

## ИНОВАТИВНА ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ПРОИЗВОДИТЕЛНО ОБРАБОТВАНЕ НА LED ОСВЕТИТЕЛНИ ТЕЛА

Николай ОСТРЕВ<sup>1</sup> Цветан КАЛДЪШЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>директор производство, фирма БСМ ООД, България

e-mail: [npostrev@gmail.com](mailto:npostrev@gmail.com)

<sup>2</sup>катедра „Технология на машиностроенето и металоорежещи машини, Технически университет - София, България

e-mail: [tspk@tu-sofia.bg](mailto:tspk@tu-sofia.bg)

**Резюме:** В настоящата работа е предложен и изследван метод за производително и надеждно обработване на LED осветителни тела по нова иновативна технология, където се използва и производителен инструмент - циркуляр. Проведено е виртуално и физическо изследване на предложената технология. Важно предимство на този метод е, че обработването на детайла се извършва при едно установяване на 4 осна фрезова машина Emco E600 със CNC. По този начин се осигурява висока производителност, точност и надеждност на обработването. Разработването на инструменталните преходи се извършва в CAD/CAM с използването на системата PTC Creo.

**Ключови думи:** иновативна технология, LED осветителни тела, CAD/CAM

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

С навлизането на LED осветлението на масовия пазар се наблюдава едно изменение на корпусите на осветителните тела спрямо досега познатите конвенционални тела (за люминесцентни, халогенни, с нажежаема жичка и др. лампи). При конвенционалните лампи максималната допустима температура е няколко пъти по-висока от тази при LED. Това е и главната причина, техните корпуси да нямат охлаждаща част, докато при LED се наблюдава такава и то ясно изразена. Главното условие за дълъг живот на светодиодите е, те да не превишават определена температура, зададена от производителя. За да може да се разсее генерираната топлина от светодиодите, е необходимо да се използва охладител, който обикновено е под формата на радиатор и действа при свободна конвекция.

### 2. ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА РЕБРАТА НА LED ОСВЕТИТЕЛНИ ТЕЛА

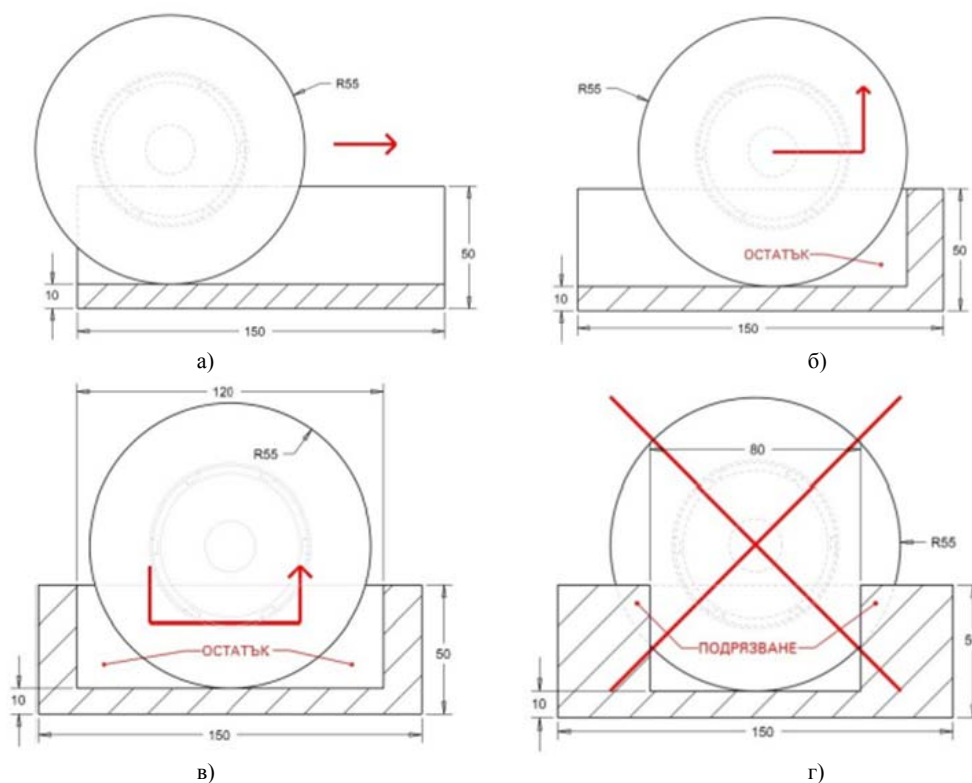
Обработването на ребрата на LED осветителното тяло се извършва чрез стружкоотнемане, като се използват монолитни челно-цилиндрични фрези. При обработването на тесни междуребрата от порядъка на 4÷6 мм и височина 30÷50 мм, процесът на рязане се

влошава, в резултат на което намалява производителността заради заниженият режим на работа на инструмента. Поради голямата височина на междуребрата, обработването се извършва с конзолен инструмент, довеждащ до значително редуциране на предписаните от производителя на инструмента режимите на рязане.

Обработването на междуребрата може да се извърши с циркуляр [1], като се наблюдават четири основни случая, показани на фиг. 1. Когато междуребрата са отворени от двете страни (фиг. 1а) - методът е напълно приложим. Ако обаче те са отворени само от едната страна (фиг. 1б), в края на хода ще остане прибавка. Ако ребрата са затворени от двете страни (фиг. 1в), то е необходимо ребрата да са дълги поне колкото е диаметърът на циркуляра, в противен случай се приема, че обработката не може да се извърши (фиг. 1г). Поради това, че циркулярът реже със страничната си повърхнина е необходимо детайлът да бъде завъртян на 90°, за да може да се извърши обработването на междуребрата.

#### 2.1. Приложение на CAD/CAM системи за генериране на управляващи програми

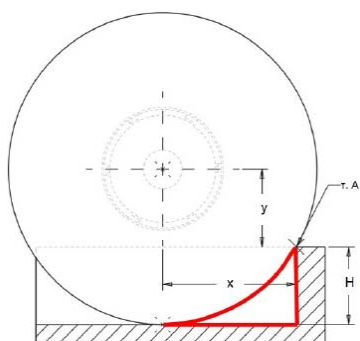
След като бяха уточнени възможните случаи за прорязване на междуребрата с циркуляр (фиг. 1), е необходимо да се генерират управляващи



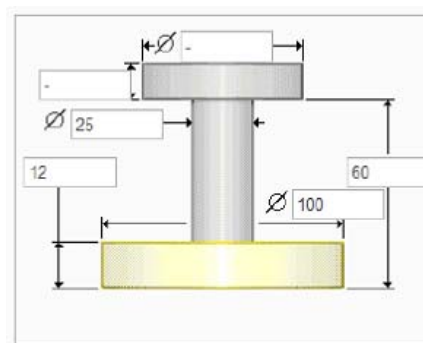
фиг.1 Основни случаи на обработване на междуребрята

програми. При първия случай (фиг. 1а), когато ребрата са отворени от двете страни генерирането на управляваща програма може да се осъществи автоматично чрез САМ системата. При случаи две и три (фиг. 1б, в) е необходимо допълнително обработване на остатъчния материал (фиг. 2).

При CAD/CAM системата PTC Creo [2], като инструменти може да се използват дисковите или каналните фрези Side Milling (фиг. 3) и Key Cutter.

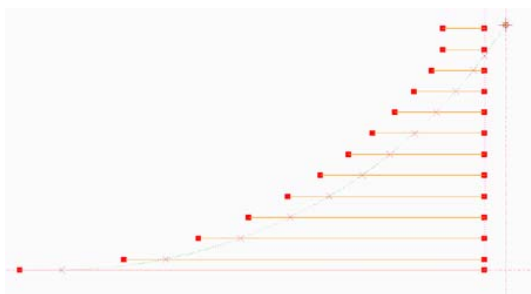


фиг.2 Прибавка след обработването с циркуляр



фиг. 3 Дискова фреза в PTC Creo

След използването на тези инструменти не може да се използват стратегии за отнемане на останалия материал, като локално фрезование от предходен инструмент или преход (Local Milling by Previous tool or Previous step) и грубо фрезование за дообработване (Re-tough), за случаите две и три, показани на фиг. 1б и фиг. 1в. Това е така поради кръстосването на осите на инструментите. За целта се предлагат подходи за автоматично определяне на останалия материал след циркуляра и последващо генериране траекторията на втория инструмент челно-цилиндрична фреза [1]. Траекторията на втория инструмент – палцова фреза, трябва да бъде съобразено с останалия материал от циркуляра. За целта се използва стратегия Trajectory Milling. Определяно на останалата прибавка се извършва по следният начин: чертае се окръжност с диаметъра на циркуляра, след което да се откопира останалата от него прибавка. Ако разстоянието между ребрата съвпада с диаметъра на инструмента се построява работна равнина в средата на междуребрието и върху нея се изчертава скицата – траекторията на движение на инструмента. Ако обаче размерите не съвпадат се налага да се поставят две или повече работни равнини на разстояние  $d/2$  от реброто, където  $d$  е диаметъра на палцовата фреза. На фиг. 4 е показана създадената траектория на инструмента.



фиг. 4 Скица на траекторията на палцовата фреза

Предимствата на този подход са, че той е най-производителен, понеже се елиминират излишни работни движения на инструмента. Като недостатък се отчита по-дългото време за

начертване на скицата с траекторията, по която ще се движи инструментът. Възможно е да се реализира автоматизирано изчертаване на скицата, като се използват мощните инструменти за параметрично проектиране на PTC Creo – UDF, Pro/Program.

Друг възможен начин за определяне на останалата прибавка е като се използва междинна заготовка, но за целта е необходимо да бъде създадена предварително като CAD модел.

### 3. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНОВАТИВНАТА ТЕХНОЛОГИЯ

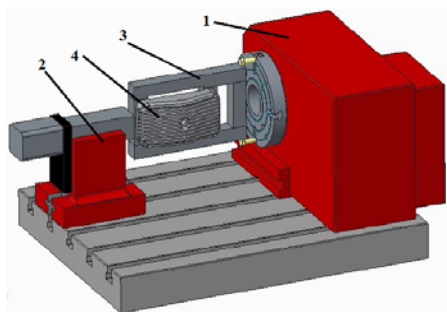
#### 3.1. Виртуално изследване

За целта е създаден комплексен детайл (фиг. 5), обхващащ всички случаи от конкретното производство, показани на фиг. 1. При обработване на комплексния детайл с използването само на челно-цилиндрична фреза (Класическа технология) е достатъчна CNC фрезова машина с 2,5 управляеми оси. За изследването е използвана машина EMCO E600 с три едновременно управляеми оси, където обработването се извършва на две установки.

За реализиране на иновативната технология (използването на циркуляр и палцова фреза за дообработване на участъците, в които е останала прибавка) се изисква металорежеща машина с 4 управляеми оси. За изследването е използвана машина EMCO E600 с инсталирана четвърта ос, която в разглеждания случай е ос А. Тя ще бъде използвана само за установъчно завъртане на детайла в различни ъглови позиции.



фиг. 5 Комплексен детайл



фиг. 6 Модел на екипировката при иновативна технология

За обработването е разработен специализиран постропроцесор [3] за машина EMCO E600. Сборен модел на машинната екипировка е показан на фиг. 6, който се състои от въртяща кръгова маса 1 с ос А, пневматично задно седло 2 и приспособление 3 за установяване на детайла 4.

От проведените виртуални изследвания на двете технологии са събрани времеви резултати, показани в таблица 1. Данните са от PTC Creo 3.0.

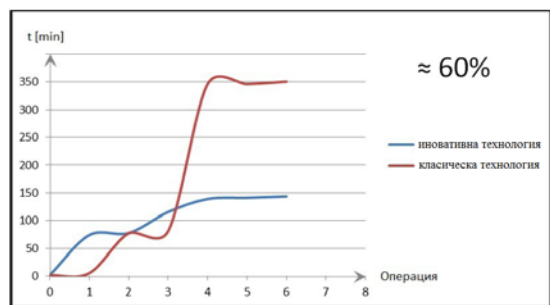
Табл. 1 Прогнозно време за обработване на комплексен детайл с PTC Creo

Класическа технология			Иновативна технология		
<i>Операция</i>		Време, [min]	<i>Операция</i>		Време, [min]
1	Подготвителна-зачистване на заготовката	1.25	1	Подготвителна – обработване на базиращите повърхнини	1.8
2	Операция 1 – челно и профилно фрезование, свредловане на отвори и нарязване на резби	3.93	2	Операция 1 част 1 - грубо фрезование	72.05
3	Операция 2 част 1 - грубо фрезование	72.05	3	Операция 1 част 2 – обработване на профилните повърхнини	3.73
4	Операция 2 част 2 - чисто фрезование	3.73	4	Операция 1 част 3 –обработване на междуребрията с циркуляр	37.86
5	Операция 2 част 3 - обработване на междуребрията	265.14	5	Операция 1 част 4 – снемане на прибавката в междуребрията	23.36
6			6	Операция 2- свредловане на отвори и нарязване на резби	2.18
7	Подготвително време	4.4	7	Подготвително време	2.5
<b>Общо време</b>		<b>350.4</b>	<b>Общо време</b>		<b>143.48</b>

Резултатите са представени графично на фиг. 7, от където се вижда, че иновативната технология е приблизително 60% по-производителна в сравнение с класическата.

### 3.2. Реално изследване

След проведеното реално изследване, освен намаляване на машинното време, са изведени важни изводи за обработването. Главно се наблюдава проблем с отвеждането на стружките. Използваният циркуляр от бързорезна стомана HSS на фирма Pilana е със ситни зъби, тъй като е универсален и е приложим за всички видове метали.



фиг. 7 Диаграма сравняваща класическа и иновативна технологии

Ситните зъби поражда малко пространство между зъбите, където се събират стружките. Поради тази причина по-време на изследването се наложи да се редуцира дълбочината на рязане при последните (най-дълбоките) ходове, именно заради трудността от отвеждане на стружките. Необходимо е точно насочено охлаждане със силна струя, за да се отвеждат стружките, в

противен случай започва прегряване на циркуляра, а от там се повишава натоварването на шпиндела. В таблица 2 е дадена продължителността на обработване при класическата и иновативна технологии при реално проведено изследване.

Табл. 2 Време за обработване на комплексен детайл в резултат на реалното изследване

Класическа технология		Иновативна технология	
<i>Операция</i>	Време, [min]	<i>Операция</i>	Време, [min]
1	Подготвителна-зачистване на заготовката	1	Подготвителна – обработване на базиращите повърхнини
2	Операция 1 – челно и профилно фрезозване, свредловане на отвори и нарязване на резби	2	Операция 1 част 1 - грубо фрезозване
3	Операция 2 част 1 - грубо фрезозване	3	Операция 1 част 2 – обработване на профилните повърхнини
4	Операция 2 част 2 - чисто фрезозване	4	Операция 1 част 3 –обработване на междуребриятa с циркуляр
5	Операция 2 част 3 - обработване на междуребриятa	5	Операция 1 част 4 – снемане на прибавката в междуребриятa
6		6	Операция 2- свредловане на отвори и нарязване на резби
7	Подготвително време	7	Подготвително време
<b>Общо време</b>		<b>Общо време</b>	
6 ч. 22 мин.		3 ч. 54 мин	

#### 4. ИЗВОДИ

1. При първоначалното виртуално изследване беше прогнозирано около 60% по-голяма производителност при иновативната технология. Оказа се обаче, че иновативната технология е с около 40% е по-производителна от стандартната. Това се дължи на намалената дълбочина на рязане на циркуляра и последвалите допълнителни ходове, които увеличиха времето за обработване.

2. Обработването на останалата след циркуляра прибавка с палцова фреза  $\phi 4$  mm не се наблюдават съществени различия спрямо виртуалното изследване. Това се дължи на доброто познаване на поведението на инструментите и натрупания опит, в следствие на

който са въведени достатъчно точни режими на рязане.

3. При обработване на комплексния детайл по класическата технология, времената за обработване се запазват почти същите, както при виртуалното обработване.

#### Благодарности

Това изследване е осъществено с помощта на фирма БСМ ООД, предоставила машинен парк за физическо изследване на иновативната технология.

#### Литература

- [1] **Острев Н.**, Бързо прототипиране и изработване на LED осветителни тела, Дисертация за получаване на образователна и научна степен „Доктор”, ТУ-София, 2017;
- [2] **PTC CREO 3.0 Help.**

[3] **Калдъшев Цв.**, Методология за разработване на специализирани постпроцесори, Дисертация за получаване на образователна и научна степен „Доктор”, ТУ-София, 2015;

## INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR INDUSTRIAL PROCESSING OF LED LIGHTLIGHTS

**Nikolay OSTREV<sup>1</sup> Tsvetan KALDASHEV<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Production Director, company BSM ltd, Bulgaria

e-mail: [npostrev@gmail.com](mailto:npostrev@gmail.com)

<sup>2</sup>Department of Machine Tools and Manufacturing Technology, Technical University of Sofia, Bulgaria

e-mail: [tspk@tu-sofia.bg](mailto:tspk@tu-sofia.bg)

**Abstract:** The present work proposes and researches a method for productive and reliable processing of LED lights on a new innovative technology where a productive circular saw is used. Vertical and physical research of the proposed technology has been carried out. An important advantage of this method is that the machining of the workpiece is accomplished by setting up a 4-axis Emco E600 CNC milling machine. This ensures high performance, accuracy and reliability of processing. The development of tool transitions is done in CAD / CAM using the PTC Creo system.

**Keywords:** innovative technology, LED lighting, CAD / CAM