

ИЗБОР НА ПОДХОДЯЩА ТЕХНОЛОГИЧНА СТРАТЕГИЯ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА ФОРМООБРАЗУВАЩИ ИНСТРУМЕНТИ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА САМ СИСТЕМИ

Стилиян Николов
 кат. АДП, ТУ - София
 бул. "Кл. Охридски" № 8
 София, България
 e-mail: st_nikolov2@tu-sofia.bg

Димитър Панайотов
 кат. АДП, ТУ - София
 бул. "Кл. Охридски" № 8
 София, България
 e-mail: dimitar_tp@abv.bg

Резюме: В статията са разгледани различните технологични стратегии за обработка на сложни 3D повърхнини предоставяни на потребителите от съвременните САМ системи. Предложен е подход за избор на подходяща технологична стратегия за изработване на формообразуващи инструменти с използване на САМ системи.

Ключови думи: САМ системи, технологични стратегии, 3D повърхнини, формообразуващи инструменти, CNC машини

I. УВОД

Формообразуващите инструменти, обикновено се изработват като единични бройки или в малки серии, в зависимост от производствената програма на изработваните с тях детайли. Основният елемент в конструкцията на тези инструменти са сложни 3D повърхнини, които формират формата и размерите на произвежданите с тях детайли. Обработването на тези повърхнини е свързано с използването на различни CNC машини [1].

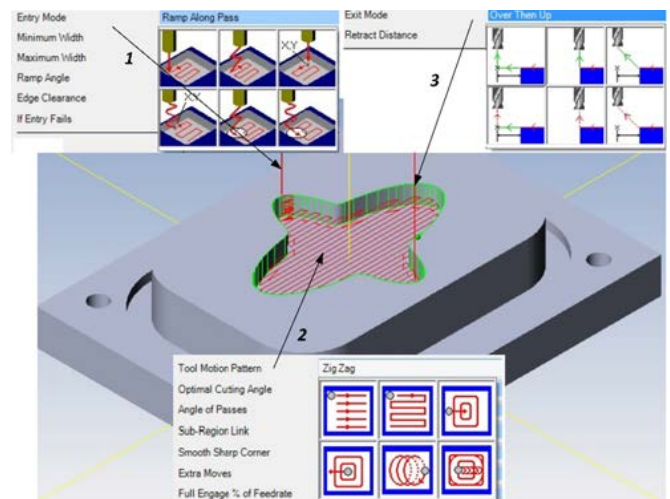
Създаването на управляващи програми за такъв тип обработки на CNC машини е немислимо без използване на САМ системи. При това съвременните CAD/CAM системи позволяват съществено да се съкрати цикъла на проектиране и производство в машиностроителните предприятия. Те предлагат на потребителите, широк набор от функционалности при генерирането на управляващи програми за CNC машини, като независимо от различията, основните модули на лидиращите на пазара САМ системи разгледани в [2], до голяма степен се припокриват.

Целта на настоящата работа е да се анализират възможностите, които, съвременните САМ системи, предоставят на потребителите за генериране траекторията на режещите инструменти при обработването на формообразуващи инструменти с използване на CNC машини.

II. ТЕХНОЛОГИЧНИ СТРАТЕГИИ ИЗПОЛЗВАНИ В САМ СИСТЕМИТЕ ПРИ РАЗРАБОТВАНЕ НА УПРАВЛЯВАЩИ ПРОГРАМИ

Съвременните САМ системи предлагат на потребителите си възможност за реализиране на различни технологични стратегии при разработването на управляващите програми. Понятието технологична стратегия, за обработване на даден компонент от конструкцията на обработвания детайл (фичер), включва следните компоненти:

- Движения за подвеждане на инструмента към фичера (Фиг.1 поз.1) - задават траекторията на режещия инструмент от стартовата точка до връзването му в обработвания детайл;
- Движения за снемане на материала (Фиг.1 поз.2) - задават траекторията на режещия инструмент при обработването на фичера;
- Движения за отвеждане на инструмента след обработване (Фиг.1 поз.3) - задават траекторията на режещия инструмент при връщането му в стартовата точка.



Фиг.1 Компоненти на технологична стратегия за обработване на фичер

От направените в [3] изследвания, за обработване на характерни 2½D фичери от конструкцията на машиностроителните детайли следва:

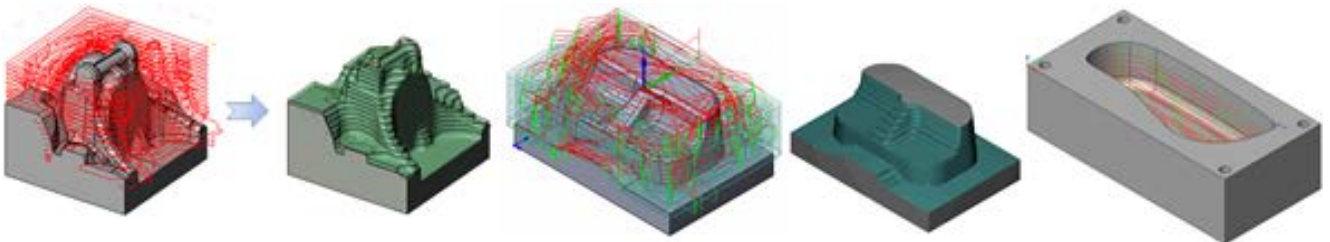
- Два от компонентите на технологичните стратегии (Фиг.1 поз.1 и поз.3) са лимитирани до голяма степен от конструкцията на обработващата машина и използваната за установяване на обработвания детайл инструментална екипировка;
- При използване на различни модели на движение за снемане на материал от детайла, разликата във времето необходимо за обработване може да варира с до 50%.

Отчитайки факта, че основната част от времето, необходимо за изработване на един формообразуващ инструмент, се изразходва за обработването на сложните 3D повърхнини, които формират формата и размерите на произвежданите с тях детайли, въпросът за

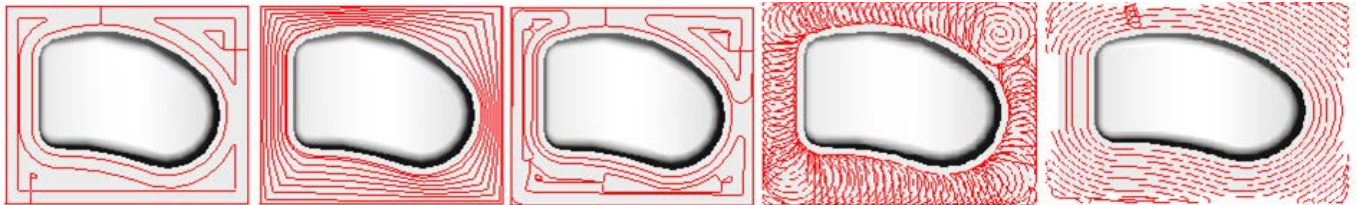
извършваните от РИ движения при снемане на материала от заготовката е особено важен.

III. ГЕНЕРИРАНЕ ТРАЕКТОРИЯТА НА РЕЖЕЩИТЕ ИНСТРУМЕНТИ ПРИ ОБРАБОТВАНЕТО НА СЛОЖНИТЕ 3D ПОВЪРХНИНИ

Анализирайки възможностите, които съвременните САМ системи предоставят на потребителите [4, 5, 6], при обработване на сложни 3D повърхнини са възможни следните случаи:



Фиг.2 Движение на РИ по офсетови криви



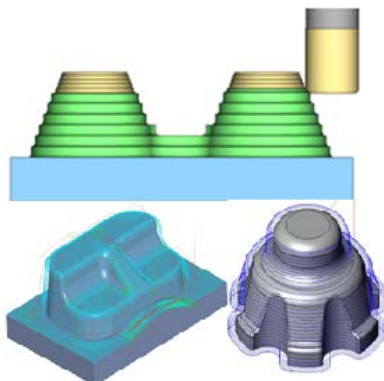
Фиг.3 Движение на РИ по избрана от потребителя крива

- движение на РИ, по офсетови криви описващи сечението на обработваната 3D повърхнина с равнини успоредни на равнината XY Фиг.2.
- движение на РИ по криви с избрана от потребителя форма Фиг.3

Б. Чиста обработка при 3 основно обработване

Чистата обработка има за цел да отстрани останената след грубата обработка прибавка и да осигури желаната форма и размери на обработваната повърхнина. Възможни са следните случаи:

- движение на РИ, по офсетови криви описващи сечението на обработваната 3D повърхнина с равнини успоредни на равнината XY, аналогично на грубата обработка Фиг.4;



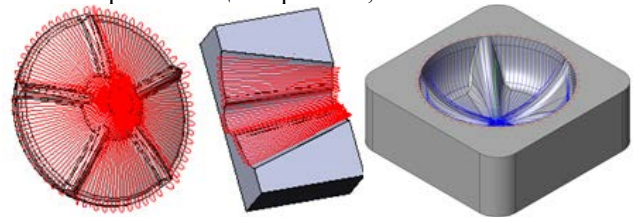
Фиг.4 Движение на РИ по офсетови криви

А. Груба обработка при 3 основно обработване

Грубата обработка, има за цел да отстрани основната част от материала на заготовката и да осигури относително равномерна прибавка за чистовата обработка на повърхнината. Тя обикновено се извършва чрез движение на РИ, в равнини успоредни на равнината XY и периодичното му подаване по ос Z.

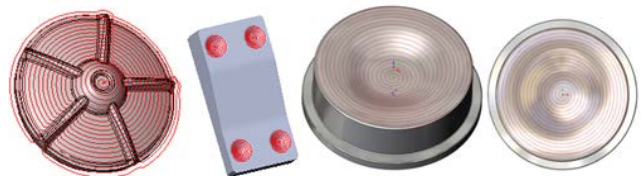
При това са възможни следните случаи:

- радиални движения на РИ, относно дефиниран от потребителя център Фиг.5;



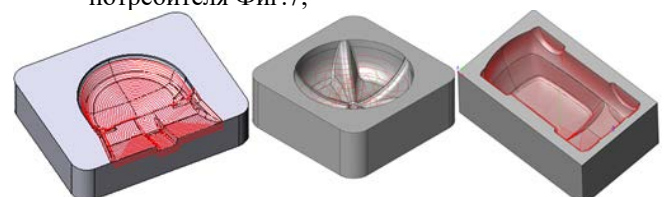
Фиг.5 Радиални движения на РИ

- движения на РИ по спирала около обработваната повърхнина Фиг.6;



Фиг.6 Спирални движения на РИ

- движения на РИ по концентрични офсетови криви, формата на които може да се дефинира от потребителя Фиг.7;



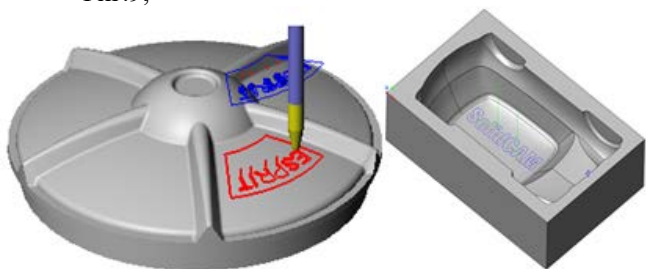
Фиг.7 Движения на РИ по концентрични офсетови криви

- движенията на РИ са върху обработваната повърхнина са ограничени от дефинирани от потребителя граници Фиг.8;



Фиг.8 Ограничаване на движенията на РИ по обработваната повърхнина

- движенията на РИ се контролират от криви проектирани върху обработваната повърхнина Фиг.9;

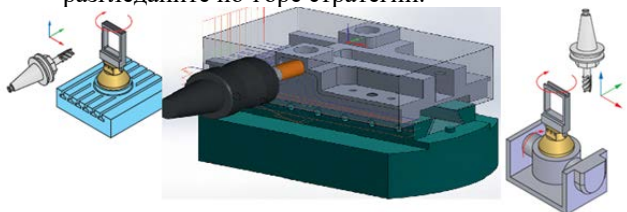


Фиг.9 Контролиране на движенията на РИ по обработваната повърхнина

В. Обработване по над 3 оси

За реализиране на разгледаните по-горе стратегии, са необходими 3 оси CNC машини. При наличие на допълнителни цифрово управлявани оси в обработващите машини, е възможно и използване на някои от следните стратегии:

- индексирани по допълнителните оси (3+2 осно), Фиг.10. Позволява препозициониране на детайла по една или две допълнителни оси, което осигурява достъп на РИ до различни повърхнини на обработвания детайл. След препозиционирането е възможно използване на разгледаните по-горе стратегии.



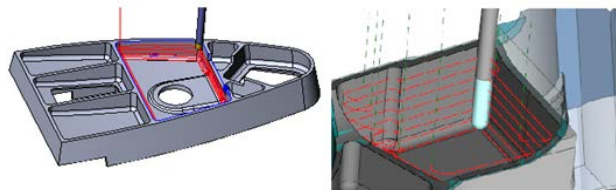
Фиг.10 3+2 обработване

- едновременно обработване по над 3 оси (пълно 5 осно). В този случай е възможно използването на допълнителни стратегии за снемане на материал от заготовката. Към тези стратегии спадат:
 - 5 осно фрезозане с контрол на оста на РИ Фиг.11. Позволява обработване на сложни 3D повърхнини, с възможност потребителя да контролира ориентацията на оста на РИ по време на обработването, което осигурява достъп до повърхнини с различна ориентация в пространството.



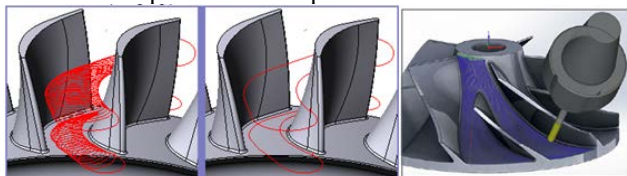
Фиг.11 5 осно фрезозане с контрол на оста на РИ

- 5 осно фрезозане с ръба на РИ Фиг.12. Ориентацията на оста на РИ се определя автоматично, въз основа на два профила зададени от потребителя.



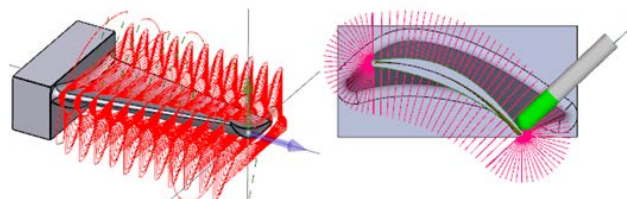
Фиг.12 5 осно фрезозане с ръба на РИ

- 5 осно канално фрезозане Фиг.13. Ориентацията на оста на РИ се контролира автоматично спрямо две зададени от потребителя повърхнини.



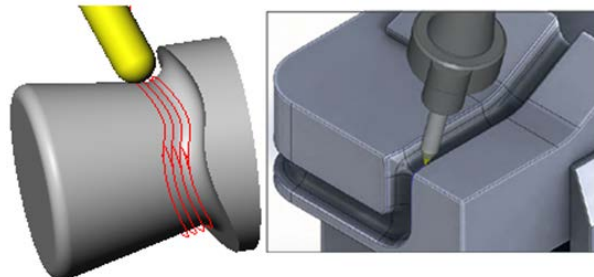
Фиг.13 5 осно канално фрезозане

- 5 осно спирално фрезозане Фиг.14. При грубото фрезозане оста на РИ има постоянна ориентация, което осигурява по-голяма стабилност. При чистата обработка автоматичния контрол на оста на РИ, осигурява непрекъснатия му контакт с детайла.



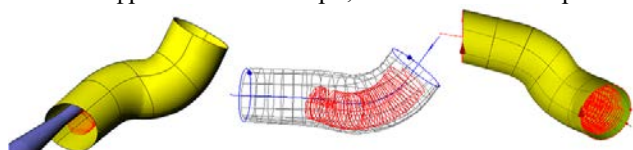
Фиг.14 5 осно спирално фрезозане

- 5 осно контурно фрезозане Фиг.15. Оста на РИ остава нормална на обработваната повърхнина при движението му по определен контур върху нея.



Фиг.15 5 осно контурно фрезозане

- 5 осно фрезование на отвори Фиг.16. Позволява фрезование на отвори, чиито оси са 3D криви.



Фиг.16 5 осно фрезование на отвори

Г. Високо скоростно обработване

При съставяне на УП за CNC машини, на които е възможно високо скоростно обработване High Speed Machining (HSM), съвременните САМ системи предлагат възможност за използване на допълнителна опция, за този тип обработване, която осигурява:

- плавни и непрекъснати движения на РИ, с избягване на остри ъгли в траекторията;
- осигуряване на постоянен контакт между РИ и детайла, гарантиращ равномерното му натоварване;
- използване на спираловидни движения, намаляващи времето за подвеждане и отвеждане на РИ.

Прилагането на някои от разгледаните стратегии, може да изисква използване на определен тип РИ, за което САМ системите обикновено извеждат към потребителите съответните съобщения.

IV. ИЗБОР НА ПОДХОДЯЩА СТРАТЕГИЯ ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА СЛОЖНИ 3D ПОВЪРХНИНИ

Многообразието на разгледаните по-горе стратегии за генериране на пътя на РИ, при обработване на сложни 3D повърхнини, с използване на САМ системи, поставя въпроса за избора на подходящата за конкретна обработка.

За избор на подходяща технологична стратегия за изработване на формообразуващи инструменти с използване на САМ системи предлагаме следният подход:

1. Анализ на възможностите на CNC машината

Възможностите на CNC машината, върху която ще се извършва обработването, определят коя група от разгледаните по-горе стратегии може да бъде използвана, а именно:

- стратегии за 3 осно обработване;
- стратегии за 3+2 осно обработване;
- стратегии за пълно 5 осно обработване;
- използване на HSM.

2. Анализ на използваните режещи инструменти

Ограничаването на избора на използваните при обработването режещи инструменти, може да доведе до невъзможност за прилагане на избрана стратегия. Това изисква предварително въвеждане на информация за

възможните за използване режещи инструменти в САМ системата.

3. Анализ на конструкцията на обработвания детайл

Конструкцията на обработвания детайл е основният критерий за избор на подходяща стратегия.

На този етап трябва задължително да се отчете формата и размерите на заготовката, от която детайлът ще се изработва. В зависимост от типът на заготовката са възможни следните случаи:

- Формата и размерите на заготовката са близки до тези на обработвания детайл - в тази група попадат заготовки като отливки, изковки и щамповки, при които необходимите за снемане прибавки са равномерни (в известни граници), спрямо обработваните повърхнини. В този случай могат да се използват директно стратегиите за чистова обработка, със съответните настойки.
- Формата и размерите на заготовката се различават значително от тези на обработвания детайл - в тази група попадат заготовки от прокат с определени размери, при които необходимите за снемане прибавки са неравномерни (в широки граници), спрямо обработваните повърхнини. В този случай използването на стратегии за груба обработка е задължително, тъй като те трябва да осигурят равномерна прибавка за последващата чистова обработка.

Анализът на обработвания детайл, трябва да опрели типът на фичерите включени в неговата конструкция, тъй като различните фичери, позволяват използването на различни по тип стратегии за тяхното обработване. При изработване на формообразуващи инструменти с използване на САМ системи, е необходимо да се разграничи обработването на сложните 3D повърхнини, от обработването на характерните („стандартни“) фичери, като отвори, канали джобове и др., за които се използват различни типове стратегии. Целта на това разделение е да се намали до минимум обема на материалът от заготовката, който да остане за снемане при обработката на сложните 3D повърхнини.

При избора на стратегия за обработването на сложните 3D повърхнини в конструкцията на формообразуващите инструменти, трябва да се отчита тяхната ориентация и разположение в пространството. При това обработването на една повърхнина, в зависимост от нейната сложност, може да изисква използването на няколко различни стратегии.

Използването на различни стратегии за обработването на една 3D повърхнина, е свързано с нейната чистова обработка, тъй като извършената преди това груба обработка е осигурила равномерността на необходимата за снемане прибавка.

С цел осигуряване на необходимото качество, на обработваната 3D повърхнина, е възможно използването на няколко различни стратегии за нейната чистова обработка. Тези стратегии трябва да осигурят различни

траектории на движение на режещите инструменти, с цел получаване на максимално гладка повърхност.

4. Оптимизиране на избора на стратегия

След избор на стратегии осигуряващи обработването на конкретния детайл, чрез симулиране, може да се определи, необходимото за целта време. Това време трябва да се използва, като критерии за оптимизиране на обработването.

При оптимизиранет трябва да се търси намаляване на времето за обработване, чрез промяна на някои от вече избраните технологични стратегии.

V. ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ

Анализирани са възможностите, който, съвременните САМ системи, предоставят на потребителите за генериране траекторията на РИ при обработването на формообразуващи инструменти.

Предложен е подход за избор на подходяща стратегия за обработване на сложни 3D повърхнини.

Изводи

Съвременните САМ системи, предлагат на потребителите, стратегии за обработване на сложни 3D повърхнини, които могат максимално да се съобразят, с използваните обработващи CNC машини и сложността на изработваните детайли.

Направеният обзор, на предлаганите от различни САМ системи стратегии за обработване, може да се използва като база, при избор на подходяща за решаването на конкретна задача САМ система.

Предложеният подход, подпомага потребителите на САМ системи, при избор на подходящи стратегии за обработване на формообразуващи инструменти.

БЛАГОДАРНОСТИ

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата статия са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ - София – 2020, **Договор №201ПД0004-06**.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д. Панайотов Анализ на съществуващите решения, за изработване на формообразуващи инструменти, „Българско списание за инженерно проектиране“, брой №37, октомври 2018 г., ISSN 1313-7530, стр. 63-69
- [2] Д. Панайотов, Обзор и анализ на възможностите на предлаганите на пазара САМ системи, Научни известия на НТС по Машиностроене, година XXVI, бр. 3(224), юни 2018 г., ISSN-1310-3946, (335-341), 2018
- [3] Николов Ст., Технологични стратегии за фрезови операции използвани в съвременните САМ системи, Научни известия на НТС по Машиностроене, година XXII, бр. 4(153), юни 2014 г., ISSN-1310-3946, (540-546)
- [4] SolidCAM 2019, iMachining 3D, www.solidcam.com
- [5] ESPRIT 2019, www.espritcham.com
- [6] SolidWorksCAM 2019, www.solidworks.com/product/solidworks-cam

SELECTION OF AN APPROPRIATE TECHNOLOGICAL STRATEGY FOR THE MACHINING OF MOLD TOOLS USING CAM SYSTEMS

Stiliyan Nikolov, DimitarPanayotov

Abstract: The article discusses the various technological strategies for machining complex 3D surfaces provided to users by modern CAM systems. An approach for selection of an appropriate technological strategy for the machining of mold tools using CAM systems is proposed.

Keywords: CAM systems, technological strategies, 3D surfaces, mold tools, CNC machines