

Един специфичен метод за изследване на осовата сила и усукващия момент при нарязване на резби с метчик

Свилен Стоянов

One specific method for investigation of axial forces and turning moment of cutting threads by tap: *The specific method of the research is designed. In base of the method is device for transformations deforming the elastically elements in frequency and corresponding to processing specialized software. The Applying multifunction adjustment for measurement of axial forces and turning moment - an own design. Converters to deformation – strain gauges sensors of the type 6/120LY11 with $R=120\Omega \pm 0,2\%$ and Gauge sensitivity $2,03\pm 1\%$. Research can produce on any drilling machines and lathes.*

The Measurements are realized through interval 0,5сек. The Results by using specialized software is got in tabular and graphic format a type. Made corresponding to findings and recommendations in operation.

Key words: *investigation, method, taps, threading*

ВЪВЕДЕНИЕ

Изборът на оптимален режим на рязане при нарязване на резби е сложна и многофакторна задача. При това, освен с експлоатационните и точностни характеристики предявявани към готовата резба е необходимо и отчитане на възможностите за производство, серийността, икономически показатели, налично оборудване, приспособления и т.н.

Оптимизацията при нарязване на резба включва избор на метод, на режещ инструмент, определяне на параметрите на режима на рязане, позволяващи достигането на максимален ефект при известни разходи или зададен ефект при минимални разходи. Математичният модел на една такава оптимизация описваща функционирането на разглеждания обект се състои от целева функция и ограничения, под които се разбират условията на изработка и експлоатацията на резбовото съединение.

Такъв системен подход позволява още на стадий проектиране и разработване на технологичния процес за производство да се гарантира необходимата точност на обработката, да се определят оптималните технически изисквания към елементите от разработената технологична система (машина, приспособление, инструмент) при конкретни условия на обработка. При това е възможно и решаването на обратната задача, която се заключава в изследване на възможностите за обработка на дадена резбова повърхнина с наличните стандартни инструменти за достигане на съответните точност.

Решаването на тези задачи изисква извършването на множество изследвания на параметрите на режимите на рязане, обработка на получените резултати и създаване на съвременна база от данни, позволяваща бързо определяне на режимите на рязане по различни критерии на оптимизация на производствения процес.

В настоящата разработка е представен един специфичен метод за извършване на изследвания с цел допълване на съществуващата база от данни и повишаване на точността на изчисленията при определяне на режимите на рязане при нарязване на резби с метчик.

ИЗЛОЖЕНИЕ

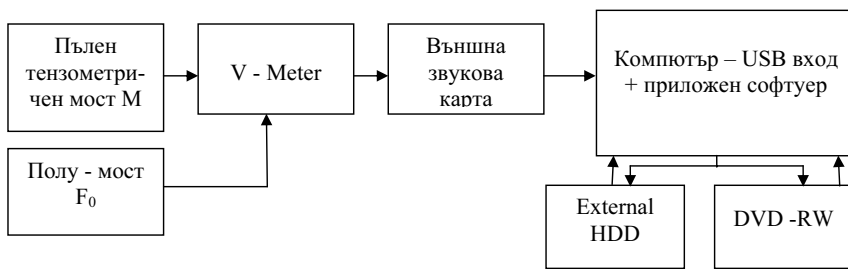
В литературата са известни множество методи за изследване на сили и моменти с използване на капацитивни, индуктивни, тензометрични и мн. др. видове преобразуватели [1],[2]. Особеното в представения метод е преобразуването на деформациите в честота, което се извършва от специализирания модул - V-meter. Последният е разработка на ТУ-Варна от колектив с ръководител проф. Върбан Милков. Полученият изходен сигнал с честота около 2kHz подава на входа на

външна звукова карта и след съответното преобразуване на сигнала се подава на USB входа на компютъра [2]. Основно достоинство на метода е автоматичният запис на регистрираните и изчислени параметри през точно определен интервал от време и възможността за многократно повтаряне на направения запис във времето.

Използван е специализиран софтуер, закупен от ДТК в комплект с V-meter. Възможностите на програмата са изчисляване на деформации, огъващи и усукващи сили и моменти, при задаване на множество входни параметри. Програмата изисква включване на тензодатчиците в пълен мост. Възможна е и работа с полумост, но при известни ограничения. Необходими входни параметри и устройства:

- Polar section modulus $W = 2.47E-5 \text{ [m}^3\text{]}$
- Gauge sensitivity – $K = 2,03$;
- Material elastically Parts – Ст.45
- Recording Control – 96KHz, Mono, 8 bit
- Recording device – External sound Card

Блок - схемата за извършване на изследванията е следната:

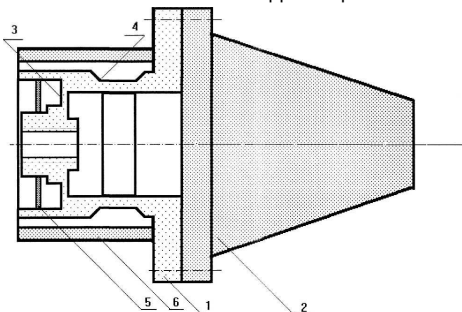


Фиг.1. Блок-схема на използваната апаратура

Използвано е комбинирано приспособление (фиг.1.) [4] [5] за измерване на осовите сили и усукващия момент - собствена конструкция. Приспособлението е изработено в три варианта: в зависимост от приложеното силово натоварване (първи, втори и трети силов диапазон) се променят диаметърът на гредите и дебелината на стените на приспособлението. По този начин се променя чувствителността и дава възможност за измервания на сили и моменти в много широк диапазон. Конструктивно и трите варианта на приспособлението 1 могат да работят, както на универсални и специализирани пробивни машини, така и на струг. За работа със струг е изработено специално приспособление 2, което дава възможност устройството да се закрепва неподвижно към задното седло. На проектираните измервателни участъци 3 и 4 са залепени тензодатчици на немската фирма НВМ, свързани в пълен мост за измерване на усукващия момент и полу-мост за измерване на осовата сила.

Шайбата (5) и предпазната втулка (6) предпазва тензодатчиците от проникване на стружки, прах и механични повреди.

На цилиндричната част на силовата глава е направено изтъняване (4) и на това място са монтирани четири тензодатчика [3]



Фиг. 2. Устройство за изследване на F_0 и M_{yc}

под ъгъл 45°, свързани също в пълна мостова схема. Така изработената мостова схема реагира само на усукване.

Устройството бе монтирано на струг С11. Обработвани материали: СтА3 и дурал Д16-Т. Инструменти: метчици М14 и М16 – стандартни. Предварително апаратурата бе тарирана с еталонни тежести [1] [4] и допълнително няколкократно бе натоварена динамично посредством динамометричен ключ.

Целта, освен тарирането, бе да се провери и устойчивостта на закрепването на приспособлението в задното седло на струга против превъртане. При максимално натоварване от 100Nm системата е устойчива, като направи впечатление бързодействието при натоварването и отчитането на резултатите.

Метчиците се закрепват в патронника на машината и им се придава въртливо движение. Необходимата апаратура се свързва по схемата показана на фиг.1. Софтуерът се включва в режим запис. Записването се осъществява във формат WAV, който може впоследствие да бъде пускан и анализиран многократно. След приключване на записа програмата генерира и текстови файл с резултатите от експеримента. Получените данни като обем са значителни, вкл. шумове и случайни пикове, породени от нееднородността на обработвания материал, както и от процеса на чулене и отвеждане на стружката. При селектирането се отделят само тези изчисления, които показват реалното натоварване на металорежещата машина във времето.

Получените селектирани резултати са дадени в таблица 1.

Получени опитни резултати

Таблица 1

№ по ред	M _в при различни материали, инструменти, обороти					
	Стомана А3				Дуралуминий Д16-Т	
	М14х2		М16х2		М16х2	
	n=16 min ⁻¹	n=22,5 min ⁻¹	n=16 min ⁻¹	n=22,5 min ⁻¹	n=16 min ⁻¹	n=22,5 min ⁻¹
1	0.577	0.516	0.987	0.403	0.572	0.741
2	1.895	6.538	2.192	2.442	7.336	8.713
3	2.440	9.626	5.026	10.398	8.728	9.349
4	7.485	19.284	10.362	17.5	8.981	10.156
5	9.958	22.577	17.376	33.751	14.557	17.712
6	14.384	28.08	22.729	39.953	15.703	20.756
7	15.150	30.164	23.964	48.819	18.87	26.916
8	19.014	37.306	24.885	64.591	18.659	26.887
9	20.891	44.484	27.931	68.443	18.659	29.964
10	23.939	51.554	27.082	75.461	20.93	30.515
11	26.417	53.511	27.71	78.006	21.326	32.653
12	27.903	57.851	26.192	76.573	26.387	38.911
13	28.307	60.517	30.345	83.574	28.225	44.776
14	29.235	63.642	33.694	82.671	24.731	48.881
15	30.025	62.454	31.58	84.677	23.437	49.218
16	27.905	48.985	26.356	90.907	29.707	48.885
17	25.926	44.534	26.493	79.282	28.591	44.211
18	22.042	37.361	26.861	69.154	17.108	37.25
19	1.458	19.976	2.049	54.225	13.455	17.988
20	0.804	7.072	0.913	0.091	1.896	2.538

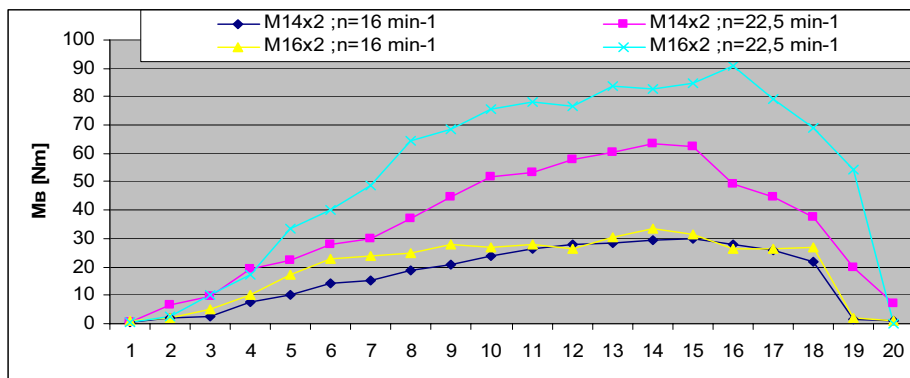
Натоварването на системата СПИД е показано в таблици 2 и 3. В табл.2 е дадено максималното натоварване на приспособлението, респ. метчика, а в табл.3 средната стойност на въртящия момент при нарязване на съответната резба.

Табл.2 Средни стойности на Мв

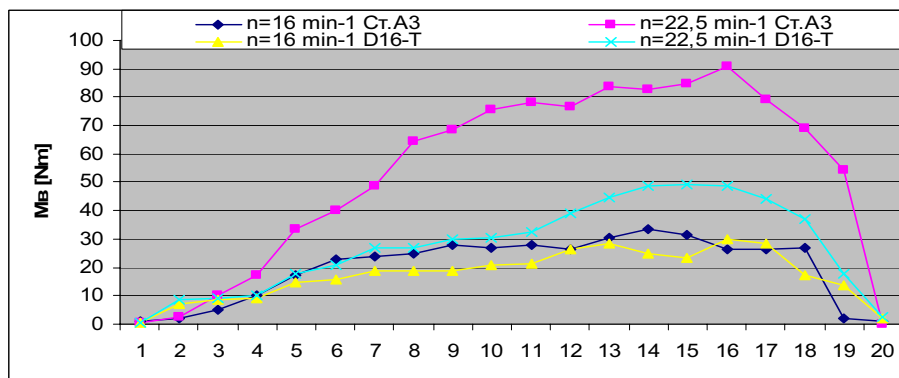
Обороти на маш.	Мв _{ср} при разл. м-ли и инструм.		
	Стомана		Дурал
	M14x2	M16x2	M16x2
16	23.93	27.37	21.36
22.5	42.64	65.47	32.85

Табл.3. Максимално натоварване Мв

Обороти на маш.	Мв _{мах} при разл. м-ли и инструм.		
	Стомана		Дурал
	M14x2	M16x2	M16x2
16	30.03	33.69	29.71
22.5	63.64	90.91	49.22



Фиг.3 Изследване на Мв при нарязване на резби в СтА3



Фиг.4. Изследване на Мв при нарязване на резби с метчик М16x2

На графиките ясно се вижда процеса на врязване на метчика (точки 1-5), работният процес (точки 5-18), калибрирането на резбата и връщането на метчика (точки 17-20). Поради голямата дължина на нарязваната резба и глухият отвор на опитния образец, калибриранщата част е много малка или почти липсва. При

вързването на метчика моментът е изключително малък – (последната точка от измерванията) и не представлява интерес за изследване. Силовото натоварване е най-съществено при Стомана А3 и $n=22,5 \text{ min}^{-1}$. Пиковото натоварване в края на процеса вероятно се дължи на повишената температура в зоната на рязане и затрудненото отвеждане на стружки от сравнително дългия образец.

В таблица 2 са показани средните стойности на натоварването на системата СПИД по време на работния процес. В таблица 3 са показани пиковите стойности на въртящия момент, които са важни от гледна точка на натоварване на системата като цяло.

За установяване на силови закономерности при нарязването на резби са необходими множество допълнителни изследвания, което е обект на последваща работа с така комплектованата апаратура.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направен бе опит за изследване на силовите характеристики при нарязване на резби с метчик. Получените резултати дават възможност да бъдат направени следните изводи:

1. Разработен е нов метод за определяне на осовите сили и усукващите моменти при нарязване на вътрешни резби с метчик.
2. Въпреки, че методът е разработен за изследване нарязването на вътрешни резби с метчик, с него може да се изследва и процеса на нарязване на външни резби.
3. Методът позволява изследване на опитни образци с присъединителна резба М18. Препоръчва се работа в диапазона М10 - М24.
4. Методът дава възможност за детайлно проследяване на силовото натоварване при нарязване на резби с интервал през 0,5 секунди.
5. Възпроизвеждането на записаният звуков файл и генерирането на текстови файл може да се извършва многократно в режим постъпково възпроизвеждане (Next Step) или със зададена скорост (Play Speed).
6. Освен за научни изследвания, методът може да намери приложение при провеждане на лабораторни упражнения по „Рязане на металите”, „Учебна практика” и др. дисциплини.

ЛИТЕРАТУРА

- [16] Джуров К.Д., „Тензометрично измерване на сили”, Варна, 1984,176-182.
- [17] Милков В. „Техническо ръководство за работа с програма V-meter”, ТУ-Варна, 2009, 3-6.
- [18] Новицкий П., „Электрические измерения неэлектрических величин”, Энергия, 1975, 261-272.
- [19] Стоянов С. „Ново устройство за изследване на M_{yc} и F_0 при пробивни операции и нарязване на резби на струг, София, Втори международен научно-технически конгрес,1999.
- [20] Стоянов С. „Ръководство за лабораторни упражнения по РМ”, ТУ-Варна, 2001, 49-56.

За контакти:

Гл.ас.инж. Свилен Христов Стоянов, Добруджански технологичен колеж в структурата на ТУ-Варна, тел. 0894612364, [e-mail svlnstoyanov@yahoo.com](mailto:svlnstoyanov@yahoo.com)

Докладът е рецензиран.