

5. Горбенко П. К. Структура и превращение дырочных центров в кристаллах KCl:NaCl / П. К. Горбенко, А. А. Ковтун // ФТТ. – 1972. – Том 14, № 4. – С. 1225–1227.
6. Мотт Н. Электронные процессы в ионных кристаллах / Н. Мотт, Р. Генри. – М., 1950.
7. Лидьярд А. Ионная проводимость кристаллов / А. Лидьярд. – М., 1962.
8. Рубан М. А. Авторское свидетельство № 219862 / М. А. Рубан // Официальный бюллетень Комитета по делам изобретений и открытий. – 1968. – № 19, 96.
9. Guckers E.F., Halvetica Phys. Acta, 41, 493, 1968.
10. Горбенко П. К. Превращение электронных центров в кристаллах KCl+LiCl / П. К. Горбенко, Н. П. Калабухов, А. А. Ковтун // УФЖ. – 1973. – Том 18, № 7. – С. 1107–1111.
11. Schoemaker, D. Phys. Rev. B, Solid State, 7, 786, 1972.

УДК 621.9.048.4

А.М. Єрошенко, канд. техн. наук

Є.М. Кремчанін, магістрант

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

ПРОГРАМУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ В СЕРЕДОВИЩІ DELSCAM

А.М. Єрошенко, канд. техн. наук

Е.Н. Кремчанін, магістрант

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ В СРЕДЕ DELSCAM

Andrii Yeroshenko, PhD in Technical Sciences

Yevhen Kremchanin, Master's Degree student

Chernihiv National Technological University, Chernihiv, Ukraine

PROGRAMMING ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING IN THE ENVIRONMENT DELSCAM

Розглянуто програмування електроерозійної обробки в середовищі програмних продуктів компанії DELSCAM. Показано на конкретному прикладі, що для виробництва прес-форм для виготовлення пластмасових виробів використовується як остаточна – електроерозійна обробка. Створено 3-D модель пластмасового виробу, прес-форми, електрода.

Ключові слова: прес-форма, електроерозійна обробка, електрод.

Рассмотрено программирование электроэрозионной обработки в среде программных продуктов компании DELSCAM. Показано на конкретном примере, что для изготовления пресс-форм для изготовления пластмассовых изделий используется как окончательная – электроэрозионная обработка. Создана 3-D модель пластмассового изделия, пресс-формы, электрода.

Ключевые слова: пресс-форма, электроэрозионная обработка, электрод.

Article dedicate programming EDM machining of medium software companies DELSCAM. Shown by way of example, that for manufacturing molds for manufacturing plastic products used as final - electro-discharge machining. Creates a 3-D model of plastic products, mold, electrode.

Key words: mold, electro-discharge machining, electrode.

Постановка проблеми. Здавалося б, що з розвитком фрезерування на верстатах з ЧПК проблему з формою, розмірами та якістю оброблених поверхонь вирішено, але все рівно знайдуться якісь поверхні, які важко отримати за допомогою фрезерування. Особливо це стосується поверхонь, які мають внутрішні радіуси округлень на багато менші, ніж радіус фрези. А також це стосується остаточної якості обробленої поверхні. Тому для отримання остаточної якості поверхні використовується електроерозійна обробка на верстатах з ЧПК.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Електроерозійна обробка (англ. EDM — Electric discharge machining) є різновидом електрофізичної обробки і характеризується тим, що зміна форми, розмірів та якості поверхні заготовки з електропровідного матеріалу відбувається під дією електричних (іскрового чи дугового) розрядів.

Вона ґрунтується на використанні контрольованого руйнування електропровідного матеріалу під дією електричних розрядів між двома електродами, тобто це вид механообробки з використанням електричної ерозії [1].

При електроерозійній обробці між електродом-інструментом і заготовкою є зазор, через який проходить електричний розряд, у результаті чого руйнуються як матеріал заготовки, так і матеріал електрода-інструмента. Але більшою мірою проходить руйнування матеріалу заготовки. На поверхні заготовки утворюється лунка за рахунок розплавленого металу, температура в зоні обробки становить до 10000°C . Імпульсні розряди, які виникають між катодом і анодом, мають енергію від $10^{-4} \div 10^{-6}$ Дж до десятків Дж. Напруга, що виникає між електродом-інструментом і заготовкою, становить від 10–20 В до 300–400 В. Тривалість імпульсу становить від частки мікросекунд до декількох мікросекунд. Частота імпульсів від 50 Гц до сотень кГц.

Електроерозійна обробка поділяється на:

- електроіскрову;
- електроімпульсну.

Відрізняються вони тривалістю імпульсу.

Для електроіскрової обробки тривалість імпульсу $< 10^{-4}$ секунди, а для електроімпульсної $> 10^{-3}$ секунди.

Також електроіскрова обробка відрізняється від електроімпульсної скважністю, для електроіскрової – $g > 5$, а для електроімпульсної – $g < 5$.

Скважність g – це відношення періоду повторення імпульсу T , до його тривалості τ :

$$g = \frac{T}{\tau}.$$

Основні матеріалами для виготовлення електрода-інструмента [2]:

- мідь чиста М1, М2;
- латунь ЛБ2;
- вольфрам;
- алюміній;
- графіт;
- композити.

Основними рідинами, які використовуються при електроерозійній обробці, є [3]:

- суміш масла (індустріальне 20) і гасу в пропорції 1:1 або 1:2;
- дистильована вода (при обробці на верстатах з ЧПК).

Переваги електроерозійної обробки над механічною:

- скорочення кількості операцій обробки, оскільки точність і якість оброблених поверхонь відповідають відповідному шліфуванню;
- до деталі не треба докладати великих зусиль під час оброблення;
- усунення деяких обмежень під час оброблення (наприклад, за твердістю заготовки);
- можливість отримання складних за конструкцією деталей.

Недоліки електроерозійної обробки:

- високе енергоспоживання;
- швидке зношування електрода-інструмента;
- неможливість обробки діелектричних матеріалів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У недалекому минулому для створення 3-D моделі електрода потрібно було імпортувати модель виробу в іншу програму, в результаті чого геометрія могла спотворюватися, тому нині більш

зручним є проектування виробу, прес-форми й електрода в одній програмі, що виключає спотворення геометрії.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є проектування електрода-інструмента для обробки матриці (рис. 1) і пуансона прес-форми для виготовлення пластмасового кутника (рис. 2).

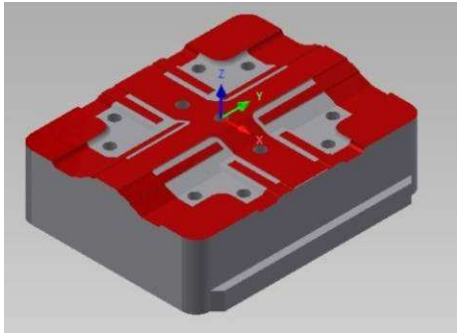


Рис. 1. Зображення 3-D моделі матриці

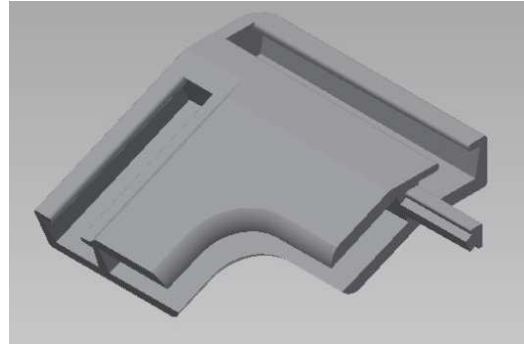


Рис. 2. Зображення 3-D моделі кутника

Виклад основного матеріалу. Цей пластмасовий кутник використовується для з'єднання рами гнучого скла холодильника для морозива (рис. 3).

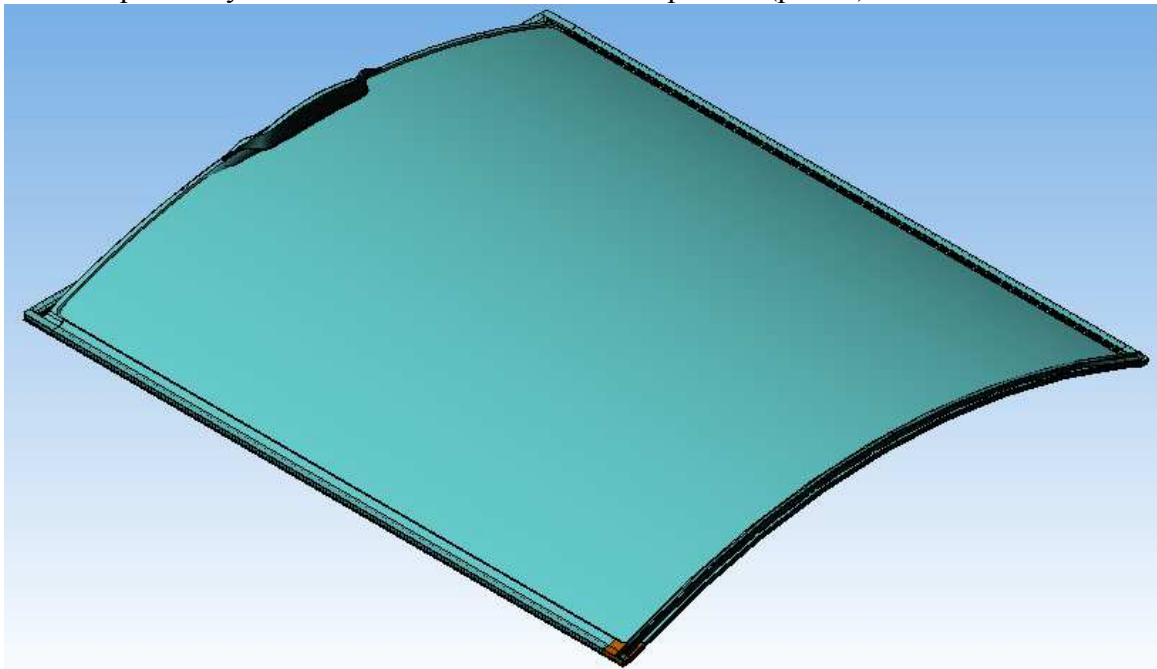


Рис. 3. Зображення кутника у складі рами зі скло

Створення 3-D моделі кутника, деталей прес-форми й електрода-інструмента виконується в CAD-системі Delcam Powershape, який є високопродуктивним і простим у використанні інструментом моделювання поверхонь складної форми.

Для того, щоб спроектувати електрод-інструмент у програмі Powershape, спочатку потрібно створити 3-D модель пластмасового кутника. Після цього за допомогою програмного продукту Autodesk Simulation Moldflow Adviser виконується аналіз пластмасового виробу: обираються найкращі ділянки для вприскування пластичного матеріалу (рис. 4); встановлюється місце вприскування й аналізується модель на проливання, охолодження, попередню якість, можливі дефекти, а також жолоблення (рис. 5).

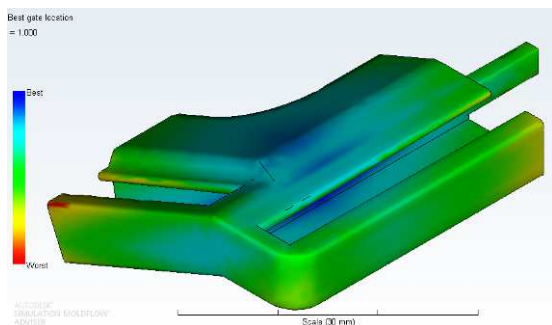


Рис. 4. Зображення найкращих ділянок вприскування

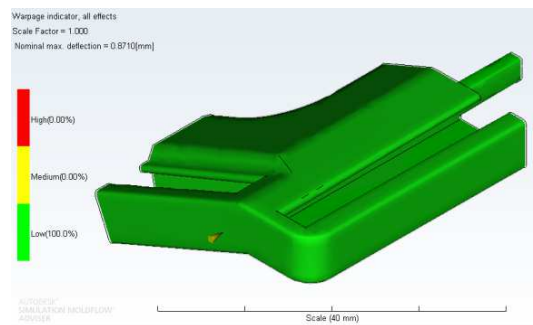


Рис. 5. Зображення можливого жолоблення

Користуючись результатами аналізу, за допомогою програми Powershape проектується прес-форма (рис. 6): матриця, пуансон, знаки, система живлення, охолодження, виймання готового виробу.

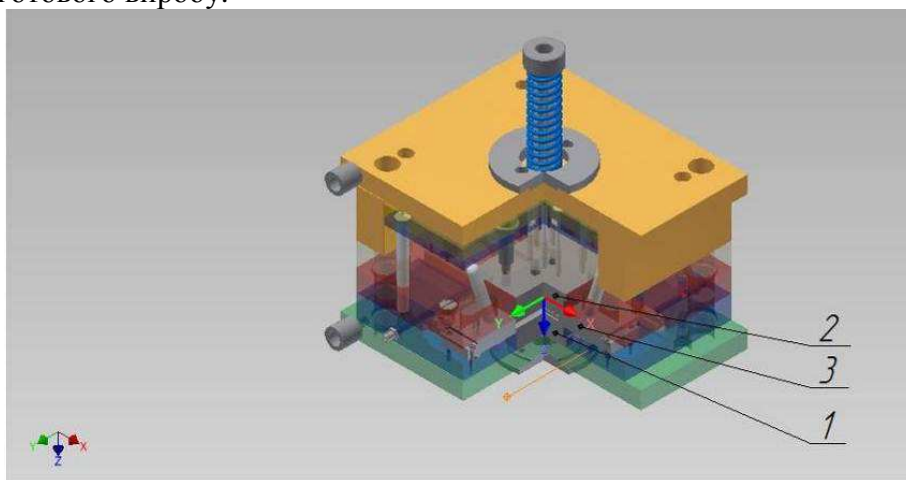


Рис. 6. Зображення прес-форми для виготовлення пластмасового кутника:
1 – матриця; 2 – пуансон; 3 – знак

Маючи готову прес-форму можна приступати до проектування електрода-інструмента для надання форми і розмірів формотворної поверхні матриці. За допомогою вбудованого модуля Electrode створюється модель електрода (рис. 7).

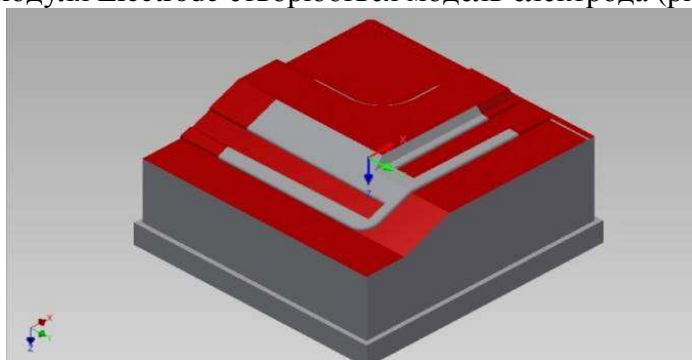


Рис. 7. Зображення 3-D моделі електрода-інструмента

Оскільки обробка проводиться на верстаті з ЧПК, то як робоча рідина застосовується дистильована вода. Для виготовлення такого електрода-інструмента використовується чиста мідь М1.

Після проектування інструмента проводиться моделювання механічної обробки (рис. 8) самого інструмента. За допомогою програмного продукту PowerMILL розробляється маршрут механічної обробки, здійснюється підбір інструменту, режимів різання.

Виготовлення електрода відбувається на фрезерному центрі моделі Twinhorn VH-850L3 з ЧПК Mitsubishi (рис. 9).

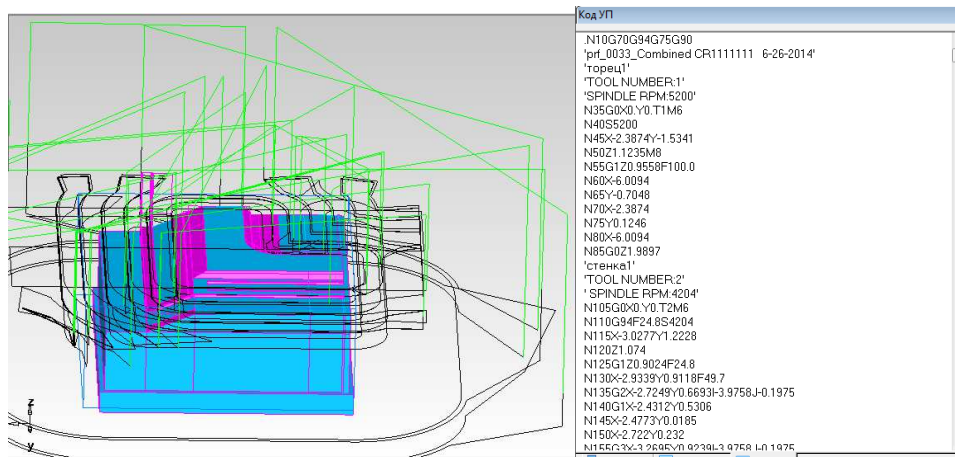


Рис. 8. Зображення траєкторій руху інструмента при обробці електрода-інструмента і тексту програми



Рис. 9. Зображення верстата і обробки електрода-інструмента

Виготовивши електрод, можна приступати до механічної обробки матриці. Спочатку, по можливості, на фрезерному верстаті з ЧПК знімається основний шар матеріалу. Далі остаточна форма і розміри надаються за допомогою електроерозійної обробки.

Висновки і пропозиції. Аналіз джерел дає можливість зробити такі висновки:

1. Електроерозійна обробка є найбільш доречною при виготовленні пуансона і матриці заданої прес-форми, оскільки такий спосіб обробки дозволить остаточно отримати задану форму, розміри та якість поверхні.

2. Для розробки 3-D моделей пластмасового виробу, прес-форми й електрода найбільш доцільно використовувати програмний продукт Delcam Powershape, до складу якого входять вбудовані модулі для проектування прес-форм і електродів.

3. Для підвищення продуктивності та зниження собівартості при виготовленні пуансона і матриці чорнову обробку доцільно проводити фрезеруванням на верстаті з ЧПК, а остаточну чистову – електроерозійною обробкою.

4. Найбільш раціонально створювати електрод-інструмент у середовищі Delcam Powershape, оскільки форма і розміри виробу, прес-форми й електрода взаємопов'язані.

Список використаних джерел

1. Лазаренко Б. Р. Электрическая эрозия металлов / Б. Р. Лазаренко, Н. И. Лазаренко. – М., Л. : Государственное издательство, 1944. – 28 с.

2. Электроэрозионная и электрохимическая обработка. Расчет, проектирование, изготовление электродов-инструментов. Ч. 1. Электроэрозионная обработка / под ред. А. Л. Лившица и А. Роша. – М. : НИИмаш, 1980. – 224 с.

3. Абляз Т. Р. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов : учеб. пособие / Т. Р. Абляз, А. М. Ханов, О. Г. Хурматуллин. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 121 с.