

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ

на ас. д-р инж. Таня Георгиева Аврамова

от

**катедра „Технология на машиностроенето и металоурежещи машини”,
в Машинно-технологичен факултет
при Технически университет – Варна,
за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „Доцент”,
публикуван в ДВ брой 67/28.07.2020 г.**

Професионално направление: 5.1. Машинно инженерство,

Научна специалност: „Технология на машиностроенето”,

Факултет: Машинно-технологичен при Технически университет – Варна

Катедра: Технология на машиностроенето и металоурежещи машини

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИ ТРУДОВЕ И УЧЕБНИ ПОСОБИЯ

За участие в конкурса са представени общо 30 резюмета на рецензирани научни трудове, разпределени както следва:

- Хабилизационен труд (монография) – **1 брой**;
- Научни публикации – **24 броя**;
- Учебни пособия – **3 броя**;
- Регистрирани полезни модели – **2 броя**.

Научните публикации, представени за участие в конкурса са разделени в три групи:

- **Първата група [А]**, представлява хабилизационен труд (монография) на тема: **Довършителни операции посредством триене при плъзгане при обработване на отвори.**

- **Втората група [Б] и [В]**, представя общо 27 научни труда, от които 24 са научни публикации, от тях 8 самостоятелни [Б8], [Б9], [Б10], [Б14], [Б15], [Б16], [Б18], [Б19], [Б20], [Б21], и 3 учебни пособия. От тях:

- Доклади в международни научни конференции в чужбина [Б1], [Б2], [Б3], [Б4] – 4 броя;

- Доклади в международни научни конференции в България [Б5], [Б6], [Б7] – 3 броя;

- Статии в международни научни списания в чужбина [Б8], [Б9], [Б10], [Б11], [Б12], [Б13], [Б14], [Б15] – 8 броя;

- Статии в международни научни списания в България [Б16], [Б17], [Б18], [Б19], [Б20], [Б21] – 6 броя;

- Статии в научни списания в България [Б22], [Б23], [Б24] – 3 броя

- Учебни пособия – 3 броя;

Тематично трудовете от група [Б] са систематизирани в следните области:

1. Конструирани на комбинирани инструменти за обработка на отвори - [Б3], [Б4], [Б5], [Б7], [Б15], [Б16], [Б17], [Б18], [Б19], [Б24].

2. Определяне на конструктивните и геометрични параметри на режещи инструменти, в частност за обработване на отвори - [Б6], [Б8], [Б9] [Б10].

3. Методи, математични и симулационни модели за изследване поведението на фрезови инструменти при формообразуване на обработваните повърхнини - [Б1], [Б2], [Б13], [Б14].

4. Изследване на процесите на стружкообразуване при едноръбови свредла - [Б11], [Б12]

5. Приложение на програмни продукти за конструирани и анализ на процеси, детайли и съоръжения - [Б20], [Б21], [Б23].

6. Методология за определяне на характеристиките на регулярен микрорелеф - [Б22].

Тематично трудовете от **група [В]** са в следните области:

- Технология на машиностроенето;
- Технологична екипировка;
- Режещи инструменти.

- **Третата група [Г]**, представя два регистрирани полезни модела - [Г1], [Г2]

Тематично трудовете от **група [Г]** са в следните области:

- Режещи инструменти и рязане на материалите.

РЕЗЮМЕТА

Резюме на хабилитационния труд (монография) от група [А]

Резюме на хабилитационен труд (монография)

Аврамова Т., *Довършителни операции посредством триене при плъзгане при обработване на отвори, Колор Принт, Варна, 2019, стр.108, ISBN 978-954-760-490-2*

Обработването на отворите, към които има предявени високи изисквания, каквито са отворите на хидроцилиндриите, е специфична технологична операция, за изпълнението на която е необходимо създаването на специални инструменти, устройства и оборудване. Технологиите на обработване на тези точни отвори има ред специфични особености, което я отличава от технологиите в общото машиностроене.

Съществува пряка връзка между параметрите на качеството на обработените повърхнини и техните експлоатационни характеристики. Функционалният анализ на поведението на повърхнините дава необходимостта от получаването на понижена грапавост и повишена точност на геометричните параметри на отворите с повишени изисквания.

Решаването на проблема, свързан с повишаването на производителността и управлението и удовлетворяването на параметрите на качеството (висока точност на формата и размера и ниска грапавост на обработваните повърхнини), се крие в прилагането на инструмент с комбинирано въздействие, извършващ едновременно няколко операции – разстъргване на отвори и последващо заглаждане чрез пластично деформиране и инструмент, извършващ заглаждане на повърхнините посредством триене чрез плъзгане.

Първата част на монографичният труд представлява един кратък обзор на теориите на стружкообразуването и действащите сили върху предната повърхност на инструмента. Това е едно леко въвеждане в разглежданата област и запознаване с многобройните фактори, влияещи върху формата на стружката. За по-лесното представяне и възприемане на действащи сили върху предната повърхност на инструмента са показани съответните математични зависимости.

Втората част на монографията започва с навлизане в проблематиката на монографичния труд. В тази част е представена методика за определяне на коефициента на скъсяване на стружката, която представлява математични зависимости, преобразуването на които водят до получаване на споменатия коефициент. По подобен начин е подходено и към представената методика за определяне на коефициента на пластична деформация. След представените методики е показан теоретичен модел на движение на стружката. С внедряването в производство на свредла с непрезаточваеми твърдосплавни пластини (НТП) на практика са се повишили скоростите на рязане. Тези по-високи скорости предполагат от своя страна снемане на по-големи количества материал във вид на стружки за единица време. Графично и математически е представено движението на стружката по предната повърхнина на инструмента, навиването на стружката и определяне на ъгъла на нейното изместване.

Логично от представеното във втората част, третата част е отделена за начупването на стружката и охлаждане на зоната на рязане при обработване на отвори. Направено е графичното онагледяване на радиуса на кривина на стружката, използвано за извеждане на математичните зависимости за определяне на радиуса на кривина на стружката. Математично е описано определянето на големината на критичния радиус на кривина на стружката. Стъпвайки отново на математични зависимости е показано определяне на разстоянието от режещия ръб на пластината, на което трябва да се постави стружкочупещия елемент. В тази част са представени теоретични и експериментални изследвания. Съгласно теоретичните изследвания за коефициента на скъсяване на стружката K_a при по-пластичните метали коефициента на скъсяване на стружката е по-висок като K_a достига до 9 при високи скорости (над 180 m/min) при рязане на Дуралуминий -Д16 (AlCu4Mg1) и приема стойности от 4-6 при ниски скорости на рязане (от 50 -150 m/min). Съгласно теоретичните изследвания на коефициента на пластична деформация се вижда, че при малък преден ъгъл $\gamma=(2^\circ-4^\circ)$ в диапазона на високите скорости на рязане $V=(160-280 \text{ m/min})$ относителната пластична деформация остава почти постоянна. Това може да се обясни по следния начин: при по-малък преден ъгъл се намалява средния коефициент на триене по предната повърхнина, а това води до понижаване на степента пластични деформации. Направено е представяне на експерименталните резултати, които са много добре онагледени чрез съответните

графични зависимости и числови изражения. Те дават възможност да се направи лесно сравнителен анализ на резултатите за различните изследвани материал.

Четвъртата част е отделена на влияние на мазилно-охлаждащата течност (MOT) върху процесите на надробвяване и отвеждане на стружките. В тази част е направено обосноваване и потвърждение на получените в предходната част резултати, а именно нуждата от използването на мазилно-охлаждаща течност.

Петата част е насочена към направляващите елементи на инструменти за обработване на отвори, които в следващите части на монографията заемат съществена част в новите предложени конструкции инструменти за обработване на отвори. Представени са познатите до момента направляващи елементи с цел, доказване на липсата на предложените в следваща част. За тях е използвана позната конструкция и е изменена, за да се постигне желаното въздействие върху обработваната повърхнина.

Шестата част е разделена условно на две части. В първата представена конструкция на инструмент за заглаждане на отвори. Описана и онагледена е конструкцията на инструмента, както и неговата функционалност. Показана е конструкцията на направляващо-заглаждащите елементи, които при своята работа трябва да водят до постигане на ниска грапавост на обработения отвор. Показани са изведените математични зависимости, за определянето на силите, с които направляващо-заглаждащите елементи въздействат на обработваната повърхнина. Показана е връзката между въздействащите сили и ъглите, на които направляващо-заглаждащите елементи са поставени чрез графични и числови доказателства. Във втората половина на тази част е показана конструкция на комбиниран инструмент за разширяване на отвори. Както и в първата половина е описана конструкцията и функционалността на инструмента. Тук е представена конструкцията на направляващо-заглаждащите елементи, които имат съответния заден ъгъл за извършване не само на водене на инструмента по отвора, но и на рязане, т.е. за сваляне на фина стружка. Представени са графично и числово стойностите на компонентите на силата на рязане за различна дължина на режещия ръб на направляващо-заглаждания елемент. Показана ни са и графично резултатите от симулационни изследвания на инструмента, които показват, че при показаните стойности на компонентите на силата на рязане инструмента ще работи нормално.

В седмата част са представени обобщени резултати от експериментални изследвания на реални образци, получени чрез двата представени в шеста част инструмента. Направени са съответни изследвания за грапавост, отклонение от точност на размера, отклонение от кръглост, отклонение от цилиндричност, както и изследвания на микротвърдостта на обработената повърхнина, с което са показани задълбочените изследвания на поставения в монографията въпрос. Резултатите от направените изследвания доказват, че предложените конструкции за довършителни процеси при обработването на отвори с високи изискванията и не само са работещи и приложими в производствени процеси.

Резюмета на публикации от група [Б]

Резюме на доклад **[Б1]** от списъка с публикации
Lefterov E., Avramova T., Ianasi C., Kinematic Schemes of Cutting In Milling, 11th Symposium Durability and Reliability of Mechanical Systems SYMECH 2018, Râncea, Gorj, Fiability and Durability Journal, Editura "Academica Brancusi", Targu-Jui, Issue 1 (2018), pp.161-166, ISSN: 1844-640X

Обработката на детайлите чрез рязане се основава на определени движения, извършвани от инструмента спрямо обработвания детайл. За осъществяване на определена обработка изпълнителните звена на съответната металорежеща машина трябва да предадат на инструмента и заготовката такива движения, че в края на работния процес да осигурят като резултата детайл с определена точност на формата и размерите и качество на обработената повърхнина. В този смисъл, движенията на инструмента и заготовката за всяка конкретна обработка се извършва по строго определена закономерност, като спазването ѝ е от определящо значение за изграждане на конкретен метод за механична обработка и ако се налага на определена обработваща машина. Фрезването е един от най-производителните процеси на рязане, поради което в представената разработка се анализират използваните кинематични схеми на рязане.

Основните понятия и определения, с които се оперира в статията са възприети основно от терминологията на акад. Грановски Г. И., действителен член на Латвийската академия на науките.

На база на класификацията на принципните кинематични схеми (представящи движенията, които се осъществяват) при фрезование, направена от Герберт Иванович Грановски, са изведени математични зависимости (в зависимост от това на кого принадлежат двете елементарни движения – праволинейно и въртливо), които описват траекторията на относителното работно движение на точка от режещия ръб на инструмента.

Направени са изследвания посредством симулационно моделиране с помощта на програма SolidWorks. Получени са резултатите за изменението на задния ъгъл α при определени стойности на ъгъл ϕ за диаметри на фрезата $D = 15 \text{ mm}, 22 \text{ mm}, 36 \text{ mm}, 50 \text{ mm}$, при $R=25 \text{ mm}, K=7$. Параметърът K представлява положението на определена точка от режещия ръб.

Въз основа на изведените математични зависимости, теоретично и симулационно изследва могат да се направят следните изводи:

1. При равнинно фрезование траекторията на относителното работно движение изцяло зависи от положението на движение A , като във всички случаи инструмента изпълнява въртливото движение.

2. Траекторията на относителното работно движение е равнинна крива като вариантите са удължена и скъсена циклоида.

3. Подходящ метод за изследване на геометричните параметри на фреза е виртуалното моделиране и симулационен подход, описващ реалните движения на фрезата.

4. Изменението на задните ъгли в различни точки от режещия ръб на фрези с диаметри $D = 15, 22, 36, 50 \text{ mm}$ е минимално и върху работоспособността на инструмента влияние оказва различната скорост на рязане от центъра към периферията.

Резюме на доклад **[B2]** от списъка с публикации *Lefterov E., Avramova T., Milling of Complex Surfaces, 11th Symposium Durability and Reliability of Mechanical Systems SYMECH 2018, Rânca, Gorj, Fiability and Durability Journal, Editura "Academica Brancusi", Targu-Jui, Issue 1 (2018), pp.167-172, ISSN: 1844-640X*

Фрезовите инструменти могат да извършват обработки по кинематични схеми класифицирани от акад. Г. И. Грановски от IV до VIII група. Очевидна е необходимостта от анализиране на принципни кинематични схеми на рязане (ПКСР) описани с движения различни от едно въртливо и едно праволинейно движение, позволяващо обработка на само равнинни повърхнини.

За осъществяване на обработката на вдлъбнати и изпъкнали ротационни повърхнини може да се използва ПКСР с две равномерни въртеливи движения A и B , действащи в координатна равнина YOZ на пространствената координатна система XYZ . За практиката представляват интерес следните два варианта:

- Вариант I – двете равномерни движения A и B имат една и съща посока и отношение между ъгловите им скорости $i = \frac{\omega_A}{\omega_B} = 0,003$. Освен това движение A принадлежи на инструмента, а равномерното въртливо движение B на заготовката. Двете движения в оказаната посока могат да се имитират от търкалянето на окръжност по друга такава, осъществяващи контакт.

- Вариант II – двете равномерни и въртеливи движения A и B имат противоположни посоки и отношение между ъгловите скорости $i=0,005$. Движение B принадлежи на инструмента, а движение A на заготовката. Двете движения могат да се имитират като обтъркаване на две окръжности без преплъзване при оказаната посока и външен контакт.

За двата варианта са изведени математични зависимости, описващи относителна траектория на точка от режещия ръб на инструмента и съответно определящи нейния вид.

В настоящия момент повечето обработки на машини с ЦПУ се извършват по кинематична схема 701 (ПКСР) от класификацията на Г. И. Грановски. Този ПКСР е съставена от две равномерни въртеливи движения A и B и праволинейно равномерно движение C . В зависимост от това кой извършва тези движения, инструмента или заготовката, практически интерес представляват следните два варианта:

- Вариант I- равномерно въртливо движение B принадлежи на инструмента, а движенията A и C на заготовката. Освен това A и B имат противоположни посоки. В такъв случай

равномерното въртливо движение В определя главното движение на рязане, А – подавателното, а С е спомагателно. Отношението на периферните скорости се препоръчва $\varepsilon = \frac{V_A}{V_B} \approx 0,005$, тъй като при машините с ЦПУ не съществува кинематична връзка.

- Вариант II – движенията А и В имат една и съща посока. Въртливото А и праволинейното С равномерни движения принадлежат на инструмента, а равномерното въртливо движение В на заготовката. Особеността на този вариант се състои в обстоятелството, че нито едно от двете въртеливи движения А и В не се отъждествява с движение на рязане. Последното се явява резултантно от двете елементарни въртеливи движения А и В. В този случай С е подавателно движение. При $K < 1$ и $\frac{\omega_A}{\omega_B} \geq 2$ уравнението на траекторията на относителното работно движение на точка от режещия ръб на инструмента е винтова скъсена хипоциклоида с елиптично очертание.

И при тези два варианта са изведени математични зависимости, описващи относителна траектория на точка от режещия ръб на инструмента и определящи вида ѝ.

4.1. В заключение може да се обобщи следното: анализът на ПКСР дава конкретна информация за формообразуването на отделни повърхнини на детайла и дава възможност да се препоръча най-удачната стратегия за производството; конструкцията на формата и броя на режещите части на инструмента са в неразривна връзка с избраната ПКСР; Избор на ПКСР с повече от две елементарни движения повишава значително производителността на процеса на фрезване; при изграждане на конкретен метод на обработка следва да се определят геометричните параметри на инструмента в съответствие с характера на траекторията на относителното работно движение.

Резюме на доклад [БЗ] от списъка с публикации
Avramova T.G., Lefterov E.L., Regarding the strength calculations of complex combined tools, International Conference - Modern Technologies in Industrial Engineering (ModTech) 2018, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, ModTech 2018, Vol. 400, 022005 (2018), pp. 1-7, doi:10.1088/1757-899X/400/2/022005

В съвременното машиностроене се използват комбинирани инструменти за обработка на отвори с последователно въздействие. Първата част на инструмента е режеща, а втората въздейства посредством пластично деформиране. В практиката второто въздействие се извършва или посредством триене чрез плъзгане, или чрез триене при търкаляне.

Представеният в статията подход за якостни пресмятания на отделните детайли на комбинирани инструменти за последователно въздействие е приложен при изработването на показания в статията комбиниран инструмент за едновременна обработка на отвори посредством снемане на стружка и пластично заглаждане. Нормалната експлоатация на обработващия инструмент е недопустима ако се получат остатъчни деформации, тъй като ще се нарушат показателите на качеството при обработката. Това касае и влиянието на еластичните деформации на отделните елементи, но без да се нарушава здравината на техническата система като цяло.

Разработеният в представената статия подход включва чрез съответни математични уравнения определяне на коефициентите на сигурност и условията на якост на отделните детайли на комбинирани инструменти за последователно въздействие, при който се отчитат и концентраторите на напреженията (графично са показани най-честите концентратори на напрежения) и се определя коефициентът на концентрация на напреженията.

Като обобщение и изводи на всичко показано и разработено в статията може да се каже следното:

1. За правилното якостно пресмятане на сложните конструкции инструменти е необходимо:
 - Подробен анализ на натоварването на отделните елементи;
 - Точно определяне на характера на натоварването;
 - Използването на точни резултати са силите на рязане, силите на триене и други.
2. Якостните изследвания наложително преминават през отчитане на концентраторите на напрежения, изобилстващи в конструкцията вследствие сложността на схемите на натоварването.
3. Опростяване на схемите на натоварване, използвайки принципите на механиката намаляват достоверността на получените резултати и ги правят в повечето случаи непригодни.

4. При провеждане на симулационни анализи с помощта на CAE системи за проектиране насочено към режещите инструменти, местата водещи до неточности на получените резултати са връзките и контактите между отделните елементи на конструкцията.

Резюме на доклад [Б4] от списъка с публикации *Avramova T.G., Lefterov E.L., Machining of Internal Cylindrical Surfaces with Adjustable Tool, 12 International Conference Interdisciplinarity in Engineering INTER-ENG 2018 - Tîrgu-Mureş, Elsevier's Procedia Manufacturing Journal, Vol. 32, (2019), ISSN: 2351-9789, pp. 29-35, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.179>*

В настоящата статия е показана нова разработена конструкция на регулируем инструмент за заглаждане на отвори с три деформиращи елемента, работещи по метода на триене чрез плъзгане. Промяната на силите на контакта се постига по три начина: посредством промяна на ъгъла на взаимно разположение; посредством промяна на площта на заглаждащите елементи; посредством промяна на диаметъра на разположение на заглаждащите елементи.

Инструмент се състои от цилиндрично тяло, завършващо с конусна или цилиндрична опашка, към което са монтирани три направляващо-заглаждащи елемента. Тялото на инструмента представлява дебелостенна тръба, върху която е обработен степенен участък, върху който са монтирани трите заглаждащи елемента. Те представляват секторни детайли, които имат по три контактни повърхнини. Единият елемент е неподвижен, а другите два могат да се преместват спрямо него по канали, изработени по цилиндричната образувателна. Трите модула се закрепват с по два винта и контра тяло. Мазилно-охлаждащата течност се подвежда или през централния отвор на инструмента, или в хлабината между тялото и обработвания отвор. Подвижните направляващи елементи са с цилиндрични образуващи, като по вътрешната повърхнина се осъществява контакта с тялото на инструмента, а външната е в контакт с отвора и чрез нея се извършва заглаждането.

Обработката се извършва при следните кинематични схеми:

- Въртеливо и праволинейно движение на инструмента;
- Въртеливо движение на детайла и праволинейно движение на инструмента.

Използването на различни по височина елементи позволяват обработка на отвори с различен диаметър, а посредством използване на различни по ширина и дължина заглаждащи пластини се създават различни сили на деформация.

Направени са експериментални изследвания, които са послужили за първоначалното определяне на нормалните сили в направляващите и заглаждащи елементи. Теоретичните изследвания са направени на база изведени от автора математични зависимости за определяне на възникващите в заглаждащите направляващи елементи усилия в зависимости от ъгъла, на който са разположени.

Анализирайки получените резултати могат да се направят следните изводи:

- При поддържане на приблизително постоянен въртящ момент от 30 N.m и коефициент на триене $\mu=0,25$, силите F_2 и F_3 се променят значително;
- С увеличаване на диаметъра на обработвания отвор F_2 и F_3 намаляват, което се обяснява с взаимното им влияние, разглеждайки пространствената система сили, описана с изведените уравнения;
- Отрицателните знаци на силите F_2 са следствие разположението на направляващите в предварително избраната координатна система;
- Получените резултати доказват, че предлагания инструмент позволява да бъде регулиран и да се получават различни сили на въздействие в отделните направляващи, което позволява да се работи с различен „натяг“ (разлика между диаметъра на отвора и описаната окръжност около направляващите);
- При големи диаметри ($D=110$ mm) и намаляване на въртящия момент на 25 N.m силата F_3 променя своя знак, като се получава стремеж за отлепване на направляващата от обработвания отвор, което се премахва чрез промяна на натяга и използване на други ъгли на разположение на направляващите.

Резюме на доклад [Б5] от списъка с публикации
Лефтеров Е., Аврамова Т., “Заглаждане посредством триене при плъзгане чрез инструмент с два твърди и един подвижен елемент”, III International Scientific Technical Conference, Technics. Technologies. Education. Safety, Proceedings, vol.3, Scientific technical union of mechanical engineering, (2015), стр.33-35, ISSN 1310-3946

Известните начини за заглаждане на стените на отвори посредством пластично деформиране понастоящем са: триене при плъзгане и триене при търкаляне. При инструментите, работещи чрез триене при плъзгане основно се използва кинематична схема, която се основа на едно праволинейно движение.

Известни наблюдения на работата на инструменти за обработка на дълбоки отвори показва, че направляващите елементи в определена степен въздействат на микрорелефа на обработваните повърхнини. При определено съотношение на силите, действащи върху направляващите елементи е възможно да се постигне приблизителна грапавост $Ra=0.4 \mu\text{m}$. Проведени изследвания с инструмент показан в първата част на статията потвърждават подобно твърдение и са послужили за основа на разработване на конструкция за заглаждане на съществуващи вече отвори с две неподвижни и една еластична опора.

Във втората част на статията е представена разработена, която има три заглаждащи елемента с определена форма на контактната зона. Всеки отделен елемент може да се измества спрямо останалите в диапазон от 20° , което позволява да се създадат различни условия на триене. Притискането на заглаждащите елементи се осъществява от плоска пружина под единия заглаждащ елемент. Чрез нея могат да се прилагат различни усилия на притискане към стените на отвора. Зоната на навлизане на инструмента в обработвания отвор е обработена под конус, като ъгъла е съобразен с диаметъра на обработвания отвор.

Експерименталните изследвания с представената конструкция са проведени при обработка на стомана S355 (използвана за производство на хидроцилиндри) в диапазон на режимните параметри, както следва: скорост на ротация на инструмента от 40 m/min до 140 m/min и скорост на праволинейното преместване от 0.035 mm/rev до 0.141 mm/rev . Използвани са различни плоски пружини, като приблизително пресметнатите сили в направляващите пластини не надхвърлят 2500N . Заглаждането се осъществява в маслена среда подведена свободно през централния отвор на инструмента.

Показани са получените резултати за параметрите на качеството (отклонение от размер, отклонение от кръглост и отклонение от цилиндричност) измерени за образец с диаметър $\varnothing 40 \text{ mm}$ след провеждане на обработката с най-благоприятните условия за заглаждане: $V=80 \text{ m/min}$ и $s=0.14 \text{ mm/rev}$.

Анализът на получената след измерване грапавост, доказва получаването на заглаждащия ефект в следствие на обработката с комбинирания инструмент за последователно въздействие.

Анализът на получените данни за отклонението от точност на размера, кръглост и цилиндричност и построените кръглограми показва, че получаваните стойности варират в малки граници и са малки по стойност, което покрива изискванията, поставяни към детайли тип хидравлични елементи: за обработван вътрешен диаметър $D=40 \text{ mm}$ отклонението от точност на размера варира в границите $40,013 \div 40,056 \text{ mm}$, отклонението от кръглост е в границите $0,010 \div 0,043 \text{ mm}$, а отклонението от цилиндричност варира в границите $0,017 \div 0,035 \text{ mm}$.

Резюме на доклад [Б6] от списъка с публикации
Левтеров Е., Аврамова Т., "Изследване на граничните процеси при обработка на отвори", XII International Congress Machines, Technologies, Materials, Section "Technologies", Proceedings, vol.1, Scientific technical union of mechanical engineering, (2015), стр.51-53, ISSN 1310-3946

Схемата на натоварване е характерна и определяща всяка конструкция на инструмент за обработка на отвори и нейното изучаване позволява да се подобрят конструктивните и експлоатационните им характеристики.

Теоретичните основи на изследването са базирани на извеждане на математични зависимости за силите и моментите, натоварващи свредлата със сменяеми пластини, а за изследването на силовото натоварване са изведени математични зависимости за определяне на силите, действащи в направляващите пластини.

Очевидно е, че в настоящия момент точното определяне на съставляващите силата на рязане F_x , F_y и F_z , действащи на режещите пластини, е невъзможно, тъй като при прякото им измерване се допуска грешка над 5%, което само по себе си пречи на получаване на достоверен оптимален конструктивен вариант. Тези особености налагат създаването на нов подход основан на разработването на експериментална установка, посредством която да се пресъздават определени рационални конструктивни варианти, получавани при теоретичните изследвания.

Конструкцията на предложената в статията експериментална установка съдържа следните елементи: тяло, осигуряващо якостно инструмента; тъкостенен елемент, покриващ надлъжните канали за подвеждане на МОТ; челно уплътнение; режещ модул, носещ режещата пластина закрепена с винт. Опорните елементи са подвижни един спрямо друг и се фиксират с винтове и контратяло. С помощта на експерименталната установка са проведени две групи експерименти. В първия случай е изследван инструмент без направляващи пластини, с диаметър $\varnothing 31$ mm, при обработка на стомана S355, със скорост на рязане 120 m/min. Втората група експерименти са проведени при създаване на различни комбинации на изменения на ъглите ψ , δ_1 и δ_2 , които на практика представляват различни конструктивни варианти на свредла с три режещи пластини. Подбрани са получени по теоретични път варианти, при които е променено положението на междинната пластина, а като критерий за оценка на рационалността на определен вариант служи условието $S_1 \approx S_2 > 1$.

Предвид особеностите на анализирани конструкции могат да се направят следните изводи:

- Разработената експериментална установка позволява да се проверят в реални условия различни конструктивни варианти, както за конзолно закрепени свредла, така и за свредла за дълбоки отвори (с направляващи елементи);
- При свредла с две режещи пластини без направляващи пластини промяната на ъгъл ψ води до промяна на схемата на натоварване в частност се променя посоката и големината на еквивалентната сила, действаща в челно сечение;
- При определяни условия еквивалентната сила клони към 0 N, което означава, че силите, които я формират се уравновесяват;
- При свредла с направляващи пластини (за обработка на дълбоки отвори) ъгъл ψ влияе по същия начин, като в комбинация с разположението на направляващите пластини (ъглите δ_1 и δ_2) могат да се разработят конструкции с еднакви коефициенти на устойчивост спрямо двете направляващи пластини;
- При свредлата за дълбоки отвори посредством промяната на ъгъл ψ може да се влияе пряко върху силите F_1 и F_2 , действащи в направляващите и предопределящи контактните явления със стените на обработвания отвор.

Резюме на доклад [Б7] от списъка с публикации
Аврамова, Т. Г., Стефанов, Г. Д., Комбинирани инструменти за ППД с радиално подаване, Сборник доклади от XXVII международна научно-техническа конференция, АДП Созопол, ТУ-София, бр.3/224 (2018), стр. 48 – 52, ISSN 1310-3946

Като метод за довършващо обработване, прилагането на повърхностното пластично деформиране (ППД), повишава качеството на обработените повърхнини и подобрява експлоатационните им характеристики. Освен това се постига и значително намаляване на времето за обработване в сравнение с другите довършващи методи.

Съчетаването на предшестващото и довършващото обработване, (рязането и ППД) води до прилагането на комбинирани инструменти за ППД. Създават се условия за увеличаване производителността на довършващото обработване при запазване предимствата на метода ППД.

В представената статия е показана конструкция на комбинираният инструмент, който се състои от режещ и деформиращ модул, всеки от които е оформен съгласно изискванията на комбинираното обработване. Предимство на предлагания комбиниран инструмент е, че може да работи както в хоризонтално, така и във вертикално положение. При това той може да бъде с въртящ се или неподвижен опорен вал (респективно разстъргващ модул). При всички случаи режещият модул се настройва на размер предварително, с помощта на приспособление.

За определяне технологичните възможности на инструмента е проведено експериментално изследване с чугунени детайли, с предварително пробити отвори. Обработеният отвор е с диаметър Ø60H7. Предшестващото разстъргване и комбинираното обработване са реализирани върху универсален струг С11МВ, при което инструментът се установява в приспособление, поставено върху напречната шейна на супорта. Обработена е партида от 50 заготовки. Те са разстъргани последователно при един настроен размер на инструмента и след контролиране на грапавостта и диаметъра е извършено ППД и отново контрол на горните характеристики на качеството.

Измерването на точността на диаметъра на отвора е извършено с индикаторен вятромер, а проверката на грапавостта по параметъра Ra чрез профиломер-профиограф „TALYSURF-6”.

Резултатите от измерването са обработени статистически с помощта на компютър и програма „BBSTAT”. Получени са следните числени характеристики:

	разстъргване	ППД
размах, R	0,059	0,0578
средноаритметична стойност, \bar{X}	0,031	0,0256
средноквадратично отклонение, S[X]	0,013	0,011
дисперсия, S ² [X]	1,44	1,26
асиметрия, $\chi_1[X]$	-0,17	-0,795
ексцес, $\chi_2[X]$	-323,33	-270,08

В съответствие с получените числени характеристики по критерия на Пирсон е доказано нормално или логаритмично-нормално разпределение.

Очевидно е, че след ППД полето на разсейване се е стеснило приблизително 1,2 пъти. Грапавостта е подобрена от Ra=3,8÷5µm до Ra = 0,5 ÷ 0,6µm, каквато не може да се осигури с досега прилаганото райбероване.

Резюме на доклад [Б8] от списъка с публикации
Avramova T.G., *Approach in Determining the Geometric Parameters of the Cutting Tools by Modeling in Solidworks Environment, International Journal of Engineering Research And Management (IJERM), Volume-04, Issue-11, November (2017), pp. 1-4, ISSN: 2349- 2058*

Измерването на геометричните параметри на режещите инструменти е възможно само в статично положение (като геометрично тяло). Към настоящия момент определянето на работните ъгли (в процесът на рязане) е възможно само посредством един подход свързан с определянето им по аналитичен път. В настоящата разработка се предлага един нов подход изграден в среда на продукта SolidWorks.

За създаване на предпоставки за провеждане на измервания на работни ъгли на инструменти е разработен 3D модел на стругарски нож и 3D модел на сглобяем инструмент за обработка на отвори с две режещи пластини.

Последователно са построени всички основни и променящи положението си в следствие на различните условия на рязане работни равнини. Моделирането на инструмента и процеса на рязане позволява да се измерят ъглите във всички точки от режещия ръб. Пространственото разположение на режещия елемент се определя от следните параметри (фиг.3): заден ъгъл – α ; преден ъгъл – γ ; установъчен ъгъл – κ_r ; ъгъл на наклона на главния режещ ръб – λ ; разстояние на изходната диаметрална равнина на инструмента до изследваната точка от режещия ръб. Като се вземе под внимание факта, че в процеса на рязане, изброените параметри се влияят взаимно и един аналитичен израз не е в състояние да опише всички особености, възникващи по време на работа, от най-удачното разположение на режещите елементи може да се определи само комплексно – по аналитичен и експериментален път. По експериментален път е изследвано влиянието на параметъра h в процеса на рязане и влиянието на установъчния ъгъл κ_r .

Графично са показани резултатите от виртуалното измерване на ъглите α_{0e} и γ_{0e} при различни условия на процеса рязане и различни стойности на статичните геометрични параметри на режещата част, стойностите за измерване на изменящия се заден ъгъл по дължина на режещия ръб (във функция от r) и направената съпоставка между резултатите получени по теоретичен път и посредством измерването чрез моделиране в среда на SolidWorks.

Като обобщение на всичко представено в статията може да се каже, че:

1. Разработения графично-аналитичен метод позволява да се визуализира работата на различни конструкции режещи инструменти и състоянието им в процеса на рязане.
2. Използваният подход дава възможност да се определят (измерят) работните ъгли на инструмента при различни статични ъгли и конструктивни параметри.
3. Съпоставка между разработения метод и аналитично получените резултати дава разлики по-малка от 2%.

Резюме на доклад [Б9] от списъка с публикации
Avramova T.G., *Regarding the Choice of Tools for Machining of Parts with Complex Configuration, International Journal of Engineering Research And Management (IJERM), Volume-04, Issue-11, November (2017), pp. 5-8, ISSN: 2349- 2058*

Съвременното производство основано на автоматизирани металорежещи машини изисква висока надеждност на технологичния процес. Най-слабо звено на технологичната система се явяват режещите инструменти.

Настоящата разработка дава определен подход при избора на група инструменти за обработка на конкретен детайл.

Започва се с описанието на видовете повърхнини, прилежащи към детайла със сложна конфигурация. От направения анализ на повърхнините, подлежащи на обработка и прибавките за отнемане се прави предварителен избор на група инструменти, след което се изследват техните

функционални възможност по следните критерии: якостен анализ и определяне на деформациите при реално натоварване.

За осъществяване на анализите са извършени компютърни симулации на избраните режещи инструменти, като са зададени изчислените натоварвания и за всеки от тях е валидно следното: определяне на схемите на натоварване; симулационен анализ (в среда на SoliWorks); определяне напреженията и деформациите на режещите инструменти, възникващи в процесите на обработка.

Силите на рязане са получени по експериментален път и след обработка на данни от планиран експеримент са предложени като степенни модели. Инструментите са натоварени с максималните за конкретна обработка сили на рязане при режими, позволяващи максимална производителност на труда.

Графично са показани получените резултати за определените напреженията и деформациите след компютърна симулация на инструментите (показани са резултатите само за най-критичните инструменти от всички изследвани).

В края на статията за направени следните изводи:

1. Предложен е подход при избор на инструменти, позволяващ определянето на техните функционални възможности.
2. Определянето на деформациите на тялото дава възможност да се прогнозира точността на обработката, особено за конструкции с по-малки сечения на тялото.
3. Получените резултати показват, че при натоварванията и напреженията възникнали по време на обработката, подбраните инструменти показват слабости при острите ръбове във зоната на закрепване на пластината и в зоната на закрепване на инструментите към машината (опашката на инструмента), които не могат да бъдат избегнати, поради ограничения поставени от машините и процесите за изработване на телата на металорежещите инструменти.
4. За най-критичните инструменти са отчетени максимални деформации със следните стойности: за фреза за профилиране на повърхнини – 2,32 mm; за стругарски нож за сложни вътрешни контури – 0,05 mm; мултифункционален инструмент за свредловане, разстъргване, челно и външно струговане – 1,02 mm.
5. Получените резултати позволяват да се предприемат мерки за повишаване на точността, посредством определена настройка на инструмента и оптимизиране на обработващата програма на машините с ЦПУ.

Резюме на доклад **[Б10]** от списъка с публикации ***Avramova T.G.**, *Developing a Methodology for Calculating the Working Angles of Cutting Tools with Replaceable Cutting Inserts, International Journal of Engineering Research And Management (IJERM), Volume-05, Issue-1, January (2018), pp. 17-21, ISSN: 2349- 2058**

В зависимост от сложността на принципната кинематична схема и съотношението между линейните и ъглови скорости на отделните движения са възможни най – разнообразни, както по характер, така и по сложност траектории на относителното движение на инструмента и заготовката. В общия случай реалните геометрични параметри в процеса на работа на инструмента не са тъждествени със статичните нито по величина, нито по направление на тяхното измерение. Ето защо възниква необходимост от установяване на нова система за определяне на кинематичните геометрични параметри, разглеждайки инструмента не като пространствено геометрично тяло в състояние на покой, а като обект, извършващ определено работно движение относно обработваемата повърхнина на изделието.

За изходна база за определяне на геометричните параметри в процеса на рязане се явяват:

- Траекторията на относителното преместване на режещия елемент на инструмента спрямо повърхнината на заготовката;

- Закономерността на процеса на деформация при стружкообразуването и направлението на изтичане на отделената стружка по контактната площадка на предната повърхнина на инструмента.

Основно изискване към конструкцията на инструмента се явява възможността всички точки от неговата задна повърхнина да извършват безпрепятствено в процеса на рязане, работно движение по траекторията на относителното преместване, предопределена от приетата принципна кинематична схема на рязане. Основен геометричен параметър, предопределящ извършването на безпрепятствено в процеса на рязане работно движение на инструмента, се явява задния ъгъл.

Съгласно гореописаното и с помощта на графични схеми за определяне на кинематичния заден ъгъл и задния работен ъгъл на инструмента, за определяне на направляващите конуси на вектора на действителната скорост на рязане V_p и за определяне на направляващите косинуси на главния режещ ръб е създадена методика за пресмятане на работните ъгли на режещи инструменти със сменяеми режещи пластини базирана на изведени математични зависимости.

На изследване на геометричните параметри е подложен инструмент за пробиване на отвори с диаметър $\varnothing 26$ mm, работещ по метода на деление на срязвания слой метал.

Извършена е аprobация на разработената методика за пресмятане, като са показани измененията на горепосочените работни ъгли, връзката им със статичните геометрични параметри и промяната им по дължината на режещия ръб.

Разработената методика позволява да се решат следните задачи на конструирането на режещите инструменти със сменяема режеща част:

- да се определи пространственото разположение на леглата под пластините с цел осигуряване на рационална работна геометрия;
- да се избегнат зони от активните режещи ръбове на инструмента, където би имало неблагоприятни условия на рязане и триене;
- да се определят посоките на изтичане на стружката, които биха гарантирали надеждното ѝ начупване и транспортирането и в отворени “V” – образни канали (особено при сглобяеми свредла).

Разработката съдържа приноси в частта на конструиране на режещата част на сглобяеми инструменти и решаване на прави и обратни задачи при определяне на рационална геометрия на рязане. Разработеният математичен модел се адаптира лесно към създаването на програми за автоматизирано проектиране на сглобяеми инструменти със сменяема режеща част.

Резюме на доклад [Б11] от списъка с публикации
Avramova T., Lefterov E., Determination of chip length compression ratio at one-edge drills, Fiability and Durability Journal, Editura “Academica Brancusi”, Targu-Jui, Issue 2 (2018), pp.33-41, ISSN: 1844-640X

Процесът на образуване на стружката при свредловане със свредла с непрезаточваеми твърдосплавни пластини (НТП) е до голяма степен аналогичен с механизма на образуване на стружка при струговане. Това подобие е най-ясно изразено в момента на връзване на инструмента в метала и съпътстващите го деформационни процеси, които настъпват вследствие взаимодействието на инструмента с материала на заготовката. Необходимо е обаче да се отчитат специфичните черти на процеса рязане, които характеризират свредловането.

В представената статия са показани изведени теоретични зависимости за определяне на коефициента на скъсяване на стружката, който се влияе от предния ъгъл на инструмента и ъгъла на изместване β . На база на изведените зависимости са проведени теоретични изследвания изчисления със заложен: постоянно подаване $s = 0,1$ mm/rev, преден ъгъл γ ($^\circ$), променящ се в диапазона $0^\circ \div 5^\circ$ и 10 стойности на ъгъла на изместване β в диапазона $0^\circ \div 45^\circ$. Теоретичните изследвания са проведени за стомана X210Cr12, Дуралуминий Д16 (AlCu4Mg1) и стомана С45.

За определяне на стружкочупещият елемент и изследване изменението на коефициента на скъсяване на стружката в реални условия на работа е създадена експериментална установка на базата на струг СП586 с мощност на главния двигател 15 kW, диапазон на оборотите - $5 \div 2500$ (s^{-1}),

надлъжно подаване - $0,01 \div 40,9$ (mm/rev) и охлаждаща система (разход 30 l/min). Експериментът е проведен при следните условия: подаване $s = 0.1$ mm/rev, главен установъчен ъгъл $\chi_r = 85^\circ$ и диаметър на едноръбо свредло $D = 16$ mm. Предният ъгъл γ се променя от -10° до $+10^\circ$, скоростта на рязане - от 50 m/min до 250 m/min.

Резултатите от експерименталните изследвания потвърждават получените резултати от теоретичните изследвания (за стомана X210Cr12, Дуралуминий Д16 (AlCu4Mg1) и стомана С45). Разликата в получените данни е не повече от 3%. Коефициентът на скъсяване на стружката се увеличава с увеличаването на предния ъгъл γ . Коефициентът на скъсяване на стружката K_a зависи от пластичността на обработвания метал. При по-пластични метали коефициентът на скъсяване на стружката K_a е по-голям и е променлива величина за по-голям диапазон от скорости на рязане.

От получените резултати може да се направи извода че ъгълът на изместване β се влияе най-много от вида на обработвания материал и предния ъгъл на рязане γ . С увеличаване на предния ъгъл γ , ъгълът на изместване β се увеличава.

От параметрите на режима на рязане най-съществено влияние върху ъгъла на изместване β оказва скоростта на рязане V , когато стойността ѝ е до 120 m/min, след тази скорост K_a и β почти не се променят.

Резюме на доклад [Б12] от списъка с публикации

Avramova T., Lefterov E., Determination of plastic deformation coefficient for one-edge drills, Fiability and Durability Journal, Editura "Academica Brancusi", Targu-Jui, Issue 2 (2018), pp.42-50, ISSN: 1844-640X

При обработване на метали, под действие на външна сила, която се прилага чрез инструмента върху обработвания метал, в началото настъпват еластични деформации, които бързо преминават в пластични. Поради контакта между режещия инструмент и детайла възникват напрежения, които формират зоната на деформация. Те създават условия за приплъзване между зърната, като тези които са ориентирани на ъгъл 45° спрямо равнината на приплъзване са приоритетни към започването на деформацията.

За количественото определяне на деформацията при процеса рязане се използва приликата при стружкообразуването като процес на последователно изместване на елемент след елемент с принципа за определяне на коефициента на пластична деформация ϵ . В настоящата разработка са представени математични зависимости за определяне на коефициента на пластична деформация. Същите са използвани за теоретични изследвания на стомана СТ80, стомана С45 и месинг.

За проверка на резултатите от теоретични изследвания са проведени и експериментални такива. За изследване коефициента на пластична деформация е създадена експериментална установка на базата на струг СП586 с мощност на главния двигател 15 kW, диапазон на оборотите - $5 \div 2500$ (s^{-1}), надлъжно подаване - $0,01 \div 40,9$ (mm/rev) и охлаждаща система (разход 30 l/min).

И при теоретичните, и при експерименталните изследвания коефициента на пластична деформация се получава сходен по стойности. Изводът, който може да се направи, е че с увеличаването на предния ъгъл, коефициента на пластична деформация намалява. При малки предни ъгли и високи скорости на рязане, характерни за инструментите с непрезаточваеми твърдосплавни пластини (НТП), коефициентът на пластична деформация ϵ се изменя в граници от 2 до 4, като тези стойности са много по-високи от критичната деформация за конструктивните стомани - $(2 \div 7) \cdot 10^{-4}$, което гарантира надеждно начупване на стружката.

Резюме на доклад [Б13] от списъка с публикации

Lefterov E., Avramova T., Some peculiarities of cylindrical milling, International Journal of Modern Manufacturing Technologies, vol. X, No.1, June (2018), pp.63-68, ISSN 2067-3604

Фрезването с цилиндрични фрези се извършва по два начина: насрещно и едноръчно. Най-общо, когато въртенето на инструмента и праволинейното движение на заготовката се извършват в противоположни посоки фрезването е насрещно, а при еднакви посоки – едноръчно. Насрещното фрезване има по-широко приложение.

Известно е, че дебелината на срязвания слой метал е променлива, което предизвиква появата на някои особености на процеса рязане. Това изисква изследване на параметрите на стружката, влияещи и на неравномерността на фрезване.

В първата част на статията е разработена методика на базата на изведени теоретични зависимости за изследване изменението на дебелината на стружката при различните видове фрезозане (насрещно и попълтно). При насрещното фрезозане всеки зъб в началото на рязането започва работа при нулева дебелина на срязвания слой метал, а при излизане тя е максимална. При еднопосочно фрезозане всеки зъб на фрезата срязва отначало стружка с максимална дебелина ($a = \max$) при навлизане на инструмента и излиза с дебелина на стружката равна на 0 mm. Анализирайки теоретичните зависимости може да се направи извод, че параметрите на срязвания слой метал при фрезозане могат да послужат за основа на изследване на параметрите на процеса рязане.

Във втората част на статията са представени експериментални изследвания. За провеждане на експерименталните изследвания е създаден 3D модел на монолитна фреза и работна среда. Моделирането е извършено с помощта на програмния продукт SolidWorks, базиран на технологията хибридно параметрично моделиране и широк спектър от специализирани модули. С него се създават напълно реалистични примерни модели с или без ограничения и е напълно подходящ за решаване на поставената задача. При симулиране на работата на инструмента по определена работна траектория е получено изменение на площта на стружката за фрези с диаметър $D=8; 15; 22$ mm при различни положения на режещия ръб K_i , изразени чрез ъгъл ϕ .

Анализирайки теоретичните зависимости от представената в първата част на статията методика се вижда следното: дебелината на стружката (a_s и a_ψ) нараства с увеличаване на подаването s_z и дълбочината на фрезозане t и намалява с увеличаване на диаметъра на фрезата D ; максимална дебелина на стружката се получава при работа с фрези с малък диаметър и работа с голяма дълбочина t ; изследванията на промяната на площта на стружката показват косвено натоварването на инструмента и може да даде оценка за момента на врязване и излизане на фрезата от заготовката.

Като заключение може да се даде, че: при обработка на канали с тристранни фрези, очевидно се работи с най-голямо натоварване; теоретичните зависимости и 3D моделирането не могат да оценят промяната на параметрите на стружката, тъй като не отчитат промените, настъпващи в следствие деформационните процеси в зоната на рязане; дебелината на стружката при насрещно и еднопосочно фрезозане се запазва приблизително еднаква отцепена като геометрична фигура.

Резюме на доклад [\[Б14\]](#) от списъка с публикации ***Avramova T., Unevenness at face milling, International Journal of Modern Manufacturing Technologies, vol. X, No.2, December (2018), pp.13-17, ISSN 2067–3604***

За опростяване анализа на траекторията на движение на фрезозания инструмент се разглежда моментното състояние на равномерно праволинейно движение A и равномерно въртливо движение B . Тук са възможни два варианта: движение B е на инструмента, а движение A е на заготовката и движения B и A са на инструмента.

Относителната траектория, описвана от $t.M$, намираща се на окръжност с радиус r и търкаляща се без приплъзване по права линия, заема различни положения $M_1, M_2, M_3...M_6$ определящи различни по вид равнини криви.

По описания в първата част на статията подход, за определяне вида на относителната траектория, могат да бъдат изградени различни и принципни нови методи за фрезозане и да се прогнозира кинематични възможности на нови металорежещи машини. Посоченият подход позволява при фрезозане да се определят моментите, траектории и влиянието им върху трайността на работа на инструментите. Очевидно е по-бързото излизане от строя на инструментите при класическото сечение на срязвания слой метал (с различна дебелина) и постоянното поддържане на равномерна дебелина на стружката.

Във втората част на статията е разработен теоретичен модел изграден на база на изведени математични зависимости, чиято крайна цел е определяне на коефициента на неравномерност при челно фрезозане.

Показаните в статията зависимости дават един нов подход за работа, който оказва влияние върху получаване на площта на стружката. Тя от своя страна оказва пряко влияние върху средната

сила и максималната сила на фрезование, посредством които може да бъде пресметнат коефициента на неравномерност. Площта на стружката се променя в зависимост от вида на обработвания материал като допълнително се включат коефициенти, отчитащи физико-механичните качества на обработвания материал.

При проведени теоретични изследвания с моделиран с помощта на програмния продукт SolidWorks фрезови инструмент е направено изследване на площта на стружката, която пряко се отнася до равномерността на обработка. Анализът на получената площ на стружката при различни диаметри и положение на режещия ръб дава възможност да се определи и моментното изменение на силите на рязане. Това дава възможност да се проследява изменението на коефициента на неравномерност. Стремешът е да се поддържа постоянна площ на стружката, което води до намаляване на неравномерността при фрезование.

Резюме на доклад [B15] от списъка с публикации *Avramova T., Tool for Machining of Blind Conical Holes by Surface Plastic Deformation, International Journal of Advancements in Mechanical and Aeronautical Engineering, Volume 5, Issue 2 (2018), pp.33-35, Electronic ISSN: 2372-4153*

Надеждността на машиностроителните изделия се осигурява от качеството на повърхнините на детайлите им. Във връзка с това решаваща е ролята на технологичните методи за довършващо обработване. Внедряват се методи, които осигуряват качеството на обработваните повърхнини съответстващо на изискванията за експлоатационните свойства на повърхнините.

Довършващото обработване на глухи конусни отвори чрез ППД има специфични трудности и особености, като то се извършва най-често чрез инструменти с радиално подаване на деформиращите ролки. Известните конструкции инструменти за обработване на глухи конусни отвори са с твърдо действие, без възможност за регулиране на настроенния размер и на деформиращата сила.

Основната цел на статията е да представи конструкция на инструмент за обработване на глухи конусни отвори чрез ППД с радиално подаване на деформиращите ролки при възможност за ограничаване надлъжното подаване на сепаратора с ролките, регулиране на настроенния размер, а така също регулиране и еластично прилагане на деформиращата сила.

Описан е принципът на работа на инструмента, като обработване чрез него с радиално подаване на деформиращи ролки може да се осъществи по две схеми:

- Въртеливо движение и принудително осово преместване на опорния конус, в резултат на което деформиращите ролки извършват радиално подаване;
- Въртеливо движение на обработвания детайл и принудително осово преместване на опорния конус, в резултат на което деформиращите ролки извършват радиално подаване.

Изборът на схемата за обработване зависи от конструкцията на детайла. Втората схема е приложима при ротационни детайли и при такива непредизвикващи динамични натоварвания при въртенето си.

За проверка на технологичните възможности на инструмента са обработени предварително подготвени експериментални заготовки с конусни повърхнини – 6 бр. с голям диаметър 45 mm и дължина 50 mm. Заготовките са от плътен материал бронз (CuSn10Pb10) предварително пробити и разстъргани. Обработването се извършва на универсален струг С11М. Грапавостта е измерена от профиломер-профилограф TALYSURF 6 по параметрите Ra и Rz. Колебанието за Ra е в диапазона 0,28 до 0,18 μ m, за Rz от 1,4 до 0,9 μ m. Точността е постигната от предшестващо обработване и след ППД е контролирана чрез шлифован конусен дорник.

Съчетаването на възможностите на инструменти с радиално подаване с предимства на еластичното прилагане на деформиращата сила спомага за получаване на хомогенен по физико-механични свойства повърхностен слой. В сравнение с известните решения на проблема, предлаганата конструкция позволява да се подобрят физико-механичните свойства на

обработените повърхнини и съответните им експлоатационни характеристики, а наличието на голям брой детайли с конусни отвори с малки ъгли на конусност в машиностроенето е предпоставка за нейното внедряване.

От описанието на предлагания инструмент може да се направи извода, че предимствата му спрямо известните конструкции се състоят във възможността за ограничаване надлъжното подаване на сепаратора заедно с ролките, във възможността за регулиране, както на настроечния размер, така и на деформиращата сила.

Резюме на доклад **[Б16]** от списъка с публикации
Avramova T.G., Some Aspects Of Designing Cutting Tools, Eastern Academic Journal, Issue 1 (2018), pp. 79-85, ISSN: 2367-7384

Режещите инструменти представляват на пръв поглед не сложна технологична система, но като се вземе предвид условията на работата им могат да се отделят някои специфични елементи: гарантиране на надеждността им в това число дълговечност на работа и гарантиране на качествените показатели след обработка; особености на силовото и топлинно натоварване на режещата част и тялото им. Тези особености са особено характерни за сглобяемите инструменти с механично закрепване на режещата част.

Не е възможно да се извърши каквото и да е инженерно пресмятане без познаване на механичните характеристики на използваните машиностроително материали. В разработката са показани основните физико-механични качества на материала за изработване на тялото на инструмента и режещата пластина. Друга съществена механична характеристика е границата на умора σ_{-1} определена при симетричен цикъл и σ_r – определена при несиметричен цикъл. Тя представлява онова най-голямо напрежение при циклично променящо се напречно състояние, при което материалът практически може да издържи безкрайно много цикли. На база на тези входни данни в статията е представен подход за якостен анализ на отделните монолитни елементи от конструкцията на режещи инструменти, която отчита промяната на физико-механичните качества на използваните материали за изработката в зависимост от работните температури. По този начин се гарантира надеждността на сглобяемите инструменти с механично закрепване на режещата част.

За практиката от особено значение е топлинното натоварване и пълзенето на скрепителните елементи (винтове), закрепващи режещите пластини в тялото на инструмента. При бавното нагряване на въглеродните стомани има три фази на превръщане, както следва: от $30\div 200^\circ\text{C}$ – първо, $200\div 300^\circ\text{C}$ – второ и от $300\div 450^\circ\text{C}$ трето превръщане. Значителните стойности, получени при експериментални изследвания и дадени в статията, показват, че е възможно рязко влошаване на физико-механичните качества на скрепителния елемент и излизането му от работа.

На база на резултатите от направените експериментални изследвания за топлинното натоварване и пълзенето на скрепителните елементи (винтове) може да се направи следното заключение: обикновено закрепващите винтове се използват многократно при няколко смени на режещите пластини, което води до риск при работа. Кривите на пълзене и умора приведени в разработката потвърждават подобна констатация. Вероятно най-слаба част са витките на резбата, които както е известно имат най-малки сечения и най-бързо се нагряват.

Анализът показва, че при проектиране на отделните елементи на сглобяеми инструменти е необходимо да се отчитат напреженията и деформациите от силовото и топлинно натоварване.

Резюме на доклад **[Б17]** от списъка с публикации
Avramova T.G., Lefterov E.L., Influence of the Shape of the Tool Bodies For Machining Holes in Strength Calculations, Eastern Academic Journal, Issue 1 (2018), pp. 86-94, ISSN: 2367-7384

Общото натоварване на конструкцията на различни свредла произтича от силите, възникващи в зоната на рязане. Отсъствието на направляващи елементи позволява с определено приближение инструментите да се разглеждат като фиксирани в единия си край греди със сложна форма.

При едностранните свредла силите могат да бъдат разложени на компоненти, лежащи в две взаимно перпендикулярни главни инерционни равнини. Въпреки разположението на режещата пластина, едностранните свредла са натоварени преди всичко на усукване, а главният установъчен

ъгъл κ оказва силно влияние върху радиалното натоварване. Натоварването на двустранните и пръстеновидни свредла е по-сложно, поради наличието на две режещи пластини. Приложните точки на силите на рязане в общия случай не лежат в равнина YZ . Компонентите на силите на рязане и моментите, действащи на конструкцията се привеждат спрямо координатната система с YZ .

На база направения в началото на статията анализ на общото натоварване на конструкцията на едностранни, двустранни и пръстеновидни свредла със сменяеми пластини е разработена методика за якостни пресмятания на свредла със сменяеми твърдосплавни пластини. При нея за якостните пресмятания е необходимо да се оценяват всички отделни части: режеща част, тяло и присъединителната част.

За всеки тип свредла последователно се определят координатите на масовия център, статичните моменти и положението на главните инерционни оси и моменти. Принципните схеми за тяхното определяне и изведените математични формули са показани в статията.

Въз основа на разработената методика и нейния анализ може да бъдат направени следните обобщения:

- За точното якостно пресмятане на инструменти за обработка на отвори е необходимо да се използва натоварване, отчитащо различията като условия на рязане за централна и периферна пластина.
- При якостни пресмятания на режещата пластина задължително се използват контактните натоварвания по предна и задна повърхнини.
- Якостните изследвания на телата на инструментите изискват оптимизиране на конструкцията от гледна точка на формата.
- Прилагане изцяло на числени методи за пресмятане не дават точна оценка за получените напрежения и деформации (не показани в настоящата разработка). Грешката в някои случаи надвишава 10%, което изисква класически подход за пресмятане на греди с променливо сечение.

Резюме на доклад **[Б18]** от списъка с публикации ***Avramova T.G.**, Kinematics of the cutting process with complex imposed vibrations during machining of holes, Eastern Academic Journal, Issue 1 (2018), pp. 62-69, ISSN: 2367-7384*

Процесите на свредловане и обработка на отвори с инструменти, имащи направляващо заглаждащи опорни елементи могат значително да се облекчат ако в технологичната система се прилагат на инструмента или детайла сложни наложени вибрации.

Настоящата разработка разглежда един нов по-сложен случай на комбиниране на наложените вибрации с използването им конкретно при пробиване и заглаждане на обработваните отвори.

Специфичността на процеса се състои в допълнителното съобщаване на инструмента на осови и въртящи се трептения едновременно, което води до промяна на главното и подавателното движение.

Вибрациите се задават с хидравличен вибратор, монтиран към тялото на инструмента, даващ възможност за промяна на честотата и амплитудата на трептенията, а също така и премахването на едното или другото вибрационно движение или комбинирането им.

За да бъде приложена новата кинематична схема първо е направено нейното теоретично описание (посредством съответни изведени математично формули).

Предлаганата конструкция на вибратор за едновременно задаване на осови и въртящи се трептения представлява хидравличен вибратор изграден на базата на тънкостенни стоманени тръби.

Устройството се състои от тяло и капак, между които лагерува вибриращ елемент. В пространството между вибриращите елементи, тяло и капак са монтирани тънкостенни стоманени тръби, разположени две по две срещуположно в две взаимно перпендикулярни равнини. Тръбите са притиснати чрез щифтове към вибриращ елемент, а към тяло чрез винтове, имащи конусна образуваща във върха си. Схемата за свързване включва ел. двигател, задвижващ четирицилиндрова бутална помпа и тръбопроводи, свързващи я с тънкостенните тръби.

Хидравличният вибратор действа по следният начин: вибратора се закрепва неподвижно към захващащото устройство на металорежещата машина чрез конусна или цилиндрична опашка. В конусния или цилиндричен отвор на вибриращия елемент се монтира режещия инструмент. Буталната помпа е без нагнетателни клапани, което позволява след всяко нагнетяване налягането да пада до нула атмосфери и позволява системата да е затворена.

При подаване на импулс на налягане от секция А на буталната помпа се подвежда флуид към две от тънкостенните тръби, които се раздуват еластично и завъртат подвижната част на вибратора обратно на часовниковата стрелка и осигуряват осово преместване наляво. В този момент срещуположните тръби не се раздуват еластично, поради отсъствие на импулс на налягане в тях.

При подаване на нов импулс на налягане от секция С флуида се подвежда към следващите две тънкостенни тръби, при което подвижната част на вибратора получава завъртане по часовниковата стрелка и осово преместване надясно. Така за един оборот на помпата се получават четири линейни премествания и четири завъртания.

В заключение на всичко представено по-горе може да се каже следното:

- Разработена е теоретична методика за описание на нова кинематична схема, съдържаща две допълнителни премествания, имащи цикличен характер;
- Изведени са зависимости за пресмятане на изменението на дебелината на снеманата стружка и работния заден ъгъл $\alpha_{ос}$;
- Разработена е конструкция на хидравличен вибратор за изпълнение на разработената кинематична схема;
- Регулирането на амплитудата на вибрациите се осъществява с изменение на налягането на флуида, а честотата се изменя с промяна на оборотите на помпата.

Резюме на доклад **[Б19]** от списъка с публикации *Avramova T.G., Designing of annular drills with the direction of the internal residual stem, Eastern Academic Journal, Issue 1 (2018), pp. 90-98, ISSN: 2367-7384*

Конструирването на свредла за пръстеновидно пробиване е предопределено от особеностите на конструкцията, изискващи надеждно направляване в процеса на рязане. Това изисква разработването на конкретна методика за конструиране.

Разработената в настоящата статия методика за конструиране е разделена на три основни стъпки.

Първата стъпка при конструирването е свързана с определяне схемата на работа на инструмента, която оказва пряко влияние върху неговата конструкция. Тя се определя от кинематичната схема на рязане и схемата на формообразуване. Кинематичната схема на рязане и изрязване на прибавката е показана в записката на статията. Според начина на получаване на пръстеновидния профил могат да се използват две принципни схеми на формообразуване „профилна“ и „последователна“. В дадения случай схемата е последователна.

Втората стъпка при конструирването е свързана с избора на материали за изработване на инструмента. Инструментът е сглобяем, поради което отделните му части се изработват от стомани AISI1140 или AISI1045, а режещите пластини могат да бъдат в зависимост от обработвания материал Р, М или К. Разглежданата конструкция е разработена с три тристранни пластини тип TNUM, имащи стружкочупещи елементи по предната повърхнина от вида - WM или – MM. Направляващите подвижни ролки са твърдосплавни шифтове от материал P10.

При третата стъпка при конструирването се осъществява уравновесяване силите на рязане и определяне местата на разположение на направляващите ролки с цел постигане на устойчиво равновесие на инструмента.

Системата от сили, която действа на конструкцията на пръстеновидното свредло, включва не само силите необходими за стружкообразуване и действащи в контактните зони по предната и

задна повърхнина на режещите пластини, но и силите действащи на опорните ролки. Със изведени от автора зависимости е описана математически схемата на натоварване на пръстеновидното свредло.

За получаване на резултати от конструирането на пръстеновидно свредло с диаметър $D=80\text{mm}$ за обработка на конструкционна стомана се използват зависимостите от теоретичната част на статията за определяне на силите F_1 и F_2 и формулите от четирите варианта на разположение на ъглите δ_1 и δ_2 . След направените пресмятания е установено, че свредлото има най-голяма устойчивост, когато опорните ролки се поставят на ъгли $\delta_1=110^\circ$ и $\delta_2=225^\circ$.

Изводите от изложеното в разработката са следните:

- 1) Създадената методика с малки допълнения дава възможност за конструиране за всякакъв вид пръстеновидни свредла не само на базата на сменяеми пластини.
- 2) От схемата на изрязване на прибавката с последователно разположение на режещите пластини може да се постигне значително намаляване на силовото натоварване посредством:
 - Използване на режещи пластини с по-малка дължина на режещия ръб;
 - Използване на различни по стойност установъчни ъгли.
- 3) Посредством промяната на ъгъл κ_n може да се намалят компонентите P_y и по този начин да се промени съотношението между F_{hor} и F_{ver} . Тук е необходимо да се отчете етапа на врязване и образуването на водещ конус в дъното на обработвания технологичен участък.
- 4) При ъгли κ_r близки до 90° осовото натоварване нараства и се увеличава податливостта на технологичната система.
- 5) От конструктивна гледна точка често се налага да се търси компромис при разполагането на опорните ролки с цел аксиално осигуряване на модулите, носещи режещите пластини и закрепващите елементи.
- 6) При базиране по вътрешното остатъчно стебло се използват ролки, работещи при триене чрез търкаляне.

Резюме на доклад **[Б20]** от списъка с публикации
Аврамова Т. Г., *Изследване на конструкцията на компресорно колело на турбокомпресор чрез използване на SolidWorks Flow Simulation, Eastern Academic Journal, Issue 3 (2018), pp. 111-121, ISSN: 2367-7384*

В днешно време производителите на автомобили трябва да се съобразяват с много строги изисквания за екологичност, безопасност, икономичност, мощност и удобство. С все по-стриктни емисионни стандарти и при търсенето на по-малки и същевременно по-мощни двигатели се вижда, че турбокомпресорите (т. нар. „Турбо“) играят все по-съществена роля. Именно това е причината непрестанно да се работи в областта за развитие на турбокомпресорите в посока на непрестанното му подобряване и допълнително повишаване на мощността. Един от начините за повишаване на мощността е промяна на конструкцията на компресорното колело на турбокомпресора. В помощ на инженерите тук идват различни софтуерни продукти за анализи, които биха дали информация как се изменят търсените параметри при изменение на конструкцията на компресорното колело, без да е необходимо да бъдат вложени много средства за реална изработка на всички възможни конструкции и тяхното изследване. В настоящата разработка се предлага изследване на различна от стандартната конструкция на компресорно колело на турбокомпресор за повишаване на мощността чрез използване на SolidWorks Flow Simulation.

Преди да бъде пристъпено към провеждане на теоретичните симулационни изследвания са изпълнени следните две задачи: моделирани са в среда на програмния продукт SolidWorks сравняваните конструкции на компресорните колела (описани са най-важните особености при конструирането и разликата в конструкции на двете колела; изчислен е т.нар. „Trim“ (надлъжния наклон) на турбинното и компресорното колело.

За провеждането на флуиден анализ е необходимо създаването на опростен модел на т.нар. „Компресорна спирала“ на избрания модел турбокомпресор „GT2860R“ по базови размери от производителя „Garrett“ и са направени съответните изчисления. След провеждането на двата флуидни анализа е направена съпоставка между получените резултати. Това дава възможност да се провери (потвърди) положителното влияние на подобрената геометрия на компресорното колело върху мощността на турбокомпресора.

Като обобщение на получените резултати от проведения анализ може да се каже, че мощността на модифицираното компресорно колело е с около 12% по-голяма мощност на турбокомпресора с компресорно колело с подобрена конструкция и потвърждават големия принос, който имат софтуерните продукти като SolidWorks Simulation Flow, в намаляването на разходите в етапа на проектиране, изпитание и анализ на различни обекти, както и ускоряването на процеса по производство на същия.

Резюме на доклад **[Б21]** от списъка с публикации
Аврамова Т. Г., Проектиране на портативна рутерна машина с цифрово-програмно управление, Eastern Academic Journal, Issue 4 (2018), pp. 239-252, ISSN: 2367-7384

Рутерните машини с цифрово програмно управление представляват компютърно контролирани машини за обработване на най-различни детайли, които работят в Декартова координатна система (X, Y, Z) за 3-измерен контрол на движенията. ЦПУ рутерите се характеризират с това, че подобряват качеството на произвежданите детайли и повишават производителността. За управлението на рутер с ЦПУ е необходимо да се избере подходящият софтуерен продукт. В момента се намират различни видове на различни фирми производители, платени или безплатни, които превръщат персоналния компютър в напълно функционална система за ЦПУ. Работата на софтуера е да преобразува кода от управляващата програма, в импулсен сигнал, който контролира движението на стъпкови или сервомотори. Настоящата статия представя методика за проектиране на портална рутерна машина с ЦПУ.

Статията е разделена основно на две части: в първата част на методика за проектиране е описан изборът на необходимите основните компоненти, които участват в разглежданата конструкция. Описани са размерите и материалът на всеки компонент. Във втората част на методика е показано моделирането в програмния продукт SolidWorks на базовите компоненти, като подробно е обяснени конструкцията, размерите и материалите на компонентите. Описан е методът на сглобяване на портална рутерна машина с ЦПУ, а в края на статията е показан готовият изработен и сглобен вид на машината.

Представената в настоящата статия методика за проектиране на портативна рутерна машина с цифрово програмно управление е подходяща за бързо и лесно изработване на такъв тип машина за непрофесионално използване или използване в единично производство, където този вариант рутерна машина е икономически изгоден и не оскъпява допълнително изработената с нея продукция.

Портативната рутерна машина с ЦПУ изпълнява всички функции, които изпълняват и рутерните машини, познати на пазара, като се различават единствено по мощността и габаритните размери на обработваните детайли.

Резюме на доклад **[Б22]** от списъка с публикации
Георгиев Д.С., Славов, С.Д., Аврамова, Т. Г., „Относно методологията за определяне на характеристиките на регулярен микрорелеф“, сп. „МТТ“, кн.2, издание на ТО на НТС-Варна и ТУ-Варна, 2010 г., стр. 3-5, ISSN 1312-0859

Повърхнините с регулярен микрорелеф (PMP) представляват интерес поради влиянието, което оказват върху трибологичните свойства на повърхнините на детайлите. Това е една от

причините да се търсят методи за тяхното измерване и стандартизация. РМР притежават параметри на грапавостта, които качествено се отличават от параметрите на повърхнини, обработени по стандартните довършителни методи за обработка – фино струговане, фино фрезование, шлифование и т.н. Тези особености на РМР изискват специални методи на измерване и класификация (оформени като стандарт за измерване на грапавостта), тъй като в стандартните методики, съществуващи в познатите стандарти за измерване на грапавостта на заготовката те са неприложими.

В представената статия е направен анализ на четири метода за измерване и определяне на параметрите на грапавостта на РМР: стандарт ГОСТ 24773 – 81, метода на дългите профилограми, метод за измерване по БДС EN ISO 4287:1998/A1:2009 и метод за три – координатно измерване.

Анализът на четирите метода за измерване и определяне на параметрите на грапавостта на РМР показва, че все още не е разработена стандартна методика за адекватно измерване и стандартизация на параметрите на грапавостта на РМР.

Все пак методиките № 2 и № 4 дават резултати, които се доближават до обективните стойности на РМР, но и те не дават очакващото се от една добра методика точност и адекватност на измерването.

На базата на методиките № 2 и № 4 следва да се развие нова методика, която да съчетае подхода за определяне на параметрите на една клетка от РМР (от методика № 4) и я развие върху цялата обработваема повърхност (от методика № 2).

Новата методика следва да се развие като основа за нов стандарт, които да отчита всички особености на формата, размерите и разположението на клетките от РМР и осигури измерването, изчисляването и стандартизацията на параметрите на грапавостта на този специфичен тип микрорелеф.

Резюме на доклад [Б23] от списъка с публикации
Стоянова А.М., Бакалова М.И., Мечкарова Т.М., Аврамова Т. Г., „Методика за експериментално-статистическо изследване на взаимовръзката между технологичните параметри на процеса въздушно-плазмено рязане“, сп. „МТТ“, кн.2, издание на ТО на НТС-Варна и ТУ-Варна, 2010 г., стр. 81-85, ISSN 1312-0859

Основната цел на настоящото изследване е да се установят технологичните възможности на метода за въздушно-плазмено повърхностно рязане с комбинирана апаратура за плазмено рязане и рубене (повърхностно рязане) Powermax G3 и да се оптимизират режимните параметри по експериментален път като се използват методите на планиране на експеримента и математическа статистика.

Изследванията започват с ясно поставени задачи в началото на статията. Материалът, за който се провежда изследването е средновъглеродна стомана С45 с дебелина $\delta=8 \cdot 10^{-3}$ m. Изследването е проведено в лаборатория „Технология на заваръчното производство“ на ТУ-Варна. Експериментите са извършени с експериментална уредба за въздушно-плазмено повърхностно рязане Powermax G3. При експериментално-статистическото изследване на взаимовръзката между технологичните параметри на процеса въздушно-плазмено повърхностно рязане на метали се спазва следната последователност: планиране на експерименталното изследване, провеждане последователно на всички опити от избрания план, статистическа обработка на експерименталните данни, съставяне на математичен модел и проверка на адекватността му, оптимизиране на изходния параметър, графичен анализ на регресионния модел и изследване влиянието на дебелината и вида на разрязвания материал върху скоростта на повърхностно рязане.

Избира се план на експеримента за три фактора с двадесет опита, с помощта на програмния продукт MathCAD се обработват данните от плана, адекватността на математични модел се проверя по критерия на Фишер, графичния анализ на регресионния модел се осъществява чрез обработка на статистическите данни чрез програмния продукт MATLAB, микроскопското

наблюдение на повърхнините на каналите след плазмено повърхностно рязане е извършено с НЕОРНОТ 32 с увеличение $1,25 \times 8 = 10$ пъти и увеличение $2,5 \times 8 = 20$ пъти при различна дебелина на образците с едни и същи режими на работа.

На база направените изследвания може да се направят следните изводи:

- Най-важен фактор за скоростта на плазмено повърхностно рязане V_p се явява силата на тока I . Математичният модел показва, че изменението на силата на тока I води до монотонно и съпосочно изменение на скоростта на рязане V_p .
- Следващ по важност фактор за скоростта на повърхностно рязане V_p е разстоянието „дюза-метал“ h , като в областта на оптимума неговата значимост е около 90% от тази на силата на тока I .
- Фактор, влияещ по-незначително върху V_p е разходът на плазмообразуващ газ Q_g . В областта оптимума, явяващ се за него локален максимум, важността му за скоростта на рязане V_p е приблизително незначителна.
- От направения микроскопски анализ се вижда високото качество на повърхнините след повърхностното плазмено рязане, което е основна цел при такъв вид обработка.

Резюме на доклад [Б24] от списъка с публикации
Лефтеров Е., Аврамова Т., „Изследване на силовото натоварване при свредла с несиметрична схема на изрязване на прибавката“, Известия на съюза на учените - Варна, Серия "Технически науки", том 1, Съюз на учените – Варна, 2014, стр.55-58, ISSN 1310-5833

Прилагането на сменяеми пластини (СП) при различни конструкции инструменти за обработка на отвори води до несиметрични схеми на изрязване на прибавката. Такива са инструментите с една, две и повече режещи пластини за обработка на нормални и дълбоки отвори. Тази особеност предизвиква наличие на еквивалентна сила, която въздейства върху тялото на инструмента и вретения възел на металорежещата машина или посредством направляващите елементи на технологичната система като цяло .

Схемата на натоварване е характерна и определяща всяка конструкция на инструмент за обработка на отвори и нейното изучаване позволява да се подобрят конструктивните и експлоатационните им характеристики.

Основите на изследването започват с извеждане на теоретични зависимости, които представят силите и моментите, натоварващи свредла със сменяеми пластини.

В настоящия момент точното определяне на съставляващите силата на рязане F_x , F_y и F_z , действащи на режещите пластини, е невъзможно, тъй като при прякото им измерване се допуска грешка над 5%, което само по себе си пречи на получаване на достоверен оптимален конструктивен вариант. Тези особености налагат създаването на нов подход основан на разработването на експериментална установка, посредством която да се пресъздават определени рационални конструктивни варианти, получавани при теоретичните изследвания.

Общият вид на инструмента, представляващ експерименталната установка е показан и обяснен в статията. С помощта на експерименталната установка са проведени две групи експерименти. В първия случай е изследван инструмент без направляващи пластини, с диаметър $\varnothing 31$ mm, при обработка на стомана S355, със скорост на рязане 120 m/min. Втората група експерименти са проведени при създаване на различни комбинации на изменения на ъглите ψ , δ_1 и δ_2 , които на практика представляват различни конструктивни варианти на свредла с три режещи пластини и направляващи пластини.

Предвид особеностите на анализиранияте конструкции и получените резултати могат да се направят следните изводи:

- Разработената експериментална установка позволява да се проверят в реални условия различни конструктивни варианти, както за конзолно закрепени свредла, така и за свредла за дълбоки отвори (с направляващи елементи);
- При свредла с две режещи пластини без направляващи пластини промяната на ъгъл ψ води до промяна на схемата на натоварване в частност се променя посоката и големината на еквивалентната сила, действаща в челно сечение;
- При определяни условия еквивалентната сила клони към 0 N, което означава, че силите, които я формират се уравновесяват;
- При свредла с направляващи пластини (за обработка на дълбоки отвори) ъгъл ψ влияе по същия начин, като в комбинация с разположението на направляващите пластини (ъглите δ_1 и δ_2) могат да се разработят конструкции с еднакви коефициенти на устойчивост спрямо двете направляващи пластини;
- При свредлата за дълбоки отвори посредством промяната на ъгъл ψ може да се влияе пряко върху силите F_1 и F_2 , действащи в направляващите и предопределящи контактните явления със стените на обработвания отвор

Резюмета на публикации от група [B]

Резюме на учебно пособие **[B1]** от списъка с публикации *Неделчев Д., Аврамова Т., Технология на машиностроенето – I част, Ръководство за лабораторни упражнения, ТУ-Варна, Варна, 2013, 143 стр., ISBN 978-954-20-0572-8*

В настоящото ръководство са публикувани методиките за провеждане на лабораторни упражнения по дисциплината „Технология на машиностроенето I част“ включена на учебния план на специалност „Машиностроителна техника и технологии“ на ТУ – Варна. Същите разширяват и задълбочават знанията на студентите получавани от лекционния курс по дисциплината.

Материалът за всяко упражнение съдържа: цел на упражнението, кратка теоретична постановка, ред за провеждане на упражнението с указания за изпълнение на лабораторните задачи, указания за съдържанието и изготвянето на протокола от упражнението. В отделните упражнения са описани схеми на опитните постановки, използваните оборудване, приспособления, инструменти.

При изготвянето на упражненията са взети в предвид все още непълният фундамент от знания на студентите в следването и съществуващата материална база на катедра ТМММ на ТУ Варна.

Ръководството може да бъде използвано и за провеждане на упражнения по дисциплините „Машиностроителни технологии“ и „Производствени технологии“ включени в учебните планове на други специалности от ТУ – Варна.

Резюме на учебно пособие **[B2]** от списъка с публикации *Лефтеров Е., Аврамова Т., Проектиране на технологична екипировка, ТУ-Варна, Варна, 2017, 112 стр., ISBN 978-954-20-0769-2*

От настоящия учебник се получава информация за видовете машинни приспособления и инструментална екипировка, намиращи приложение в областта на машиностроителното производство. Предназначен е за студенти, обучаващи се в областта на машинното инженерство и специалисти от промишлеността.

Учебникът е разработен в два основни раздела. Първият раздел разглежда машинните приспособления, като в него са включени устройства за установяване и закрепване, затягащи механизми, задвижване на технологичните приспособления, магнитни приспособления, стандартни приспособления за многократно използване и др. Вторият раздел разглежда

инструменталната екипировка, която включва спомагателни приспособления за струговане, фрезование и свредловане с ЦПУ, инструментални блокове, приспособления със самостоятелно задвижване и др.

Разработката позволява да се проектират, избират и препоръчват основните видове технологични приспособления и инструментална екипировка.

Резюме на учебно пособие [B3] от списъка с публикации
Лефтеров Е., Аврамова Т., Рязане на материалите - Ръководство за лабораторни упражнения, ТУ-Варна, Варна, 2018, 101 стр., ISBN 978-954-20-0781-4

В ръководството са разработени 11 теми за лабораторни упражнения, които отразяват някои от главните раздели на изучавания лекционен материал по дисциплината „Рязане на материалите“. Показани са необходимите методики, установки и измервателни средства за провеждане на лабораторни упражнения и методики за обработка на получените резултати.

Ръководството е предназначено за студентите, обучаващи се в направление „Машинно инженерство“ и направление „Общо инженерство“.

Резюмета на публикации от група [Г]

Резюме на полезен модел [Г1] от списъка с публикации
Лефтеров Е., Аврамова Т., „Комбиниран инструмент за разширяване на отвори“, Патентно ведомство на Република България, Полезен модел BG 2989 U1, 12.09.2018 г.

Полезният модел се отнася до комбиниран инструмент за разширяване на отвори, работещ чрез сваляне на тънки слоеве метал и едновременно за заглаждане посредством триене чрез плъзгане. Инструментът ще намери приложение в машиностроенето, по-специално в производството на детайли с точни отвори.

Целта на полезния модел е да се създаде комбиниран инструмент за едновременно разширяване и заглаждане на отвори с три опори, работещи като режешо-заглаждащи елементи. Те са изработени така, че да свалят едновременни стружка и да заглаждат обработваната повърхнина посредством триене чрез плъзгане.

Силите на контакта се променят посредством изменение на ъглите на взаимно разположение на отделните подвижни работни елементи.

Тялото на инструмента представлява дебелостенна тръба, върху която е изработена степен участък за монтиране на работните елементи.

Направляващите режещи и заглаждащи елементи представляват секторни детайли, които имат по три контактни участъка. Неподвижният елемент е закрепен към тялото посредством два винта и контра тяло. Останалите два подвижни елементи се закрепват по същия начин. Работните елементи имат вътрешна и външна цилиндрични образувачи, като вътрешната съвпада по диаметър със степента за закрепване, а външната образувача е с диаметър, зависещ от обработвания отвор.

Завъртането на направляващите се осъществява при наличието на четири диаметрално разположение канали.

Режешо-заглаждащите направляващи елементи имат винтови канали под ъгъл 30° или 60°, както и ъгъл на рязане от 2°. Мазилно-охлаждащата течност се подвежда в хлабината между тялото и обработвания отвор.

Работните елементи се изработват от металокерамика, като всяка една от тях може да бъде изработена от различна твърда сплав, форма (описан радиус) и размери съобразно изискванията за точност и грапавост на обработваните отвори.

Резюме на полезен модел [Г2] от списъка с публикации
Лефтеров Е., Аврамова Т., „Инструмент за пластично деформиране на вътрешни цилиндрични повърхнини“, Патентно ведомство на Република България, Полезен модел BG 2994 U1, 28.09.2018 г.

Полезният модел се отнася до инструмент за обработка на отвори посредством пластично деформиране, осъществявано при триене чрез плъзгане. Инструментът ще намери приложение в машиностроенето, по-специално в производството на хидро- и пневмоелементи.

Целта на полезния модел е да се създаде регулируем инструмент за заглаждане на отвори с три деформиращи елемента, работещи по метода на триене чрез плъзгане.

Целта е постигната чрез предложения съгласно полезния модел инструмент за пластично деформиране на вътрешни цилиндрични повърхнини, състоящ се от цилиндрично тяло, завършващо с конусна или цилиндрична опашка, към което са монтирани три направляващо-заглаждащи елемента, единият от които е неподвижен, а другите два – подвижни. Тялото на инструмента представлява дебелостенна тръба, върху която е обработен степенен участък, по цилиндричната образувателна на който, са изработени четири секторни канала и два отвора. Четирите секторни канала са позиционирани в две диаметрално разположени двойки. Неподвижният направляващо-заглаждащ елемент е монтиран към двата отвора чрез два винта и контра тяло. Двата подвижни направляващо-заглаждащи елемента, са монтирани към двете двойки секторни канали, с по два винта и контра тяло. Трите направляващо-заглаждащи елемента представляват секторни детайли с цилиндрични образувачи и конусна част в челото, които имат по три контактни повърхнини. Елементите са изработени от металокерамика, като всеки един от трите контактни участъци (полоси) могат да бъдат от различна твърда сплав, форма (описан радиус) и размери съобразно изискванията за грапавост и точност.

За изменение на силите, действащи в направляващите се използва промяната на пространствената система сили, възникваща при различно ъглово положение на подвижните заглаждащи елементи спрямо неподвижния.

Изготвил:.....

/ас. д-р инж. Таня Аврамова