

ОБРАБОТВАНЕ НА СТЬПАЛНИ ОТВОРИ В НАКЛОНЕНИ ПОВЪРХНИНИ

доц. д-р Лъчезар СТОЕВ

маг. инж. Годор ПОПОВ

lstoev@abv.bg

t.popov@petrov-pm.com

катедра ТМММ, ТУ-София, 1000, БЪЛГАРИЯ

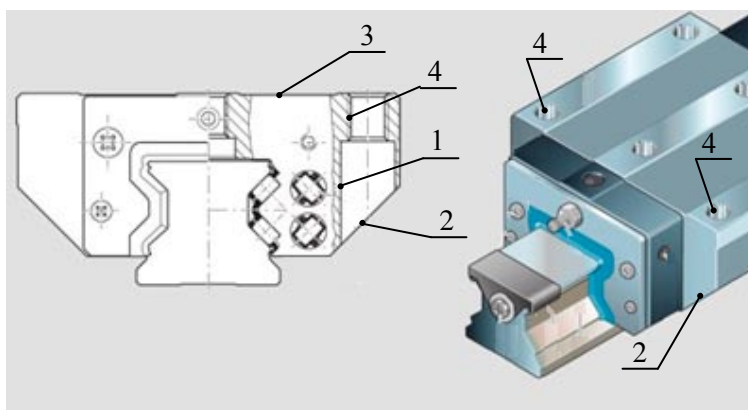
Резюме: Изследвани и анализирани са различни технологични схеми за обработване на стъпални отвори за болтове със скрита глава в наклонени повърхнини на ролкови танкети. Представени са резултати от проведените опити за фрезование с осево подаване и директно свредловане със специализиран инструмент на фирма Maral. Целта на проведените експерименти е откриване на подходяща технологична схема и инструменти за увеличаване на производителността при обработване на стъпални отвори в наклонени повърхнини на ролкови танкети, повишаване на точността на тяхната форма и размери при постигане на изискваната грапавост.

Ключови думи: стъпални отвори, наклонени повърхнини, прекъснато рязане, фрезование, свредловане, ролкови танкети

Увод

Използването на ролкови танкети, фиг. 1 при съвременните металорежещи машини осигурява висока точност на праволинейното движение на подвижните възли. Такива детайли се произвеждат от фирма Петров П.М София [petrov-pm 2013] в условията на средно серийно производство. Някои типоразмери се характеризират с наличието на стъпални отвори, поз. 1 за болтове със скрита глава в наклонени повърхнини под ъгъл от 45°, поз. 2.

Целта на проведените експерименти е удовлетворяване на изискванията на възложителя - фирма Бош Рексрот [boschrexroth 2013] за увеличаване на производителността при обработване на стъпалните отвори на ролкови танкети, за повишаване на точността на тяхната форма и размери при постигане на изискваната грапавост. Изследвани бяха различни технологични схеми, режими на рязане и инструменти.



фиг. 1 Ролкова танкета с стъпални отвори в наклонени повърхнини

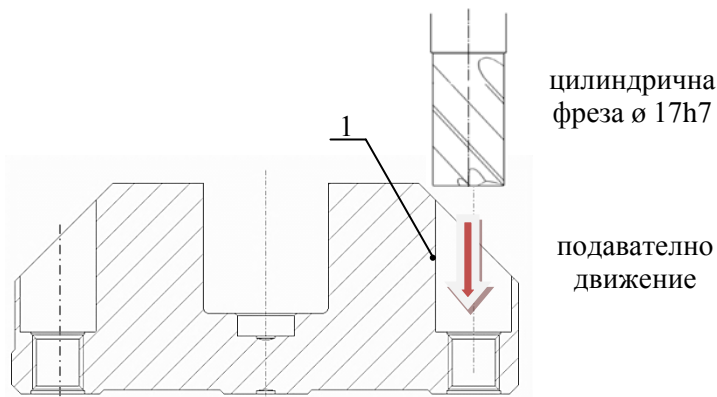
Изложение

Последователността на технологичния маршрут за обработване на стъпални отвори включва първоначално фрезование на базовата

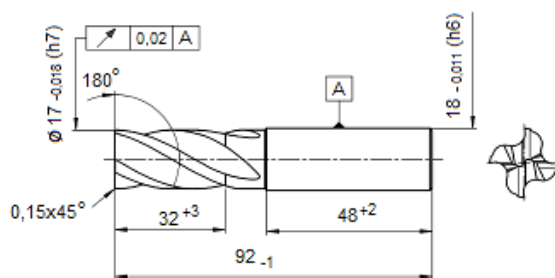
повърхнината, поз. 3 на фиг. 1, свредловане на отворите с диаметър $\varnothing 11,2$ mm, поз. 4 и нарязване на техните резби. При следващата

операция трябва да бъдат обработени отворите за главите на скритите болтове при осигуряване на изискваната максимална производителност, при постигане на зададената точност на формата, размерите и грапавост на обработените повърхнини. За тази цел бяха изследвани няколко технологични схеми с различни видове инструменти и режими на рязане. Първоначално експериментите бяха насочени към директно фрезозане на отвора, поз. 1 на фиг. 2, с

нестандартна, твърдосплавна челно-цилиндрична фреза, фиг. 3 на фирма „Гюринг“ [guehring 2013] с диаметър $\varnothing 17h7$ и следната характеристика: инструментален материал DK 460 UF, 4-ри пера, износоустойчиво покритие „FIRE“ и ъгъл на наклона на винтовата линия $30^\circ/92,5$ mm. Обработването се извърши при осево подаване на инструмента на вертикален обработващ център PB 501.24 с допълнително вградено цифрово управление Fanuc 0.



фиг. 2 Технологична схема за фрезозане с осево подаване



фиг. 3 Нестандартна челно-цилиндрична фреза $\varnothing 17h7$

След провеждане на множество експерименти, при вариране на различни режими на рязане, се установи, че не могат да бъдат постигнати изискванията за точност на диаметралния размер на стъпалния отвор, на неговата форма и качество на повърхнината на фрезенка. Това се дължи на прекалено голямата ширина на срязвания слой от 3,1 mm при челното фрезозане с осево подаване, на прекъснатото рязане при обработване на наклонената повърхнина и на породените вибрации, вследствие на което се откъртваха участъци от режещата част на инструмента или той бързо и неравномерно се износваше.

При тази схема на разположение на инструмента спрямо заготовката на фиг. 2 се проведе друга серия от експерименти за разпробиване на фрезенка, фиг. 4 със специализирано свредло за наклонени повърхнини Mega Drill 180 по предложение на

германската фирма Мапал. Ъгълът при върха на инструмента е 180° и мажещо-охлаждащата течност се подава през тялото му към четирите му режещи ръба, два от които S-образни. Характерното заточване на свредлото и неговата геометрия позволяват чувствително намаляване на радиалните сили, самоцентриране и съчетаване на пробиване и зенкерование в един ход [maral 2013], което от своя страна е предпоставка за повишаване на производителността при свредловане на отвори в наклонени повърхнини.

Постоянните условия при проведените експериментите бяха:

- инструментален материал: 100 CrMo7-3;
- покритие: TiAlN;
- охлаждаща течност: Eco Cool TN2525 HP VFH;
- налягане при охлаждане: 25 bar;
- използвана машина: EX-CELL-O

При опитите се използваха намалени подавания от 28 % до 40 % в рамките на наклонения участък на повърхнината, след което подаването се увеличаваше програмно до 100 %

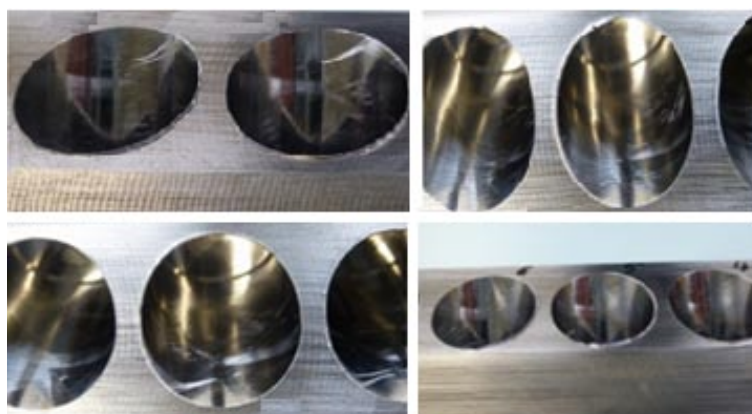
(до 169 mm/min) в оставащите 15 mm от дълбочината на фрезенка. Оборотите на инструмента се променяха при различните експерименти от 940 до 1123 min⁻¹.



фиг. 4 Свредловане на наклонени повърхнини на ролкови танкети

Разбиването на отвора в рамките на неговата дължина, обработен с две различни подавания при всички опити, не надхвърляше 0,1 mm. Получените резултати по отношение на постигане на изискванията за точност на формата и диаметъра, както и за

производителността на обработването, отговаряха на предписанията, но не удовлетворяваха изискванията за зададената грапавост на повърхнината. Оптично повърхнината на отвора не изглеждаше добре, което е илюстрирано на фиг. 5.



фиг. 5 Свредловане на наклонени повърхнини на ролкови танкети

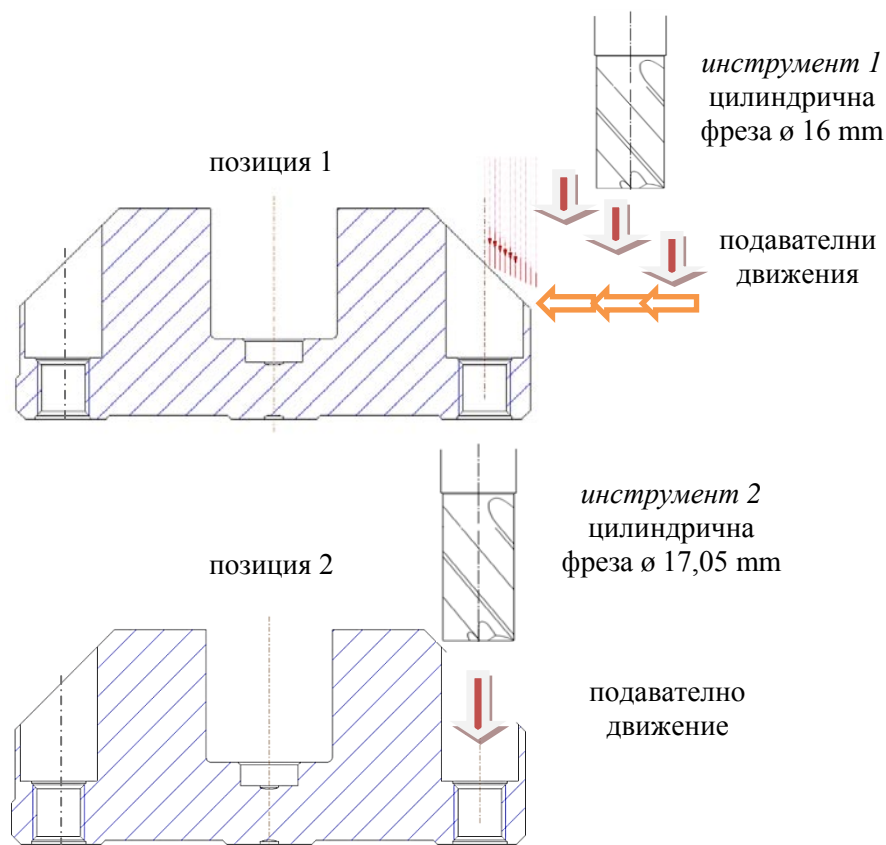
Имайки предвид и нарасналата себестойност на операцията, вследствие на увеличаването на броя на използваните свредла и тяхната висока цена, се наложи търсене на друга технологична схема и инструменти за обработване на наклонените отвори на ролковите танкети.

При следващите опити се експериментира цикъл за снемане на неравномерната прибавка с последователно осево връзване на два инструмента, фиг. 3: челно-цилиндрична фреза на фирма „Гюринг“ с диаметър \varnothing 16 mm и нестандартна фреза на фирма „МК ТООЛС“ [mk-tools 2013] с диаметър \varnothing 17,05 \pm 0,02 mm. При тази технологична схема първият инструмент работи при променливи условия на рязане при всеки негов надлъжен ход, в резултат на което се регистрира интензивно износване,

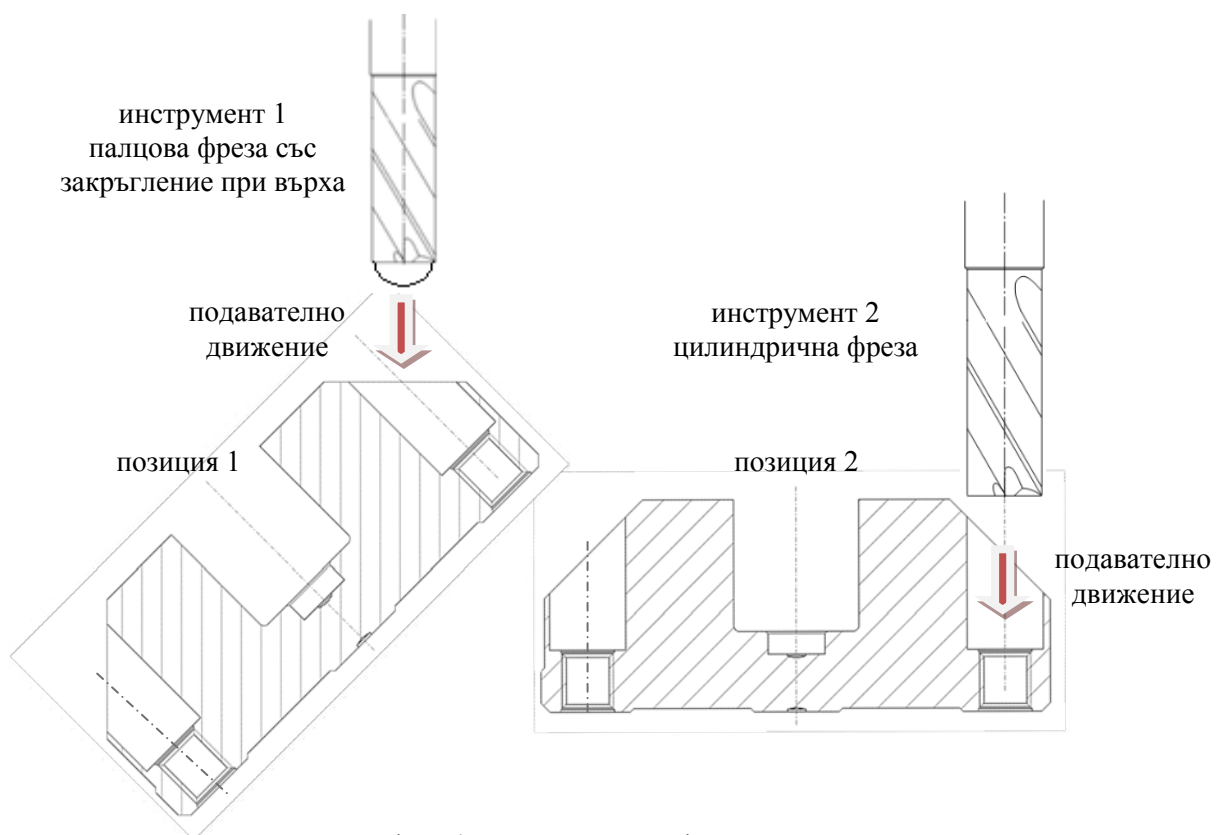
откъртвания на участъци от режещата му част и повишени вибрации.

Вторият използван инструмент е калибровач и изпълнява последния ход за окончателно обработване на фрезенка с осево подаване по дължината на отвора. Използваните режими на рязане при тази технологична схема са: за първия инструмент: $v_c = 23$ m/min, $f_z = 0.1$ mm/зъб; за втория инструмент: $v_c = 25$ m/min, $f_z = 0.03$ mm/зъб.

Постигнатите резултати удовлетворяваха изискванията по отношение на точността на диаметъра и формата на отвора, както и на предписаната грапавост, но за сметка на чувствително увеличаване на машинното време и броя на износените инструменти. Това наложи изследване на технологична схема за двупозиционно фрезование, фиг. 4 с два инструмента.



3 Фрезване на наклонена повърхнина с цикъл при осево връзване на инструмента



фиг. 4 Двупозиционно фрезване

При първа позиция на въртящата маса на вертикален обработващ център М650 с цифрово

програмно управление Fanuc Oi Mate се фрезова технологично освобождаване с твърдосплавна

радиусна фреза с диаметър $\varnothing 16$ mm и две режещи пера. Следва препозициониране на масата в позиция 2 на ъгъл от 45° и осево врязване на втори инструмент по дължината на отвора. За целта се използва твърдосплавна цилиндрична фреза с диаметър $\varnothing 17,05^{\pm 0,02}$ mm.

Използваните режими са, както следва:

- за първия инструмент с диаметър $\varnothing 16$ mm:
 $v_c = 60$ m/min, $f_z = 0.05$ mm/зъб;
- за втория инструмент с диаметър $\varnothing 17,05^{\pm 0,02}$ mm:
 $v_c = 55$ m/min, $f_z = 0.025$ mm/зъб.

Резултатите от направените тестове удовлетвориха изискванията по отношение на постигнатата максимална производителност,

Заклучение

При проведените сравнителни експерименти се изследваха различни технологични схеми и инструменти за обработване на стъпални отвори в наклонени под 45° повърхнини на ролкови танкети.

Установи се, че последователното двупозиционно фрезозане, с радиусна фреза и с размерна челно-цилиндрична фреза, е най-подходящото технологично решение за постигане на висока точност на формата и размерите на стъпалните скрепителни отвори, както и ниска грапавост при същевременно удовлетворяване на изискването за максимална

точност на формата и размерите на фрезенка и грапавост на обработената повърхнина. Успешните експерименти при тази схема се дължат на подобрените условия на осево врязване и за двата инструмента и елиминирание до голяма степен на влиянието на наклонената повърхнина в посока разбиване на отвора. В резултат на чувствителното намаляване на прекъснатото рязане се понижиха вибрациите и се подобри грапавостта. Това доведе до увеличаване на трайността на използваните инструменти и намаляване на себестойността на операцията.

производителност при ниска себестойност на обработването.

Резултатите от успешните експерименти се дължат на разполагането на двата инструмента нормално на обработваната повърхнина и при двете позиции на заготовката. При изследваната технологична схема се елиминира до голяма степен прекъснатото рязане и едностранното радиално натоварване на инструментите, което доведе до удовлетворяване на всички изисквания на възложителя - фирма Бош Рексрот.

ЛИТЕРАТУРА

[boschrexroth 2013] <http://www.boschrexroth.com>

[guehring 2013] <http://www.guehring.de>

[mapal 2013] <http://www.mapal.com>

[mk-tools 2013] <http://www.mk-tools-service.de/>

[petrov-pm 2013] <http://www.petrov-pm.com/>

MACHINING OF STEPPED HOLES INTO INCLINED SURFACES

Assoc. Prof. PhD Lachezar STOEV MSc Todor POPOV

Summary: There are investigated and analyzed different technological schemes for machining of stepped holes for sunk screws into inclined surfaces of linear roller bearings. There are presented the results from the experiments for axial feed milling and direct drilling with special tools produced by Mapal company. The aim of the conducted experiments is establishment of suitable technological scheme and tools to increase productivity when machining stepped holes in inclined surfaces of liner roller bearings, increasing surface form and dimensional accuracy and providing the required surface finish.