

МОДИФИЦИРАНЕ НА КОНСТРУКЦИЯТА НА ШПРИЦФОРМА ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА ПЛАСТМАСОВ ДЕТАЙЛ “СВЕТЛОВОД” С ЦЕЛ НАМАЛЯВАНЕ НА ВРЕМЕТО ЗА ИЗРАБОТКА И ПОДОБРЯВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТТА

Маг. Инж. Георгиев Д.¹
Машинно-Технологичен Факултет – Технически Университет София, България¹
Blagosloveniqt@dir.bg

Резюме: Представено е конструктивно решение за промяна на конструкцията на шприцформа за производството на пластмасов детайл с цел подобряване на технологичността, намаляване на времето за изработка на формообразуващите детайли и времето за сглобяване на шприцформата.

Ключови думи: 3D модел, електрод, електроерозия, матрица, поансон, шприцформа

MODIFYING THE CONSTRUCTION OF MOLD FOR CREATING OF PLASTIC PART “LIGHT GUIDE” TO REDUCE THE TIME FOR THE MANUFACTURING AND IMPROVING TECHNOLOGY

M.Sc. Georgiev D.¹
Faculty of Industrial Technology – Technical University of Sofia, Bulgaria¹
Blagosloveniqt@dir.bg

Abstract: Presented a constructive solution to change the design of the mold for the production of plastic parts to improve manufacturability, reducing the time to shape parts and assembly time of mold.

Keywords: 3D Model, electrode, elektro erosion, cavity, core, mold

1. Увод

През последните години, полимерните материали навлязоха широко във всички отрасли на производството и бита, включително и в машиностроенето. Предпоставка за това е високата им ефективност, изразяваща се в малки енергийни разходи за получаване, използване на безотпадъчни технологии и по-малко труд при преработване, добри експлоатационни свойства и пр. Едно от съществените изменения в индустриалното производство на технически средства е използването на пластмасите и композитните материали за изработка на все по-голям брой и различни по размери детайли. Нараства използването на пластмаси за различни продукти за потреблението, медицината, фармацевтиката. Това наложи промяна в структурата на технологичното оборудване и инструменталната екипировка на индустриалните производствени предприятия. Все още когато се анализират проблемите с инструментите в машиностроенето се имат предвид металорежещите инструменти.^{1,2}

Появата на нови пластмаси и на модификации от досегашните наложи въвеждане на по-прогресивна техника и технология на преработването им. Новите обработвани материали наложиха нов вид инструменти по сложност, цена, трайност. Производителите на инструментална екипировка следва да реагират на потребителските търсения, които зависят от интеграцията на потребителското влияние в проектирането и производството на продуктите и процесите на развитие на предлаганите продукти. Разработват се усъвършенствани компоновки на шприцформи и оригинални конструктивни решения за сложни по конфигурация полимерни изделия. Внедряват се нови модерни системи за подаване на полимерната стопилка,^{3,4,5} за изваждане на готовите изделия, за водене и центроване на отделните възли и др. Появяват се нови материали и средства за ускорено и ефективно темпериране на формите, което води до значително съкращаване на производствения цикъл. Голямо значение имат т.н. горещо канални леякови системи, с които се постига напълно безотпадъчна технология и съкращаване на

производствения процес при повишено качество на продукцията. Предлагат се нови метали и сплави за изработка на формообразуващите детайли, които са с подобрена обработваемост и по-високи якостни, трибологични и експлоатационни свойства. Бавното и неточно ръчно закрепване към производствените машини се автоматизира чрез ползване на хидравлика и електроника. Разработват се голям брой възли и приспособления, с които се подобрява действието на формите и качеството на продукцията. Към тях спадат различните фитинги и куплунги за бързо свързване с темпериращата система и електрозахранването, контролно-измервателни средства, филтри за полимерни стопилки и пр. За залагане на малки и сложни вложки както и за изваждане и сортиране на готовите изделия широко се внедряват промишлени манипулатори и роботи, някои от които са неделима част от шприцформите. Масово се преминава към производство на унифицирани и нормализирани пакети, детайли и приспособления – те съществено съкращават конструкторската и технологичната подготовка, ускоряват внедряването и поевтиняват инструменталната екипировка. Усъвършенстват се методите за якостно изчисляване на силово натоварените детайли и възли и се предлагат нови методики за прецизно оразмеряване на формообразуващите повърхнини и детайли. Въвеждането на компютърна техника и усъвършенствани програмни продукти, включително и за триизмерно изобразяване, извеждат конструирането и производството на технологична екипировка на нов по-висш етап на развитие².

2. Технологична последователност за изработка на формообразуващи детайли от шприцформа

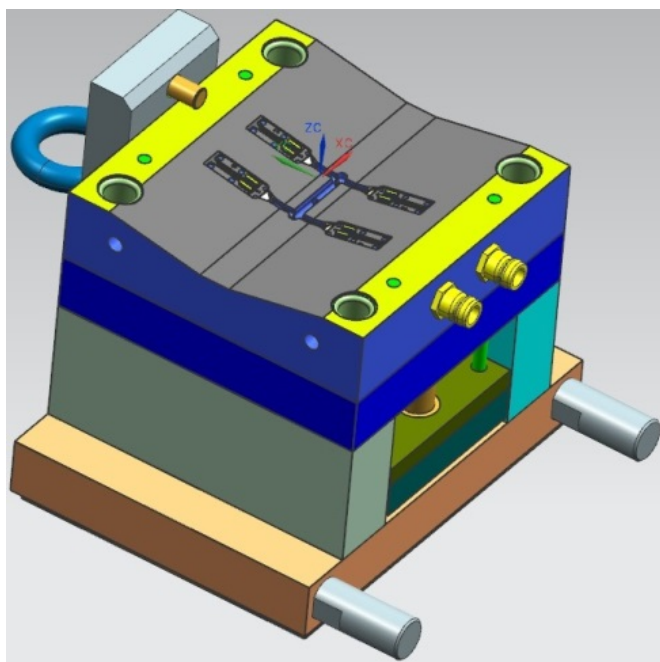
Изследванията в областта и практически наложените методи са свързани със стандартна последователност при изработването на формообразуващите (матрици, поансони, вложки, плъзгачи, наклонени изхвъргачи и т.н.) призматично корпусни и ротационни детайли. Тази последователност е

утвърдена с времето, осигурява много добри резултати и рядко търпи промени. Специфичната последователност за получаване на призматично корпусните детайли включва следните основни етапи: Винаги се започва с получаване на заготовка, обикновено чрез универсални машини; пробиване на отвори за охлаждане чрез координатнопробивни машини; преминава се към груба фрезова операция за обработка на профилните повърхнини и отнемане на голяма част от прибавката което се извършва чрез програмни машини; следва термична обработка за постигане на необходимата твърдост на детайла; шлифовъчна операция за възстановяване на базовите повърхнини и шлифоване на отворите за изхвъргачния пакет и/или кръгли вложки; чисто и окончателно фрезозване на всички повърхнини за които това е необходимо и възможно чрез ММ с ЦПУ; обемна и нишкова ерозия с помощта на програмни машини осигуряващи необходимата точност и скорост на изпълнение на процеса; шлосерска операция за постигане на необходимата грапавост на специалните формообразуващи и затварящи повърхнини, и сглобяване на цялата шприцформа.

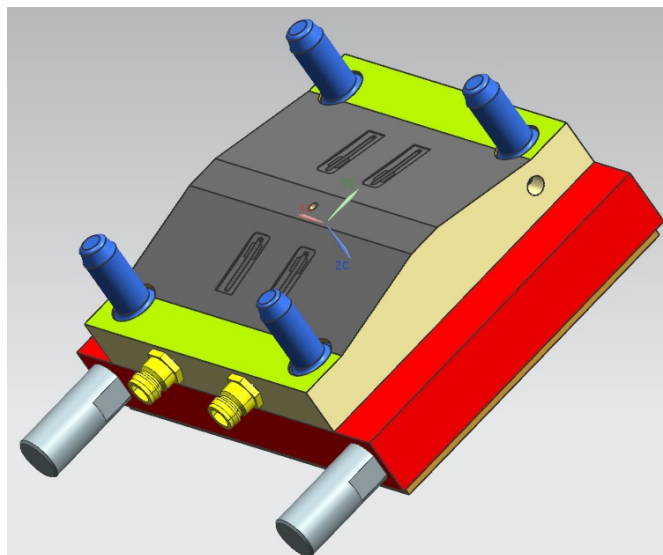
Тази последователност на технологичния процес е изпитана, използва се и в наши дни, постиганите резултати са задоволителни, но въпреки това се работи в направление на подобряване на точността, намаляване на времето и цената на изработваните изделия от този тип.

3. Конфигурация на шприцформа за изработване на пластмасов детайл

Сложността на всяка шприцформа зависи от редица фактори като най-основните от тях са геометрията на произвеждания пластмасов детайл, брой на делителните повърхнини, temperиращата система, броя на шприцваните изделия за един цикъл, конфигурацията на шприцмашината и много др. Колкото по-проста е конфигурацията на шприцформата толкова по-лесна и бърза ще е изработката ѝ. Изследваната шприцформа е от стандартен тип четиригнездова с една делителна равнина шприцформа. Конфигурацията на подвижната (поансонната) половина е показана на фиг. 1, а на неподвижната на фиг. 2.

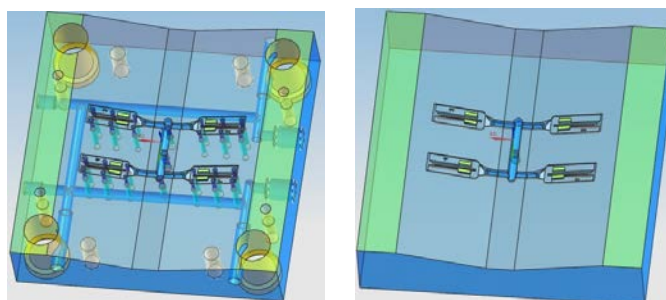


Фиг. 1 Поансонна половина на шприцформа за изработване на пластмасов детайл „светловод“.

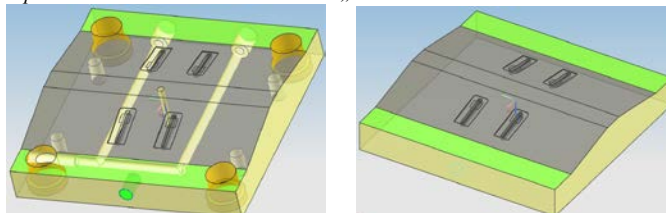


Фиг. 2 Матрична половина на шприцформа за изработване на пластмасов детайл „светловод“.

Технологичната подготовка на процеса при производство се състои в изготвяне на маршрутни и технологични карти за всеки от детайлите част от шприцформата. Специфично за детайла „поансон“ е създаването на управляваща програма за CNC машина, генериране УП за нишковоерозийна машина и моделиране, и изработка на необходимите електроди за обемна ерозия. За да се облекчи процеса на проектиране на механична обработка и генериране на управляващи програми за механична обработка се модифицират детайлите матрица и поансон, както е показано на фиг. 3 и фиг. 4.



Фиг. 3 Подготовка на 3D модела на поансон, част от шприцформата за изработване на пластмасов детайл „светловод“.



Фиг. 4 Подготовка на 3D модела на матрица, част от шприцформата за изработване на пластмасов детайл „светловод“.

4. Изчисления на необходимото време за изработка на формообразуващите детайли при първоначалната конфигурация на инструмента

От практиката знаем, че производството на формообразуващите детайли, част от шприцформи е свързано с проектиране на маршрутни карти, технологични процеси и генериране на управляващи програми за металорежещи машини с ЦПУ. При първоначалната конфигурация на шприцформата е проектиран ТП за груба (преди) и финна (след термообработка – закаляване) обработка на детайла „поансон“,

част от шприцформа за производство на пластмасов детайл „светловод“. Избират се от каталог⁶ иновационни инструменти за механична обработка на формообразуващите и затварящи повърхнини. Практически използваните параметри на технологичния процес, при обработването на подобни детайли, както и съответното необходимо време след проектирането на технологичния процес и генериране на управляващи програми за металорежещи машини с цифрово програмно управление е систематизирано и представено в удобен вид в табл. 1. За пресмятането на оборотите на въртене на шпиндела на обработващия център и подаването са използвани стандартните формули, като получените стойности са закръглени за удобство.

$$S = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_c} [\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}] \text{ и } F = f_z \cdot z_n \cdot S [\text{mm} \cdot \text{min}]$$

В таблицата е отбелязана дълбочината до която достига режещия инструмент при обработка, с цел настройка на металорежещата машина да съобрази това за да не се получи колизия между цапгата/шпиндела и обработвания детайл. Вписаното време за изпълнение на съответната програма е приблизително изчислено според режимите, дълбочината на рязане и количеството отнеман материал. Трябва да се отбележи, че тук не е включено времето за настройка на машината и подготвителната работа поради тъйкато се набляга на необходимото време при работа на металорежещата машина. Общото работно време което е необходимо за изработването само на детайлт „поансон“ при тези операции е $\approx 4:30$ h. След приключване на финната обработка с помощта на CNC металорежещата машина се преминава към обемна електроерозийна обработка, тъй като няма профили който трябва да се обработят чрез нишкова електроерозийна обработка.

Таблица 1: Технологична карта за изработване на детайл поансон, част от шприцформа „светловод“.

N	Операция / Име на програма	Машина / Инструмент	Забележка	Режим	Дълбочина при работа на инструмента	Време за изпълнение
1	584mg1	Ф63_R5	Груба	S = 500 F = 550	Z = - 3.5	≈ 2 min
2	584mg2	Ф20_R0.8	Груба	S = 1200 F = 500	Z = - 8.8	≈ 12 min
3	584mg3	Ф10	Груба	S = 1600 F = 380	Z = - 9.4	≈ 27 min
4	584mg4	Ф4	Груба	S = 2000 F = 300	Z = - 9.7	≈ 41 min
5	584mf5	Ф3_R1.5	Финна	S = 2200 F = 220	Z = - 13.7	$\approx 1:04$ h
Финна обработка след закаляване						
6	584mf6	Ф14_R0.5	Финна	S = 1800 F = 450	Z = - 9.5	$\approx 1:41$ h
7	584mf7	Ф10	Финна	S = 2000 F = 450	Z = - 9.5	$\approx 0:10$ h

5. Изчисления на необходимото време за изработка на формообразуващите детайли при новата конфигурация на инструмента

Постиганата точност и грапавост при стандартните технологични обработки като стъргане, струговане, фрезване, шлифоване и др. в процеса на производство на призматично корпусни детайли са определени от практиката⁶.

Таблица 2: Параметри при електроерозийна обработка на детайлите поансон и матрица, част от шприцформа „светловод“.

Parameters	Rough	Finishing
Nozzle Dia	6.5 mm	6.5 mm
Wire	Ф0.25 mm	Ф0.25 mm
Cutting speed	3.56 mm/min	4.13 mm/min
Wire feed	10 mm/min	13 mm/min
Work material	Dies steel	Dies steel
Accuracy	6	6
Longitude	≈ 150 mm	≈ 150 mm
Total time of cutting	≈ 1 h	≈ 1 h
Cutting volt	10	10
Servo volt	32	40

Както знаем от литературата⁷ и практиката при фрезването може да се достигне точност $9 \div 11$ -ти клас и грапавост Ra0.63 μm , а при шлифоването $8 \div 9$ -та точност и грапавост Ra0.32 \div 0.16 μm . Нишковата и обемната електро ерозийна обработка също осигурява висока степен на точност и грапавост – $6 \div 9$ -та точност и Ra1.25 \div 0.63 в зависимост от режимите. Съществуват редица специфични особености при използването на този метод за обработка, но въпреки това при правилна подготовка и преценка на възможностите се постигат изключително добри резултати. За да бъде приложен метода е необходимо да се промени геометрията на поансона. Корекцията се извършва като конструктивно се премоделира детайла „поансон“, като за да се осигури пътя на нишката при електроерозийна обработка е необходимо да се моделират 4 леви поансонни вложки и 4 десни поансонни вложки, а формообразуването на поансона да се модифицира (вж. фиг. 5).

По този начин се осигурява и по-бърза подготовка на технологичните процеси, тъй като с генерирането на една програма могат да се обработят поансона и матрицата като разликата е в офсетирането (корекцията) на пътя на медната нишка – инструмент.

Използвани са параметрите показани в табличен вид в табл. 2 за грубо (rough) и финно (finishing) рязане при проектиране на технологичния процес и генерирането на управляваща програма за CNC нишкова електроерозийна машина.

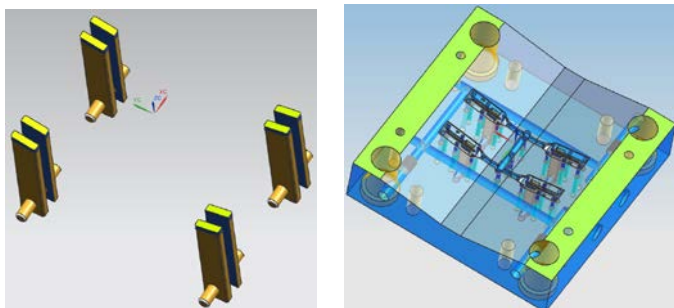
Когато се ползва този вариант на конструкцията на шприцформата се обработват окончателно делителните повърхнини на двата детайла – матрица и поансон, само за 4 h. В този случай е включено и времето за настройка на машината и цялото работно време на машината.

Добавянето на вложки към формообразуващите детайли изисква обработка и на повърхнините с който вложките ще контактуват с поансона и ще затварят формата. Новите 8 профила са подходящи да бъдат изработени чрез нишкова електроерозийна обработка.

Проектира се технологичен процес за електроерозийна обработка и се генерират управляващи програми за електроерозийна машина. Параметрите за грубата и финна електроерозийна (Wire EDM) обработка са систематизирани в табл. 3.

За изработването на заготовките е необходимо да се извърши минимална корекция на програмата – да се смени офсетирането (корекцията) на режещия инструмент (медната нишка) и да се зададе нова начална точка извън профила на детайла, което се

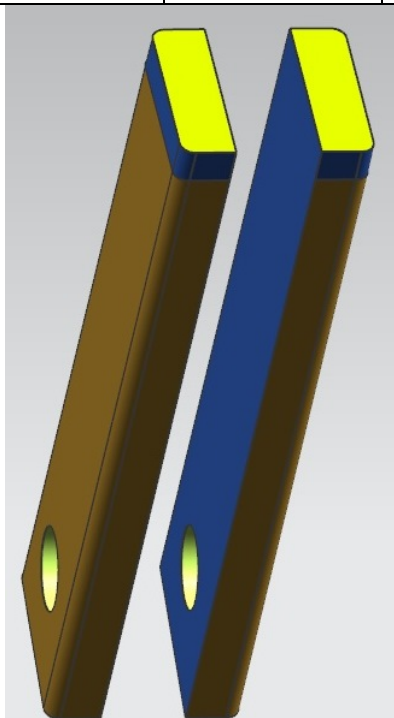
извършва лесно и бързо върху самата CNC електроерозийна машина. По този начин чрез една генерирана програма се извършва окончателната обработка на поансона и се получават окончателно габаритните размери на поансонните вложки. Времето за изработване на вложките се компенсира с простата им форма (фиг. 6) и възможността да се дообработят за по-кратко време.



Фиг. 5 Поансонни вложки и нова конфигурация на поансон.

Таблица 3: Параметри при електроерозийна обработка на новите профилни повърхнини на детайл поансон, част от биприцформа „светловод“.

Parameters	Rough	Finishing
Nozzle Dia	6.5 mm	6.5 mm
Wire	Φ0.25 mm	Φ0.25 mm
Cutting speed	3.56 mm/min	4.13 mm/min
Wire feed	10 mm/min	13 mm/min
Work material	Dies steel	Dies steel
Accuracy	6	6
Longitude	≈19 mm	≈19 mm
Total time of cutting	≈8 h	≈8 h
Cutting volt	10	10
Servo volt	32	40



Фиг. 6 Вложка поансонна лява и дясна.

6. Изводи от получените резултати

1. Технологичното време за подготовка на отделните обработки се намалява
2. Опростяване на геометрията на детайлите което спомага за намаляване на време за получаване на заготовки
3. Времето за изработване и напасване на отделните формообразуващи детайли се намалява
4. Вероятността от грешки се минимизира поради използването на едни и същи програми за обработка на матрица, поансон и поансонни вложки
5. Подобрява се точността и грапавостта на делителните и затварящи повърхнини без да е необходимо допълнително време за дообработване
6. Подобрява се въздухоотвеждането което намалява вероятността от „затваряне“ на въздух, прегаряне на материал и въздушни включения.

Благодарности:

Настоящите 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 базата на една от водещите фирми, произвеждащи инструментална екипировка и пластмасови изделия – Интехна АД [8].

Литература:

1. Георгиев (1989). Електрофизични и електрохимични технологии в машиностроенето (София 1986)
2. http://www.tu-sofia.bg/faculties/mf/adp/nntk_files/konf-13/Materials/NAPRAVLENIE-10/1-P.Vitliemov.pdf
3. http://www.fp7.org.tr/tubitak_content_files/270/ETP/MINAM/Roadmap4M.pdf
4. http://www.cit.iit.bas.bg/CIT_08/v8-4/84-93.pdf
5. <http://www.4m-net.org/files/papers/4M2008/07-05/07-05.PDF>
6. http://menk.mf.tu-sofia.bg/uploads/el_uchebn/OK_1/Razdel_I/1_8_Geometrich_na_tochnost.pdf
7. http://mri-uni.hit.bg/main3_9.html
8. <http://intechna.bg/>