

**NATIONALE TECHNISCHE UNIVERSITÄT DER UKRAINE
„KIEWER POLYTECHNISCHES INSTITUT“
GEMEINSAME DEUTSCH-UKRAINISCHE FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU**

**1. STUDENTENKONFERENZ ZUR
PRÄSENTATION VON JAHRES- UND
ABSCHLUSSARBEITEN**

19. Mai 2015

KIEV - 2015

OPTIMIERUNG UND WEITERENTWICKLUNG EINES RUNDSCHAFT- WERKZEUGSYSTEMS FÜR DIE FRÄSBEARBEITUNG

Aktuelle Entwicklungen in der Fertigungstechnik zielen auf neue Methoden und Maßnahmen zur Verbesserung des dynamischen Prozessverhaltens, was die Produktivität und die Qualität in der Fertigung erhöht. Ein weiterer Trend innerhalb der metallverarbeitenden Industrie ist mit dem Einsatz neuer Werkstoffe verbunden. Hieraus leiten sich die Anforderungen an die spanende Bearbeitung ab. Die optimale Abstimmung der Werkstoff-Schneidstoff-Paarung und der Werkzeugauswahl, mit entsprechender geometrischer Gestalt der Schneide, ist dabei von hoher Bedeutung. Dem entsprechend gibt es einen hohen Bedarf an Zerspanwerkzeugen mit großer Einsatzflexibilität bei gleichzeitiger Sicherung von Produktivität und Prozessstabilität. Im Bestreben so ein hochflexibles Zerspanwerkzeug für die Fräsbearbeitung zu schaffen, wurde am Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der OVGU Magdeburg das Prinzip des Rundschafft-Fräswerkzeugsystems entwickelt.

Die Besonderheit des Rundschafft-Fräswerkzeugsystems liegt darin, dass die Wendeschneidplatten aus Hartmetall nicht direkt im Grundkörper des Fräasers befestigt werden, sondern an speziellen Trägern – den Rundschafft-Kassetten, die eine zylindrische Form des Schaftes haben und flexibel einstellbar sind. Die existierende Konstruktion des Rundschafft-Systems ist auf dem Bild 1 dargestellt.



Abbildung 1. Kassettensystem-Fräswerkzeug (D=80 mm) und Rundschafft für die Spannung mit einer TORX-Schraube; Quelle: IFQ

Die in Arbeiten [1,2] durchgeführten Untersuchungen haben wesentliche Nachteile festgestellt, die mit der Weiterentwicklung beseitigt werden sollen. Erstens ist die Außenkontur des Fräasers nicht geschlossen und enthält Nebenformelemente. Bekannt ist, dass jede Schwächung in der Kontur zu einer negativen Beeinflussung der Grenzbelastbarkeit des Fräswerkzeuggrundkörpers führt [1,3]. Das Befestigungsprinzip der Rundschäfte unterbricht die Außenkontur des Fräskopfes, wodurch diese nicht geschlossen (Bild 1) ist.

Der nächste Nachteil dieser Konstruktion ist, dass das Belastungsvermögen des gesamten Werkzeuges durch die Belastungsfähigkeit der TORX-Schraube begrenzt ist [1]. Außerdem könnte die Deformation, die das Gewinde in der Befestigungsbohrung im Zerspanprozess bekommt, das Lösen der Befestigungsschrauben verhindern oder sogar das Lösen auch vollständig blockieren. In diesem Fall wird der Kassettentausch sehr problematisch. Alle diese Mängel könnten mit einer optimierten Konstruktion beseitigt werden.

Das erste, was in einer optimierten Konstruktion beseitigt werden muss, ist das Klemmprinzip der Kassetten im Fräswerkzeuggrundkörper. Das optimierte Befestigungsprinzip ist auf dem Bild 2 dargestellt. Dafür wurde der Formschluss der Kassette geändert.

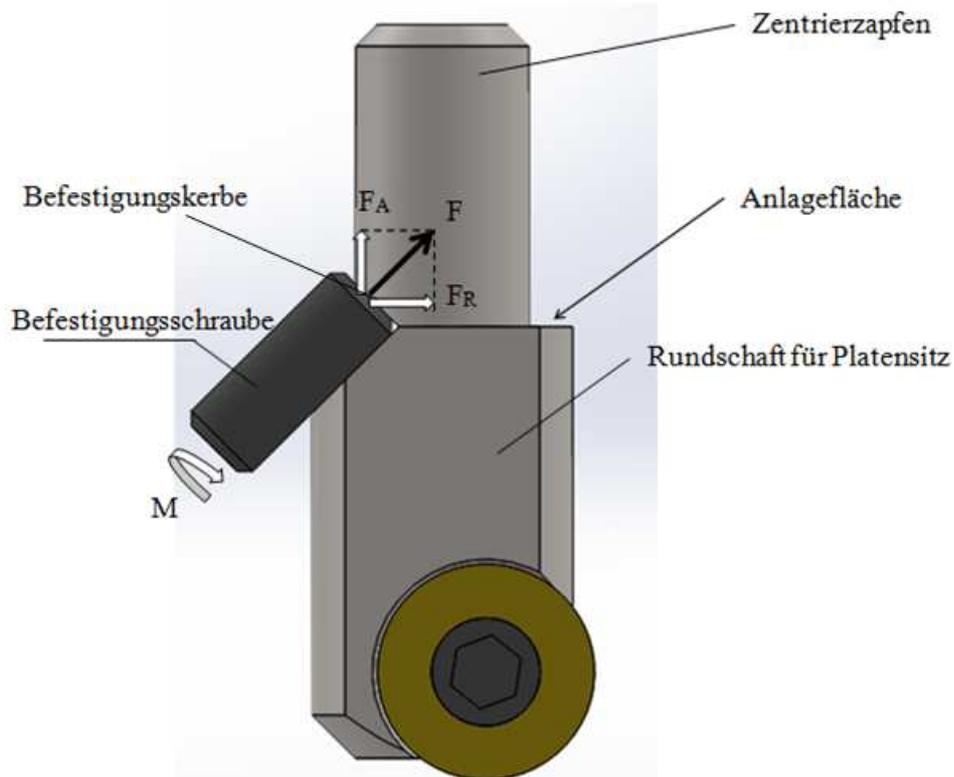


Abbildung 2. Optimiertes Befestigungsprinzip des Rundschaftes

An der Kassette wird eine Befestigungskerbe im Übergangsbereich unter einem Winkel 45° zu Werkzeugachse geneigt erzeugt. Die Befestigungsschraube drückt in die Kerbe, wobei sich die Druckkraft F in zwei Teile zerlegt. Der Axialanteil der Druckkraft F_A hat eine Richtung entlang der Werkzeugachse und dient als Sicherung gegen das Herausfallen der Kassette aus dem Grundkörper. Der Radialanteil der Druckkraft F_R hat eine Richtung senkrecht zur Werkzeugachse und verhindert das Verdrehen der Kassette in der Aufnahmebohrung.

Literatur

- [1] Nguyen D. Potenzial eines Rundschaft-Fräswerkzeugsystems für Forschung und Produktion. Shaker: Aachen; 2009.
- [2] Batt S. Ein Beitrag zur Entwicklung von Fräswerkzeugen mit verbesserten dynamischen Schmitteigenschaften; 2009.
- [3] Schmidt K. Rundkassettenfräskopf. Production process in mechanical engineering 2006:103–6.

Natalia Popil, Betreuer: C. Fink und A. Hübner

ERMITTLUNG MECHANISCH-TECHNOLOGISCHER EIGENSCHAFTEN FÜR DAS REINE SCHWEISSGUT PULVERMETALLURGISCH HERGESTELLTER NISCHWEISSZUSÄTZE MIT GERINGEM DRAHTDURCHMESSER

Die Laserverfahren werden aufgrund ihrer spezifischen Vorteile in zunehmendem Maße in der Industrie eingesetzt. Beim Laserstrahlschweißen werden die Zusatzwerkstoffe überwiegend in Pulverform eingesetzt, deren Herstellung jedoch kostenintensiv ist. Den anderen konventionellen Schweißzusatzwerkstoffen (insbesondere Massivdrähten ihrer Legierungszusammensetzung nach) sind Grenzen gesetzt. Deshalb wird das Ziel auf die Entwicklung neuartiger angepasster Zusatzmaterialien gerichtet. Eine interessante Möglichkeit bietet die pulvermetallurgische Herstellung von Schweißdrähten. Aufgrund ihrer Neuigkeit gibt es keine Angaben über der mechanisch-technologischen Eigenschaften, die aber viele Aufgaben erfüllen. Auf der einen Seite geben sie Auskunft über quantitative Kennwerte zur Kennzeichnung und Berechnung, auf der anderen dienen sie für eine qualitative Beurteilung des Werkstückzustandes. Diese Kennwerte

dienen zur Bauteildimensionierung, zur Kennzeichnung des Zusatzwerkstoffs in Normen und Lieferbedingungen, zur Qualitätskontrolle und -sicherung und zur Weiterentwicklung des neuartigen Zusatzmaterials.

Im Rahmen dieser Arbeit werden die mechanisch-technologischen Eigenschaften der neuartigen Zusatzdrähte auf der Basis von Nickel SD W6 Ø 0,4 mm und sowie des reinen Schweißgutes betrachtet. Der Sinterdraht wird mit einem Vorgängerdraht von der gleichen Zusammensetzung SD W6 Ø 0,7 mm sowie mit einem Massivdraht NiFe 60-40 mit einer ähnlichen Zusammensetzung gegenübergestellt. Trotz der gleichen Zusammensetzung wie der Vorgängerdraht weist der untersuchte Sinterdraht somit höhere mechanisch-technologische Eigenschaften auf. Allerdings sind die Zugfestigkeiten und die Härte beider Sinterdrähte geringer sowie die Rauheit und die Durchmesserabweichungen größer im Vergleich zum Massivdraht.

Tabelle 1. Gegenüberstellung der Eigenschaften von Drähten

	Draht		
	SD W6 Ø 0,4 mm	SD W6 Ø 0,7 mm	RD M („mittel“) Ø 0,4 mm
Durchmesserabweichung [mm]	0,39 ± 0092	0,7 ± 0,035	0,395 ± 0,0016
R _a [µm] R _z [µm]	0,86 5,8	1,08 6,31	0,0694
Mikrohärte HV 0,1	257 (Ni-reicher Bestandteil) 242 (Fe-reicher Bestandteil)	281 (Ni-reicher Bestandteil) 261 (Fe-reicher Bestandteil)	320
R _m [N/mm ²]	725	557	919

Die Arbeit umfasst das Konzept zur Bestimmung mechanisch-technologischer Kennwerte für das reine Schweißgut des Sinterdrahtes SD W6 Ø 0,4 mm. Das Konzept zur Auswahl von der Probengeometrie und ihrem Umfang wurde auf Basis der ausgewerteten Literaturangaben erstellt. Die Übereinstimmung mit gültigen Normen für die Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit bildete ein wesentliches Merkmal bei der Probenauswahl. Die geplanten Abmessungen der Flachzugproben auf Grundlage der DIN 6892 betragen 72 × 8,4 × 1 [mm] (L × B × H). Der Auftragsblock, aus dem die Zugproben entnommen werden sollten (Auftragsblock 1), hat die Abmessungen 72,5 × 26,2 × 1,5 [mm]. Die Abmessungen der Kerbschlagbiegeprobe entsprechen einer Untermaßprobe nach ISO 148 Teil 1 und betragen 55 × 2,5 × 10 [mm]. Der Auftragsblock für die Kerbschlagproben (Auftragsblock 2), bei dem auch Metallographieproben geplant sind, hat hingegen die Maße 58,5 × 31 × 3. Um den Wärmeeinfluss und die Schnittbreite während der Probenherstellung zu minimieren, sollten die Prüfstücke mit dem Erodieren aus den Schweißgutblöcken herausgetrennt werden.

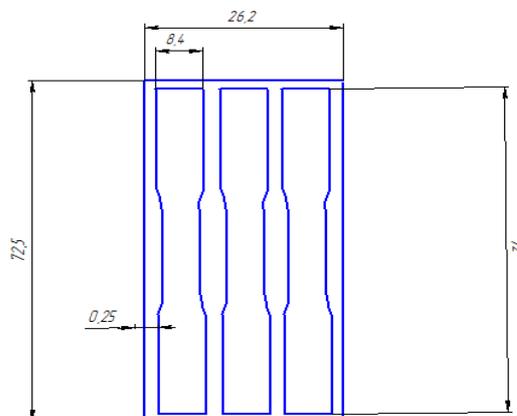


Abbildung 1. Abmessungen und Lage der Zugproben im Schweißgut

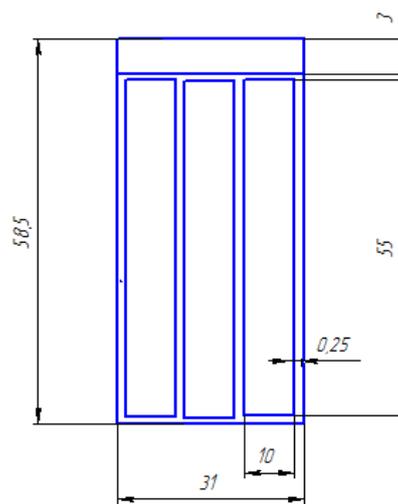


Abbildung 2. Schweißgut-Auftragsblock 2 Probenentnahmeplan für den Kerbschlagbiegeversuch und die Metallographie

Sofija Jakovleva, Betreuer: O. Khalimon

MODELLIERUNG DES „VERHEILUNGSEFFEKTS“ IN MIKORISSEN IN DER ALUMINIUMLEGIERUNG

Bei der elastisch-plastischen Verformung in Strukturmaterialien entstehen und entwickeln sich diffuse Schäden unterschiedlicher Art. Die Kinetik der strukturellen Schäden beschreibt die physikalischen Veränderungen des Materials - die Bildung von Lücken in Submikro- und Mikrovolumen und in bestimmten Phasen, eine physische Fluktuation mit dem Lösen des Materials und dem Erscheinen von Poren in verschiedenen Formen, die sich später in lokale Defekte, z.B. Risse, umwandeln können. Im Fall der Änderung des Spannungsdehnungsverhaltens und der Richtung der Verformung können die im Material entstandenen Defekte abarten.

Heute wird in Berechnungen angenommen, dass, wenn $I_1(D_\sigma) < 0$ ist, eine Schädigungsakkumulation nicht auftritt, während für die meisten Strukturmaterialien unter bestimmten Belastungsbedingungen die Mikrodefekte sich teilweise schließen (bzw. "verheilen") können. Das Phänomen der teilweisen Schließung von Mikrorissen erhöht die Fläche, die effektiv die Belastung trägt. Die Nutzfläche ist zum Parameter h , ($0 \leq h \leq 1$), proportional, der "Verheilungsparameter" von Mikrorissen heißt. Das bedeutet, dass eine effektive Spannung unterschiedlich, je nach dem Schädigungsparameter D bei Zug und Druck, sein sollte. Der Beschädigungsparameter bei Druck ist dem Beschädigungsparameter bei Zug proportional:

$$D^- = hD^+,$$

dabei ist D^- der Beschädigungsparameter bei Druck, D^+ der Beschädigungsparameter bei Zug.

Der Artikel behandelt und überprüft drei Formen der Formulierung des "Verheilungsparameters", die auf drei Verfahren der Bestimmung des Schädigungsparameters basieren, die von Lemaitre, Chou und Luo vorgeschlagen wurden. Lemaitres Verfahren basiert auf dem Grundsatz der Gleichwertigkeit der Verformung: die Zustandsgleichung für beschädigtes Material ist genauso gleich wie für unbeschädigten Material, wobei tatsächliche Spannung mit effektiver Spannung ersetzt wird. Chow hat den Grundsatz der Gleichwertigkeit von elastischer Energie vorgeschlagen (ähnlich wie das Prinzip der Gleichwertigkeit der Verformung) und Luo hat den Grundsatz der Gleichwertigkeit der Zunahme von elastischer Energie aufgestellt. Somit wurden die Formeln für die Bestimmung des "Verheilungsparameters" von Mikrorissen durch die Änderung des Elastizitätsmoduls nach drei Verfahren erstellt:

$$h_{Lem} = \frac{E - \tilde{E}^-}{E - \tilde{E}^+},$$

$$h_{Chow} = \frac{\sqrt{E} - \sqrt{\tilde{E}^-}}{\sqrt{E} - \sqrt{\tilde{E}^+}},$$

$$h_{Luo} = \frac{\ln \tilde{E}^- - \ln E}{\ln \tilde{E}^+ - \ln E},$$

dabei ist E das Anfangselastizitätsmodul, \tilde{E}^- das effektive Elastizitätsmodul bei Druck und \tilde{E}^+ das effektive Elastizitätsmodul bei Zug.

Zur Bestimmung des Parameters h wurden in der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg im Institut für Mechanik zylindrische Proben aus einer Aluminiumlegierung auf kleinzyklische einachsige Belastung hin untersucht.

Der "Verheilungsparameter" von Mikrorissen wurde in Abhängigkeit von der Anzahl der Zyklen bestimmt. Es werden im Folgenden Grafiken zur Abhängigkeit der Verformung der Spannung (Abb. 1), zur Veränderung des Elastizitätsmoduls (Abb. 2) und zum Schädigungsparameter (Abb. 3) bei Zug und Druck in Abhängigkeit von der Anzahl der Zyklen gegeben, sowie die Grafik zum "Verheilungsparameter" von Mikrorissen (Abb. 4).

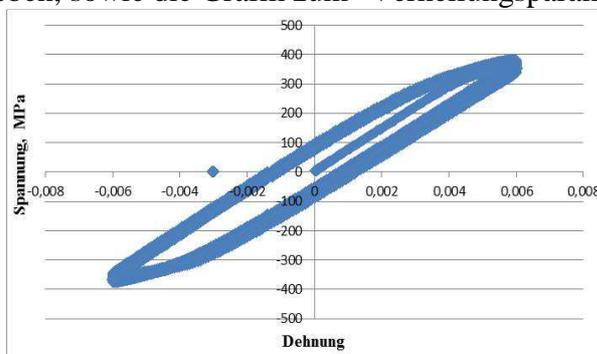


Abbildung 1. Abhängigkeit der Verformung von der Spannung

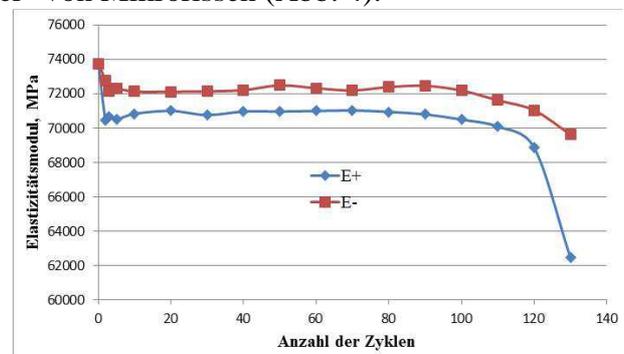


Abbildung 2. Abhängigkeit des Elastizitätsmoduls von der Anzahl der Zyklen

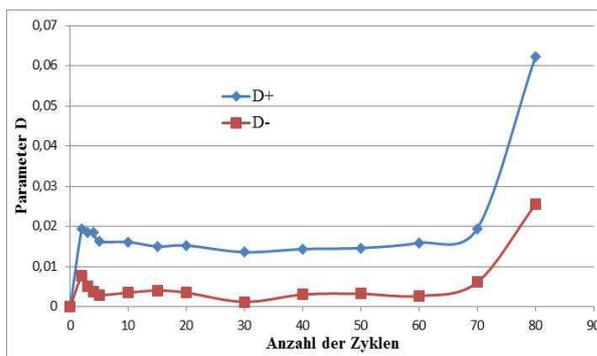


Abbildung 3. Abhängigkeit des Schädigungsparameters von der Anzahl der Zyklen

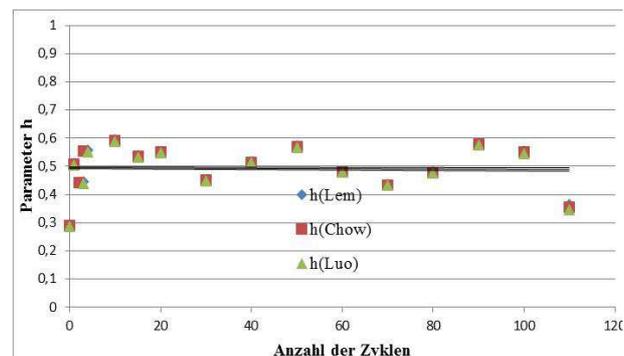


Abbildung 4. Abhängigkeit des "Verheilungsparameters" von der Anzahl der Zyklen

Die Arbeit führte zu folgenden Ergebnissen:

1. Eine experimentelle Untersuchung der Kinetik der Schadensakkumulation wurde bei der zyklischen Belastung der Aluminiumlegierung durchgeführt.
2. Eine vergleichende Analyse der drei Verfahren der Definition des "Verheilungsparameters" von Mikrorissen wurde durchgeführt, die die gleichen Ergebnisse zeigt.
3. Es wurde festgestellt, dass für die Aluminiumlegierung der "Verheilungsparameter" $h = 0,49$ ist.

BESONDERHEITEN IN DER ANWENDUNG VON PROPORTIONAL- UND SERVOVENTIL- TECHNIK

Die Proportional-Hydraulik – in den Siebziger Jahren als Vorbote der Hybridtechnologie bezeichnet, die hydraulische Kraftübertragung mit der Präzision und Flexibilität der elektronischen Steuerungen verbindet – ist heute Standard in der Technik. Sie hat die Lücke zwischen Schalthydraulik und Servohydraulik geschlossen.

Der einfache Aufbau – orientiert an der Schalthydraulik – gepaart mit funktionssicheren elektronischen Verstärkern ermöglichte eine schnelle Verbindung dieser Technik.

Die Kenntnis um die Möglichkeiten der Proportional-Hydraulik ist die Basis für ein erfolgreiches Planen von modernen, hydraulisch betriebenen Arbeitsmaschinen. Da die Proportional-Hydraulik bereits heute in vielen Produktionsmaschinen – in nahezu allen Anwendungsgebieten der hydraulischen Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik – vertreten ist, kommt dem Wissen um diese moderne Technik eine große Bedeutung zu.

Der Hauptunterschied zwischen der Proportional- und der Servoventil- Technik ist eine stoßfreie Umschaltung zwischen den Positionen. Dank der Proportionaltechnik können wir das Schema wesentlich vereinfachen. (Abbildung 1)

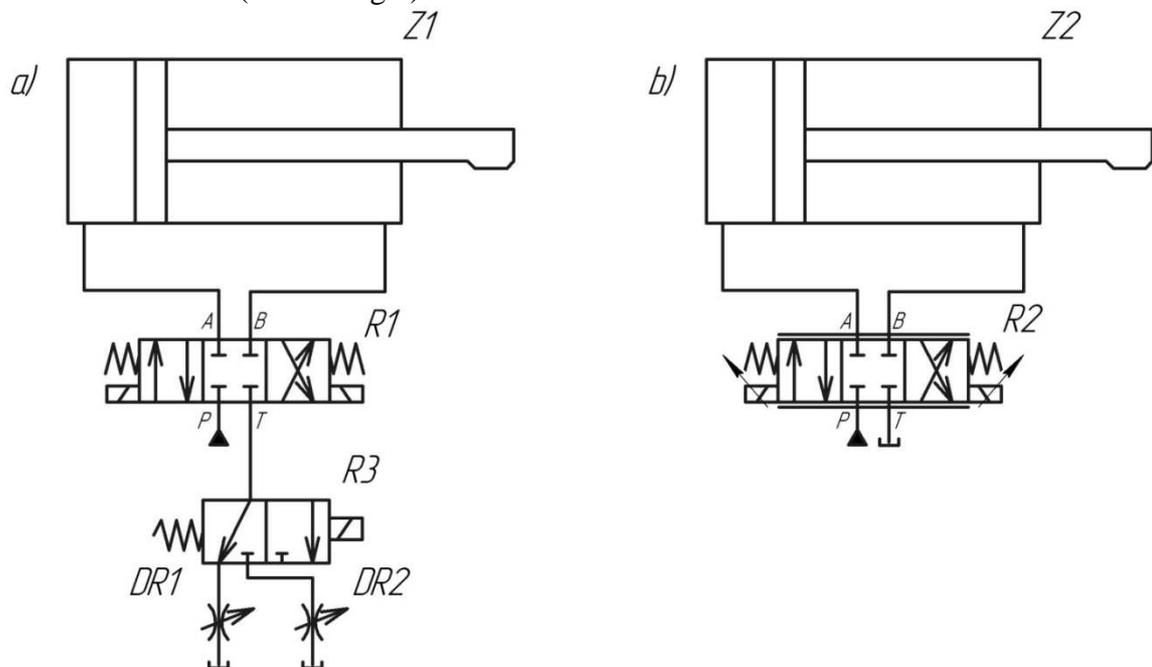


Abbildung 1. Beispiel des Umtauschs des Schemas zur stufenartigen Regelung der Geschwindigkeit (a), zum Schema mit dem Proportionalwechsellagerventil (b).

Eine wichtige Forderung für diese Schemen ist die Filtrierung der Flüssigkeit. In solchen Schemen werden Filter nicht nur im Eingang und Ausgang, sondern auch im Wegeventil eingebaut.

Die Forderung nach mehr Wirtschaftlichkeit, geringerer Störanfälligkeit und höherer Lebensdauer, sowie eine hohe Wartungsfreundlichkeit bei den Servo- und Proportionalventilen haben dazu geführt, dass von den Ventilherstellern und den Betreibern eine bessere Filtrierung der Hydraulikflüssigkeit gefordert wurde. Wegen der stetigen Leistungssteigerung bei den hydraulischen Geräten sind hohe Anforderungen an die Schaltgenauigkeit der Ventile notwendig. Dies wurde unter anderem erreicht, indem die Passungen zwischen Gehäusen und Steuerkolben immer enger wurden.

Die in der Praxis und auf dem Prüffeld gesammelten Erfahrungen haben zur Entwicklung von Filterelementen mit mehrlagigem Mattenaufbau geführt. Ebenfalls hat sich bei diesen Untersuchungen gezeigt, dass nur mit diesem Mattenaufbau die geforderten Reinheitsklassen eingehalten werden können. Die Durchströmung der Filterelemente muss dabei grundsätzlich von außen nach innen erfolgen.

Damit ist in dem Einbauraum des Filterelements die größtmögliche Filterfläche sternförmig gefaltet. Der Aufbau der Filtermatte ist vom zulässigen Elementdifferenzdruck abhängig. Die Einbindung der Filtermatte in die Endkappen des Filterelements sowie die Verbindung der Mattenden erfolgt durch hochwertige Klebstoffe. Die Festigkeit dieser Klebstoffe ist temperaturabhängig, sie nimmt bei einer Temperatur über 120 °C ab.

Hydraulikanlagen können mit Hydraulikflüssigkeiten, die auf verschiedenen Basis-Flüssigkeiten aufgebaut sind, betrieben werden. Diese Basis-Flüssigkeiten sind: Mineralöl, Pflanzenöl, synthetisch hergestellte Öle oder Wasser. Sie können als homogene Flüssigkeiten (Lösungen) oder als Emulsionen eingesetzt werden.

Es wird empfohlen, die Proportionalventiltechnik mit Flüssigkeiten mit einer Viskositätsgrenze 15-100 cSt und einer Temperatur von 40 °C (ISO VG 15÷100) zu nutzen. Die Filterfeinheit sollte im Bereich von 10 mcm sein. Die Temperatur sollte im Bereich zwischen -20 °C und +60 °C liegen. Die übliche Filtereinheit für die Mehrheit der Systeme liegt in den Grenzen von 25 bis 40 mcm.

Vadym Pryshchepa, Betreuer: V. Romanenko

INTENSIVIERUNG DES LASERSCHNEIDENS VON METALLEN UNTER VERWENDUNG DER SPRUNGHAFTEN BEARBEITUNGSGESCHWINDIGKEIT

Das Laserschneiden von verschiedenen metallischen Werkstoffen mit einer Dichte von bis zu 10 mm wird in vielen Bereichen der modernen Anfertigung verwendet. Das Laserschneiden von Metallen, das absolut das durchlaufende Schneiden des Halbzeugs mit vorgegebener Qualität des Prozesses garantiert, erfüllt sich nach dem traditionellen Konzept bei fester Schnittgeschwindigkeit. Allerdings ist der Hauptnachteil der angegebenen Methode die Beschränkung der Schnittgeschwindigkeit auf die vorgegebene Dichte des Halbzeugs. Wird die Schnittgeschwindigkeit erhöht, dann setzt der Schnitt nach der definierten Zeitdauer schrittweise vom Durchlaufenden bis nicht Durchlaufenden an, was unvermeidbar ist.

Die hier vorgestellte Methode realisiert den Bearbeitungsprozess mit sprunghafter Geschwindigkeit, der auf der Tatsache basiert, dass man nach der Bildung des garantierten durchlaufenden Schnitts auf kleinen Teilabschnitten noch durchlaufende Schnitte bei höherer Bearbeitungsgeschwindigkeit, als standardmäßig, erhalten kann. Die Streckenlänge, bei der die Erhöhung der Geschwindigkeit des durchlaufenden Schnitts gilt, hängt von der Dichte des Halbzeugs ab, was versuchsmäßig eingestellt werden kann. Dabei kann die maximale Geschwindigkeit, die noch einen durchlaufenden Schnitt auf diesem Abschnitt gewährleistet, um 5 Mal übertroffen werden.

Unter Hinweis auf das Vorgenannte wird empfohlen, das Halbzeug auf zwei Schnittflächen zeitweise auszuformen. Die Erste ist der Teilabschnitt mit der steigenden Geschwindigkeit auf der ersten Hälfte der ganzen maximalen Schnittlänge, wobei die Beschaffenheit den noch durchlaufenden Schnitt und die Erhaltung des gefahrlosen Endes der Zerstörungsprodukte gewährleistet. Dabei wird eine solche Geschwindigkeitserhöhung für eine stabile Arbeit der Maschine erreicht, die eine Verschiebung des Halbzeugs zügig und gleichförmig sicherstellt. Der Zweite ist der Teilabschnitt mit der fallenden Geschwindigkeit auf der zweiten Hälfte der ganzen maximalen Schnittlänge, um mithilfe der Arbeitsweise (Führung) der Beschaffenheit des garantiert durchlaufenden Schnitts auf eine traditionell niedrige Geschwindigkeit zurückzukommen. Die Geschwindigkeitsabnahme sollte auch gleichförmig erfolgen. Im Weiteren müssen sich die Wechsel solcher Teilabschnitte zeitweise wiederholen.

Die Berechnungen zeigen, dass, mit Rücksicht auf die Bande der Geschwindigkeitsanwanderung der Ausführung des Schneidvorgangs auf dem Abschnitt mit sprunghafter Bearbeitungsgeschwindigkeit, die Durchschnittsgeschwindigkeit des Schneidens um 1,5...3 Mal vergrößert werden kann. Wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit des Schneidens des Halbzeugs

sich mit einer Dichte von 3 mm 2...3 m/min ergibt (wie in der Literatur empfohlen), so wird die Geschwindigkeit in unserem Fall auf 4..6 m/min erhöht. Dabei wird das durchlaufende Schneiden des Halbzeugs mit gegebener Dichte und höherer Kantenqualität der anstehenden Schnitte durchgeführt.

Andrii Filiurskyi, Betreuer: L. Golovko

VERVESTIGUNG DER OBERFLÄCHEN DER KOMPONENTEN DES KOMPLEXEN EINSATZES VON LASERMODIFIZIERUNG UND PROZESSEN THERMOCHEMISCHER WÄRMEBEHANDLUNG

Das Verfahren der thermochemischen Wärmebehandlung ist eine moderne Methode zur Verbesserung und Oberflächenmodifizierung der unterschiedlichen physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Metallen, wie Härte, Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit. Sie besteht darin, dass ein Werkstück in einer Umgebung untergebracht wird, in der seine Oberfläche mit Atomen verschiedener Gase (z.B. Kohlenstoff, Stickstoff, Bor) bearbeitet wird.

Das Problem dieses Verfahren liegt in seiner niedrigen Produktivität: Die Zementierung beträgt 0.1 mm/h, die Nitrierung 0.005...0.02 mm/h und die Nitrocarbonierung 0.1 mm/h. Außerdem ist bei diesem Verfahren die maximale Dicke begrenzt. Wie bereits erwähnt erlaubt das Verfahren mit der niedrigsten Produktivität eine Dichte von 0.15 bis 0.2 mm in 36...48 h aufzubauen. Eine längere Lagerung des Produkts, die zu der üblichen chemischen und thermischen Behandlung bei hoher Temperatur unterzogen wird, verursacht neben hoher Energie auch die Bildung einer hohen bleibende Formänderung und Deformation. Um die Effizienz zu verbessern verwendet man verschiedene Methoden – man erhöht die Umgebungstemperatur, führt das Gas durch eine Glimmentladung, bombardiert die Oberfläche mit Ionen, usw.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Ermittlung der Hauptbesonderheiten des Einflusses von Laser zur Modifizierung der Oberflächenschichten von Stahl und weiteren chemischen und thermischen Behandlungen der Eigenschaften der Diffusionsschichten, ihre Phasenzusammensetzung, Struktur und basischen Eigenschaften. Die Hauptidee besteht darin, dass ein schnelles Erwärmen der Oberflächenschicht auf Basis der Laserstrahlung bei Temperaturen höher als die Starttemperatur strukturelle Phasenübergänge (höher als A_{C1} -Punkt) hervorruft, die zur Bildung einer feindispersen austenitischen Struktur führen. Mit einer weiteren Geschwindigkeitsabkühlung durch eine Wärmeableitung in die Kälte der Gewichtsbasis wird reziprok eine γ - α Umwandlung geschehen. Die Hochgeschwindigkeits-Neukristallisation schließt gegenseitigen Einfluss der neuen Phase (Martensit) in die Richtung ihres Wachstums aus. Deswegen ist die gebildete Struktur sehr dispers (Kerngröße 0,1...1 μ m), hat keine Blöcke (Gesamtheit der Körner gehen in eine Richtung) und ist im Raum umorientiert, bildlich gesprochen – „Panzerabwehr Igel“. Versetzungen, die sich an den Korngrenzen befinden, werden auch entsprechend einer komplexen räumlichen Konfiguration, die, wenn sie miteinander kombiniert wird, die Wärmeeinflusszone bilden wird, angeordnet. Sie ist ein sehr umfangreiches Netz von "Kanälen", die an die Oberfläche kommen, und auf denen die Ionen diffundieren und sättigbare Elemente bilden. Solche Kanäle nennt B.N. Zolotych "Versetzungsröhren."

Die Proben aus dem Kohlenstoffstahl C80W1 wurden durch CO₂ Laserstrahlung mit 10,6 Mikron Wellenlänge, 0,9...1,1kW Leistungsfähigkeit, 5mm Fokusbereich Strahldurchmesser, 0,5; 0,8; 1,2; 1,4 m / min der relativen Geschwindigkeit der Bewegung behandelt. Das Nitrieren wird unter Ammoniak für 15...20 Stunden bei Temperaturen von 800...860K durchgeführt. Die Untersuchung der Struktur, Dicke, Phasenzusammensetzung, Mikrohärtigkeit und des Stickstoffgehalts der Oberflächenschichten der Proben wird mit metallographischen Methoden der Röntgenstrahlung in Fe_K α und durometrischen Analysen durchgeführt.

Die Analyse der Daten zeigte, dass sich je nach den technischen Parametern der Laserbehandlung (die Geschwindigkeit der Bewegung des Laserstrahls) die entsprechende

Phasenzusammensetzung der Dicke und der Mikrohärtigkeit in der nitrierten Schicht ändert (Tab. 1.2).

In den Gebieten ohne Laserbearbeitung beträgt die Dicke der nitrierten Schicht 0,15mm und die Mikrohärtigkeit auf der Oberfläche - 3,5GPa. Bei der Laserbehandlung wird die Dicke der nitrierten Schicht durch die Dicke der laserbehandelten Schicht bestimmt und beträgt 0,460mm mit einer Oberflächenhärtigkeit von 8GPa

Tabelle 1. Forschungsergebnisse:

Behandlungsart	Schichtdicke, mm	Mikrohärtigkeit, GPa	Stickstoffgehalt, %
Nitrieren ohne Laserbehandlung	0,115	3,5	0,071
Nitrieren nach der Laserbehandlung mit der Geschwindigkeit des Strahls, m/min	0,5	0,632/0,461	7,3
	0,85	0,580/0,200	8,7
	1,2	0,192/0,190	7,3
	1,4	0,124/0,120	7,0
			0,158
			0,150
			0,143
			0,143

Im Zähler steht die Dicke der thermischen Wirkungen, im Nenner steht die Dicke der nitrierten Schicht.

Tabelle 2. Parameter der nitrierten Schichten der Stähle mit vorausgehender Laserbehandlung ($v = 0,8 \text{ M / min}$)

Material	Schichtdicke, mm	Mikrohärtigkeit, GPa
C80W1	0,45	8,8
X12CrNiTi18-9	0,21	3,7
X39Cr13	0,10	12,0

Diese Daten deuten auf eine signifikante Wirkung der früheren Laserbehandlung auf die Geschwindigkeit von Diffusionsprozessen in der chemischen und thermischen Verarbeitung hin. Mit dieser Umwandlung der Struktur erhöht sich signifikant die Länge der Korngrenzen und gleichzeitig erhöht sich auch ihre Oberfläche, die Aktivität und Reaktionsfähigkeit, was das Eindringen von Diffusionsatomen wahrscheinlicher werden lässt.

Befund:

Die Verwendung von Lasern in der Oberflächenbearbeitung ist ein effektiver Weg, um die Produktivität von chemischer und thermischer Behandlung sowie die Tiefe und Qualität der Diffusionsschichten zu erhöhen. Die technologische Kombination von Methoden der Laser und die chemische und thermische Behandlung ist ein vielversprechender Bereich der Oberflächentechnik. Die qualitative und quantitative Beschaffenheit der Veränderungen in der nitrierten Schicht werden durch den vorher gebildeten strukturellen Phasenzustand definiert. Die erhöhte Löslichkeit von Stickstoff im Kristallgitter des Stahls in der Oberflächenlaserbehandlung ist eine Folge der Bildung einer hohen Dichte von leichtbeweglichen Versetzungen, starken Dispersionen und ursprünglicher Granulatstruktur und erhöht die Länge der Korngrenzen. Die Oberflächenverfestigung, die diskrete Laserbearbeitung und anschließende Nitrierung sorgen für eine wesentlich verbesserte Haltbarkeit von Stahl. Es wurde festgestellt, dass die diskrete Behandlung vorgezogen wird, bei der sich die Festigkeitseigenschaften der Übergangszone linear ändern und die Konzentration von Spannungen in dem Laser-gehärteten Bereich allmählich reduziert wird, und sich in die Matrix entwickelt, indem sie das Spannungsniveau in der Matrix verringert.

FORSCHUNG DER ELASTISCHEN EIGENSCHAFTEN VON MEDIZINISCHEN KUNSTSTOFFEN MITHILFE DER DYNAMISCHEN METHODE

1. Einleitung

Der forschende Werkstoff „Protacrill M“ ist sehr verbreitet in der medizinischen Praxis in der Ukraine und hat sich schon als eine gute Basis für Zahnprothesen gezeigt. Dieser Werkstoff ist biologisch inaktiv und harmlos.

Infolge der komplizierten Situation im Land, auch wegen der kriegerischen Konflikte, hat sich die Quantität der Geschädigten mit gebrochenen Knochen und anderen gleichwertigen Verletzungen erhöht. Damit eine Knochenstruktur erfolgreich neugebaut wird, benutzt man in der medizinischen Praxis äußere Feststeller.

Derzeit produziert nur ein Unternehmen in der Ukraine die notwendigen Fixatoren mithilfe von Leichtlegierungen. Die Produktion ist sehr kraftraubend, weil die Herstellung jedes Teils viel Zeit braucht. Auf diese Weise ist die Produktion zugleich kostspielig.

Das Ziel der Forschung ist es, von den mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs ausgehend einen Ersatz der legierten Feststeller billiger und nicht so kraftraubend aus „Protacrill M“ herzustellen.

2. Experimentale Anlage und Methodik der Bemessung

a. kurze Beschreibung der Anlage

Ein elektromechanisches Schema der Anlage für die Untersuchung von mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe bei Querschwingungen der einseitig eingespannten Probe ist dargestellt. Es besteht aus einem elektromagnetischen Vibrator (1), dessen Schwingungen einen durch Wechselstrom Generator (12) erzeugt werden. Die Bestimmung der Signalfrequenz wird mit dem Frequenzmesser (13) erreicht.

Der Staub (3) und die Einfassung (6) sind zum Vibrator hinzugefügt. Die Probe (9) ist steif eingespannt in der Einfassung. Der Schwingungsausschlag der Probe wird durch das Beobachtungsfenster (10) mit dem Ausschlagmesser (11) angezeigt. Die Einfassung und die Probe befinden sich in der Temperaturkammer (4). Als Erhitzer (8) benutzt man einen keramischen Widerstand mit 10 Watt Leistung. Das Gebläse (2) erzeugt einen Luftkreislauf in der Kammer. Die notwendige Temperatur wird mithilfe des Thermometers (5) und des Transformators (7) erhalten, der die Rolle des Temperaturreglers erfüllt.

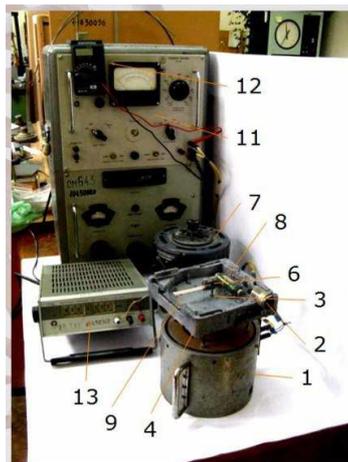


Abbildung 1. Aufbau der Anlage

b. Die Methode der Zwangsschwingungen wurde früher beim Aufbau einer Anlage für die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften von Polymeren und Verbundwerkstoffen realisiert. Die Proben sind im Balken mit rechtwinkligem Querschnitt, Dicke h , Breite b und Gesamtlänge L angegeben. Die Masse m wird mithilfe der analytischen Waage ADV 200M mit 0,01 mg Genauigkeit bemessen. Die Dichte des Werkstoffs wird als $\rho = m / (h \cdot b \cdot L)$ berechnet. Beim stufenlosen Wechsel der Generatorfrequenz erreicht man den maximalen Ausschlag, der der

Resonanzfrequenz entspricht. Um dynamischer Elastizitätsmodul zu berechnen, benutzt man $E_1 = 38,3 \cdot \frac{\rho \cdot \ell^4}{h^2} \cdot [v_r^2 + 0,125 (\Delta v)^2] \cdot 10^{-9}$ Es soll berücksichtigt werden, dass die Proben ein Verhältnis nicht mehr als 1/10 zwischen der Breite und der Dicke haben (Auf diese Weise wird die Schwingungsgleichung wahr).

3. Ergebnis des Versuchs

Der Werkstoff „Protacryl M“ hat ein hohes Elastizitätsmodul, das das Ersetzen von legierten Fixatoren erlaubt. Diese sind einfach in der Produktion und billig. Der einzige Nachteil ist die hohe Temperaturempfindlichkeit, das bedeutet, dass man bei der Nutzung eine dauernde Wirkung von erhöhten Temperaturen oder direkter Heizung vermeiden sollte. Obwohl der Werkstoff temperaturempfindlich ist, kann er sterilisiert werden.

Vitali Pulkovsky, Betreuer: M. Jefimov, K. Jefimova, O. Dudka

OBERFLÄCHENMODIFIZIERUNG VON AUSTENITISCHEM STAHL MIT EINEM KURZNANOSEKUNDEN-GEPULSTEM LASER

Die Wirkung von Nanosekunden-Laserimpulsen führen zu strukturellen Veränderungen in der Oberflächenschicht von austenitischem Stahl. Wir verwendeten einen Rubinlaser, mit folgenden technischen Parametern: Pulsenergie $E \sim 1 \text{Dzh}$, die durchschnittliche Pulsdauer $\tau = 20\text{-}30 \text{ ns}$ und eine Pulsleistungsdichte $w = (3\text{-}5) \cdot 10^8 \text{ W / cm}^2$. Ziel war die Analyse der Wirkung der Laserstrahlung auf die untersuchten Stähle H18N10T und 13H20.

Es wird gezeigt, dass unter dem Einfluss von Stoßwellen eines kurz gepulsten Nanosekunden-Laser-Strahls die Linie γ eine feste Lösung im Stahl H18N10T aufgeteilt in 2 Spitzen im Stahl 13x20 - von 4 Peaks ergibt, einer von ihnen entspricht einer festen Lösung der Anfangskonzentration (Abbildung 1).

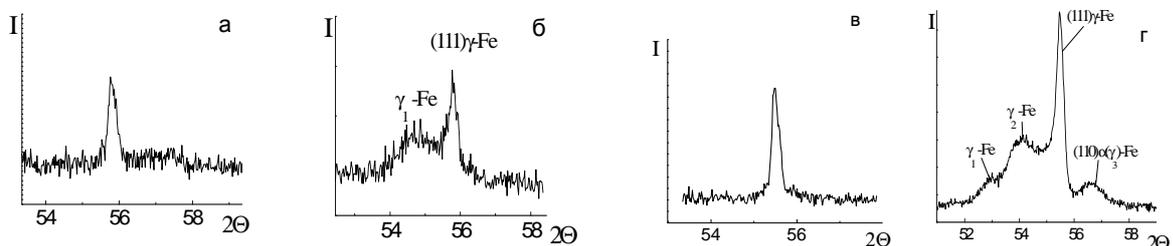


Abbildung 1. Form der Röntgenbeugungslinien der Forschungsproben bei den Stählen : a) H18N10T im Originalzustand ; b) H18N10T mit Nanosekunden- Laser-Bestrahlung ; c) 13H20, der Anfangszustand ; d) 13H20 Nanosekunden-Laserbestrahlung.

Die neu angesetzten Kristallgitter der festen Lösungen stiegen um 1,2-2%, und die physische Erweiterung ihrer Linie war etwa 5-mal höher als die der hauptfesten Lösung. Zusätzliche Peaks verschwinden nach dem Entfernen der Oberflächenschicht ab einer Dicke von 5 mm, und nach einer Schichtdicke von 20 Mikrometer Breite wird die Hauptspitze gleich dem Ausgang.

Eine elektronenmikroskopische Untersuchung ergab, dass die Schichtbildung in bestrahlten Zellen von etwa 0,5 Mikrometer mit unscharfen Grenzen eine Dislokation ergab (Abbildung 2). Die Röntgenanalyse zeigte, dass die chemische Zusammensetzung der Folie in den Randbereichen des Körpers und im Fokus gleich ist.

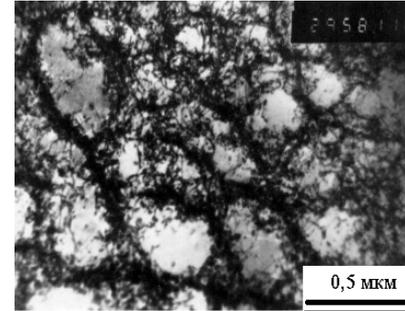
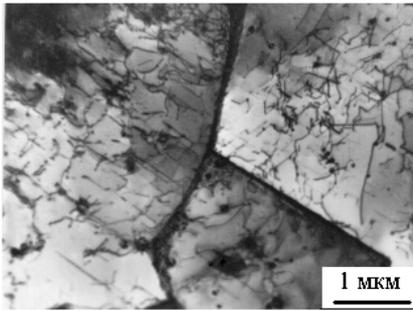


Abbildung 2. Struktur der Oberflächenschicht der Stahlproben H18N19T: a - Ausgangszustand; b – Nach der Nanosekunden-Laser-Bestrahlung.

Die Nanosekunde gepulster Laserstrahlung hat ergeben, dass die Oberflächenschicht der austenitischen Stähle sich verstärkt hat. Die Oberfläche der Mikrohärtigkeit von H18N10T wurde mit dem Nanosekunden-Laser bestrahlt und erreichte 3,3 GPa, im Vergleich zu 1,6 GPa im Ausgangszustand und eine gehärtete Schichttiefe von etwa 10 Mikron.

Es wird vorgeschlagen, dass dem neu entstandenen Ungleichgewicht in der fcc-Phase mit einem erhöhten Gitterparameter an den Grenzen der Versetzungszellen entgegen gewirkt wird. Eine große Konzentration der Atome an den eingeführten Versetzungen hemmt ihre Umstrukturierung in engen Subgrenzen (die mit den Prozessen der Querschlepp-Polygonisierung und einer Vernichtung von Versetzungen verbunden sind).

Die Wartung der Zwischengitteratome in der neuen Position nach dem Durchgang der Stoßwelle fördert die Bildung von komplexen "Unreinheit - Zwischengitteratomen" zur Bearbeitung, die in fester konzentrierten Lösungen vorhanden sind.

Hanna Tsybenko, Betreuer: O. Khalimon, V. Kovall

ENERGIEMETHODEN ZUR BESTIMMUNG DER MAXIMALEN SPANNUNGEN IN SPANNUNGSKONZENTRATIONSBEREICHEN MITTELS DES BESCHÄDIGUNGSPARAMETERS BEI DER EINFACHEN BEANSPRUCHUNG

Während der elastoplastischen Beanspruchung eines Bauteils ist es einer der wichtigsten Arbeitsschritte von ingenieurmäßigen Berechnungen, Spannungsdehnungsverhalten im Gebiet der Spannungskonzentration zu analysieren.

Eine Anwendung des komplexen Vorgehens der Kontinuumsmechanik mit Rücksicht auf eine elastoplastische Verformung führt zu komplizierten Berechnungen, deswegen ist es notwendig, neue annähernde Bewertungsmethoden für die maximalen Spannungen im Spannungskonzentrationsbereich zu schaffen und einzusetzen. Um die Äquivalentspannungen zu bestimmen, sind die verbreiteten technischen Methoden solche, die sich auf ein Energieverfahren gründen, nämlich die Neuber-Methode, die Methode der Deformationsenergiedichte, und die Methode der Dichte der zusätzlichen Energie.

In diesem Aufsatz soll bei der Rechnung von maximalen Spannungen vorgeschlagen werden, das Effektivspannungsdiagramm zu benutzen, das den Einfluss von dem Beschädigungsparameter auf die Werkstoffeigenschaften berücksichtigt, die in Form von Skalar ausgewählt werden. Die Auswertung von den Energiemethoden zur Bestimmung der maximalen Spannungen im Gefahrenpunkt wurde durch folgende Gleichungen aufgestellt:

Die Zusatzfunktion für die Auswertung :

$$h(\sigma_{eq}^{(e)}) = \frac{\sigma_{eq}}{\sigma_{eq}^{(e)}} ,$$

Nach der Neuber-Methode:

$$h = \frac{\frac{E}{K} R_e + \sqrt{\left(\frac{E}{K} R_e\right)^2 + 4\left(1 + \frac{E}{K}\right) (\sigma_{eq}^{(e)})^2}}{2\left(1 + \frac{E}{K}\right) \sigma_{eq}^{(e)}},$$

Nach der Methode der Deformationsenergiedichte:

$$h = \sqrt{\frac{(\sigma_{eq}^{(e)})^2 + \frac{E}{K} R_e^2}{\left(1 + \frac{E}{K}\right) (\sigma_{eq}^{(e)})^2}},$$

Nach der Methode der Dichte der zusätzlichen Energie

$$h = \frac{\frac{E}{K} + \sqrt{(\sigma_{eq}^{(e)})^2 + \frac{E}{K} \left((\sigma_{eq}^{(e)})^2 - R_e^2 \right)}}{\left(1 + \frac{E}{K}\right) R_e^{(e)}},$$

Dabei sind E- Elastizitätsmodul, K- Tangenselastizitätsmodul (im Gebiet der linearen Verfestigung) und R_e - Streckgrenze .Die Spannungen σ_{eq} und $\sigma_{eq}^{(e)}$ sind die effektiven Spannungen mit Rücksicht auf den Beschädigungsparameter und im Spannungskonzentrationsbereich entsprechend.

Die mechanischen Werkstoffeigenschaften des Stahls „07X16H6“ (die deutsche Analogie dazu ist X12CrNi17-7 oder X10CrNi18-8) wurden durch eine Zugprobe des Rundprobestabs in der Prüfstandanlage „UME-10TM“ (Mehrzweck-Versuchsmaschine) bekommen. Dabei ist der Parameter der Beschädigung durch die Widerstandsbeziehung $D = \frac{\Delta\rho}{\rho_0}$ bestimmt, wobei $\Delta\rho$ - die Änderung des Einheitswiderstands und ρ_0 - der Ausgangswert des Einheitswiderstands ist. Der Vergleich von den Ergebnissen der Berechnungen ist in Abb. 1 dargestellt.

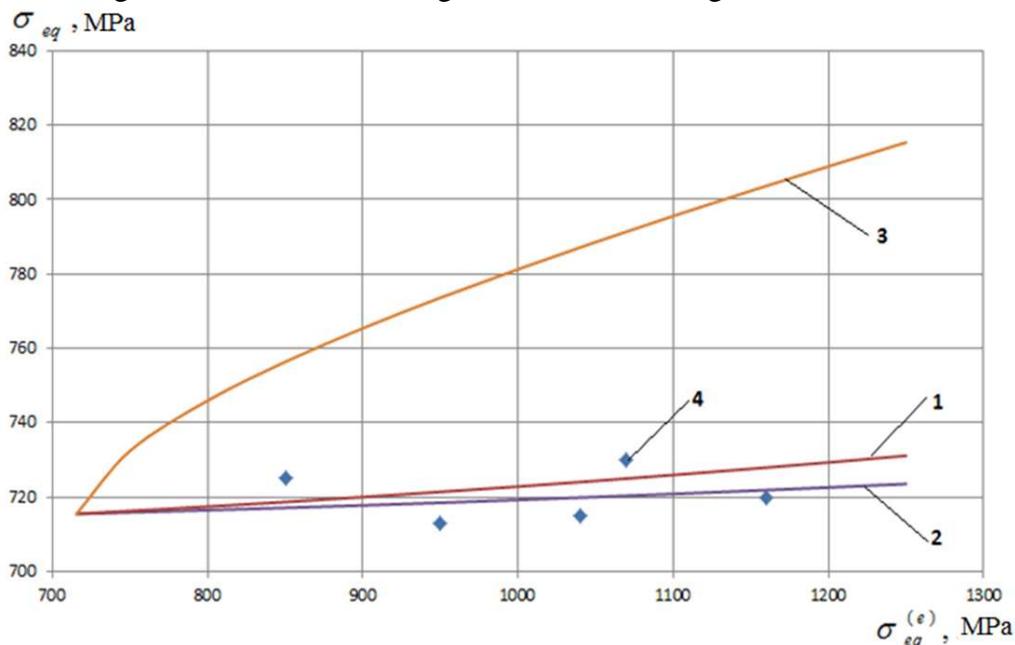


Abbildung 1. Das Vergleichsdiagramm der Neuber-Methode (1), der Methode der Deformationsenergiedichte (2), der Methode der Dichte der zusätzlichen Energie (3) und die Ergebnisse der numerischen Berechnung beim ANSYS (4)

Zusammenfassung: Den erhaltenen verglichenen Kennkurven zeigen entsprechend den dargestellten Energiemethoden zur Bestimmung der maximalen Spannungen in den Spannungskonzentrationsbereichen, dass zur numerischen Berechnung die nächstliegenden Ergebnisse die der Neuber-Methode und der Methode der Deformationsenergiedichte sind.

DIE WAHL VON LÖSUNGSMETHODEN ZUR LÖSUNG DES PROBLEMS DER ÜBERHITZUNG DES HYDRAULIKÖLS IM HYDRAULIKSYSTEM

Das Problem der Überhitzung des Hydrauliköls in der Mobilhydraulik ist ein grundlegendes Problem in der Arbeit mit Hydrauliksystemen. Das betrachtete Hydrauliksystem enthält in sich eine Pumpstation, die verwendet wird, um eine Hydrauliksäge zum Schneiden von Rohren zu versorgen. Die Hydrauliksäge wird für den Einsatz unter Wasser verwendet und mit der Außenpumpstation anhand des Schlauchs 216 m verbunden. Die technischen Daten der Sägen: Die Fördermenge beträgt 109 l / min, der Förderdruck - 20.68 MPa und das Öl - MGE-46V (TU38.001347-83).

Die Erwärmung der Hydraulikflüssigkeit ist mit Energieverlusten verbunden. Das Wärmeleistungshydrauliksystem ist gleich dem Gesamtleistungsverlust (PL) durch den die Verluste wie folgt ausgedrückt werden:

$$PL_{gs} = PL_{pump} + PL_{ventil} + PL_{schlauch} + PL_{mech}$$

Wenn die Gesamtverluste die Menge der Wärmeableitung überschreiten, überhitzt das Hydrauliksystem. Die Hydraulikflüssigkeiten beschädigen bei Temperaturen über 70 °C den größeren Teil der Abdichtungsstruktur und beschleunigen die Verringerung der Eigenschaften der Abdichtungsmaterialien. Trotz der Tatsache, dass der Betrieb eines Hydrauliksystems bei Temperaturen über 70 °C vermieden werden sollte, kann sich auch bei niedrigeren Temperaturen die Viskosität der Flüssigkeit als kleiner als der empfohlen Wert für dieses Hydrauliksystem erweisen.

Um eine stabile Flüssigkeitstemperatur sicherzustellen, sollte das Vermögen des Hydrauliksystems die Wärme der Eigenenergie die Verluste überschreiten. Die Pumpstation hat eine konstante Leistung $N_{pr} = 37$ kW und ist mit einem Luftwärmetauscher ausgestattet. Ein Wärmetauscher ist ableitfähig mit 10 kW Wärme bei Umgebungsbedingungen oder 27% des verfügbaren Leistungseingangs. Die Angaben der Abkühlung von allen Komponenten sind gemäß den gesetzlichen Bestimmungen.

Das Problem wurde durch die übermäßige Überhitzung der Wärmekapazität verursacht. Die Berechnung der Druckverluste über die Länge des Schlauchs wurde von der Darcy-Weisbach-Formel durchgeführt:

$$\Delta h = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

wobei λ – der Koeffizient der hydraulischen Reibung, L - die Länge des Schlauchs, m , D - Durchmesser des Schlauchs, m , V - Durchschnittsgeschwindigkeit der Strömung in m / sec ist.

Theoretisch ist 5,52 MPa der Druckverlust auf dem Druckschlauch an 216m mit 20,7 MPa. Der Druckabfall über die gleiche Länge des Ablaufschlauchs beträgt 1,38 MPa. Theoretisch kann die Wärmeleistung Verluste erhalten:

$$\Sigma \Delta p = 5,52 + 1,38 = 6,9 \text{ MPa,}$$

das entspricht 33,4% der Gesamtkapazität des Systems.

Mithilfe der Formel für die Berechnung der Leistung des Wärmestroms finden wir den Wert des Wärmeverlustes:

$$\Theta = 0334 \times N_{pr} = 0334 \times 37 = 12,4 \text{ kW.}$$

Es bedeutet, dass die thermischen Energieverluste in den Schläuchen um 2,4 kW größer als die Kapazität des Wärmetauschers sind, um Wärme in dem Hydrauliksystem abzuführen. Dies in Kombination mit den Verlusten in der Pumpe, im Motor und in den Hydraulikventilen führt zur Überhitzung des Hydrauliksystems.

Es gibt zwei Wege das Problem der Überhitzung in Hydrauliksystemen zu lösen:

- die Reduzierung der Wärmeleistung;
- eine Erhöhung der Wärmeableitung.

Eine Senkung der Wärmeleistung ist immer eine bevorzugte Ausführungsform, um die Effizienz des Hydrauliksystems zu erhöhen. In diesem Fall betrug die Heizleistung in den Schläuchen 33.4% der verfügbaren Eingangsleistung, was unakzeptabel ist. Eine Verringerung der Heizleistung kann

man bei einer Verringerung des Druckverlusts erreichen. Man sollte sowohl den Druckschlauch als auch den Ablaufschlauch mit größeren Messern ersetzen. Die Kosten für die Durchführung dieser Veränderung übersteigen in diesem Fall die Kosten der zusätzlichen Wärmetauscher auf der Grundlage der Berechnungen:

$P = L * P_1$, wobei P - der Gesamtwert der Schläuche in €, L – Hülsenlänge in m, P_1 - die Kosten pro Quadratmeter RVD in €/ m (in diesem Fall 5,7 €/ m).

$P = 2 * 216 * 5,7 = 2462,4$ € - die Kosten für den Ersatz eines größeren Schlauchdurchmesser.

Folglich wählen wir den Luft-Öl-Wärmetauscher NRA12-241256, der durch einen Hydraulikmotor betrieben wird, mit solchen Eigenschaften (siehe Tabelle 1.). Tabelle 1.

Qmax, l / min	N _B , kW	n _B , U / min	D _{вент} , mm	M ³ / s, Luft
120	0,08	4300	167	410

Wobei Qmax ist die maximale Durchflussmenge (l / min) Kühlmittel durch den Wärmetauscher; N_v- die Leistungsaufnahme des Motors (kW), die zum Antrieb des Lüfters verbraucht wird; n_w – die Drehzahl (U / min); D_{vent}- der Außendurchmesser (mm); M³ / H – die Fördermenge im Luftgebläse.

Die Kosten für diesen Wärmetauscher $P = 244$ €.

Auf der Grundlage wirtschaftlicher Überlegungen wählen wir für die Installation ein Verfahren zur Erhöhung der Wärmeableitung mit einem Luft-Wasser-Wärmetauscher NRA12-241256.

Volodymyr Chernüshok

MODELLIERUNG DES EINGRIFFS DER ZÄHNE EINES SCHRÄGSTIRNRADGETRIEBES BEI DER ERPROBUNG AUF DIE KONTAKTAUSDAUER

Aufgabenstellung:

Um die notwendigen Ressourcen bei der Arbeit mit der Verzahnung bereitzustellen, sollte man Betriebsverhältnisse und Vorgänge, die direkt im Kontaktbereich auftreten werden, kennen. Das sind Berührungsspannung, Reibungskoeffizient und andere Faktoren, die wiederum auf die Art und den Verschleiß der Zähne und einen möglichen Bruch der Zähne verursachen können. Einen besonderen Platz in der Berechnung des Spannungszustands im Kontaktbereich besetzen die Aufgaben, die eine Reibungskraft einkalkulieren.

Das Problem in der Untersuchung der Kontaktausdauer der Schräg Zahnräder wird als das Phänomen der Lastumverteilung durch die Länge der Berührungslinie unter dem Einfluss der ungleichmäßigen Abnutzung der Zähne und Unregelmäßigkeiten in der Gesamtsteifigkeit der Zähne in der gleichen Richtung dargestellt. Der Wert des Reibungskoeffizienten entlang der Eingriffslinie ist variabel, so kann mit experimentellen Messungen nur sein Mittelwert und nicht der genaue Wert an einem bestimmten Punkt der Eingriffslinie angegeben werden. Die Unmöglichkeit der Bestimmung des Reibungskoeffizienten an bestimmten Punkten der Eingriffslinie ermöglicht es nicht vollständig, diese Faktoren zu berücksichtigen, die auf die Kontaktausdauer der Schräg Zahnräder Einfluss haben.

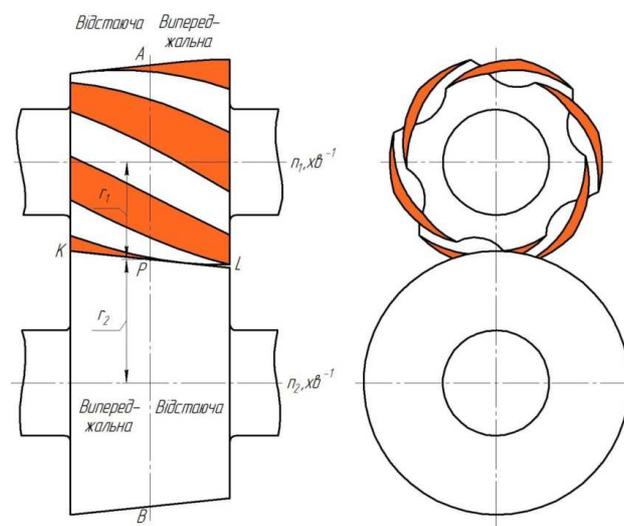
Für den Versuch zur Kontaktausdauer der Materialien wird für die Zahnäder häufig eine Rollen analogie verwendet. Versuche auf Zylinderrollen, auf deren Arbeitsflächen etwas hinüberrollt und gleichzeitig etwas durchgleitet, imitieren gut die Bedingungen der Arbeit des Materials beim Kontakt mit den Zähnen. Wenn die Rollen sich mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit drehen, ist die Arbeitsbedingung gleich dem Zahneingriff an einem Punkt in der Eingriffslinie mit entsprechenden Geschwindigkeits-Rollen und -gleitern.

Die Durchmesser der zylindrischen Walzen werden durch die Methode des grafischen Baus oder die Methode der analytischen Berechnungen ermittelt, was den Krümmungsradius bei den Profilen der Zahnäder r_1 und der Räder $-r_2$ -für jeden Punkt in der Eingriffslinie bestimmen soll. Die

Gesamtkrümmungsradien in den Profilen der Zähne der Zahnräder und Räder für diese Punkte sind immer konstant und gleich $a = (r_1 + r_2) \sin \alpha_w$ wobei α_w - Eingriffswinkel. Die Voraussetzungen, die in dem Zahneingriff der Räderpaare in jedem Moment des Eingriffs entstehen, können durch Testen mehrerer Sätze von Rollen realisiert werden. Diese Rollen-Analogie ahmt gut die Arbeit der Stirnradgetriebe nach, in denen die Belastung durch die Länge der Kontaktlinien in den Bereichen des Einzeleingriffs und Zweizelleingriffs gleichmäßig ist.

Die Arbeit der Zähne am schrägverzahnten Rad wird das Phänomen der Lastumverteilung durch die Länge der Kontaktlinie seitwärts des Pols unter dem Einfluss des unebenen Höhenprofils einer ungleichmäßigen Abnutzung der Zähne und in die gleiche Richtung wie die Gesamtsteifigkeit der Zähne angeben. Doch bei den Belastungen, die beinahe kritisch, aufgrund des lokalen, sicheren Abbröckelns des Lastverlaufs sind, werden umverteilt und eine spezifische Belastung rückt proportional zum konsolidierten Krümmungsradius. Für die Materialprüfung der Schrägstirnräder wird die Rollen-Analogie mit verwendeten Kegelrollen von A. Petrusевич vorgeschlagen. Es ist möglich, in den linken und rechten Bereichen eine Rolle, an deren Pole sich die Zone der geringsten Kontaktstärke befindet (obere und untere Walze jeweils) zu erhalten. Es wird vorgeschlagen, die experimentellen Fähigkeiten des Gerätes zu erweitern und auf den Arbeitsflächen eine der Rollen eine mehrgängige Spiralnut mit einem Winkel der Heberillen ausführen zu lassen. Außerdem sollten die experimentellen Fähigkeiten des Gerätes erweitert werden, auf den Arbeitsflächen führt eine der Rollen eine mehrgängige Spiralnut mit einem Winkel der Heberillen aus, der dem Neigungswinkel der Kontaktlinie zur Seitenlinie des Flacheingriffs unter dem Neigungswinkel des Zahns β_b in dem Hauptzylinder der Schraubenräder gleicht, wobei $\sin \beta_b = \sin \beta \cos \alpha_t$, β - eine Zahnschräge auf dem Teilzylinder, α_t - Winkelprofil der Vorderseite des Bezugsprofils sind.

Auf der Abbildung 1 wird ein Paar der Kegelrollen gezeigt. AB ist der Mitteldurchschnitt der Rollen mit den Radien r_1 und r_2 .



Wenn die Geschwindigkeitsrollen n_1 und n_2 die Bedingung $n_1 \cdot r_1 = n_2 \cdot r_2$ erfüllen, wird der durchschnittliche Abschnitt der AB Lager gereinigt und der Punkt P wird die Pole der Schrägverzahnung porträtieren. Die Präsenz auf der Arbeitsfläche einer der Kegelrollen mit mehrgängigen schraubenförmigen Nuten erzeugt bei den Performances der konischen Bande eine Arbeitsfläche, die konsequent simuliert, wie die Schrägzahnräder in den verschiedenen Teilen der Eingriffslinie mit unterschiedlichen Krümmungsradien der Zahnprofile arbeiten. Das ermöglicht es, das dynamische Drehmoment (und damit die Reibung) zu messen, entlang der Kontaktlinie mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen den Widerstand an den Wellen festzulegen, die festen Rollen, die die experimentellen Möglichkeiten der Einrichtung erweitern und damit eingefügt werden.

DIE THERMODYNAMIK DES IRREVERSIBLEN PROZESSES UND DAS MODELL DER SCHÄDIGUNGSSAMMLUNG BEI LOW CYCLE FATIGUE

Der Betrieb der Konstruktionselemente ist mit einer Degradation der mechanischen Materialeigenschaften unter der Entstehung von räumlich verteilten Mikroschäden versehen. Bequem für die Ingenieurberechnungen ist der phänomenologische Ansatz zur Beschreibung der Schädigungsansammlung. Eine Konkretisierung der Schädigungsparameter und ihre Berücksichtigung in konstitutiven Gleichungen gibt uns die Möglichkeit, die Prognostizierung der Zuverlässigkeit einer Lebensdauervorhersage wesentlich zu verbessern. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Prüfung von den zwei Ansätzen zur Bewertung der Restlebensdauerabschätzung bei Low Cycle Fatigue und ihre Versuchsprüfung an einem Beispiel der Aluminiumlegierung 5052.

Der Verformungsprozess ist ein typischer thermodynamischer Prozess. Die besondere Bedeutung hat der thermodynamische Ansatz bei der Behandlung des irreversiblen Prozesses von Verformung und Zerstörung. Auf der Grundlage dieses Ansatzes stützen sich viele Modelle auf die Schädigung.

Nach dem zweiten Gesetz der Thermodynamik besteht eine Änderung der Entropie aus der Summe der Zunahme der Entropie wegen der Interaktion mit der Umwelt und der Zunahme der Entropie wegen ihrer Herausbildung im System. Das zweite Gesetz der Thermodynamik kann als Änderung der Entropie ist gleich der Wärmeversorgung zum Körper dividiert durch die Temperatur, beschrieben werden. Das Merkmal des irreversiblen Prozesses ist, dass die Änderung der Entropie positiver als Null sein sollte. Es wurde eines der vier thermodynamischen Potentiale benutzt – die freie Energie oder das Helmholtzpotential, sodass der Unterschied der inneren Energie und des Produkts von Temperatur und Entropie gleich ist. Das zweite Gesetz kann als Ungleichung von Clausius-Duhem beschrieben werden. Aus dieser Ungleichung wird die freie Energie durch andere Variablen, wie plastische Deformation, Temperatur, plastische Deformationsintensität, Schädigungsparameter und isotrope Verfestigung abgeführt. Durch diese Variablen wird genauso Schädigungspotenzial abgeführt. Dieses Potenzial kann verschieden beschrieben werden und jeder Autor hat seine eigene Interpretation. Um die Ableitung des Schädigungsparameters darzustellen, wird das Schädigungspotenzial in die Geschwindigkeit der Freisetzung der elastischen Formänderungsenergie integriert. Mit der Integration durch die Anzahl der Zyklen kann man die Lastspielzahl darstellen.

Lemaitre und Bonora boten in ihren Arbeiten anhand der Schädigungsmechanik des Kontinuums für zyklische Belastung eine Methodik für die Ermittlung der Lastspielzahl bis zum Bruch bei einer zyklischen Belastung. Nach Lemaitre [1]:

$$N_R = \frac{\varepsilon_D^{(p)}}{2\Delta\varepsilon^{(p)}} + \frac{4ESD_R}{(\Delta\varepsilon^{(p)})^2 K_p^2}$$

wobei $\varepsilon_D^{(p)}$ - die plastische Deformation, die sich am Anfang des Schädigungsprozesses bildet, $\Delta\varepsilon^{(p)}$ - die plastische Deformation, die sich während eines Zyklus ansammelt, D_R - der Grenzwert der Schädigung, E - das Elastizitätsmodul, S, K_p - die Parameter, die von dem Material abhängen.

Nach Bonora [2]:

$$N_R = \frac{\varepsilon_D^{(p)}}{\Delta\varepsilon^{(p)}} + \frac{1}{\left\{ 1 - \left[1 - \frac{\ln((\Delta\varepsilon^{(p)} + \varepsilon_D^{(p)})/\varepsilon_D^{(p)})}{\ln(\varepsilon_R/\varepsilon_D)} \right]^\alpha \right\}}$$

wobei ε_R - die plastische Deformation im Bruchmoment, α - der Exponent der Schädigung, der die Form der Kurve des Schädigungsgesetzes charakterisiert.

Der Schädigungsparameter wurde durch folgende Abhängigkeit berechnet:

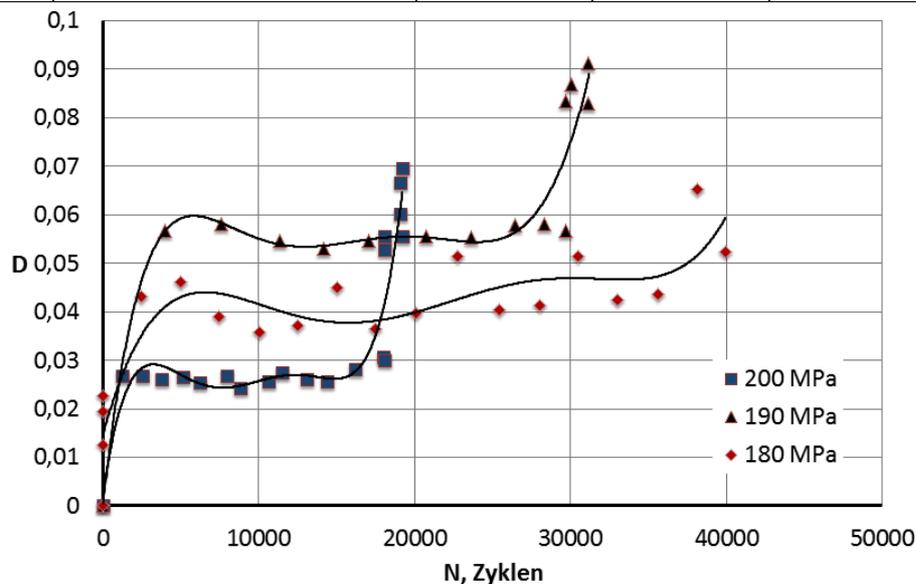
$$D = 1 - \sqrt{\frac{\tilde{E}}{E}}$$

wobei \tilde{E} - die Fließbandelastizitätsmodul bei der Entlastung darstellt.

In dieser Arbeit wurde die Experimentaluntersuchung für einen Zugversuch der flachen Probestäbe aus der Aluminiumlegierung 5052 durchgeführt. Dazu wurden drei verschiedene Spannungsniveaus 180 MPa, 190 MPa, 200 MPa durchgeführt. Die experimentellen und rechnerischen Ergebnisse für die Lastspielzahl wurden verglichen (s. Tabelle 1). (Die Dauerfestigkeitskurve der Aluminiumlegierung – dia 6)

Tabelle 1. Vergleich von experimentellen und rechnerischen Ergebnissen für die Lastspielzahl in Abhängigkeit von der Spannung

#	Spannung, MPa	Lastspielzahl Nr		
		experem.	Lemaitre	Bonora
1	180	69100	55031	51439
2	180	39935	30815	27795
3	200	19235	22644	28403
4	200	20495	24485	23656
5	200	17435	15403	20377
6	190	18725	23706	22853
7	190	31235	25682	23172
8	190	25145	26546	29492



Grafik.1 Abhängigkeit der Schädigungsparameter von der Lastspielzahl

Das Modell von Lemaitre ist im Vergleich zu Bonoras Modell exakter. Ersteres hat Unähnlichkeiten mit experimentellen Ergebnissen im Bereich 6-29%, bzw. nach Bonora – 15-47%. Folglich kann das Modell nach Lemaitre weiter bei der Bewertung der Lebensdauervorhersage benutzt werden.

Literatur

- [1] Lemaitre: «Course on damage mechanics», second ed., Springer, 1996
- [2] Bonora N: Low Cycle Fatigue Life Estimation for Ductile Metals Using a Nonlinear Continuum Damage Mechanics Model// Int. J. Struct., 1988, N.35

TIEFSCHLEIFEN – EINE DER BESTEN ÖKONOMISCHEN SCHLEIFENTSCHEIDUNGEN

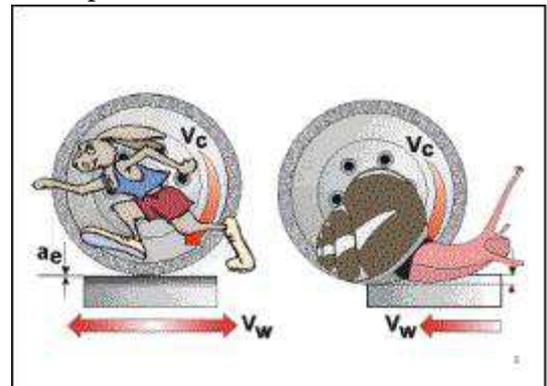
Tiefschleifen ist ein Ersatz für offenkundiges veraltetes Pendelschleifen. Steigende Anforderungen an Produktivität, Abtragtiefe und -geschwindigkeit verschaffen dem Tiefschleifen zunehmend mehr Bedeutung gegenüber dem klassischen Flachpendelschleifen. Obwohl es als aufwendiger gilt, erzielt das Tiefschleifen zum Beispiel in der Serienfertigung eine deutlich höhere Produktivität.

Vorteile:

- Wegen der geringen Vorschubgeschwindigkeit werden tief geschliffene Werkstücke mit besserer Oberflächengüte erzeugt (Rauhtiefe).
- Höhere Zerspanleistung bei deutlich kürzeren Bearbeitungszeiten, da Leerwege und Tischumsteuerzeiten wegfallen.
- Längere Standzeit der Schleifscheibe.
- Große Zustellungen von bis 15mm in einem Schleifdurchgang.
- Minimale Profilabweichung

Mit zunehmender Zustellung steigt stark die Kontaktlänge zwischen Werkstück und Schleifscheibe. Folglich erhöhen sich zunehmend die Schleiftemperatur und Schleifkräfte. Deshalb werden großzügig konzipierte Kühlanlagen benutzt. Dabei werden der Transport des Kühlschmierstoffes und das Abführen der Schleifspäne erschwert.

Das Pendelschleifen auf der linken Seite zeichnet sich durch viele Überläufe von a_e 0.005 bis 0.01 mm Zustellung bei relativ hoher Tischgeschwindigkeit von 15 bis 20 m/min aus. Beim Tiefschleifen rechts wird die volle Tiefe (z.B. 4 mm) in einem Überlauf bei 60 bis 120 mm/min abgetragen. Das Resultat ist offensichtlich: für das Tiefschleifen wird wesentlich weniger Zeit als für



das Pendelschleifen benutzt.

Oft wird die Frage gestellt, ob der Gleichlauf oder der Gegenlauf besser für das Schleifen ist. Meistens ist der Gleichlauf zu empfehlen, weil hier der Kraftverlauf günstiger ist. Wenn wir ein einzelnes Korn betrachten, so beginnt dieses im Gleichlauf seinen Schneidvorgang bei voller Schnitttiefe. Dabei geht im Gegenlauf das Einzelkorn zuerst in eine lange Reibungsphase und die Schnittkraft wird allmählich aufgebaut und damit eine hohe Reibungswärme erzeugt, die zu metallurgischen Schäden in der Schleifzone führen kann. Deshalb gilt der Gleichlauf als günstiger.



Fazit: Tiefschleifen ist eine wirtschaftlichere Alternative in der Serienfertigung, mit deren Hilfe günstige Bedingungen geschaffen werden können.

DIE TECHNOLOGIE DES SCHWEISSENS VON DER MAGNESIUMLEGIERUNG MA1

Magnesiumlegierungen sind die leichtesten Metallbauten: ihre Dichte ist 4-mal kleiner als bei Eisen und 1,5-mal kleiner als die von Aluminium. Sie könnten in Leichtbaukonstruktionen zukünftig eine wesentliche Rolle spielen. Deswegen ist das thermische Fügen dieser Werkstoffe besonders wichtig. In dieser Arbeit wird die Technologie des Schweißens von den Blechen aus der Legierung MA1 betrachtet. Die Werkstückdicke beträgt 1,5 mm, die Schweißnahtlänge ist 600 mm und es wird in Wannenposition geschweißt. Diese Legierung ist weit verbreitet in den Schweißkonstruktionen, Bewehren, Benzin- und Ölsystemen, die leicht belastet sind.

MA1 ist eine Magnesium Knetlegierung nach sowjetischen bzw. ukrainischen Normen ГOCT 14957-76 (GOST 14957-76). Ihre chemische Zusammensetzung ist:

Fe	Si	Mn	Ni	Al	Cu	Be	Mg	Zn	Beimischungen
bis 0,05	bis 0,1	1,3 – 2,5	bis 0,007	bis 0,1	bis 0,05	bis 0,002	96, 89-98,7	bis 0,3	bis 0,2

Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften der MA1 Legierung:

E, kN/mm ²	c, J/(kg·K)	λ , W/(m·K)	ρ , kg/m ³	α , 1/°C	R, $\Omega \cdot m$	σ_M , N/mm ²
42	1005	125,6	1760	$26 \cdot 10^{-6}$	61	165-195

E – Elastizitätsmodul, c – Spezifische Wärmekapazität, λ – Wärmeleitzahl, ρ – Dichte, α – Längenausdehnungskoeffizient, R – spezifischer Widerstand, σ_M – Zugfestigkeit, [1].

Es ist bekannt, dass sich auf diesem Werkstoff die festen, hochschmelzenden Oxidhäute spontan bilden. Auf Magnesium ist diese Oxidhaut besonders lose und porig, darum kann sie auch Feuchtigkeit ansammeln. Aus diesem Grund ist die Legierung korrosionsanfälliger als Aluminium. Die wichtigsten Unreinheiten der Schweißnähte beim Schweißen von Magnesiumlegierungen sind Poren und Heißrisse. [2] Poren entstehen meistens aus Wasserstoff, der bei der Zersetzung von Wasser abgesondert wird, was in der zuvor erwähnten Oxidhaut stattfindet. Um Poren zu vermeiden ist es notwendig, Oxidschichten zu entfernen, die Oberfläche von Grund- und Zusatzwerkstoff zu entfetten, ausreichende Schutzgasmengen zu gewährleisten und Witterungseinflüsse beim Schweißen zu vermeiden. Heißrisse entwickeln sich wegen der Bildung von einer leichtschmelzenden eutektischen Phase auf den Korngrenzen. Außerdem bildet sich ein grobkörniges Gefüge bei der schnelle Abkühlung des Grundwerkstoffs (ca. 50-100 °C/s), das auch zu der Entwicklung von Heißrissen beiträgt. Die Magnesiumlegierung hat einen großen Wärmeausdehnungskoeffizient α , der beim Schweißen zu großen elastischen und plastischen Verformungen führt, wodurch sehr hohe Schrumpfspannungen bzw. Risse entstehen. Gegenmaßnahmen sind die Vorwärmung von dem Grundwerkstoff und eine folgende Wärmebehandlung, nämlich Spannungsarmglühen. Die Wahl des »optimalen« Schweißverfahrens hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Gute Zugänglichkeit und ziemlich kleine Abmessungen von den Blechen lassen uns manuelles Schweißen oder teilmechanischen Verfahren verwenden. Um den besten Schutz vom Schweißbad zu sichern, muss man das Metall- oder Wolfram-Inertgasschweißen (MIG, WIG) anwenden. Aus wirtschaftlichen Gründen sind solche Verfahren wie Laserstrahl-, Elektronenschweißen bzw. Wolfram-Plasmaschweißen sinnlos, obwohl sie auch einen sehr guten Schutz beim Schweißen gewährleisten. Aus diesem Grund wählen wir manuelles WIG-Schweißen.

Magnesium und deren Legierungen schweißt man wegen der »oxidlösenden« Wirkung (»Reinigungswirkung«) mit Wechselstrom: Während der positiven Halbwellen wird die Oxidhaut zerstört, während der negativen kühlt die Elektrode ab. Nach DIN EN ISO 6848 wählen wir die WT 20 Elektrode, die 2,80 bis 3,20 % ThO₂ enthält. Wegen der relativ kleinen Werkstückdicken brauchen wir keine Zusatzwerkstoffe. Man braucht reines Argon als Schutzgas um die

Magnesiumlegierung zu schweißen. Mithilfe der Betriebsdaten legen wir einen Schweißstrom von 100 A und den Gasverbrauch mit 9 l/min fest. Die Schweißgeschwindigkeit muss zwischen 3 und 60 cm/min sein. [3]

Nach dem Schweißen ist es zweckdienlich das Spannungsarmglühen in dem Temperaturbereich von 250 bis 270 °C für 15 min mit anschließendem, langsamem Abkühlen zum Abbau innerer Spannungen, ohne wesentliche Änderung der vorliegenden Eigenschaften, durchzuführen. [3] Zum Schluss soll betont werden, dass die Legierung MA1 tatsächlich gut schweißgeeignet ist, besonders unter Anwendung des Wolfram-Inertgasschweißens, solange man die beschriebene Ordnung einhält.

Literatur

[1] Магниеые сплавы: Справочник / Под редакцией М.Б. Альтмана, М.Е. Дрица, М.А. Тимоновой, М.В. Чухрова – Москва: «Металлургия», 1978.

[2] Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В.С. Виноградов – Москва: «Академия», 1997. – 319 с.

[3] Сварка дуговая алюминиевых и магниевых сплавов в среде инертных газов. Производственная инструкция ПИ 1.4.1555-85– Москва: НИАТ, 1987. – 279 с.

Serhii Babiienko, Betreuer: N. Bobyr

DAS DEFORMATIONS- UND ENERGIEKRITERIUM DES GRENZZUSTANDS VON STOFFEN UND BAUTEILEN BEI ZYKLISCHER BELASTUNG

In der Arbeit wird eine Analyse des Grenzzustands von Stoffen und Bauteilen bei zyklischer Belastung beschrieben. Als Grenzzustand hat es ein erstes Zerstörungsstadium und ein Hauptzerstörungsstadium, d.h. ein Stadium von gestreuter Ansammlung von Mikrofrakturierungen bis zum Entstehen von Makrorissen im repräsentativen Stoffelement. Dieses Stadium stellt über 80% der Gesamtlebensdauer der Tragbauteile zusammen. Als repräsentatives Stoffelement wählt es den Wert der geometrischen Korngröße oder der vielkristallinen Werkstoffe. [1, 2] Besondere Aufmerksamkeit widmet es der ein- und mehrfachen zyklischen Ermüdung bei einachsigen und mehrachsigen Spannungszustand als Grundformen der Dauerhaftrechnung auf dem Entwicklungsstadium der Restlebensdauerfeststellung. Es zeigt, dass der Hauptteil der Zerstörungskriterien für die bezeichnenden Berechnungsarten, die auf einer Konzentrations- oder Energieschwingung basieren, [2 – 4], im Normalfall im prädeternierte Aufstellen liegen. Insoweit kann, nach der Analyse, der in der Arbeit [1], in Abschnitten der Forschungen von Festigkeit R_{σ} , Betriebsdauer $R_{N, \tau}$, Funktionsfähigkeit $P_{P,R}$, Lecksicherheit $L_{c,d}$, Sicherheit S und Risiko R angefügt werden; historisch haben wir bis heute den traditionellen Zweig der auflösbaren Probleme: [1]

$$R_{\sigma} \rightarrow R_{N, \tau} \rightarrow P_{P,R} \rightarrow L_{l,d} \rightarrow S \rightarrow R \quad (1)$$

Dabei wird als Bezugsgröße der Dauerbetrieauswirkung $P^{(3)}$ den äquivalenten Betriebsspannungen $\sigma^{(3)}$, der Verformung $e^{(3)}$, der Schwingungszahl $N^{(3)}$, der Zeit $\tau^{(3)}$, der Außenwelt $\Phi^{(3)}$, den Spannungsintensitätsfaktoren $K(\varepsilon)$ und der Verformung $K^{(3)}_{1 \varepsilon}$ angenommen. Die Parameter der Zuverlässigkeit $P_{P,R}$ werden nach den Kriterien, die von der Festigkeit P und der Ressourcen $P_{N, \tau, \Phi}$ definiert werden, wenn ihre konkreten Ausdrücke in die probabilistischen Eigenschaften der Festigkeit, Duktilität, Betriebsbelastung mit den Koeffizienten der Variation v dieser Eigenschaften eingeführt werden:

$$P_{P,R} = F(P^{(3)}, R_{\sigma}, R_{N, \tau}, \phi, v) \quad (2)$$

In Übereinstimmung mit dem Ausdruck für die Bestimmung der Streuparameter (einschließlich der Variationskoeffizienten) wird eine große Menge an experimentellen Daten benötigt. Zum Beispiel gibt es, auch wenn identische Proben aus demselben gegossenen Material hergestellt werden, Eigenschaften wie die Anzahl der Zyklen bis zum Bruch N , die Dauerfestigkeit G_1 und

andere Zufallsvariablen. Für die Gesamtheit der Metallerwärmungen dieser Marke wird die Streuung noch größer, da es eine zusätzliche Streuung der mechanischen Eigenschaften aus Metall gibt. [3] Es wird vorgeschlagen, die Prozesse herkömmlicher Zyklen und Niederzyklen und Ermüdungen basierend auf der Einführung eines Systems von Gleichungen zu definieren und die Parameter der Beschädigung D des Ladezyklus (Verformung) zu verbinden. Dieser Parameter kann als Tensor Skalar oder Vektor dargestellt werden. Ausgehend von den grundlegenden Lehren der Thermodynamik für irreversible Prozesse, der Kontinuumschädigungsmechanik, der Wahrscheinlichkeitstheorie und der mathematischen Statistik wird der Energie-Schaden-Parameter vorgeschlagen.

Die Ermüdungsstörungen werden mit einem Stück Kunststoff-Hysteresse verbrauchter Energie pro Zyklus verbunden. Es wird erwartet, dass die endgültige Zerstörung geschehen wird, wenn die gesamte angesammelte Energie in den Bereich unter der effektiven Spannung zu ihrer wahren

Dehnung gelangt. ($\sigma_{\phi} = \sigma_{ucm} / (1 - D)$).

Um die lokalen Einschlüsse der Plastizitätsbezeichnung zu verwenden, wird der Begriff "Mikroplastizität" benutzt. Damit soll zwischen diesen plastischen Verformungen auf "mikro" und "makroskopischen" Niveau unterschieden werden, wobei Letzteres den Definitionen der klassischen Theorien der Stärke entspricht. Die Müdigkeit wird als ein Prozess der Umwandlung von Energie betrachtet und dabei stellen die mikroskopischen Variablen die verwendeten Zufallsfunktionen dar. Während der zyklischen Belastung wird die Energie als Wärme abgeführt, während des anderen Teils ändert sich das in der Regel und geht als "Dämpfungsvermögen" ab. Es ist möglich, die Quellen des Zerfalls in zwei Gruppen zu unterteilen: Die Mechanismen, die bei geringen Verformungen und Dehnungen Beiträge auf einem gewissen Niveau oberhalb eines bestimmten "kritischen" Wertes haben. Die letzte Art von Zerfall wird als Ergebnis aus dem Gleiten des Kunststoffes, das auch für die Ermüdung angesehen werden muss. Mechanismen, die sich unter dem kritischen Wert auswirken, werden mit der Müdigkeit verbunden, aber sie werden weiter betrieben, wenn sich eine Spannung über einem kritischen Punkt befindet, an diesem ist seine Rolle, um die mit Müdigkeit festgestellten anormalen Effekte besser verstehen zu können.

Einer der wichtigsten Abhängigkeiten in der Studie über Ermüdungsversagen ist, dass bei der Ermittlung der Schadensreduzierung sich die Komponenten erhöhen, deren Anzahl der Zyklen oder deren Gesamtarbeit alles zur Zerstörung gebracht hat. Enomoto hat das erste formale Kriterium eingeführt; es wird angenommen, dass der Beitrag zum Ermüdungsbruch die Energieverlustleistung während des Zyklus über einem bestimmten Wert wiedergibt, und dass die Gesamtmenge an Energie, die für einen Ermüdungsbruch ständig erforderlich ist, bei Material und Zustand gleich bleibt. Auf mikroskopischem Niveau, wo der Ermüdungsschaden beginnt, sind alle Metalle heterogen. Die Ermüdungsbeständigkeit wird von einem Element zu einem anderen Kleinen variieren. Aber wegen der Anisotropie wird es bei Getreide Unterschiede in Dauerfestigkeit und Lebensdauer von Probe zu Probe geben. Für die Berechnungen führen wir die Begriffe der "makroskopischen" und "mikroskopischen" Elemente durch. Die Makroskopischen stimmen mit den Annahmen der klassischen mathematischen überein und wiederholen die Soll-Eigenschaften des Materials, das wir als Ω bezeichnen. Es besteht aus unendlich kleinen Elementen ω . Bei den Proben der mechanischen Eigenschaften sind die Ergebnisse einer statistischen Mittelung der Ablagerungen mikroskopischer Elemente anzugeben. Bei sehr niedrigen Spannungen sind alle diese Elemente nahezu mikroskopisch elastisch.

Zusammenfassung

Der Komplex der theoretischen und experimentellen Untersuchungen wurde durchgeführt, um die Anwendbarkeit des entwickelten Kriteriums zum Grenzzustand zu beurteilen. Es wurde eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen den berechneten und experimentellen Daten festgestellt.

Literatur

- [1] Махунов Н.А: Научные и прикладные проблемы механических испытаний // Заводская лаборатория. 2007, т.73, N1, с 68-70-
- [2] Качаев В.П: Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени / М. «Машиностроение», 1977, 232с.
- [3] Трощенко В.Т: Деформирование и разрушение металлов при многоцикловом нагружении/ К. Наукова думка, 341с.
- [4] Esin. A. and Jones W. J. D.: "A Statistical Approach to Plastic Strain in Metals", Journal of Strain Analysis, Vol 1, № 5, 1966.

Roman Halytski, Betreuer: V. Demyanenko

DIE LEITUNG VOR DER AUSGANGSLAGE DES EXEKUTIVORGANS DES MANIPULATORS

Das Hauptmerkmal der Industrieroboter ist die Möglichkeit, schnell neu programmiert zu werden, um eine Operation für etwas anderes durchzuführen. Das heißt, dass diese Maschine als Universalmaschine zur Durchführung mechanischer Operationen, wie von Menschenhand durchgeführt, beschrieben werden kann. Industrieroboter werden in der Serien- und Kleinserienfertigung benutzt. Durch diese Automatisierung wird der Mensch von körperlich schwerer Arbeit sowie monotonen und gefährlichen Arbeiten befreit. Die Maschine führt das aus, was programmiert wurde, arbeitet mit konstanter Geschwindigkeit, die die eines Menschen übersteigt und arbeitet mit hoher Präzision und ohne Fehler. Man programmiert sie und legt die Parameter für die Durchführung einer Operation fest. Das Ziel der Forschung ist der analoge IRB460 Industrieroboter mit Parallelkinematik. Die Parallelstruktur wird durch die Gestaltung und den Aufbau der beiden Motoren vorgesehen. Diese Motoren arbeiten parallel (gleichzeitig), wenn wir den Endpunkt des Mechanismus zur gewünschten Stelle vom Ebenen-Koordinatensystem Axy bewegen. Die Mechanismen der Parallelkinematik haben eine hohe Steife, Genauigkeit, Kompaktheit und Zuverlässigkeit.

Betrachten wir die Berechnung der Position des Endpunktes E des Analogon IRB 460: Zu diesem Zweck führen wir zwei Koordinatensysteme Axy und $Ax'y'$ an. Axy ist ein festes System und $Ax'y'$ ist das Relativ zur Axy . Die Achse x' ordnen wir dem Link l_1 zu. In diesem Koordinatensystem wird ein Winkel ϕ_2 zwischen der Achse x , das heißt zwischen dem l_1 und l_2 -Link, eingestellt. Wir stellen diesen Winkel durch einen Motor ein, der um den Link l_2 befestigt wird.

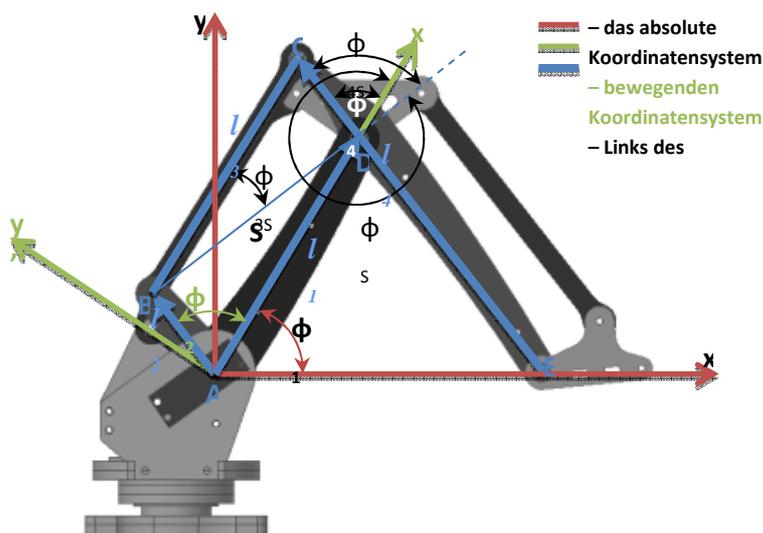


Abbildung 1. Design-Schema des Manipulators mit dem Mechanismus der Parallelstruktur

Der Winkel φ_1 zwischen der Achse x und der Achse x' wird von einem Motor auf die Verbindung l_1 eingestellt werden. So können Änderungen des Winkels φ_2 , die wir in Form eines Vierecks der Links l_1, l_2, l_3 und l_4 ausbilden, durch die Position des Endpunktes E vorgenommen werden. Durch das Ändern des Winkels φ_1 , verändern wir die Position des Koordinatensystems $Ax'y'$, und somit die Position des Vierecks in dem System, relativ zu dem festen Koordinatensystem Axy , wodurch die Position des Endpunktes E verändert wird. Das heißt, wie wir sehen, wird die Position des Punktes E durch zwei Motoren gleichzeitig gesteuert werden. Wenn das Viereck von den Links l_1, l_2, l_3 und l_4 gebildet und ein Parallelogramm ($l_1=l_3, l_2=l_4$) ist, wird der Winkel φ_4 (der Winkel zwischen dem finalen Link l_4 und der x' Achse) gleich dem Winkel φ_2 sein, den wir einstellen. So wird die Berechnung vereinfacht. Mithilfe der trigonometrischen Verhältnisse haben wir:

$$\begin{aligned}x' &= l_1 - DE \cdot \cos\varphi_2 \\y' &= -l_2 \cdot \sin\varphi_2\end{aligned}$$

wobei y' immer einen negativen Wert hat. Mit der Kenntnis der Koordinaten des Punktes E im Koordinatensystem $Ax'y'$, finden wir die notwendigen Koordinaten im System Axy :

$$\begin{aligned}x &= \sqrt{x'^2 + y'^2} \cdot \cos\left(\varphi_1 - \arctg\frac{y'}{x'}\right) \\y &= \sqrt{x'^2 + y'^2} \cdot \cos\left(90^\circ - \varphi_1 + \arctg\frac{y'}{x'}\right)\end{aligned}$$

Das Finden der Winkel φ_4 wenn $\varphi_4 \neq \varphi_2$ und wenn $\varphi_4 = \varphi_2$ ist nicht anders. Wenn $\varphi_4 = \varphi_2$, lehnen wir die Winkelberechnung φ_4 aus naheliegenden Gründen ab. Aber um die Berechnungsmethode und deren Genauigkeit zu zeigen, halten wir die Winkelberechnung φ_4 , versehen $l_1=l_3, l_2=l_4$.

Nutzen wir die Methode vom geschlossenen Vektorumriss. Dabei ergeben sich die Vektorgleichungen:

- für den Umriss ABD :

$$l_2 + S - l_1 = 0 \quad (1)$$

- für BCD :

$$l_3 - l_4 - S = 0 \quad (2)$$

wobei S – Vektor mit dem alternierenden Modul, der die Position der Punkte B und D bestimmt, ist. Wir entwerfen Gleichungsvektoren (1) auf den Achsen Ax' und Ay' :

$$l_2 \cdot \cos\varphi_2 + S \cdot \cos\varphi_S - l_1 = 0 \quad (3)$$

$$l_2 \cdot \sin\varphi_2 + S \cdot \sin\varphi_S = 0 \quad (4)$$

Dividieren wir die Gleichungen (4) durch (3), so erhalten wir:

$$\operatorname{tg}\varphi_S = \frac{-l_2 \cdot \sin\varphi_2}{-l_2 \cdot \cos\varphi_2 + l_1}$$

Aus der Gleichung (4):

$$S = -l_2 \frac{\sin\varphi_2}{\sin\varphi_S}$$

Betrachten wir $\triangle BCD$:

$$l_3^2 = l_4^2 + S^2 + 2l_4S \cdot \cos\varphi_{4S}$$

$$l_4^2 = l_3^2 + S^2 - 2l_3S \cdot \cos\varphi_{3S}$$

Daher:

$$\varphi_{4S} = \arccos \frac{l_3^2 - l_4^2 - S^2}{2l_4S}$$

$$\varphi_{3S} = \arccos \frac{l_3^2 - l_4^2 + S^2}{2l_3S}$$

Aus Abbildung 1 sehen wir, dass:

$$\varphi_{4S} = \varphi_4 - \varphi_S \Rightarrow \varphi_4 = \varphi_{4S} + \varphi_S$$

$$\varphi_{3S} = \varphi_3 - \varphi_S \Rightarrow \varphi_3 = \varphi_{3S} + \varphi_S,$$

wobei der Winkel φ_3 den Neigungswinkel des Links l_3 zur Achse x' (in diesem Fall $\varphi_3 = 0$) ergibt. Der erhaltene Winkel ermöglichen die Koordinaten x, y vom Manipulatorsendpunkt zu bestimmen. Weitere Bereiche der Studie sind: Die Lösung der inversen Aufgabe der Kinematik und Arbeitsfähigkeitssicherung des Manipulators mit der Parallelkinematik der Links.

VERGLEICHSANALYSE DER WERTE DER EIGENSCHWINGUNGEN DER TIMOSCHENKO-BALKEN MIT BERNOULLISCHEN

Bekanntlich gibt es für kurze Balken bei der Bestimmung der hohen Frequenzen in technischen Theorien wesentliche Fehler. In dieser Arbeit werden Biegeschwingungen des gelenkig gelagerten Balkens betrachtet und Eigenschwingungszahlen werden bei der Timoshenko- und bei der Bernoulli Theorie definiert. Der Akademiker Stepan Timoshenko machte das Angebot, die Rotationsträgheit des Querschnitts und den Schub zu berücksichtigen. Es ist anzunehmen, dass die Streifentheorie richtig ist. Aber die Flachquerschnitte bleiben flach, aber nicht mehr senkrecht zur gebogenen Achse des Balkens und drehen zusätzlich unter der Einwirkung des Schubs um einen Winkel. Der Schwingungsprozess der Timoshenko-Balken wird durch zwei Funktionen definiert:

$$W = W(x, t); \theta = \theta(x, t),$$

wobei W – Durchbiegung, θ – Winkel. Sie lassen sich aus dem Gleichungssystem der erzwungenen Schwingung der Timoshenko-Balken ermitteln:

$$\begin{cases} \rho F \ddot{W} - kGF \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} - \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) = q(x, t) \\ EI \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + kGF \left(\frac{\partial W}{\partial x} - \theta \right) - I_m \ddot{\theta} = 0, \end{cases}$$

wobei ρ – Dichte, F – Querschnittsfläche, k – Querschnittsformfaktor, G – Schubmodul, E – Elastizitätsmodul und I – Flächenträgheitsmoment. Die Lösungen der Gleichungssysteme haben die folgende Form:

$$W = A_n \sin \frac{\pi n}{L} x \cos(\omega_n t - \varphi_n); \theta = B_n \cos \frac{\pi n}{L} x \cos(\omega_n t - \varphi_n).$$

Aus den Frequenzgleichungen sind für dieselbe Anzahl von Halbwellen n zwei Eigenfrequenzen $\omega_n^{(1)}$ und $\omega_n^{(2)}$ gegeben, die der ersten und zweiten Art der Schwingungen entsprechen. Die Frequenzen des zweiten Spektrums sind größer als die Frequenzen des ersten Spektrums und sind vergleichbar mit ihnen bei größerem n . Deshalb definiert man in der Praxis nur einige niedrigeren Frequenzen des ersten Spektrums und vergleicht sie mit der durch die technische Theorie erhaltenen Frequenzen. Das macht es möglich, die Auswirkungen des Schubs und der Rotationsträgheit zu bewerten. Je mehr infolge des Schubs und der Rotationsträgheit die eigene Schwingungsfrequenz des Balkens abnimmt, desto höher ist die Anzahl n der Frequenz.

Als Beispiel wird ein Balken mit Länge $L = 1$ m und mit dem Querschnitt $b \times h = 50 \times 100$ mm betrachtet. Tabelle 1 zeigt die Vergleichsanalyse der Werte der Eigenschwingungen bei den zwei Theorien.

Tabelle 1. Vergleichsanalyse der Werte der Eigenschwingungen bei zwei Theorien.

№	Technische	Timoshenko	Fehler, %
1	1436	1420,088708	-1,12
2	5744	5501,846344	-4,40
3	12924	11804,41337	-9,48
4	22976	19811,58325	-15,97
5	35900	29065,76837	-23,51
6	51696	39213,30364	-31,83
7	70364	49997,97352	-40,73
8	91904	61238,74455	-50,07
9	116316	72808,19874	-59,76
10	143600	84616,05114	-69,71
11	173756	96597,59251	-79,88
12	206784	108705,8379	-90,22

13	242684	120906,2306	-100,72
14	281456	133173,0519	-111,35
15	323100	145486,9618	-122,08
16	367616	157833,29	-132,91
17	415004	170200,8314	-143,83
18	465264	182580,9848	-154,83
19	518396	194967,1275	-165,89
20	574400	207354,1549	-177,01
21	633276	219738,1379	-188,20
22	695024	232116,0635	-199,43
23	759644	244485,6382	-210,71
24	827136	256845,1358	-222,04
25	897500	269193,279	-233,40
26	970736	281529,1474	-244,81
27	1046844	293852,104	-256,25
28	1125824	306161,7379	-267,72
29	1207676	318457,8173	-279,23
30	1292400	330740,2533	-290,76
31	1379996	343009,0692	-302,32
32	1470464	355264,3771	-313,91
33	1563804	367506,3582	-325,52
34	1660016	379735,2469	-337,15
35	1759100	391951,318	-348,81
36	1861056	404154,8767	-360,48
37	1965884	416346,2495	-372,18
38	2073584	428525,7779	-383,89
39	2184156	440693,8128	-395,62
40	2297600	452850,7097	-407,36

Fazit aus der Tabelle 1: Wenn die erste Frequenz nur um 1% sinkt, sinkt die fünfte um fast 24%. Daher kann man die technische Theorie verwenden, um die ersten drei Frequenzen zu definieren.

Literatur

[1] Теорія коливань і стійкості руху / М. В. Василенко, О. М. Алексейчук., 2004.

Rostyslav Nizinkovskii, Betreuer: O. Bondarets

DIE ANISTROPIE DER AKKUMULATION DER BESCHÄDIGUNG UND IHRE ABHÄNGIGKEIT VON DER ANISTROPIE DER PLASTIZITÄT

Bei der elastischen-plastischen Verformung entwickeln sich die gestreuten Beschädigungen, die verschiedene Ursprünge haben. Es gibt ein Kontinuum der Mechanik der Schätzungen, die L.M. Kachanov und Y. M. Rabotnov begründet haben, die unter einer Schätzung die Sammlung von kontinuierlichen Änderungen in einem Werkstoff verstehen. Diese Änderungen sind durch nicht umlaufende Prozesse bei thermischer und mechanischer Behandlung und betrieblicher Belastung einzusetzen. Die Beschädigung bildet insgesamt den Abfall von mechanischen und betrieblichen Eigenschaften des Werkstoffes ab. In dem Kontinuum der Mechanik der Schätzungen werden die Mikrostörungen im Volumen ermittelt, um ihren Einfluss während des Betriebes auf dem Kontinuum-Niveau zu analysieren.

Heutzutage gibt es einige Ansätze für die experimentelle Bestimmung des Parameters der Beschädigung durch die Änderung des Elastizitätsmoduls. Diese Methoden werden in den Arbeiten von Lemaitre, Luo und Chow beschrieben. In diesem Artikel wird das Modell von Chow benutzt. Auf der theoretischen Seite sind die anisotropen Modelle der Beschädigungen komplizierter als die isotropen Modelle im Hinblick auf die Vereinbarkeit mit den thermodynamischen Grundlagen der Kontinuumsmechanik. Man sollte eine große Anzahl von Experimenten durchführen, um die Parameter der Anisotropie zu bestimmen, sodass sich rational im wirtschaftlichen Sinne die Zahl der Experimente reduziert. Damit kann man andere Parameter der Anisotropie benutzen.

In dieser Arbeit wird ein Zusammenhang zwischen der Anisotropie der Akkumulation der Beschädigungen und dem normalen Koeffizienten der Anisotropie von Lankford hergestellt, der durch die Division der logarithmischen Querdehnung von der Breite ε_b der Probe und der logarithmischen Querdehnung der Dicke ε_d abgeleitet wird. Weil es nicht immer möglich ist, die logarithmische Querdehnung der Dicke genau zu messen, benutzt man die Eigenschaft vom

Volumen, konstant zu bleiben. Dadurch erhält man die Formel
$$R = \frac{\ln(\frac{b_0}{b})}{\ln(\frac{bl}{b_0l_0})}$$
.

Die Messungen und Abrechnungen wurden für eine Aluminiumlegierung in Walzenrichtung aufgestellt, und der Winkel beträgt 45° bzw. 90° zwischen der Richtung der Walzen und der Richtung der Messung.

Pavlo Mishchenko

DAS ZAHNRAD ERNSTLICH BEANSPRUCHTER RÄDERGETRIEBE

Fragestellung

Die Rädergetriebe in Bergbau- und Aufbereitungsbereichen haben große Abmessungen und arbeiten in dementsprechenden Verhältnissen, die auch dynamische Belastungen und unerwartete Überlastungen verursachen, was eine vorzeitige Zerstörung der Zähne auslöst. Die häufigste Art der Zerstörung ist Zahnbruch wegen einer ungenügenden Biegefestigkeit. Diese Zahnräder werden keiner Reparatur unterzogen und müssen vorzeitig ersetzt werden. Angesichts der Größe der Räder und ihrer hohen Kosten, führt das zu ungerechtfertigten Kosten. Vor den Konstrukteuren steht die Aufgabe, Räder zu entwickeln, die eine erhöhte Biegefestigkeit haben.

Lösungen

Diesen Anforderungen genügt das Zahnrad (USA Patent №3861231, 74-410, 1976). Sein Wesen besteht darin, dass das Zahnrad einen Körper, einen Radkranz und ein Paar kreisförmige Dichtungsprofile auf dem Körper und den Stirnseiten der Zähne hat. Diese Dichtungsprofile verbinden die Stirnseiten der Zähne fest miteinander. So erhöhen sie die Steifigkeit der Zähne und versorgen sie mit genügend Biegefestigkeit.

Nachteile:

- es verhütet eine freie Zirkulation der Schmiere, die die abgenutzten Produkte entfernt und die Temperatur der Zähne in diesem Bereich senkt.

- Mehrausgaben beim Material

Um sich von den oben erwähnten Nachteilen zu befreien, wurde eine Konstruktionsvariante entwickelt.

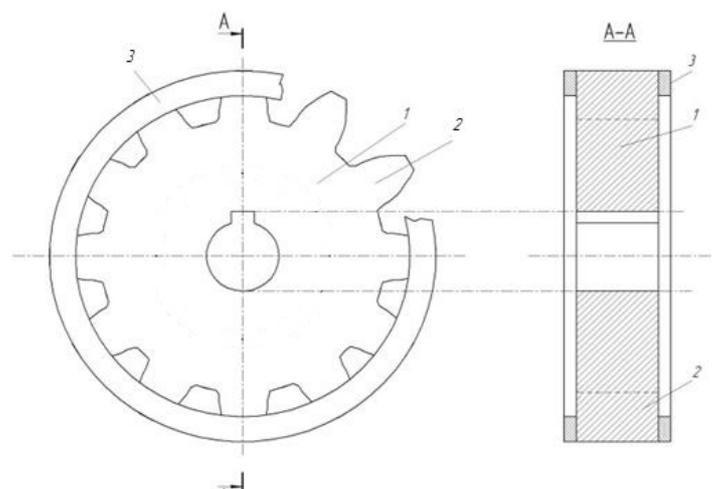


Abbildung 1. Zahnrad (Variante 1):
1 - Radkranz; 2 - Zähne; 3 - Kreisförmige Dichtungsprofile

Das Zahnrad

Der Innendurchmesser der kreisförmigen Dichtungsprofile ist größer als der Durchmesser des Kreises der Zahnhöhlen.

So hat das Zahnrad eine erhöhte Steifigkeit der Zähne und bietet damit auch mehr Sicherheit, weil die Schmiere frei zirkulieren kann.

Zusammenfassung:

Um die Steifigkeit der Zähne zu erhöhen und sie mit Biegefestigkeit zu versorgen, wurde eine neue Variante kreisförmiger Dichtungsprofile entwickelt, deren Konstruktion eine freie Zirkulation der Schmiere sichert, eine günstige Schmierung der Zähne schafft und zudem eine Überhitzung der Zähne und einen Überverbrauch des Materials verhindert.

Mykyta Zylov

GLEITSCHLEIFEN

Um den Anteil der Handarbeit bei Entzündern sowie beim Schleifen, Entgraten, Kantenverrunden, Reinigen, Glänzen, Polieren und Aufhellen zu reduzieren, nutzt man ein Fertigungsverfahren, das Gleitschleifen heißt. Der Kern dieses Verfahrens besteht darin, dass ein Werkstück, ein Schleifkörper und ein Compound in einem Behälter gelegen werden. Dem Behälter werden erzwungene Schwingungen gegeben. Die Vibrationsfrequenz beträgt zwischen 25 und 80 Hz und die Amplitude zwischen 1 und 6 mm. [2] In Abhängigkeit von der Zusammensetzung in dem Behälter handelt es sich um ein mechanisches oder chemisch-mechanisches Verfahren. Eine Vibrationsbehandlung bei Stahl oder Porzellankugeln ermöglicht eine Verstärkung der Oberfläche. So ein Gleitschleifenprozess kann bis zu 20 Stunden dauern. Beliebige geformte Schleifkörner stellt man bei der Zerkleinerung der Schleifmittel her, fest geformte Schleifkörner mithilfe einer Gießereiformmaschine. Sie führt zu besserer Oberflächenqualität im Vergleich zum zerkleinerten Granulat.

Die künstlich hergestellten Schleifkörper enthalten Korund oder Siliciumcarbid, und haben Keramik-, Metallkeramik-, oder organische Bindungen. Von der Form her können sie ein Tetraeder, Quadrat, Pyramide, Kegel, Kugel, oder Zylinder sein, aber man kann auch spezielle Formen verwenden (Abb. 1.). Im Allgemeinen werden für größere Werkstücke größere Schleifkörper und für schwierigere Oberflächen und kleinere Werkstücke kleinere Schleifkörper mit mehreren Spitzen genommen. Zum Polieren eignen sich abgerundete (kugelförmige) Körper am besten, die spitzen Ecken können grobe Kratzspuren hinterlassen. [3]



Abbildung 1. Schleifkörper [3]

Das Compound dient dazu, den entstandenen Abrieb der Schleifkörper und den Abtrag der Werkstücke aufzunehmen und abzutransportieren. Die meisten Compounds enthalten zusätzlich Substanzen für den Korrosionsschutz und zum Entfetten. Beizarbeiten können durch saure Compounds erledigt werden. Bei flachen Werkstücken oder Blechteilen wird auch Trennmittel zugegeben (Kunststoffkügelchen < 1 mm) um ein Zusammenkleben (Adhäsion) der Werkstücke zu verhindern.

Die Bearbeitungszeit ist – wegen der unbestimmten Bewegungen – ziemlich lang, und hängt in erster Linie von der Materialqualität und der Art der Bearbeitung ab. Die Bearbeitungszeit kann beim Reinigen und Entgraten zwischen 2 und 30 Stunden betragen, beim Polieren zwischen 0,2 und 20 Stunden dauern. Das Verfahren kann trotzdem rentabel sein, denn zur gleichen Zeit können

mehrere Werkstücke bearbeitet werden, und alle Außenflächen des Werkstücks werden in einem Arbeitsgang fertig geschliffen. [3]

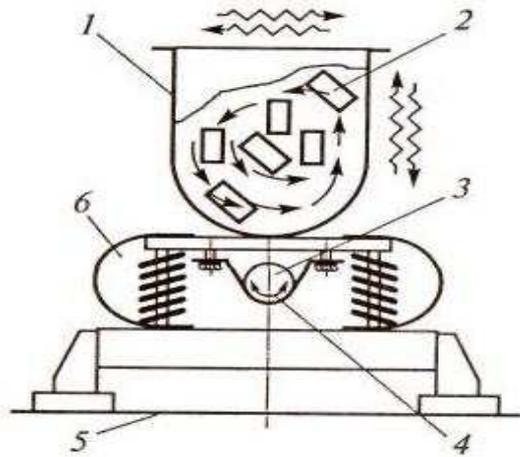


Abbildung 2. Schema des Vibrationsgleitschleifers

Literatur

- [1] <http://www.fachwissen-technik.de/verfahren/gleitschleifen.html>
- [2] Бабичев А.П. Технологическое применение колебаний или вибрационные технологии. Обзор результатов исследований, 2005, 11с
- [3] http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0007_15-Forgacsolas_es_szerszamai_DE/lektion_65_gleitschleifen.scoml

INHALT

1. Dmytro Borysenko, Betreuer: N. Ravska, B. Karpuschewski, T. Emmer OPTIMIERUNG UND WEITERENTWICKLUNG EINES RUNDSCHAFT-WERKZEUGSYSTEMS FÜR DIE FRÄSBEARBEITUNG.....	3
2. Nataliia Popil, Betreuer: C. Fink und A. Hübner ERMITTLUNG MECHANISCH-TECHNOLOGISCHER EIGENSCHAFTEN FÜR DAS REINE SCHWEISSGUT PULVERMETALLURGISCH HERGESTELLTER NI-SCHWEISSZUSÄTZE MIT GERINGEM DRAHTDURCHMESSER.....	4
3. Sofija Jakovleva, Betreuer: O. Khalimon MODELLIERUNG DES „VERHEILUNGSEFFEKTS“ IN MIKRORISSEN IN DER ALUMINIUMLEGIERUNG	6
4. Vladyslav Sazonov, Betreuer: O. Hubarev , O. Ganpanturova BESONDERHEITEN IN DER ANWENDUNG VON PROPORTIONAL- UND SERVOVENTIL- TECHNIK	8
5. Vadym Pryshchepa, Betreuer: V. Romanenko INTENSIVIERUNG DES LASERSCHNEIDENS VON METALLEN UNTER VERWENDUNG DER SPRUNGHAFTE BEARBEITUNGSGESCHWINDIGKEIT	9
6. Andrii Filiurskyi, Betreuer: L. Golovko VERVESTIGUNG DER OBERFLÄCHEN DER KOMPONENTEN DES KOMPLEXEN EINSATZES VON LASERMODIFIZIERUNG UND PROZESSEN THERMOCHEMISCHER WÄRMEBEHANDLUNG.....	10
7. Mykyta Myshko, Betreuer: M. Shydlovskii FORSCHUNG DER ELASTISCHEN EIGENSCHAFTEN VON MEDIZINISCHEN KUNSTSTOFFEN MITHILFE DER DYNAMISCHEN METHODE.....	12
8. Vitali Pulkovsky, Betreuer: M. Jefimov, K. Jefimova, O. Dudka OBERFLÄCHENMODIFIZIERUNG VON AUSTENITISCHEM STAHL MIT EINEM KURZNANOSEKUNDEN-GEPULSTEM LASER...	13
9. Hanna Tsybenko, Betreuer: O. Khalimon, V. Kovall ENERGIEMETHODEN ZUR BESTIMMUNG DER MAXIMALEN SPANNUNGEN IN SPANNUNGSKONZENTRATIONSBEREICHEN MITTELS DES BESCHÄDIGUNGSPARAMETERS BEI DER EINFACHEN BEANSPRUCHUNG.....	14
10. Roman Chekhun DIE WAHL VON LÖSUNGSMETHODEN ZUR LÖSUNG DES PROBLEMS DER ÜBERHITZUNG DES HYDRAULIKÖLS IM HYDRAULIKSYSTEM.....	16
11. Volodymyr Chernūshok MODELLIERUNG DES EINGRIFFS DER ZÄHNE EINES SCHRÄGSTIRNRADGETRIEBES BEI DER ERPROBUNG AUF DIE KONTAKTAUSDAUER	17
12. Tetiana Pittsyk DIE THERMODYNAMIK DES IRREVERSIBLEN PROZESSES UND DAS MODELL DER SCHÄDIGUNGSSAMMLUNG BEI LOW CYCLE FATIGUE	19
13. Serhii Kobyshecha TIEFSCHLEIFEN – EINE DER BESTEN ÖKONOMISCHEN SCHLEIFENTSCHEIDUNGEN.....	21
14. Nazar Kompaniets DIE TECHNOLOGIE DES SCHWEISSENS VON DER MAGNESIUMLEGIERUNG MA1	22
15. Serhii Babiienko, Betreuer: N. Bobyr DAS DEFORMATIONS- UND ENERGIEKRITERIUM DES GRENZZUSTANDS VON STOFFEN UND BAUTEILEN BEI ZYKLISCHER BELASTUNG	23
16. Roman Halytski, Betreuer: V. Demyanenko DIE LEITUNG VOR DER AUSGANGSLAGE DES EXEKUTIVORGANS DES MANIPULATORS.....	25
17. Serhii Tetiora VERGLEICHSANALYSE DER WERTE DER EIGENSCHWINGUNGEN DER TIMOSCHENKO-BALKEN MIT BERNOULLISCHEN	27
18. Rostyslav Nizinkovskii, Betreuer: O. Bondarets DIE ANISTROPIE DER AKKUMULATION DER BESCHÄDIGUNG UND IHRE ABHÄNGIGKEIT VON DER ANISTROPIE DER PLASTIZITÄT	28
19. Pavlo Mishchenko DAS ZAHNRAD ERNSTLICH BEANSPRUCHTER RÄDERGETRIEBE	29
20. Mykyta Zylov GLEITSCHLEIFEN	30