FRI-1.417-2-MEMBT-09

ANALYSIS OF THE KNOWN SOLUTIONS IN ENGINEERING TO REDUCE THE VIBRATIONS THAT OCCUR WHEN PROCESSING PARTS BY CUTTING

Master Eng. Nikolay Nikolov, PhD student
Department Mechanical and Manufacturing Engineering,
University of Ruse "Angel Kanchev", Ruse, Bulgariya
Tel.:
E-mail: nknikolov@uni-ruse.bg

Abstract: *It is known that in the case of mechanical processing of parts of metal-cutting machines it is possible to generate vibrations under certain conditions. Their impact in the cutting area results in a deterioration of the surface quality and a decrease in the cutting edge durability of the tool. The process is often accompanied by a sound effect that degrades working conditions. The publication briefly examines the essence of vibration and their origin. Here are presented the main known methods of combating vibrations in the so-called "the technological system" (machine - tool - device - part). Are presented also some of the advantages and disadvantages of known private solutions for reducing the vibrations in the technological system. Based on the review of available literature sources, there is a lack of publications describing effective methods to reduce the vibration of the material. The main conclusion is that this finding justifies the need to investigate the possibilities to combat vibration of the material and the possible development and implementation of a corresponding technical solution*

Keywords: *Metal cutting, vibrations.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Механичното обработване на детайли чрез рязане, в съчетание с недостатъчна стабилност на някой от елементите на технологичната система е предпоставка за възникване на вибрации, които оказват въздействие в определена степен върху протичането на операцията. Това въздействие при металорежещите машини с ЦПУ (напр. стругове и обработващи центри) се изразява във влошаване на точността на позициониране (конкретно на случайната грешка от позициониране) на следящите преводи, както и на възможностите на методите и средствата за управление на точността като цяло (Dimitrov, D., Karachorova, V., 2012). При продължителна работа, съпроводена с вибрации като резултат се променят първоначалните сглобки между детайлите и възлите на машината (Dimitrov), възниква износване или пък то се ускорява. Това води до по-интензивна промяна и нарушаване на геометричната точност на машината и необходимост от по-чести престои за проверки (Dimitrov), регулиране и ремонт. Както е известно обработващите центри масово се използват освен за механично обработване и за осъщетвяване на различни видове контрол чрез координатни измервания с контактна измервателна глава (Dimitrov 2007, 2011). Влошаването на геометричната точност на машината естетсвено оказва негативно въздействие на обработването и конрола (Dimitrov, D., Karachorova, V., Szecsi, T. 2014). Известно е също, че вибрациите имат неблагоприятно влияние върху ефективността на процеса механично обработване на детайли чрез рязане. По отношение на основния показател - качеството влиянието им се изразява във влошаване на грапавостта, а в някои случаи дори на формата и размерите на обработваните повърхнини. На практика при вибрации не е възможно да се работи с оптималните режими на рязане и се компрометират проектните изчисления (Dimitrov D,.N. Malchev., 2015, 2016). Същевременно трайността на режещите инструменти се съкращава, поради повишено износване на режещите им ръбове. Друг немаловажен проблем е появата на шум, който замърсява работната среда, влошава условията за работа и налага въвеждането на допълнителни мерки (Dimitrov D., Geotgiev I.,Karachorova V., 2017) за ограничаването му. Борбата с вибрациите, възникващи при механично обработване чрез рязане е обект на множество научни изследвания и предлагане на различни практически решения от страна на производителите на технологично и инструментално оборудване (Silent

Tools™, How to reduce vibration in metal cutting, DANOBATGROUP, Dynamich vibration technology, VERTICAL MC HAAS, all 2017)

Всички те се характеризират с ограничени възможности по отношение на ефективността и универсалността. В същото време потребителите не разполагат с критерии за подходяща оценка, сравнение и методика или препоръки за избор на решение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Известно е, че в една реална трептяща система действат и силите на триене, затова трептенията, които възникнат в нея в резултат на еднократно въздействие, след известно време се преустановяват. По тези причини те се наричат затихващи. Ако в такава система в подходящи моменти и по подходящ начин се внася енергия отвън, която да компенсира загубите, дължащи се на силите на триене, съпротивление и др., трептенията могат да се превърнат от затихващи в незатихващи, наречени принудени трептения. Те се предизвикват от действието на външни периодични сили върху системата и се наричат още несвободни трептения. Към принудените трепетения се причисляват и възникващите при механично обработване чрез рязане на мешиностроителни детайли.

Съществуват различни подходи за борба с вибрациите.

Спрямо предполагаемия момент на възникване на вибрации при механично обработване те могат условно да се определят като:

- **Превантивни.** Това са мерки, които се изразяват в прилагане на подходящи конструктивни решения, основно за повишаване на стабилността на елементите от технологичната система: машина – приспособление – инструмент – заготовка. Целта е да не се създават условия (да се осуети възможността) за възникване на вибрации при механично обработване в диапаона на оптималните режими на рязане. Основно подходът се прилага за повишаване на стабилността на металорежещата машина и на приспособленията за установяване на заготовките за сметка на увеличена маса, използване на специални материали, намаляване на броя сглобките и работните хлабини. По-малки са възможностите и решенията за повишаване на стабилността на режещия инструмент, а още по-ограничени са за повишаване на стабилността на самата обработвана заготовка. Към този подход спадат и решенията, отнасящи се до създаването на специална геометрия на режещата част и стружкоотвеждащите канали на въртящите се инструменти, имащи прекъснато рязане. Такива са напр. инструментите без периодичност в разположението на съседните режещи ръбове (стружкоотвеждащи канали).

Очакваното преимущество на подхода по отношение на машината и приспособлението би следвало да бъде в това, че няма да се налага предприемането на действия за ограничаване на вибрациите, особено при условията на едросерийно и масово производство.

Недостатъците се проявяват при широко номенклатурните и по-дребносеррийните производства и възникващите в резултат множество трудно прогнозируеми различни условия на обработването, за които е невъзможно или трудно и икономически необосновано да се вземат аналогични превантивни конструктивни мерки.

- **Ответни.** Друг основен подход е прилагане на реакция - гасене на вече възникнали в резултат на механичното обработване вибрации. Реакцията, от своя страна, по своята същност би могла да се определи като пасивна или активна. С въвеждането на такъв критерий за оценка подходите за борба с вибрациите имат следните популярни решения:
    - Пасивно виброгасене. То най-често се базира на предизвикването (създаването) на загуби (от триене) на енергията на трептенията. Този подход има множество различни конструктивни реализации при формирането на т. нар. инструментални комплекти, включващи режещите инструменти и инструменталните държачи. Така в някои случаи, по данни на производителите, може да се постигне неколкократно намаляване на амплитудата на трептенията, при запазени габарити на режещия инструмент

или държач и съответно създаване на възможност за работа с минимални вибрации при ниска стабилност на инструменталния комплект.

Друго решение на този подход е използването на специални виброгасящи фундаменти и базови опори за машините. Ефектът им е значителен по отношение на намаляване на възможнсотта за предаване на трептения към пода на помещението и другото оборудване, намиращо се в близост.

Недостатък на подхода чрез пасивно виброгасене, особено при инструменталните комплекти е ограниченият диапазон на ефективност, ниската универсалност и липсата на взаимозаменяемост на продуктите на различни производители и не на последно място големите разходи за осигуряване на инструментална екипировка за широк диапазон приложения.

- Активно виброгасене. Това е сравнително по-нов подход и се състои в генерирането на вибрации в противофаза в отговор на възникващите при механичното обработване. За реализация на подхода са необходими датчици за измерване на параметрите на вибрациите в контролирания обект, генератор на вибрации, микропроцесорна система и алгоритъм за управление, т.е. това са основните компоненти за реализацията на една специализирана адаптивна система за автоматично регулиране от затворен тип. За сега са известни някои решения, вградени към металорежещите машини.

Предимствата на активното виброгасене са неговата предполагаемо по-голяма гъвкавост. В същото време липсват достатъчно дани за надеждността и ефективността му с оглед ограничените възможности на възможните места за вграждане на генератора на вибрации в металорежещата машина, така че да е в близост до зоната на рязане, където е източникът на вибрации.

По отношение на мястото, където се осъществява виброгасенето известните решения може да се класифицират съответстващо на наименованията на елементите на технологичната система, състояща се от машина, приспособление, инструмент и заготовка (детайл).

Анализът на разгледаните решения показва, че основно те са насочени към машината и инструмента (инструменталния комплект).

Приспособленията имат за основна цел да осигурят правилна ориентация и неподвижност на заготовката при обработването й. Освен това има изискване за постигане на по-малко подготвително - заключително време, т.е. по-лесно и по-бързо установяване (базиране, центроване, закрепване) на заготовката. При обработване на нестабилни заготовки в условия на единично или дребносерийно производство ограничаването на склонноста им към вибрации чрез допълнителни зарепващи елементи не винаги е възможно или достатъчно ефективно

По една или друга причина няма поулярни решения, насочени към детайла. В същото време в произодството не са рядкост случаите, когато обработваният детайл е най-нестабилния или поне достатъчно нестабилен елемент от технологичната система за да се превърне в източник на вибрации при механичното му обработване. Когато изработването на даден детайл или изделие се извършва по задание на възложителя промени по инициатива на изпълнителя относно материала на заготовката, на габаритите или конструкцията на изделието с цел промяна на неговата стабилност са общо взето невъзможни. При такива ограничения обработването на нестабилна и имаща склонност към вибрации заготовка се превръща в сериозно предизвикателство. Обикновено възможностите при такива условия се изчерпват с прилагане на редуцирани режими на рязане и допълнително укрепване на самата заготовка, като последното се прилага само ако е възможно и допустимо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проучването и направения анализ може да се формулират следните изводи за разгледаните подходи и методи за борба с вибрациите:

- Прилагането на повечето разгледани подходи е свързано с увеличаване на разходите;
- Харакатерна за повечето разгледани подходи е недостатъчна или ограничена гъвкавост и универсалност;
- Разгледаните подходи имат различна ефективност, но е трудно да бъдат оценени и взаимно сравнени по този критерий поради недостатъчни данни за степента на ефективността им;
- С проучването не са установени ефективни методи за борба с вибрациите чрез заготовката;
- Налице е необходимост да се изследват възможностите за прилагане на други подходи за борба с вибрациите чрез заготовката.

REFERENCES

Dimitrov D., (2013). *Eksperimentalno izsledvane vliyanieto na toplinnite deformatsii varhu tochnostta na ustanovyavane na konusen instrumentalen darzhach ISO40 vav vretenoto*, Nauchna konferentsiya - RU&SU'13 v Balgariya, Mehanika i mashinostroitelni tehnologii, Ruse, str.57-60 (**Оригинално заглавие:** Димитров Д., (2013) *Експериментално изследване влиянието на топлинните деформации върху точността на установяване на конусен инструментален държач ISO40 във вретеното*, Научна конференция - РУ&СУ'13 в България,Механика и машиностроителни технологии, 57-60)

Dimitrov D., (2013). *Eksperimentalno ustanovyavane na statichnata greshka na sledyashti prevodi s indirektna obratna vrazka v ravninata*. Nauchna konferentsiya - RU&SU'13 v Balgariya, Mehanika i mashinostroitelni tehnologii,52-56 (**Оригинално заглавие:**Димитров Д., (2013). *Експериментално установяване на статичната грешка на следящи преводи с индиректна обратна връзка в равнината*. Научна конференция - РУ&СУ'13 в България, Механика и машиностроителни технологии, стр.52-56)

Dimitrov D., (2011). Statichen silov analiz na trikoordinatna izmervatelna glava., Mashinostroene i mashinoznanie, broy 13, str. 49-51, ISSN 1312-8612 (**Оригинално заглавие:** Димитров Д., (2011). *Статичен силов анализ на трикоординатна измервателна глава.,* Машиностроене и машинознание, брой 13, 49-51, ISSN 1312-8612)

Dimitrov, D., (2007). *Trikoordinatna izmervatelna glava*, Mezhdunarodna nauchna konferentsiya AMTECH-07, Gabrovo, 223-226 (**Оригинално заглавие:** Димитров, Д*., (2007). Трикоординатна измервателна глава,* Международна научна конференция AMTECH-07, Габрово, 223-226)

Dimitrov D.,V. Karachorova. (2012). *Niskobyudzhetna sistema za upravlenie na parametri ot tochnostta i nadezhdnostta pri obrabotvashti tsentri*, NK na RU i SU - 2012, Ruse,Mehanika i mashinostroitelni tehnologii, 93-98 (**Оригинално заглавие:** Димитров Д.,В. Карачорова. (2012). *Нискобюджетна система за управление на параметри от точността и надеждността при обработващи центри*,НКнаРУиСУ-2012,Русе,Механика и машиностроит. технологии, 93-98)

Dimitrov D.,V. Karachorova. (2012) *Izsledvane na sluchaynata greshka pri ednomerno i dvumerno pozitsionirane na obrabotvasht tsentar*,NK na RU i SU-2012,Ruse, Mehanika i mashinostroitelni tehnologii,109-113(**Оригинално заглавие:**ДимитровД.,В.Карачорова. (2012). Изследване на случайната грешка при едномерно и двумерно позициониране на обработващ център, НК на РУ и СУ - 2012, Русе , Механика и машиностроителни технологии,109-113)

Dimitrov D,.N. Malchev.(2015). *Unifikatsiya na tehnologichnite protsesi pri shiroka nomenklatura na proizvodstvoto na edrogabaritni tankostenni detayli*. Nauchna konferentsiya - RU&SU'15, Ruse,179-183 (**Оригинално заглавие:** Димитров,Д.,.Н.Малчев.(2015) *Унификация на технологичните процеси при широка номенклатура на производството на едрогабаритни тънкостенни детайли*. Научна конференция - РУ&СУ'15, Русе, 179-183)

Dimitrov D., I. Georgiev.(2015). *Razrabotvane na kontseptsiya na metalorezheshta mashina za obrabotvane na tankostenni edrogabaritni detayli*, auchna konferentsiya - RU&SU'15 vBalgariya,Ruse,171-174 (**Оригинално заглавие:** Димитров Д., И. Георгиев. (2015)

Разработване на концепция на металорежеща машина за обработване на тънкостенни едрогабаритни детайли,Научна конференция - РУ&СУ'15, 2015, 171-174)

Dimitrov D., T. Szecsi. (2015) *Machining accuracy on CNC lathes under the lack of unity of the process and design data*. IN: Proceedings of the 48th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Ischia, Italy, Procedia CIRP41 CMS 2015, 2016, pp. 824-828

Dimitrov D. (2016) Compensation of systematic errors of 3D touch probe using a touch signal. International Journal - Institute of Knowledge Management, 2016, No 13.1,349-354, ISSN 1857-92

Dimitrov D. (2016)Analysis of coordnate measurements with 3D touch probe of machinning centers,International Journal-Institute of Knowledge Management,N13.1,321-326,ISSN1857-92.

Dimitrov, D., Karachorova, V., Szecsi, T.(2014). *Accuracy and reliability control of machining operations on machining centres*.Key Engineering Materials, 2014, No 615,32-38, ISSN 1013-9826

Dimitrov D. (2016). *AUTOMATIC SELECTION OF PROCESING WITH LESS ERROR IN THE POSITIONING OF MACHNINIG CENTERS*.// International Journal - Institute of Knowledge Management, 2016, No 13.1, pp. 327-332, ISSN 1857-92.

Dimitrov D., Karachorova V., Nenov G., (2017) *Research the possibilities of the method for determining the Tolerances in geometric precision of machining center*, International journal for sciense, technics and innovations for the industrtry, 2017, брой 3, 118-120, ISSN WEB 1314-507X.

Dimitrov D., Geotgiev I.,Karachorova V., (2017) *Method for technology process control of alignment to machining center with two spindles*, International journal for sciense, technics and innovations for the industrtry, 2017, брой 4, стр. 174-177, ISSN WEB 1314-507X

Dimitrov D., Malchev N.,Karachorova V.,(2017) *Research the accuracy of the group approach for rapid determination cost of the machining product*, International journal for sciense, technics and innovations for the industrtry,2017,бр.3,стр.121-122, ISSN WEB 1314-507X.

Mihaylova, V., *Osnovi na fizikata 1-va i 2-ra chast*, CIELA 2007– (**Оригинално заглавие:** Михайлова, В., Основи на физиката 1-ва и 2-ра част, СИЕЛА 2007)

Silent Tools™ http://www.sandvik.coromant.com/en-us/products/silent_tools

How to reduce vibration in metal cutting

http://www.sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/technical%20guides/en-gb/c-2920-23.pdf

DANOBATGROUP http://www.danobatgroup.com/en/innovation/dynamics-and-control

Dynamich vibration technology http://www.vibrationmountsindia.com/CNC-vibration-isolation.html

VERTICAL MC HAAS http://www.haascnc.com/DOCLIB/brochures/PDF/VMC.pdf?0629