



ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ И ПРЕПОРЪКИ ПРИ МОДЕЛИРАНЕТО НА ЕЛЕКТРОДИ ЗА ОБЕМНА ЕРОЗИЯ ПРИ ИЗРАБОТКА НА ИНСТРУМЕНТАЛНА ЕКИПИРОВКА

маг. инж. Д. Георгиев

Абстракт: Представеният доклад разглежда методи за проектиране на 3D модели за обемна електроерозийна обработка на сложни формообразуващи повърхнини на шприцформи за пластмасови детайли, предоставя основни проблеми и решаването им при тези процеси.

Ключови думи: Електроерозия, обемни електроди, 3D модел, CAD/CAM, шприцформа, поансон, плъзгач, вложка.

BASIC PRINCIPLES AND RECOMMENDATIONS IN THE MODELING OF SINKER EDM FOR TOOLING

D. Georgiev

Abstract: The submitted report examines design methods for 3D modeling of EDM for complex shaping of molding for plastic parts and present basic problems and methods of solving them.

Keywords: 3D model, CAD/CAM, electrodes, electro erosion, plastics.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Изработката на все по-сложните формообразуващи и спомагателни повърхнини на шприцформи, пресформи и шанци в наши дни е процес, към който се предявяват много изисквания [1]. Точност, качество на повърхнините и бързина на изработване са трите основни фактора, определящи икономическия успех на всяко едно изделие, независимо от материала му. За да бъдат шприцваните пластмасови детайли [2], металните отливки и шанцованите листови детайли [3], изработени точно и бързо, необходимо инструментите, чрез които се произвеждат, да отговарят на необходимите технически изисквания. В наши дни поради сложността, времето и цената за изработка на инструменталната екипировка един от

основните методи за осигуряване на тези изисквания е електроерозийната обработка и по-конкретно обемната ерозия [4]. Използван преди или след чистото фрезование на формообразуващите повърхнини, този метод е необходим за получаването на специфични повърхнини, невъзможно или нерентабилно да бъдат получени чрез други методи на обработка.

2. ПРИНЦИПИ И ПРЕПОРЪКИ ПРИ МОДЕЛИРАНЕТО НА ЕЛЕКТРОДИ ЗА ОБЕМНА ЕРОЗИЯ

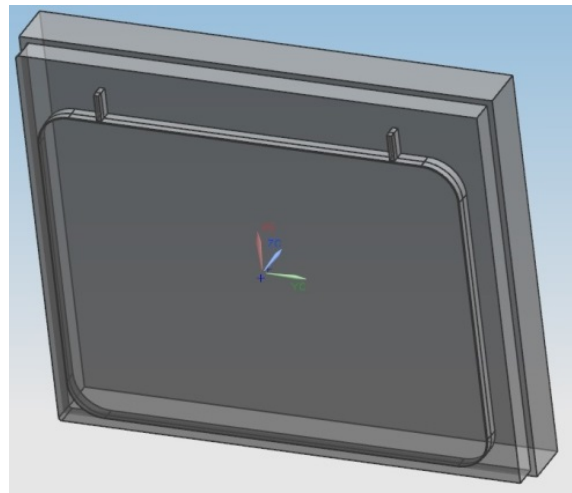
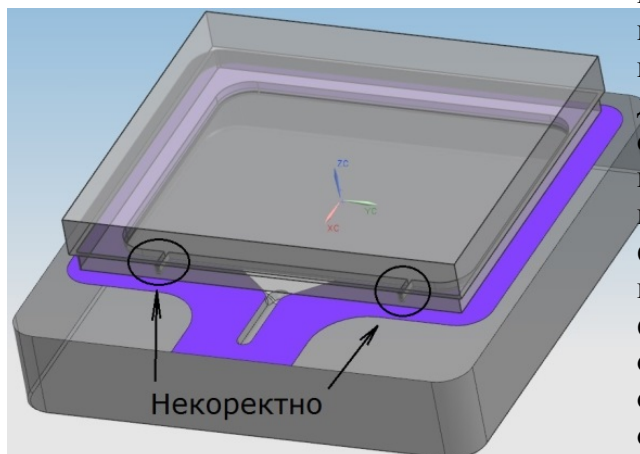
Разгледаните по-долу изследвания са свързани с проект № BG051PO 001-3.3.06-0046 "Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните

технологии”. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

Извършените изследвания са проведени в производствената база на една от водещите фирми, произвеждащи инструментална екипировка и пластмасови изделия – Интехна АД [5].

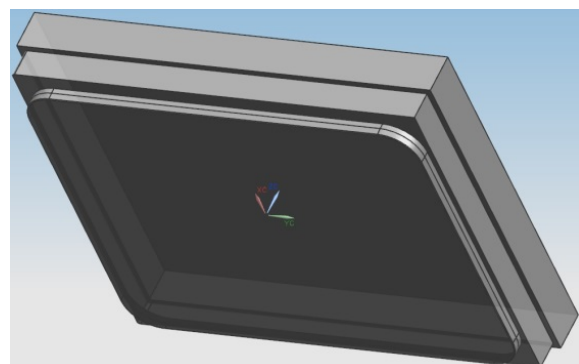
Създаването на 3D модели от всякакъв тип, в днешни дни, е изключително подпомогнато от многото софтуерни продукти от различен клас, предлагани на пазара. Използването на 3D моделиери улеснява и подпомага процеса на проектиране на електроди за обемна ерозия, но не означава, че ще поправи или премахне принципните грешки, допускани от неопитни инженери, въпреки широките възможности на продуктите.

Един от първите и основни принципи при моделирането на електроди за обемна ерозия е така нареченият „принцип на оптимална функционалност“. Това е основно правило, за да бъде реално възможно изработването на електрода за обемна ерозия.



Фиг. 1. Нефункционалност на електрод за обемна електроерозионна обработка

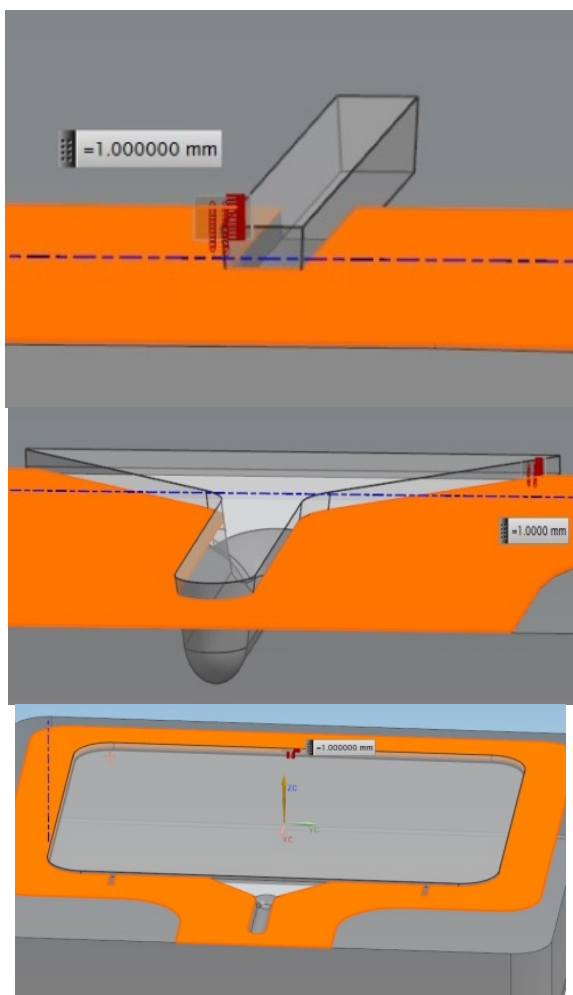
В показания пример на фиг. 1, моделираният електрод е нефункционален и няма как да бъде изработен, поради наличието на вътрешни остри ръбове. Дори при използването на максимално малки по диаметър фрези за изработването на този електрод за обемна ерозия, ще се получат вътрешни радиуси, равни на половината от диаметъра на използвания инструмент – фреза. В случай че бъде изработен и използван такъв електрод, ще се получи несъответствие между геометрията на 3D модела на детайла и физически изработения детайл „поансон“. От там и изработеният пластмасов детайл би бил негоден, което ще доведе до допълнителни средства за последваща обработка на пластмасовите детайли или на шприцформата, а това е икономически неизгодно и нецелесъобразно от финансова гледна точка. За преодоляване на този тип проблем е извършено лесно и функционално разделяне на обработваната повърхнина на два отделни електрода за обемна ерозия, осигуряващи коректна форма на поансона (вж. фиг. 2).





Фиг. 2. Моделиране на функционални електроди за обемна ерозия

Вторият основен принцип е осигуряване на допълнително продължение на повърхнините за преодоляване на евентуални проблеми, свързани с отпечатване на прав участък от електрода върху детайла, което би довело до „задиране“, „отбелязване“ или невъзможност да се извади пластмасовият детайл от шприцформата.

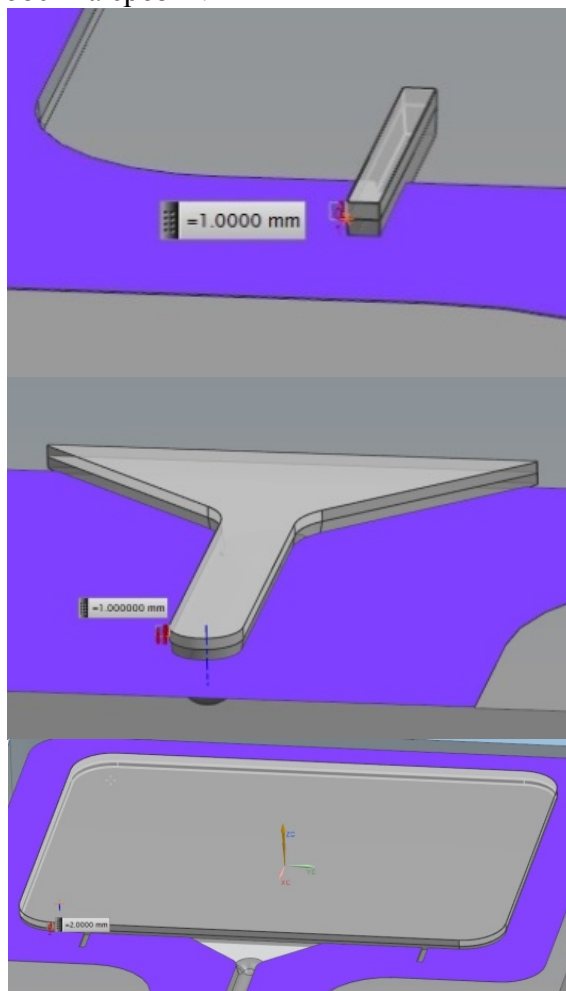


Фиг. 3. Допълнително изтегляне на електроди за обемна електроерозийна обработка

Допълнително изтеглянето материал се определя от множество фактори – геометрия на електрода; съседни повърхнини, които могат да предизвикат колизии; специфика на затварящите (делителните) повърхнини на

шприцформата и т.н. В повечето случаи оптималното продължение или изтегляне на работните повърхнини на електрода варира в границите $1 \div 5 \text{ mm}$ по височина, но в зависимост от наклона на повърхнините е необходимо по-малко или по-голямо изтегляне на тези повърхнини за избягване на колизии.

Трети основен принцип е продължението с прав (вертикален) участък по оста, перпендикулярна на осцилацията на модела на електрода за обемна ерозия (Sinker EDM). Това е необходимо за контрол на получената геометрия при физическото изработване на електрода за обемна ерозия.

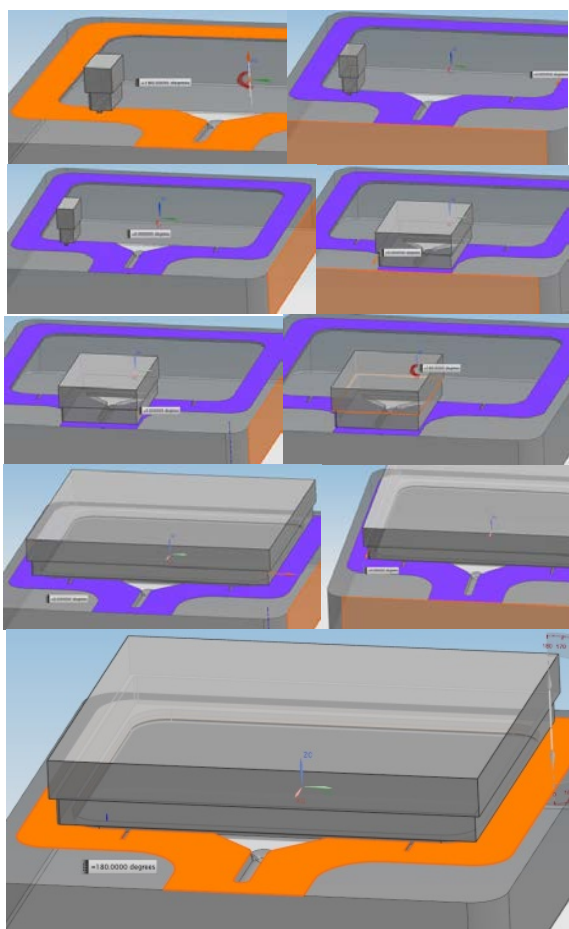


Фиг. 4. Изтегляне на вертикална повърхнина на електрода за обемна ерозия, необходима за контрол на размерите

В зависимост от габаритите, сложността, разположението и др. на моделирания електрод тази част от електрода се изтегля от 1 до 5 mm. Препоръчително е да се изтегли поне $3 \div 4 \text{ mm}$, за да могат използваните измервателни уреди да не срещат проблем при допиране по измерваната повърхнина. Освен това при

използването на режещи инструменти с радиус при режещия ръб ще се получи радиусно закръгление, което, в случай че не е достатъчно изтеглен вертикално по ос Z, обемът на електрода ще доведе до възпрепятстване или невъзможност за качествен контрол на изработения „sinker EDM“.

Четвъртият основен принцип при моделирането на електроди за обемна ерозия, използвани при производството на инструментална екипировка, е осигуряване на перпендикулярност или успоредност на базите на електрода спрямо базите на ерозирания (обработвания) детайл.

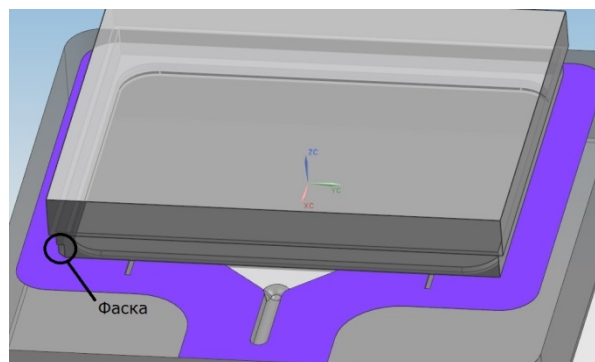


Фиг. 5. Осигуряване на перпендикулярност на базите на електрода

Когато базите на електрода са успоредни и/или перпендикулярни на базите на детайла, който се обработва, формата на работната част на електрода не играе роля за правилното разположение и отстояние на електрода от КС на обработвания детайл. По този начин, независимо от сложността на работните повърхнини на електрода, той винаги ще се позиционира лесно и правилно спрямо

базите на обработвания детайл и на съответното място в координатната система на детайла. Това е много важно, тъй като в днешни дни формите на изработваните пластмасови детайли са изключително сложни – дизайнерски, което означава, че почти винаги нямат повърхнини, успоредни или перпендикулярни на базовите повърхнини на поансона и матрицата.

Петото правило или препоръка при моделиране на електроди за обемна ерозия на детайли от шприцформи, щанци и др. е необходимостта от „маркер“ за определяне на ориентацията на електрода. Когато електродът и съответно ерозираният детайл имат сложна форма, която неоспоримо определя ориентацията на електрода, този „маркер“ не е необходим и може да не се добавя. Когато повърхнините и размерите са много подобни и съществува вероятност от грешка, „маркерът“ е задължителен.

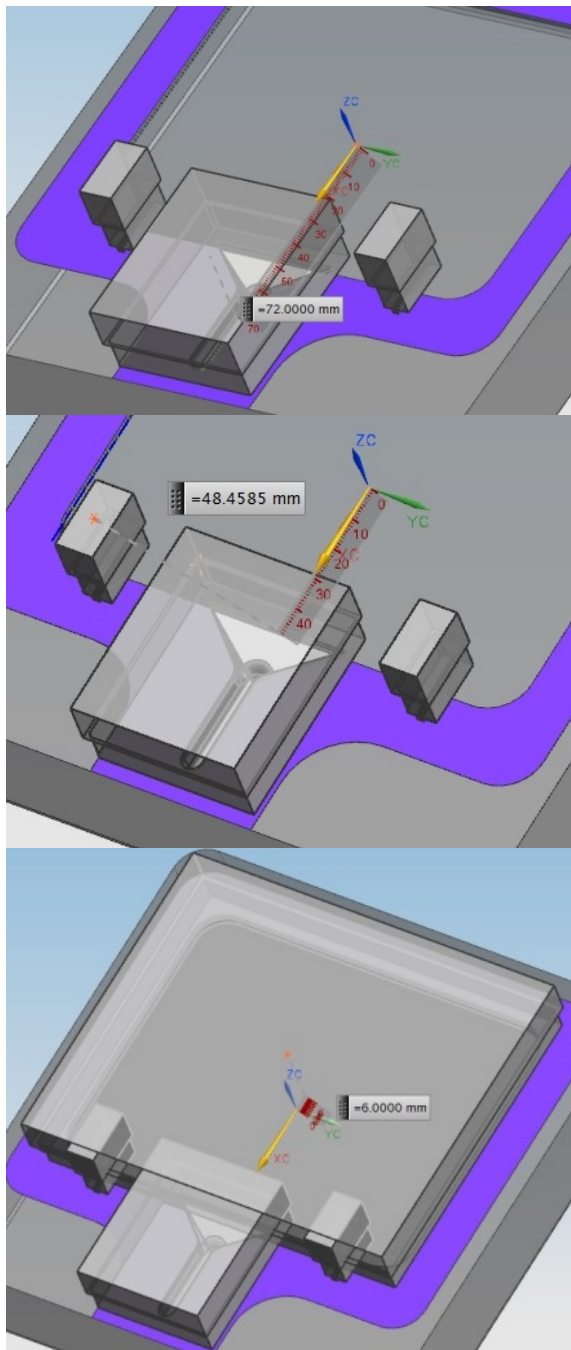


Фиг. 6. Използване на „маркер“ за еднозначно ориентиране на електрода

Най-често като „маркер“ се използва фаска, закръгление или комбинации от двете. Възможни са и друг тип „маркери“, но без да се усложнява излишно формата или да се нарушава геометрията на електрода.

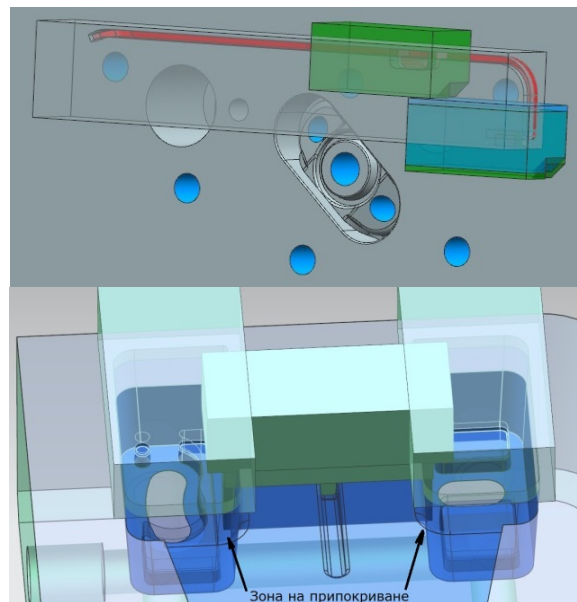
Шестата препоръка към конструкторите-технолози на електроди за обемна ерозия е да моделират базите на електрода по оси X и Y, така че разстоянието спрямо координатната система на детайла или работната координатна система да са цели стойности. В случай че тези стойности са няколко различни числа, например $X = 71.82 \text{ mm}$; $Y = 0.85 \text{ mm}$, вместо $X = 72.00 \text{ mm}$; $Y = 0.00 \text{ mm}$, това би било предпоставка за грешка при

настройване на електроерозийната машина.



Фиг. 7. Разположение на електродите спрямо КС на детайла

Седмият принцип е свързан с работата на няколко електрода върху една и съща повърхнина или част от повърхнина. Когато не е възможно един електрод да ерозира всички функционални повърхнини на детайла, поради геометрията на детайла или други предпоставки, е необходимо да се моделират два или повече електрода за обработката на тези повърхнини (тази предпоставка беше изложена в първи основен принцип).

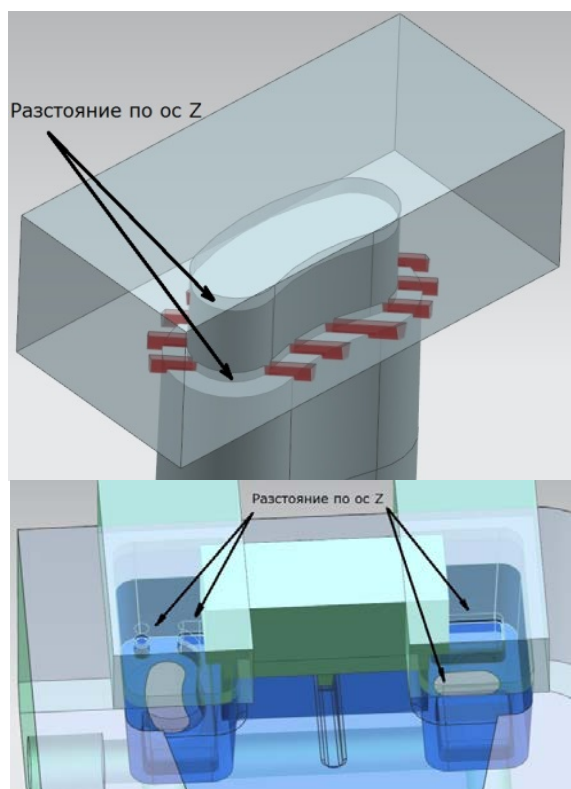


Фиг.8. Моделиране на електроди при препокриване на повърхнини

Когато повърхнините, които се ерозират, са малки и сложни, е целесъобразно да се моделират няколко отделни прости електрода за обемна ерозия. В този случай (както е показано на фиг. 8) е добре препокриваната повърхнина да е възможно по-голяма или да се препокрива изцяло от електрода, дублиращ електроерозийната обработка на повърхнината. Вероятният отпечатък (линии), получен от преерозирането на дублираната повърхнина, ще е видим на изработваните пластмасови детайли и по-лесно би била дообработена тази повърхнина (почистена, полирана) от шлосер-матричар, ако тази повърхнина е от „лицевата“ страна на пластмасовия детайл, където по принцип такива линии или дефекти не се допускат.

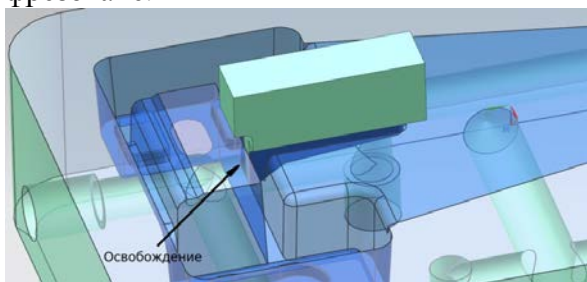
Необходимо е да се има предвид, че винаги когато е възможно да се избегне преерозиране на една и съща повърхнина, това трябва да се прави. Методите за постигане на това са много и зависят от много фактори – геометрията на повърхнините, детайла, сложността на електрода и т.н. Например, когато електрода обхваща повърхнини с наклон, както е показано на фиг. 9, е необходимо повърхнините на електрода да бъдат изтеглени вертикално без наклон, за да се осигури отстояние, при което ще се получи необходимият ефект, а именно тези повърхнини да не се ерозират повторно или ерозията да е минимизирана в дадения участък, така че

да не доведе до промяна на геометрията на обработвания детайл.



Фиг. 9. Осигуряване на разстояние за недопускане на грешка от повторно ерозиране

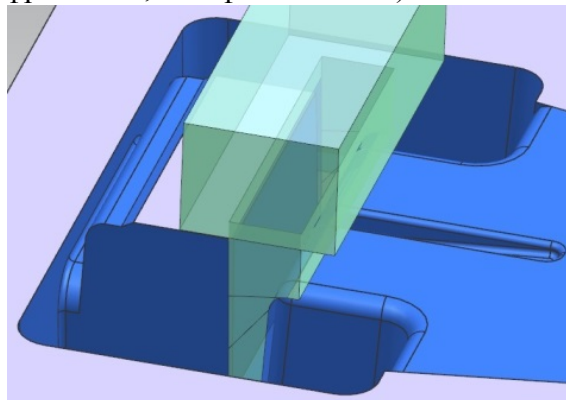
Например в показания случай на фиг. 9, челните повърхнини не трябва да се ерозират, поради което тези повърхнини на електрода са отместени (освободени) на определено минимално разстояние. По този начин се осигурява по-голямо разстояние от основния GAP и за тези повърхнини не протича електрическа дъга, при което се осигурява изискването само страничните повърхнини на детайлите, които са представени на фиг.9, да се обработят чрез обемна електроерозийна обработка, а челните повърхнини са обработени предварително чрез друг метод – фрезование.



Фиг. 10. Функционално освобождение на електрод за обемна електроерозийна обработка

Друг метод е показан на фиг. 10, като моделът на електрода е „изрязан“, така че да не се приближава критично до други повърхнини, необходими да не бъдат ерозирани с този електрод, а с друг електрод или обработени чрез други методи. Това отнемане на материала на модела трябва да бъде максимално просто и същевременно да запазва спецификата на работната геометрия на електрода, да не нарушава стабилността му при изработване, да не усложнява нефункционалните форми на електрода за обемна ерозия, което ще усложни изработването и ще доведе до по-големи разходи за изработване на цялото изделие. Трябва да се цели да се улесни изработката и това освобождение да не доведе до допълнително време за довършителни работи по електрода или ерозирания детайл.

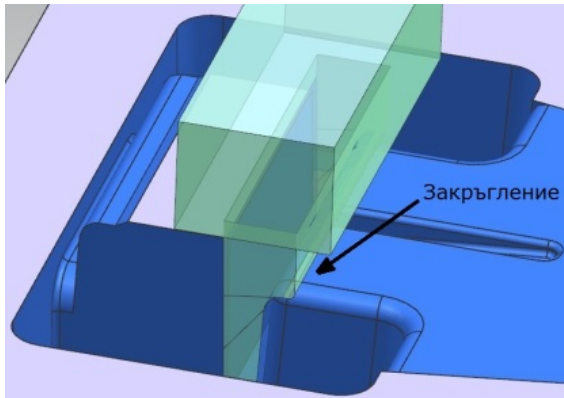
Една от грешките при обемна електроерозийна обработка, която се получава, е „ръб“ в следствие на рязко разделяне на повърхнина обработена чрез отнемане на стружка по класическите методи (струговане, фрезование, шлифование и т.н.).



Фиг. 11. Грешка в следствие на остри ръбове на електроди за обемна ерозия

При представения пример на фиг. 11 вероятността да се отпечата остър ръб в следствие на обемната електроерозийна обработка е много голям. Това може да се избегне, ако електродът не се подаде до пълната дълбочина, на която трябва да достигне (координата по ос Z), но това няма да е коректно, понеже ще се промени геометрията и изработения детайл няма да отговаря на изискваната форма. Поради тази причина, вместо да завършва с остър ръб, геометрията на електрода се препоръчва да се моделира

допълнително закръгление (от 0,2 до 1 mm) в зависимост от големината на моделирания електрод за обемна ерозия, детайла, който се обработва, участъка за „преливане“ на повърхнината и т.н.



Фиг. 12. Пример за предотвратяване отпечатването на остри ръбове по повърхността на обработвания детайл

3. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ ОТ ПРЕДСТАВЕНИТЕ ПРИНЦИПИ

Систематизираните принципи и препоръки са на базата на натрупания теоретичен опит и са приложени на практика в реално производство в една [5] от водещите фирми за проектиране и производство на специална инструментална екипировка, като основните им приложения са следните:

1. Подобряване на геометрията на физически изработваните детайли чрез комбиниране на механична и електроерозийна обработка;
2. Намаляване на грешките при моделиране на електроди за обемна ерозия, което намалява грешките и при физическото им изработване;
3. Минимизиране на брака в следствие на неправилно моделиране или неопитност на технолозите-конструктори на електроди за обемна ерозия;
4. Подобряване на качеството на изработваните пластмасови детайли в

следствие на по-доброто качество на електроерозийната обработка;

5. Намаляване на времето за реализиране на крайните продукти чрез премахване на брака, допуснат в следствие на грешки при моделиране на „sinker EDM“;

6. Оптимизиране процесите на моделиране – изработване на електроди за обемна ерозия чрез подобряване на технологичността и методите (съответно времето) за изработване.

Друга част от процесите на подобряване обработваемостта на електродите за обемна ерозия на сложните формообразуващи детайли, част от шприцформите, не са описани, тъй като те са очевидни и не е необходимо да бъдат представени в извършеното изследване.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Георгиев (1989). Електрофизични и електрохимични технологии в машиностроенето (София 1986).
- [2] <http://www.plastmasoviizdelia.com/polezna-informaci/%D1%88%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%BE-%D1%88%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%86%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0/>
- [3] <http://engineering-review.bg/engineering-statii.aspx?br=91&rub=1019&id=2284>
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_discharge_machining
- [5] <http://intechna.bg/>

Контакти:

маг. инж. Димитар Русев Георгиев
ТУ-София, катедра МТФ, каб. 3512
E- mail: Blagosloveniqt@dir.bg