (DB). Беше проведено двуетапно проучване. Първият етап представляваше експеримент с процеса LPBF. След оптимизация беше избрана следната комбинация от стойности на параметрите на LPBF: мощност на лазера P = 150 W, скорост на сканиране на лазера v = 1200 mm/s и дебелина на слоя t = 40 μm. Във втория етап тази комбинация беше използвана за оценка на ефектите от две процедури за термична обработка (HT1 и HT2) и два процеса на DB (с сили на полиране 100 N и 300 N) върху свойствата при опън и surface integrity на цилиндрични образци от неръждаема стомана LPBF 17-4PH. Процедурата HT2, включваща отгряване (1200◦, 4 ч), термична обработка в разтвор (1060◦, 1 ч), охлаждане (−70 ◦C, 2 ч) и стареене (482◦, 4 ч), доведе до стойности на границата на провлачване, якост на опън и твърдост по Викерс съответно YL = 1071 MPa, TS = 1410 MPa и 523 HV съответно. Представената концепция се възползва от комбинацията на ефектите на трансформация, преципитация и укрепване при деформация. Комбинираният ефект беше най-изразен при пробите, подложени на процедурата HT2 и последващо DB (300 N), за които бяха измерени фракция на запазен аустенит от 6,93%, повърхностна микротвърдост от 563 HV0,05 и максимални стойности на аксиалната и обиколната RS при натиск от −1426,3 MPa и −1095,9 MPa, съответно.

B.12. Improvements in Surface Integrity and Rotating Bending Fatigue Strength of CuZn39Pb3 Brass via a Conventional Diamond-Burnishing Process

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.12. Подобрения в Surface Integrity и устойчивостта на умора при вртеливо огъване на месинг CuZn39Pb3 чрез конвенционален на Diamond-Burnishing процес

Резюме:

Оловният месинг CuZn39Pb3 е една от най-широко използваните сплави за механична обработка. Въпреки добрата му обработваемост, в литературата липсва информация за влиянието на повърхностната студена обработка върху повърхностната микротвърдост, профила на микротвърдостта, въведените остатъчни напрежения, микроструктурата и експлоатационното поведение на обработените детайли. Настоящата статия разкрива възможностите на конвенционалният diamond burnishing (DB) процес (извършвано при условия на обилно смазване) за подобряване на целостта на повърхността и на умора при висок и мегацикличен брой цикли на цилиндрични детайли от CuZn39Pb3, като оси и валове. Резултатите показват, че както процесите на smoothing, така и тези на hardening извършени чрез DB постигат огледални повърхности, въвеждат значителни остатъчни напрежения на натиск на дълбочина, по-голяма от 0,5 mm, и значително повишават умораната якост в областите на високия и мегацикличния диапазон в сравнение с референтното състояние (струговани и полирани образци). Повърхностната микротвърдост обаче се влияе слабо от степента на повърхностната студена обработка. Предвид почти идентичните профили на микротвърдостта и равностойното разпределение по дълбочина на въведените остатъчни напрежения от двата DB процеса, възможната причина за по-изразения ефект на процеса на hardening, върху умораната якост се крие в по-дебелия засегнат слой и намалената отрицателна асиметрия, въведена от този процес.

B.13. Advanced Manufacturing Technology Based on a Holistic Approach for Improving the Surface Integrity, Wear and Fatigue Strength of Heat-Treated 42CrMo4 Steel Cylindrical Parts

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 signifi-cant 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. Experi-mental verification showed a good agreement with the optimised solutions for surface integrity and fatigue limit characteristics.

B.13. Напреднала производствена технология, основана на цялостен подход за подобряване на Surface Integrity, износоустойчивостта и умора на термично обработени цилиндрични детайли от стомана 42CrMo4

Резюме:

В настоящото проучване бе разработена устойчива съвременна производствена технология, използваща цялостен подход за финишна обработка на цилиндрични детайли от термично обработена стомана 42CrMo4. Предложената технология се основава на хибриден комбиниран процес (HCP), включващ сухо струговане с охлаждане и последващо сухо diamond burnishing (DB) с охлаждане. Условията за охлаждане със студен въздух (без смазване) бяха постигнати чрез специално устройство със дюза за студен въздух, работещо на принципа на вихровите тръби. Изследването беше проведено на два етапа. На първия етап беше проучен само процесът на твърдо струговане, като се използваше анализ на дисперсията за определяне на значимите определящи фактори (скорост на подаване и радиус на режещата пластина). Вторият етап включваше проучване и оптимизиране на HCP. Този подход обхвана двата значими

фактора на процеса на струговане, заедно с три допълнителни фактора на процеса на DB: радиусът на диамантената пластина, силата на полиране и скоростта на подаване. Избраните целеви функции бяха средната грапавост, асиметрията, куртозата, микротвърдостта на повърхността, остатъчното аксиално напрежение на повърхността и границата на умора. Границата на умора беше определена чрез ускорения метод на Локати. Математическите модели на целевите функции бяха получени чрез експерименти и регресионни анализи. Чрез многоцелева оптимизация HCP беше оптимизиран въз основа на два критерия: (1) максимална износоустойчивост при гранични условия на смазване и (2) максимална граница на умора. Задачите по оптимизацията бяха решени чрез търсене на Парето-оптимално решение с помощта на QStatLab и алгоритъма NSGA II. Компромисните оптимални стойности на определящите фактори, максимизиращи границата на умора (690 MPa), са както следва: скорост на подаване при струговане и DB от 0,05 mm/rev, радиус на режещата вложка от 0,8 mm, радиус на диамантната вложка от 2 mm и сила на полиране от 50 N. Експерименталната проверка показа добро съответствие с оптимизираните решения по отношение на целостта на повърхността и характеристиките на границата на умора.

B.14. Improvement in Surface Integrity and High-Cycle Fatigue of 42CrMo4 Steel Axles and Shafts by Single-Toroidal-Roller Burnishing

Abstract:

This article presents an optimised deep rolling process, implemented using a single-toroidal-roller 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).

В.14. Подобряване на Surface Integrity и устойчивостта на умора при голям брой цикли на оси и валове от стомана 42CrMo4 чрез Single-Toroidal-Roller Burnishing

Резюме:

В тази статия се представя оптимизиран deep rolling процес, реализиран чрез single-toroidal-roller burnishing процес, с цел подобряване на Surface Integrity и устойчивостта на многоциклична умора на оси и валове от стомана 42CrMo4. Използвани са план на експеримента от втори ред, регресионни анализи и многоцелева оптимизация. Решението се основава на генетичен алгоритъм за сортиране без доминиране (NSGA-II) и подход за търсене по 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 от – 855 MPa. Deep rolling процеса, проведен при избраните оптимални стойности (сила на полиране 1000 N и скорост на подаване 0,11 mm/rev) на определящите фактори, постига стабилни характеристики на Surface Integrity при многократно повторение на процеса. Изпитванията за умора при въртящо се огъване показаха, че положителният ефект от Deep rolling започва да се проявява след 104 цикъла, т.е. във втората половина на областта на умората при висок брой цикли и в областта на мегациклите, където умораната якост се увеличава от 390 (след струговане и полиране) до 440 MPa (след струговане и последващ Deep rolling процес).

Г.7.1. Restoration of working surfaces of forming elements from molds for high-pressure casting of non-ferrous metals by laser welding

Abstract:

The article presents a study of the possibilities for restoring the working surfaces of molds for high-pressure casting of non-ferrous metals by laser welding using a filler material. Test specimens with parameters of real forming elements were manufactured. The influence of nitriding on welded layers and basic material was studied in comparison with one without nitriding. X-ray diffraction method was used to obtain the phase composition of the surface of the samples in areas submitted to nitriding. Scanning electron microscopy (SEM) was used to determine the microstructure of the nitriding layers, welded layers and bulk material. Energy-dispersive x-ray spectrometry (EDX) was applied to investigate the chemical composition in the welded and nitrided zone. A mechanical property be means of microhardness measurements were studied. Three zones were identified after nitriding in the weld area. The first two zones are rich in nickel and cobalt, with different microhardness, while the third zone is characterized by the same microhardness as the middle zone, but with a higher chromium

content. The microhardness measured in the welded zone after nitriding is 50% greater than that without nitriding.

Г.7.1. Възстановяване на работните повърхности на формообразуващи елементи от пресформи за леене под високо налягане на цветни метали чрез лазерно наваряване

Резюме:

Статията представя проучване на възможностите за възстановяване на работните повърхности на форми за леене под високо налягане на цветни метали чрез лазерно наваряване с използване на добавъчен материал. Бяха изработени опитни образци с параметрите на реални формообразуващи елементи. Беше проучено влиянието на азотирането върху наварените слоеве и основния материал в сравнение с такъв без азотиране. За определяне на фазовия състав на повърхността на образците в зоните, подложени на азотиране, беше използван методът на рентгенова дифракция. Сканираща електронна микроскопия (SEM) беше използвана за определяне на микроструктурата на нитрираните слоеве, наварените слоеве и основния материал. Енергийно-дисперсивна рентгенова спектрометрия (EDX) беше приложена за изследване на химичния състав в наварената и нитрирана зона. Механичните свойства бяха изследвани чрез измервания на микротвърдостта. След азотиране в зоната на заварката бяха идентифицирани три зони. Първите две зони са с високо съдържание на никел и кобалт, с различна микротвърдост, докато третата зона се характеризира със същата микротвърдост като средната зона, но с по-високо съдържание на хром. Микротвърдостта, измерена в наварената зона след азотиране, е с 50 % по-висока от тази без азотиране.

Г.8.1. Effect of cooling condition and turning governing factors on the roughness of heat-treated 42CrMo4 steel specimen

Abstract:

This paper presents the results from a comprehensive study on the roughness obtained of the turned low-alloy 42CrMo4 steel specimens after preliminary heat treatment: normalization, quenching and high-temperature tempering. The influence of the cutting regime parameters under different cooling condition (flood lubrication, dry cutting, compressed air and cool generated by a vortex tube) was investigated. Roughness experimental models depending on the cutting regime parameters (speed, depth, and feed) under the used cooling conditions were obtained via second order optimal composition experimental design and

regression analyses. Graphical visualizations of the models were presented. The comparison between the experimental results and those predicted by the models showed good agreement. The analyses conducted revealed that the feed has the strongest influence on the obtained roughness for all different process conditions, while the influence of the speed and depth of cut is negligible.

Г.8.1. Влияние на условията на охлаждане и технологичните параметри на рязане при струговане, върху грапавостта на образци от термообработена стомана 42CrMo4 steel

Резюме:

В настоящата статия се представят резултатите от проучване на грапавостта, получена при струговане на образци от нисколегирана стомана 42CrMo4, след предварителна термична обработка: нормализация, закаляване и високотемпературно отвръщане. Изследвано е влиянието на параметрите на режима на рязане при различни условия на охлаждане (мазване и охлаждане с мажещо-охлаждаща течност, сухо рязане, сгъстен въздух и охлаждане, генерирано от вихрова тръба). Чрез планиран експеримент от втори ред с оптимален план и регресионни анализи са получени експериментални модели на грапавостта в зависимост от параметрите на режима на рязане (скорост, дълбочина на рязане и подаване) при използваните условия на мазане и охлаждане. Представени са графични визуализации на моделите. Сравнението между експерименталните резултати и тези, предвидени от моделите, показа добро съответствие. Проведените анализи разкриха, че подаването оказва най-силно влияние върху получената грапавост при всички технологични условия, докато влиянието на скоростта и дълбочината на рязане е пренебрежимо малко.

Г.8.2. Governing factors – surface integrity correlations and optimizations of diamond burnishing process of chromium-nickel austenitic stainless steels of the 18/8 type

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.8.2. Определящи фактори – взаимовръзки между surface integrity и оптимизацията на процеса на диамантено полиране на хромо-никелови аустенитни неръждаеми стомани от типа 18/8

Резюме:

Diamond burnishing (DB), основано на силна пластична деформация на повърхността при ниска температура, е метод за модифициране на повърхностните слоеве на метални детайли с цел подобряване на surface integrity (SI). Настоящото изследване има за цел да установи ясни взаимовръзки между петте основни определящи фактора (сила на полиране, скорост на подаване, скорост на полиране, радиус на диаманта и брой преминавания) при DB на неръждаема стомана 304 и основните характеристики на SI, включително параметъра за средна грапавост Ra, параметрите за формална грапавост – асиметрия и куртоза, както и микротвърдостта. DB беше извършено на струг с ЦПУ, като се използваше обилно мазане и схема на еднопосочна обработка. Използвани бяха полиращ инструмент с еластичен контакт и поликристален диамант със сферичен край. Стоманата, с твърдост 250 HB, беше изпитана в състоянието, в което е получена. Беше приложен експеримент с план от втори ред, анализ на вариацията (ANOVA) и регресионни анализи. Значимостта на променливите в регресионните модели беше оценена чрез различни методи, за да се определят влиянията на определящите фактори и взаимодействията между тях върху характеристиките на SI. Накрая бяха проведени различни оптимизации в зависимост от функционалното предназначение на диамантно полираната повърхност, като се използваха генетичен алгоритъм за сортиране без доминиране и софтуер QStatLab.

Г.8.3. Investigation of the influence of tool wear on the roughness of the machined surface when turning hardened C 45 steel

Abstract:

The paper presents the results of a study of the influence of cutting tool wear on the roughness of the machined surface, when turning steel 45, in hardened condition. An experiment was carried out at constant values of the cutting mode ellement and experimental curves of wear and roughness were obtained. The correlations between wear and roughness were established and analyzed, and the tool life in turning steel 45, in the hardened condition, was determined at specific values of the cutting mode elements.

Г.8.3. Изследване влиянието на износването на инструмента върху грапавостта на обработената повърхнина, при струговане на стомана 45, в закалено състояние

Резюме:

В статията са представени резултатите от изследване на влиянието на износването на режещия инструмент върху грапавостта на обработената повърхност при струговане на стомана 45 в закалено състояние. Беше проведен експеримент при постоянни стойности на елементите на режима на рязане и бяха получени експериментални криви на износването и грапавостта. Бяха установени и анализирани взаимовръзките между износването и грапавостта, а ресурсът на инструмента при струговане на стомана 45 в закалено състояние беше определен при конкретни стойности на елементите на режима на рязане.

Г.8.4. Study and analysis of the stability of the technological process for the production of aluminium castings with threaded surfaces by high pressure die casting

Abstract:

The paper presents a study and analysis of the stability of the technological process in the production of aluminum castings with threaded surfaces by high pressure. The analysis has been carried out using the methods of mathematical statistics and by evaluating the results, conclusions have been drawn about the tunability and stability of the process. The need for such a study was caused by the application of an uncharacteristic method for forming metric threads and the lack of apriori information on the problem.

Г.8.4. Изследване и анализ стабилността на технологичният процес, за производство на алуминиеви отливки с резбови повърхнини, чрез леене под високо високо налягане

Резюме:

В статията се представя изследване и анализ на стабилността на технологичния процес при производството на алуминиеви отливки с резбови повърхнини чрез високо налягане. Анализът е извършен с помощта на методите на математическата статистика, а чрез оценка на резултатите са направени изводи относно настроеноста и стабилността на процеса. Необходимостта от такова изследване бе предизвикана от прилагането на нетипичен метод за формиране на метрични резби и липсата на априорна информация по въпроса.

Г.8.5. Studying the effect of geometry and deformation force on the roughness of the machined surface of CuZn39Pb3 brass, after surface plastic deformation with tools from "Ferrotic – C"

Abstract:

The article presents the results of a study of a machined surface using the method of surface plastic deformation of test specimens made of CuZn39Pb3 brass. The working elements of the device are made of "FERROTIC C" cemented carbide alloy. The 2-D parameters of roughness Ra and surface were measured. The study was conducted at variable values of the radius of the deforming element R and the pressing force Fb to determine their influence on the studied parameters of the surface texture.

Г.8.5. Изследване влиянието на геометрията и силата на деформиране върху грапавостта на обработената повърхнина на месинг CuZn39Pb3, след повърхностна пластична деформация с инструменти от "Ferrotic – C"

Резюме:

Статията представя резултатите от изследване на обработена повърхност чрез метода на пластичната деформация на повърхността на експериментални образци, изработени от месинг CuZn39Pb3. Работните елементи на устройството са изработени от керметна сплав „FERROTIC C". Измерен е 2-D параметър на грапавостта Ra и на повърхността. Изследването е проведено при променящи се стойности на радиуса на деформиращия елемент R и силата на натиск Fb, за да се определи тяхното влияние върху изследваните параметри на повърхностната структура.

Г.8.6. Research and modeling of the influence of cutting parameters on the roughness of the machined surface when turning CuZn39Pb3 brass

Abstract:

This article presents a study of the influence of the cutting parameters in turning—speed Vc (m/min), feed f (mm/rev), and depth of cut ap (mm)—on the roughness of the machined surface. The study was conducted on cylindrical workpieces made of CuZn39Pb3 brass, in the condition in which the material was delivered. After the planned experiment, a study was conducted on the 2-D parameter Ra of the surface texture of the machined surface due to its great importance for the functional properties of machine element surfaces. The measurement data were processed using software, and theoretical-experimental models for roughness were obtained, reflecting the complex influence of the cutting mode elements when turning CuZn39Pb3 brass.

Г.8.6. Изследване и моделиране влиянието на елементите на режима на рязане при струговане на месинг CuZn39Pb3, върху грапавостта на обработената повърхнина

Резюме:

В тази статия се представя изследване на влиянието на параметрите на рязане при струговане — скорост Vc (m/min), подаване f (mm/rev.) и дълбочина на рязане ap (mm) — върху грапавостта на обработената повърхност. Изследването беше проведено върху цилиндрични детайли, изработени от месинг CuZn39Pb3, в състоянието, в което материалът е бил доставен. След провеждането на планирания експеримент бе проведено изследване на 2-D параметъра Ra на повърхностната текстура на обработената повърхност, поради голямото му значение за функционалните свойства на повърхностите на машините елементи. Данните от измерванията бяха обработени с помощта на софтуер и бяха получени теоретико-експериментални модели за грапавостта, отразяващи комплексното влияние на елементите на режима на рязане при струговане на месинг CuZn39Pb3.

Г.8.7. Research of the resistance to intergranular corrosion of 316L steel samples created on the method “Metal Injection Molding” technology

Abstract:

This paper presents research of austenitic steel 316L to intergranular corrosion. The study was conducted on experimental samples produced by the MIM technology at different values of the technological process. The sintering process was carried out under the provision of an inert environment of nitrogen process gas.

Г.8.7. Изследване устойчивостта на междукристална корозия на образци от стомана 316L, създадени на база на метода „Metal Injection Molding”

Резюме:

В настоящата статия е представено изследване на аустенитна стомана 316L по отношение на междукристалната корозия. Изследването е проведено върху експериментални образци, произведени по технологията MIM при различни параметри на технологичния процес. Процесът на синтероване е осъществен в инертна среда от азотен технологичен газ.

Г.8.8. Modifying the surface layer of instrumental high-speed steel 1.3343 by laser processing

Abstract:

Modifying surface layers through laser processing is one of the modern methods for improving the performance characteristics of metal-cutting tools made of high-speed tool steels. By applying this technology, the high energy impact of the laser beam can improve the roughness and hardness of the treated surface due to the temperature and structural changes that occur. The article presents the results of a study of the roughness and microhardness of laser-treated surfaces on test specimens made of high-speed tool steel 1.3343, in a state after conventional heat treatment—hardening and tempering—and mechanical processing—grinding.

Г.8.8. Модифициране повърхностния слой на инструментална бързорезна стомана 1.3343, чрез лазерно обработване

Резюме:

Модифицирането на повърхностните слоеве чрез лазерна обработка е един от съвременните методи за подобряване на експлоатационните характеристики на инструменти за рязане на метал, изработени от бързорезни инструментални стомани. Чрез прилагането на тази технология високоенергийното въздействие на лазерния лъч може да подобри грапавостта и твърдостта на обработената повърхност благодарение на настъпващите температурни и структурни промени. В статията са представени резултатите от изследване на грапавостта и микротвърдостта на лазерно обработени повърхности върху експериментални образци, изработени от бързорезна инструментална стомана 1.3343, в състояние след конвенционална термична обработка – закаляване и отвръщане – и механична обработка – шлифоване.

Г.8.9. Operational defects in pistons for cold chamber casting machines made of beryllium bronze "MoldMax HH"

Abstract:

The filling of the working cavity of the mold with molten metal during the high-pressure casting of aluminum and zinc alloys is achieved by feeding the molten metal from the working cylinder of the machine with a piston under high pressure and speed. The piston head is in direct contact with the molten metal and is subjected to high thermal and chemical-thermal stresses from direct contact with the molten metal, and its leading cylindrical surface is subject to intensive wear due to friction in the cylinder under boundary lubrication conditions. As a result of these extreme operating conditions, defects often occur in the piston-cylinder group of the machine, which directly affect the casting process and the quality of the castings. The article presents and analyzes the results of observations of the most common defects in pistons made of beryllium bronze, brand "MoldMax HH", on the surface and in the structure.

Г.8.9. Експлоатационни дефекти в бутала за леярски машини със студена камера, изработени от берилиев бронз „MoldMax HH”

Резюме:

Запълването на работната кухина на матрицата с разтопен метал при леенето под високо налягане на алуминиеви и цинкови сплави се осъществява чрез подаване на разтопения метал от работния цилиндър на машината с бутало под високо налягане и с висока скорост. Главата на буталото е в пряк контакт с разтопения метал и е подложена на високи термични и химико-термични натоварвания от прекия контакт с разтопения метал, а предната ѝ цилиндрична повърхност е подложена на интензивно износване поради триене в цилиндъра при условия на гранично смазване. В резултат на тези екстремни експлоатационни условия често възникват дефекти в групата „бутало-цилиндър“ на машината, които пряко засягат процеса на леене и качеството на отливките. Статията представя и анализира резултатите от наблюденията на най-често срещаните дефекти по повърхността и в структурата на буталата, изработени от берилиев бронз, марка „MoldMax HH“.

Г.8.10. Examination of the condition of restored working surfaces of mold inserts from a highpressure die casting mold for aluminum alloys after a period of operation

Abstract:

The article presents a study of the working surfaces of molding elements from a high-pressure die casting mold for aluminum alloys, in a condition after repair and restoration and subsequent operation in real production conditions. The technological process for the restoration of the tools and observations after test trials lasting about 50,000 cycles of the tool are presented, with new and repaired inserts being installed in a tool with 6 molding cavities for comparison purposes. The tools were repaired by laser welding with filler material to a pre-worn insert, followed by volume electrical erosion machining to restore the geometric parameters and subsequent secondary nitriding. The experiment was conducted until the repaired molding cavities failed completely, with the quality of the surfaces of the casting formed by the repaired section being selected as the criterion for its termination.

Г.8.10. Изследване състоянието на възстановени работни повърхнини на формообразуващи вложки от пресформа за леене под високо налягане на алуминиеви сплави след период на експлоатация

Резюме:

Статията представя изследване на работните повърхности на формовъчните елементи от матрица за леене под високо налягане на алуминиеви сплави, в състояние след ремонт и възстановяване и последваща експлоатация в реални производствени условия. Представени са технологичният процес за възстановяване на инструментите и наблюденията след изпитателни цикли с продължителност около 50 000 цикъла на инструмента, като за сравнение в инструмент с 6 формовъчни кухини са монтирани нови и ремонтирани вложки. Инструментите бяха ремонтирани чрез лазерно заваряване с добавъчен материал върху предварително износена вложка, последвано от обемна електроерозионна обработка за възстановяване на геометричните параметри и последващо вторично азотиране. Експериментът беше проведен до пълното износване на ремонтираните формовъчни кухини, като за критерий за прекратяването му беше избрано качеството на повърхностите на отливките, формирани от ремонтираната част.

Г.8.11. Analysis of the technological capabilities of a CNC milling and turning center “RAIS” T2500, to ensure consistent characteristiks of the machined surface when turning profiled surfaces

Abstract:

In various machining processes—turning, milling, drilling, and others—the technological characteristics of the machined surface, such as roughness, microhardness, residual stresses, and others, are influenced by the cutting parameters, the geometry of the cutting tool, the conditions under which the process takes place, and the machine tool. Some of these parameters remain constant during the cutting process, but others, such as the tool setting angles and cutting speed when machining profiled surfaces, change dynamically, resulting in a machined surface with varying parameters. When turning on conventional CNC lathes, it is possible to maintain a constant cutting speed, but due to the kinematic limitations of the machines, the tool angles change dynamically during the machining process. These kinematic limitations are reduced in turning-milling machines, which allow, to a certain extent, for maintaining constant tool angles during the turning of profiled surfaces. This article examines the technological capabilities of the “Rais” T2500 turningmilling center for ensuring constant machining parameters during the turning of profiled surfaces and the specific considerations involved in selecting cutting tools.

Г.8.11. Анализ на технологичните възможности на струго-фрезови център с цифрово програмно управление „РАЙС“ Т2500, за осигуряване постоянни характеристики на обработената повърхнина, при струговане на профилни повърхнини

Резюме:

При различни процеси на механична обработка — струговане, фрезоване, пробиване и други — технологичните характеристики на обработената повърхност, като грапавост, микротвърдост, остатъчни напрежения и други, се влияят от параметрите на рязане, геометрията на режещия инструмент, условията, при които протича процесът, и металорежещата машина. Някои от тези параметри остават постоянни по време на процеса на рязане, но други, като установъчните ъгли на инструмента и скоростта на рязане при обработката на профилни повърхности, се променят динамично, което води до обработена повърхност с променящи се характеристики. При струговане на конвенционални стругове с ЦПУ е възможно да се поддържа постоянна скорост на рязане, но поради кинематичните ограничения на машините ъглите на инструмента се променят динамично по време на процеса на обработка. Тези кинематични ограничения са намалени при струго-фрезовите машини, което позволява до известна степен поддържането на

постоянни ъгли на инструмента по време на струговането на профилирани повърхнини. В тази статия се разглеждат технологичните възможности на струго-фрезовия център „Rais“ T2500 за осигуряване на постоянни параметри на обработката при струговането на профилирани повърхнини, както и специфичните съображения при избора на режещи инструменти.

Г.8.12. Comparative analysis of the Ra roughness parameter of the machined surface of CuZn39Pb3 brass, obtained by surface plastic deformation using diamond and Ferro-Tic “C” deforming elements

Abstract:

This article presents a comparative analysis of the surface roughness of specimens made of the two-phase brass alloy CuZn39Pb3 and subjected to surface plastic deformation using diamond and Ferro-Tic “C” deformation elements. For both types of deformation elements, contact with the machined surface occurs via the mechanism of sliding friction. The experiment was conducted under identical conditions—lubrication with abundant cooling, identical geometry, and identical operating parameters (cutting speed Vb, feed rate fb, and variable deformation force Fb). The workpieces were pre-machined by turning under optimal conditions to ensure minimal initial roughness.

Г.8.12. Сравнителен анализ на парамеръра на грапавостта Ra на обработената повърхнина на месинг CuZn39Pb3, получена чрез повърхностна пластична деформация с деформиращи елементи от диамант и Ferro-Tic “C”

Резюме:

В тази статия се представя сравнителен анализ на грапавостта на повърхността на образци, изработени от двуфазна месингова сплав CuZn39Pb3 и подложени на повърхностна пластична деформация с помощта на диамантни и Ferro-Tic „C“ деформационни елементи. И при двата вида деформационни елементи контактът с обработваната повърхност се осъществява чрез механизма на плъзгащо триене. Експериментът беше проведен при идентични условия – смазване с обилно охлаждане, идентична геометрия и идентични работни параметри (скорост на деформиране Vb, скорост на подаване fb и променлива сила на деформация Fb). Детайлите бяха предварително обработени чрез струговане при оптимални условия, за да се гарантира минимална начална грапавост.

Г.8.13. Additive manufacturing process for producing an “Insert” part

Abstract:

This article describes an additive manufacturing process for producing an "Insert" component with complex conformal cooling channels. It outlines the advantages of conformal cooling channels and the challenges involved in manufacturing the component. The manufacturing process has been implemented in real production.

Г.8.13. Адитивен технологичен процес за изработване на детайл “Вложка”

Резюме:

В тази статия се описва технологичен процес на адитивно производство за изработване на формообразуващ елемент от типа „Вложка“ със сложни конформни охлаждащи канали. В нея се очертават предимствата на конформните охлаждащи канали и предизвикателствата, свързани с производството на елемента. Производственият процес е внедрен в реалното производство.