

## Автоматичен едноопорен люнет

Милко Енчев, Светлана Колева, Димитър Димитров

**Abstract:** An automatic one-base rest. The main reason restricting the possibility of maximum concentration of the turning operations, is the rigidity and vibration-stability of the locating and clamping of the workpiece. A special automatic device has been developed, allowing balancing of the normal cutting forces, causing deformation of the workpiece. The use of the device allows severely to reduce the load on the workpiece caused by the cutting forces and therefore to increase the achievable accuracy and productivity of the whole system.

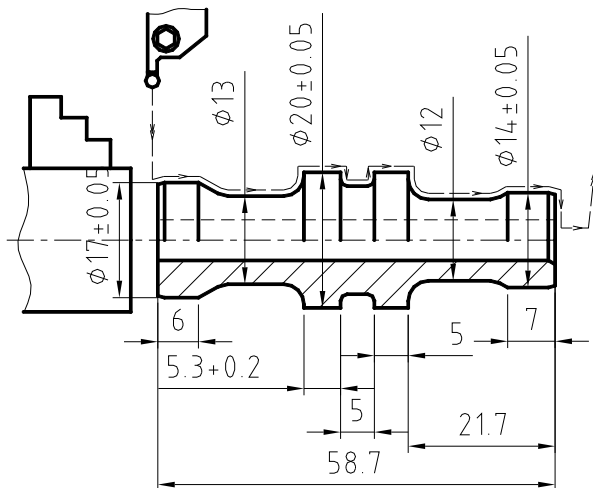
**Key words:** travelling rest, CNC-lathes, vibration, stability, productivity.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Голямата конкуренция в машиностроителните производства поставя силно акцента върху постигането на висока производителност на технологичните процеси. За нейното осигуряване в много от случаите се налага да се избягват типовите решения и да се търсят оригинални варианти, които доближават процесите до границата на надеждността. В тази работа се разглежда аналогичен проблем, свързан със струговото обработване на детайли на МРМ с ЦПУ.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Известно е, че в основата на ефективността на обработването върху това оборудване, е максималната концентрация на операциите като най-производителният вариант е цялостно обработване на детайла при едно установяване. Резултатът е не само съкращаване на спомагателното време, но и значително облекчаване на постигането на точността на размерите, благодарение на възможността да се използват настроените технологични бази. Основната причина, ограничаваща тази схема на обработване е стабилността и виброустойчивостта при установяване на заготовката.



Фиг.1. Детайл

На фиг.1 е показан пример, с който се илюстрира същността на проблема. Детайлът се изработва от прокат при едно установяване, като окончателното обработване се извършва с нож със сменяема твърдосплавна пластина с радиус при върха  $R=1\text{mm}$ . Последното решение значително облекчава получаването на осовите размери и свежда оперативния контрол до два размера. Проблемът при реализирането на схемата на обработване е недостатъчните стабилност и виброустойчивост. Известно е, установяването е стабилно при  $l/d \leq 2$ , а при  $2 < l/d \leq 3 \div 5$  обработването се извършва като режимите на обработване се редуцират до стойности за осигуряване нормално протичане на процеса. Когато  $l/d \geq 3 \div 5$  обработването е възможно само при използване на люнет. Стабилността на разглежданата схема фиг.1 се влияе допълнително от локалността на контакта между установъчните елементи и неточната повърхнина на заготовката. Освен това използването на инструмент с по-голям радиус при върха увеличава радилната сила на рязане.

Анализът показва, че с използването на люнет при определена група детайли може да се реализира високоефективна схема на обработване върху струговите машини с ЦПУ [1], [2]. Условието на обработване налагат следните изисквания към люнета: да осигурява необходимата точност; да е автоматичен; да позволява многократно обработване на повърхнината, по която опира люнета; да е с малки габарити, което да позволява обработването на детайли с неголеми диаметрални размери, за които основно се прилага разглежданата схема. В практиката за обработване на нестабилни детайли се използват двуопорни люнети, които се настройват на размера на опорната повърхнина [3]. Този люнет има ограничение при използването му при малки диаметри на опорната повърхнина като допирането в две точки усложнява конструкцията на люнета.

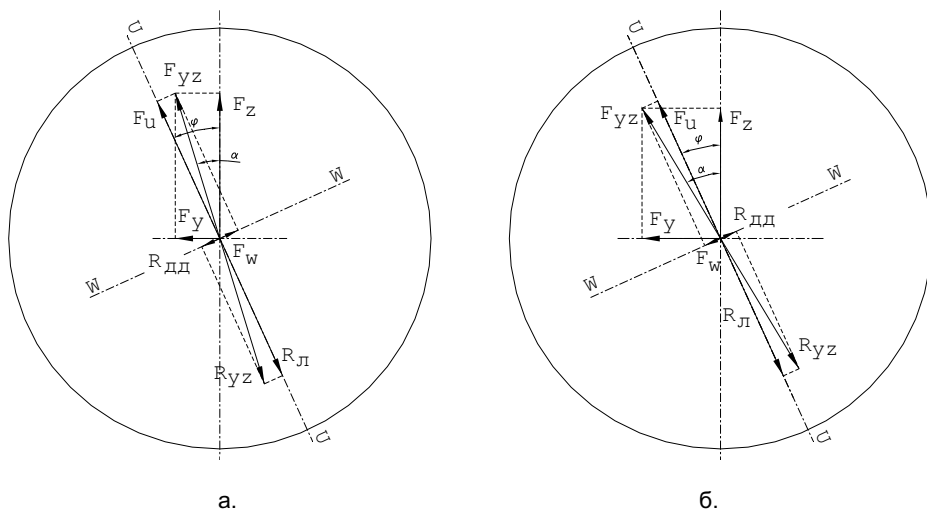
В работата се анализира възможността да се използва едноопорен люнет. За пълно уравнивяване на силата на рязане  $\vec{F}_{y,z} = \vec{F}_y + \vec{F}_z$ , люнета трябва да е разположен точно по направление на нейното действие. Силата  $F_{y,z}$  причинява напречните деформации на заготовката и е резултантна на радиалната и тангенциалната сила на рязане, като направлението ѝ зависи от съотношението  $\frac{F_y}{F_z}$ .

Точното му определяне по аналитичен път е невъзможно. В зависимост от обработваемия материал, геометрията и радиуса при върха на инструмента, сечението на срязвания слой и степента на неговото износване, съотношението  $\frac{F_y}{F_z}$

се намира в границите  $0.3 \div 0.6$ . При това съотношение ъгълът между силата  $F_{y,z}$  и вертикалната ос е  $\alpha = 17 \div 31^\circ$ . На фиг.2 е показано силовото равновесие за двете гранични състояния на направлението на силата  $F_{y,z}$  спрямо направлението на установяване на люнета прието на ъгъл  $\varphi = \frac{\Delta\alpha}{2} = 24^\circ$ .

Несъвпадането на  $F_{y,z}$  с направлението U-U на установяване на люнета води до неуравновесена сила  $F_w$  действаща по направлението W-W. Тя поражда еластично деформиране на детайла и акумулира силата  $R_{d,0}$ , която заедно с реактивната сила от люнета уравнивява натоващата сила  $F_{y,z}$ . Стойността на неуравновесената сила се определя по зависимостта:

$$F_w = F_{y,z} \sin(\varphi - \alpha).$$



Фиг.2.

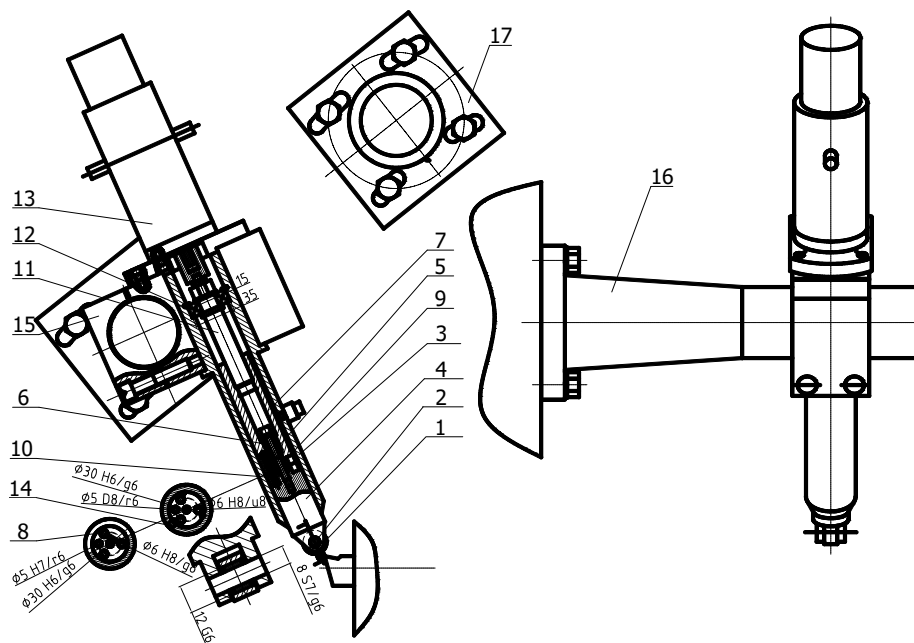
От анализа следва, че с едноопорния люнет уравновесяването на силите на рязане се получава от люнета и от силата, получавана за сметка на деформации в детайла. За оценяване на ефективността от използването на люнета за намаляване на деформациите на детайла се въвеждат два коефициента:

$$m_w = \frac{F_{y,z}}{F_w} = \frac{1}{\sin(\varphi - \alpha)} ;$$

$$m_y = \frac{F_y}{F_w \cos \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin(\varphi - \alpha)} .$$

Първият -  $m_w$ , отчита какво е съотношението на силата, натоварваща детайла във варианта без люнет и неуравновесената сила, действаща върху него при използване на едноопорния люнет. Вторият -  $m_y$ , отчита силовото натоварване в двата варианта по направление на ос  $y$ . Поради факта, че деформациите на детайла са пропорционални на силовото натоварване, въведените коефициенти определят и съотношението на силовите деформации при работа без и с люнет. Коефициентът  $m_w$  се въвежда за преценяване виброустойчивостта на детайла при грубото обработване, а  $m_y$  - за влиянието на силовото натоварване по направление на размерообразуването, имащо значение за точността на обработване. Оценяването се извършва, когато люнета опира в най-конзолния участък на детайла, където силовите деформации ще са най-големи. При най-неблагоприятното отклонение на направлението на силата  $F_{y,z}$  ( $\varphi - \alpha = \pm 7^\circ$ ) се получава  $m_w = 8$ ,  $m_y(-7^\circ) \approx 2,5$  и  $m_y(+7^\circ) \approx 5$ . Получените резултати показват, че натоварването (деформациите) на детайла от неуравновесената сила ще са 8 пъти по-малки от варианта без люнет, а силовото натоварване (деформациите) по оста на размерообразуване в зависимост от отклонението на направлението на  $F_{y,z}$  ще са съответно 2,5 и 5 пъти по-малки. По-значимо е намаляването, когато

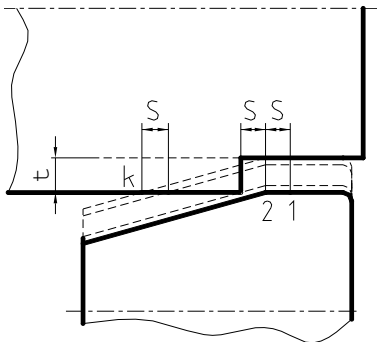
относителния дял на  $F_y$  в равнодействащата  $F_{y,z}$  е по-голямо ( $\frac{F_y}{F_z}=0.6$ ). Това показва, че разполагането на люнетта в средата на полето на ъгловото колебание  $\Delta\alpha$  на направлението на  $F_{y,z}$  е удачно решение.



Фиг.3. Конструкция на люнет

На фиг.3 е показана конструкцията на люнет, който е проектиран за обработване на детайли на струг СТ161. Той се установява посредством конзолата 16 и основата 17 към корпуса на вретеното с възможност да се настройва ъгловото му положение спрямо вертикалната ос. Преместването на опората на люнетта се извършва от високомоментен двигател 13, който върти винта 11, лагеруван в корпуса 3 на люнетта. Въртенето на винта в съответната посока придвижва гайката, която се води по точен отвор в корпуса. С винта 9 към гайката 7 е свързана подвижната опора 4 на люнетта, като пружината 5 поддържа определена хлабина между челните им повърхнини. Върху последните са монтирани една срещу друга три двойки опори 8. Две от двойките опори са изолирани и изпълняват ролята на електроконтактна система. Върху подвижната опора 4 е монтиран игления лагер 1, посредством който се създава опората на заготовката. При допиране на лагера в заготовката, пружината се свива до момента на опиране на челните опори. Едновременно с това се задейства и електроконтактната система, която изключва двигателя. Управлението на двигателя осигурява две скорости на преместване на подвижната опора – ускорено преместване за първоначално подвеждане на люнетта към заготовката и за отвеждане; “плъзгащо” преместване за осигуряване на непрекъснат контакт на люнетта с заготовката при многопроходното обработване на повърхнината, в която той опира. За осигуряване на контакта между люнетта и заготовката контактната повърхнина на опорния лагер е оформена с два участъка (фиг.4). Нормално контактът е по праволинейния участък. Наклоненият участък се

използва за прехвърляне на контакта при изменение на размера на опорната повърхнина, когато се изпълнява многопроходно ѝ обработване. Дължината на този участък зависи от скоростта на подаване и трябва да осигурява плавно преминаване към получаваната с прехода повърхнина. Стойността на наклона е определена при максимална дълбочина на прехода  $t=2\text{mm}$ . На фиг.4 с точките от 1.....k са отбелязани контактните точки между люнетта и повърхнината на заготовката на всеки оборот.



Фиг.4. Опорен лагер на люнетта

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният автоматичен едноопорен люнет при определена група детайли може да реализира високоефективна схема на обработване върху струговите машини с ЦПУ. Получените резултати показват, че натоварването (деформациите) на детайла от неуравновесената сила ще са 8 пъти по-малки от варианта без люнет, а силовото натоварване (деформациите) по оста на размерообразуване в зависимост от отклонението на направлението на  $F_{y,z}$  ще са съответно 2,5 и 5 пъти по-малки.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Morari, FIII lunette autocentranti, Itali, Via, Kenedi;
- [2] SLAN, 40-120-4000/0 Lunette typ Slan;
- [3] Замфиров И., М.Енчев, Относно възможностите за създаване на подвижни люнети за стругове с ЦПУ, Юбилейна научна конференция с международно участие Пловедив, 2006.

### За контакти:

Доц. д-р Милко Енчев, Катедра "Технология на машиностроенето и металорежещи машини", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888653, e-mail: [menchv@uni-ruse.bg](mailto:menchv@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**