

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД «ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ К.Д. УШИНСЬКОГО»
ХУДОЖНЬО-ГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ І ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ



**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
ДО ДИСЦИПЛІНИ
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ»
З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ ARTSAM**

Для студентів художньо-графічного факультету

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Спеціальність 015 Професійна освіта (Дизайн)

Одеса – 2019

Укладач: **Савельєва Олена Вячеславівна**, кандидат технічних наук, доцент

Рецензенти: **Колеснікова Катерина Вікторівна**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технологій управління Київського національного університету ім. Тараса Шевченка

Вікторов Олександр Валентинович кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки Архітектурно-художнього інституту Одеської державної академії будівництва та архітектури

Навчальний посібник до дисципліни «Комп'ютерне проектування» з використанням системи ArtCAM містить основні відомості щодо роботи в CAD\CAM системі ArtCAM. Цей програмний пакет для просторового моделювання та механічної обробки дозволяє автоматично генерувати 3D моделі з плоского рисунка і одержувати по них вироби на верстатах з ЧПУ. ArtCAM пропонує потужний, легкий у використанні набір засобів моделювання, який надає дизайнерові свободу при створенні складних просторових рельєфів.

Навчальний посібник до дисципліни «Комп'ютерне проектування» з використанням системи ArtCAM для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 015 Професійна освіта (Дизайн) розглянуто і ухвалено на засіданні кафедри технологічної і професійної освіти

протокол № 4 від «25» листопада 2019 року

*Рекомендовано до друку Вченою Радою
державного закладу «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К.Д. Ушинського»
(протокол № _____ від «___» _____ 2019 року)*

Савельєва О.В. Навчальний посібник до дисципліни «Комп'ютерне проектування» з використанням системи ArtCAM / О.В. Савельєва — Одеса: Вид-во ПНПУ імені К.Д. Ушинського, 2019. — 179 с.

© Кафедра технологічної і професійної освіти, художньо-графічний факультет, ПНПУ імені К.Д. Ушинського, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА	7
1.1. Технологічні основи обробки деталей на фрезерних верстатах з ЧПУ	7
1.2. Інтегровані виробничі технології	12
1.3. Роль 3D CAD моделювання	15
1.4. Способи генеративних 3D матеріалізацій моделей виробів	16
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ У СИСТЕМІ ARTCAM	19
2.1. Інтерфейс artcam pro	19
2.2. Створення 2D та 3D зображень в ArtCAM Pro	20
2.2.1. Растрове, векторне та рельєфне зображення	20
2.2.2. Малювання растрового зображення	22
2.2.3. Рисування векторів	25
2.3. Створення тривимірного рельєфу	32
2.3.1. Робота з текстом на прикладі побудови букв постійної висоти	36
2.3.2. Управління вікном тривимірного вигляду	39
2.3.3. Тривимірний шаблон	42
2.3.4. Зв'язування кольорів	43
2.3.5. Згладжування рельєфу	45
2.4. Побудова криволінійних профілів	46
2.4.1. Обертання	46
2.4.2. Поворот	49
2.4.3. Комбінування рельєфів	50
2.4.4. Видавлювання	53
2.5. Робота з текстурі в ArtCAM Pro	54
2.6. Інші корисні інструменти ArtCAM Pro	62
2.7. Технічні прийоми, що застосовуються для поліпшення якості рельєфів	66
2.8. Зафарбовування моделі в ArtCAM Pro	73
2.9. Механічна обробка рельєфу в ArtCAM Pro	74
2.10.1. Створення УП	74
2.10.2. Приклад механічної обробки	83
2.10.3. Менеджер УП	85
2.10.4. Імітація УП	87
2.10.6. Збереження УП	89
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ У СИСТЕМІ ARTCAM PRO	90
3.1. Робота з векторними та растровими інструментами ArtCAM Pro на прикладі побудови 3D-моделі ведмежа	90
3.2. Побудова моделей з використанням тривимірних шаблонів	103
3.3. Побудова рельєфів по криволінійних профілях	109
3.4. Створити текстури по рельєфу	120
3.5. Створення складних рельєфів за допомогою скріплення кольорів	122
3.6. Інтерактивне редагування рельєфу	129
3.7. Моделювання ювелірних виробів: кільце	131
3.8. Створення рельєфу зі сканованого рисунка птаха	133
3.9. Побудова моделі «Кулон»	144
3.10. Механічна обробка рельєфу	146
3.11. Візуалізація механічної обробки	150
3.12. Механічна Обробка Елементів	151
РОЗДІЛ 4. ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ ARTCAM PRO ТА ARTCAM JEWELSMITH	166
4.1. Створення фірмового брелока компанії SIGO з використанням ArtCAM Pro	166
4.2. Проектування кліше для тиснення на шкірі з використанням системи ARTCAM Pro	171
4.3. Моделювання гарнітуру в системі ArtCAM JewelSmith	175
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	179

ВСТУП

В даний час в промислово розвинених країнах активно поширюються нові інформаційні технології наскрізної підтримки складної наукомісткої продукції на всіх етапах її життєвого циклу, в т.ч. на етапах технічного задуму, проектування, виробництва, продажу, експлуатації та сервісного обслуговування. Існуюча стратегія систематичного підвищення ефективності, продуктивності та рентабельності процесів господарської діяльності підприємства, а також об'єднання сучасних методів інформаційної взаємодії етапів життєвого циклу продукції називається CALS-технологіями (Continuous Acquisition and Life - cycle Support - безперервна інформаційна підтримка життєвого циклу продукту).

Цей навчальний посібник орієнтований на вивчення CAD / CAM- технологій, які є основною платформою для сучасного машинобудування та художніх виробництв: елементи декору інтер'єру, ювелірна та сувенірна промисловість та ін. Даний клас інформаційних технологій дозволяє знизити витрати виробництва при істотному підвищенні ефективності, скорочення циклу випуску виробу і термінів його запуску, що особливо важливо для роботи в умовах динамічної мінливої кон'юнктури сучасного ринку. Розвиток CAD / CAM- технологій дозволило вдосконалювати етапи дизайнерського опрацювання виробу, створення прототипів і дослідних зразків, в результаті чого з'явилися сприятливі передумови для оперативної зміни виробу відповідно до вимог маркетингової стратегії без відволікання значних ресурсів на коригування конструкції та технологічних процесів.

CAD (англ. Computer-aided design, CAD) - технологія автоматизованого проектування - є технологією суть якої полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, змін, аналізу і оптимізації проектів. Сама основна функція CAD - визначення геометрії конструкції (деталі механізму, архітектурні елементи, електронні схеми, плани будівель і т. п.), оскільки геометрія визначає всі наступні етапи життєвого циклу продукту. Для цієї мети зазвичай використовуються системи розробки робочих креслень і геометричного моделювання. Геометрія, визначена у цих системах, може використовуватися як основа для подальших операцій в системах САМ і САЕ. Це одне з найбільш значних переваг CAD, що дозволяє заощаджувати час і скорочувати кількість помилок, пов'язаних з необхідністю визначати геометрію конструкції з нуля кожного разу, коли вона потрібна в розрахунках [1].

САМ (англ. Computer-aided manufacturing) - підготовка технологічного процесу виробництва виробів, орієнтована на використання ЕОМ. Під терміном розуміються як сам процес комп'ютеризованої підготовки виробництва, так і програмно-обчислювальні комплекси, що використовуються інженерами - технологами, т.ч. це - автоматизована система технологічної підготовки виробництва. Фактично ж технологічна підготовка зводиться до автоматизації програмування верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ) [2]:

- 2 -х осьові лазерні верстати,
- 3 -х і 5 - осьові фрезерні верстати з ЧПУ;
- токарні верстати,
- обробні центри (у тому числі що використовують шість ступенів свободи);
- автомати поздовжнього точіння і токарно- фрезерної обробки;
- ювелірна і об'ємна гравірування.

Завершальні десятиліття минулого століття явили цілий ряд серйозних доказів того, що ми вступили в нове століття, який, виходячи з багатьох передумов, буде по праву називатися століттям технологій.

Найбільш переконливим прикладом таких технологій є інтегрована технологія прискореного прототипування, інструментального забезпечення та виробництва виробів - Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing (RPTM). Всі ці складові єдиного процесу мають спільну ідеологію і принципи, в основі яких лежить прямий перехід від 3D CAD образу безпосередньо до виробу без застосування оснащення, інструменту, технологічних середовищ і т. д. Тривимірне тверде тіло (виріб) отримують генеративним шляхом.

Наприклад, на етапі Rapid Prototyping образ виробу задається аналітично, кресленням, файлами комп'ютерних томографів або фотографіями. На цій основі створюється математична тривимірна модель конструкції об'єкта; віртуальний інжиніринг дозволяє оптимізувати конструкцію по тим чи іншим критеріям; далі тривимірна математична модель пошаровим нарощуванням матеріалізується (полімер, кераміка, папір, метал та ін.)

Сьогодні високі інтегровані технології все більш широко застосовують у різних галузях промисловості, архітектурі, медицині та ін. У цілому розробка і реалізація інтегрованої технології стає можливою тоді, коли в кожній з областей науки, техніки, технології, матеріалознавства і т. д. досягнутий необхідний новий рівень розвитку.

Зараз рівень всього індустріального виробництва в різних країнах та їх науково-технічний потенціал з великою часткою вірогідності можна оцінювати виходячи з того, в яких масштабах і в яких галузях економіки там застосовуються високі інтегровані технології, наскільки стали прозорими і проникними для ідей та їх реалізації перегородки між конструкторським і технологічним відділами, між заготівельним, ливарним, механічним, складальним цехами, відділами маркетингу і збуту.

Мова йде про те, що в ринкових умовах гнучка реакція виробництва на вимоги, що швидко змінюються, вже не забезпечується за рахунок лише підвищення продуктивності і зниження вартості продукції, до речі, що випускається в більшості випадків малими партіями. На передній план виходить фактор часу і якості, що вимагає застосування новітніх технологій, здатних забезпечити скорочення часу розробки, освоєння, виробництва і виходу на ринок нового виробу. У тимчасовій ланцюжок традиційного створення продукту - період між виникненням ідеї та виходом її на ринок - значна частка припадає на виготовлення моделей, прототипів і зразків виробу. У рамках інтегрованих технологій задача значного скорочення цієї частки вирішується найбільш успішно. Разом з тим слід визнати, що інтеграція останніх досягнень об'єктивно диктується тим, що поки ще геометричні, фізичні та ін. властивості RP виробів у ряді випадків відстають від властивостей аналогічних виробів, одержуваних традиційними способами, і вирівнювання цих відмінностей досягається шляхом подальших доробок - постпроцесов, а також застосуванням технологій мікро- і нанорівня. Саме ця інтеграція підсилює потенціал власне генеративних технологій макрорівня.

Все це вимагає зміни ідеології проектування і виготовлення, які потенційно ведуть до різкого скорочення часу і витрат, до реалізації принципу: Не великі поїдають менших, а швидкі поїдають повільних.

До систем CAD\CAM відноситься система автоматизованого проектування ArtCAM компанії Delcam, яка знаходить широке застосування в сучасній промисловості завдяки дружньому інтерфейсу та багатому набору інструментів для проектування. Заснована в 1977 році англійська компанія Delcam (у 2015 році об'єдналася з компанією Autodesk) є лідером в розробці програм конструкторсько-технологічного призначення для моделювання, виготовлення та контролю складних виробів та технологічного оснащення. Розроблений пакет ArtCAM призначений для різноманітних виробництв, де необхідно починаючи з ескізу до отримання твердотільної тривимірної моделі для подальшого виготовлення на верстаті з ЧПК або на машинах швидкого прототипування. За допомогою ArtCAM можна перетворити начерк художника на тривимірні моделі виробів з фотореалістичною візуалізацією на екрані комп'ютера, віртуально пропрацювати декілька варіантів виробу, визначити остаточні розміри з урахуванням усадки й, нарешті, представити замовникові на затвердження тривимірний проект виробу ще до початку його виробництва. За допомогою пакету ArtCAM можна виготовити високоякісні майстер-моделі на трьох- або чотирьохкоординатному верстаті з ЧПК. За бажанням геометричну модель з ArtCAM можна експортувати в STL-формат для передачі в іншу CAD-систему або на установку швидкого прототипування. Система дає можливість розрахувати об'єм і масу майбутнього виробу та всіх його компонентів з урахуванням усадки [2].

Унікальна можливість продуктів серії ArtCAM – можливість створення рельєфних поверхонь на основі двовимірних векторних або растрових графічних зображень, за основу може бути взята навіть фотографія зразка. ArtCAM містить інструментальні засоби для моделювання складних форм та об'єднання збережених рельєфів, генерації траєкторій обробки для чорнових і чистових стратегій гравіювання, а також підготовки даних для машин швидкого прототипування і тривимірних принтерів. Легкий і зрозумілий Windows-інтерфейс, швидкість вивчення і широкий діапазон можливостей дозволяють йому зайняти міцне місце в інструментальному багажі дизайнера і технолога. Інструменти системи ArtCAM дозволяють створювати художні об'ємні об'єкти складної форми на основі плоских ескізів [2].

Навчальний посібник містить основні відомості щодо роботи в CAD\CAM системі ArtCAM. ArtCAM дозволяє легко і швидко створювати тривимірні моделі з двовимірних зображень. УП (Програму, що управляє) в декілька проходів легко створити для чорнової, чистової обробки і гравіювання. УП може імітуватися, щоб отримати повне уявлення про результати

механообробки. Отримана модель може бути забарвлена і відтінена, використовуючи декілька джерел освітлення, типи світла, різні матеріали і кольори. ArtCAM пропонує потужний, легкий у використанні набір засобів моделювання, який надає дизайнерові свободу при створенні складних просторових рельєфів.

ArtCAM Pro - основна версія пакету без обмежень. Має повний функціонал по роботі з векторами і растровими зображеннями, побудовою рельєфу та його редагуванням. Доступні всі опції за розрахунок траєкторій обробки.

ArtCAM JewelSmith - версія для ювелірів, враховує особливості роботи та термінологію виготовлення ювелірних виробів. Містить спеціальні майстри, які дозволяють моделювати такі елементи як касти, шинку і т.д.

Особливості та переваги:

СТВОРЕННЯ 2D ЕЛЕМЕНТІВ

- Імпорт 2D векторів або растрових зображень, створених у будь-якому графічному редакторі, підтримуються формати DXF, DWG, EPS, AI, BMP, TIF, JPEG, GIF.
- Різноманітні інструменти векторного редактора дозволяють швидко створити проект будь-якої складності.
- Створення і позиціонування тексту уздовж будь-якої кривої. Дозволяє легко редагувати положення тексту, керувати відстанню між літерами, словами і реченнями.
- Бібліотека векторів для збереження і пошуку часто використовуваних елементів, символів та логотипів.
- Інструменти пошуку і виправлення помилок імпортованих векторів.
- Створення масиву елементів копіюванням або обертанням, вставка елементів.
- Інструмент інтерактивної деформації дозволяє довільно розтягувати вектора або текст для надання їм ефекту перспективи або скорегувати потрібним чином.

СТВОРЕННЯ 3D ЕЛЕМЕНТІВ

- Розвинені інструменти моделювання дозволяють створити 3D модель, використовуючи Растр або Вектора, створювати складні профілі витяжки, гладку стиковку і похилі площини.
- Інструменти "Інтерактивного скульптора" дозволяють "вручну" редагувати моделі в ArtCAM. Згладжування, видалення і додавання матеріалу, розмиття дозволяють отримати ефект ручної роботи.
- Майстер роботи з текстурами дозволяє декорувати модель, використовуючи стандартні текстури з бібліотеки ArtCAM, або створюючи власні з довільних растрових зображень або фотографій.
- Майстер створення рельєфу особи дозволяє конвертувати цифрову фотографію особи (тільки в профіль) в 3D модель. Зручно для створення пам'ятних та замовних сувенірів.
- Дозволяє додавати красиві текстури в проект імпортуючи растрові зображення або фотографії або використовуючи стандартні текстури ArtCAM.
- Інструмент інтерактивної деформації рельєфу дозволяє вільно маніпулювати існуючими моделями. Можна розтягнути / стиснути або вигнути рельєф вздовж довільних кривих.
- Дозволяє також вирізати і вставляти невеликі ділянки рельєфу з будь-якої частини моделі.
- Імпорт 3D моделей (STL, 3DS, 3D DXF) з інших програм безпосередньо в ArtCAM.
- Реалістична візуалізація моделей. Використовуються всі доступні кольори, різні схеми розташування джерел світла для отримання фотореалістичного зображення.

СТРАТЕГІЇ МЕХАНООБРОБКИ

- Швидкі та ефективні 3D стратегії обробки, включаючи чорнову вибірку та фінішну обробку.
- Майстер компонування векторів дозволить скоротити витрату матеріалу при розкрої.
- Ефективне компонування безлічі векторів та / або тексту в заданій області, описаної вектором, або на аркуші із заданими розмірами.
- 3D гравірувальні стратегії з автоматичною підчищенням кутів та гравірування по середній лінії.
- 2D профільна обробка з опціями керування формою і позицією підведення та відведення інструмента. Автоматичний або заданий користувачем порядок.
- Реалістична імітація обробки допомагає візуально оцінити якість обробки і виправити можливі помилки до обробки на верстаті.
- Редагована база інструменту з великою кількістю готового інструменту.
- Автоматична розбивка траєкторій на зони заданого розміру для обробки великого проекту по частинах або при обмежених габаритах матеріалу.
- Підтримується більшість поширених настільних гравірувально-фрезерних верстатів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. Технологічні основи обробки деталей на фрезерних верстатах з ЧПУ

➤ Система координат фрезерного верстату

Система координат верстата є головною розрахунковою системою. в якій визначаються граничні переміщення, початкові і поточні положення робочих органів верстата.

Для всіх верстатів з ЧПУ прийнята права система координат, при якій осі X, Y, Z вказують позитивні переміщення інструментів стосовно рухомих частин верстата. Позитивні напрямки руху заготовки щодо нерухомих частин верстата вказують осі X', Y', Z'. спрямовані протилежно осям X, Y, Z. Таким чином. позитивними завжди є такі рухи. при яких інструмент і заготовка віддаляються один від одного [3].

Кругові переміщення інструменту (наприклад, кутовий зсув осі шпинделя фрезерного верстата) позначають буквами A (навколо осі X), B (навколо осі Y), C (навколо осі Z). У поняття «кругові переміщення» не входить обертання шпинделя. несучого інструмент.

Вісь Z - збігається з віссю шпинделя. вісь X - з напрямком поздовжньої подачі стола. вісь Y - з напрямком поперечної подачі стола. Умовно приймається. що рух подачі здійснює фреза, а не стіл.

Початок системи координат верстата зазвичай поєднують з базовою точкою вузла, несучого заготовку. зафіксованого в такому положенні. при якому всі переміщення робочих органів верстата могли б описуватися позитивними координатами.

➤ Орієнтація затискних пристосувань на столі верстата

Пристосування для закріплення заготовок - в основному такі ж. як і для звичайних фрезерних верстатів: прихвати. лещата. поворотні плити. універсально- збірні. універсально-переналагоджувані пристосування та інші [3].

Орієнтація пристосування на столі верстата здійснюється по поздовжніх пазах столу і центральному отвору.

➤ Система координат деталі та інструменту

Система координат деталі - це система. в якій визначені всі розміри даної деталі і дані координати всіх опорних точок контуру деталі. Система координат деталі переходить в систему координат програми - в систему. в якій дано координати всіх крапок і визначені всі елементи. в тому числі і розміщення допоміжних траєкторій. які необхідні для складання керуючої програми (КП). Система координат деталі і програми зазвичай суміщені. У системі координат програми вказується точка початку обробки - вихідна точка або « нуль програми » (0). Перед початком обробки настроювальна точка інструменту повинна бути поєднана з цією точкою. При виборі осей координат для деталей, що мають осі симетрії. рекомендується приймати їх за осі координат.

У несиметричних деталях за осі координат рекомендується брати ті лінії креслення. від яких задається більшість розмірів деталей (Див. рис. 1. а, б). За відсутності підходящої точки на кресленні деталі нульову точку приймають за межами деталі (Наприклад, центр установочного штиря на пристосуванні (Див. рис. 1в) [3].

Система координат інструмента призначена для завдання положення його ріжучої частини щодо державки. Осі інструмента X_i , Z_i паралельні відповідним осям системи координат верстата і направлені в той же бік. Початок системи координат розташовують в базовій точці T інструментального блоку, яка поєднується з базовою точкою елемента верстата несучого інструмент, точкою N (Див. рис.2).

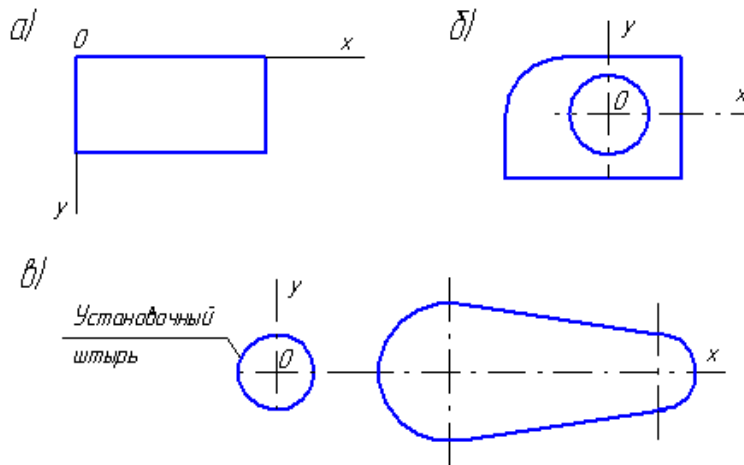


Рис. 1. Приклади вибору початку координат деталі:
 а - точка перетину взаємно перпендикулярних поверхонь;
 б - центр обробленого отвору;
 в - центр установочного штиря

Ріжуча частина інструменту характеризується становищем його вершини і ріжучих крайок. Вершина інструменту задається радіусом заокруглення і координатами налагоджувальної точки Р. Точка Р використовується в якості розрахункової при обчисленні траєкторії інструменту [1, 2].

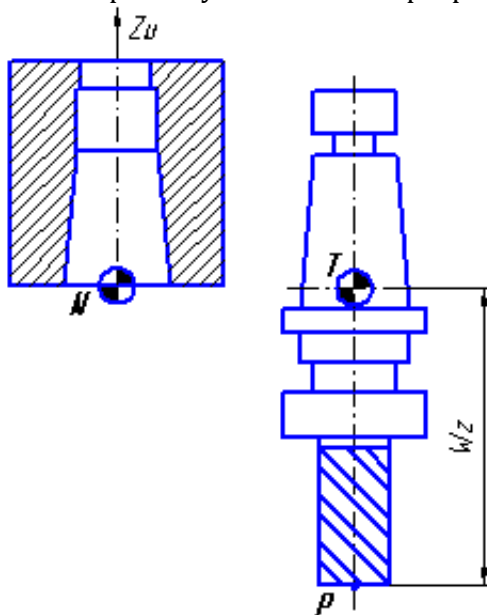


Рис. 2. Схема базування інструменту

➤ Підведення і відведення інструмента

Траєкторія переміщення інструменту складається з шляху підведення фрези до оброблюваної поверхні, шляхи врізання, робочого ходу і відводу від оброблюваної поверхні.

На ділянці врізання в припуск відбувається навантаження інструменту силою різання. Бажано, щоб сила різання наростала поступово.

Для чорнових робочих ходів, за відсутності кірки на поверхні заготовки та застосуванні жорсткої фрези допускається радіальне врізання в припуск, тобто в напрямку, перпендикулярному до оброблюваної поверхні (див. рис.3). Для всіх інших випадків обробки врізання повинно проводитися по дотичній до оброблюваної поверхні, що забезпечує плавну навантаження на фрезу і високу якість оброблюваної поверхні (Див. рис.3б).

Врізання в увігнуту поверхню рекомендується здійснювати по дузі кола, дотичній до оброблюваного контуру (Див. рис.4). Радіус цієї дуги $R_{\text{врез}} \geq (3 \div 4)t$, где t – глибина різання.

Врізання в плоску поверхню рекомендується під малим кутом ($5 \div 10^\circ$) (Див. рис.5а) або по дузі кола радіусом $(2 \div 3)D_{\text{фрези}}$ (Див. рис. 5б).

При великій глибині врізання його виконують зигзагоподібними рухами під кутом. Відведення фрези від обробленої рекомендується: по дотичній до цієї поверхні - якщо поверхня опукла; по дузі кола - якщо увігнута; під кутом або по дузі - для плоскої поверхні. Не допускається підйом фрези до висновку від обробленої поверхні, тому що через зняття пружних сил може відбутися «заріз» уступу.

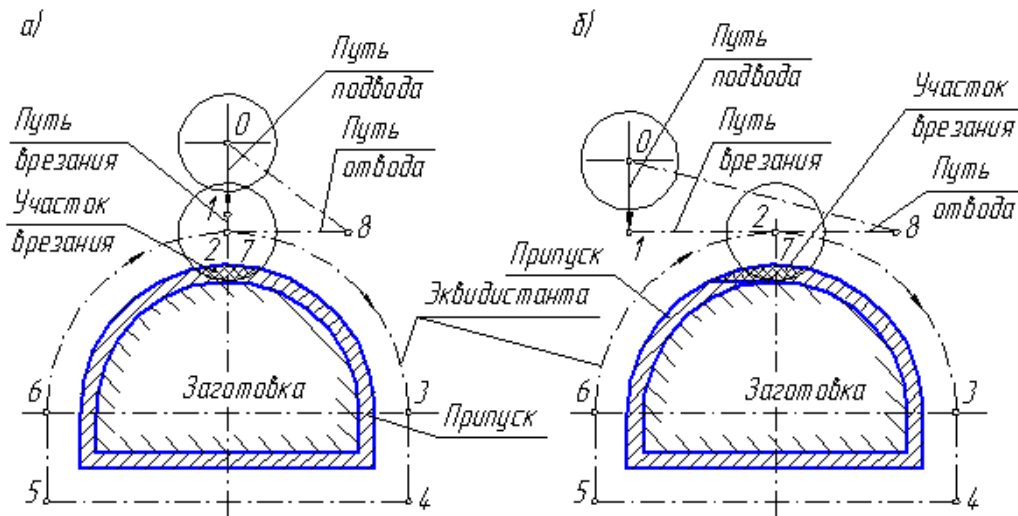


Рис. 3. Схеми врізання в припуск при фрезеруванні зовнішнього опуклого контуру: а - радіальне; б - дотичне

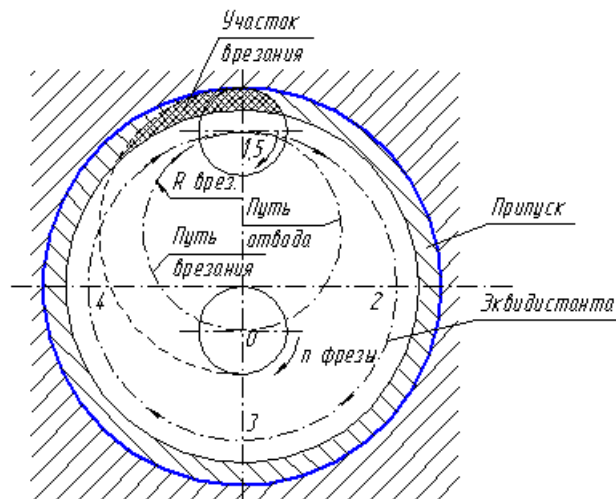


Рис. 4. Схема врізання в припуск при фрезеруванні внутрішнього контуру

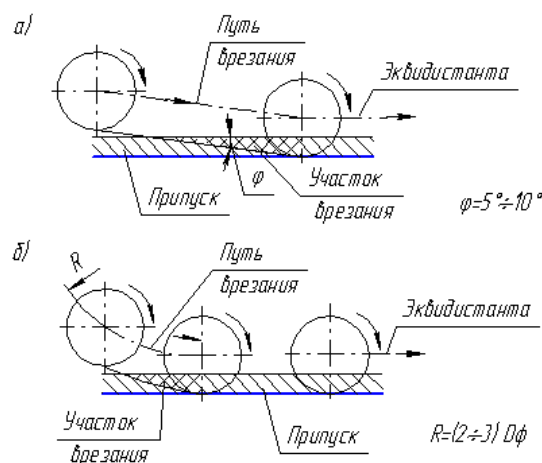


Рис. 5. Схеми врізання в припуск при фрезеруванні по площині: а - під кутом до площини; б - по дузі кола

➤ Представлення траєкторії обробки

Деталі, оброблювані на верстатах з ЧПК, можна розглядати як геометричні об'єкти. При обробці деталі інструмент і заготовка переміщуються відносно один одного по певній траєкторії. Програма обробки деталі задає (описує) рух певної точки інструменту - його центру (Р). Для кінцевої фрези зі сферичним торцем - це центр півсфери, для кінцевої, циліндричної, свердла, зенкера, розгортки - центр підстави [3, 4].

Якщо прийняти, що радіус інструменту під час обробки деталі по контуру залишається постійним, то траєкторія центру інструменту при контурній обробці є еквідистантним контуру деталі. У деяких випадках траєкторія руху центру інструменту може істотно відрізнитися від ліній контуру деталі (Див. рис. 6).

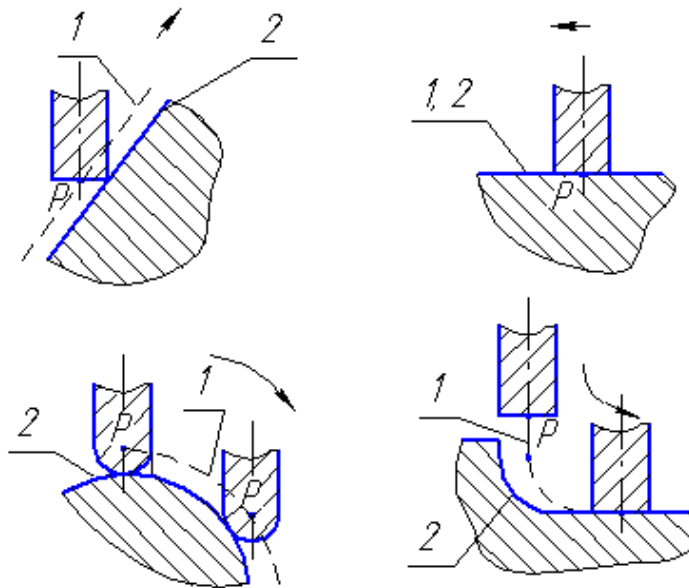


Рис. 6. Схеми траєкторії центру інструменту

Під еквідистантою розуміють таку траєкторію інструмента, при якій забезпечується обробка заданого контуру. Рух по еквідистанту відноситься тільки до траєкторії робочих ходів.

Для повної обробки деталі траєкторія руху центру інструменту повинна бути безперервною, тому траєкторія може бути представлена з окремих, послідовно переходять один в одного ділянок, при чому ці ділянки можуть бути ділянками контуру деталі або ділянками еквідистанти.

До геометричних елементів контуру деталі відносяться відрізки прямих, дуг кіл, криві другого і вищих порядків. Точки перетину елементів або переходу одного елемента в інший називаються геометричними опорними точками. Ці точки в більшості випадків є визначальними при завданні положення елементів контуру в просторі. Це положення задається в системі координат з певною заданою нульовою точкою.

На початку програмування в системі координат деталі задають положення базових елементів заготовки. Щодо нуля деталі задаються при програмуванні всі опорні точки, що визначають траєкторію руху центру інструменту при обробці [1, 2].

При установці деталі на верстат положення нуля деталі буде зафіксовано щодо координатної системи верстата.

При обробці деталі інструмент може переміщатися в одній площині - плоска обробка (2, 5 - координатна обробка), або мати складний рух у просторі - об'ємна обробка (3, 4, 5 - координатна обробка).

Типові траєкторії фрези САМ - системи різних виробників мають свої особливості у формуванні траєкторій - в цьому їх відмінність. Математика, яка закладена в системах, визначає точність обробки і якість поверхонь [3, 4].

Базовими способами формування траєкторії фрези є:

1) Зигзагоподібний - без обходу кордонів; з проходом уздовж кордонів наприкінці обробки; з попередніми проходом уздовж кордонів (Див. рис.7). Недоліки: змінний характер фрезерування, підвищене число зламів на траєкторії інструменту. (У багатьох САМ - системах різкі злами усунені).

і інструмент плавно переходить від проходу до проходу). Змінний характер обробки можна змінити за допомогою схеми Ш- образного типу - інструмент після виконання проходу вздовж рядка відводиться (піднімається) на невелику відстань від обробленої поверхні і на прискореному ході повертається назад. Недолік такої схеми - велика кількість допоміжних ходів. тому використовується для чистової обробки.

2) Спиралевидний - обробка ведеться круговими рухами інструменту вздовж зовнішнього кордону області на різній відстані від неї. Має два різновиди руху інструменту: від центру області до периферії і навпаки. При обробці колодязів з тонким дном деталей з легких сплавів слід враховувати, що наприкінці обробки за схемою від периферії до центру можливий підрив дна. тому слід використовувати схему від центру до периферії.

Для побудови траєкторії інструменту необхідно призначити відстань H (Див. рис.8) між сусідніми проходами. так як при торцевої обробці (площин. кишень. пазів) ця величина впливає на шорсткість (освіта гребінців). при обробці внутрішніх кутів може призвести до утворення необроблених ділянок. Максимально допустиме значення цієї відстані залежить від геометричних параметрів застосовуваного інструмента - діаметра фрези, радіуса заокруглення торця.

Відстань між сусідніми робочими проходами H можна розрахувати з умови достатньої перекриття сусідніх проходів

$$H = D_T \cdot K,$$

де D_ϕ - діаметр фрези, мм;

D_T - робочий діаметр торця фрези,

$$D_T = D_\phi - 2r;$$

K - коефіцієнт перекриття; $K = 0,9 \div 0,95$ під час чистової обробки, $K=1$ під час чорнової обробки.

При формуванні траєкторії обходу зовнішніх кутів необхідно передбачати варіанти їх обходу, т.к. внаслідок пружних деформацій кут може бути заокругленим або зрізаним. Для запобігання «зареза» на внутрішньому контурі рекомендуються такі прийоми:

- знизити подачу на підході до куточка (за 2-5 мм) на 30-50%;
- витримка часу на «куточку» до 2-3 секунд;
- попереднє свердління «куточка»;
- обхід «куточка» по радіусу фрезою, діаметр якої менше діаметра скруглення.

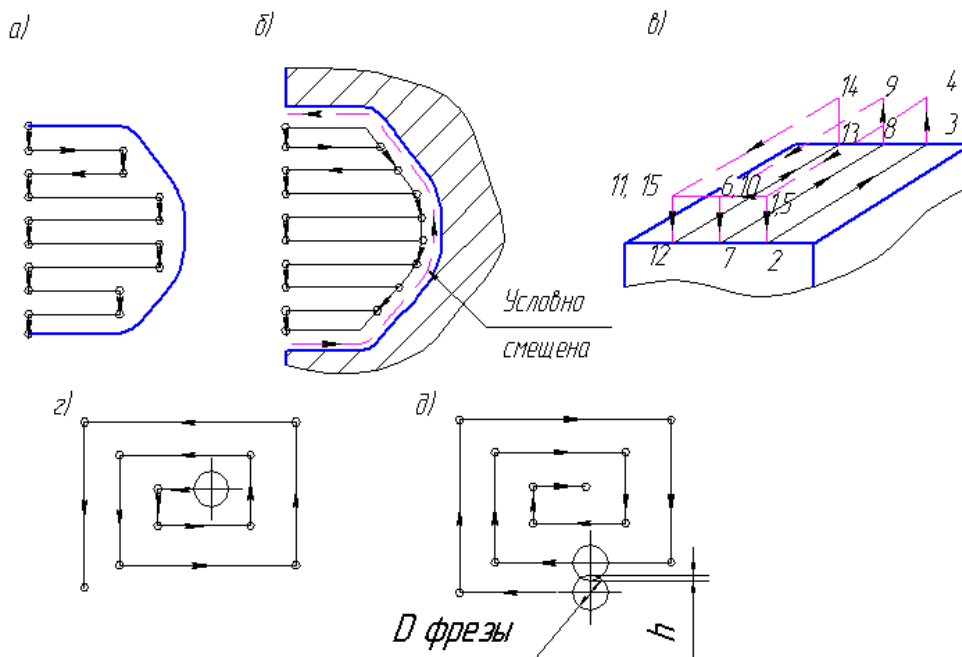


Рис. 7. Типові схеми фрезерних проходів: а - зигзагоподібна без обходу контуру; б - зигзагоподібна з проходом уздовж кордонів наприкінці обробки; в - зигзагоподібна Ш- образного типу; г - спиралевидний рух інструмента від центру області до периферії; д - спиралевидний рух інструмента від периферії до центру області.

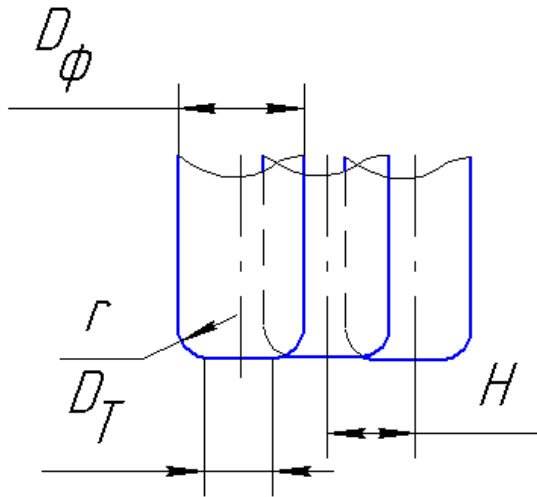


Рис. 8. Схема перекриття сусідніх рядків еквідістанти

1.2. Інтегровані виробничі технології

Традиційна аналогова технологія не в змозі достатньо швидко реагувати на вимоги ринку. Робочі процеси виготовлення по аналогових технологій традиційно базуються на пошаровому видаленні матеріалу заготовки для отримання деталі заданих розмірів, форми і якості. Створення прототипів виробів, їх моделей також вимагає багато часу [5].

Час створення продукту (ВСП) - проміжок часу між виникненням ідеї та впровадженням продукту на ринок, істотно впливає на конкурентоспроможність підприємства. Аналізи вказують, що часто більше ніж 25 % ВСП випадає на долю виготовлення прототипів і зразків, виготовлення 60 % прототипів і прототипів штампів знову ж становить кілька місяців, так що швидке виготовлення прототипів має великий потенціал скорочення ВСП [5].

Аналіз циклу створення продукту (ЦСП) показує, що у всіх його фазах - від виникнення ідеї продукту аж до його впровадження на ринок - необхідний прототип. Для промислових товарів широкого споживання ЦСП може бути розділений на 6 фаз. Прототипи, використані в окремих фазах створення, мають різні ознаки щодо кількості примірників, властивостей використовуваного матеріалу, а також геометричних, естетичних і функціональних вимог (рис. 3).

У фазі предразвиртия багаторазово опрацьовуються, насамперед, дизайн моделей і геометричні прототипи, які в загальному випадку, виробляються в одному екземплярі. Дизайн моделей повинен бути точним тільки за розмірами, а задоволення інших властивостей другорядне. Так функціональні вимоги в цій фазі мають другорядне значення, виробляються такі моделі багаторазово з різноманітних матеріалів. Використовуються вони для вивчення дизайну та ергономіки, а також для перших етапів маркетингу [5].

На противагу першій групі геометричні прототипи, вже володіють естетичними властивостями, повинні задовольняти більш високим вимогам щодо точності розмірів і правильності форми. Функціональні властивості поки також мають другорядне значення. Матеріал для геометричних прототипів не обов'язково відповідає матеріалу серійних деталей, як правило, тут також призначається матеріал моделювання. Типова область застосування цього способу - виробниче планування виготовлення, повторна перевірка виробництва та збирання, а також грубе планування виготовлення і збірки, де прототипи необхідні як засіб комунікації.

У фазі створення функціонального зразка виготовляють від 2 до 5 прототипів з метою перевірити ідею виробу за принципом роботи і функціонування і, отже, оптимізувати. Основне питання на цьому етапі створення полягає в тому, що аналізуються функції окремих компонентів виробу і його складових частин. Протягом планування процесу будуть залучені функціональні прототипи до планування виробництва, послідовності виготовлення, плануванню збірки і засобів виробництва, виключаючи зовнішній вигляд і допуски на розміри. Всі інші властивості мають другорядне значення, оскільки вони не шкодять процесу функціонування.

У наступній фазі створення виготовляються технічні прототипи у великих кількостях примірників (залежно від конкретних умов - від 3 до 20), які по можливості повинні бути тотожні кінцевої продукції в частині використовуваного матеріалу і встановленої технології. При виготовленні, наприклад, деталей, одержуваних штампуванням, литтям під тиском, призначається проведення пробних аналізів функції виробу, тривалості завантаження виробництва, технологічності і реакції споживачів на пробну (досвідчену) партію, і відповідно вибираються пробні інструменти. Результати таких перших тестів можуть використовуватися для оптимізації конструкції.

Впровадження виробу на ринок відбувається в передсерійній фазі залежно від галузі в кількості до 500 штук. Окремі конструктивні елементи виробляються з матеріалу серії при використанні більш пізнього по етапу інструменту і технології. Предсер необхідна в галузі планування виробу, для інтенсивного тестування його і ринку. У цій фазі відбувається розгін виробництва, необхідний для визначення параметрів виробництва і проведення оптимізації. Остання вносить деякі зміни для покращення кінцевої продукції (зворотний зв'язок) [5].

Виготовлення моделей і прототипів, необхідних у рамках створення виробу, відбувається, як правило, за допомогою звичайних технологій, при необхідності в комбінації з ливарним виробництвом. Зокрема, тут знаходять застосування NC фрезерні верстати, копіювальні фрезерні, токарні верстати і пр. Крім цього, ці моделі вручну збирають, склеюють або спуюють.

Нові етапи розвитку науки, інформатики, техніки CNC, лазерної технології і т. д. дозволили перейти до інтегрованих генеративних способам прискореного формоутворення на макрорівні, позбутися кількох фаз створення прототипів, розглянутих вище. Вперше така технологія - лазерна стереолітографія (SL) - була представлена на автошоу в Детройті (США) в 1987 році [1, 2, 6, 7].

З кінця 70-х років розробка технології велася паралельно в США, Японії та Росії - Herbert A (компанія 3M - США), H. Kodoma (Prefecture Research Institute - Японія), Hull C. (Ultra Violet Products, Inc. - США). Система стереолітографії була запатентована Халлом К. в 1986 році, тоді ж була заснована фірма 3D Systems Inc., А вже до 1989 різко зросли інвестиції в розробку і створення систем прототипування. Різко зріс інтерес користувачів. SL установки з'являються в Європі і Японії. Швидко удосконалюються установки SLA 1, SLA 250 (1989 р.), SLA 500 (1990 р.), SLA 5000, SLA 7000. Успіх нової технології визначався рівнем досягнень науки про матеріали, хімії полімерів, лазерної фізики, оптики, динаміки в'язких рідин, комп'ютерної інженерії та механіки. З деяким зсувом у часі з'явилися і вийшли на ринок перші конкуруючі системи [6].

Подібні технології розроблялися в різних центрах і країнах під не співпадаючими назвами: Rapid Prototyping (швидке прототипування або оперативне макетування), Solid Freeform Fabrication (твердотельне вільне вирощування), Laminate Synthesis (пошаровий синтез), 3D Component Forming (формування тривимірних об'єктів), формування шарів наплавленням [1, 2, 6, 7] і вони відносяться до генеративних технологій, в основі яких лежать різні способи швидкого виготовлення виробів або їх прототипів пошаровим нарощуванням, а не поділом обсягів, що характерно для конвенціональних (традиційних) технологій різання, штампування, електроерозійної обробки і т.д. [1, 2, 6, 7]. Поняття генеративні технології найбільш емко і загально визначає суть цих та інших різних способів прискореного формоутворення пошаровим нарощуванням, незалежно від того, який механізм цього нарощування, які матеріали в якому стані використовуються, які обмеження мають ті чи інші способи матеріалізації, які масштаби нарощуваних обсягів.

Всі способи прискореного формоутворення макроіздєлій реалізуються за допомогою послідовного нероз'ємного з'єднання елементарних шарів обсягу. Вироби будь-якої складності форми являють собою укладені (і скріплені) один на інший шари з 2D контуром постійною або змінною товщини. Саме контур в площині XY відрізняється найбільшою точністю, а в напрямку осі Z відбувається дискретне нарощування шарів, що утворюють своєрідні сходинки. Природно, вироби без обмежень по складності форми виробляються шляхом генеративних технологій без формотворним оснащенням, що кардинально скорочує етапи технологічної підготовки виробництва і має цілий ряд достоїнств. Але не тільки фактор часу став визначальним для швидкого завоювання все нових областей застосування генеративних технологій - авіабудування, автомобілебудування, електроніка, інструментальне виробництво, медицина, археологія, архітектура та ін. Пряме вирощування виробів здатне вирішувати завдання формоутворення макроіздєлій, мікро-і субмікрослоєв з різних матеріалів і управляти їх функціональними фізико-механічними властивостями із заданим градієнтом аж до атомного.

Розробка технології Rapid Prototyping (RP) з'явилася справжнім проривом в області інтегрованих технологій, що дозволяє в часі і просторі поєднати або надзвичайно зблизити розробку, конструювання та виготовлення типової одиничної моделі, деталі або виробу у зборі, скоротити час залежно від ступеня складності на 30-70 %.

У тимчасовій ланцюжку традиційного створення продукту - період між виникненням ідеї та виходом її на ринок - значна частка припадає на виготовлення моделей, прототипів і зразків виробу. У рамках інтегрованих RP технологій задача значного скорочення цієї частки вирішується найбільш успішно.

Розвиток потужної обчислювальної техніки, здатної оперувати тривимірними образами, успіхи в розробці лазерних технологій обробки матеріалу з'явилися основою розвитку технологій пошарового створення тривимірних реальних об'єктів будь-якого ступеня складності.

RP - інтегрований робочий процес прискореного виготовлення деталей або їх прототипів - на сьогоднішній день являє собою органічне поєднання можливостей комп'ютерних технологій обробки інформації, трьохкоординатної моделювання (CAD), віртуального інжинірингу та сучасних лазерних та ін способів виготовлення (CAM) [6].

Технології Rapid Prototyping стали активно застосовувати виробники наукомісткої продукції. За масштабами застосування галузі можна представити таким поруч (за спаданням): машинобудування, аерокосмічна область, автомобілебудування, комунікації, медицина, інструментальне виробництво, переробка штучних матеріалів та ін. Потенційно висока ефективність RP технологій стимулює у всьому світі дослідні роботи, спрямовані на розширення областей їх застосування, на виготовлення все більшої кількості видів продуктів з необхідними функціональними та естетичними властивостями [6].

Ідеологія прискореного формоутворення виробу (моделі, прототипу) базується на: можливості комп'ютерного автоматизованого проектування виробу (по фотографіях, кресленнях, аналітичним залежностям або результатами вимірювань), комп'ютерної оптимізації його конструкції, виходячи з вимог дизайну, форми, функціональних властивостей (CAD) ; трансформації трьох координатної моделі в сукупність пошарових моделей; можливості відтворити цю сукупність пошарових моделей (рис. 4), тобто матеріалізувати всю модель як єдине ціле, як твердотельне виріб або його прототип (CAM).

Таким чином, функціональна структура інтегрованого робочого процесу прискореного формоутворення виробу може бути представлена в такій послідовності:

1. Отримання тривимірної математичної моделі виробу. Вона створюється за даними креслення, част -ним аналітичним залежностям. Якщо виріб відтворюється, то модель отримують на трьох координатній вимірювальній машині шляхом обміру оригіналу скануванням поверхні пошарово або поточечно (рис. 5а).

2. Комп'ютерна оптимізація конструкції створюється за програмами, виходячи з функціонального призначення, дизайну, ін вимог, що пред'являються до розробляється виро -Лію. Важливість цього етапу визначається ще й тим, що для комп'ютерної оптимізація не тре- буется твердотіла модель або виріб, що різко скорочує час на проектування.

3. Пошарове уявлення теоретичної моделі сукупністю двовимірних що-до простих моделей (рис. 5б).

4. Створення програм комп'ютерного управління рухом робочого органу, інструменту , за допомогою якого пошарово відповідно до сукупністю 2D моделі буде матеріалізуватися теоретична модель виробу або його прототипу.

5. Пошарове (рис. 5в, г) отримання одним із способів цільної твердотільної моделі або виробу (або серії виробів). Наочно ілюструє ці етапи прискореного формоутворення рис. 5.

6. Остаточне виріб або модель отримують подальшим поліпшенням властивостей. Для цього на першій стадії встановлюється відмінності властивостей очікуваного прототипу і требуємого виробу - по геометричній формі, фізичним, механічним, хімічним та ін своїм ствам.

На другій стадії частина цих відмінностей усувається за рахунок параметрів процесу матеріалізації теоретичної моделі.

На третьому, остаточній стадії відбувається облагороджування виробу, максимально можливе наближення його функціональних властивостей до необхідних: зносостійкість, міцність, електропровідність, металізація, доведення і т. д.

Викладене дозволяє по іншому вибудувати весь ланцюжок прототипування і виробництва виробу, цілком базуючись на ідеології генеративного пошарового виготовлення (рис. 6).

Порівняння з традиційними підходами (рис. 4) показує, що генеративна технологія ефективна на етапах прототипування і дозволяє скоротити кількість цих етапів.

Але головне достоїнство полягає в тому, що ідея способу генеративного (пошарового) виготовлення є об'єднуючою, що інтегрує процеси моделювання, створення інструментального забезпечення та виготовлення.

Це дозволяє представити концептуальну структуру інтегрованих технологій, що базуються на ідеї генеративного виготовлення наступним чином: комп'ютерне створення концептуальних моделей, генеративне створення функціональних прототипів, генеративне створення інструментального забезпечення, генеративне серійне виробництво, вихід на ринок.

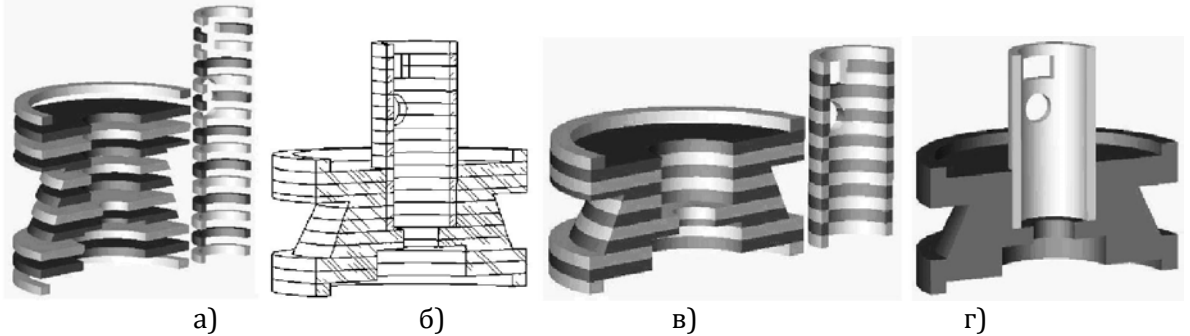


Рис.14. Основні переходи способу RP

1.3. Роль 3D CAD моделювання

Відправною точкою для кожного RP- методу є тривимірне опис геометрії прототипу, призначеного для виготовлення, з якого випливає створення фізичної моделі.

Наприклад, об'ємне 3D моделювання надає необмежені можливості відтворення у віртуальному просторі всього різноманіття об'єктів навколишнього матеріального світу, дозволяє не тільки вбудовувати в нього віртуальні моделі цих предметів, але і досліджувати взаємодію їх електронних образів, оптимізувати ще не існують конструкції і процеси, маніпулюючи ними як реальними [7].

Створення CAD моделей (3D моделювання та трансформація теоретичної моделі в систему 2D моделей), а також підготовка до подальшого використання вимагає основної частини часу, що витрачається при RP процесах. Воно вимагає підвищеної уваги ще й тому, що може використовуватися як діалоговий інструмент для оптимізації конструкції виробу, для швидкого усунення недоліків дослідного зразка шляхом зміни банку даних. Найчастіше первісна модель представлена як деякий геометричне тверде тіло. За допомогою CAD систем описується геометрія деталі для її подальшої математичної обробки за допомогою трикутної апроксимації (триангуляції) і потім цей опис переводиться в стандартний формат STL. Далі STL - дані перераховуються для окремих перетинів (Sliceprocess) з кроком дискретизації $h_c = 0,05 \text{ } 0,15 \text{ мм}$ [7].

Виходячи з виду RP - обладнання, Sliceprocess може сам перетворюватися в зовнішню систему обробки геометрії або в систему управління процесом в обладнанні.

На основі цього використовуються різні формати даних, які підтримуються системою управління процесом, - двовимірні (формат HPGL) і тривимірні (формат STL).

Геометричні дані для необхідного перекладу в керуючі дані RP- процесу часто конвертуються в стандартний геометричний формат, інформацію креслення в медичній техніці, в FEM - мережі технічних креслень і фізичних моделей. Для опрацювання геометричній вхідної інформації застосовуються різні процеси і функціональні варіанти: 3D CAD - об'ємний модулятор з генерацією тривимірних даних або у форматі STL; обробка цифрових або оцифрованих зображень, фільтрація та очищення тривимірної точкової інформації єдиного фізичного примірника ; система зворотного зв'язку для подальшої обробки великого числа тривимірних точкових даних і переведення цих даних в систему плоских моделей; система обробки малюнків для сепарації та селекції точкових даних в медичній техніці [7].

В якості зв'язку між різними системами, які розробляють геометрію, застосовуються стандартні інтерфейси IGES, VDA - FS і STL- обмін даними. Опрацювання даних цими інструментами слід, загалом, до установки однозначного тривимірного опису обсягу як

передумови для шаруватого процесу. Досліди показали, що шаруватий процес можливий і з чіткою, коректно розсіченою і очищеною тривимірною -плоскою моделлю, і за допомогою апроксимації та інтерполяції точкових шарів моделі. Створення 2D, 3D CAD моделі проводиться на базі цифрової техніки. Це не простий шлях, т. к. необхідно враховувати складність форми об'єкта і його вторинність в подальшій експлуатації конструкції. Тому створення 3D CAD моделі пов'язано найчастіше з застосуванням оптико- електронного цифрового техніки з використанням методу триангуляції, що базується на спільному аналізі безлічі просторових координат точок, поверхні і об'єму, із застосуванням спеціальних фільтрів, логічних операцій, апроксимації і відповідно методу інтерполяції.

Природно, що при розробці інтегрованих технологій необхідне створення потужної мережі 3D даних, так як 3D CAD моделювання є своєрідним каталізатором у загальній ланцюжку етапів інтеграції методів, процесів, способів і т. д.: форма завдання виробу - 3D CAD моделювання - віртуальний інжиніринг - послійна трансформація 3D моделей в сукупність 2D моделей - критерії вибору і вибір способу матеріалізації - послійна матеріалізація моделі (вироби) - доопрацювання технології тиражування - механічна (CNC) та ін види обробки - модифікація матеріалу поверхневого шару - застосування генеративних мікро- і нанотехнологій - вихідний контроль (3D вимірювальна програма) і т. д. [7].

Процес створення інтегрованих технологій та їх реалізацію можна зробити істотно більш ефективними, якщо він буде поєднуватися з використанням можливостей телеінженера [8].

Під телеінженера розуміється промислове використання інтегрованої техніки мультимедіа - комунікації при синхронній аудіо -відео та графічної інтерактивної інформації, розробкою та експлуатацією якою управляють провідні експерти. Освоєння ідеї телеінженерії в житті відбувається через технологічну, технічну та організаційну інтеграцію мультимедійної техніки.

Мультимедійна комунікація означає одночасну передачу синхронних (відео, аудіо) і асинхронних засобів (тексти, графіки, таблиці), що дозволяє проводити спільні відеоконференції (Web-камера в персональному комп'ютері), віддалену роботу з спільними даними (у рамках робочої групи) постійно модернізується робочої області звуковими і відеосигналами та ін. [8].

Телеінженера дозволяє об'єднати в рамках вирішення єдиного завдання RPTM досвід, знання та вміння фахівців, що територіально знаходяться в різних точках земної кулі.

Необхідно підкреслити, що 3D CAD модель є електронним еталоном виробу, що володіє ідеальними його геометричними характеристиками. Електронний еталон виробу надзвичайно важливий не тільки для процесу виготовлення виробу, але і для його верифікації.

1.4. Способи генеративних 3D матеріалізацій моделей виробів

Ідея генеративного виготовлення прототипів, як показав час, виявилася виключно продуктивною. Про це свідчить те велика кількість RP способів, яке на сьогодні запропоновано ринку технологій. Визначальною тенденцією їх розвитку є прагнення інтегрувати Rapid Prototyping, Rapid Tooling і Rapid Manufacturing, тобто максимально використовувати всі переваги RP- ідеології для якнайшвидшого отримання нового кінцевого продукту [6, 9].

Найбільш універсальна лазерна стереолитографія, забезпечуюча надійне отримання 3D об'єктів багатостороннього призначення.

- Як конструкторські та дизайнерські прототипи при створенні макетів виробів, у тому числі в зборі. Тут важливе значення має можливість здійснення принципу дизайну вже на етапі віртуального прототипування, а з іншого боку в твердотільному варіанті можлива візуалізація газо- і гідродинамічних потоків усередині моделей, теплових полів і полів напруг в деталях і їх з'єднаннях.

- В якості формотворним оснащенням при різних видах точного лиття, а також оснащення з інших матеріалів за створеними моделями.

- Як майстер-моделі при виготовленні електродів для електроерозійної обробки.

При реконструюванні та відтворенні різних об'єктів за даними координатно-вимірювальних машин та інших видів зондування тривимірних об'єктів, за даними комп'ютерних томографів для цілей архітектури, машинобудування, археології, криміналістики, медицини, зокрема створення біосумісних імплантантів.

Перераховане вказує на об'єктивну необхідність інтеграції прискореного прототипування, прискореного створення інструментального забезпечення і прискореного виготовлення

кінцевого продукту в рамках єдиної технології. Але саме SL технологія демонструє той факт, що геометричні, фізичні, механічні та ін властивості 3D RP моделей у ряді випадків ще відстають від властивостей аналогічних виробів, отриманих традиційними методами. Вирівнювання цих відмінностей досягається шляхом подальших доробок - постпроцесов. Саме ця обставина об'єктивно зумовлює інтеграцію Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing. У той же час саме ця обставина вимагає ретельного аналізу при виборі базового способу RP технології та інтегруються з ним інших процесів [9, 10].

Концептуальною відпрацюванні ідеї продукту сприяє створення дизайн-прототипів на віртуальному та реальному рівнях. На цьому етапі перевага віддається таким способам, як Багатоструменеві моделювання, високопрецизійне моделювання, 3D принтерний спосіб, 3D воскової печатки та ін.

На етапі створення геометричних прототипів, коли оцінюється форма, розміри, а властивості матеріалів не мають значення, більш ефективні способи стереолітографії, лазерного селективного оплавлення, LOM і FDM технології.

Функціональні прототипи, що вимагають виготовлення з матеріалу кінцевого продукту, переважно виготовляють за способами спікання листової моделі та постпроцесов - вакуумного лиття, лиття під тиском і ін.

Технічні прототипи і дослідна партія виготовляється способами, що забезпечують всі функціональні, естетичні та екологічні властивості кінцевого продукту. У цьому плані серйозна увага приділяється тим способам RP, які безпосередньо забезпечують отримання кінцевого продукту з наперед заданими властивостями, без подальшої обробки. Наприклад, спосіб Selectiv Laser Powder Remelting (SLPR) [9].

Ще однією важливою передумовою, своєрідним каталізатором створення інтегрованих технологій є 3D CAD моделювання. При цьому кінцевий результат, а, значить, очікуваний прибуток від застосування 3D CAD моделювання належить замовнику.

Викладене дозволяє представити узагальнену структуру високих інтегрованих технологій (рис. 18), що базуються на генеративній технології прискореного прототипування, прискореного виготовлення інструментального забезпечення, прискореного виготовлення виробів (RPTM).

Тут до розглянутого вище додамо поняття прямого і непрямого виготовлення власне виробу на етапі RP матеріалізації. Такими генеративних способами, як SLS, FDM, SLPR та ін можна забезпечити виготовлення виробів на рівні кінцевого продукту [10].

Непряме виготовлення реалізується через майстер-моделі та ін. за технологією лиття, гальванопластики і т.д. На завершальному етапі використовуються методи модифікації матеріалу поверхневого шару - імплантація, покриття, металізація, лазерне зміцнення і т. д., або процеси фінішної механічної обробки - полірування, доведення, вигладжування, прецизійне і ультрапрецизійне точіння, розточування, фрезерування.

Способи матеріалізації теоретичних 3D моделей є найважливішою складовою інтегрованого робочого процесу прискореного формоутворення, виготовлення виробів або їх прототипів, т. к. саме вони реалізують прямий перехід від електронного образу до твердого тіла і багато в чому визначають скорочення часу створення виробу, продукту довільній, найскладнішої форми ; ступінь підвищення якості виробу ; скорочення сумарних виробничих витрат. У сукупності ці фактори визначають конкурентоспроможність продукту на ринку [5].

Розроблені до теперішнього часу способи матеріалізації теоретичних моделей різні за багатьма ознаками, технологічними можливостями і т. д., проте, всім існуючим способам притаманне досить багато спільного:

- всі прототипи або виробу виготовляються на основі 3D CAD проектування
- всі прототипи або виробу виготовляються пошарово
- власне виробу або його прототип отримують не шляхом відділення, зняття при - пуску з заготівлі, а за допомогою нарощування, додавання матеріалу, тобто генеративним способом ;
- нарощування матеріалу в процесі формоутворення відбувається найчастіше в перехідній його фазі від рідкого або порошкоподібного до твердого стану
- виготовлення конструктивного елемента не вимагає форм або інструмента, а, значит, відпадають проблеми, пов'язані із зносом інструменту при формоутворенні різанням, штампуванням, куванням і т. д.

- відсутня та чи інша ступінь обмежень, пов'язаних зі складністю форми виробу (внутрішні порожнини, складні внутрішні чи зовнішні поверхні), чим складніше конфігурація виробу, тим більшу перевагу процесу
- різке скорочення витрат часу
- ефективність усіх способів RP істотно підвищується при їх інтеграції з завершальній технологією виготовлення твердотільних виробів - вакуумне лиття, лиття під тиском і ін. його види.

Використовувані способи отримали своє умовне позначення, побудованих з початкових букв слів, що складають назву способів матеріалізації (RP) [5, 9, 10]:

- SL (SLA) - Stereolithography - спосіб лазерної стереолітографії
- SLS (LS) - Selectiv Laser Sintering - виборче лазерне спікання
- LOM - Laminated Object Manufacturing - виготовлення шаруватих моделей
- FDM - Fused Deposition Modeling - моделювання опалювальному
- SGC - Solid Ground Curing - основне термічний вплив
- BPM - Ballistic Particle Manufacturing - виготовлення з використанням балістики
- DLF - Directed Light Fabrication - виготовлення спрямованим світлом
- DPSC - Direct Shell Production Casting - пряме блокове виготовлення оболонки
- MJS - Multiphase Jet Solidification - затвердіння багатофазної струменя
- 3D Printing - TDP - Three Dimensional Printing - за принципом трьохкоординатної глибокого друку
- LTP - Liquid Thermal Polymerisation - температурна полімеризація рідкого по- полімеру
- RMPD - Rapid Micro Product Development - швидке виготовлення мікрівиробів
- MJM - Multi Jet Modelling - Баратоструменеві моделювання
- 3DW - Three Dimensional Welding - трикоординатна зварювання
- ES - Solidification of a Electroset Fluid: Elektrosetting - затвердіння електроосажденням
- LENS - Laser Engineering Net Shaping - формування за допомогою лазерної ін- інженерної мережі
- DMD - Direct Metal Deposition - пряме осаждення металу
- GPD - Gas Phase Deposition - осаждення з газової фази
- SFP - Solid Foil Polymerization - полімеризація твердої фольги.

Розроблено принципи не пошарового, а прямого об'ємного моделювання:

- HIS - Holographic Interference Solidification - затвердіння при голографічного інтерференції.

Крім того, до ідеології пошарового формування, але не нарощуванням, а видаленням металу, відносять, наприклад, лазерне фрезерування:

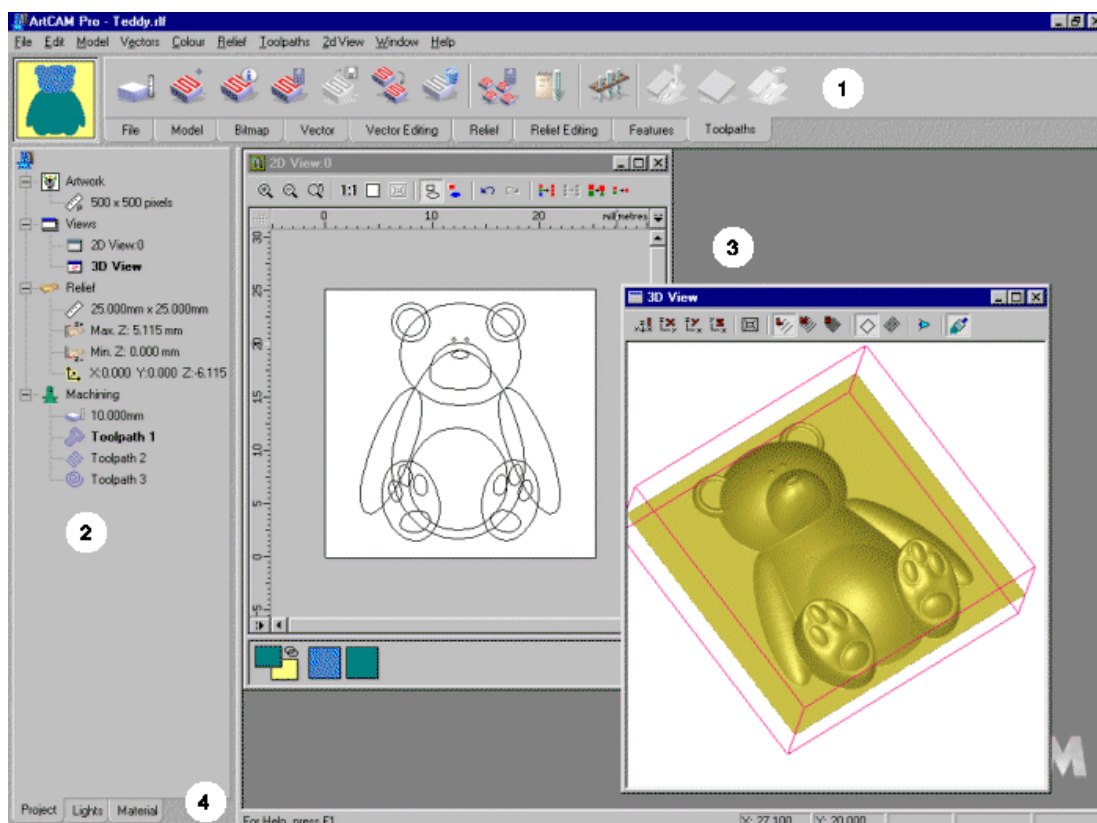
- LM - Laser Milling і DM - Desktop Milling - настільне фрезерування.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ У СИСТЕМІ ARTCAM

2.1. Інтерфейс ArtCAM Pro

Призначений для користувача Інтерфейс ArtCAM Pro був розроблений так, щоб дозволити працювати користувачеві швидко і ефективно. Ви побачите, наскільки легко доступні всі функціональні можливості цієї програми.

Програма використовує Вікно Управління (ліва частина екрану) для того, щоб перемикатися протягом процесу створення моделей [12]. Це Вікно Управління завжди мабуть, що дозволяє швидко переходити від двовимірного вигляду до тривимірного вигляду і навпаки. Воно також забезпечує довідкову інформацію про розміри моделі, положення нульової крапки, габаритах заготовки і так далі.



Інтерфейс розбитий на чотири частини [12]:

1. Панель інструментів знаходиться у верхній частині екрану і складається з дев'яти закладок або сторінок, на яких розташовані кнопки для кожної операції. Вона буде розглянута пізніше детальніше в цьому ж керівництві.

Команди Головного меню розташовані вище за Панель інструментів.

2. Вікно Управління розташоване в лівій частині екрану. Воно дозволяє перемикатися між різними видами, вибирати об'єкти типу УП, а також відображає інформацію про модель.

Примітка: коли об'єкт вибраний у Вікні Управління, можна використовувати праву кнопку миші, щоб виконати додаткові дії, наприклад копіювання або видалення цього об'єкту.

3. Вікно Конструювання знаходиться в центральній частині екрану. ArtCAM Pro використовує два типи видів: двомірні конструкторські види (декілька двомірних видів можуть використовуватися для створення складних моделей) і тривимірні види для проглядання закращених тривимірних моделей.

4. Управління Параметрами Тонування – є три закладки (Проект, Освітлення і Матеріал), розташовані в лівій нижній частині екрану (нижче за Вікно Управління). Закладки Освітлення і Матеріал дозволяють змінювати властивості кольору при тонуванні рельєфу моделі.

Примітка: після того, як були змінені параметри настройки світла або матеріалу виберіть закладку Проект, щоб перейти до Вікна Управління для доступу до двомірних і тривимірних видів.

2.2. Створення 2D та 3D зображень в ArtCAM Pro

ArtCAM Pro використовує звичайні двомірні комп'ютерні зображення, для створення тривимірних моделей, які називаються рельєфами. Є два основні способи збереження і представлення двомірних зображень на комп'ютері - з використанням растру або векторів. Є переваги і недоліки у обох методів, але ArtCAM Pro здатний використовувати будь-який спосіб залежно від ситуації. Інструментальні засоби ArtCAM Pro дозволяють перетворювати растрове зображення в контурне зображення і навпаки [12, 14].

2.2.1. Растрове, векторне та рельєфне зображення

Растрове зображення - один з методів збереження і представлення малюнків на комп'ютері. Малюнки перетворюються таким чином - розділяються на квадрати (названі пікселями) і кожен квадрат забарвлюється відповідно до малюнка. Якщо використовуються тільки декілька пікселів, малюнки відобразатимуться не якісно. Але з великою кількістю пікселів, важко розрізнити окремі квадрати, і якість зображення значно поліпшується. Наступний приклад показує відрізок, побудований, з використанням малого числа пікселів і побудований з великою кількістю пікселів.

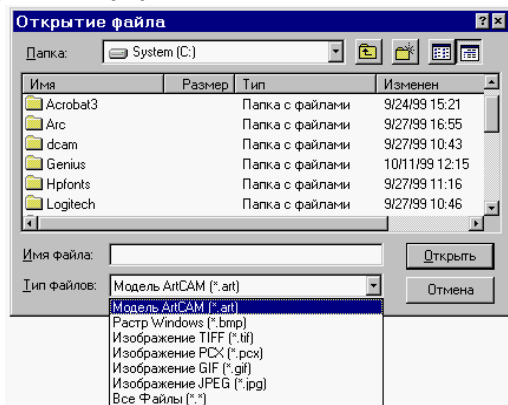


Растрова роздільна здатність - кількість пікселів, використовуваних для відображення малюнка. Якнайкращі результати виходять при найвищій роздільній здатності. Але збільшення роздільної здатності вимагає значної обчислювальної потужності, щоб обробляти це зображення, тому необхідний компроміс між якістю і швидкодією. Растрові зображення прості у використанні, і цей тип зображення виходить при скануванні або з растрових графічних пакетів (Adobe PhotoShop і Paint Shop Pro). При достатньо високій роздільній здатності вони ідеально підходять для представлення багатьох моделей. ArtCAM Pro дозволяє "виростити" з кольорових областей растрового зображення тривимірні форми.

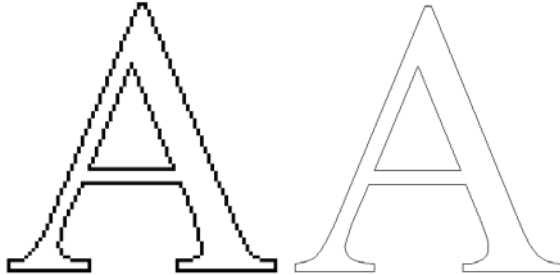
ArtCAM може отримувати файли растрових зображень, створені іншими пакетами, або отримані при скануванні і збережені в будь-якому з наступних форматів [12, 14]:

- Файли у форматі Windows Bitmap (.bmp) ArtCAM може читати монохромні, а також що мають 16 і 256 кольорів. 24-бітовий "true color" буде автоматично перетворений в 256 кольорів.
- Зображення у форматі Tiff (.tif).
- Зображення у форматі PCX (.pcx).
- Зображення у форматі CompuServe (.gif).
- Зображення у форматі JPEG (.jpg).

Для завантаження растрового файлу виберіть File - Open (Файл - Відкрити) з верхнього рядка меню. Виберіть той тип файлу, який необхідний або опцію Всі Файли (*.*) використовуючи список Тип Файлів.



Вектори (так само звані контурами) - альтернативний метод представлення меж об'єкту. Комп'ютер представляє ці зображення як математичні формули, що описують довжину, кут і кривизну кожного об'єкту. Це робить їх надзвичайно гнучкими і дозволяє швидко управляти об'єктами і змінювати їх так, як потрібний. Вектора не вимагають сітки і не залежать від растрової роздільної здатності. Оскільки вектори описуються математичними формулами, ARTCAM може безпосередньо використовувати їх для побудови траєкторії механічної обробки і створення тривимірних форм. Вектора ідеальні для створення гладких елементів, наприклад, таких як текст. Наступний приклад показує растрову букву "А" і її векторний еквівалент. Векторна буква не тільки виглядає гладшою, але і може безпосередньо використовуватися для завдання траєкторії руху інструменту при механічній обробці.



ARTCAM може читати файли, що містять вектора, в наступних форматах:

- Двомірні файли AUTOCAD (.dxf)
- Файли Postscript (.eps)
- Файли Adobe Illustrator (.ai)
- Файли Windows Metafiles (.wmf).

Для завантаження векторного файлу виберіть File - Import -Import Vector Data (Файл - Імпорт - Імпорт Векторів) з верхнього рядка меню. Пам'ятаєте, що імпортувати можна тільки в заздалегідь створений проект [12, 14].

Тривимірна модель, створена ARTCAM, називається **Рельєфом**, вона створюється з квадратів (пікселів), на які розбивається растрове зображення. Проте, замість кольору кожному квадрату (пікселю) призначається певна висота.

Коли створюється нове зображення, з'являється вікно діалогу, в якому необхідно вказати розмір зображення в міліметрах або дюймах. Також в цьому вікні задається роздільна здатність. Значення, яке буде задано зараз, визначить роздільну здатність тривимірного рельєфу і пов'язаного з ним двомірного растрового зображення.

Як було сказано вище, повинен бути знайдений компроміс між якістю зображення (і відповідно тривимірній моделі) і часом комп'ютерних обчислень. Для більшості проектів 1000 пікселів - мінімум. Оскільки тривимірний рельєф створюється з квадратів (пікселів), якість і гладкість тривимірних форм, створених по контурах також залежатиме від роздільної здатності (хоча і у меншій мірі, ніж ті, які були створені з растрових форм).

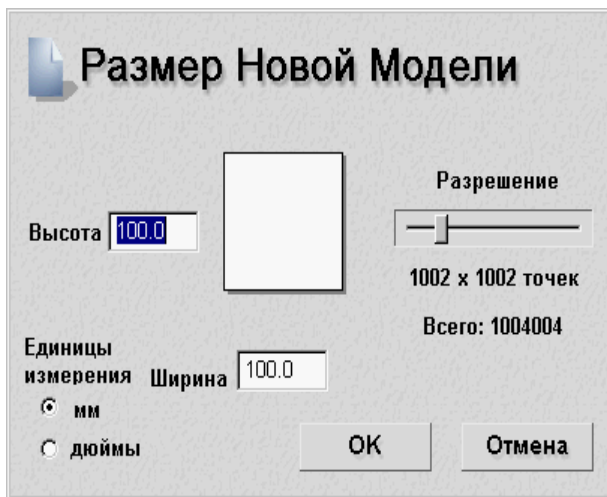
Рельєфи можна зберегти і завантажити незалежно один від одного, використовуючи меню Relief (Рельєф). Файли рельєфу ARTCAM мають розширення -.rlf. Якщо не існує двомірне растрове зображення такої ж роздільної здатності як у рельєфу, ARTCAM створює при завантаженні рельєфу чорно-біле півтонове растрове представлення тривимірної моделі такої ж роздільної здатності [12, 14].

➤ Початок нового проекту

1. У меню File (Файл) Файл Меню виберіть New (Новий) або натисніть кнопку New Model



(Нова Модель) на панелі інструментів File (Файл). З'явиться вікно діалогу Size For New Model (Розмір Нової Моделі) [12, 14].



2. Використовуючи бігунок, встановите дозвіл приблизно 600x600 крапок. Значення Width (Ширина) і Height (Висота) залиште колишнім - 100 мм.

3. Клацніть по кнопці ОК, буде створено вікно із заголовком 2D Від:0.

Вікно, яке ми відкрили, називається Двомірного Вигляду, і воно містить двомірне зображення, яке ми використовуємо, щоб створити тривимірний рельєф. Розмір цього зображення залежить від числа пікселів, заданих в діалоговому вікні Size For New Model (Розмір Нової Моделі). Воно визначить якість двомірного растрового зображення і тривимірного рельєфу, а також час, потрібного для виконання кожної операції (дивися вище).

2.2.2. Малювання растрового зображення

Зазвичай двомірний малюнок імпортується в ARTCAM із зовнішнього джерела (сканер або спеціалізований двомірний графічний пакет), але ARTCAM має ряд корисних графічних інструментів для створення або редагування малюнка.


Растрові інструменти редагування згруповані в Bitmap Toolbar (Інструментальній Панелі Растр) [12, 14]:



1. Відкривши нове зображення, натисніть по закладці Bitmap (Растр).

2. Виберіть інструмент  Paint (Фарбувати).

3. Натисніть ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перемістите мишу (це називається "перетягнути"), для того, щоб намалювати лінію.

4. Розмір і форма інструменту Paint (Фарбувати) задається за допомогою бігунка  Brush Size (Розмір Кисті).

5. Клацання по цій іконі змінює тип кисті з круглої кисті на квадратну кисть і навпаки.

6. Переміщаючи бігунок вгору, збільшується розмір кисті, що відразу ж відображається на іконі.

7. Виберіть кнопку  Line Draw (Малювати Лінію).

8. Натисніть ліву кнопку миші в тому місці, де повинен бути початок лінії, потім перемістите мишу в кінцеву крапку і відпустите кнопку миші.

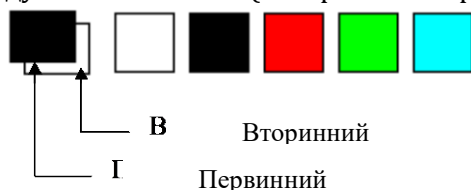
Товщина лінії також визначається за допомогою бігунка Brush Size (Розмір Кисті).

9. Змініть за допомогою бігунка Brush Size (Розмір Кисті), і повторіть операцію малювання.

➤ Первинний і вторинний колір

На початку можна використовувати для малювання тільки чорний колір (цей колір встановлений за умовчанням при першому завантаженні ARTCAM).

Кольори, які є доступними для малювання, знаходяться в нижній частині вікна Двомірного Вигляду в Colour Palette (Колірній Палітрі) [12, 14]:




Два квадрати, що перекриваються, що знаходяться в лівій частині Colour Palette (Колірної Палітрі) - це поточні Primary (Первинний Колір) і Secondary (Вторинний Колір). Первинний Колір визначає, яким кольором Ви малюватимете на екрані (в даний момент встановлений чорний колір). Для того, щоб вибрати інший колір, просто клацніть лівої кнопки миші по цьому кольору в Колірній Палітрі, наприклад, по білому кольору, і він стане новим Первинним Кольором. Використовуючи білий колір, Ви можете стирати небажані ділянки Вашого малюнка.

Вибір і використання Вторинного Кольору буде детально розглянутий далі.

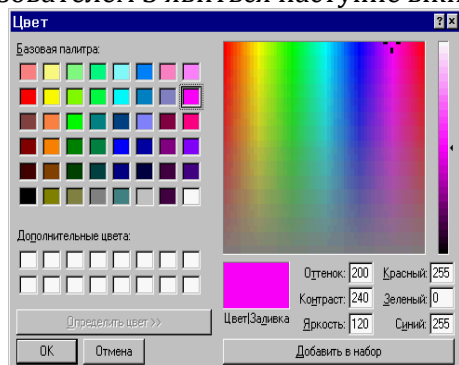
➤ Зміна колірної палітри

ARTCAM починає роботу з новим проектом з готовим набором кольорів, встановленим за умовчанням. Для того, щоб встановити нові кольори, доступні для малювання, Ви повинні додати їх в Колірну Палітру.



1. Виберіть кнопку  Add Colours (Додати Кольори) на інструментальній панелі Bitmap (Растр).

2. Клацніть на кнопці Define Custom Colours (Визначити Колір >>). Цвет:Задание цвета пользователем з'явиться наступне вікно діалогу:

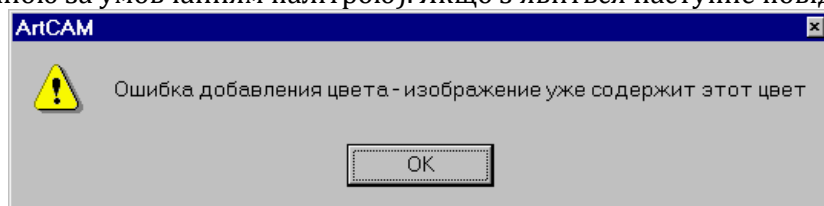


Хоча Ви можете використовувати складніші способи вибору кольори, що знаходяться в правій частині вікна діалогу, є 48, заздалегідь встановлених Basic Colours (Базова Палітра), їх досить для вирішення більшості завдань ARTCAM.

3. Виберіть потрібний колір з палітри Basic Colours (Базова Палітра), і клацніть по кнопці Add to Custom Colours (Додати в Набір).

4. Після того, як було додано необхідну кількість кольорів, клацніть на кнопці ОК.

Кольори, які Ви додали, буде тепер відображені в Колірній Палітрі поряд з первинними (заданою за умовчанням палітрою). Якщо з'явиться наступне повідомлення:





Це означає, що колір, який Ви вибрали, вже існує в колірній палітрі. ARTCAM не дає можливості використовувати один і той же колір двічі і ігнорує вторинний вибір існуючого кольору.


За бажанням, колірні палітри можуть бути збережені і завантажені, використовуючи опції в меню Colour (Колір).


➤ **Управління вікном двомірного вигляду**


Збільшення й Зменшення. Щоб проглянути зображення у деякій області малюнка,

використовуйте ікони перегляду на інструментальній панелі  View (Перегляд) [12, 14].


Для того, щоб збільшити яку-небудь область зображення виберіть ікону збільшувальне скло , перемістите курсор збільшення в центр області, яку ви хочете збільшити, і клацніть лівою кнопкою миші в цій крапці.

Для того, щоб змінити розмір вікна до певної області, спочатку виберіть ікону , клацніть лівою кнопкою миші і виділіть область зображення прямокутною рамкою. Вигляд буде змінений так, щоб помістити виділену область зображення повністю на екрані.

Ікона  зменшує зображення. Якщо зменшення недостатньо після першого клацання мишею, можна повторювати операцію до тих пір, поки зображення не буде зменшено до необхідного зображення.

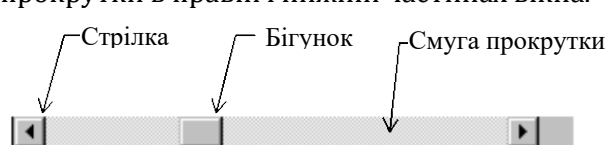
Ікона  повертає попередній вигляд.

Комбінація клавіш збільшення і зменшення. Ви також можете збільшити певну область зображення, переміщаючи курсор миші по області зображення, яке Ви бажаєте збільшити, утримуючи клавішу Ctrl на клавіатурі і натиснувши праву кнопку миші. Ця дія збільшує область, що знаходиться під курсором. Для зменшення - утримуйте клавішу Shift на клавіатурі і одночасно натисніть праву кнопку миші.

Інші три ікони , зліва направо, виконують наступні дії, – встановлює нормальний масштаб, автоматично змінює розмір вікна так, щоб була видима вся сторінка і масштабує зображення по вибраному вектору (детальніше описано нижчим).

Якщо є миша з коліщатком, то її можна використовувати для збільшення або зменшення зображення в Двомірному Вигляді.

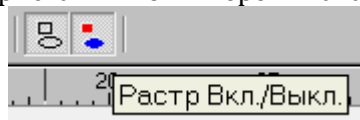
Прокрутка. Якщо зображення не поміщається у вікні Двомірного Вигляду (це відбувається при збільшенні зображення), в ARTCAM можна виконати прокрутку зображення за допомогою смуг прокрутки в правій і нижній частинах вікна.





Смуги прокрутки використовуються для того, щоб побачити ті частини зображення, які в даний момент знаходяться поза вікном. Частина зображення, яке є видимим, може бути змінено натисненням на стрілки в кінці смуги прокрутки, переміщенням бігунка у відповідну позицію, або, перегортанням вгору і вниз, клацанням лівою кнопкою миші з обох боків бігунка.

➤ **Перегляд векторного і растрового шарів**

Растрове зображення і вектори зберігаються на різних шарах, які незалежні один від одного. Часто буває необхідно проглянути кожен рівень окремо, це може бути досягнуто при використанні ікони-перемикача на Інструментальній Панелі Двомірного Вигляду [12, 14]:



Ікона  - перемикач растрового зображення, виводить на екран і прибирає з екрану растровий шар. Коли кнопка натиснута (стає світло-сірою), растрове зображення видиме, коли кнопка знаходиться в не натиснутому стані (стає темно-сірою) растрове зображення - немає.

Ікона  - перемикач контурного зображення, виводить на екран і прибирає з екрану векторний шар. Коли кнопка натиснута (стає світло-сірою), контурне зображення видиме, коли кнопка знаходиться в не натиснутому стані (стає темно-сірою) векторне зображення - немає.

Якщо Ви не можете побачити те зображення, яке Ви чекали побачити, перевірте стан цих перемикачів. ARTCAM гарантує, що, принаймні, одна з цих кнопок завжди буде натиснута, але це може бути не та кнопка, яка необхідна!

Очищення растрового зображення. Хоч растрове зображення і вектора відокремлені один від одного на різних шарах, перш ніж ми продовжимо розглядати інструментальні засоби редагування векторів, видалимо заздалегідь створене растрове зображення.

1. Призначте білий колір Первинним Кольором.

2. Виберіть з меню Model (Модель) команду Clear (Очистити).

Ця операція прибирає растрове зображення і заповнює екран поточним Первинним Кольором (в даному випадку - білий колір).

2.2.3. Рисування векторів

До цього Ви вивчали принципи роботи з растровими зображеннями і окремими пікселями. У цьому розділі Ви вивчите інструментальні засоби для роботи з векторами, доступні в ARTCAM. Вектора можуть використовуватися для того, щоб безпосередньо створювати тривимірні форми, і як зручний спосіб створення растрових зображень, по яких різними методами можуть бути побудовані тривимірні форми.

➤ Інструменти редагування вектора

Принципи роботи з векторами відмінні від принципів роботи з растровими зображеннями. Ця відмінність пояснюється тим, що вектора знаходяться на окремому рівні, і вони безпосередньо не взаємодіють з растром. Вектор складається з ряду математично певних крапок (вузлів), які сполучені між собою лініями або кривими, необхідними для формування форми вектора. Положення вузлів і характер ділянки вектора (тип форми кривої) може бути змінений після створення вектора. На початку можуть бути не зовсім зрозумілі принципи роботи з векторами, але далі, після їх вивчення, вони надають великі можливості, чим растрові зображення.

Інструменти редагування векторів об'єднані разом на інструментальній панелі Vector (Вектор) [12, 14]:



Зараз ми будемо використовувати кнопку  Create Polyline (Створити полілінія) для створення векторного відрізка.

1. Виберіть закладку Vector (Вектор)



2. Клацніть по кнопці  Create Polyline (Створити Полілінію).

3. Натисніть один раз ліву кнопку миші у вікні Двомірного Вигляду. У цьому місці буде початкова точка відрізання.

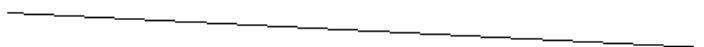
4. При переміщенні курсору на екрані з'являється пунктирна лінія, що показує положення відрізання.


5. Клацніть лівою кнопкою миші в тому місці, де Ви хочете, щоб був кінцева точка відрізання.

Векторний відрізок сполучатиме ці дві крапки.

6. Натисніть клавішу Esc на клавіатурі, для того, щоб завершити процес створення відрізання.

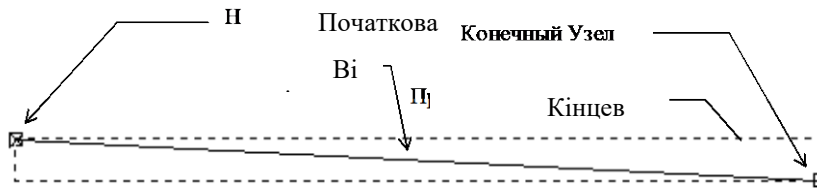
Ви повинні отримати, щось приблизно схоже на це:



7. Клацніть по іконі  Vector Selection (Вибір Векторів) на інструментальній панелі Vector (Вектор).

8. Виберіть тільки що створений відрізок.

Пунктирний прямокутник, який з'являється навколо відрізаня, указує, що він вибраний.




Тепер можна переміщати і змінювати цей відрізок.

9. Помістіть курсор поверх будь-якого Вузла.


Курсор прийме такий вигляд - , це курсор Редагування Вузлів.

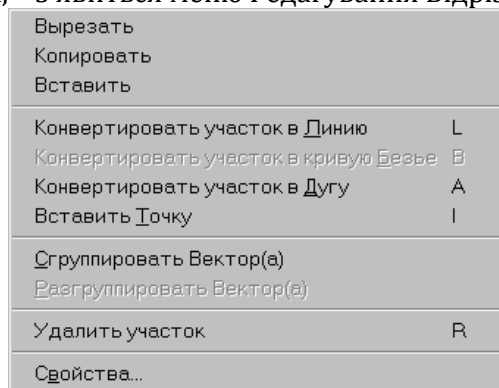
10. Клацніть лівою кнопкою миші і перемістіть курсор, для того, щоб пересунути вузол.

11. Помістіть курсор поверх Відрізаня.

Курсор прийме такий вигляд - , це курсор Редагування Відрізаня.

12. Клацніть лівою кнопкою миші і перемістіть курсор, для того, щоб перемістити весь відрізок.

13. Після того, як курсор Редагування Відрізаня  став видимим, натисніть праву кнопку миші, - з'явиться меню Редагування Відрізаня:



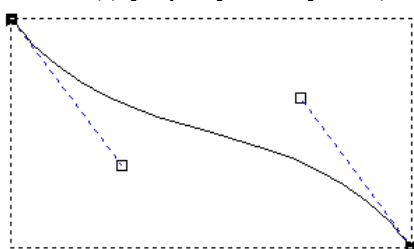
Залежно від попередніх дії, можна використовувати опції цього меню, для вибраного вектора або відрізаня. Це залежить від того, в якій частині вектора була натиснута права кнопка миші.


14. Виберіть опцію меню Convert span to bezier (Конвертувати ділянку криву Безье). Відрізок конвертується в криву, і Ви повинні отримати, щось схоже на це:



Зверніть увагу, що, помістивши курсор поверх відрізаня і, натиснувши букву 'b', тобто, використовуючи комбінацію клавіш на клавіатурі перетворимо відрізок в криву Безье.

Ці дві додаткові крапки називаються Точками Управління, вони можуть переміщатися подібно до вузлів, і служать для зміни форми кривій. Переміщаючи Точки Управління, ви можете отримати гладку криву, схожу на цю:



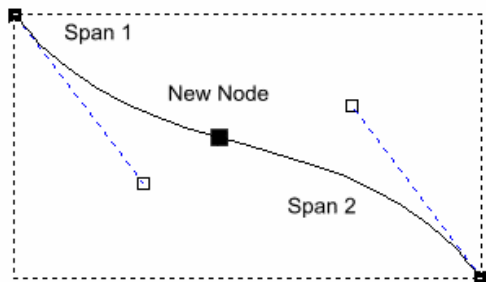
1. Помістіть курсор в середину кривої, щоб з'явився курсор Редагування Відрізаня , і потім натисніть праву кнопку миші.

З'явиться меню Редагування Відрізання

2. Виберіть опцію меню Insert a Point (Вставити Крапку).

Буде доданий новий вузол в контурі.

Звернете увагу, що, розмістивши курсор поверх відрізання і, натиснувши букву 'i', тобто, використовуючи комбінацію клавіш на клавіатурі вставляємо нову точку.




Новий вузол розбиває контур на дві ділянки.

3. Помістіть курсор на Ділянку 1 і, використовуючи меню Редагування Відрізання, конвертуйте цю ділянку в лінію за допомогою опції меню Convert span to line (Конвертувати ділянку в лінію).

4. Перемістіть курсор на Ділянку 2 і, також конвертуйте цю ділянку в лінію.

5. Виділіть середній вузол і перетягніть його лівіше і вище, щоб створити ламаний вектор.

6. Помістіть курсор на середній вузол так, щоб курсор змінив свою форму на  курсор Редагування Вузла.

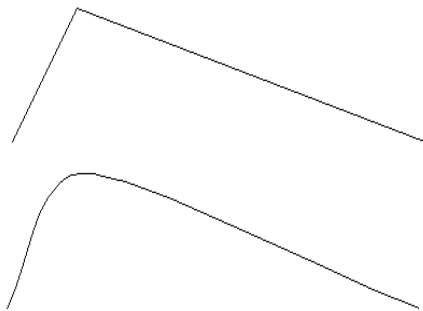
7. Клацніть правою кнопкою миші.

З'явиться меню Редагування Вузла.

8. Виберіть опцію меню Smooth Point (Згладити Точку).

Звернете увагу, що, розмістивши курсор поверх відрізання і, натиснувши букву 's', тобто, використовуючи комбінацію клавіш на клавіатурі відбувається згладжування крапки.

Кут прийме згладжену форму:



9. Виберіть вектор і перемістіть одну з контрольних точок середнього вузла.

Решта контрольних крапок автоматично перемістяться так, щоб крива мала гладку форму.

10. Помістіть курсор поверх середньої крапки і клацніть правою кнопкою миші для того, щоб викликати меню Редагування Вузла.

Опція меню Smooth Point (Згладити Точку) має відмітку, яка показує, що ця опція в даний момент включена.

11. Виберіть опцію Smooth Point (Згладити Крапку) для того, щоб її вимкнути.

12. Перемістіть одну з контрольних точок, щоб побачити різницю.

Додавання вузлів поодиноці лінії достатньо повільний процес. Тому, якщо Ви хочете, то можете використовувати інструмент Create polyline (Створити Полілінію) для того, щоб відразу створювати складніші форми. Коли ви виберіть цей інструмент, кожне натиснення лівої кнопки миші у вікні Двовірного Вигляду додаватиме новий вузол, сполучаючи його прямий з попереднім вузлом прямим відрізком.

Для того, щоб закінчити процес Створення Полілінії, натисніть клавішу Esc або клацніть поверх початкового вузла, щоб замкнути полілінію. Якщо Ви натиснете клавішу SPACE (Пропуск) на вашій клавіатурі, ARTCAM автоматично з'єднає перший і останній вузол, щоб замкнути полілінію.

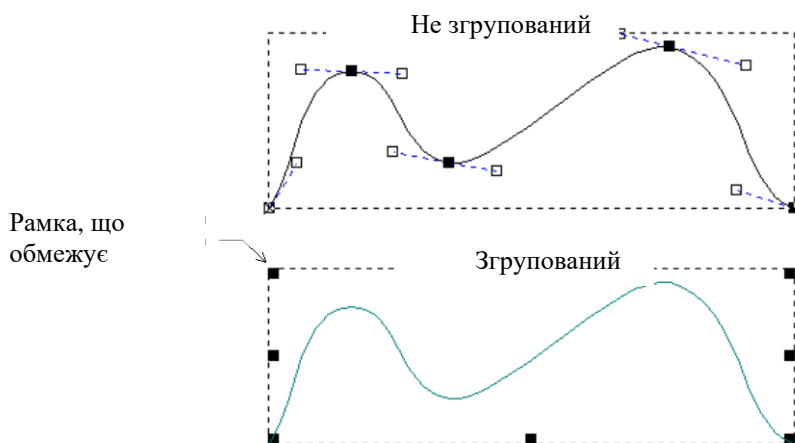
Одночасне натиснення лівої кнопки миші і переміщення курсору, при активізованому інструменті Create polyline (Створити Полілінію) створюватиметься гладка крива, що складається з безлічі кривих Безьє.

➤ Групування векторів

1. Коли ви закінчили редагування вектора, виділіть його, і, натиснувши праву кнопку миші, виберіть опцію Group Contour(s) (Згрупувати Контур(а)) [12, 14].

Опція меню Group Contour(s) (Згрупувати Контур(а)) також доступна в меню Vector (Вектор). Окремі вузли і точки управління зникають, і з'являється обмежуюча рамка з Маркерами.

Якщо вектор не замкнений, він має синій колір, якщо вектор самопересекаючийся, то тоді він відображається червоним кольором.



2. Клацніть лівою кнопкою миші і, перемістивши маркери, розтягніть весь вектор.

Якщо Ви помістите курсор поверх маркера, то курсор перетвориться на подвійну стрілку, яка показує, в яких напрямках ви можете розтягувати контур.

При одночасному натисненні клавіші Shift (Пропуск) і розтяганні контура за кутовий маркер, контур розтягується пропорційно, в горизонтальному і вертикальному напрямках.

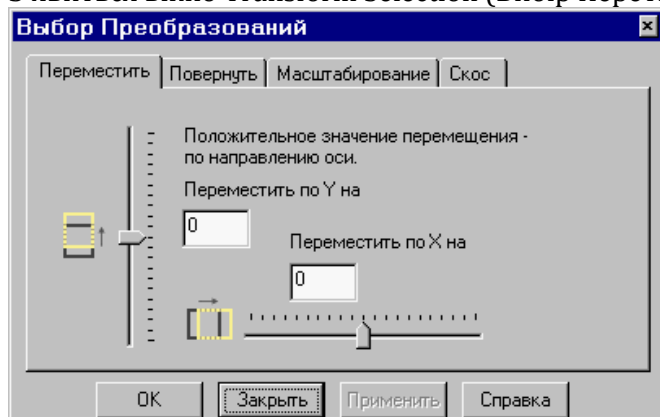
➤ Зміна векторів

Окрім зміни маркерами, вектора можуть редагуватися за допомогою вікна діалогу Transform Selection (Вибір Перетворень). Воно може бути викликане опцією Transform. (Перетворення.) з меню Vector (Вектор) [12, 14].

1. Виберіть вектор, який Ви хочете змінити.

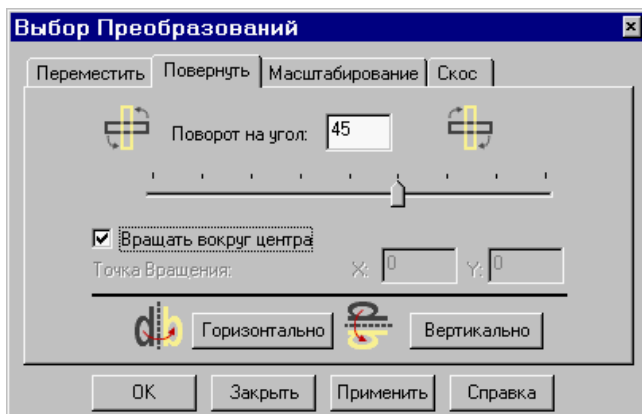
2. Виберіть опцію меню Transform. (Перетворення.) з меню Vectors (Вектор).

З'явиться вікно Transform Selection (Вибір Перетворень):

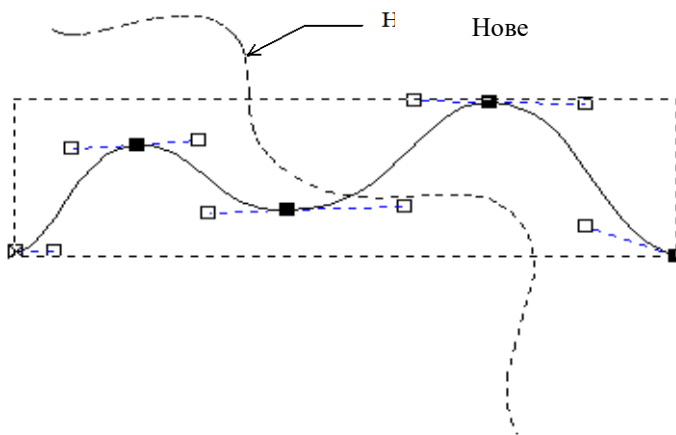


3. Клацніть по закладці Rotate (Повернути).

4. Перемістіть бігунок або введіть необхідне значення в поле Rotate by angle (Повернути на кут).



Пунктирна лінія указує нове положення Вашого контура (якщо задано точне значення, Ви повинні натиснути клавішу табуляції Tab, щоб побачити нове положення вектора).



5. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

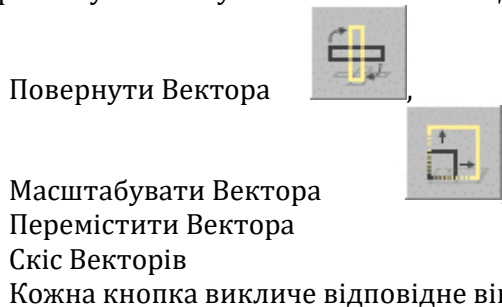
Окрім цього на закладці Rotate (Повернути) можна отримати отзеркалений контур в горизонтальному і вертикальному напрямках, використовуючи спеціальні кнопки.

У закладці Move (Перемістити) можна управляти точним положенням контура.

У закладці Scale (Масштабування) Ви можете змінити розміри контура, таким же чином, як якщо ви б використовували маркери, але тільки в тому випадку, якщо Ви задали точні значення і залишили той же центр об'єкту.

У закладці Shear (Скіс) Ви можете "нахилити" контур по координатах X (слева/направо) або по Y (вгору/вниз).

Для того, щоб швидко дістати доступ до вікна діалогу Transform Selection (Вибір Змін) використовуйте наступні кнопки на закладці Vector Editing (Редагування Вектора):



➤ Ручне переміщення векторів

Вектори також можуть бути переміщені і розташовані уручну, при використанні клавіш переміщення клавіатури. Вибраний вектор(а) може бути переміщений у вікні двомірного вигляду по осі X або Y, натисненням відповідних клавіш переміщення на клавіатурі.

➤ Створення простих закритих контурів

Додатково до інструменту створення полілінії є ще два інструментальні засоби для автоматичного створення еліпсів і квадратів. Після того, як вони будуть створені, на їх основі можуть бути отримані, як сказано вище, складніші форми [12, 14].

2. Створення Квадрата/Прямокутника



Інструмент Create Square / Rectangle (создать Квадрат / прямоуготник) створює прямокутник. Коли на панелі інструментів обраний цей інструмент, на екрані буде видно наступне:



якщо інструмент не вибраний, на екрані буде наступне:



Для того, щоб отримати Квадрат, одночасно тримайте кнопку Shift і переміщайте курсор для створення квадрата необхідного розміру.

3. Створення Кола/Еліпса



Інструмент Create Circle / Ellipse (Створення Кола / Еліпса) створює коло або еліпс. Коли на інструментальній панелі вибрано цей інструмент, на екрані з'явиться наступне:




якщо інструмент не вибраний, на екрані буде наступне:





Для того, щоб отримати Коло, одночасно тримайте кнопку Shift і переміщайте курсор для створення кола необхідного розміру.

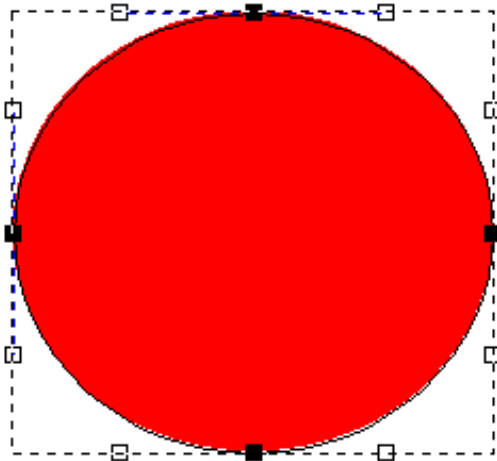
➤ Заливка вектора


Вектора не мають ніякого кольору, це – набір простих ліній або кривих. Далі Ви ознайомитеся з можливістю створення тривимірних форм безпосередньо з контурів, без використання кольору, але спочатку рекомендується для ознайомлення використовувати можливість ARTCAM створювати тривимірні форми по областях кольору. Ви вже умієте створювати області кольору, використовуючи растрові інструменти малювання. Окрім цього Ви

також можете використовувати інструмент  Flood Fill Vector (Залити Вектор) для створення на растровому шарі області кольору по межі вектора.

1. Створіть коло, використовуючи кнопку  Create Circle/Ellipse (Створення Кола/Еліпса) на інструментальній панелі Vector (Вектор).

2. Виберіть інструмент  Flood Fill Vector (Заливка Вектора). Він створює кольорову область растру, яка відповідає вибраному вектору, використовуючи первинний колір (в даному випадку – червоний).



Вектор і нова створена кольорова область растру можуть виводитися на екран окремо, використовуючи перемикачі .

Зауваження: для того, щоб успішно використовувати цей інструмент (заливка вектора), необхідно, щоб вектор був замкнутий. В тому випадку, якщо Ви використовуєте відкритий (незамкнутий) вектор, наприклад зігнуту криву, кольорова область растру буде створена, неначе початковий і кінцевий вузол вектор були сполучені прямою лінією.


➤ Створення контуру з растрового зображення

Ви можете також додатково створювати контури по областях растрового зображення.

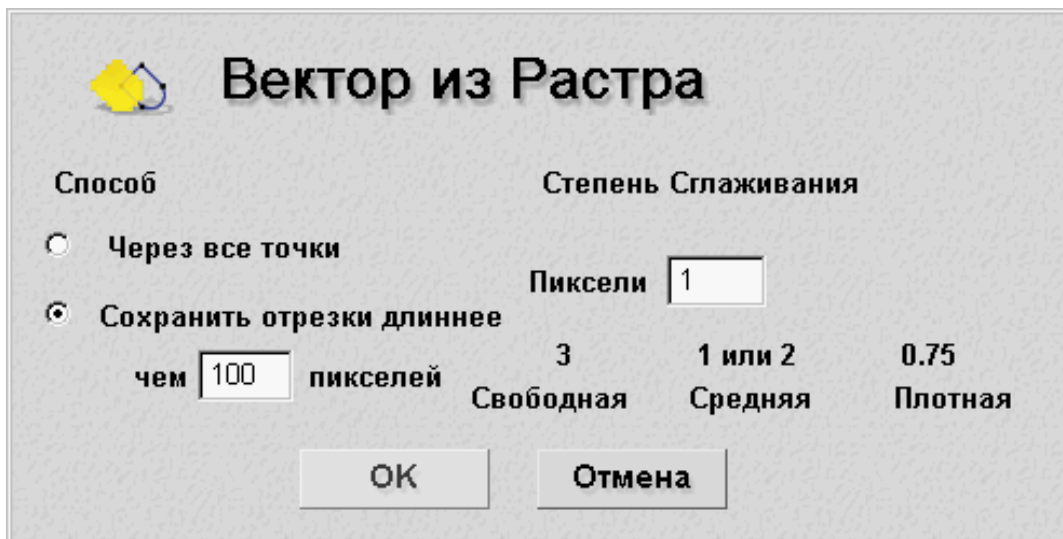
1. Виберіть команду Select All (Вибрати Все) з меню Edit (Редагування).
2. Натисніть клавішу Delete (Видалити), щоб видалити векторне коло, яке було створене раніше.

Тепер Ви можете використовувати растрову область для створення контура.

3. Переконаєтеся, що колір кола вибраний як Первинний Колір (в даному випадку червоний колір).

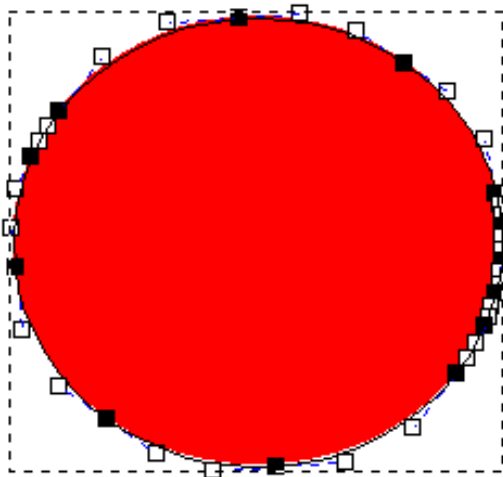
4. Виберіть ікону  Fit Vectors To Colour Boundaries (Створити Вектор По Межі Кольору) в інструментальній панелі з меню Vector (Вектор).

З'явиться вікно діалогу Vector from Bitmap (Вектор з Растру), в якому необхідно задати необхідні параметри:



5. Натисніть кнопку ОК.

ARTCAM створить тепер новий контур по краю області Первинного Кольору у вікні Двомірного Вигляду.



2.3. Створення тривимірного рельєфу

➤ Очищення екрану

Після того, як Ви закінчили експериментувати з різними інструментами малювання, Ви можете прибрати растрове зображення.

1. Призначте білий колір Первинним Кольором.
2. Виберіть команду Clear (Очистити) з меню Model (Модель).

Ця операція стирає растрове зображення і заповнює його поточним Первинним Кольором (в цьому випадку - білим кольором) [12, 14].

Для того, щоб видалити все вектора, які Ви створили до цього необхідно:

1. Вибрати меню Edit (Редагувати).
2. Вибрати команду Select all (Вибрати все).

Все контура будуть виділені і після цього можуть бути видалені.

3. Натисніть клавішу Delete.

Можна також видалити виділені вектори, використовуючи команду Cut (Вирізувати) з меню Edit (Редагування).

Тепер Ви маєте повністю очищений екран, і зараз можете намалювати що-небудь нове. Але перед створенням Тривимірного рельєфу, Ви повинні задати в ARTCAM фізичні розміри рельєфу.

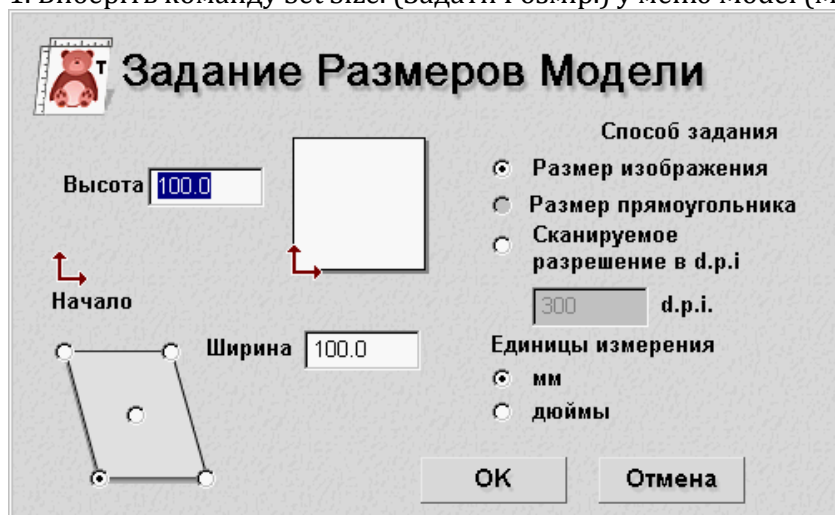
➤ Завдання розміру моделі



Коли Ви починаєте новий проект - команда File – New (Файл - Новий) або через ікону New Model (Нова Модель), можете задавати одночасно число пікселів в рельєфі і реальний розмір зображення в міліметрах або дюймах. Роблячи це, Ви встановлюєте розмір пікселя [12, 14].

Якщо Ви створюєте нове зображення за допомогою команди File – New (Specify Pixel Size) (Файл - Новий (Задати Розмір в Пікселях)), можете задавати розмір зображення в пікселях, але не в реальних одиницях вимірювання. Це означає, що, хоча Ви задали число пікселів для растрового зображення і тривимірного рельєфу, ARTCAM повинен знати реальний розмір (міліметри або дюйми) того рельєфу, який буде створений. Наприклад, це будуть квадратні дюйми або квадратні міліметри? Це для того, щоб задати реальні значення зображення і рельєфу використовується вікно діалогу Set Model Size (Завдання Розмірів Моделі).

1. Виберіть команду Set Size. (Задати Розмір.) у меню Model (Модель).



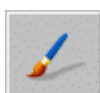
Необхідні значення вводяться в поле Height (Висота) і Width (Ширина)

2. Введіть 25 мм (або 1 дюйм).

3. Натисніть кнопку ОК.

Ці дії означають, що буде створений рельєф з квадратом в підставі - 25 на 25 мм.

Зараз Ви задали розміри для створюваного рельєфу і можете приступити до малювання простих двовірних растрових областей, які використовуватимуться для створення тривимірного рельєфу.



1. Виберіть ікону Brush (Кисть).

2. Виберіть найбільший розмір кисті.

3. Призначте червоний колір Первинним Кольором, клацнувши по ньому в палітрі кольорів.

4. Намалуйте букву "S" у верхньому лівому кутку листа.



5. Потім виберіть інструмент Create circle/ellipse (Створити коло/еліпс) і намалуйте векторний еліпса поряд з буквою "S".

6. Призначте синій колір Первинним Кольором.



7. Виберіть інструмент Flood fill vector (Залити вектор) для створення області растру у вигляді еліпса синього кольору.

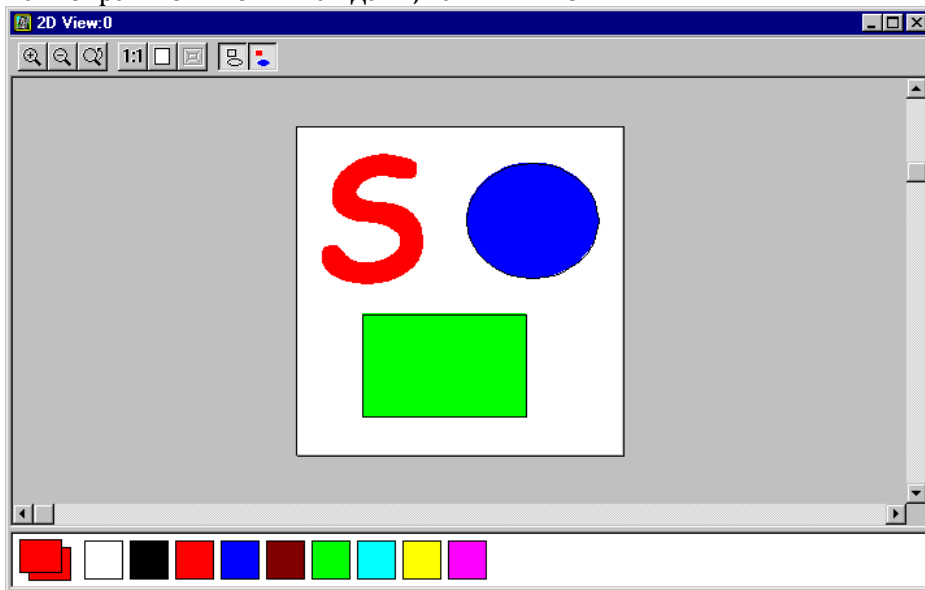


8. Виберіть інструмент Create rectangle (Створити прямокутник) і намалуйте контур прямокутника нижче за букву "S" і еліпса.

9. Призначте зелений колір Первинним Кольором.

10.Виберіть інструмент Flood fill contour (Залити контур) для створення прямокутної області растру зеленого кольору.

Ваш екран повинен виглядати, таким чином:

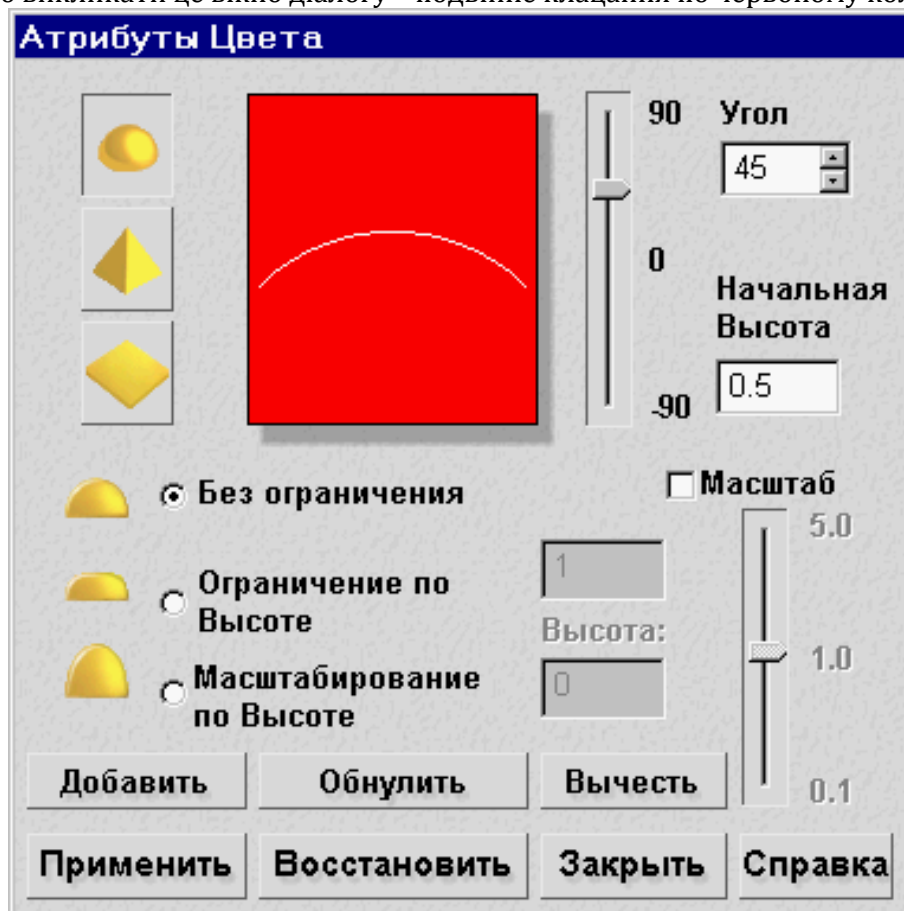


➤ Редактор форми

Зараз Ви маєте декілька растрових областей, забарвлених в різні кольори, далі Ви повинні визначити для кожного кольору свою тривимірну форму.

1. Призначте червоний колір, як Первинний Колір.
2. Виберіть меню Colour (Колір).
3. Виберіть опцію меню Shape Editor. (Редактор Форми.).

З'явиться вікно діалогу Colour Attributes (Атрибути Кольору)Атрибути цвета. Є швидший спосіб викликати це вікно діалогу – подвійне клацання по червоному кольору в Колірній Палітрі.



За умовчанням задана площина на нульовій висоті.

1. Клацніть по кнопці Round profile (Круглий профіль).

2. Решту значень залиште за умовчанням і натисніть кнопку Apply (Застосувати).

Колірна ПалітраЦветовая Палитра змінилася, таким чином, як було задано у вікні діалогу Colour Attribute (Атрибути Кольору).



3. Натисніть кнопку Close (Закрити).

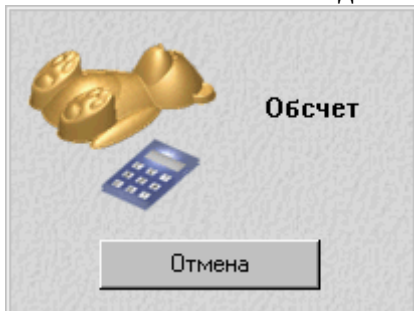
Обчислення рельєфуРельеф:Вычисление рельефа

1.Клацніть по інструментальній панелі Relief (Рельєф).

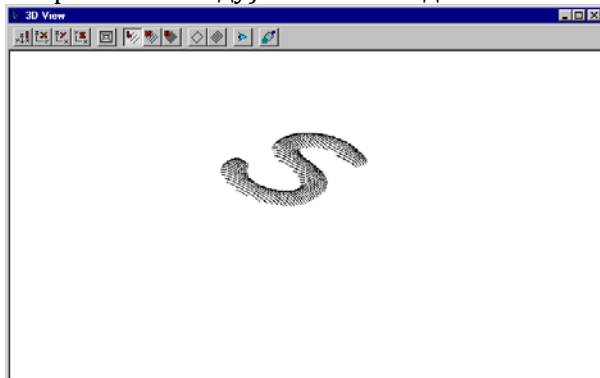



2. Натисніть кнопку Replace Relief (Замінити Рельєф) для запуску процесу обчислення рельєфу.

У той час коли ARTCAM здійснює обчислення, на екрані з'являється наступне вікно:



ARTCAM після закінчення обчислень створює друге вікно, яке називається вікном 3D View (Тривимірного Вигляду). Воно виглядає таким чином:




Якщо нульова площина не показується, натисніть кнопку  Draw Zero Plane (Відобразити Нульову Площину), яка є двійковим перемикачем.

Ви можете переходити від вікна двомірного вигляду до вікна тривимірного вигляду простим клацанням по потрібному вікну або вибором імені із списку в Window control (Вікні управління) в лівій частині екрану. За умовчанням Ваша двомірна картинка називається 2D Від:0.

1. Виберіть вікно 2D view (Двомірний Вигляд).

2. Подвійне клацання по синьому кольору (залитий еліпс) викличе появу вікна діалогу Colour Attributes (Атрибути Кольору)Атрибути цвета.




3. За умовчанням вже задана  Flat plane profile (Плоска поверхня), але Ви повинні підняти її на 2 мм, введіть в поле Start Height (Початкова Висота) число 2.

4. Натисніть кнопку Apply (Застосувати) для завдання тривимірних атрибутів для синього кольору.

5. Виберіть зелений колір (залитий прямокутник).



6. Натисніть кнопку  Angular (Кутовий) профіль, а решту установок залиште за умовчанням.

7. Натисніть кнопку Apply (Застосувати) для завдання тривимірних атрибутів для зеленого кольору.

8. Натисніть кнопку Close (Закрити).

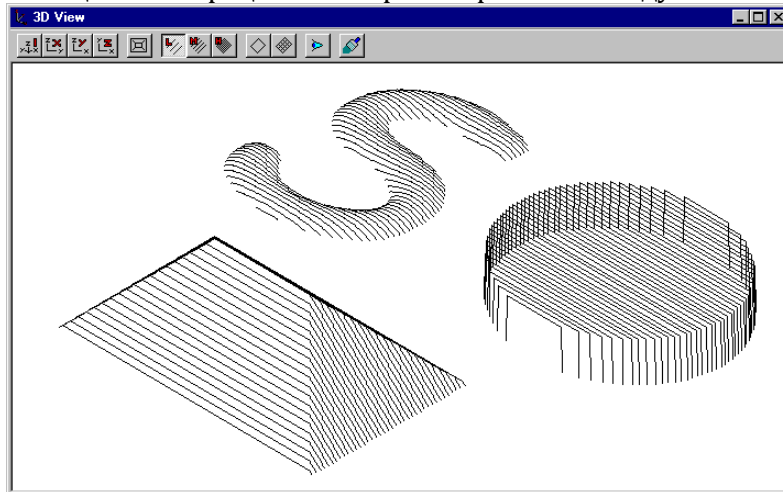
Для кожної області растру були призначені три основні перетини.

Для букви "S" призначений круглий перетин, для прямокутника – кутове і для кола - проста плоска поверхня, підведена на 2 мм.



9. Натисніть кнопку  для обчислення рельєфу.

В кінці всіх операцій вікно Тривимірного Вигляду повинне бути схоже на це:



2.3.1. Робота з текстом на прикладі побудови букв постійної висоти

У цьому розділі буде розглянуто, як створити букви постійної висоти з гладким перетином або ламаним перетином.

Більшість тривимірних букв створюються з постійним кутом в перетині, що приводить до створення тривимірних форм змінної висоти. Висота (Z) залежить від ширини векторного шрифту.

Використовуючи можливості ARTCAM Pro в побудові букв постійної висоти, Ви вивчите, як створити тривимірні букви, які виглядають вирізаними уручну.

➤ Букви постійної висоти

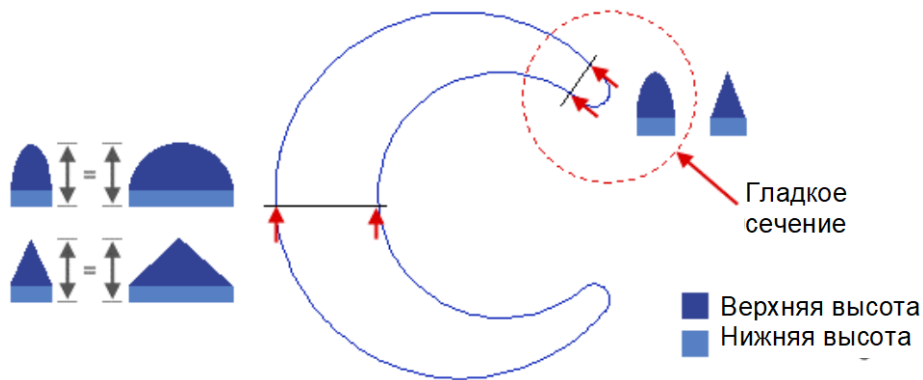
У прикладі, розташованому нижче є декілька поперечних перетинів символу «С», описаного замкнутим вектором, в широких і вузьких частинах. Це показує результати використання Постійної Висоти з кругом або ламаним поперечним перетинами.

Де символ вузький, перетин стає крутішим, щоб досягти тієї ж самої висоти на ширшій ділянці, яка навпаки, має набагато гладший перетин.


Тривимірна форма розбита на 2 частини:

Нижня висота. Вертикальний підйом області символу.

Верхня висота. Додаткова висота, що додається до основи, побудована по гладкому або ламаному перетину.



➤ Створення букв постійної висоти

1. Спочатку створіть новий файл. Для цього на інструментальній панелі File (Файл) виберіть кнопку New File (Новий Файл).
2. У вікні діалогу Size for New Model (Розмір Нової Моделі) введіть:
Висота = 100 мм (4 дюйми).
Ширина = 300 мм (12 дюйма).
Дозвіл = 1736 на 578 крапок (1,000,000 крапок)
Натисніть кнопку OK.
Ви можете побачити, що у Вікні Управління зліва створений чистий Двомірний Вигляд під ім'ям 2D Від:0 і Тривимірний вигляд.
3. Виберіть Двомірний вигляд і максимізуйте його подвійним клацанням по імені вигляду у Вікні Управління.
4. Максимізуйте ескіз на весь екран натисненням кнопки  Window Fit (Показати все) на інструментальній панелі Двомірного вигляду.
5. Виберіть на інструментальній панелі Vector (Вектор) кнопку Create Vector Text (Створити Векторний Текст). З'явиться вікно діалогу Font Selector (Вибір Шрифту), виберіть наступний шрифт і його параметри:
Times New Roman
Напівжирний
Західний
Розмір = 80 мм (3.2 дюйма)
І потім натисніть лівою кнопкою миші в будь-яке місце в ескізі.
6. Наберіть слово «Cafe».
7. Клацніть по ньому і перетягніть лівою кнопкою миші в необхідне положення.
8. Натисніть клавішу ENTER, щоб завершити введення тексту. Тепер є вектора слова «Cafe», відображені на екрані. Все вектора згруповані разом за умовчанням.




9. Розгрупуйте вектора вибором на інструментальній панелі Vector (Вектор) кнопки

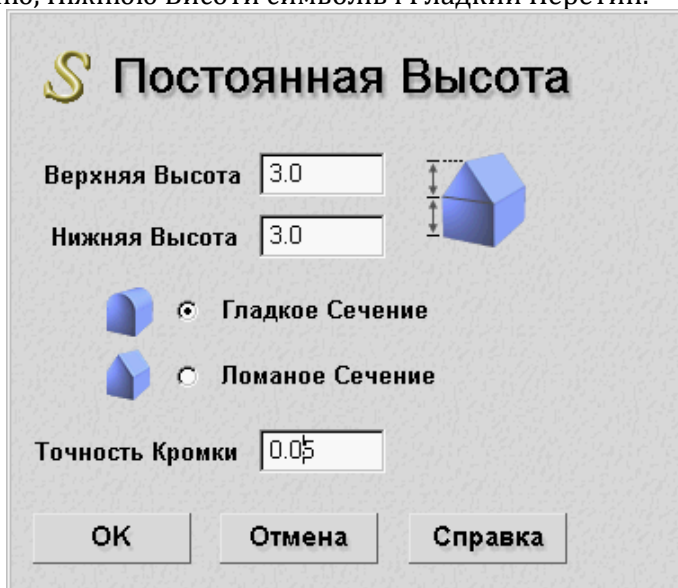


Ungroup (Розгрупувати Вектора).


➤ Букви постійної висоти з гладким перетином

10. Натисніть ліву кнопку миші, перемістіть курсор, і виберіть перші два символи «Ca», виберіть інструментальну панель Height (Рельєф) і натисніть кнопку  ISO-FORM Letters

(Букви ISO-FORM). Вікно діалогу Constant Height (Постійна Висота) дасть можливість задати Верхню, Нижню Висоти символів і Гладкий Перетин.



11. Заповніть вікно діалогу, як показано вище. Натисніть кнопку ОК. Буде створені букви з вертикальною висотою 3 мм і гладким перетином висотою 3 мм загальною висотою 6 мм.

12. Закрасить отриманий рельєф клацанням по кнопці  Colour Shade (Зафарбовування) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду.




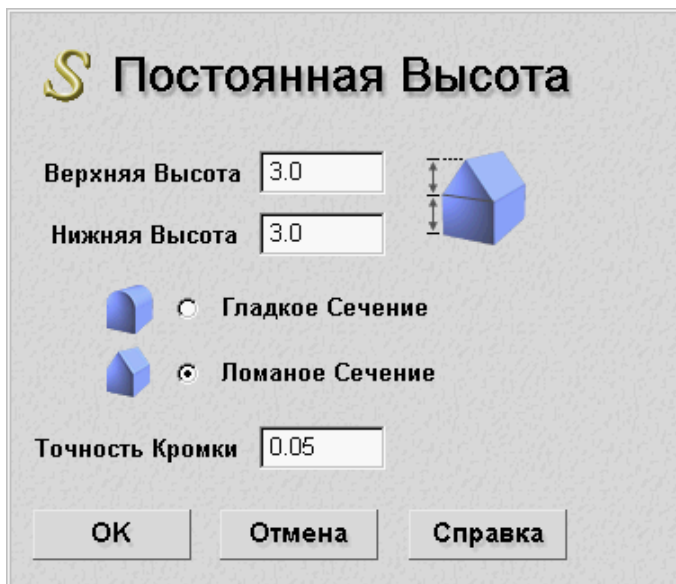
13. Повернетеся у вікно Двумірному вигляду, використовуючи, вибравши ім'я 2D Від:0 у Вікні Управління.

14. Пам'ятаєте, що подвійне натиснення по імені вигляду максимізувало вікно.

4. Букви Постійної Висоти з Ламаним Перетином

15. Натисніть ліву кнопку миші, перемістіть курсор, і виберіть решту двох символу «fe»,

виберіть інструментальну панель Height (Рельєф) і натисніть кнопку  ISO-FORM Letters (Букви ISO-FORM). Вікно діалогу Constant Height (Постійна Висота) дасть можливість задати Верхню, Нижню Висоти символів і Ламаний Перетин.

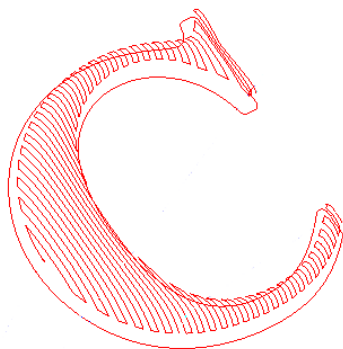


16. Створюється рельєф з постійною висотою і ламаним перетином, заввишки 6 мм. Він буде доданий з існуючому рельєфу і буде отримано все слово «Cafe».



➤ Обработка букв с постоянной высотой

17. Найбільш ефективний спосіб обробки Букв з Постійною Висотою полягає в тому, щоб використовувати стратегію Machine Area (Обробка області), з вибраною опцією Raster (Змійка).



Звернете увагу, що символи потрібно відокремити один від одного, щоб після використовувати стратегію Cut-out Pass (Прохід на заданій висоті) для обробки по верхніх частинах тривимірної форми кожного символу окремо.

Рисунок, приведений зліва, показує УП, створену по стратегії Machine area (Обробка області) з опцією Raster (Змійка) і по стратегії стратегію Cut-out Pass (Прохід на заданій висоті), який автоматично був зміщений на значення використовуваного радіусу інструменту.

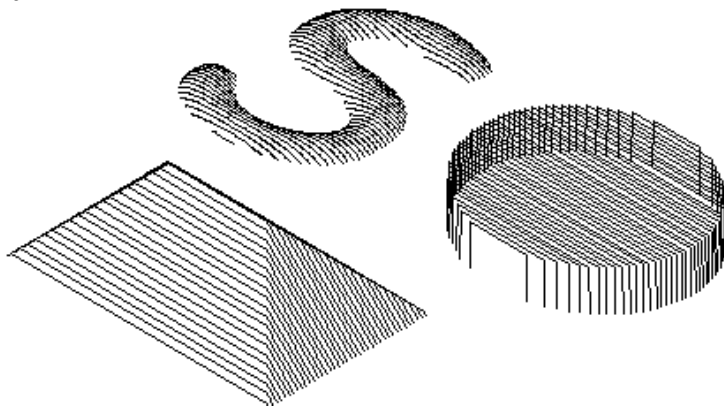
2.3.2. Управління вікном тривимірного вигляду


Після того, як рельєф був створений, можна змінити точку зору так, щоб проглянути будь-яку частину тривимірного об'єкту.

Є чотири фіксовані види уздовж різних напрямів, доступні з меню 3D View (Тривимірний Вигляд) і на інструментальній панелі 3D View (Тривимірний Вигляд). Три з них створюються уздовж основних осей (X, Y і Z). Види View Along X (Вигляд Уздовж X) і View Along Y (Вигляд Уповодж Y) дозволяють перевірити рельєф на опуклість (дуже опуклий рельєф – одна з найбільш


поширених помилок). Четвертий вигляд - Isometric (Ізометричний) зазвичай використовується для динамічного обертання вигляду за допомогою миші [12, 14].

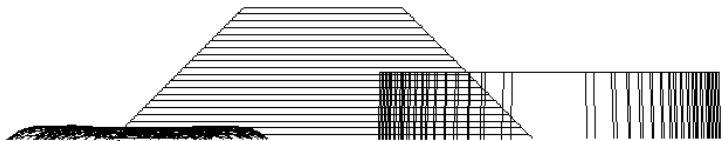
Вид  Isometric View (Ізометричний Вигляд)  Изометрический Вид - створюється за умовчанням.




Вид  View Along X (Вигляд Уздовж Осі X) - цей вигляд у напрямі зменшення координати X.



Вид  View Along Y (Вигляд Уздовж Осі Y) - цей вигляд у напрямі зменшення координати Y.



Вид  View Along Z (Вигляд Уздовж Осі Z) - цей вигляд у напрямі зменшення координати Z.



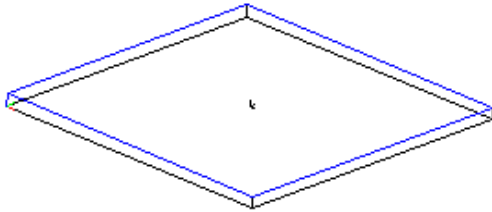
➤ **Зміна точки перегляду за допомогою миші**

Найбільш зручний спосіб зміни точки перегляду в – ARTCAM за допомогою миші.

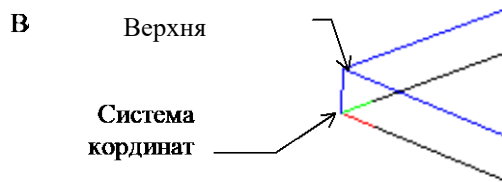
1. Перемістите курсор у вікно Тривимірного Вигляду.
2. Клацніть лівою кнопкою миші у вікні Тривимірного Вигляду і утримуйте її натиснутою.
3. Переміщайте мишу, одночасно утримуючи ліву кнопку миші.
4. Коли рельєф знаходиться в необхідній орієнтації, необхідно опустити кнопку миші.

Використання функції "динамічного обертання" може спочатку показатися незвичайним, але ця функція швидко освоюється. При її виконанні на екрані з'являється прямокутник, що

обмежує рельєф, який за допомогою миші можна швидко орієнтувати в потрібному положенні. Верхня сторона прямокутника зображається блакитним кольором, що дозволяє відстежувати положення рельєфу при обертанні. Система координат (лівий нижній кут) забарвлюється іншими квітами для кращої орієнтації.



Система координат (лівий нижній кут) виглядає так:



Різні кольори означають різні осі: червоний – вісь X, зелений – вісь Y, синій, – вісь Z.


Якщо Ви встановлюєте курсор в середині вікна, а потім натискаєте ліву кнопку миші і переміщуєте курсор вгору по екрану, відбуваються дві речі. По-перше, змінюється рамка, що обмежує Ваш рельєф (ширина і висота рівна розміру вашого зображення, а глибина рівна висоті рельєфу). По-друге, рамка переміщатиметься, оскільки Ви переміщуєте мишу. Для того, щоб уявити, як переміщатиметься рельєф, уявіть, що Ваш палець знаходиться на вершині кульки, і оскільки Ви переміщуєте палець (і кулька разом, з ним) буде видима нова орієнтація кульки. Якщо курсор встановлений не в центрі екрану, то рельєф переміщатиметься таким же чином, неначе палець знаходиться у відповідній позиції на кульці.

Ліва кнопка миші управляє обертанням, права кнопка використовується для збільшення і зменшення, обидві натиснуті кнопки використовуються для прокрутки. (Переміщення зображення у вікні).


Таблиця, приведена нижче, показує комбінації кнопок миші для отримання необхідного результату. Після того, як кнопка миші була відпущена, рельєф перемальовує. Це перемальовування може бути перервана натисненням лівої кнопки миші або натисненням клавіші Esc.

Обертання	Ліва Кнопка Миші
Збільшення/Зменшення	Права Кнопка Миші
Прокрутка	Ліва і Права Кнопки миші Одночасно
Перемістити в Центр	Подвійне клацання миші

➤ **Позиціонування тривимірного вигляду**

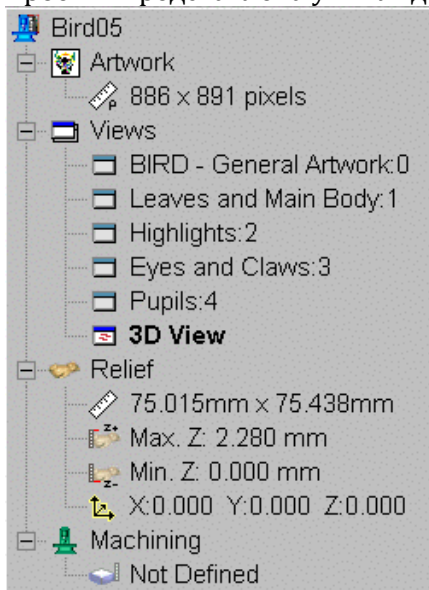
Якщо зображення рельєфу втрачене, натисніть кнопку  Zoom to Fit (Показати Все) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду.

➤ **Зафарбовування рельєфу**

Після того, як Ви вирівняли вигляд для якнайкращого перегляду, натисніть кнопку  Colour Shade (Кольорове Зафарбовування) для того, щоб закрасити рельєф. Процес тонування займає декілька секунд, і може бути перерваний у будь-який момент натисненням кнопки миші або натисненням клавіші Esc.

➤ Інформація про модель

Інформація про зображення (кількість пікселів, реальні розміри і так далі) і про Рельєф (розміри, мінімальна і максимальна висота, дозвіл і так далі) знаходиться в лівій частині екрану у Вікні Проект і представлена у вигляді дерева.



2.3.3. Тривимірний шаблон

ARTCAM дозволяє імпортувати будь-який заздалегідь збережений рельєф, і вставляти його в поточний рельєф, використовуючи ті ж самі принципи як в художніх двомірних пакетах. Кнопка

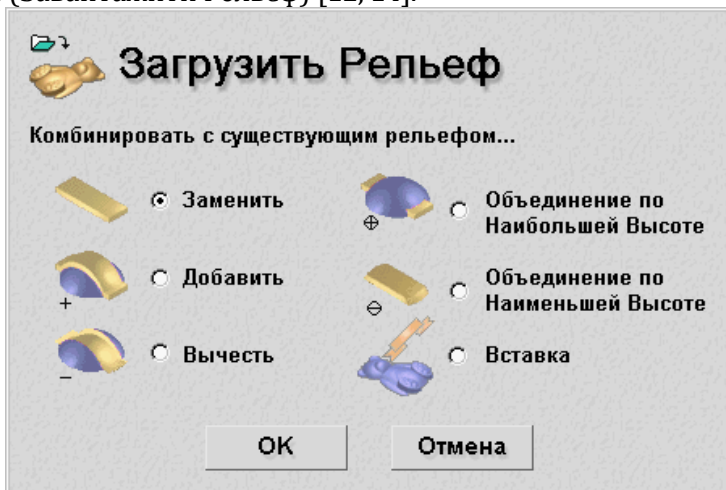


Paste Relief From A File (Вставити Рельєф З Файлу)



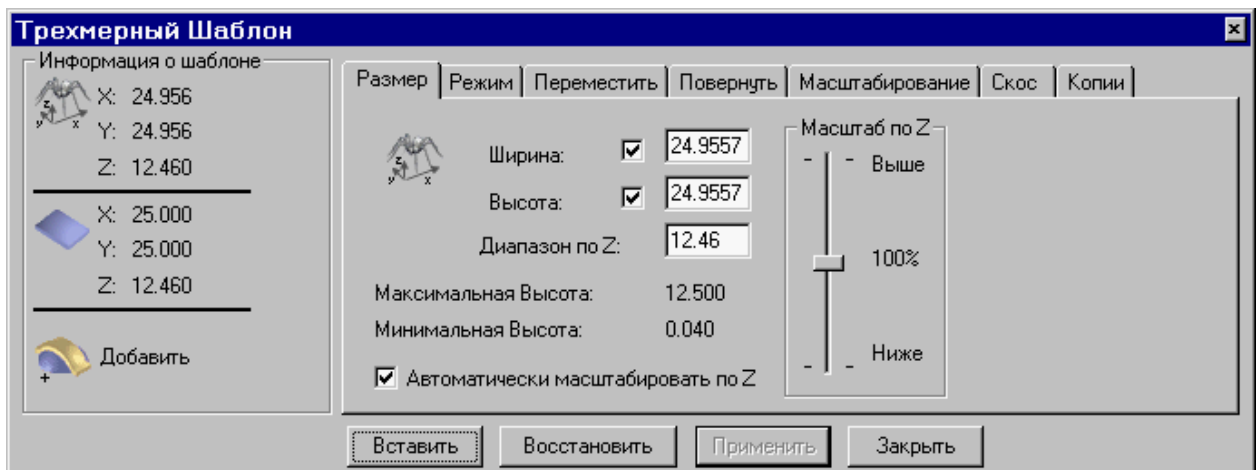
Трехмерный шаблон:Вставить

рельєф из файла викликає вікно діалогу Relief File Open (Відкрити Файл Рельєфу), який дозволяє вибрати файл для імпортування. Як тільки файл буде вибраний, відкривається вікно діалогу Load Relief (Завантажити Рельєф) [12, 14].



У цьому вікні діалогу виберіть опцію Pasting (Вставка) і натисніть кнопку ОК.

У вікні Двомірного вигляду з'являється вектор, співпадаючий з межами рельєфу, що вставляється. В цей же час відкривається вікно діалогу Тривимірний Шаблон.



Вікно діалогу дозволяє управляти всіма параметрами рельєфу, що імпортується. Закладки Move (Переміщення), Rotate (Обертання), Scale (Масштабування) і Shear (Зрушення) працюють аналогічно вікну діалогу Transform Selection (Вибір Перетворення) дозволяють маніпулювати тривимірним шаблоном, таким же чином, як і контуром. З двома іншими закладками Ви ознайомитеся в наступному прикладі.

2.3.4. Зв'язування кольорів

➤ Використання декілька вікон двомірного вигляду

Раніше було відмічено, що складні рельєфи можна отримати шляхом зміни зображення і атрибутів кольору у вікні Двомірного Вигляду, і потім скомбінувавши існуючий рельєф, з отриманим. ARTCAM має дві особливості, що дозволяють спростити цей процес.

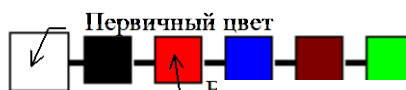
У багатьох способах зміна растрового зображення може бути незручне для створення рельєфу. Якщо Ви зробили помилку при редагуванні зображення, буде важко повернутися до початкового варіанту. Часто буде необхідно зберегти весь малюнок, для того, щоб потім отримати окремий рельєф. Отже, замість того, щоб змінювати растрове зображення, ARTCAM може підтримувати декілька копій двомірного зображення, кожен в окремому вікні Двомірного Вигляду. Хоча насправді растрові зображення в окремих вікнах Двомірного Вигляду однакові, Атрибути Кольору для кожного кольору можуть бути різні. Крім того, ARTCAM дозволяє, щоб Ви могли зв'язати кольори разом, так, щоб, вони поведилися як один колір. Скріплення Кольорів - спосіб зміни форм усередині зображення без редагування растру [12, 14].

➤ Створення зв'язків між кольорами

Використання команди Link/Unlink (Зв'язати/роз'єднати) з меню Colour (Колір) дозволяє з'єднати первинний і вторинний кольори. Як Ви вже знаєте, Первинний Колір вибирається, клацанням лівою кнопкою миші на необхідному кольорі в Колірній Палітрі. Щоб вибрати вторинний колір, клацніть правою кнопкою миші на необхідному кольорі в Колірній Палітрі. Як тільки два кольори будуть зв'язані, Колірна Палітра виглядатиме так:



Усередині вікна Двомірного Вигляду зв'язані кольори оброблятимуться як один колір з одним набором Атрибутів Кольору. Ви можете пов'язувати таку кількість кольорів з Первинним Кольором, яке побажаєте, формуючи ланцюжок з Первинним Кольором на чолі цього ланцюжка:



Всі кольори в ланцюжку поведуться, як один колір, - з атрибутами кольору на чолі ланцюжка.

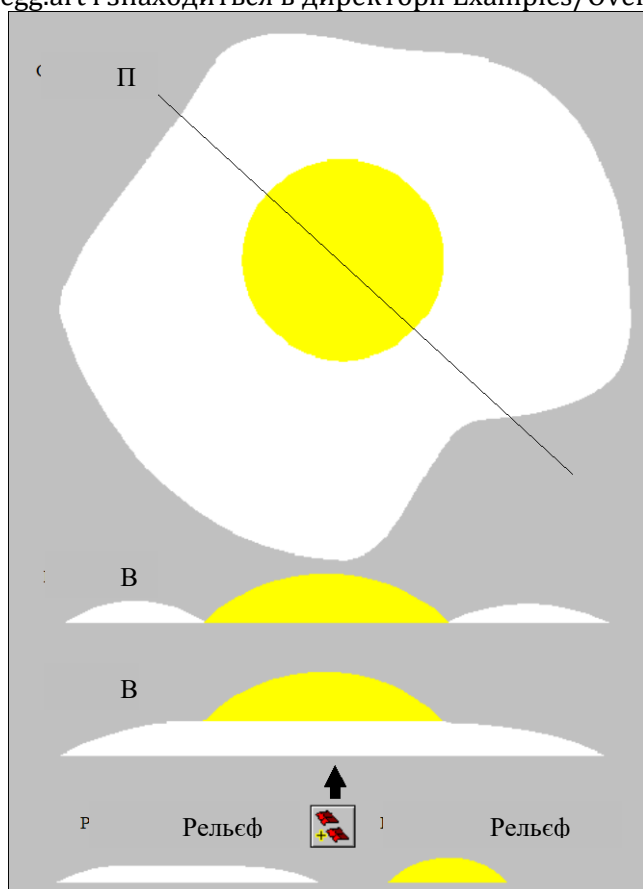
➤ Створення нового вигляду

Якщо Ви бажаєте змінити зв'язки між кольорами і атрибуту кольору у вікні Двомірного Вигляду, виберіть команду New View (Новий Вигляд) з меню 2D View (Двомірний Вигляд). Ви після цього отримаєте друге вікно Двомірного Вигляду із заголовком 2D View:1 (або ім'я вашого поточного .art файлу, якщо Ви його заздалегідь зберігали). Це вікно містить ідентичну копію двомірного зображення, але будь-які зміни в скріпленні кольорів або в атрибутах застосовуватимуться тільки до поточного вигляду.

Можна створити новий Двомірний вигляд іншим способом, використовуючи Вікно Управління. Виберіть поточний Двомірний вигляд, натисніть праву кнопку миші, і виберіть опцію New view (Новий Вигляд).

➤ Практичний приклад

Щоб отримати тривимірну модель яєчні, Ви повинні задати один Атрибут Кольору для білка і інший для жовтка яйця, а потім обчислити рельєф. На вигляді А показаний результат, який Ви отримали б використовуючи цей спосіб створення рельєфу. Це зображення називається Friedegg.art і знаходиться в директорії Examples/Overview на CD.



На виді В показаний рельєф, який необхідно створити, з жовтком поверх білка. Така форма рельєфу виходить Додаванням рельєфу жовтка до рельєфу білка. Щоб отримати це звичайним способом, було б необхідно виконати наступне:

1. Замінити жовтий колір жовтка на білий колір у вікні Двомірного Вигляду..
2. Застосувати Атрибути Кольору для білого кольору.
3. Обчислити рельєф білка.
4. Перемальовувати жовток.
5. Відновити Атрибути Кольору для білого кольору.
6. Застосувати Атрибути Кольору для жовтого кольору.
7. Додати новий рельєф.

Якщо Ви потім вирішили, що рельєф білка був отриманий не такий, як потрібний, довелося б все починати спочатку. Для створення рельєфу з використанням Скріплення Кольорів і декілька вікон Двомірного Вигляду необхідно:

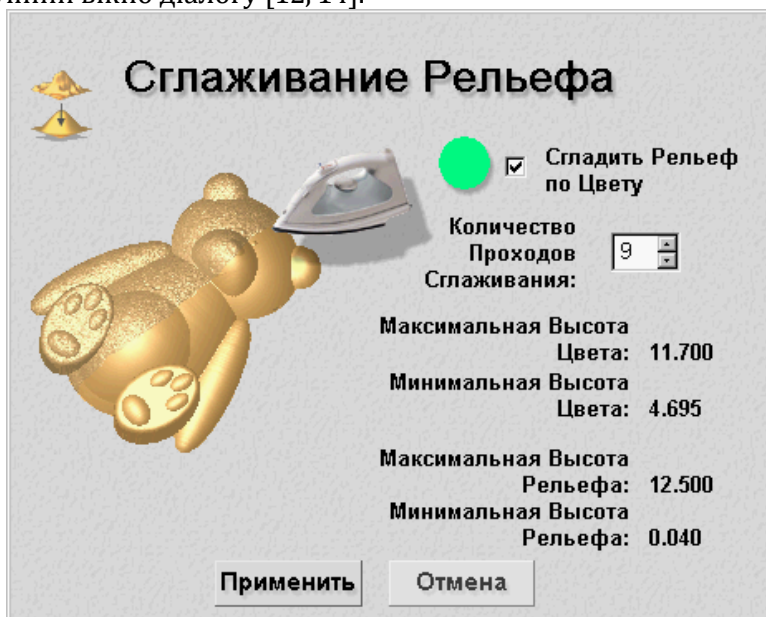
1. Виберіть команду Open (Відкрити) з меню File (Файл) і завантажте файл Friedegg.art, який знаходиться в директорії Examples/Overview.
2. Зв'яжіть жовтий і білий кольори, так щоб вони були як один колір в цьому вікні Двомірного Вигляду.
3. Призначте Атрибути Кольору для білого кольору.
4. Обчислите рельєф білка.
5. Створіть нове вікно Двомірного Вигляду.
6. Призначте Атрибути Кольору для жовтого кольору в новому вигляді.
7. Додайте новий рельєф.

ARTCAM тепер містить в собі двомірні форми, необхідні для того, щоб створити рельєфи компонентів яєчні. Якщо Вам необхідно змінити форму білка, Ви можете просто вибрати перше вікно Двомірного Вигляду і Відняти його з отриманого рельєфу. Ви отримаєте рельєф, який складається тільки з рельєфу жовтка. Ви тепер можете змінити Атрибути Кольору для білого кольору, наприклад, задати крутіший нахил, і потім Додати задані параметри до існуючого рельєфу. Цей спосіб дає більше гнучкості, чим використання тільки одного вікна Двомірного Вигляду, оскільки дозволяє використовувати декілька видів одного і того ж зображення з різними зв'язками і атрибутами кольорів.

2.3.5. Згладжування рельєфу



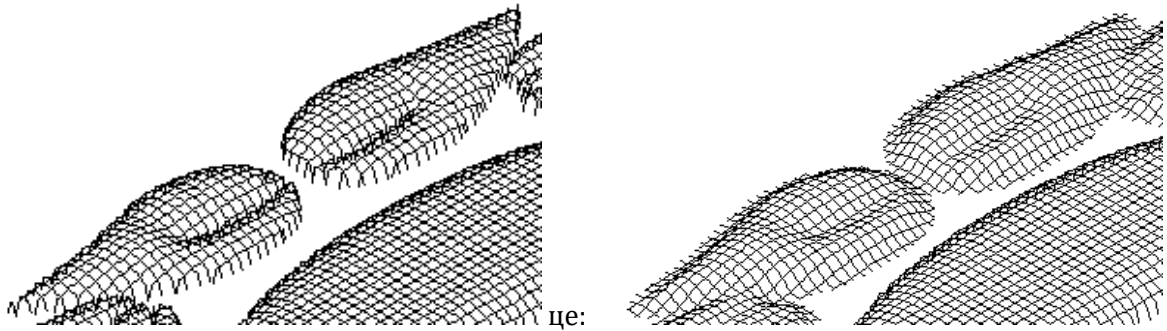
Інструмент Smooth (Згладжування) вирівнює всі нерівності рельєфу. Ця операція впливає тільки на ту область рельєфу, яка відповідає обраному первинного кольору у вікні Двомірного Віда. Операція згладжування викликає втрати деяких деталей рельєфу, але зменшує небажану брижі на поверхні рельєфу. Після того як був обраний інструмент, з'являється наступний вікно діалогу [12, 14]:



Ви можете відразу задавати необхідну кількість проходів згладжування, але це процес ітераційний, так що найкращий спосіб отримання бажаного результату, - послідовне завдання числа проходів згладжування. При згладжуванні Рельєфу в дві стадії по 2 проходи кожен, буде отриманий такий же результат, як і вибір 4 проходів згладжування за один раз. Не забудьте, що згладжування не може бути скасоване, так що краще зберегти рельєф, перш ніж Ви використовуватимете операцію згладжування.

Дивися розділ по Інтерактивному Згладжуванню. Воно дозволяє управляти процесом згладжування.

Десять проходів фільтру згладжування дозволяє отримати з цього:




Часто необхідність операції Згладжування може бути оцінена тільки, після того, як Рельєф був закрашений.

2.4. Побудова криволінійних профілів


Ми вже ознайомилися з тим, як в ARTCAM призначаючи тривимірні атрибути для растрових областей кольору, можна отримати тривимірний рельєф. Вектора в цьому випадку використовувалися лише побічно, для того, щоб отримати залиті області растру. У цьому розділі Ви побачите, як можна безпосередньо використовувати вектора для створення тривимірних рельєфів [12, 14].


2.4.1. Обертання

1. Почніть новий проект за допомогою кнопки  New File (Новий Файл) на інструментальній панелі File (Файл).

Ця операція замінить Ваш поточний проект на новий. Ви матимете можливість зберегти свій малюнок і тривимірний рельєф, якщо Ви до цього їх не зберігали.

2. У вікні діалогу Size for New Model (Розмір Нової Моделі) і задайте розмір рельєфу 25 на 25 мм і на 600 на 600 крапок.

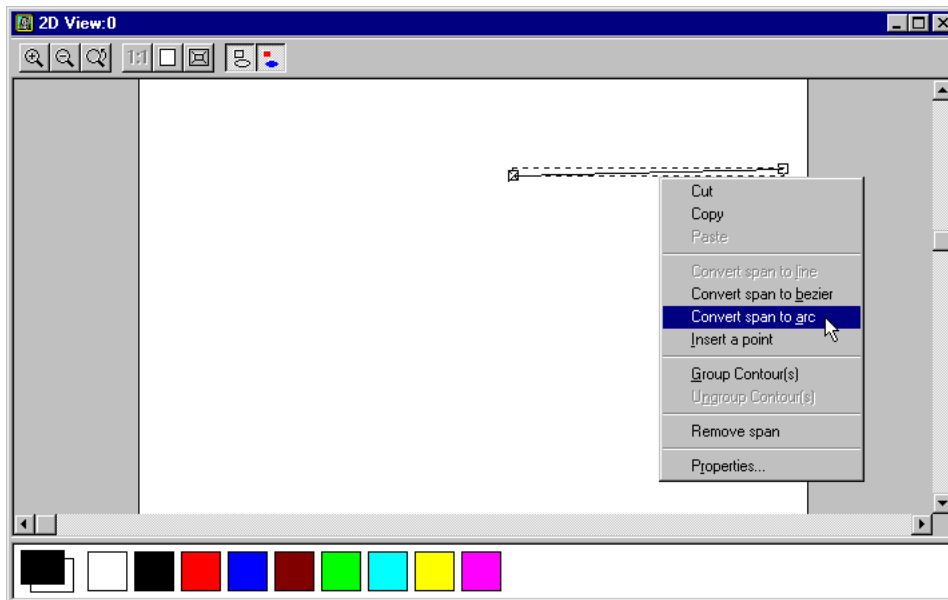
3. Використовуючи інструмент  Create polyline (Створення полілінії) на інструментальній панелі Vector (Вектор) намалюйте лінію зліва на право в правій половині екрану, і потім для завершення побудови натисніть клавішу Esc.

4. Відразу буде автоматично вибраний інструмент  Vector Selection (Вибір Вектора). Використовуючи цей інструмент, виділіть створений об'єкт.

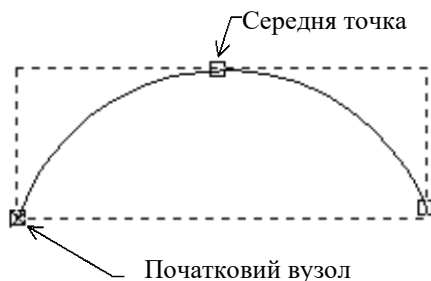
Пунктирний прямокутник, який з'явиться навколо полілінії, показує, що вона вибрана.

5. Праве клацання миші по контуру викликає падаюче меню. У ній вибирається опція Convert span to arc (Конвертувати ділянку в дугу).

Або помістіть курсор миші приблизно по середині відрізка і натисніть букву 'a' на клавіатурі.



Буде створений наступний векторний об'єкт:



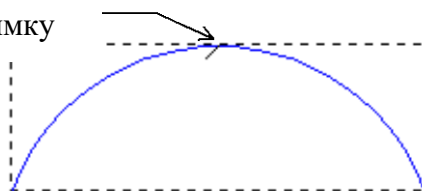
1. Виберіть інструментальну панель Relief (Рельєф).

2. На інструментальній панелі Relief (Рельєф) виберіть кнопку  Spin (Обертання).

Swept Profile Wizard (Майстер Створення Рельєфу) дозволяє Вам легко і просто створювати тривимірні рельєфи, використовуючи вектора.

3. Виділіть заздалегідь створений вектор, і потім натисніть кнопку Select (Вибрати). Вектор забарвиться в синій колір, після того, як буде вибраний.

Покажчик напрямку



Покажчик на пунктирній лінії показує напрям від Start Node (Початкового Вузла) і визначає ту сторону вектора, по якій будуватиметься рельєф. Start Node (Початковий Вузол) використовується як Anchor Point (Точка Прив'язки), навколо якої обертатиметься вектор. Використовуючи перемикачі, розташовані на сторінці Майстра можна змінити і Start Node (Початковий Вузол) і сторону вектора.

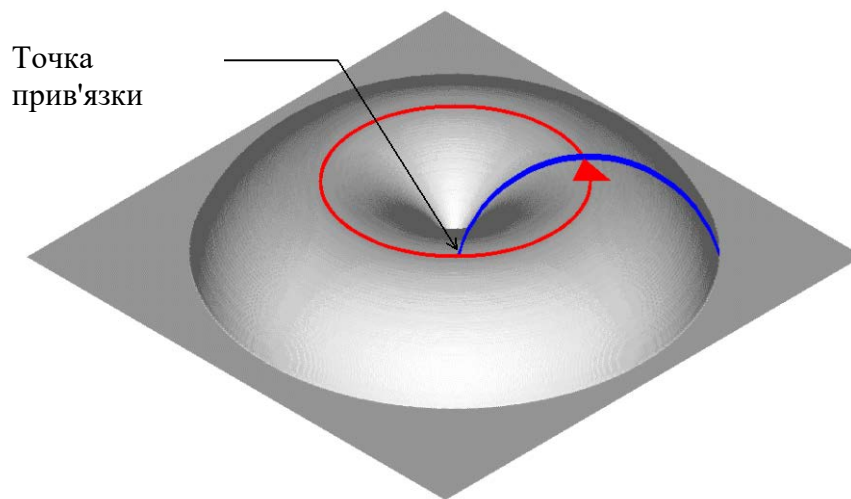
4. Зараз стала доступна кнопка Next (Далі). Натисніть її, щоб перейти на наступну сторінку.

5. На решті закладок всі установки залиште за умовчанням і на останній закладці натисніть кнопку Spin (Обертати).

6. Натисніть кнопку Close (Закрити).

Вікно Тривимірного Вигляду містить зображення тривимірного рельєфу, створеного обертанням вектора.

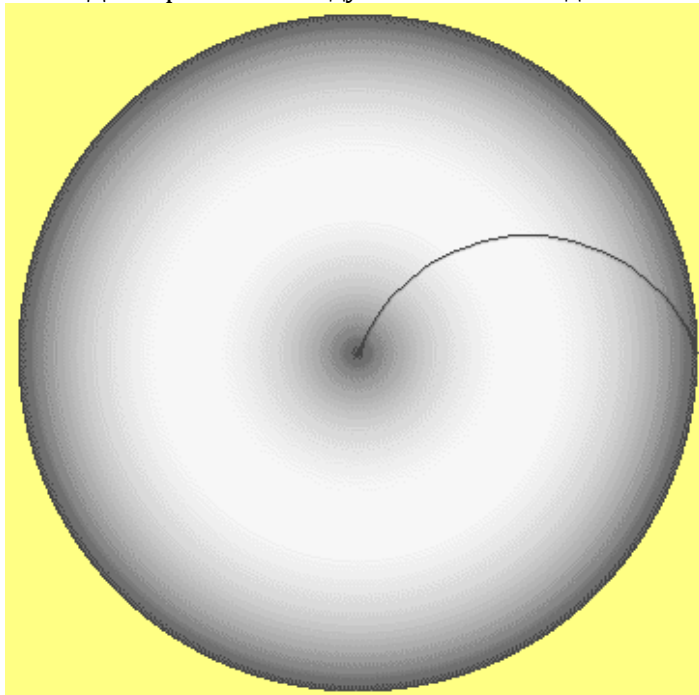
Тривимірне кільце було отримане обертанням вектора.



Оскільки тривимірна форма була створена безпосередньо з вектора, вікно Двомірного Вигляду не пов'язане з рельєфом.

1. Виберіть інструментальну панель Model (Модель).
2. Виберіть опцію Grayscale from Relief (Півтонове Чорно-біле зображення по Рельєфу).
3. Натисніть кнопку Yes (Так) для підтвердження.

Вікно Двомірного Вигляду повинне виглядати таким чином:



ARTCAM створив растрове представлення тривимірного рельєфу у вікні Двомірного Вигляду. Жовтий колір використовується, щоб представити все те, що має нульову висоту (Нульова Площина), а відтінки сірого кольору позначають різні висоти інших частин рельєфу. Найвищі точки мають білий колір, а найнижчі крапки - чорний. Півтонове зображення замінює будь-яке растрове зображення, яке Ви вже маєте, але ця операція надзвичайно зручна при роботі з криволінійними профілями або при імпортуванні заздалегідь створеного рельєфу. Якщо Ви завантажите рельєф, який не має ніяких пов'язаних з ним малюнків, півтонове зображення буде автоматично створено ARTCAM у вікні Двомірного Вигляду.

2.4.2. Поворот

Криволінійний профіль з поворотом створюється за принципом токарного "верстата". Вектор повертається вертикально площини екрану.

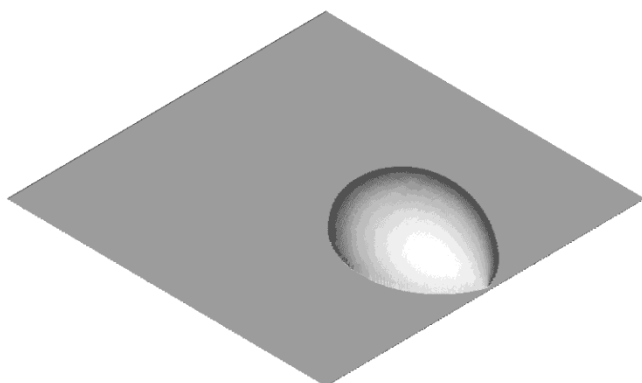


1. Видалите існуючий рельєф, використовуючи кнопку Delete relief (Видалити рельєф) на інструментальній панелі Relief (Рельєф).

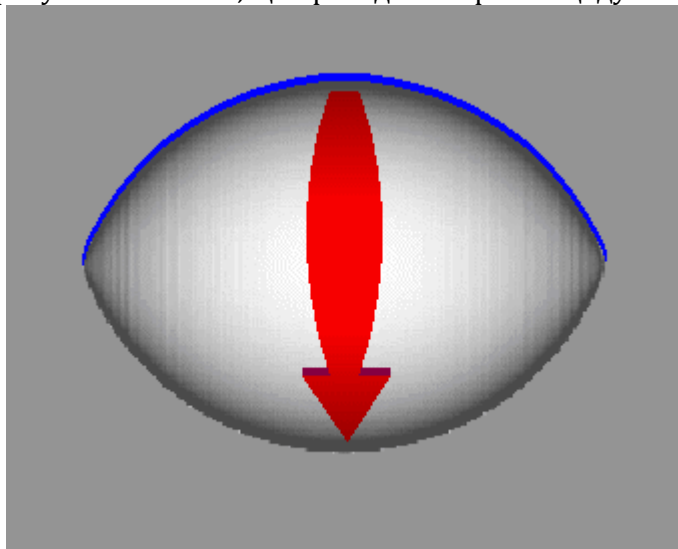


2. Виберіть ікону Turn (Поворот) на інструментальній панелі Relief (Рельєф).
3. Виділіть заздалегідь створений контур, і потім натисніть кнопку Select (Вибрати).
4. Зараз стала доступна кнопка Next (Далі). Натисніть її, щоб перейти на наступну сторінку.
5. Натисніть кнопку Turn (Повернути) для завершення.
6. Натисніть кнопку Close (Закрити).

Створена модель у вікні Тривимірного Вигляду повинна виглядати таким чином:



Тривимірний рельєф у формі "лимона" створювався з контура у вигляді дуги шляхом повороту навколо лінії, що проходить через кінці дуги.



Для того, щоб побачити двомірне уявлення у вікні Двомірного Вигляду можна знову скористатися командою Grayscale from Relief (Півтонове Чорно-біле зображення по Рельєфу) на інструментальній панелі Model (Модель).

Зауваження: Третій тип криволінійного профілю (Витискування) буде розглянутий пізніше в розділі "Складне Моделювання".

2.4.3. Комбінування рельєфів

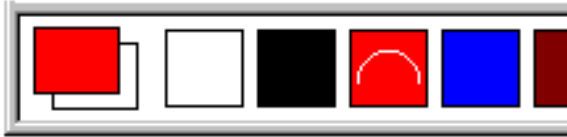
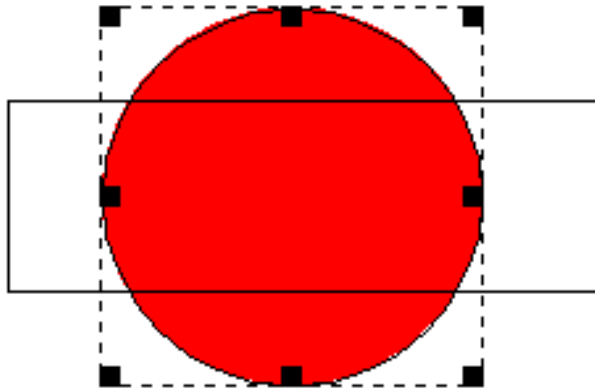
Тут буде показано, як можна швидко створювати тривимірні форми, використовуючи різні типи двомірних малюнків. Рельєфи, які Ви розглядали раніше, були досить прості. Щоб створювати складніші форми, Ви можете формувати їх з простіших стандартних елементів.

Після того, як був отриманий тривимірний рельєф, Ви можете редагувати растрове зображення у вікні Двомірного Вигляду так, щоб різні кольори мали різні атрибути. Новий складніший рельєф може бути отриманий при комбінуванні старого рельєфу і рельєфу, створеного із зміненими атрибутами.

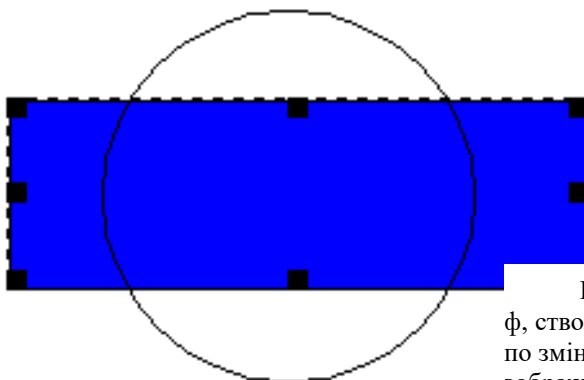
Є чотири способи комбінування рельєфів в ARTCAM. Перші два будуть описані детальніше.

➤ Складання

Додавання одного рельєфу до іншого - найбільш простий спосіб комбінування рельєфів. Висоти відповідних крапок у обох рельєфів будуть складені. В даному прикладі створений червоний круг використовується, щоб створити купол:

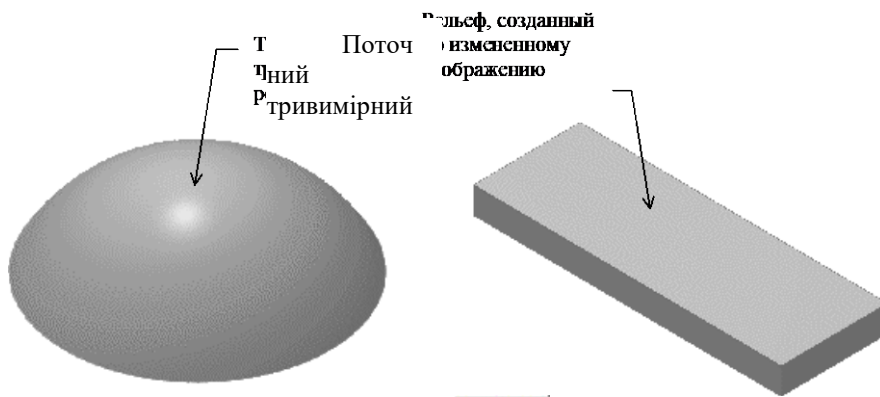


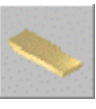
Після того, як був створений купол, растрове зображення у вікні Двомірного Вигляду повинне бути змінене, щоб отримати плоску прямокутну поверхню (паралелепіпед):

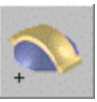


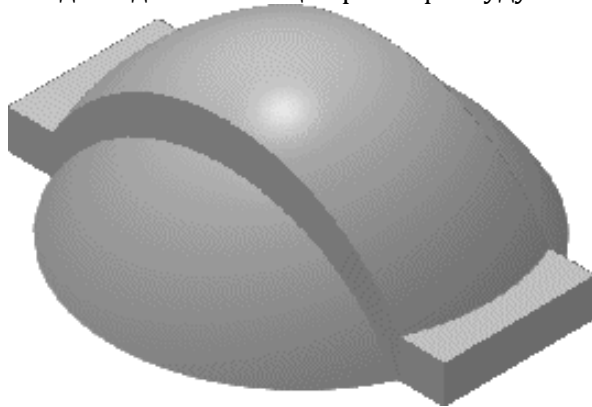
Рельєф, створений по зміненому зображенню



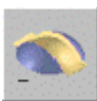


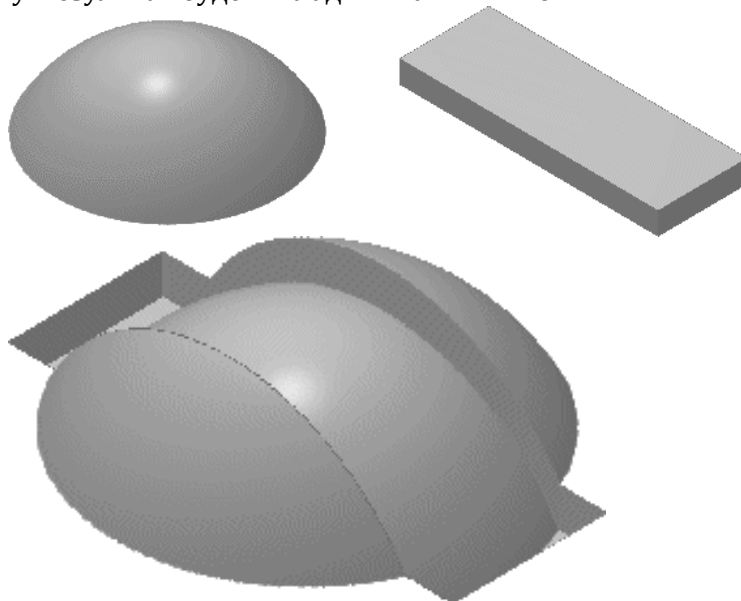
Якщо використовувати кнопку  Replace Relief (Замінити Рельєф) як в попередніх

прикладі, то паралелепіпед замінить купол. Якщо ж використовувати кнопку  Relief Add (Додати Рельєф) два рельєфи комбінуватимуться шляхом додавання паралелепіпеда до куполу. Висоти відповідних точок цих рельєфів будуть складені, і буде отриманий новий рельєф:



➤ **Віднімання**

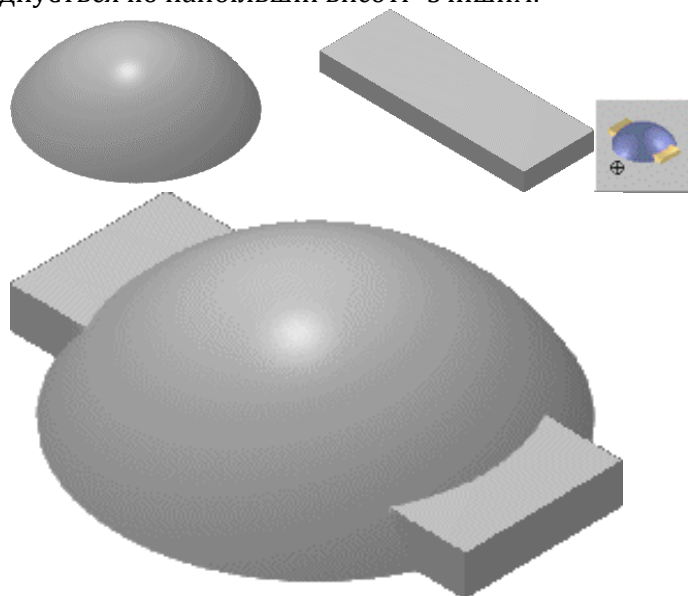
Якщо використовувати кнопку  Relief Subtract (Відняти Рельєф) для комбінування цих двох прикладів, то тоді висота точки прямокутника відніматиметься з відповідних точок куполу. Результат буде виглядати таким чином:



Слід зазначити, що операції Додавання і Віднімання, прямо протилежні за призначенням. Тому, якщо Ви зробили помилку, використовуючи операцію Додавання, відразу ж використовуйте операцію Віднімання для цього ж двовірного зображення, щоб відмінити попередню дію.

➤ Злиття по найбільшій висоті

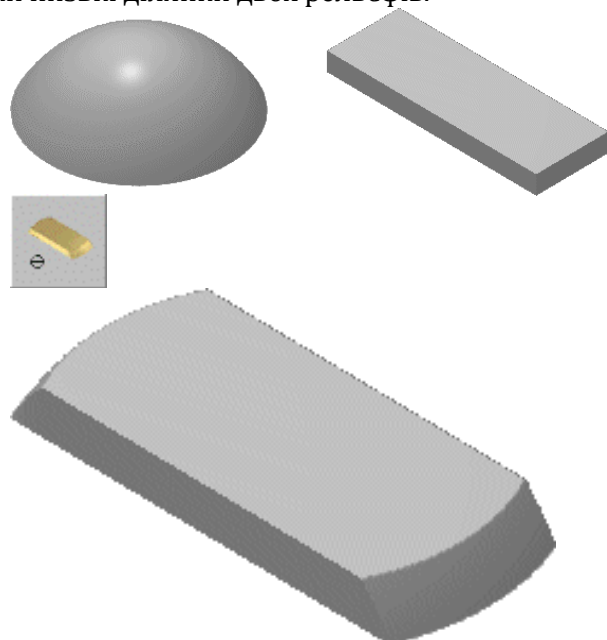
При цій операції порівнюється кожна точка поточного і нового рельєфу. Для отриманого рельєфу вибирається те значення висоти крапки, яке більше. Отримуваний ефект - один рельєф "об'єднується по найбільшій висоті" з іншим.



Злиття по найбільшій висоті – дуже корисна операція для отримання з простих рельєфів складних форм.

➤ Злиття по найменшій висоті

При цій операції порівнюється кожна точка поточного і нового рельєфу. І для отриманого рельєфу вибирається те значення висоти крапки, яке менше. Отримуваний ефект – залишаються тільки низькі ділянки двох рельєфів.



Якщо Ви працюєте з увігнутою формою (типу прес-форми), то ця операція може використовуватися, як протилежна операції Merge Highest (Злиття по Найбільшій Висоті). Проте, на відміну від операцій Add (Додавання) і Subtract (Віднімання), операція Merge Lowest (Злиття по Найменшій Висоті) не повністю протилежна операції Merge Highest (Злиття по Найбільшій Висоті), так що вони не можуть використовуватися для "відміна" один одного.

2.4.4. Видавлювання

Ви могли переконатися, що при Повороті і Обертанні контурів можна створювати тривимірні форми. Третій тип створення рельєфів за допомогою Криволінійних Профілю - Витискування, який дозволяє "переміщати" профіль по заданому шляху.

1. Створіть новий файл за допомогою опції New (Новий) з меню File (Файл), задайте розмір 25 на 25 мм і 500 на 500 крапок.



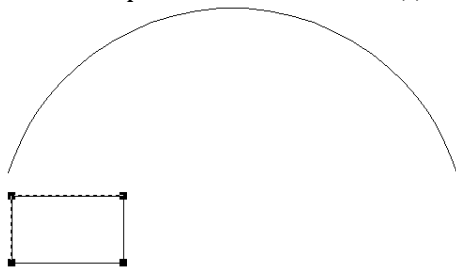
2. Використовуючи інструмент Create polyline (Створити полілінію) намалюйте пряму горизонтальну лінію розміром трохи менше сторінки.

3. Використовуючи меню, що викликається правою кнопкою миші, конвертуйте лінію в дугу.



4. Використовуючи інструмент Create polyline (Створити полілінію) намалюйте пряму горизонтальну лінію розміром трохи менше сторінки.

Ваша сторінка повинна виглядати таким чином:



5. Виділіть прямокутник, натисніть праву кнопку миші. У меню, що з'явилося, виберіть команду Copy (Копіювати), щоб скопіювати контур в буфер обміну Windows. За допомогою команди Paste (Вставити) з цього ж меню вставте з буфера обміну другий контур.

На початку може здатися, що нічого не трапилось. Але це не так, тому що копія прямокутника вставлена безпосередньо поверх оригіналу.

6. Перетягніть один з прямокутників на інший кінець дуги.

Ці три контури знадобляться для створення рельєфу шляхом витискування. Дуга утворює направляючу криву, а два прямокутники - початковий і кінцевий профілі. Необхідно, щоб профілі були відкритими і відрізнялися один від одного, і тоді Ви побачите, як один профіль трансформується в інший

7. Правою кнопкою миші клацніть по нижньому відрізку лівого прямокутника.

8. Використовуючи меню, що викликається правою кнопкою миші, видалите цей відрізок.

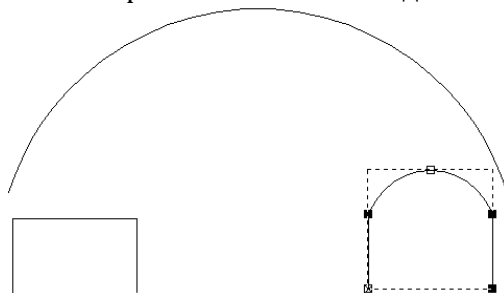
9. Правою кнопкою миші клацніть по нижньому відрізку правого прямокутника.

10. Використовуючи меню, що викликається правою кнопкою миші, видалите цей відрізок.

11. Правою кнопкою миші клацніть по верхньому відрізку правого прямокутника.

12. Використовуючи меню, що викликається правою кнопкою миші, конвертуйте цей відрізок в дугу.

Ваша сторінка повинна виглядати таким чином:



1. Натисніть кнопку Swept Profile Wizard (Мастер Создания Рельефа).

2. У вікні Двомірного Вигляду виберіть верхню дугу (Ви можете клацнути по заголовку майстра і перетягнути його в інше місце екрану, щоб вибрати необхідний елемент у вікні Двомірного Вигляду).

3. Натисніть кнопку Select (Вибір).

4. Натисніть кнопку Next (Далі).

Ви тепер вибрали контур, уздовж якого видавлюватимуться профілі.

6. Виберіть лівий контур, як Start Profile (Початковий Контур) і потім натисніть кнопку Next (Далі).

7. Вимкнете двійковий перемикач 'End profile is same as start profile' (Кінцевий профіль такий же, як початковий).

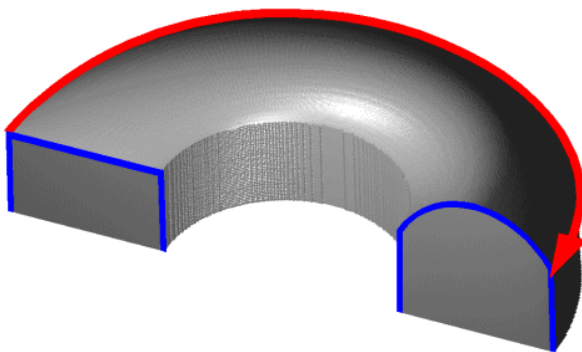
8. Виберіть правий контур, як End Profile (Кінцевий Контур) і потім натисніть кнопку Next (Далі).

9. Натисніть кнопку Next (Далі) на закладці Z modulation (Вибір зміни профілю уздовж тієї, що направляє), оскільки Ви не використовуватимете криву для зміни по Z.

10. Натисніть кнопку Extrude (Видаввити).

11. Виберіть вікно Тривимірного Вигляду і тонуйте отриманий рельєф.

Початковий профіль був сполучений з кінцевим профілем по направляючій кривій:



2.5. Робота з текстурами в ArtCAM Pro

Використання текстур разом з рельєфами дозволяє отримати закінчені рішення. Є два способи роботи з текстурами:

- Текстури за Шаблоном - ARTCAM визначає які з базових шаблонів використовуватимуться разом з рельєфами.
- Текстури по Рельєфу - користувач сам визначає, які шаблони використовувати разом з рельєфами.

У першому випадку (Текстури за Шаблоном) рельєф створюється з певної кількості базових форм. Цей рельєф створюється швидко, з високою якістю і дозволяє легко змінити математичні параметри, по яких був створений рельєф. У другому випадку (Текстури по Рельєфу) є можливість створювати Ваші власні текстури [12, 14].

➤ Текстури за шаблоном

Перетин Вашого рельєфу може бути визначене для відповідної області кольору растрового зображення у Вікні Двомірного Вигляду. Для поточного Первинного Кольору Ви можете застосувати необхідну текстуру до поточного рельєфу. Перш ніж, використовувати цю опцію, Ви повинні заздалегідь створити базовий рельєф. Коли Ви виберіть команду Texture. (Текстура.)



меню Relief (Рельєф) або натиснете кнопку Relief Texture на інструментальній панелі Relief Editing (Редактування Рельєфу). З'явиться наступне вікно діалогу:

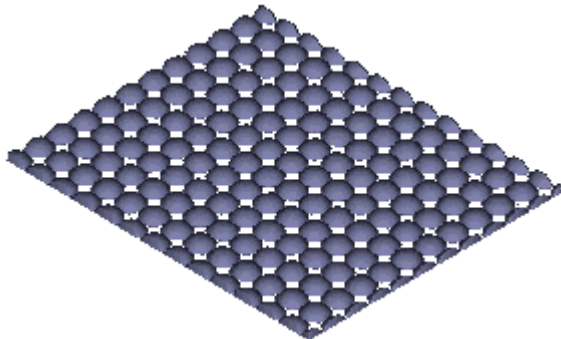


Це вікно діалогу розділене на три основні області:

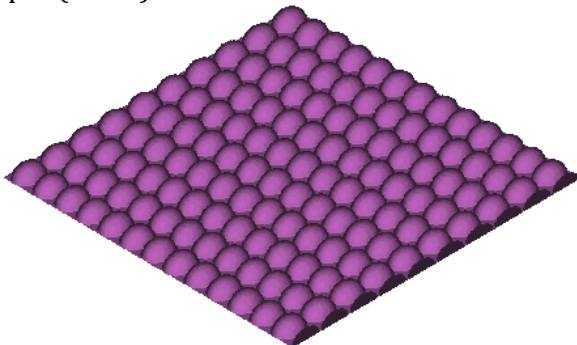
- Формы Текстуры
- Розташування Текстури
- Кнопки

➤ Формы текстур

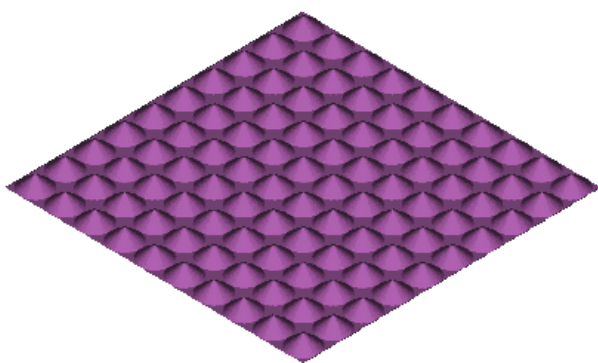
Існують п'ять базових форм, які можна використовувати: Sphere (Сфера), Ellipse (Еліпс), Cone (Конус), Pyramid (Піраміда), і Weave (Хвиля). Нижче зображені текстури, побудовані на базі цих форм, накладені на плоску поверхню, але вони можуть накладатися і на будь-який інший рельєф:



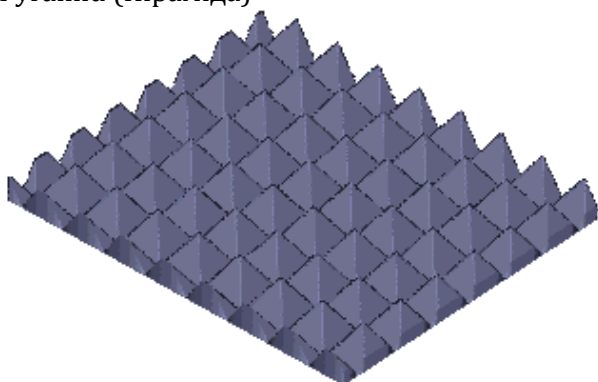
Ellipse (Еліпс)



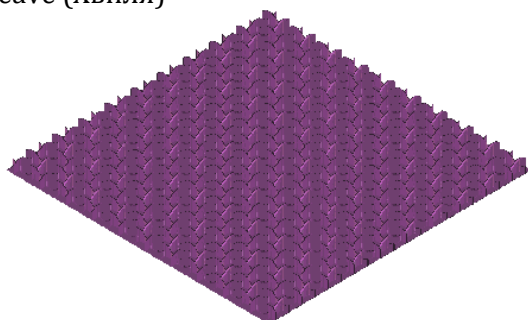
Cone (Конус)



Pyramid (Піраміда)



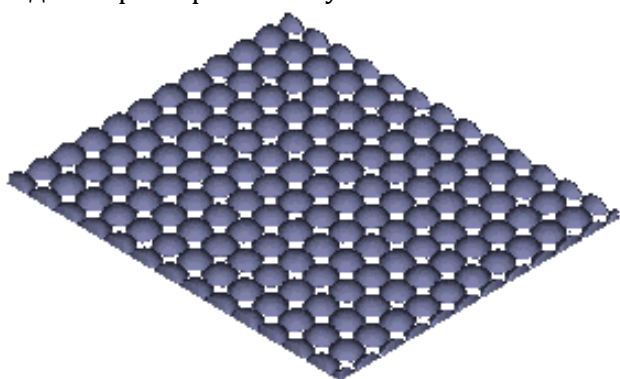
Weave (Хвиля)



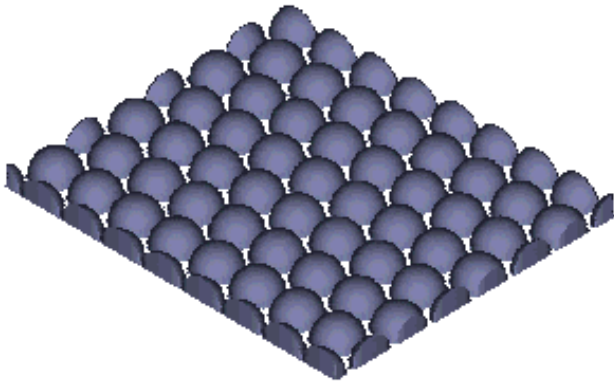
Colour (Колір) - ця область показує поточний Primary Colour (Первинний Колір), на який буде накладена текстура.

Size (Розмір) - в цьому полі задається значення розміру елемента по X (або по Y).

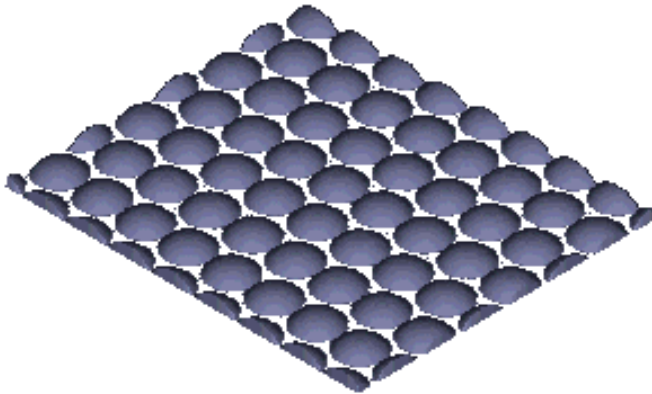
Заданий розмір елемента 20:



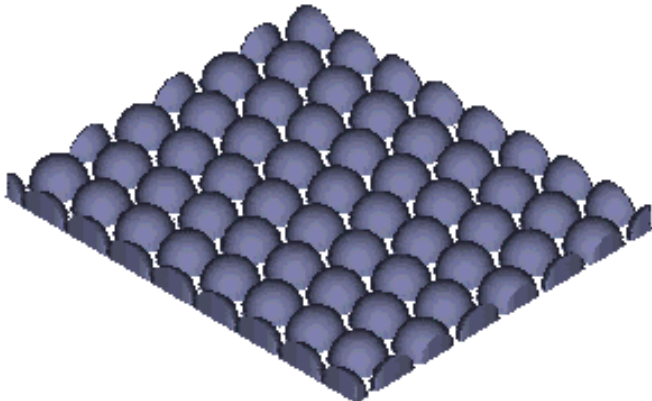
Заданий розмір елемента 40:



Height (Висота) - в цьому полі задається значення розміру по Z.
Задана висота 10:



Задана висота 20:

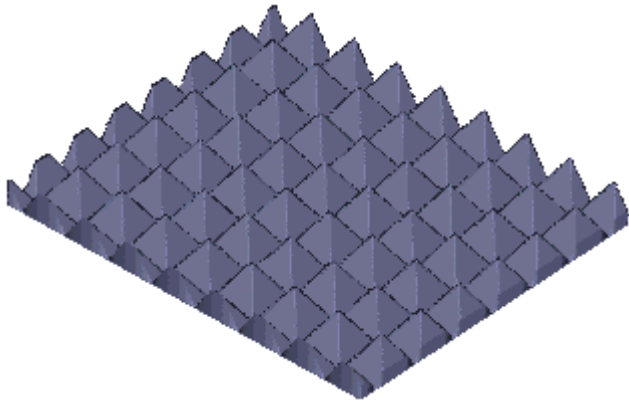


Horizontal % (Горизонталь) - Це опція доступна тільки тоді, коли вибрана форма Ellipse (Еліпс). У цьому полі задається ширина еліпса, при значенні 100% горизонтальний і вертикальний розмір еліпса будуть рівні (тобто утворюється сфера).

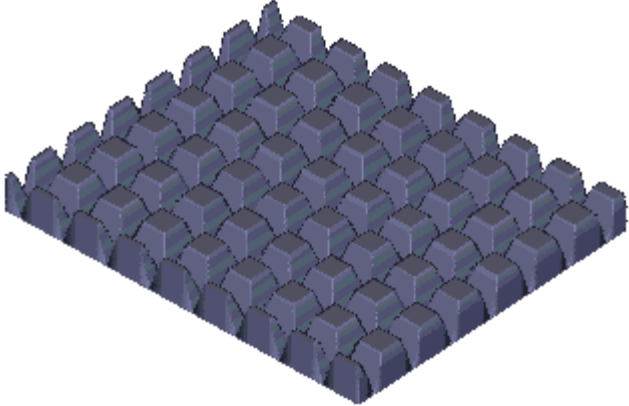
Tip Radius (Радіус Скруглення) - Ця опція доступна тільки тоді, коли вибрана форма Cone (Конус). У цьому полі задається радіус вершини конуса, при значенні 100% він рівний радіусу підстави конуса (тобто утворюється циліндр).

Truncation (Усікання) - ця опція доступна тільки тоді, коли вибрана форма Pyramid (Піраміда).

Задано усікання 100%:

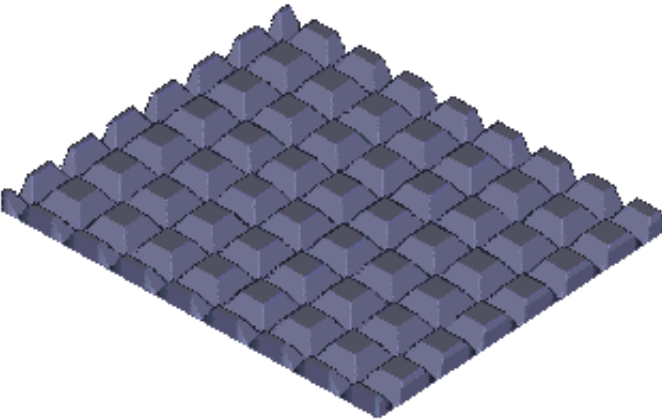


Задано усікання 50%:



В цьому випадку значення Height (Висота) залишилося незмінним. Для того, щоб зберегти той же самий кут нахилу поверхонь піраміди, Ви повинні при зменшенні на 50% усікань Піраміди зменшити також на 50% висоту піраміди.

Задано усікання 50% і задано зменшення висоти на 50%.



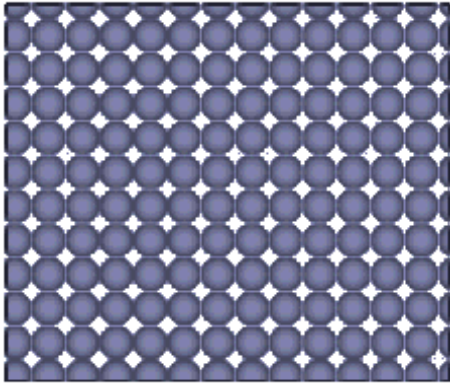
Bar Width (Ширина Смуги) - ця опція доступна тільки тоді, коли вибрана форма Weave (Хвиля) і в цьому полі задається ширина смуги тканини у відсотках щодо розміру елемента.

➤ Розташування текстури

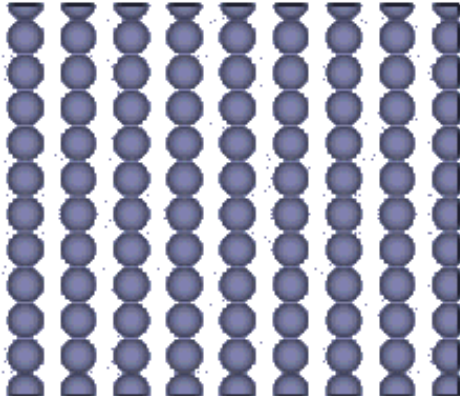
У цій області задається значення, що визначають розташування кожного готельного елемента форми і яким чином розташовані подальші ряди елементів. Нижче зображені текстури, накладені на плоску поверхню, але вони можуть накладатися і на будь-який інший рельєф.

X% - визначає відстань між елементами форми по X.

Задано значення X% - 100:



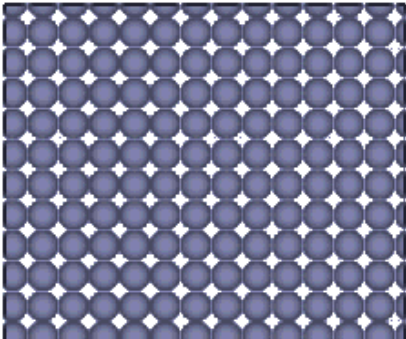
Задано значення X% - 150:



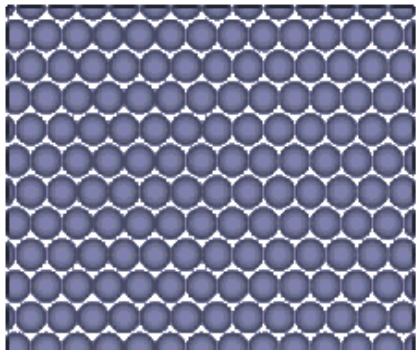
Y% - визначає відстань між елементами форми по Y.

O% - визначає перекриття між сусідніми рядами елементів форми.

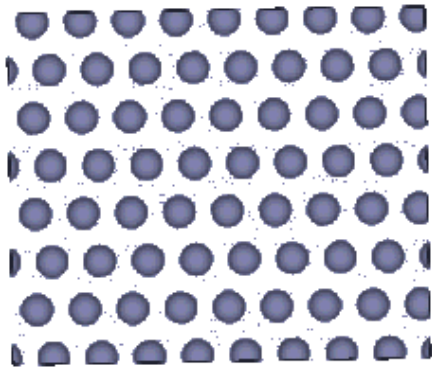
Задано значення O% - 100:



Задано значення O% - 50:



Задано значення X% - 150, Y% - 150 і O% - 50:



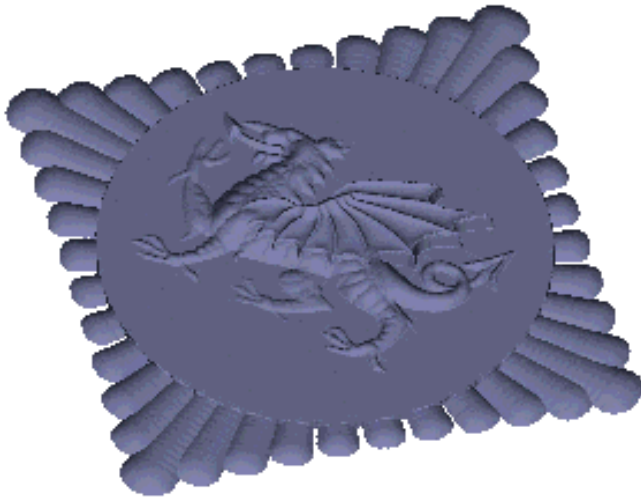
➤ Кнопки

Add (Додати) - додає новий рельєф з текстурою до існуючого рельєфу..

Subtract (Відняти) - віднімає новий рельєф з текстурою з існуючого рельєфу.

Cancel (Відміна) - відміна операції.

У прикладі "Дракон" використовується опція Текстури за ШаблономТекстуры по Шаблону вона перетворює це:



у це:



ARTCAM дозволяє використовувати тривимірну текстуру в будь-якій частині рельєфу. Область, на яку буде накладена текстура, визначається у вікні Двомірного Вигляду відповідним кольором (за таким же принципом, як і згладжування). ARTCAM дозволяє використовувати як текстуру, будь-який заздалегідь створений рельєф. Ці опції засновані на дуже схожих принципах. В даному прикладі, на кулон, який Ви створили на попередньому етапі, буде накладена текстура, використовуючи опції Texture. (Текстури.) меню Relief (Рельєф).

► Приклад використання текстур за шаблоном

1. Закрийте всі файли, з якими Ви працювали. Ви можете використовувати команду Save (Зберегти) щоб, зберегти результати роботи.

2. З меню Relief (Рельєф) виберіть команду Load/ (Завантажити).

3. Відкрийте файл fin_pend з директорії Examples/Overview.

Чорно-біле півтонове представлення рельєфу буде автоматично створено у вікні Двомірного Вигляду.



4. Натисніть кнопку  Add Colour (Додати Колір) на панелі Rastr (Растр).

5. Виберіть червоний колір з Кольорової Палітри.

6. Натисніть кнопку ОК.

7. Виберіть інструмент  Flood Fill (Заливка) і залийте червоним кольором область навколо голови жінки.

8. Виберіть опцію Texture (Текстури.) з меню Relief (Рельєф).

Вікно діалогу Texture Relief (Рельєф з Текстури) **дозволяє задати параметрів** текстури.

9. Виберіть опцію Pyramid (Піраміда).

10. Задайте в полі Size (Розмір) значення 0.5.

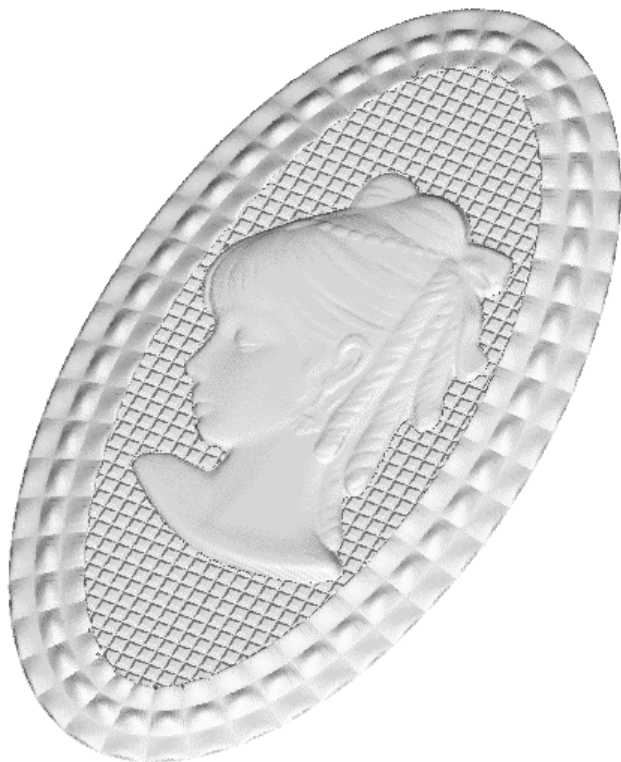
11. Задайте в полі

Height (Висота по Z) значення 0.1.

12. Задайте в полі Truncation (Усікання) значення 50%.

13. Натисніть кнопку Add (Додати).

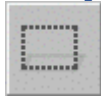
14. Виберіть вікно Тривимірного Вигляду і тонуєте отриманий рельєф, щоб побачити нову текстуру.



2.6. Інші корисні інструменти ArtCAM Pro

У цьому розділі стисло описані важливі інструменти.

➤ Використання гумової рамки



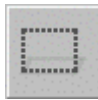
Кнопка Rubber Box (Гумова Рамка) знаходиться на верхній інструментальній панелі. Виберіть цей інструмент, натиснувши ліву кнопку миші у вікні Двомірного Вигляду і створіть гумову рамку, так само як малювали прямокутний контур. Гумова рамка може бути змінена і переміщена у будь-який момент, за допомогою клацання по її межі або куту і розтяганням до потрібного розміру. Ширина і висота гумової рамки відображається в реальних одиницях в Рядку Полягання в правій нижній частині екрану:

W: 5.950 H: 5.450

Гумова рамка може бути надзвичайно корисна для точного вимірювання. Але цей інструмент стає не активним, як тільки вибирається інший інструмент. Для того, щоб збільшити або зменшити зображення при використанні гумової рамки, можна використовувати комбінації клавіш (клацання правої кнопки миші при натиснутій клавіші Shift або Ctrl на клавіатурі).

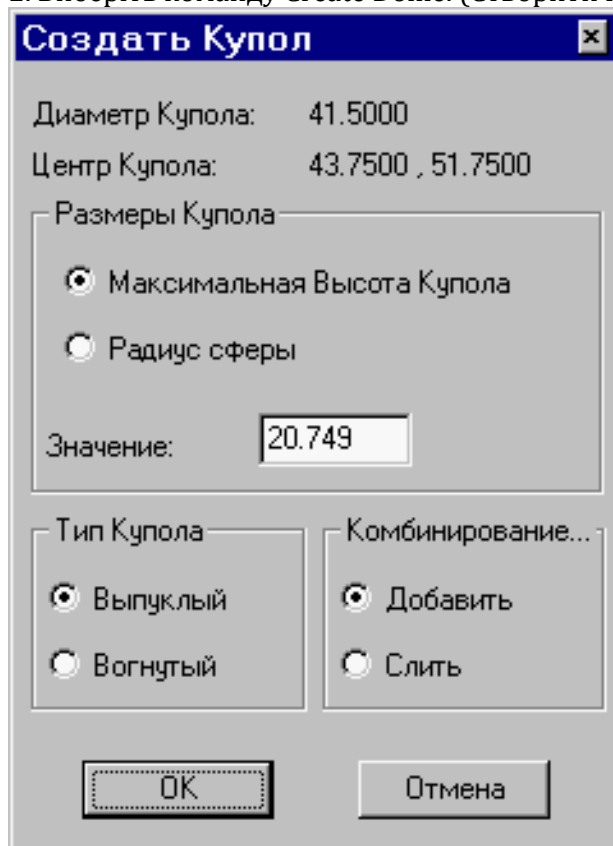
➤ Створення куполу

Якщо Ви хочете швидко і точно отримати такий же купол, який може бути створений за допомогою атрибутів кольору. Для цього використовується команда Create Dome (Створити Купол) з меню Relief (Рельєф).



1. За допомогою інструменту Rubber Box (Гумова Рамка) задайте межі області, усередині якої створюватиметься купол.

2. Виберіть команду Create Dome. (Створити Купол.) з меню Relief (Рельєф).



З'явиться наступне вікно діалогу::

Діаметр підстави куполу визначається габаритами гумової рамки. Висота куполу може бути задана, або безпосередньо, як максимальна висота, або побічно - шляхом завдання радіуси сфери.

В області Type of dome (Тип куполу) задається тип форми - опукла або увігнута. В області Combine by (Тип Комбінування) задається яким чином, купол буде об'єднаний з поточним рельєфом.

3. Натисніть кнопку ОК для того, щоб прийняти установки за умовчанням.

4. Виберіть вікно Тривимірного Вигляду, щоб побачити створений купол.

Іноді купол може відображатися при зафарбовуванні з гранями. Це - погрішність зафарбовування і її не буде в остаточній моделі.

➤ Завдання розміру зображення

Якщо Ви за допомогою гумової рамки обмежите яку-небудь область, виберіть команду Set Size (Задати Розмір) з меню Image (Зображення), і встановите опцію Rectangle dimensions (Розміри Прямокутника) в області Sizing Method (Спосіб Образмерівання). Висота і установки ширини тепер відповідає висоті і ширині гумового блоку, і решта частини рельєфу встановлена за розміром щодо цих установок. Цю функцію корисно використовувати, якщо необхідно деяка частина рельєфу з точними габаритами.

1. Закрийте і Збережіть всі файли, з якими Ви працювали.

2. Виберіть з меню Relief (Рельєф) команду Load (Завантажити), потім опцію Replace (Замінити).

3. Відкрийте файл fin_pend.rlf.

4. Розмістіть гумову рамку навколо портрета жінки.

5. Виберіть команду Set Size (Задати Розмір Непропорційно) з меню Model (Модель).

6. В області Sizing Method (Метод Вимірювання) виберіть Rectangle dimensions (Розмір прямокутника), вимкнете двійковий вимикач ширини, таким чином, значення ширини автоматично встановлювалося пропорційно висоті гумової рамки.

7. Подвійним клацанням в полі HEIGHT (Висота) виділите поточне значення, і потім введіть замість нього значення - 10 мм.

8. Натисніть кнопку ОК.

Рельєф зміниться таким чином, що в остаточному варіанті головка жінки матиме висоту 10 мм.

➤ Обрізання

Гумова рамка також може використовуватися, щоб задати область зображення (і відповідний нею рельєф). Команда Crop (Обрізати) з меню Edit (Редагувати) видаляє все те, що знаходиться поза виділеною областю.

➤ Додати межу

Іноді необхідно збільшити область зображення і рельєф. За допомогою опції (Додати Межу) з меню Model (Модель) можна добитися цього, задавши будь-який розмір або всі габарити для поточного зображення і рельєфу.

➤ Рельєф: Масштабувати за кольором

Є можливість масштабувати цілий рельєф або тільки ті області, які лежать під заданим



кольором за допомогою кнопки Scale Relief (Масштабувати Рельєф) меню Relief (Рельєф) або команди Scale (Масштабувати) меню Relief (Рельєф). Відкривається вікно діалогу, в якому необхідно ввести необхідне значення висоти всього рельєфу або тільки необхідного кольору. Існуюча максимальна висота може бути змінена на нову.

➤ Рельєф: Видалення областей рельєфу

Кнопка "Обнулити" у вікні діалогу Colour Attributes (Атрибути Кольору)

У вікні діалогу Shape Editor. (Редактор Форми.) є кнопка Zero (Обнулити), яка обнуляє рельєф, відповідний області первинного кольором. Операція виконується після того, як тільки Ви натиснули цю кнопку, кнопка Apply (Застосувати) при цій операції не використовується.

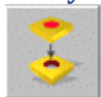
➤ Відновити поза кольором

Опція Reset Not Under Colour (Відновити Поза Кольором) з меню Relief (Рельєф) або кнопка



на інструментальній панелі Relief Editing (Редагування Рельєфу) протилежна операції, виконуваною кнопкою Zero (Обнулити). Висота всіх областей, що знаходяться не під поточним первинним кольором буде обнулена.

➤ Обнулити рельєф за кольором



Кнопка Zero Relief under Colour (Обнулити Рельєф за кольором) на інструментальній панелі Relief Editing (Редагування Рельєфу), встановлює області рельєфу, що знаходяться під поточним первинним кольором в нуль.

➤ Відновити рельєф



Кнопка Reset Relief (Видалити Рельєф) на інструментальній панелі Relief (Рельєф), встановлює всі області рельєфу назад в нуль.

Інвертувати Випуклий/вогнутий Рельєф: Інвертировать выпуклый/вогнутый

Якщо Ви хочете створити увігнуту форму з опуклого рельєфу (або навпаки), Ви можете



використовувати команду Invert Male/Female (Інвертувати Випуло/вогнуто) або кнопку Invert Relief - Male/Female (Інвертувати Рельєф Випуло/вогнуто) з меню Relief Editing (Редагування Рельєфу), щоб автоматично перетворити рельєф.

➤ Інвертувати рельєф тільки по Z

Ця команда просто інвертує рельєф по осі Z. Наприклад, це перетворить опуклий рельєф в ливарну форму. Для моделей, які мають написи важливо враховувати, що необхідно використовувати Invert Relief Male / Female (Інвертирвоать Рельєф Випуло/вогнуто).

➤ Імпортування векторних форматів

ARTCAM може імпортувати 3 формати файлів:

- AUTOCAD DXF
- Encapsulated PostScript
- Файли Adobe Illustrator

Два останні формати мають схожий синтаксис, оскільки вони є частиною мови опису сторінок PostScript.

У ARTCAM нас цікавлять векторні форми, які можуть використовуватися для механічної обробки. Таким чином, береться до уваги тільки зовнішній контур, а будь-яка заливка контура кольором ігнорується. Для кожного формату буде приведений список деталей, який ігноруватиметься.

Файли EPS/AI - ігноровані деталі

1. Кольори.
2. Заливка об'єктів.
3. Товщина лінії і тип закінчень.
4. Шрифти.
5. Текст.
6. Інформація про операції з файлом.

Коли ARTCAM при імпортуванні читає будь-який з цих операторів мови PostScript, вони ігноруються, і видається застережливе повідомлення.

Файли DXF - ігноровані деталі

1. Текст.
2. Шрифти.

3. Тривимірні примітиви.

Наявність тривимірних примітивів може привести при імпортуванні до зупинки читання файлу.

➤ **Імпортування файлів з Adobe Illustrator**

Для того, щоб імпортувати вектора з Adobe Illustrator в ARTCAM необхідно виконати наступну процедуру:

1. У Adobe Illustrator використовуючи File (Файл) > Save as (Зберегти як) > введіть ім'я файлу

2. Виберіть із списку Illustrator eps.

3. Задайте наступні параметри:

Compatibility = 3

Preview = none

Do not select - include thumb nail

Postscript level = 1

Якщо є текст необхідно виконати наступне:

1. Виберіть текст лівою кнопкою миші.

2. Клацніть правою кнопкою миші.

3. Виберіть опцію > Create outlines

Тепер можна використовувати процедуру збереження, приведену вище.

➤ **Вирішення проблем**

Для того, щоб зменшити проблеми, що виникають при читанні файлів у векторних форматах, необхідно керуватися наступними принципами:

У початковій програмі (Corel, Adobe і так далі.)

1. Зберігайте файл з мінімальним кількістю опцій.

2. Приберіть колір у об'єктів, заголовки, півтонову інформацію і форматування фонтів.

3. Завершите всі операції з файлом.

4. Конвертуйте текст в криві. Текст буде перетворений в набір відрізаних і кривих Безье, які сприйматимуться ARTCAM точно і у відповідному масштабі. Якщо Ви не зробите цього, у вікні Двомірного Вигляду не матимете ніякого тексту.

5. Не включайте тривимірні примітиви у форматі DXF..

➤ **Зауваження при імпортуванні файлів PostScript**

Мова Postscript дуже складна і має більш ніж 240 операторів. Це більш ніж необхідно для опису векторних форматів, і він навіть може виконувати складні обчислення, а також читання і запис текстового файлу. Мова Postscript безпосередньо безпосередньо не читається і відразу конвертується. Кожна команда Postscript інтерпретується, так само, як інтерпретується програма, написана на мові BASIC. Точно так, як і на BASIC можна написати програму на мові Postscript, яка може виконувати розрахунки протягом більшого часу, перш ніж можна буде отримати файл, що містить вектори. (Ясно, що це незручно для роботи).

Проблеми, які можуть відбуватися з програмами, написаними на мові BASIC, можуть також відбуватися з програмами на мові Postscript. Погано написана або зіпсована програма може спотворити зображення або привести до зупинки інтерпретатора.

Дуже важливо, що програма Postscript є правильно написаною, і не повинна редагуватися не фахівцями.

➤ **Імпортування складних файлів**

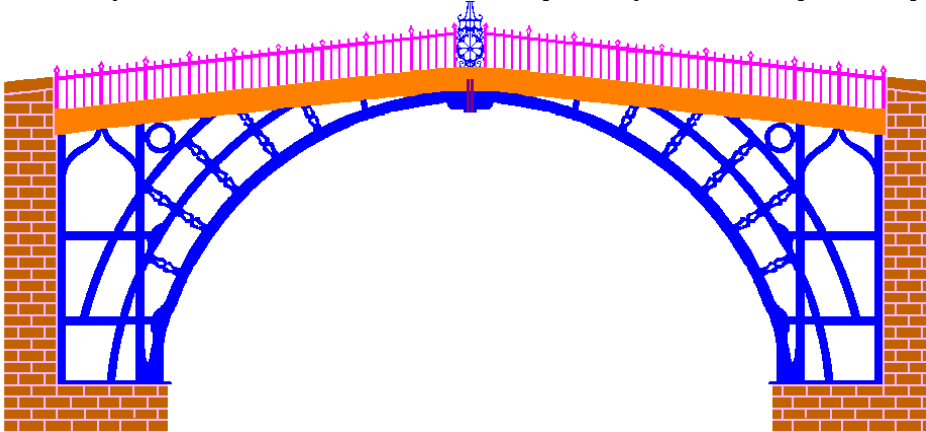
Якщо ARTCAM не може читати файл у форматі Postscript (особливо створений в Adobe Illustrator), спробуйте прочитати його іншим пакетом, наприклад, CORELDRAW. Якщо і він не може прочитати файл, то файл може бути зіпсований або непрацездатний, і його необхідно наново експортувати з початкової програми. Якщо після цього, Ви змогли прочитати файл, перевірте зображення, і воно Вас влаштує, збережете, як новий файл у форматі EPS для того, щоб його прочитати в ARTCAM.

2.7. Технічні прийоми, що застосовуються для поліпшення якості рельєфів

У цьому розділі описані найбільш часто використовувані технічні прийоми для поліпшення якості рельєфів і скорочення часу, що витрачається для створення рельєфів в ARTCAM [12, 14].

➤ Дзеркальне відображення

Рекомендується, де тільки можливо, використовувати симетрію і дзеркальне відображення.



Зауваження:
Дзеркальне відображення завжди здійснюється щодо лінії, що проходить через центр зображення.

При виконанні прикладу з мостом Ви видалили половину зображення моста (оскільки зображення симетричне), виконали стирання іншої половини рельєфу, зробили дзеркальне відображення, використовуючи опцію Mirror Horizontal (Дзеркальне Відображення) з меню Model (Модель).

Нижче приводиться простий приклад використання дзеркального відображення.

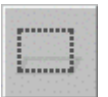
1. За допомогою команди Open (Відкрити) меню File (Файл) відкрийте файл mirror01.art, у якому знаходиться початковий зразок з директорії Examples/Mirror.

Зауваження: Для виконання дзеркального відображення зображення повинне бути достатнє великим, щоб в нім помістився результат.



2. Виконаєте дзеркальне відображення цього зображення за допомогою команди Mirror Horizontal (Дзеркальне Відображення) з меню Model (Модель).

3. Використовуючи команду Save As (Зберегти Як) меню File (Файл) збережете отзеркалений файл під ім'ям mirror02.art



4. Для того, щоб об'єднати обидва зображення, обведіть друге при допомозі кнопка Rubber Box (Гумова Рамка) і приєднаєте до початкового.

5. У меню Edit (Редагування) виберіть команду Copy (Копіювати).

6. У меню File (Файл) виберіть команду Close (Закрити).

7. У меню File (Файл) виберіть команду Open (Відкрити) і відкрийте файл Mirror01.art.

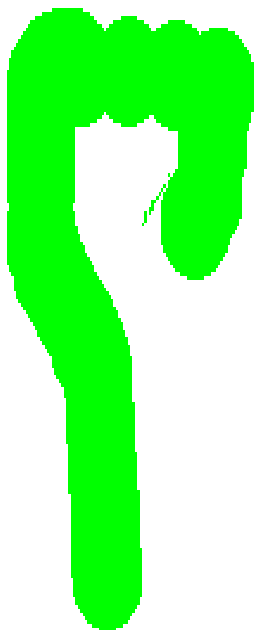
Зауваження: 8. У меню Edit (Редагування) виберіть команду Paste (Вставити) і

Якщо вставка буфера обміну Windows вставте отзеркаленню частину в відбулася не в тому потрібному місці.

місці, де необхідно використовуйте ікону



Undo (Відміна).



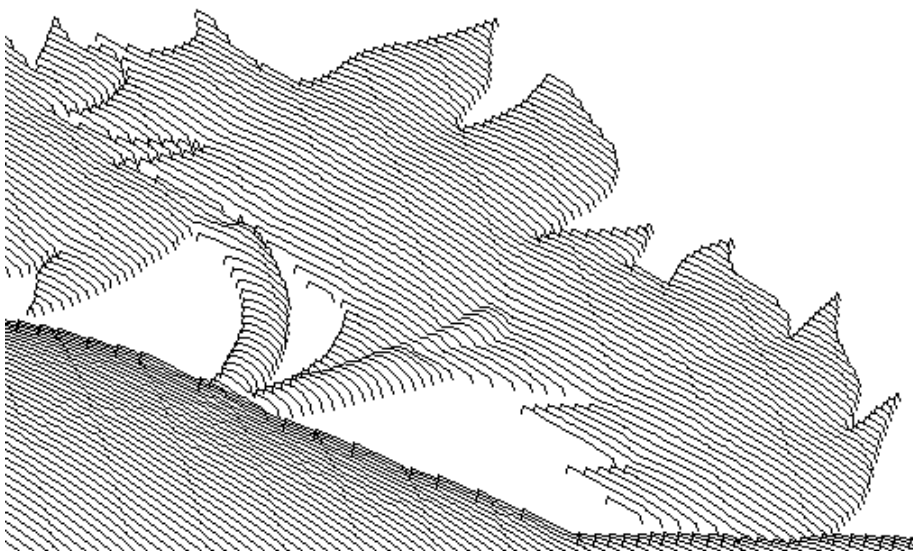
➤ **Розмежування рельєфів**

Якщо на початковому зображенні деякі елементи зливаються один з одним, для поліпшення якості рельєфу таке зображення необхідно трохи відкоригувати.

Хорошим прикладом є листя на малюнку птаха. Спочатку зображення листя виглядало так:

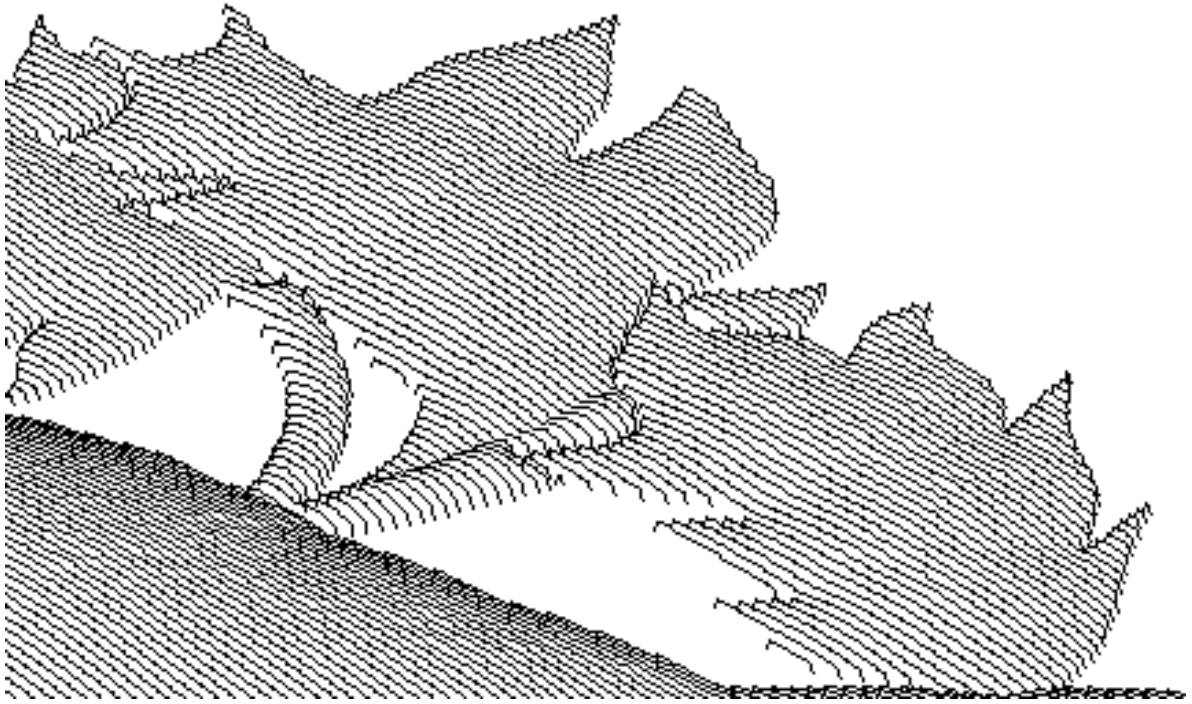


Верхні два листи не були розділені, тому рельєф виглядав би так:



Якщо ж листя відокремити один від одного, результат буде таким:

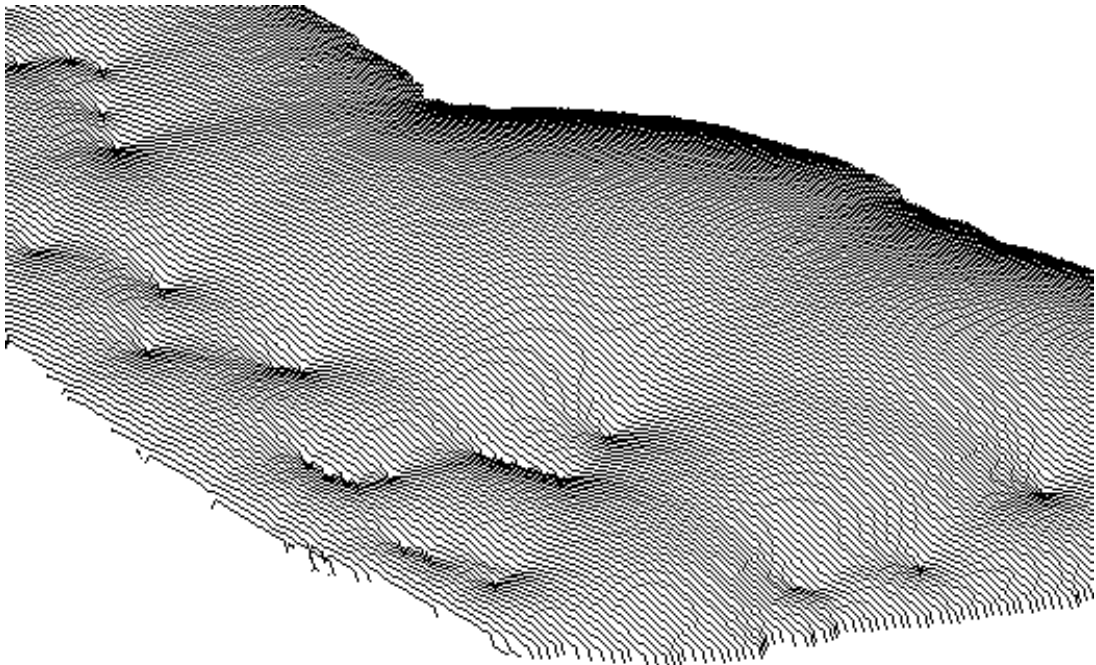




Межі рельєфу листя після розділення стали чіткішими, що особливо помітно після механічної обробки.

➤ Ефект плям

У багатьох випадках стирання невеликих плям, які з'являються при скануванні, займає досить часу. Таке стирання не завжди є необхідним. Але іноді такі плями. Можуть сильно впливати на якість рельєфу. Хорошим прикладом є зображення птаха. На перший погляд, зображення тіла птаха виглядає нормально, але після обчислення рельєфу Ви отримаєте такий результат:



Поглиблення в рельєфі повчилися через те, що на тілі залишилося декілька пікселів, закрашених в колір фону або в основний колір сканування (чорний для чорно-білого зображення). Щоб знайти такі пікселі, необхідно зв'язати всі кольори разом. Такий вигляд міститиме три кольори, і всі невірно закрашені пікселі будуть добре видні.

Якщо на зображенні птаха зв'язати всі кольори, окрім білого, чорного і бірюзового, вийде такий результат:

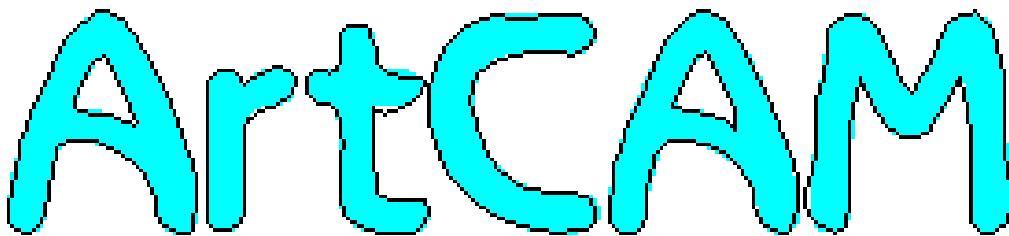


Тепер всі чорні плями можна закрасити в потрібні кольори.

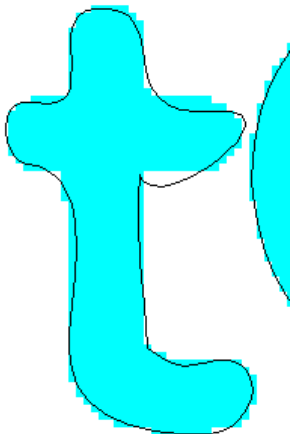
➤ **Редагування вектору**

Якщо використовуються для створення контуру растрове зображення, то отримані контури необхідно редагувати.

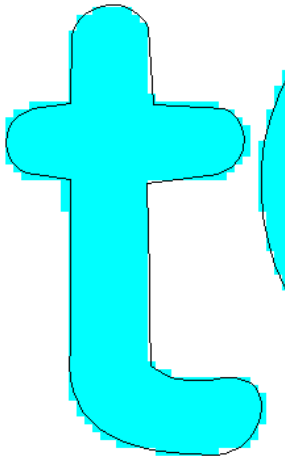
1. За допомогою команди Open (Відкрити) меню File (Файл) відкрийте файл Artcam10.art, який знаходиться в директорії Examples/artcam.



2. Символ "t" потребує редагування..



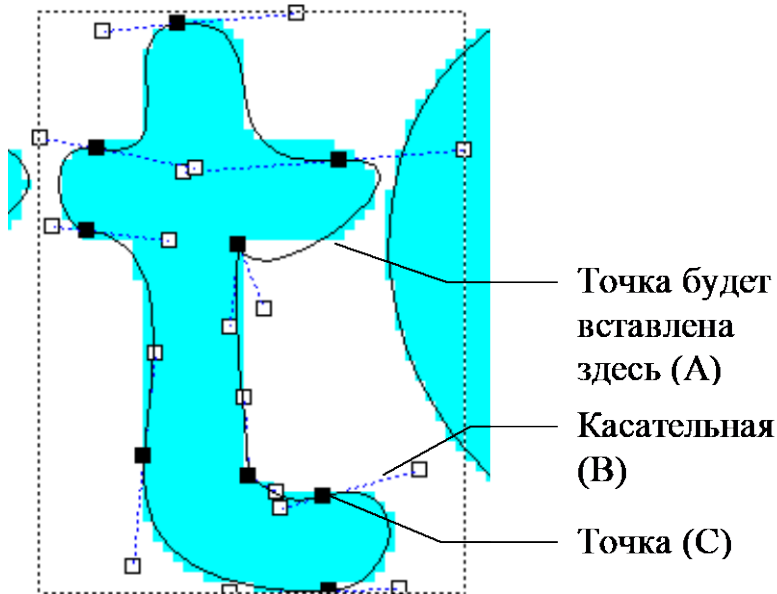
3. Необхідно отримати це::



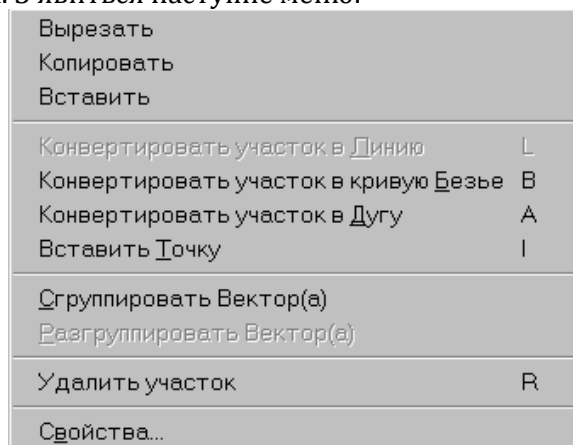
4. Щоб редагувати вектор, спочатку необхідно вибрати цей контур, використовуючи кнопку



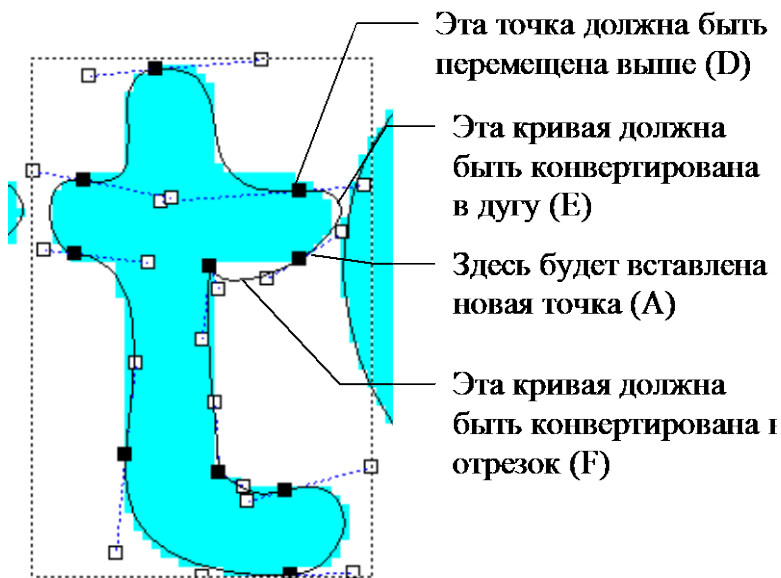
Після того, як тільки був вибраний цей інструмент, вектор буде охоплений чорними і білими квадратами, а також синіми пунктирними лініями. Чорні квадрати показують, де знаходяться окремі вузли вектора. Білі квадрати з синіми пунктирними лініями дають уявлення про дотичну, що проходить через вузол. Положення білих квадратів визначає кривизну вектора.



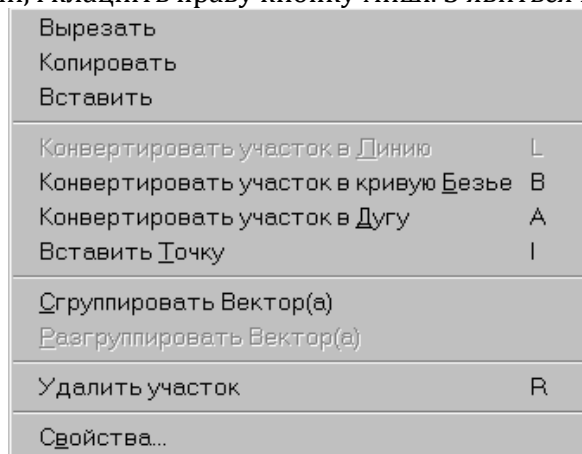
5. Помістіть курсор в те місце, де Ви вставлятимете крапку (A) і натисніть праву кнопку миші. З'явиться наступне меню:



6. Ви беріть опцію Insert a point (Вставити крапку)..

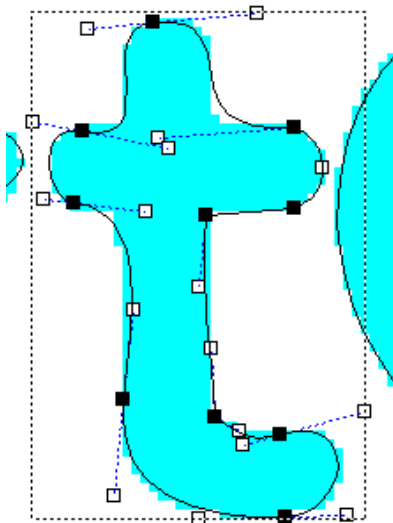


7. Щоб перетворювати криву (F) у відрізок перемістіть курсор так, щоб він знаходився на кривій, і клацніть праву кнопку миші. З'явиться наступне меню.

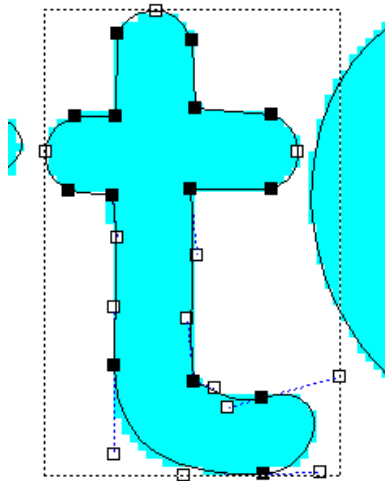


8. Виберіть опцію Convert span to line (Конвертувати ділянку у відрізок). Цю операцію можна повторити, використовуючи опцію Convert span to arc (Конвертувати ділянку в дугу).

9. Перемістити вибраний вузол (D) можна натиснувши ліву кнопку миші і перемістивши курсор в необхідну позицію. Буде відображено наступне



10. Решта частини контура редагуватиметься до тих пір, поки не буде отримана необхідна форма.



Цей змінений контур може потім групуватися з іншими контурами і використовуватися для того, щоб обчислити траєкторію руху інструменту.

2.8. Зафарбовування моделі в ARTCAM Pro

Тривимірні моделі рельєфу можуть бути закрашені, використовуючи різні джерела освітлення, типи освітлення, матеріали і кольори матеріалу.

Параметри Освітлення і настройки Матеріалу можуть бути збережено і потім завантажені.

Якщо Ви хочете зберегти або роздрукувати закрашене зображення з тінями, використовуйте програмне забезпечення ArtShade Pro.

До цих пір Ви використовували спосіб зафарбовування рельєфу, доступний на інструментальній панелі Тривимірного вигляду. Цей спосіб забарвлює рельєф одним джерелом освітлення і стандартним кольором матеріалу.

➤ Зафарбовування рельєфу

Закладки (сторінки) Освітлення і Матеріал знаходяться в лівій нижній частині Вікна Управління.

5. Настройка Освітлення

Є три різні джерела освітлення.



Направлене джерело освітлення освітлює модель таким же чином, як модель освітлювала б сонцем.



Позиційне джерело освітлення настраюється користувачем. Він може переміщатися щодо рельєфу, перетягуючи курсор в потрібну позицію або при завданні координат X, Y і Z.

Щоб розташувати позиційне джерело світла, Ви винні, використовуючи курсор, натиснути і



перетягнути ікону в необхідне положення. Відпуск кнопки миші зафіксує положення джерела світла на рельєфі з координатами X, Y і Z.

Після того, як розташували джерело світла по координатах X і Y необхідно підняти його по осі Z щодо рельєфу. Для цього уручну введіть необхідне значення координати по осі Z.



Місцеве джерело освітлення може бути встановлений так, щоб освітлювати рельєф під визначуваними користувачем кутом і розташуванням. Переміщення курсора на рельєф у вікні Тривимірного вигляду встановить те місце, в якому джерело світла освітлює модель. Розмір

конуса освітлення регулюється в уручну (розміри моделі модулі), яскравість і різкість регулюється бігунками.

Щоб встановити центр місцевого джерела освітлення, з використанням курсора необхідно



натиснути і перетягнути ікону в необхідне положення. У тому місці, де Ви відпустите кнопку миші, буде визначено положення джерела освітлення на рельєфі з координатами X, Y і Z.

Зберегти. Параметри настройки освітлення для одного проекту можуть бути збережені і завантажені для іншого завдання.

Завантажити... Завантаження заздалегідь збереженого файлу з параметрами настройки освітлення замінить всі поточні настройки для кожного джерела освітлення.

➤ **Матеріал моделі**

Закладка Матеріал дає Вам можливість зміни кольору зафарбовування рельєфу, колір фону, яскравість і контраст освітлення.

Колір фону дозволяє Вам визначити колір, яким забарвлюватиметься задній фон у вікні Тривимірного вигляду при зафарбовуванні рельєфу. Ви можете встановити колір, використовуючи бігунки RGB або клацанням по кольоровому квадрату, вибрати в лівому нижньому кутку стандартний колір.

Властивості матеріалу встановлюють колір матеріалу, відбиваність - ступінь поглинання світла матеріалом, і освітленість - яскравість освітлюваних областей.

Використовувати з файлу. Вибір цієї опції дозволяє вибрати як колір матеріалу поточне двовимірне зображення, що знаходиться у вікні Двовимірного вигляду, що приводить до створення реалістичні зображення.

Зберегти. Параметри настройки матеріалу для одного проекту можуть бути збережені і завантажені для іншого завдання.

Завантажити... Завантаження заздалегідь збереженого файлу з параметрами настройки матеріалу замінить всі поточні настройки для кожного джерела освітлення. Є стандартна бібліотека в теці /ArtCAM Pro/ Shading Materials.

Застосувати. Клацання кнопки Застосувати модифікує закрашений тривимірний вигляд з новими властивостями зафарбовування, які Ви задали.

2.10. Механічна обробка рельєфу в ARTCAM Pro

Передбачається, що Ви вже досить добре знайомі з управлінням Вашим верстатом з Числовим Програмним Управлінням (ЧПУ) і знаєте, як вибрати необхідний інструмент і визначити необхідні режими різання. Якщо Ви не упевнені в деяких деталях управління верстатом, проконсультуйтеся у фахівця або постачальника Вашого верстата з ЧПУ.

Для обробки рельєфу ARTCAM створює файл з траєкторією інструменту, що включає послідовність команд для управління конкретним верстатом з ЧПУ.

Можна створити траєкторію руху інструменту або для обробки всього рельєфу, або для обробки окремих областей. Підтримуються всі основні типи інструментів і можливість завдання їх розмірів.

ARTCAM дозволяє створювати чорнову обробку в декілька проходів для видалення зайвого матеріалу перед чистовою обробкою. Завдання всіх необхідних параметрів механічної обробки здійснюється в одному вікні діалогу.

Створюється окремий вихідний файл для кожного використовуваного інструменту. Залежно від того, чи має Ваш верстат з ЧПУ пристрій зміни інструменту, Ви можете створити окремі файли програм, що управляють, для кожного інструменту, або можете помістити всі програми, що управляють, для декількох інструментів в один великий файл.

2.10.1. Створення УПУП

Після того, як рельєф був створений, може бути створена програма, що управляє. Цього можна досягти за допомогою кнопок на інструментальній панелі УП.


Процедура створення нової траєкторії руху інструменту наступна [12, 14]:


1. Задайте заготовку за допомогою кнопки  (Завдання Заготівки).


2. Натисніть кнопку  (Нова УП).

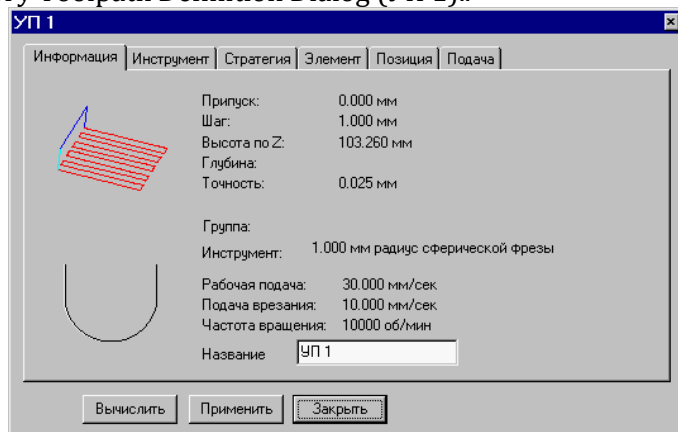
3. Заповніть відповідні закладки вікна діалогу Toolpath Definition Dialog (УП 1).

4. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

5. Обчислите УП за допомогою кнопки  (Обчислити УП).

6. Збережете УП в необхідному форматі за допомогою кнопки  (Зберегти УП).

Коли Ви вибираєте кнопку  Create New Toolpath (Нова УП), відкривається вікно діалогу Toolpath Definition Dialog (УП 1)..



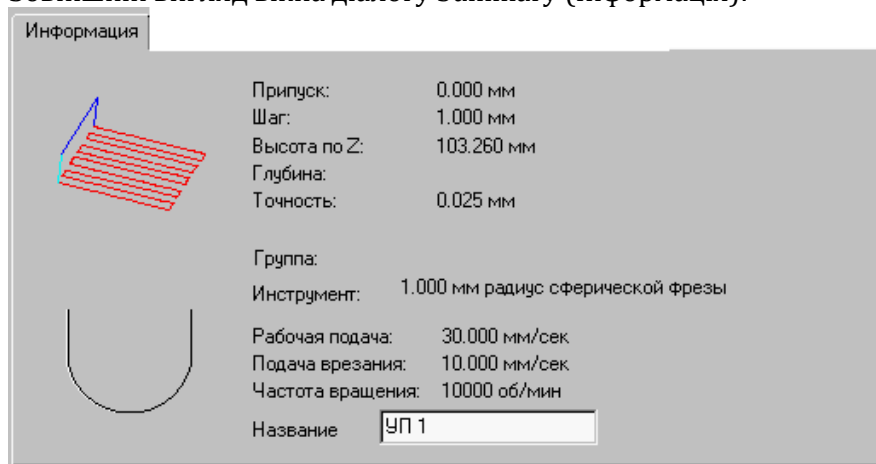
Це вікно діалогу використовується, щоб задати всі параметри, необхідні для створення і редагування УП.

Діалог містить шість закладок або сторінок, які дозволяють управляти різними аспектами створення УП.

Ця процедура може бути повторена для будь-якої знов створюваною УП.

2. Менеджер УП: Інформація

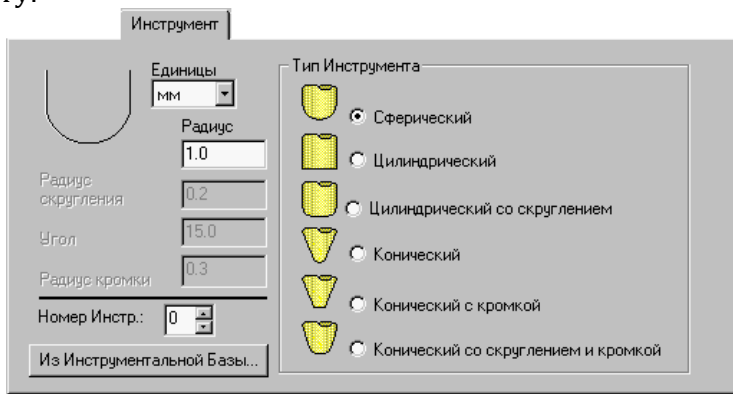
Зовнішній вигляд вікна діалогу Summary (Інформація):



Більшість полів цього вікна діалогу відображають значення, визначені в інших діалогових вікнах. Єдиний елемент, який може бути змінений, - Назва. Це - ім'я, яке Ви хочете використовувати, щоб визначити цю УП. Задане за умовчанням ім'я « УП 1 », але воно повинне бути змінене на ім'я, яке описує цю УП. Це особливо важливо, коли створюється декілька УП.

➤ Інструмент

У вікні діалогу Toolpath (УП) виберіть сторінку Tool (Інструмент). З'явиться наступне вікно діалогу:



➤ Типи інструментів

Підтримуються шість типів інструменту:



Ball nosed Slot drill Radiused slot drill



Conical ball nosed Conical flat nosed Conical flat radiused

Де

Ball nosed - Сферична фреза

Slot drill - Циліндрова фреза

Radiused slot drill - Циліндрова фреза з кромками, що округляють

Conical ball nosed - Конічна фреза з сферичним кінцем

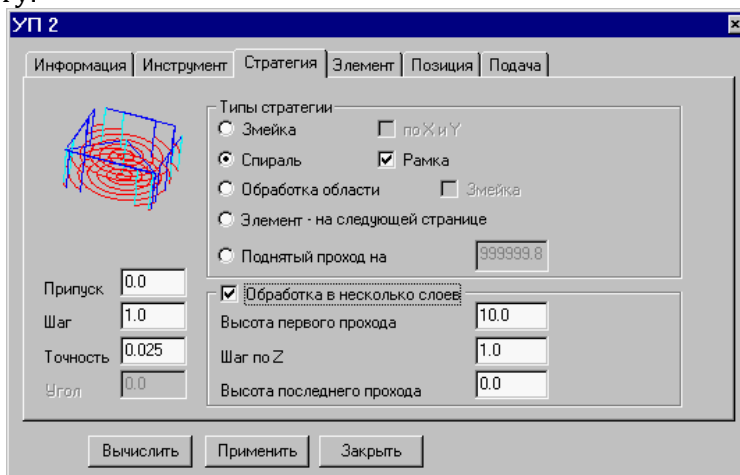
Conical flat nosed - Конічна фреза з плоским кінцем

Conical flat radiused - Конічна фреза з кромками, що округляють.

Розміри інструменту, які не потрібно задавати для вибраного типу інструменту, стають тьмяними і недоступними для редагування. Так, наприклад, для циліндрової фрези необхідно задати тільки значення в полях Radius (Радіус) і Units (Одиниці Вимірювання).

2.10.2. Стратегія обробки

У вікні діалогу Toolpath (УП) виберіть сторінку Strategy (Стратегія). З'явиться наступне вікно діалогу:

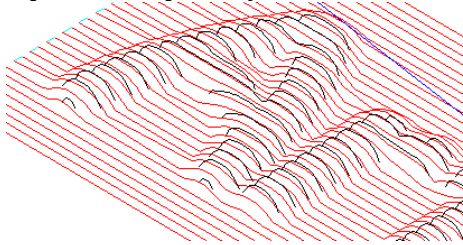


➤ Типи стратегії

Стратегія визначає типи механічної обробки. Є чотири типи: Raster (Обробка по Змійці), Spiral (Спіральна Обробка), Machine specified area (Обробка області) і Feature (Обробка Елементу) і Cut-Out Pass (Підведена Обробка).

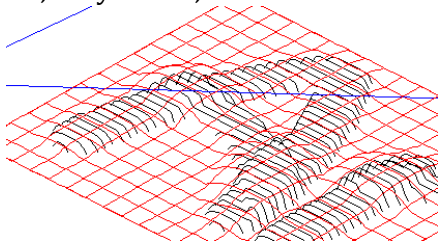
➤ Обробка змійкою

Ця обробка виконується проходами вперед і назад уздовж заданого кута. Нульове значення кута обробки - обробка уздовж осі X.



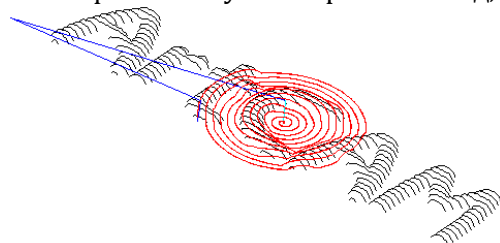
Обробка змійкою уздовж осей X і Y
Механическая обработка: Обработка змейкой вдоль осей X и Y

Ця обробка виконується в двох взаємно перпендикулярних напрямках. Така механічна обробка, безумовно, займає більше часу, та зате дозволяє поліпшити якість обробки поверхні.



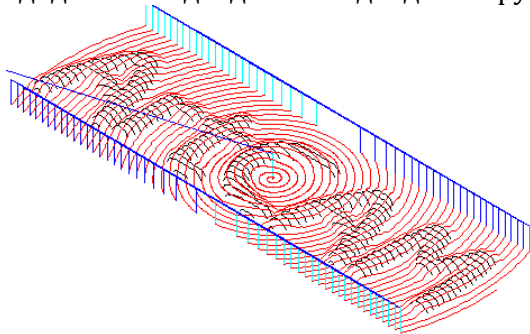
➤ Спіральна механічна обробка

Обробка по спіралі припиняється в той момент, коли інструмент досягає краю рельєфу. Якщо Рельєф - витягнутий паралелепіпед, то буде оброблена тільки частина рельєфу.



➤ Обробка по спіралі прямокутника

При такій стратегії інструмент виконує проходи по спіралі, покриваючи весь рельєф, усередині заданого прямокутника. В цьому випадку час механічної обробки значно зростає через те, що додається відведення і підводи інструменту між сусідніми проходами.



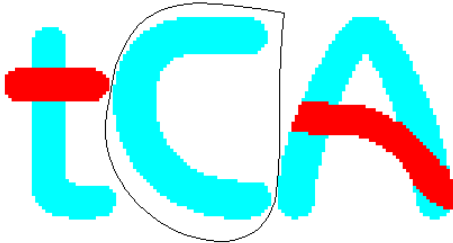
➤ Обробка заданої області

За умовчанням, ARTCAM обробляє весь рельєф. Обробка може бути обмежена областю, визначуваною контуром, якщо вибирається опція Machine area (Обробка області).

Наприклад:

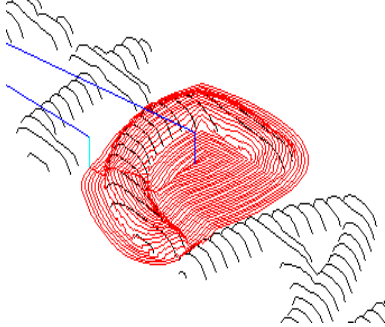


Якщо Ви хочете обробити символ "С", то тоді обведіть його контуром.



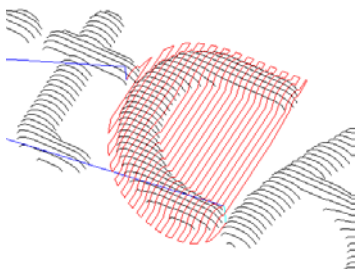
Якщо використовувати задані за умовчанням опцію Machine area (Обробка області), то буде створена УП із зсувом на заданий крок усередині заданої області (вибраного одного або декількох векторів).

Буде створена наступна програма, що управляє



➤ **Обробка заданої області змійкою**

При включеній опції Raster (Змійка) ARTCAM створюватиме УП змійкою усередині заданої області (вибраного одного або декількох векторів). Можна використовувати опції Steperover (Крок) і Angle (Кут).



➤ **Елемент**

Ця опція використовується для створення програм, що управляють, для гравірування, параметри задаються на сторінці Feature (Елемент) у вікні діалогу Toolpath (УП).

➤ **Прохід на заданій висоті**

Ця опція створює прохід по площині уздовж вибраного в даний час вектора (або група векторів) на висоті, яка вказується в сусідньому полі. Вона використовується головним чином, для того, щоб провести обробку усередині тривимірних форм.

➤ Чорнова обробка в декілька шарів

<input checked="" type="checkbox"/> Обробка в декількох шарах	
Висота першого проходу	8.0
Шаг по Z	1.5
Висота останнього проходу	2.0

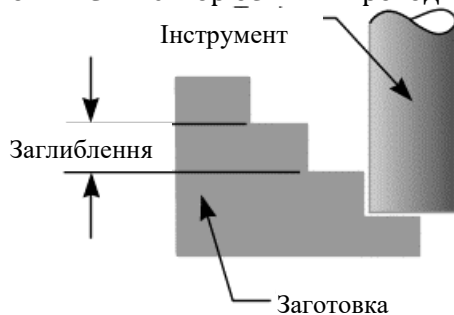
Ця частина закладки управляє проходами чорнової обробки, які необхідно задати, щоб створити одну УП, що дозволяє видалити велику кількість матеріалу.

Z height of first pass (Висота першого проходу) - ця висота, на якій виконується перший прохід чорнової обробки.

Z height of last pass (Висота останнього проходу) - ця висота, на якій виконується чорнова обробка. Залежно від Висоти першого проходу і Заглиблення останній прохід чорнової обробки не обов'язково проводитиметься точно на кінцевій висоті.

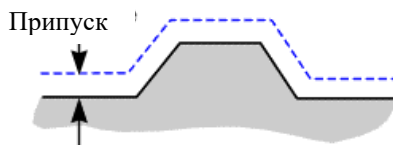
Stepdown (Заглиблення) - це відстань між проходами по Z.

Якщо, наприклад, Початкова Висота рівна 8 мм, а Кінцева Висота - 2 мм і Заглиблення -1,5 мм, то ARTCAM створює п'ять проходів на висоті 8 мм, 6,5 мм, 5 мм, 3,5 мм і 2 мм.

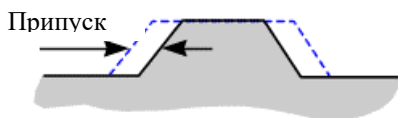


➤ Припуск

Припуск визначає кількість матеріалу, що залишається над всією поверхнею рельєфу. Якщо він рівний 0, інструмент проходить безпосередньо по самій поверхні. Цей параметр необхідний для чорнової і напівчистої обробки, щоб залишити матеріал для подальшої чистої обробки. Для обробки зміюкою припуск застосовується таким чином:

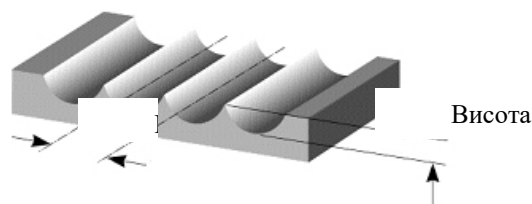


Для обробки елемента припуск застосовується тільки по горизонталі:



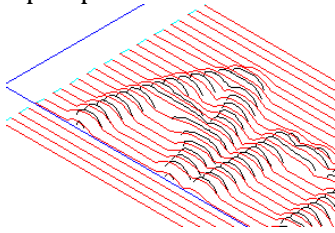
Механічна обробка: Крок

Крок - це відстань між двома сусідніми проходами інструментами. Його значення задається залежно від таких параметрів, як - матеріал, геометрія інструменту, швидкість обертання шпінделя, швидкість подачі і так далі. Як правило, при великих значеннях кроку витрачається менше часу, але в результаті якість поверхні буде не дуже хорошою. Від заданого значення кроку залежить висота гребінця для сферичної фрези і торцевої фрези з кромками, що округляють.

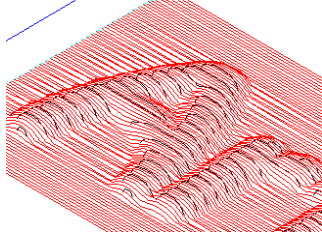


Наступні два рисунка показують, як міняється траєкторія інструменту залежно від значення кроку.

Крок рівний 4

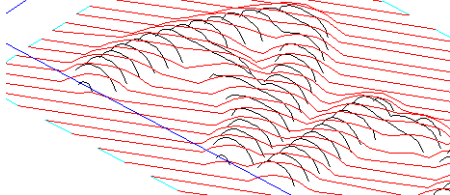


Крок рівний 1

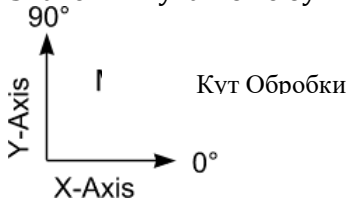


➤ Кут

Ця стратегія виконується проходами, під заданим кутом до осі X. На наступному малюнку показані приклад траєкторії з проходами під кутом 30 градусів до осі X.



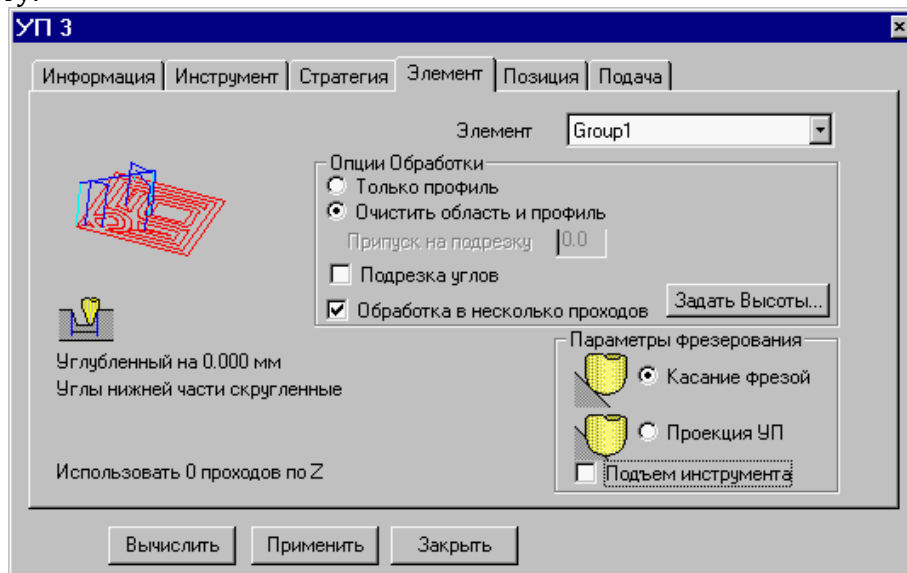
Значення кута може бути між 0 і 90 градусів.



➤ Елемент

Ця сторінка доступна, тільки якщо вибрана опція Feature (Елемент) в полі Strategy (Стратегія).

У вікні діалогу Toolpath (УП), клацніть по опції Feature (Елемент). З'явиться наступне вікно діалогу:



Елемент

Ім'я Group (Групи), яка оброблятиметься. Це ім'я задається на сторінці Features (Елемент).

➤ Опції обробки

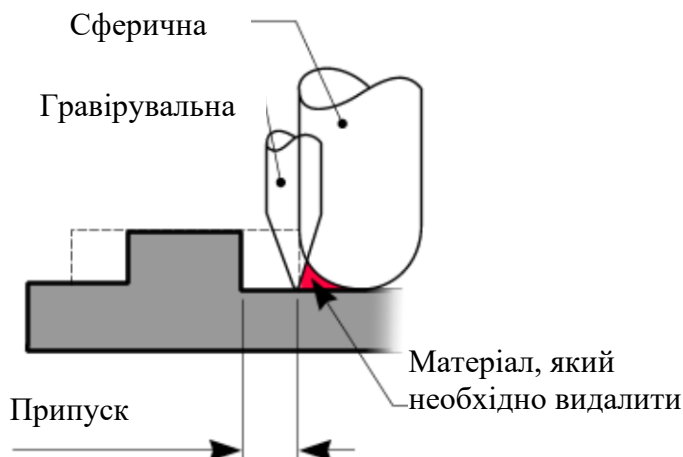
Є два основні способи обробки:

1. Profile only (Обробка тільки профілю) – профіль буде оброблений без очищення внутрішньої області. Ця опція використовується при проході інструменту по середині лінії вектора, або в тому разі якщо Ви бажаєте позначити профіль (наприклад, загострити край контура).

2. Area clear and Profile (Обробка профілю і області) – виконує очищення між вектором і заданим значенням Feature Allowance (ще додатково заданий Припуск для видалення), і потім проходить уздовж вектора.

➤ Припуск для видалення

Припуск для видалення – в цьому полі задається припуск, що збільшує область обробки елемента. Використовується для видалення матеріалу, який був залишений після растрової обробки (дивися малюнок нижче):

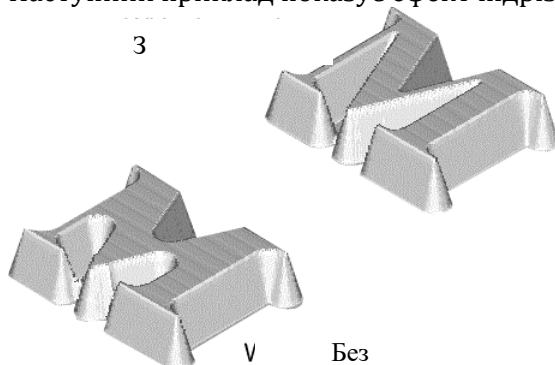


Значення Припуску для видалення встановлюється залежно від радіусу інструменту, використовуваного для обробки змійкою.

➤ Підрізування кутів. Механічна обробка при гравіюванні елементів.

Ця опція підрізає виступаючі ділянки при гравіюванні елементів, що мають перепади висот, і використовується тоді, коли відстань між суміжними лініями контура не дозволяє обробляти на заданій глибині проходу. Ця опція дозволяє видалити зайвий матеріал, щоб різкіше позначити елементи. При виборі цієї опції ARTCAM Pro автоматично переміщатиме інструмент одночасно по 3 осям тільки в тих областях, для яких необхідне підрізування кутів.

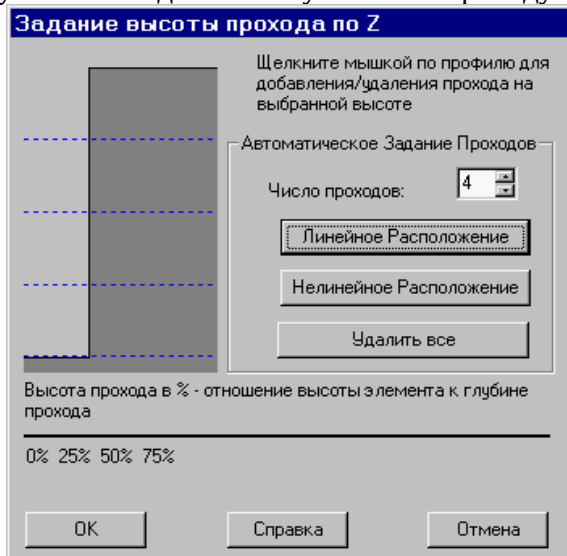
Наступний приклад показує ефект підрізування кутів на букві "М".



➤ Обробка в декілька проходів

Ця опція дозволяє створити УП (обробка елемента з опціями – «тільки обробку профілю» або «обробку області і профілю») в декілька проходів по Z. Якщо двійковий перемикач включений,

Ви можете далі використовувати кнопку Set Heights (Задати Висоти), викликавши вікно діалогу, в якому можна задати висоту кожного проходу:



Є два способи завдання висот обробки:

1. Використовуючи вікно діалогу Automatic Passes (Автоматичне Завдання Проходів).
2. Клацанням миші задати висоту проходу уручну.

Зауваження: Ці два способи НЕ взаємовиключні – можна використовувати їх обидва.

➤ Автоматичне завдання проходів

Введіть в поле те число проходів, яке потрібне, і потім вибираєте одну з наступних двох кнопок:

Linear Spacing (Лінійне Розташування) – Число проходів рівномірно розділене по всій глибині обробки.

Non-Linear Spacing (Нелінійне Розташування) – Число проходів розділене не рівномірно по всій глибині обробки. Відстань між проходами поступово збільшується при поглибленні інструменту.

Отримані висоти проходів відображаються як сині пунктирні лінії на діаграмі в лівій частині вікна.

➤ Завдання глибини проходів за допомогою миші

Ви можете задати глибину проходів уручну, простим клацанням по діаграмі висот лівою кнопкою миші. Кожного разу, коли Ви клацаєте мишею, задається рівень обробки, і він відображається пунктирною синій лінією.

Повторне клацання миші по існуючій лінії рівня обробки, - видалить цей рівень, незалежно від того, яким способом цей рівень був заданий (автоматично або уручну).

➤ Видалити Все

Вибір цієї кнопки видалить всі заздалегідь задані рівні обробки з діаграми, яким би способом вони не були створені.

➤ Параметри фрезерування

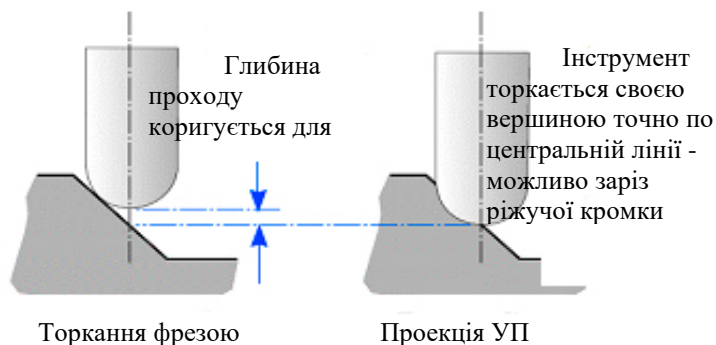
Є два способи обробки поверхні інструментом.

➤ Торкання фрезою

В цьому випадку інструмент не опуститься до заданого рівня обробки. Буде виконана перевірка на зіткнення інструменту з оброблюваною поверхнею, щоб запобігти зарізу. Глибина обробки буде відповідно відкоректована.

➤ Проекція УП

В цьому випадку геометрія інструменту ігнорується, і лінія руху інструменту просто проектується на оброблювану поверхню (можливий заріз).



Підйом фрези – Коли буде встановлена ця опція здійснюватиметься підйом інструменту над елементом.

2.10.3. Приклад механічної обробки

В даному прикладі розглянуто створення чистового гравіювання елементу. Вектора, які повинні утворювати елемент для подальшої обробки, необхідно вибрати, використовуючи інструмент Select Vectors (Вибір Векторів).



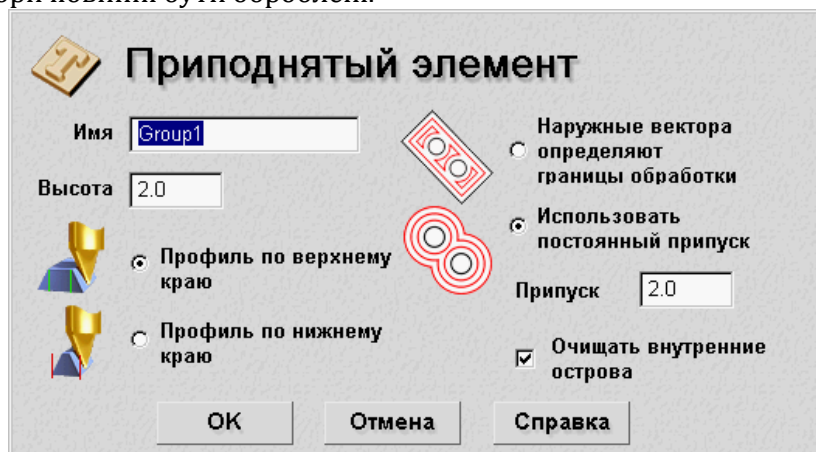
На інструментальній панелі Features, вибирається кнопка що визначає тип елементу, який



створюватиметься в даному випадку це – кнопка Raised (Підведений) елемент.

З'являється вікно діалогу Raised Feature (Підведений Елемент).

У цьому вікні діалогу Ви можете задавати висоту елементу, ім'я елементу і яким чином вектори повинні бути оброблені.



Створюваний елемент усередині, якого буде гравіювання, повинен бути трохи більше чим контур букв. Матеріал, що залишається, для гравіювання визначається величиною Feature Allowance (Пріпуск).

УП для гравіювання буде створена після завдання всіх параметрів.



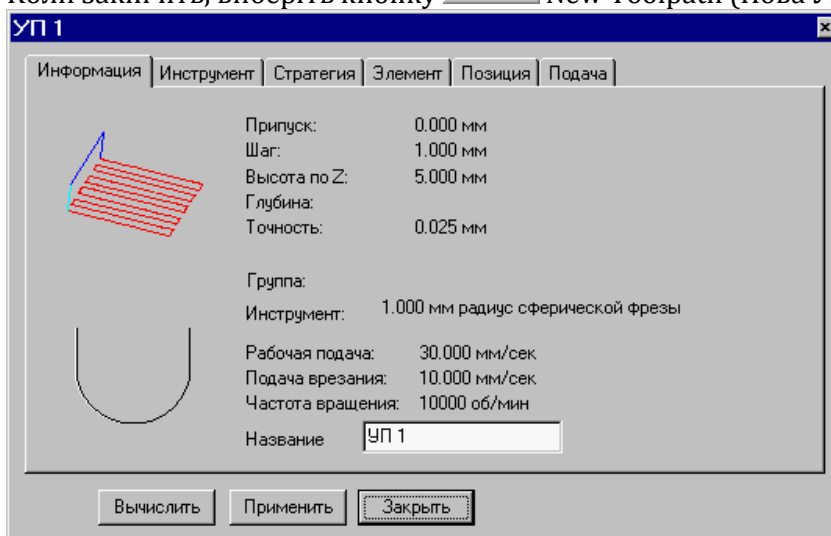
На інструментальній панелі Toolpaths (УП) і виберіть кнопку Material (Завдання Заготовки).



У цьому вікні діалогу ви повинні задати розміри заготовки і положення деталі в заготовці.

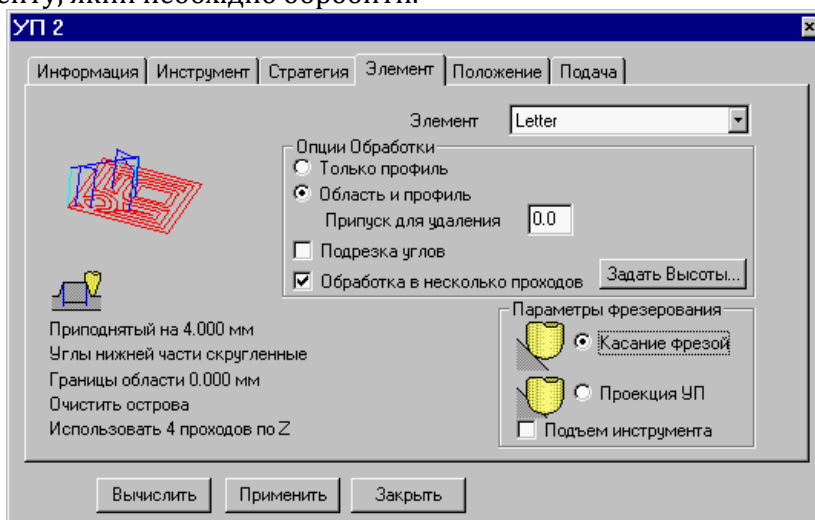


Коли закінчить, виберіть кнопку **New Toolpath (Нова УП)**. З'явиться вікно діалогу.



Перейдіть на сторінку Strategy (Стратегія) і задайте стратегію обробки – Feature (Елемент).

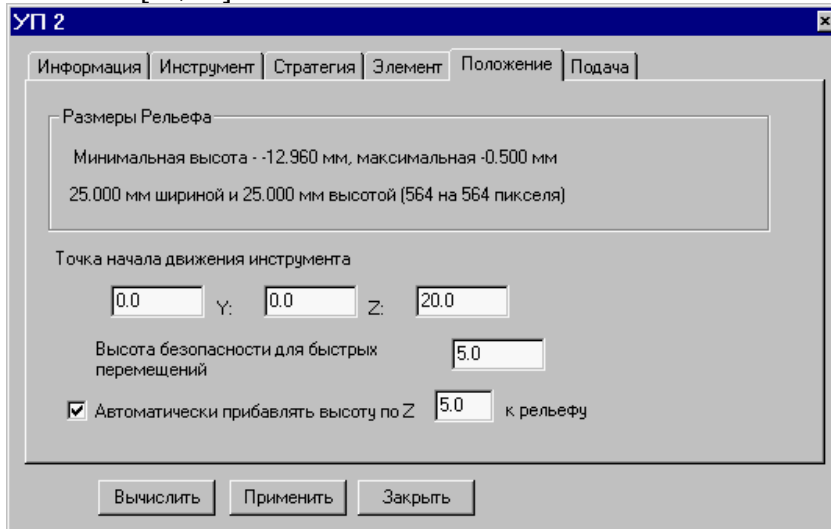
Перемкнетеся на сторінку Feature (Елемент) і із списку Feature (Елемент) виберіть те ім'я елемента, який необхідно обробити.



2.10.4. Менеджер УП

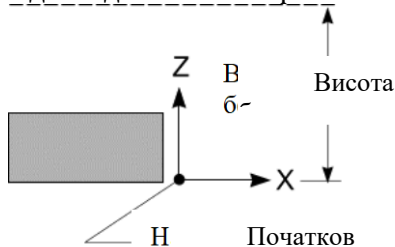
➤ Положення

Перейдіть до закладки Position (Положення) у вікні діалогу Toolpath (УП). З'явиться наступне вікно [12, 14]:



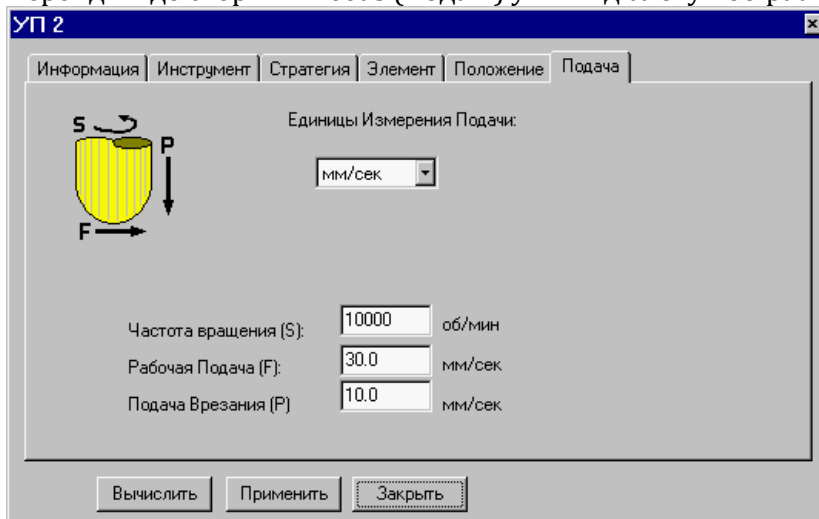
У полі Position Tool Starts From (Точка початку руху інструменту) задається вихідна позиція інструменту. Перший рух в програмі, що управляє, буде в цю точку. Висота цієї точки по Z повинна бути менше максимального переміщення верстата по Z.

У полі Safe Z height for rapid tool moves (Висота безпеки для швидких переміщень) задається висота, на якій інструмент виконуватиме швидкі переміщення над заготовкою. Ця висота повинна бути вище за найвищу точку рельєфу і нижче або рівній висоті точки початку руху інструменту. На цій висоті не повинно бути ніяких кріплень або пристосувань. По умовчанням ця величина автоматично додаватиметься до значення максимальної висоти рельєфу, заданого в полі Automatically set Z to. (Автоматичне додавати висоту по Z до рельєфу), якщо включений відповідний двійковий перемикач.

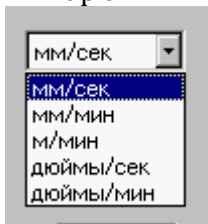


➤ Швидкість подачі

Перейдіть до сторінки Feeds (Подачі) у вікні діалогу Toolpath (УП). З'явиться наступне вікно:



Параметр Rate Units (Одиниці вимірювання Подачі) визначає одиницю вимірювання для Feed Rate (Робоча Подача) і Plunge Rate (Подача Урізування). Наступний список пропонує всі можливі варіанти:



У полі Spindle Speed (S) (Частота обертання Шпинделя) задається швидкість обертання інструменту. Одиниці вимірювання для цього параметра – обороти в хвилину.

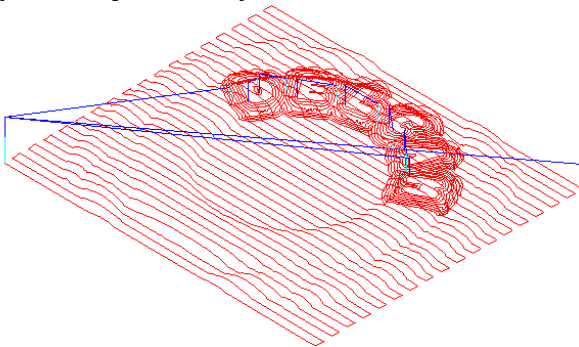
У полі Feed Rate (F) (Робоча Подача) задається значення подачі, з якою інструмент переміщатиметься в процесі обробки. Одиниці вимірювання визначаються із списку Rate Units (Одиниці вимірювання Подачі).

Plunge Rate (P) (Подача Урізування) задається значення подачі вертикального підведення інструменту до заготовки на початку кожного проходу. Одиниці вимірювання визначаються із списку Rate Units (Одиниці вимірювання Подачі).

Всі ці вибираються залежно від інструменту і оброблюваного матеріалу.

Після завдання всіх параметрів обробки виберіть кнопку Apply (Застосувати), а потім Calculate (Обчислити).

Буде створена наступна УП:



➤ Перегляд опцій УП

Є декілька опцій, призначених для управління виведенням інформації на екран. Вони допомагають проглядати траєкторію руху інструменту, використовуючи ARTCAM Pro.

Є три способи відображення УП:


1. Виберіть УП у Вікні Управління, натисніть праву кнопку миші і виберіть одну з опцій Draw (Показати УП) або Hide (Приховати УП).

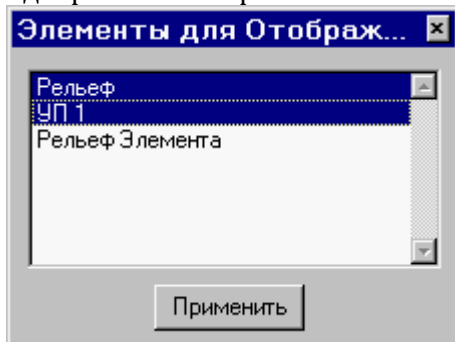
2. У вікні Тривимірного Вигляду подвійним початком правої кнопки миші викликається наступне меню:



і опції меню - двійкові перемикачі. Одне клацання лівою кнопкою миші активізує опцію, повторне клацання вимкне її.

Відмітки поряд з назвою опцій показують, які опції були заздалегідь вибрані. Для того, щоб зробити видимим рельєф елемента, виберіть опцію Рельєф Елемента за допомогою лівою кнопкою миші, а для того, щоб відобразити растрову траєкторію руху інструменту виберіть лівою кнопкою миші опцію УП 1.


3. Натисніть кнопку  Object to Draw (Елементи для відображення) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду. Ця опція покаже список створених рельєфів, траєкторій руху інструменту і візуалізація обробки рельєфу, і Ви можете вибрати будь-який пункт із списку, щоб його відобразити на екрані.



Вивід на екран і видалення з екрану траєкторій руху інструменту і рельєфів здійснюється клацанням миші по необхідному пункту списку. Синій фон навколо пункту списку показує, цей пункт в даний момент активізований.

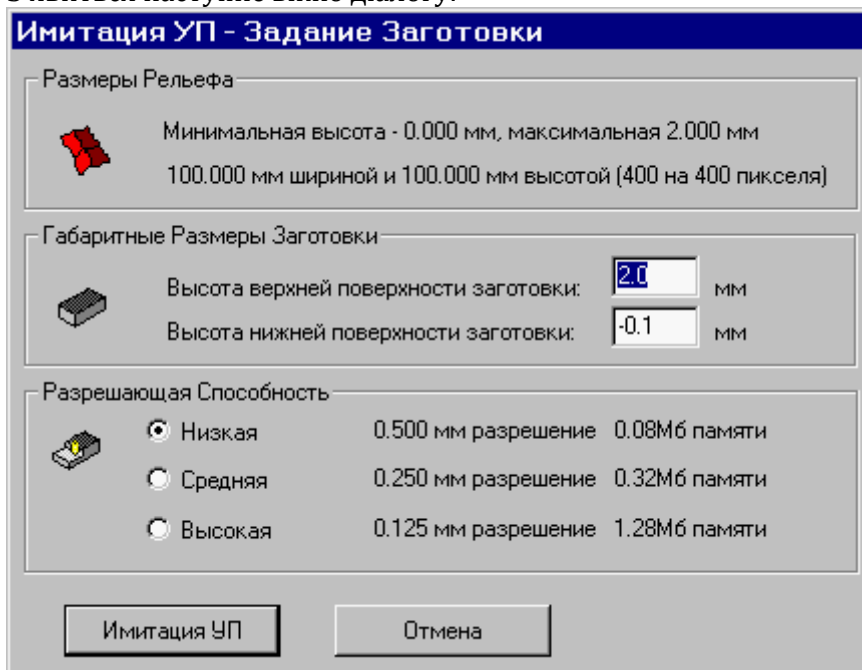
2.10.4. Імітація УП



Кнопка  на панелі інструментів Toolpath (УП) забезпечує доступ до функцій візуалізації траєкторії руху інструменту.

Після створення траєкторії руху інструменту можна імітувати обробку цією траєкторією. Наочніше візуалізувати отримувану поверхню після обробки інструментом із заданими геометричними розмірами, чим прості червоні лінії, призначені для виводу на екран програми, що управляє.

З'явиться наступне вікно діалогу:

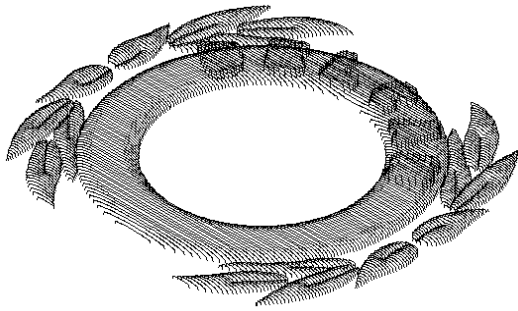


Relief Dimensions (Розміри Рельєфу): - в цій області показуються габарити рельєфу.

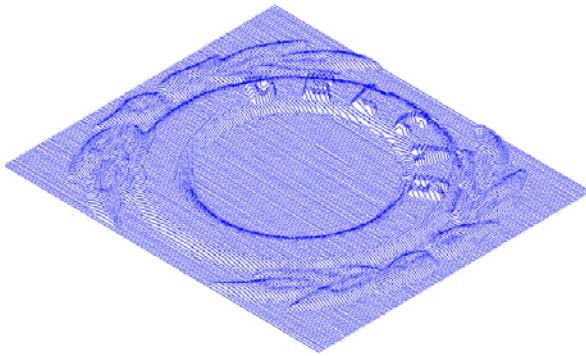
Simulation Block Dimensions (Габаритні Розміри Заготовки): - в цій області задаються габарити заготовки по висоті. Висота заготовки повинна бути більше, ніж різниця мінімальної і максимальної висот рельєфу, плюс висота (або глибина) рельєфу елемента при гравіюванні.


Simulation Resolution (Здатність, що вирішується): визначає якість зображення, яке буде отримано після візуалізації. Очевидно, що нижча роздільна здатність вимагає менше часу, витраченого на процес візуалізації.

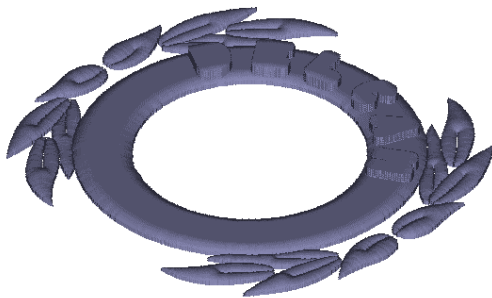
Початковий рельєф і рельєф елемента показані нижче:



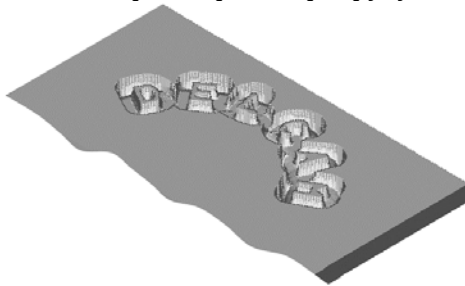
Імітація обробки УП:



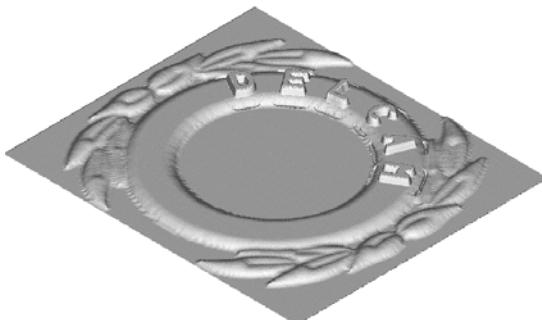
Якщо вибрана траєкторія руху інструменту УП 1 і забарвлена за допомогою кнопки  Colour Shade (Зафарбовування) що знаходиться на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду, то отримуємо наступне зображення:



Якщо вибрана траєкторія руху інструменту УП 2, то тоноване зображення виглядає так:




Візуалізація спочатку траєкторії руху інструменту УП 1, а потім - УП 2 дасть наступний результат:



2.10.5. Збереження УП

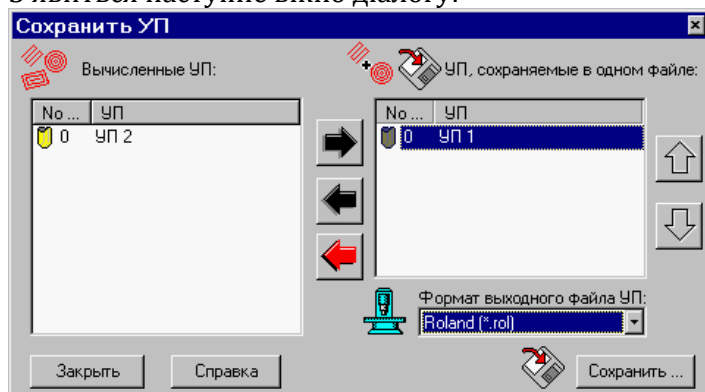



Кнопка  у вікні діалогу Toolpath Manager забезпечує доступ до функцій збереження траєкторії руху інструменту.



Зауваження: Цей метод збереження траєкторії руху інструменту, використовується для перетворення траєкторії руху інструменту у формат відповідної стійки ЧПУ за допомогою процесора поста.

ЦЕ НЕ ТЕЖ САМЕ, що і команда Save Toolpath Data (Збереження Траєкторії) з меню Toolpaths (УП), яка використовується для збереження тимчасових файлів руху інструменту у внутрішньому форматі ARTCAM, для подальшого використання в ARTCAM Pro (дивися нижче).

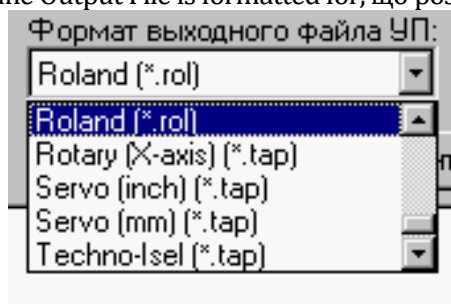
З'явиться наступне вікно діалогу:





Всі траєкторії руху інструменту, який Ви створили, знаходяться у вікні зліва. Для того, щоб перетворювати ці траєкторії руху інструменту в керівники програми для конкретного верстата з ЧПУ, виберіть траєкторію руху інструменту в лівому вікні, і потім натисніть кнопку , для того, щоб перенести виділену траєкторію руху інструменту в праве вікно. Всі файли, які перенесені в праве вікно, будуть об'єднані в одну програму, що управляє. Ви можете об'єднати стільки файлів, скільки необхідно.

Кнопки  (Вгору) і  (Вниз) в правому вікні призначені для того, щоб переупорядкувати файли при створенні об'єданої програми, що управляє. Клацання по кнопці "Вгору" або "Вниз" перемістить вибраний файл на одну позицію в списку.

Потім виберіть той процесор поста, який Ви хочете використовувати, щоб перетворювати траєкторію руху інструменту в програму, що управляє, для конкретного верстата з ЧПУ, із списку Machine Output File is formatted for, що розкривається (Вихідний файл УП):



Після того, як Ви зробили свій вибір, натисніть на кнопку Save (Зберегти), і траєкторія руху інструменту буде перетворена в програму, що управляє, і збережена.

Для того, щоб зробити новий вибір або змінити що існує, Ви можете використовувати кнопку  (Вліво), щоб перенести файли з правого вікна назад в ліве вікно. Кнопка  (Червона стрілка вліво), виконує ту ж саму функцію, але переносить всі файли з правого вікна.

Зауваження: при збереженні проекту ARTCAM через команду File - Save (Файл - Зберегти) (або через кнопку Save (Зберегти) на інструментальній панелі File (Файл)) автоматично зберігається УП як частина проекту.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ У СИСТЕМІ ARTCAM PRO

3.1. Робота з векторними та растровими інструментами ArtCAM Pro на прикладі побудови 3D-моделі ведмежа

У цьому розділі Ви навчитеся працювати з векторними інструментами, які дозволяють отримувати 2D зображення в ArtCAM Pro і використовувати їх для створення областей растру, по яких потім створюватимуться рельєфи [15].

➤ Ведмежа

Етапи побудови рельєфу ведмежати:

- Підготовка моделі.
- Побудова рельєфу.
- Остаточне доведення.

Ви повинні отримати рельєф, схожий на цей:




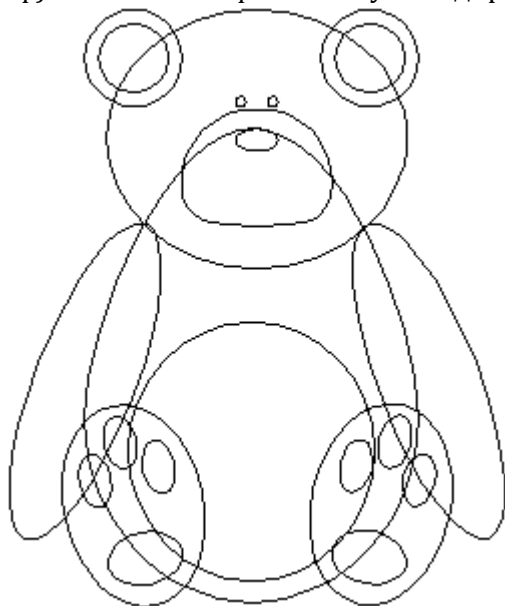
Щоб отримати цей результат, необхідно створювати рельєф поетапно. У цьому розділі розглядається, чому використовувалися саме ці опції створення рельєфу, і які є альтернативні варіанти для отримання цього ж рельєфу.

➤ Підготовка моделі

Спочатку Ви повинні завантажити початкові контури.



1. За допомогою кнопки  File Open (Відкрити Файл) на панелі інструментів Relief (Рельєф) завантажте файл Teddy.art з директорії Examples/Ted_bear.



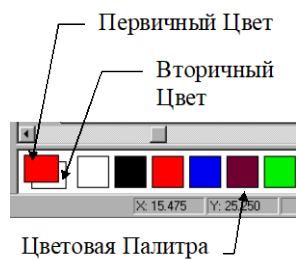
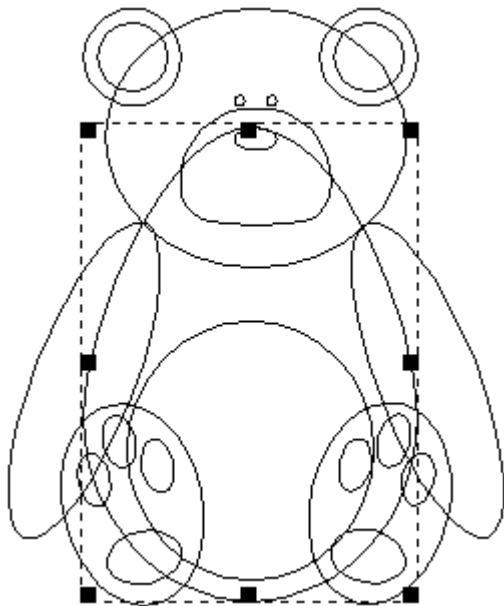
Ведмежа складається в основному з еліптичних контурів, створених усередині ARTCAM Pro. Рельєф створюватиметься поетапно. На першому етапі необхідно створити рельєф для тіла.

2. Використовуючи кнопку



Select a Vector (Вибір Вектора) на панелі інструментів

Vector (Вектор) виберіть контур тіла.



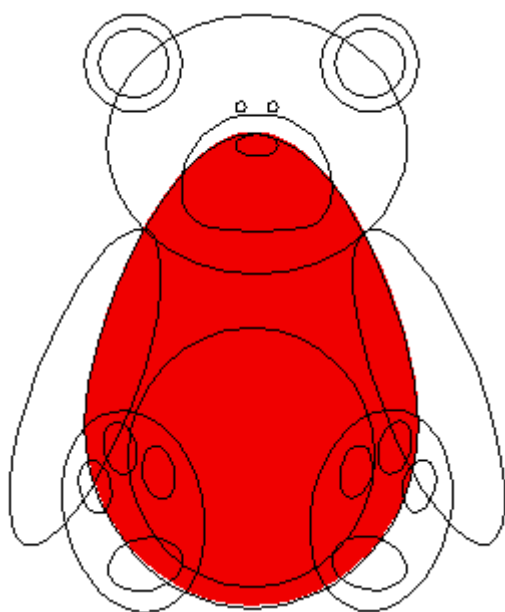
3. Зробіть червоний колір Первинним Кольором натисненням лівої кнопки миші поверх червоного квадрата в Колірній Палітрі.

4. Виберіть кнопку




Flood Fill Vectors (Залити Вектор) на панелі інструментів Vector (Вектор) для того, щоб залити червоним кольором тіло ведмежати.

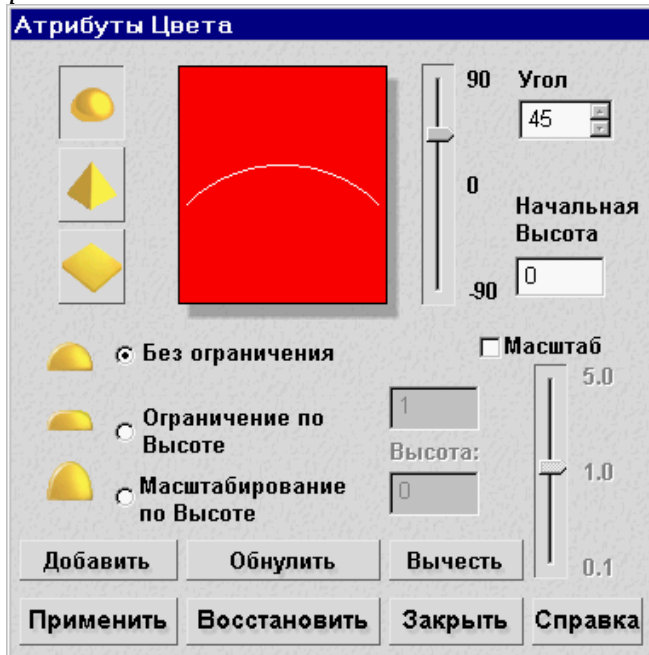
5. Клацніть лівою кнопкою миші в основному вікні для того, щоб відмінити вибір контура тіла.



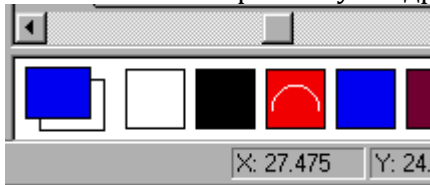
Зуваження: Це може бути досягнуто допомогою вибору з меню Colour (Колір) опції Attributes (Атрибути), коли вибраний червоний колір Первинним Кольором.


6. Зараз можете приступати до створення рельєфу по області червоного кольору (тілу ведмежати). Подвійне натиснення лівої кнопки миші на червоному квадраті в Колірній Палітрі викличе появу вікна діалогу Shape Editor (Редактор Форми) Атрибути кольору.

7. Клацніть по кнопці  Round (Круглий) і потім натисніть кнопку Apply (Застосувати).

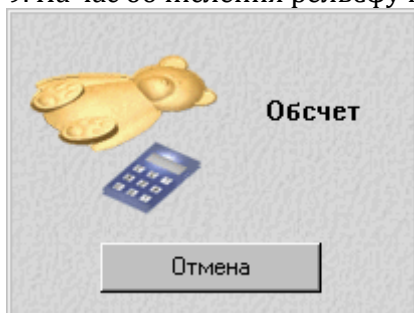


Ця операція зберігає атрибути, які Ви визначили, але не обчислює рельєф з цими атрибутами. У Колірній Палітрі буде відбито, що для червоного кольору заданий круглий профіль (з'явиться півколо в червоному квадраті).

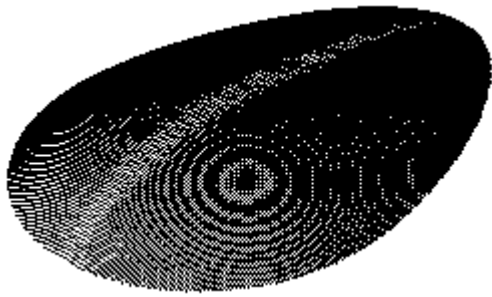



8. Для того, щоб обчислити рельєф, натисніть кнопку  Replace Relief (Замінити Рельєф) у вікні діалогу. Це обчислення виконуватиметься тільки для поточного виділеного кольору.

9. На час обчислення рельєфу на екран виводиться наступне вікно.








10. Після того, як Ви натиснете кнопку Close (Закрити) у вікні діалогу Shape Editor (Редактор Форми) на екрані з'явиться наступне:



Для того, щоб видалити з екрану зображення базової (нульовий) площини натисніть кнопку  Draw Zero Plane (Відобразити Нульову Площину) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду.

2. **Управління Тривимірним Виглядом** Трехмерный Вид: Управление
Таблиця, приведена нижче, описує доступні засоби для управління тривимірним виглядом:

Маніпулювання Виглядом	[Кнопка Миші] + Переміщення Миші
Обертання	Утримуючи Ліву Кнопку Миші переміщайте миша для обертання Вращение вигляду.
Збільшення	Утримуючи Праву Кнопку Миші переміщайте миша вгору по екрану для збільшення вигляду.
Зменшення	Утримуючи Праву Кнопку Миші, переміщайте мишу вниз по екрану для збільшення вигляду.
Прокрутка	Утримуючи Ліву і Праву Кнопку Миші одночасно переміщайте миша для прокрутки вигляду.
Переміщення в центр	Подвійне клацання Лівої Кнопки Миші.


Зауваження: Ступінь деталізації рельєфу можна вибрати в меню 3D View (Тривимірний Вигляд) Трехмерный Вид або з інструментальної панелі Тривимірного Вигляду. Ви можете вибрати наступні опції Full Detail (Повна Деталізація) , Medium Detail (Середня Деталізація) , або (Низька Деталізація) Low Detail  (встановлена за умовчанням). Ви також маєте можливість використовувати з будь-яким з трьох ступенів деталізації кнопку  Draw X and Y (Відобразити по X і Y) що дозволяє відображати рельєф уздовж осі X (у одному напрямі) або уздовж осей X і Y одночасно (у двох напрямках). За допомогою двійкового перемикача  Draw Zero Plane (Відобразити Нульову Площину) на екран виводиться або забирається площина підстави.

➤ Створення вух і очей ведмежати


Тепер повинна бути обчислена наступна частина рельєфу. Для цього Ви повинні спочатку перейти у вікно Двомірного Вигляду і очистити ту область, яку до цього закрашували.


1. З меню Window (Вікно) виберіть опцію 1 2D View:0.
2. Встановіть білий колір як Первинний Колір.

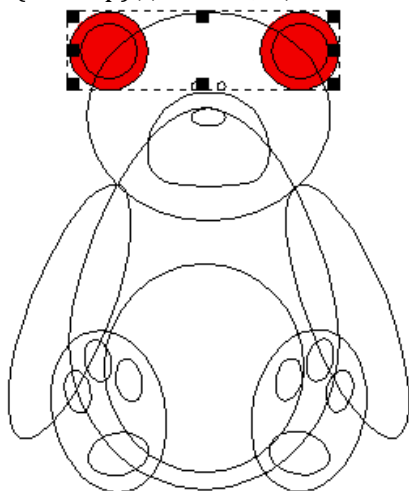
Зауваження: ця операція не видаляє рельєф, а тільки змінює зображення у вигляді Двомірного вигляду.

3. Виберіть кнопку  Flood Fill (Заливка) на інструментальній панелі Rastr (Растр) і потім клацніть усередині області червоного кольору, для того, щоб залити її білим кольором.


4. Встановіть червоний колір як Первинний Колір.


5. Використовуючи кнопку  Select a Vector (Вибрати Вектор) в головній інструментальній панелі виберіть зовнішній контур вух ведмежати.

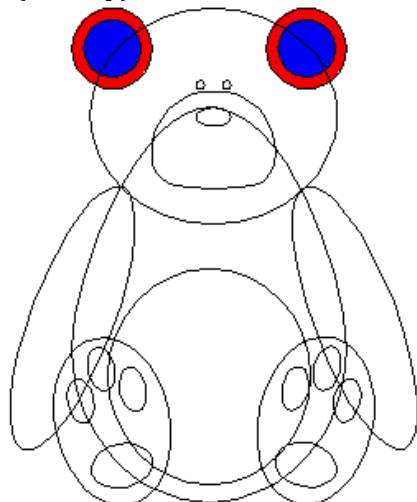
6. Натисніть кнопку  Flood Fill Vectors (Заливка Вектора) на інструментальній панелі Vector (Вектор) для того, щоб заповнити область вух ведмежати червоним кольором.




7. Встановіть синій колір як Первинний Колір.



8. Використовуючи кнопку  Select a Vector (Вибрати Вектор) на інструментальній панелі Vector (Вектор) виберіть внутрішній контур вух ведмежати.

9. Натисніть кнопку  Flood Fill Vectors (Залити Вектор) на інструментальній панелі Vector (Вектор) для того, щоб заповнити внутрішню частину вух ведмежати синім кольором.

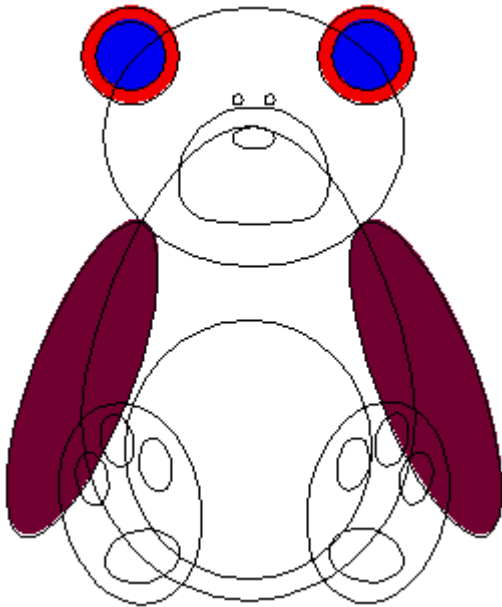


10. Встановіть коричневий колір як Первинний Колір.

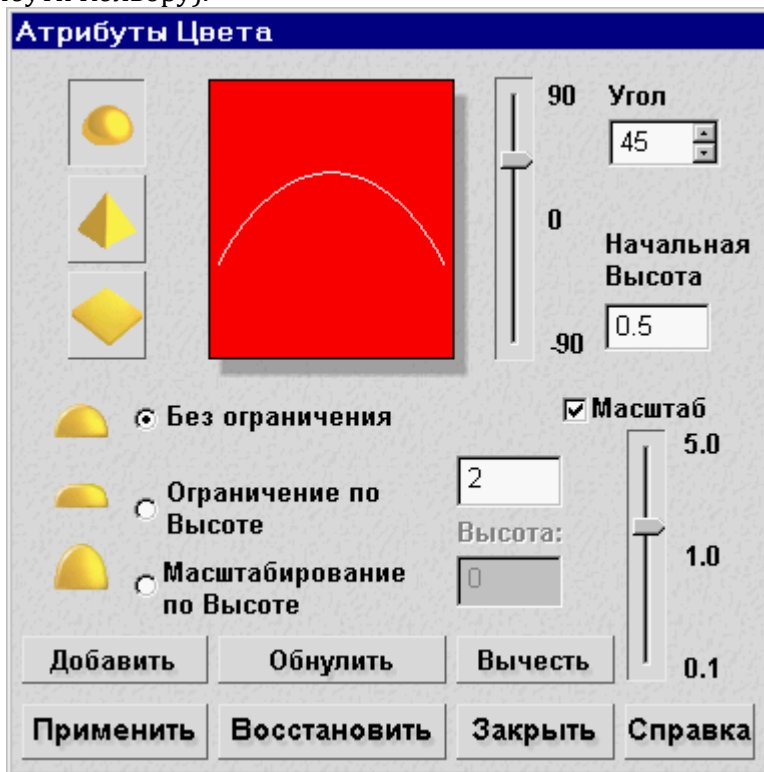
11. Используя кнопку  Select a Vector Contour (Выбрать Вектор) на инструментальной панели Vector (Вектор) выберите контур рук медвежонка.

12. Нажмите кнопку  Flood Fill Vectors (Залить Контур)  Заливка:Вектора на инструментальной панели Vector (Вектор) для того, чтобы заполнить область рук ведмежати коричневым цветом.

13. Нажмите левой кнопкой мыши в основном окне для того, чтобы отменить выбор контуру рук.



14. Теперь можно приступить к созданию рельефа для ушей и рук. Подвойное нажатие поверх красного квадрата в Цветовой Палитре выведет на экран окно диалога Colour Attributes (Атрибуты Цвета).




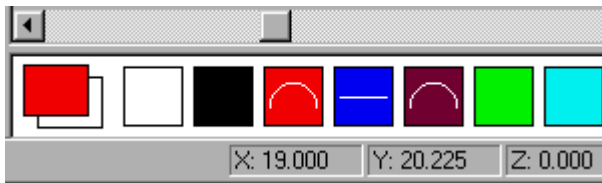
15.Змініте Атрибути Кольору - встановіть двійковий перемикач Scale (Масштаб) і введіть значення 2. У полі Start Height (Стартова Висота) введіть значення 0.5. Потім натисніть кнопку Apply (Застосувати).


16.Встановіть синій колір як Первинний Колір. Автоматично в квадраті у вікні діалогу Colour Attributes (Атрибути Кольору) поміняється червоний на синій колір.

17.Оскільки внутрішня частина вух буде плоска поверхня, Ви повинні встановити у вікні діалогу в полі Start Height (Стартова Висота) значення 0.5. Потім натисніть кнопку Apply (Застосувати).

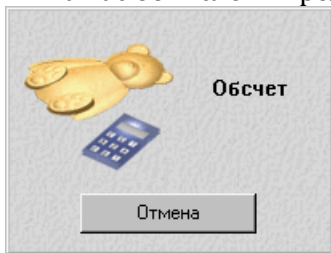
18.Виберіть коричневий колір як Первинний Колір.


19.Руки ведмежати мають круглий профіль, тому клацніть лівою кнопкою миші по кнопці  Round (Круглий) і потім натисніть кнопку Apply (Застосувати). Колірна Палітра буде схожа на це:

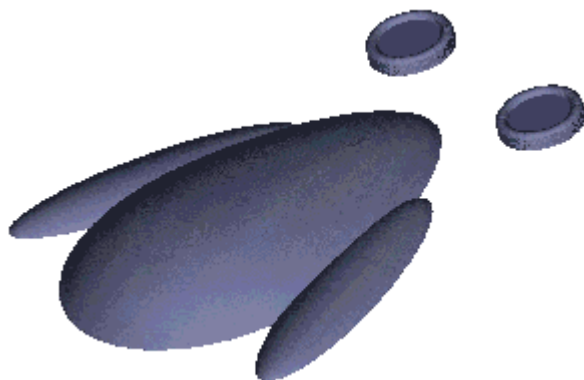


20.Рельєфи для цих трьох кольорів повинні бути обчислені і об'єднані з рельєфом вже порохованим для тіла ведмежати. Для цього натисніть кнопку  Relief Merge Highest (Злити по найбільших крапках). Для отримання докладнішої інформації про опції створення рельєфу дивися сторінку **Ошибка! Закладка не определена..**

21.На час обчислення рельєфу на екран виводиться наступне вікно.



22.Після того, як Ви натиснете кнопку Close (Закрити) у вікні діалогу Colour Attribute (Атрибути Кольору) натисніть кнопку  Colour Shade (Зафарбовування) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду, і на екрані з'явиться наступне:



➤ Створення решти частини рельєфу

Тепер повинна бути обчислена наступна частина рельєфу. Для цього Ви повинні спочатку перейти у вікно Двомірного Вигляду і очистити ту область, яку до цього закрашували.

1. З меню Window (Вікно) виберіть опцію 1 2D View:0.
2. Встановіть білий колір як Первинний Колір.



3. Виберіть кнопку the Flood Fill (Залити) на інструментальній панелі Rastr (Растр) і потім клацніть усередині області червоного, синього і коричневого кольорів, для того, щоб залити їх білим кольором.

4. Встановіть червоний колір, як Первинний Колір.

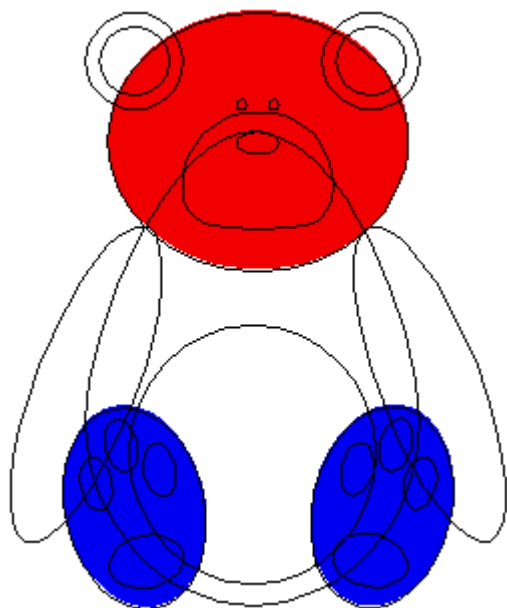


5. Використовуючи кнопку Select a Vector (Вибрати Вектор) інструментальної панелі Vector (Вектор) виберіть зовнішній контур голови ведмежати.



6. Натисніть кнопку Flood Fill Vectors (Залити Вектор) на інструментальній панелі Vector (Вектор) для того, щоб заповнити область голови ведмежати червоним кольором.

7. Повторіть кроки з 4 по 6 для того, щоб залити лапи синім кольором.



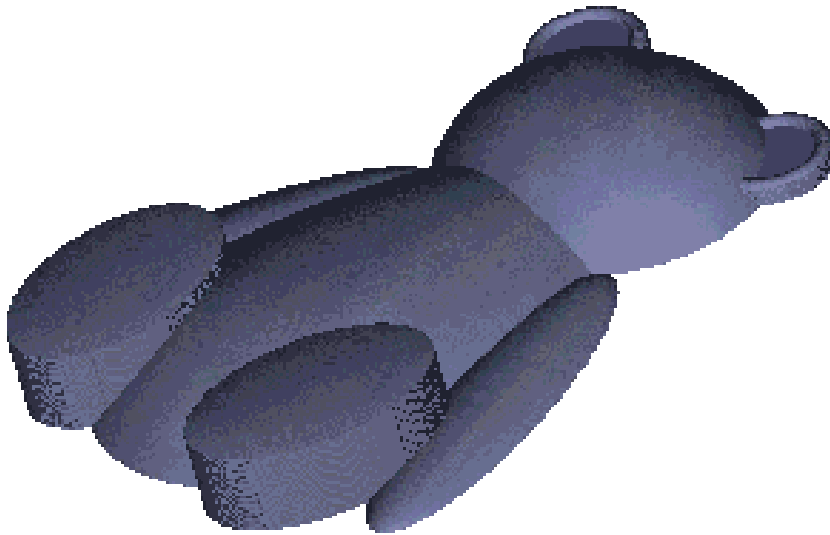
8. Зараз можна приступити до створення рельєфу для голови і лап ведмежати. Змініть Атрибути Кольору відповідно до наступної таблиці:


Колір	Форма	Масштаб	Стартова Висота	Кут
Червоний		не заданий	0	60
Синій		не заданий	2.5	15
Коричневий			0	


Не забудьте використовувати кнопку Apply (Застосувати) у вікні діалогу Colour Attribute (Атрибути Кольору).

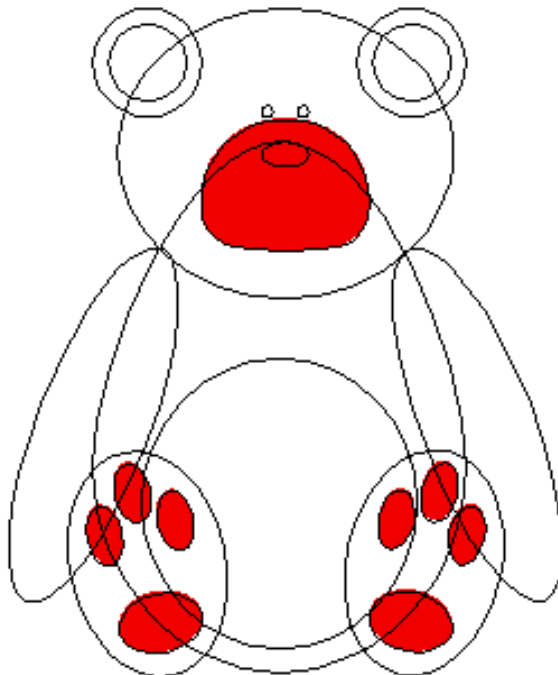
9. Рельєфи для цих двох цветів должны быть вычислены и объединены с уже вычисленным рельефом тела медвежонка. Для этого нажмите кнопку Relief Merge Highest (Слить по наибольшим точкам).

10. Після того, як Ви натиснете кнопку Close (Закрити) у вікні діалогу Colour Attribute (Атрибути Кольору) натисніть кнопку Colour Shade (Кольорове Зафарбовування) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду. На екрані з'явиться наступне:





11. Поверніться у вікно Двомірного Вигляду і за допомогою кнопки  залийте всі області білим кольором.

12. Виберіть контури морди і відбитків лап ведмежати, а потім за допомогою кнопки  залийте їх червоним кольором.



13. Зараз можна приступити до створення рельєфу для морди і відбитків лап ведмежати. Змініте Атрибути Кольору відповідно до наступної таблиці:

р	Колір	Форма	Масштаб	Стартова Висота	Кут
оний	Червоний		не заданий	0	45
й	Синій			0	

14. Рельєфи для цих двох кольорів повинні бути обчислені і додані до вже існуючого

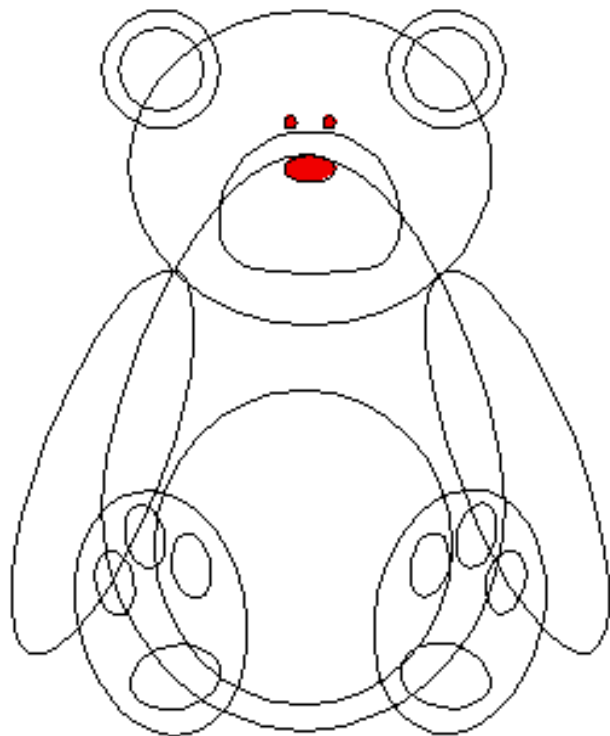


рельєфу тіла ведмежати. Для цього натисніть кнопку Relief Add (Додати Рельєф).

15. Після того, як Ви натиснете кнопку Close (Закрити) у вікні діалогу Colour Attribute (Атрибути Кольору) натисніть кнопку Colour Shade (Зафарбовування) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду на екрані з'явиться наступне:



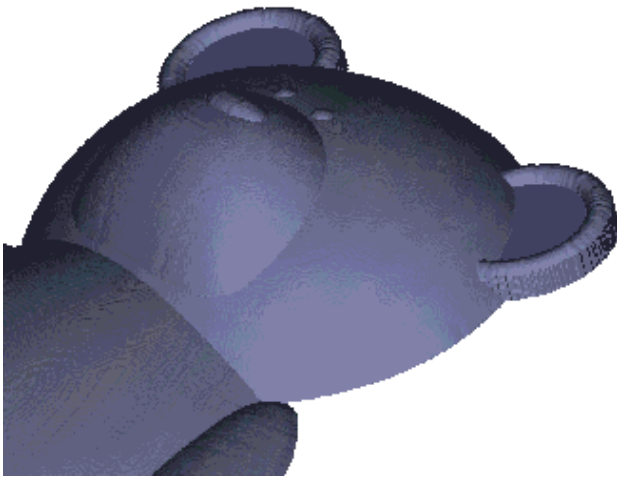
16. Повторіть кроки 11, 12 і 14 для зафарбовування носа і очей ведмежати в червоний колір. Крок 13. Крок 13 повторювати не потрібно, оскільки атрибути кольору для очей і носа повинні бути ті ж самі, які були задані раніше.



17. Після того, як Ви натиснете кнопку Close (Закрити) у вікні діалогу Colour Attribute (Атрибути Кольору) натисніть кнопку Colour Shade (Зафарбовування) на інструментальній панелі Тривимірного Вигляду на екрані з'явиться наступне:



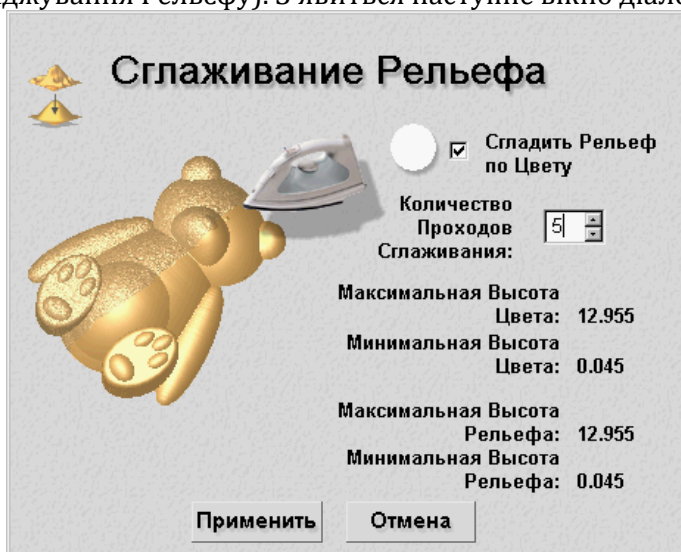
збільшений фрагмент:



➤ Остаточне доведення

Для того, щоб отримати повністю готовий рельєф ведмежати його необхідно згладити Сглаживание.

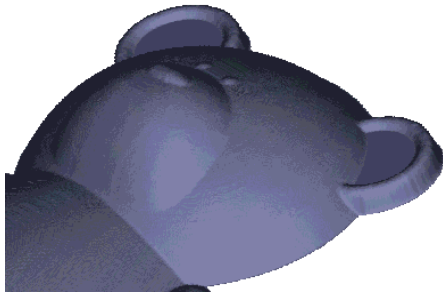
1. На панелі інструменту Relief Edit (Редагування Рельєфу) виберіть кнопку Smooth Relief (Згладжування Рельєфу). З'явиться наступне вікно діалогу.



Введіть в поле Number of Smoothing Passes (Кількість Згладжуючих Проходів) число 5 і натисніть кнопку Smooth (Згладити). Остаточний результат повинен виглядати так:




збільшений фрагмент:

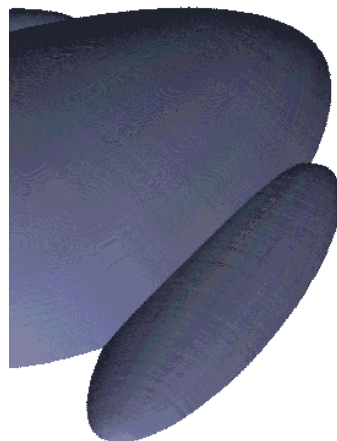
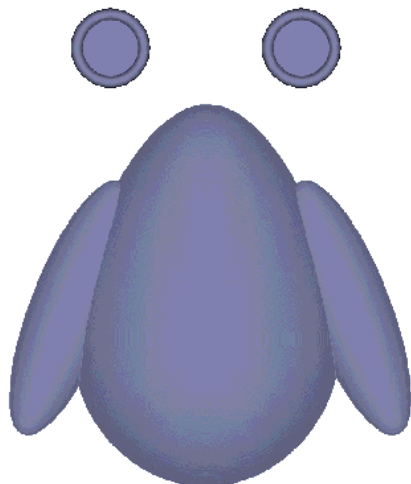


➤ Порівняння способів створення рельєфу

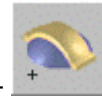
У прикладі з ведмежам, розглянутому вище використовуються комбінації способів створення рельєфу. У цій частині розповідається про те, що відбулося б, якщо були б вибрані інші опції.

В даному прикладі використовувалася для створення рельєфу Вух і Рук опція  Relief

Merge Highest (Злиття по найбільших крапках)  Рельєф: Слияние по наибольшей высоте для з'єднання рельєфу тіла з рельєфом Вух і Рук. Результат зображений нижче: збільшений фрагмент:

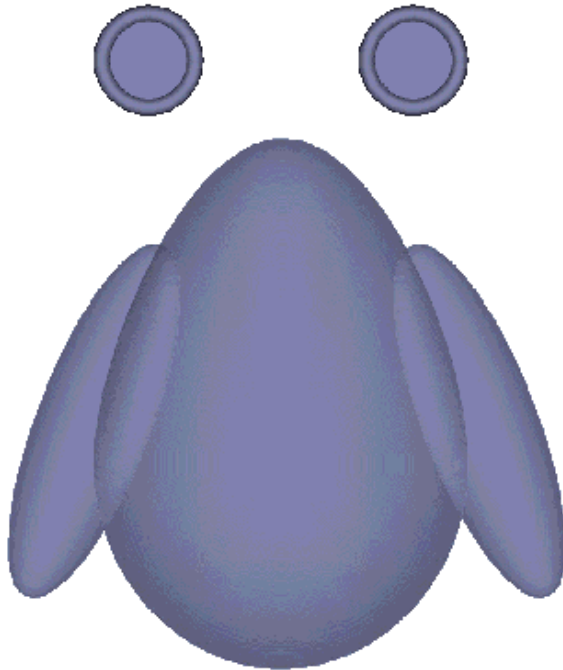


Якби використовувалася інша опція створення рельєфу -

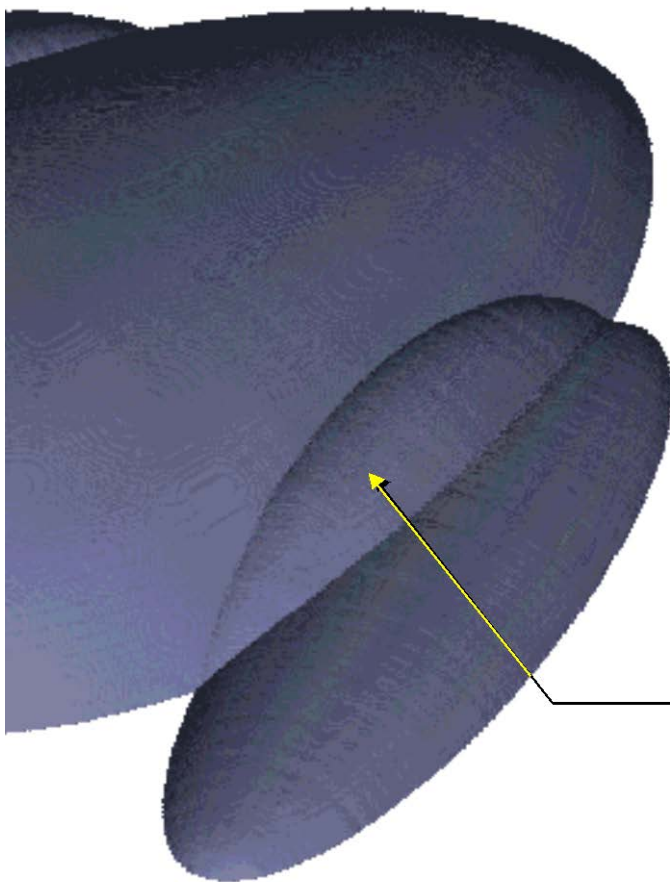


Relief Add (Додати Рельєф),

то тоді результат виглядав би так:



збільшений фрагмент:



Нежелательная
выпуклость

Ви можете бачити, що є небажана опуклість так, як рельєф руки був Накладений зверху на рельєф тіла. Правильний результат буде отриманий тільки при Злитті рельєфу тіла і рельєфу рук

при використанні опції



Relief Merge High (Злиття по найбільших крапках).

3.2. Побудова моделей з використанням тривимірних шаблонів

У цьому розділі Ви навчитеся використовувати інструмент Тривимірний Шаблон в ARTCAM Pro для створення проектів з простих компонентів. ARTCAM Pro дозволяє вставити заздалегідь створений рельєф, в іншій подібно до звичайного двовимірного малюнка [15].

➤ Створення нового проекту

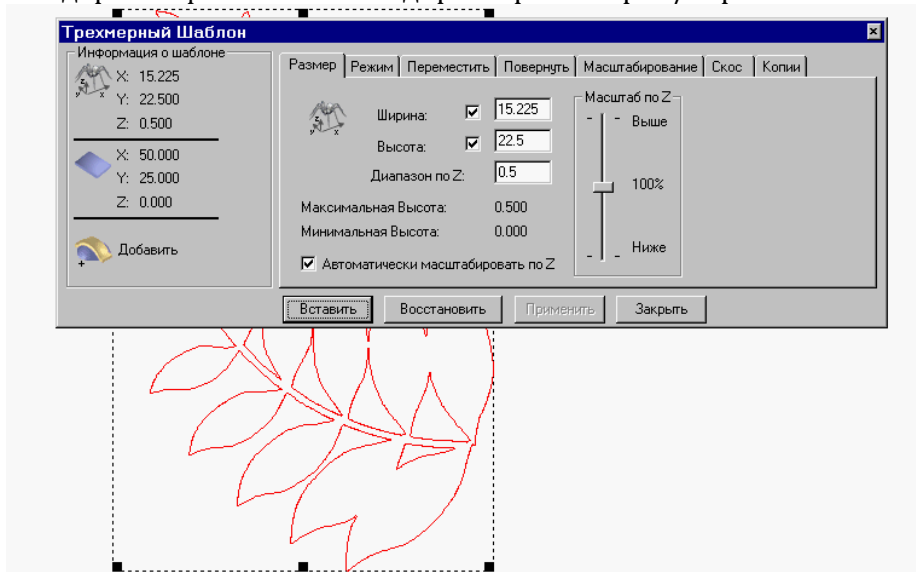
1. Використовуючи команду Close (Закрити) меню File (Файл) закрийте всі проекти, з якими Ви працювали до цього.
2. Виберіть команду New (Новий) з меню File (Файл).
3. У вікні діалогу Size For New Model (Розмір Нової Моделі) введіть значення Width (Ширина) – 50 мм (2 дюйми) і Height (Висота) – 25 мм (1 дюйм). Resolution (Дозвіл) встановіть на 500,000 крапок.



4. Натисніть кнопку ОК.
5. Зараз Ви маєте порожнє вікно Двовимірного Вигляду із зображенням розмірами - заввишки 25 мм і шириною 50 мм.
6. Виберіть вікно Двовимірного Вигляду.



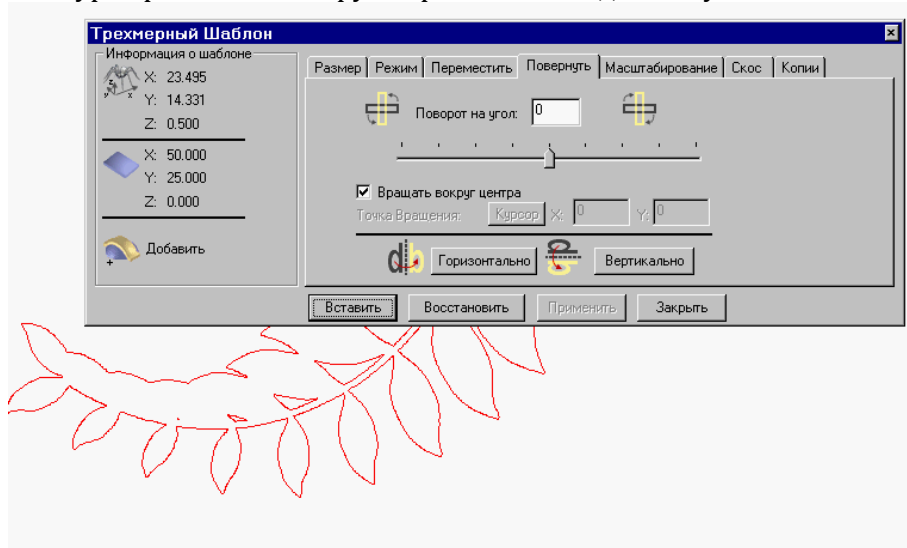
7. Натисніть на кнопку Paste Relief From A File (Завантажити Рельєф).
8. Відкрийте файл Leaves.rlf з директорії Examples/Clipart.



З'являється вікно діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон) і червоним кольором підсвічує контур листа у вікні Двовимірного Вигляду. Форма контура указує форму і позицію 3D Clipart Relief (Рельєфу Тривимірного Шаблону) усередині поточного рельєфу. Їм можна маніпулювати точно також як і будь-яким іншим згрупованим контуром, але всі зміни, які Ви проведете, відповідно відбиватимуться у вікні Тривимірного Вигляду.

1. Виберіть закладку Rotate (Повернути) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).
2. Задайте значення в полі Rotate by angle (Кут повороту) -40.
3. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

Контур червоного кольору обернеться на заданий кут.



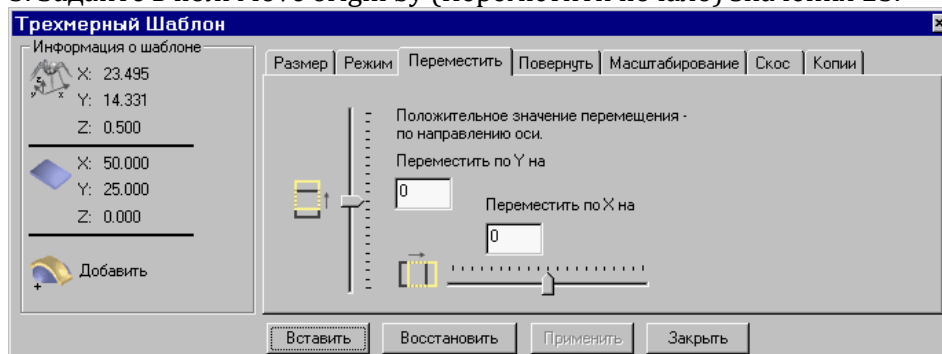
4. Натисніть кнопку Paste (Вставити).

До поточного рельєфу буде Додана копія рельєфу шаблону в задане місце і в певній орієнтації. Додатково до контура шаблону червоного кольору, з'являється ще і контур чорного кольору, який указує, де був вставлений рельєф. Таким чином, Ви можете вставляти стільки копій рельєфу шаблону у ваш поточний рельєф, скільки необхідно.

1. За допомогою кнопки Horizontal (Горизонталь) на закладці Rotate (Повернути) отримаєте дзеркальне відображення рельєфу тривимірного шаблону у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

2. Виберіть закладку Move (Перемістити).

3. Задайте в полі Move origin by (Перемістити почало) значення 25.



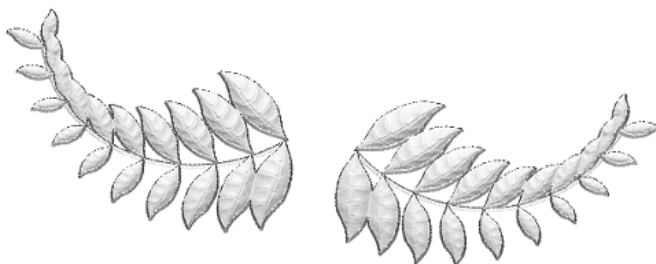
4. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

5. Натисніть кнопку Paste (Вставити).

Буде додана друга копія листа у Ваш початковий рельєф.

6. Натисніть кнопку Close (Закрити) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

7. Виберіть вікно Тривимірного Вигляду.



1. Виберіть вікно Двомірного Вигляду.

2. Виберіть команду Grayscale from Relief (Рельєф з півтонового чорно-білого зображення) з меню Model (Модель).

3. Натисніть кнопку Yes (Так) для продовження.

У вікні Двомірного Вигляду буде показано півтонове чорно-біле зображення поточного рельєфу. Оскільки Вам більше не потрібні контури шаблону, Ви можете їх видалити

1. Виберіть команду Select All (Виділити Все) з меню Edit (Редагувати).

2. Натисніть кнопку Delete (Видалити) для видалення обох контурів.

Тепер Ви можете додати квітку в центр малюнка.



1. Натисніть кнопку  Paste Relief From A File (Завантажити

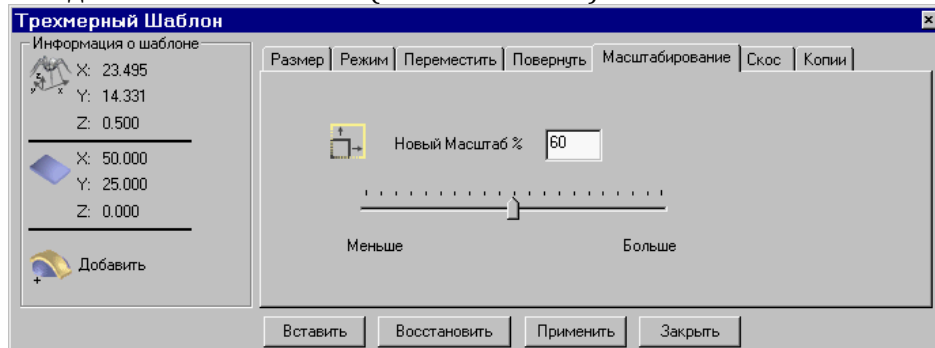


Рельєф) Шаблон:Вставити рельєф из файла.

2. Відкрийте файл Flower.rlf з директорії Examples/Clipart.

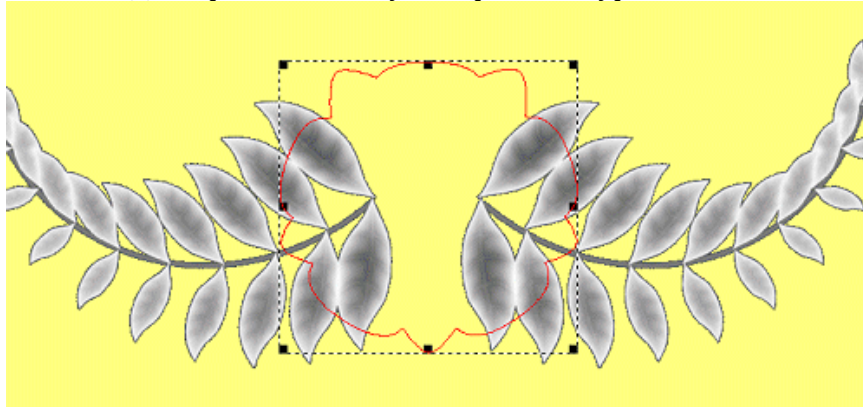
3. Виберіть закладку Scale (Масштабування) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон)..

4. Задайте в полі New scale (Новий масштаб) значення 60%.



5. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

6. У вікні Двомірного Вигляду виберіть контур квітки і помістіть його між листям.



Ви тепер перемістили квітку в позицію над колірми, використовуючи його контур, в яку вставлятиметься шаблон квітки.




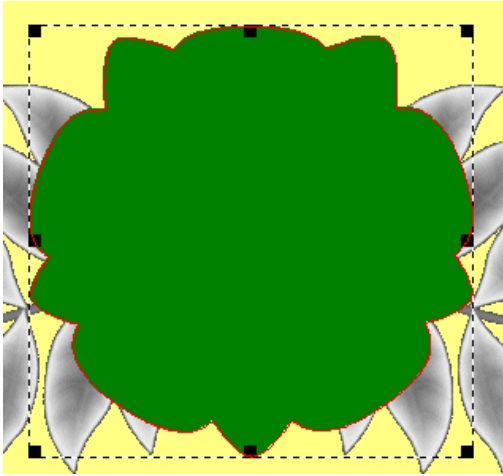
1. Натисніть кнопку  Add Colour (Додати Колір).

2. Виберіть зелений колір.

3. Натисніть кнопку OK.



4. Виберіть контур квітки і, використовуючи кнопку  Flood Fill Vector (Залити Вектор) залийте цей контур зеленим кольором.

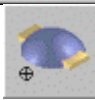
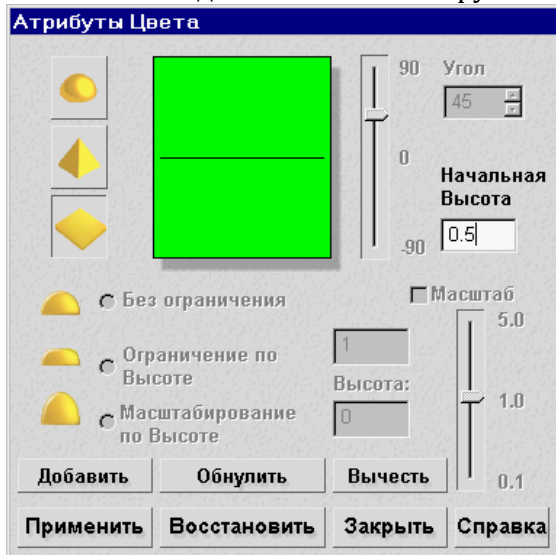


5. У Вікні Управління Ви зможете побачити, що максимальна висота існуючого рельєфу - 0.495 мм.

6. Ми хочемо, щоб колір знаходився на вершині листа, тому перш, ніж ми вставляємо квітку, ми формуватимемо базу, яка повинна знаходитися на 0.5 мм вище.

7. Виберемо опцію Shape Editor (Редактор Форми) з меню Colour (Колір).

8. Встановите для зеленого кольору плоску поверхню з Start Height (Стартова Висота) 0.5мм.



9. Натисніть кнопку Merge Highest (Злити по вищих крапках).

Плоска поверхня квітки приподніметься над початковим рельєфом.

10. Натисніть кнопку Paste (Вставити) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

11. Натисніть кнопку Close (Закрити) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

Рельєф квітки буде накладений на плоску поверхню.

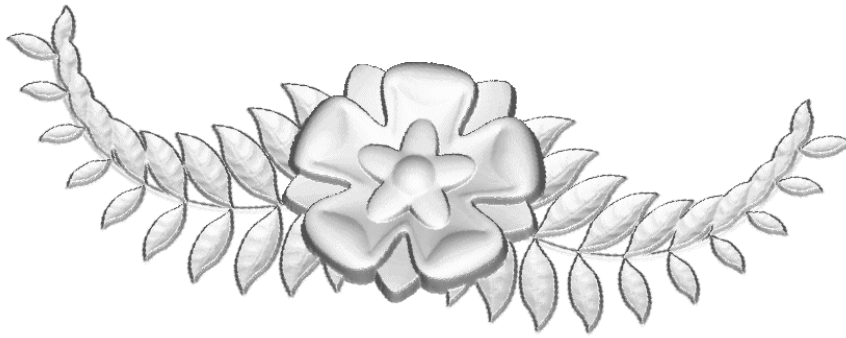


1. Натисніть кнопку Smooth Relief (Згладити Рельєф) на інструментальній панелі Relief Editing (Редагування Рельєфу).

2. задайте кількість проходів згладжування – 4, і натисніть кнопку Apply (Застосувати).

3. Виберіть команду Grayscale from Relief (Рельєф з півтонового черно-білого зображення) з меню Model (Модель) для того, щоб отримати зображення у вікні Двомірного Вигляду по отриманому рельєфу.

Ви зараз можете вибрати команду Save (Зберегти) з меню Relief (Рельєф) для того, щоб зберегти створений рельєф, Хоча цей рельєф заздалегідь вже був збережений під ім'ям Motif.rlf.



Тепер після того, як Ви створили основу, Ви можете використовувати її неодноразово.

1. Використовуючи команду Close (Закрити) меню File (Файл) закрийте поточний проект. Перед закриттям Ви матимете можливість зберегти всі дані. Для цього прикладу в цьому немає необхідності.

2. Виберіть команду Load - Replace (Завантажити - Замінити) з меню Relief (Рельєф).

3. Відкрийте файл Plate.rlf з директорії Examples/Clipart.

Тепер Ви можете прикрасити тарілку заздалегідь створеним узором.



1. Натисніть кнопку Paste Relief From A File (Завантажити Рельєф).

2. Відкрийте файл Motif.rlf з директорії Examples/Clipart.

3. Виберіть вікно Двомірного Вигляду.

4. Виберіть закладку Scale (Масштабування) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

5. Задайте в полі New scale (Новий масштаб) значення 60%.

6. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

7. Виберіть закладку Rotate (Повернути) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

8. Натисніть кнопку Vertical (Вертикаль) для того, щоб отримати дзеркальне відображення шаблону.

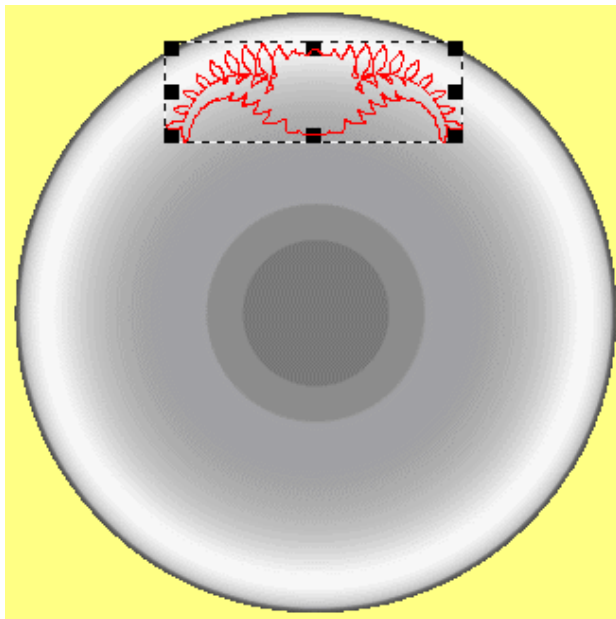
9. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

10. Виберіть закладку Size (Розмір) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Кліпарт).

11. Задайте в полі Z Height (Висота По Z) значення 0.2 мм.

12. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

13. У вікні Двомірного Вигляду перемістите контур шаблону у верхню середню частину тарілки.



14. Натисніть кнопку Paste (Вставити) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

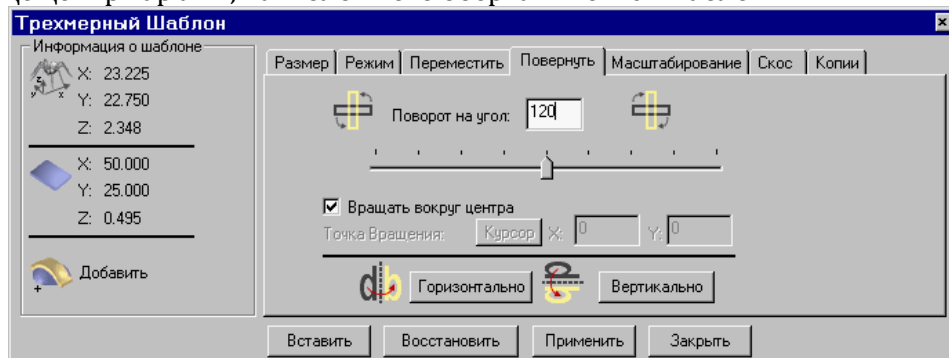
15. Виберіть закладку Rotate (Повернути) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

16. Задайте в полі Rotate by angle (Кут повороту) значення 120.

17. Приберіть відмітку в полі Rotate about Centre (Обертання навколо Центру).

18. Встановіть точку обертання Rotation Point (Точка Обертання) з координатами X: 12.5, Y:

12.5. Це центр тарілки, навколо якого обертатиметься шаблон.



19. Натисніть кнопку Apply (Застосувати)..

20. Натисніть кнопку Paste (Вставити).

21. Задайте в полі Rotate by angle (Кут повороту) значення 120.

22. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

23. Натисніть кнопку Paste (Вставити) і потім кнопку Close (Закрити).

24. Перейдіть у вікно Тривимірного Вигляду і Закрасіть рельєф.



Ви повертали шаблон навколо центру тарілки і Додавали три копії шаблону для того, щоб отримати кінцевий результат. Ви зараз можете вибрати команду Save (Зберегти) з меню Relief (Рельєф) для того, щоб зберегти створений рельєф, Хоча цей рельєф заздалегідь вже був збережений під ім'ям Findesgn.rlf.

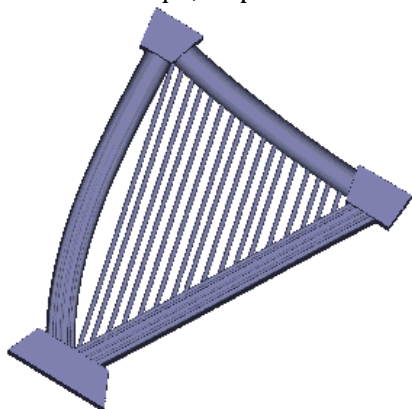
3.3. Побудова рельєфів по криволінійних профілях

У цьому розділі розглядатиметься, як створити три нескладні рельєфи по криволінійних профілях. Кожен рельєф створюється різними способами (витягування, обертання або поворот). Далі буде описано, як одному з цих профілів призначається текстура (цегляна стіна) [15].

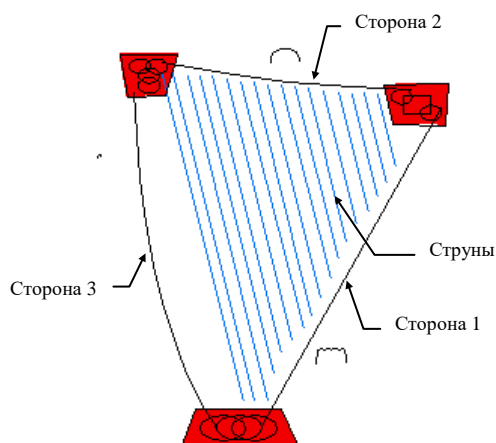
➤ Рельєфи, створені по криволінійних профілях

ARTCAM дозволяє створювати рельєфи по криволінійних профілях. Вони можуть бути створені окремо або разом із звичайними методами створення рельєфів в ARTCAM. Є три способи створення рельєфу. Це - витягування, обертання і поворот. Нижче будуть описані приклади по створенню кожного.

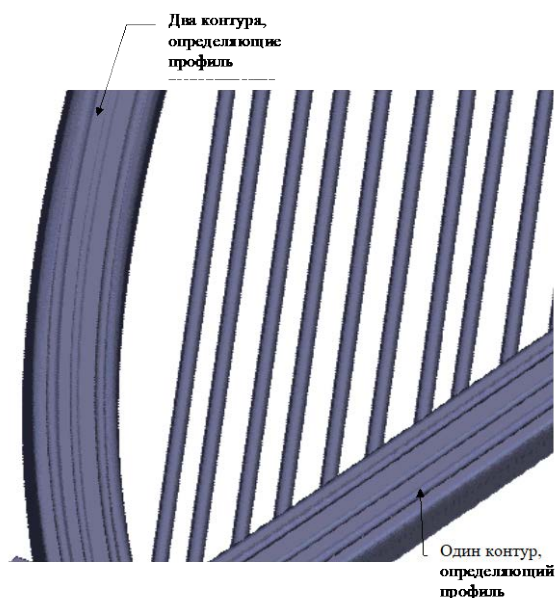
Рельєфи, Отримані Витягуванням Криволінійного Профілю



Цей рельєф створений з використанням Майстра Створення Рельєфу, з малюнка нижче:



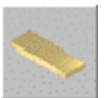
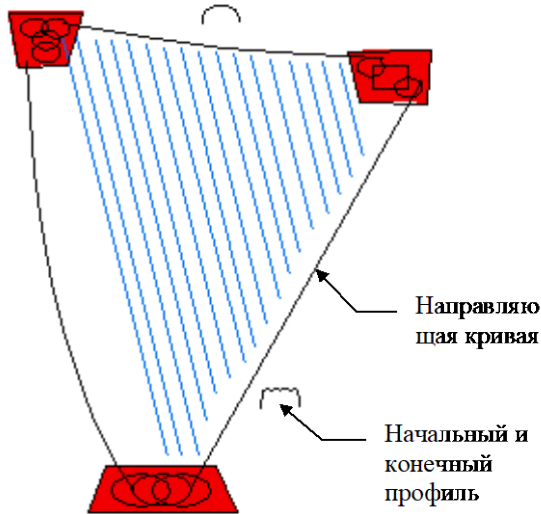
Цей рисунок був створений не в ARTCAM, а імпортувався звичайним способом. Струни арфи і сторона 1 будуються простим витискуванням по прямій лінії. Сторона 2 будуються витискуванням по кривій, а сторона 3 будуються витискуванням, де поперечний профіль змінюється уздовж направляючої кривої.





Ці можливості можна викликати за допомогою кнопки Extruded Profile Wizard (Майстер Витискування) на інструментальній панелі Relief (Рельєф) або командою Swept Profiles Wizard (Майстер Створення Рельєфу) меню Relief (Рельєф).

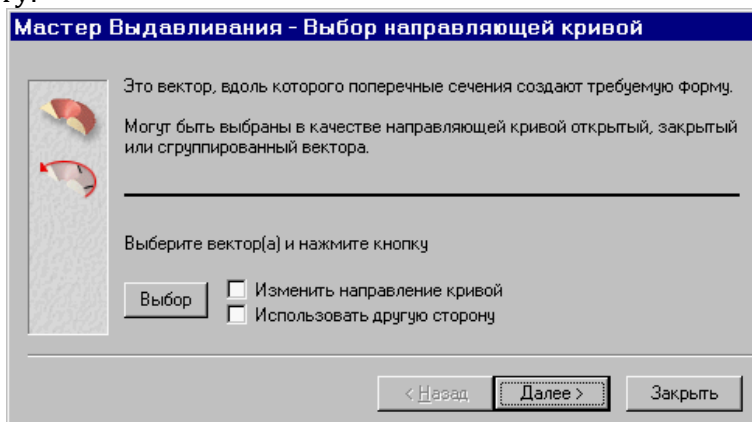
1. З директорії Examples/Swept_P завантажте файл Harp.art.



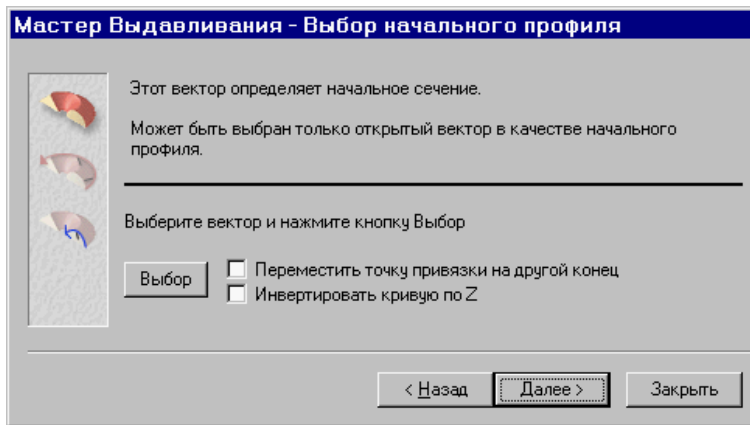
2. Створіть базовий рельєф для областей червоного кольору натисненням кнопки Replace Relief (Замінити Рельєф).



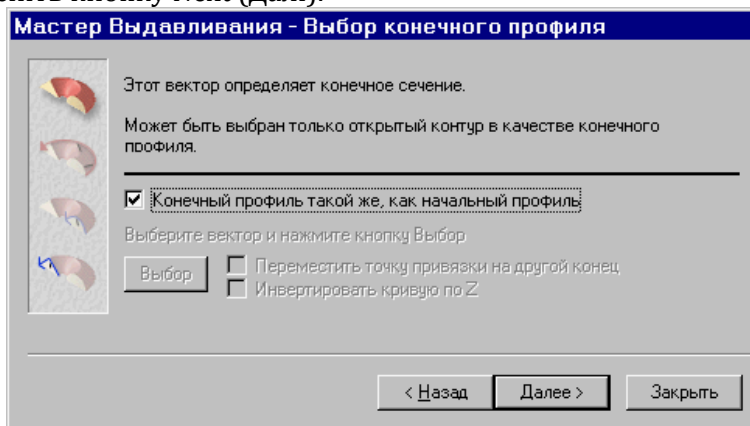
3. Зробіть Двомірний Вигляд поточним Виглядом, і потім виберіть кнопку Extruded Profile Wizard (Майстер Витискування) на інструментальній панелі Relief (Рельєф) або командою Swept Profiles Wizard (Майстер Створення Рельєфу) меню Relief (Рельєф). З'явиться наступне вікно діалогу:



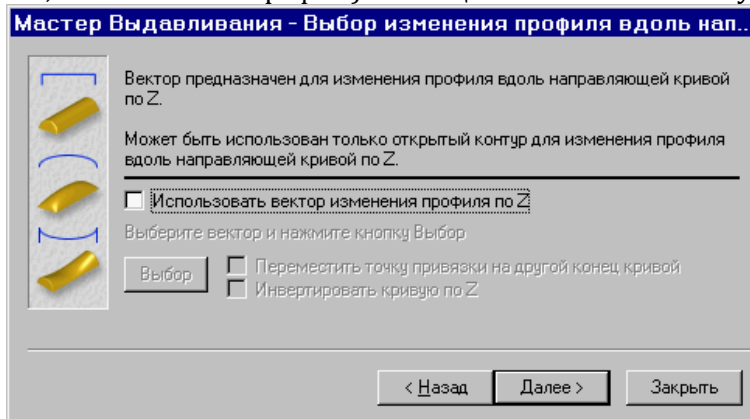
4. Виберіть Drive Curve (Направляючу криву) на екрані і натисніть кнопку Select (Вибір) а потім кнопку Next (Далі).



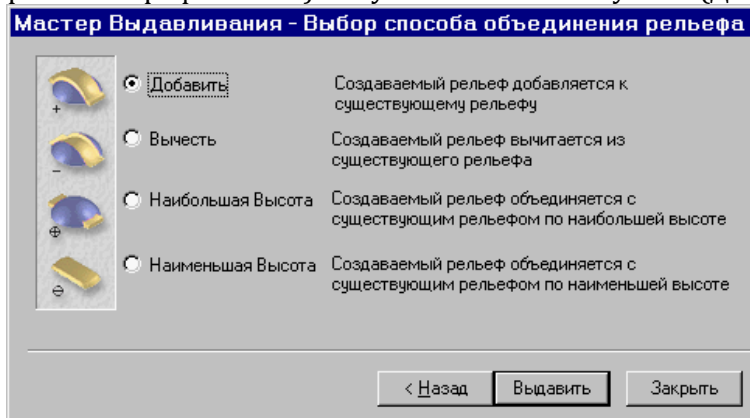
5. Виберіть Початковий Профіль, потім натисніть кнопку Select (Вибір) і після цього натисніть кнопку Next (Далі).



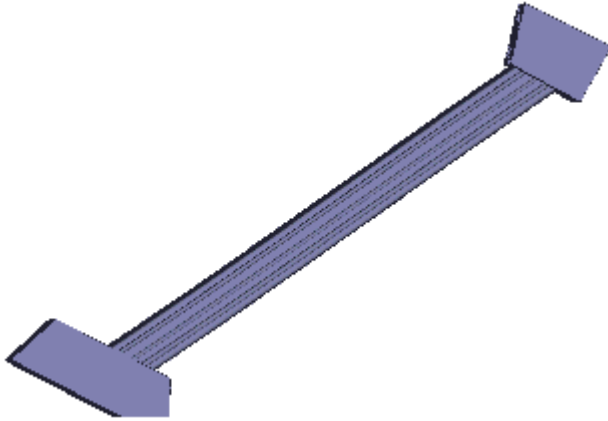
6. Переконаєтесь, що включена опція End profile is the same as the start profile (Кінцевий профіль такий же, як початковий профіль) і після цього натисніть кнопку Next (Далі).



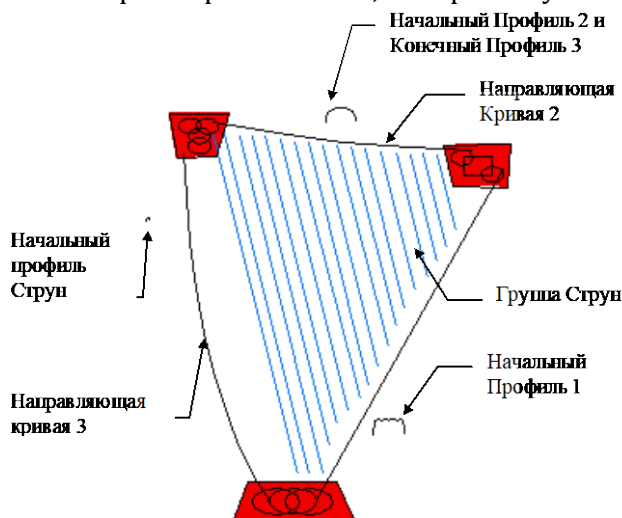
7. Для цього прикладу немає необхідності використовувати Z modulation (Використовувати вектора зміни профілю по Z) тому натисніть кнопку Next (Далі).



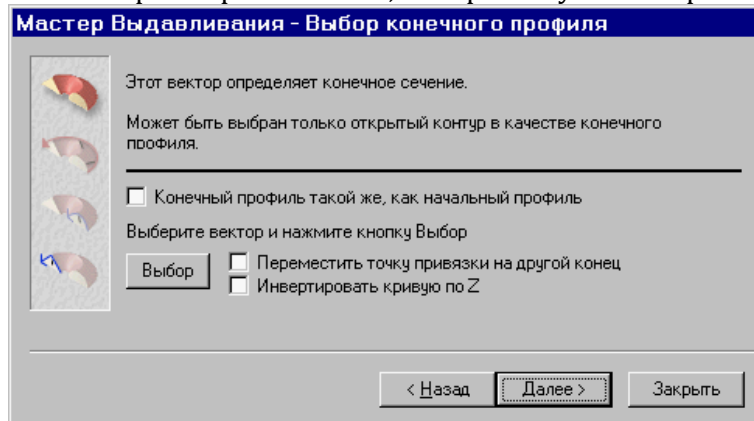
8. Переконаєтесь, що включена опція Merge Highest (Найбільша Висота) і після цього натисніть кнопку Extrude (Видавити). Буде створений наступний рельєф.



9. Повторіть кроки з 3 по 8, використовуючи Направляючу Криву 2 і Початкову Криву 2.

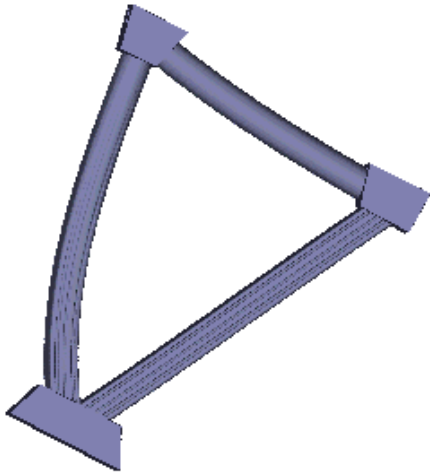


10. Повторіть кроки з 3 по 6, використовуючи Направляючу Криву 3 і Початкову Криву 3.

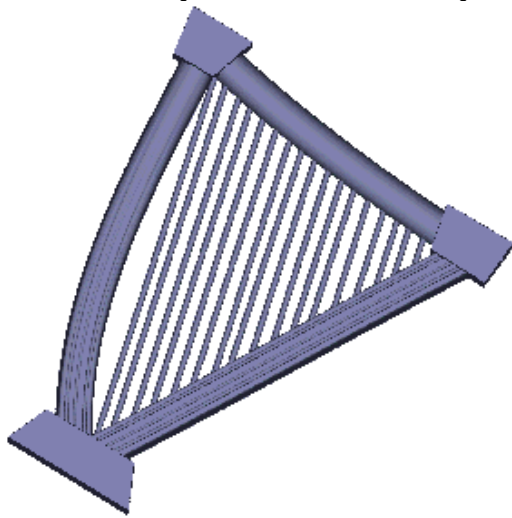


11. Переконаєтесь, що опція End profile is the same as the start profile (Кінцевий профіль такий же, як початковий профіль) вимкнена, виберіть Кінцевий Профіль (Кінцевий Профіль 3), натисніть кнопку Select (Вибір) і після цього натисніть кнопку Next (Далі).

12. Повторіть кроки 8 і 9, щоб отримати наступне:



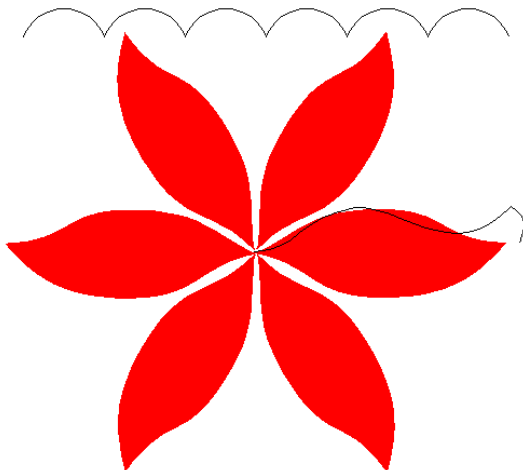
13. Струни групуються разом і можуть бути видавлені за одну дію, для цього повторите кроки з 3 по 9 використовуючи Групу Струн як Направляючу Криву і Початковий Профіль Струн. Після цих дій ви отримаєте остаточний рельєф.



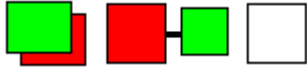
➤ Рельєфи, отримані обертанням профілю

На цьому прикладі Ви навчитесь використовувати функцію Spin (Обертання) з модуляцією Z (Вектор зміни уздовж направляючої кривої по Z), щоб отримати початкову форму, з якої Ви можете далі створити модель листа.

1. Використовуючи команду Close (Закрити) меню File (Файл) закрийте всі проекти, з якими Ви працювали.
2. Виберіть команду Open (Відкрити) меню File (Файл).
3. Відкрийте файл Spinleaf.art з директорії Examples/Swept_P.




Звернете увагу, що у Вікні Двомірного Вигляду спочатку колір зелений пов'язаний з червоним кольором для того, щоб вони оброблялися разом.



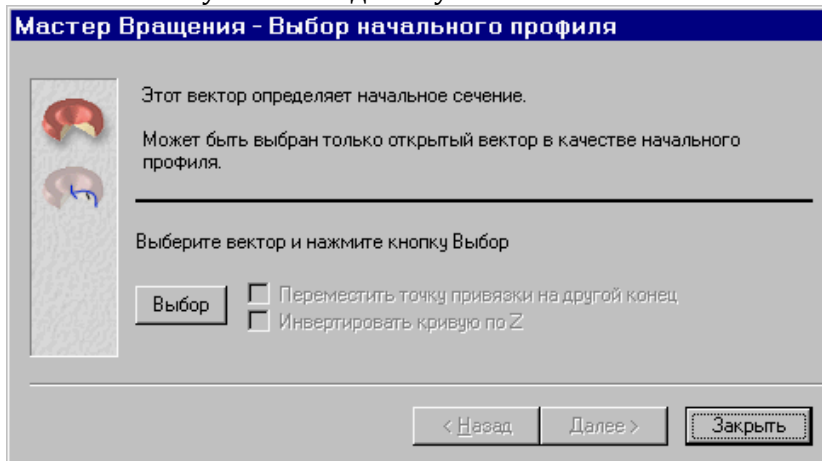
Перед створенням моделі листа ви повинні спочатку отримати Обертанням хвилястий диск, з якого далі необхідно відняти все зайве.

1. Зробіть Двомірний Вигляд поточним Виглядом.

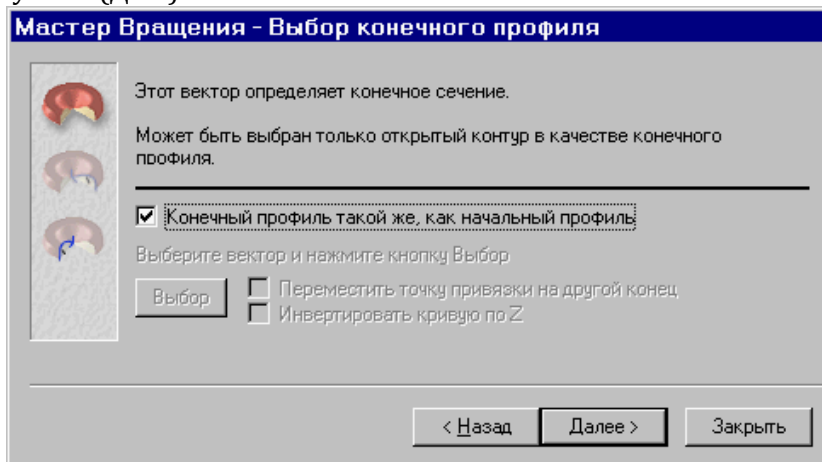


2. Виберіть кнопку  Spin Profile Wizard Мастер Вращения (Майстер Обертання).

З'явиться наступне вікно діалогу:



3. Виберіть на екрані Початкову Криву, натисніть кнопку Select (Вибір) і потім натисніть кнопку Next (Далі).



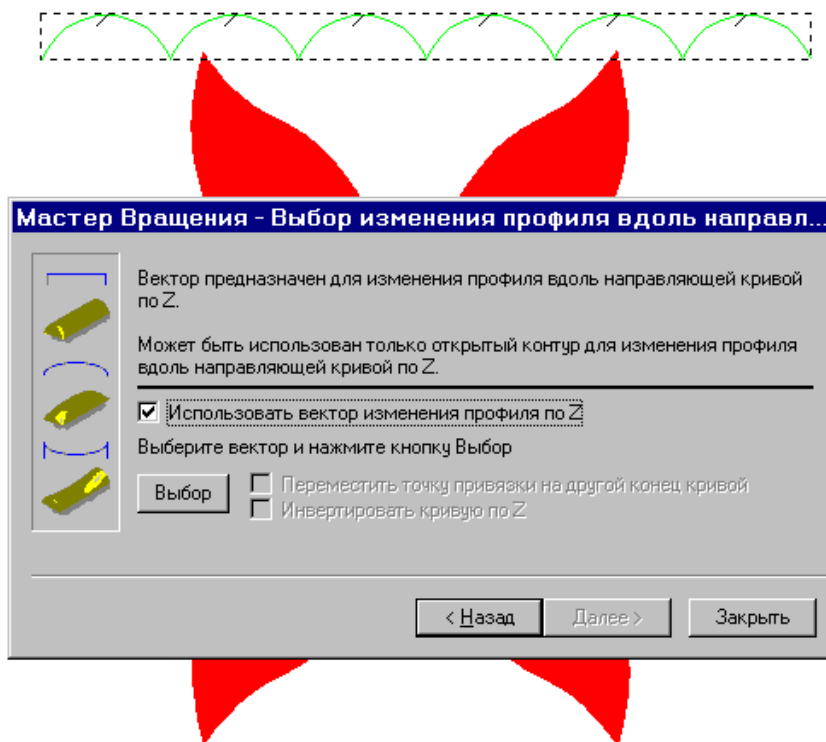
4. Переконаєтеся, що включена опція End profile is the same as the start profile (Кінцевий профіль такий же, як початковий профіль).

5. Натисніть кнопку Next (Далі) для продовження.

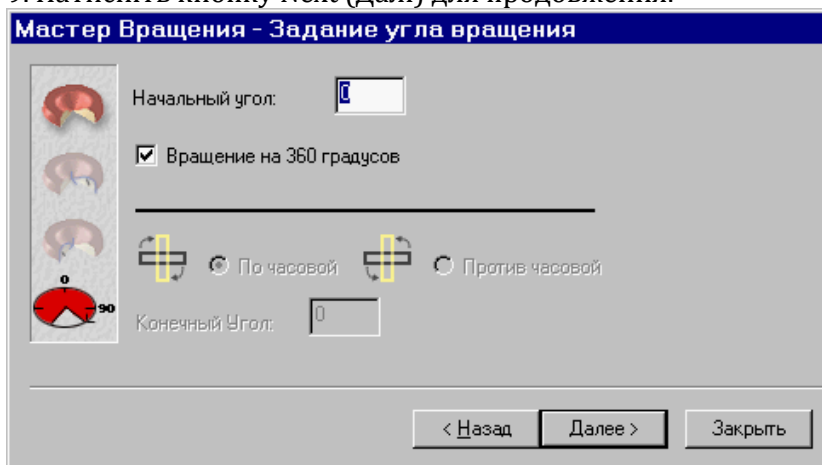
6. Переконаєтеся, що включена опція Use Z Modulation (Використовувати вектор зміна профілю по Z).

7. Виберіть хвилясту лінію, що знаходиться у верхній частині Вікна Двомірного Вигляду.

8. Натисніть кнопку Select (Вибір) в Майстрові Обертання.

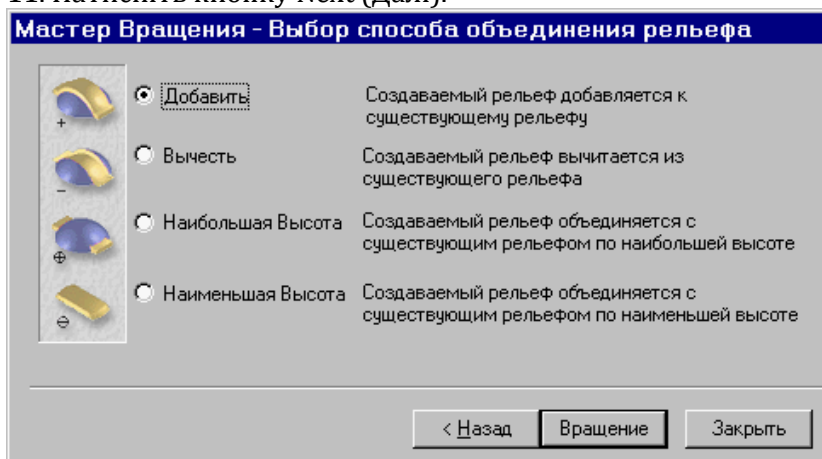


Коли буде визначений вектор зміни профілю по Z, форма змінюватиметься по висоті згідно цьому вектору. В даному прикладі форма складається з шести частин.
 9. Натисніть кнопку Next (Далі) для продовження.



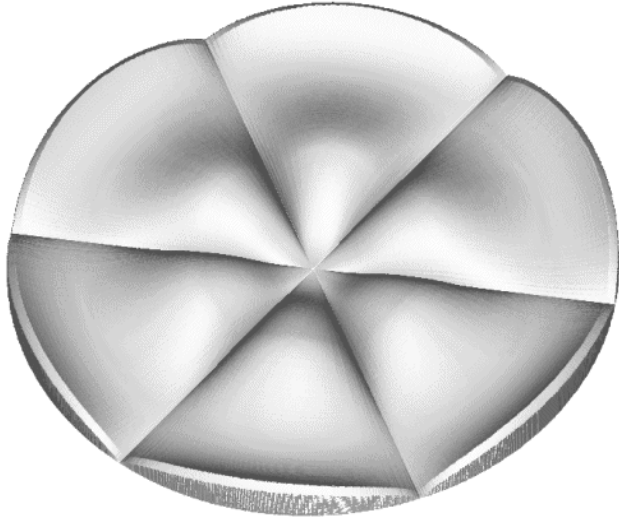
10. Виберіть опцію Sweep through 360 degrees (Обертання на 360 градусів).

11. Натисніть кнопку Next (Далі).



11. Виберіть опцію Add (Додати).

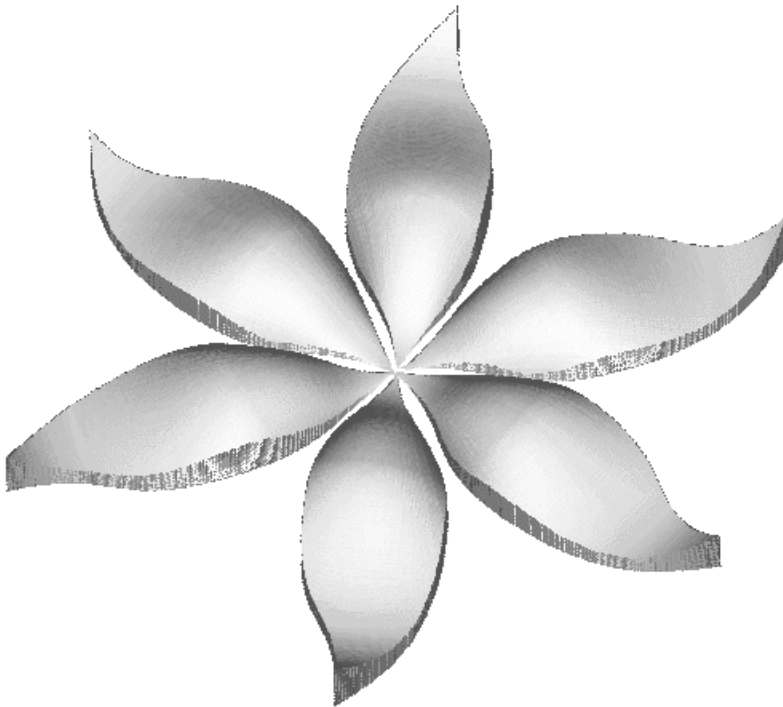
12. Натисніть кнопку Spin (Обертання).
Буде створений такий рельєф:



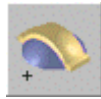
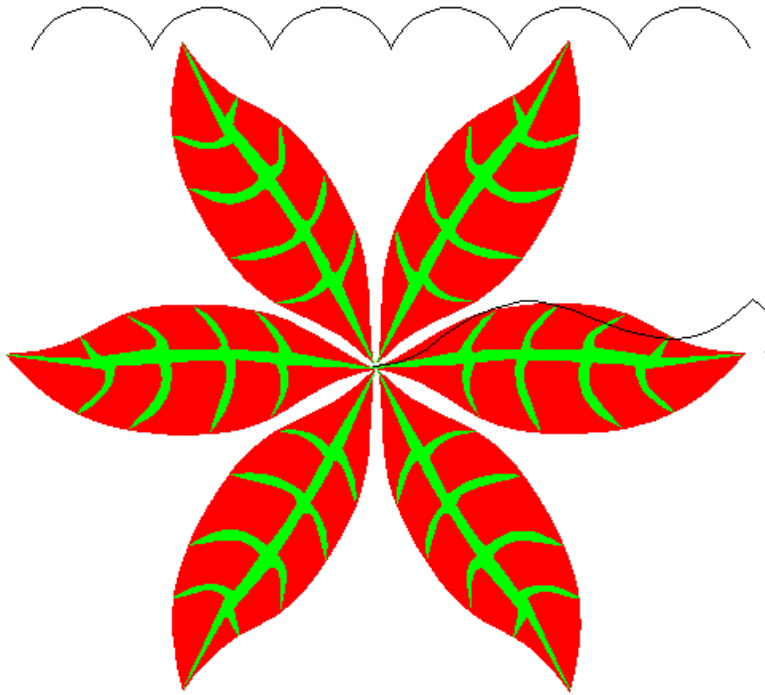
Тепер Ви можете використовувати кольорові растрові зображення у Вікні Двомірного Вигляду для того, щоб видалити все зайве, окрім зображення листя.

1. Зробіть Двомірний Вигляд поточним Виглядом.
2. Виберіть червоний колір Первинним Кольором.
3. Виберіть команду Reset Not Under Colour (Відновити Поза Кольором) з меню Relief (Рельєф).

Всі області, які не були відмічені як червоний колір, матимуть Нульову висоту, і рельєф матиме такий же вигляд:



4. Виберіть команду Reset All Links (Поз'єднати Всі Кольори) з меню Colour (Колір).
Для зеленого кольору вже заздалегідь задані Атрибути форми, як частина файлу .art.



1. Клацніть по кнопці Relief Add (Додати Рельєф) для того, щоб застосувати задані атрибути для зеленого кольору до існуючого рельєфу.



2. Клацніть по кнопці Smooth Relief (Згладити Рельєф).

3. Встановити значення Number of Smoothing Passes (Кількість Проходів Згладжування) - 5.

4. Клацніть по кнопці ОК

5. Виберіть Вікно Тривимірного Вигляду.



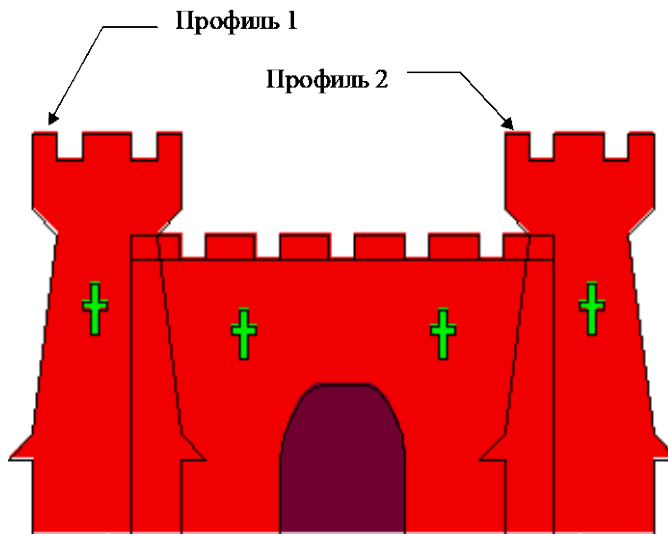
6. Клацніть по іконі Colour Shade (Кольорове Зафарбовування) щоб побачити остаточний результат.




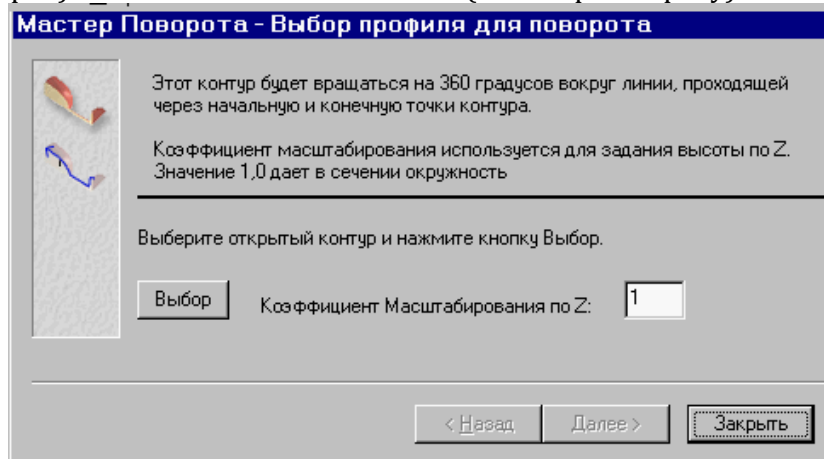
➤ Рельефы, отримані поворотом профілів

В даному прикладі Ви навчитеся використовувати функцію Turn (Поворот) для створення баштою замку.

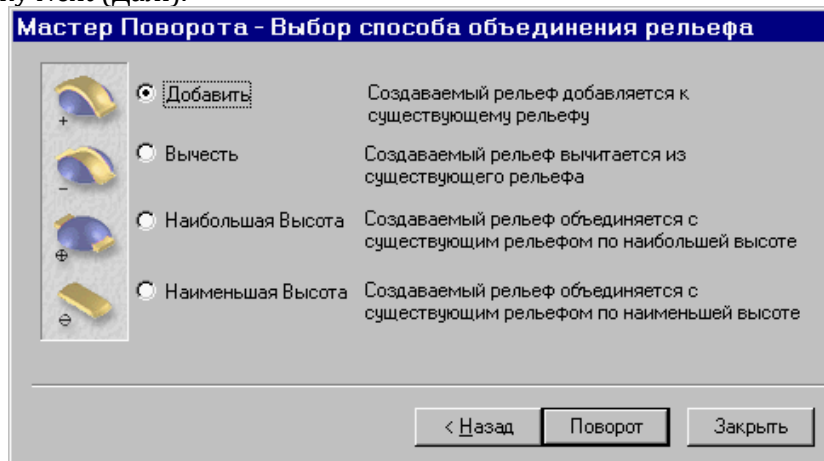
1. З директорії Examples/Castle завантажте файл Castle.art.



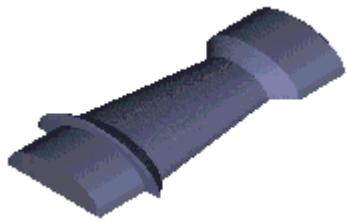
2. Зробіть вид Castle View 1 поточним видом і потім натисненням кнопки  Turn (Поворот) викличте Turn Profile Wizard (Майстер Повороту) Мастер Создания Рельефа.



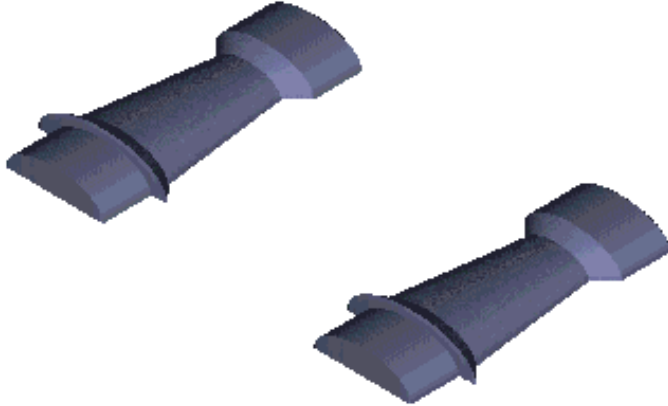
3. Виберіть Профіль 1 (ліва твірна лівої башти) потім натисніть кнопку Select (Вибір), введіть значення 0.5 в полі Z Scaling Factor (Коефіцієнт Масштабування по Z) і потім натисніть кнопку Next (Далі).



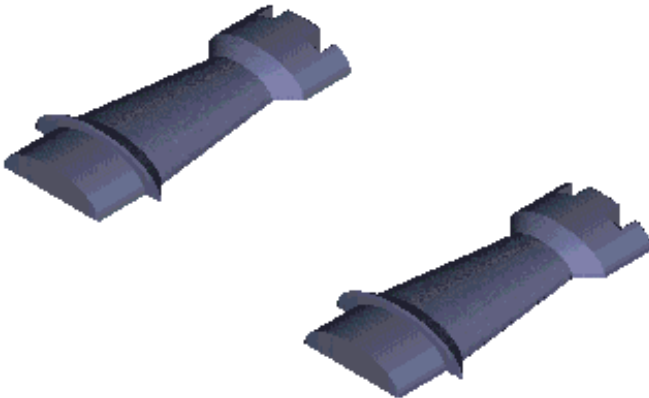
4. Виберіть опцію Add (Додати) і потім натисніть кнопку Turn (Поворот). Буде створений такий рельєф:




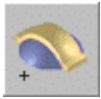
5. Повторите кроки з 3 по 6, використовуючи Профіль 2 для створення правої башти.

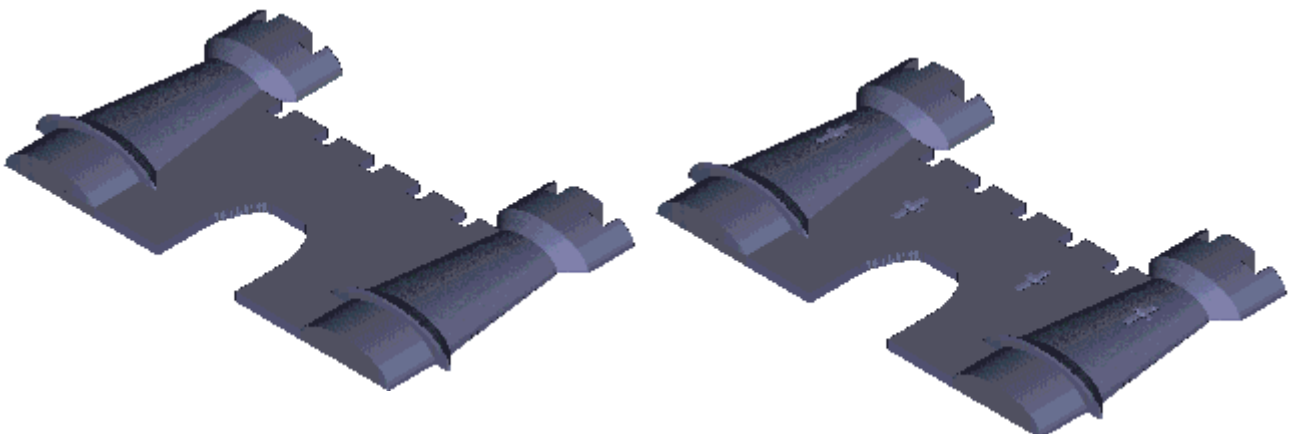


6. Зробіть вид Castle View 1 поточним видом, і потім виберіть команду Reset Not Under Colour (Відновити Поза Кольором) з меню Relief (Рельєф). Ця операція створить зубці на баштах.



7. Зробіть вид Castle View 2 поточним виглядом, і потім клацніть по кнопці  Relief Merge Highest (Злити по вищих крапках).

8. Зробіть вид Castle View 3 поточним виглядом, і потім клацніть по кнопці  Relief Add (Додати Рельєф).



3.4. Створити текстури по рельєфу

Як початковий рельєф використовуйте рельєф замку з попереднього розділу. Ви можете накласти текстуру цеглини на існуючий рельєф замку. Повністю створення рельєфу замку описане в розділі "Рельєф, Отримані Поворотом Профілю" Заняття 1 - Криволінійні Профілі.

1. Зробіть вид Castle View з поточним виглядом і встановіть червоний колір, як Primary

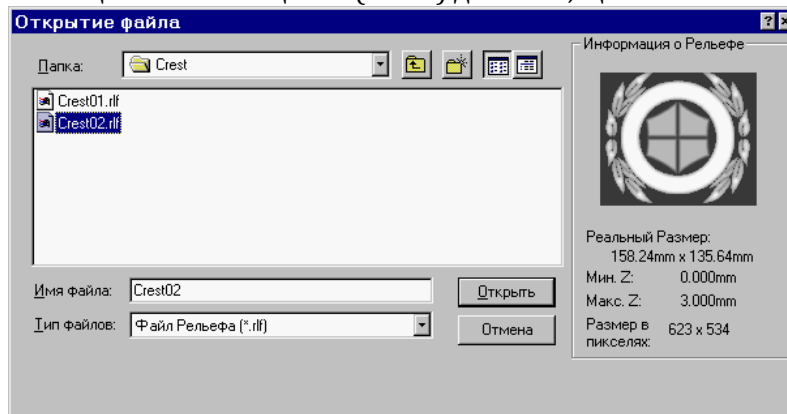
Colour (Первинний Колір). Потім натисніть кнопку  Relief - Texture (Текстури по Рельєфу)

на інструментальній панелі Relief Editing (Редагування Рельєфу) 



2. Клацніть по кнопці From Relief (З Рельєфу).

3. Клацніть по кнопці File (Файл) для того, щоб ви могли вибрати необхідну текстуру.

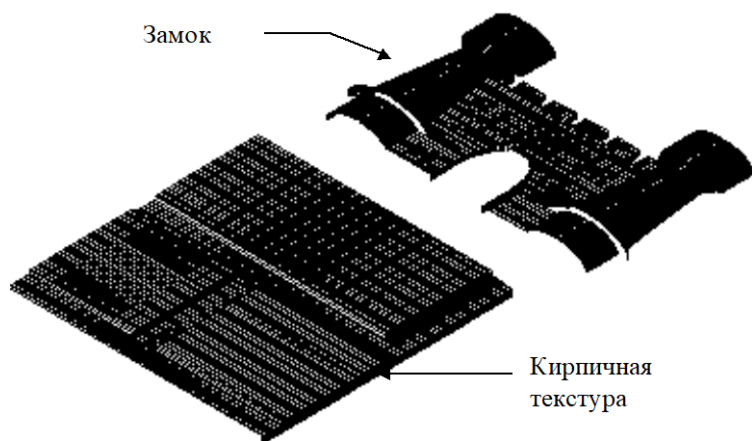


4. З директорії Examples/Castle виберіть файл Bricks.rlf.

5. Задайте для визначення розмірів цеглини наступні значення Width (Ширина) - 1, а Height (Висота) - 1 і Z Range (Межа по Z) - 0.1.

6. Задайте в області Texture Spacing (Розташування Текстури) наступні значення: X% 99.5, Y% 99.5 і O% 0.

Якщо Ви зараз зміните точку перегляду у вікні Тривимірному Вигляду, то Ви побачите існуючий рельєф і рельєф текстури. Рельєф текстури зникне, якщо Ви спробуєте тонувати ці рельєфи.



7. Клацніть по кнопці Add (Додати), щоб отримати закінчений рельєф.

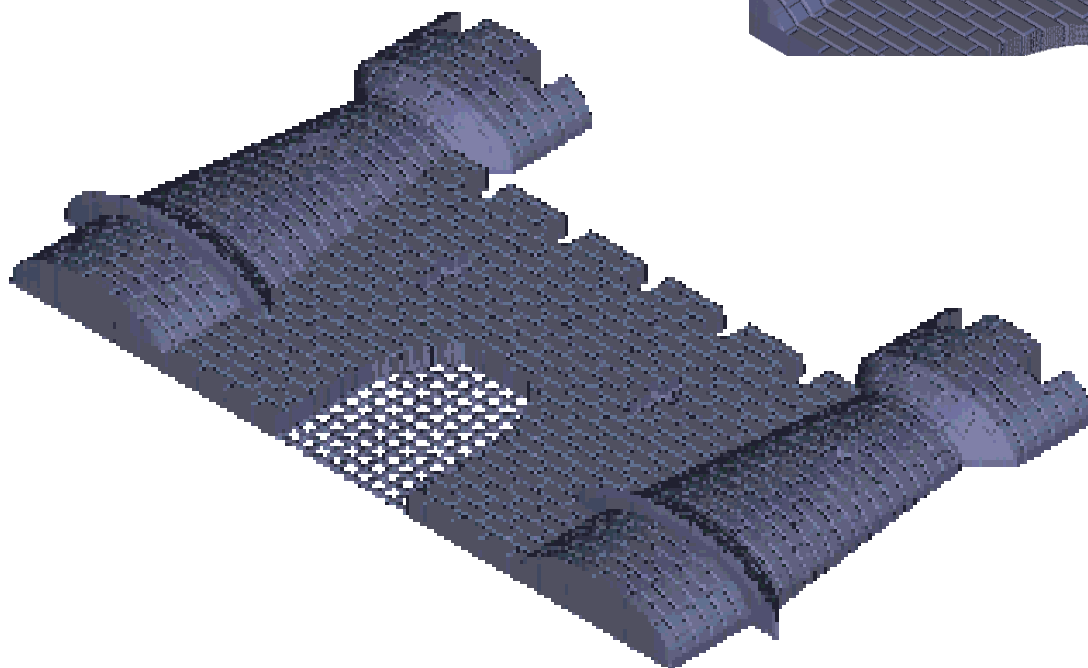


8. Збільште зображення рельєфу, щоб побачити результат.

9. Наступні дії використовується, щоб створити ґрати, опускаються, в кріпосних комірах. Повторите кроки з 1 по 6, зараз повинен бути встановлений коричневий колір як Primary Colour (Первинний Колір) і необхідно використовувати файл EvenMesh.rlf, що знаходиться в директорії Examples/Castle як Texture File (Файлу Текстури).



що
але



3.5. Створення складних рельєфів за допомогою скріплення кольорів

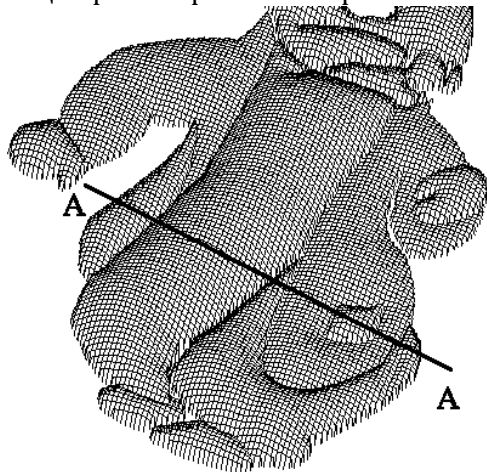
Скріплення кольорів один з одним є одним з найбільш поширених способів створення складних рельєфів в ARTCAM. Проте не завжди буває зрозуміло, як використовувати цей могутній засіб. У цьому розділі буде розглянута техніка Скріплення Кольорів на прикладі побудови рельєфу кролика.

➤ Кролик



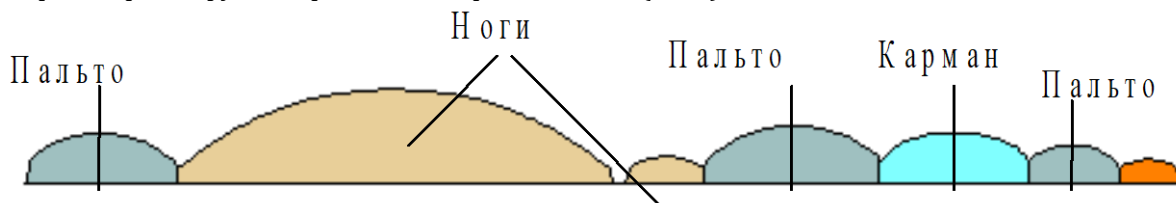
Щоб створити Рельєф кролика, зображеного на малюнку, необхідно спочатку створити рельєф самого кролика, а потім додати до нього рельєф пальта. Після цього треба помістити зверху рельєф лівої лапи і кишені пальта.

Якщо просто призначити різним кольорам різні профілі, вийде наступний рельєф.

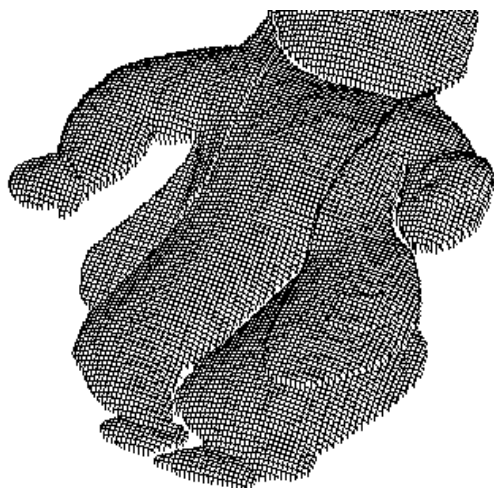


Такий рельєф не створює враження що, кролик одягнений в пальті (особливо це помітно на його правому плечі). Кролик здається дуже витягнутим і плоским, а кишеня має вид погрішності на рельєфі, а не художній деталі.

Перетин рельєфу, що проходить через кишеню (A - A), показаний нижче:

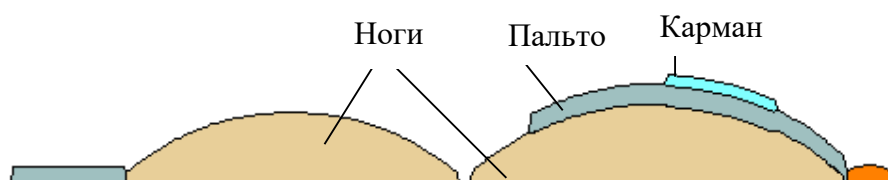


Використовуючи Скріплення Кольорів можна отримати наступний рельєф:



На цьому рельєфі ясно видно, що кролик одягнений в пальті, він набагато більш опуклий, а лапа і кишеня добре помітні.

Те ж саме перетин тепер виглядатиме так:



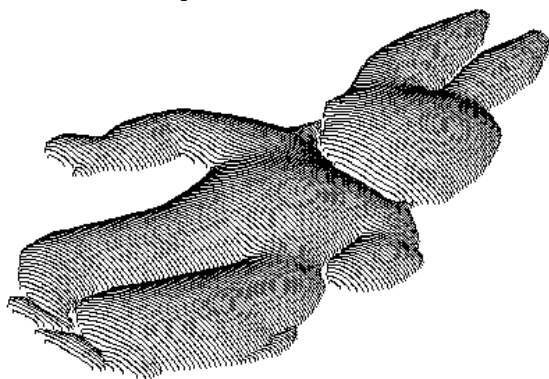
На перетині добре видно, що пальто знаходиться поверх ноги, а кишеня поверх пальта.

Такий ефект досягається побудовою рельєфу за декілька кроків. Спочатку створюється рельєф тіла кролика, потім поверх додається рельєф пальта, а в кінці додаються рельєфи лапи і кишені. Перед побудовою рельєфу необхідно створити декілька Видів, а потім встановити в цих видах Зв'язки між квітами.

➤ Принципи Скріплення Кольорів

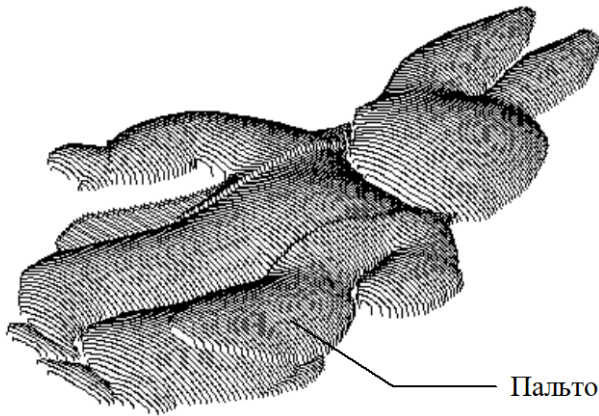
В даному прикладі з кроликом, рельєф створюватиметься в три етапи: спочатку створюється рельєф тіла кролика, потім поверх додається рельєф пальта, а кінці додаються рельєфи лапи і кишені.

Етап 1 - Тіло кролика

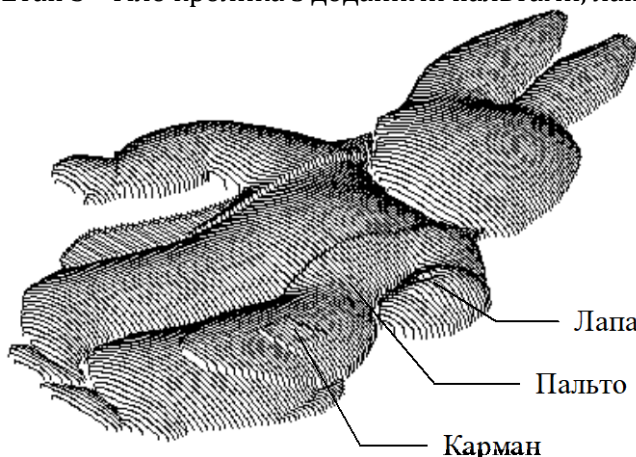


На цьому етапі створюється перший рельєф, що описує основну форму кролика без подробиць.

Етап 2 - Тіло кролика з доданим пальтом



Другий рельєф утворюється додаванням пальту до першого рельєфу.
Етап 3 - Тіло кролика з доданими пальтами, лапою і кишенею



Для кожного етапу необхідно створити окремий Вигляд. Таким чином, необхідно створити три види. Для цього можна скористатися пунктом меню 2D View (Двомірний Вигляд) - New View (Новий Вигляд). Або вибрати у Вікні Управління 2D view і натиснути праву кнопку миші і вибрати опцію New View (Новий Вигляд).

У першому Вигляді створюватимемо Рельєф тіла. Це не тільки область коричневого кольору, вона включає велику частину пальта, а також кишеню і ліву лапу. Для базового Рельєфу всі ці деталі є частиною тіла, тому кольори цих деталей необхідно пов'язати з коричневим кольором, в який закрашено тіло кролика. Після встановлення Скріплення Кольорів всі ці деталі також матимуть коричневий колір. Залишається привласнити коричневому кольору все необхідний Атрибути Кольору і обчислити Рельєф.

У другому Вигляді створюється Рельєф для пальта і додається до Рельєфу тіла. У цьому Вигляді колір лапи і кишені буде пов'язаний з кольором пальта.

У останньому Вигляді обчислюється Рельєф для лапи і кишені і додається до попереднього Рельєфу.

➤ Встановлення зв'язків між кольорами

Зображення кролика, на основі якого будуватиметься Рельєф з Скріпленням Кольорів, знаходиться в директорії Examples/Rabbit у файлі rabbit04.art. Використовуючи пункт меню File - Open (Файл - Відкрити) можна відкрити цей файл. На малюнку видно, що права сторона пальта закрашена в два різні кольори. Це зроблено тому, що частина пальта знаходиться за межами тіла кролика. Права лапа закрашена в інший колір по відношенню до верхньої частини лапи, а кишеню має інший колір по відношенню до пальта.

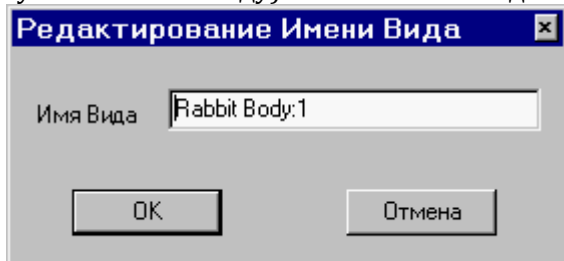
➤ Створення Першого Рельєфу

1. На початку створіть три новий Вигляд. У меню 2D View (Двомірний Вигляд) виберіть пункт меню New View (Новий Вигляд). Буде створений новий вигляд з ім'ям "Rabbit04:1".



2. Повторите цю операцію ще двічі створіть види "2D View:2" і "2D View:3".

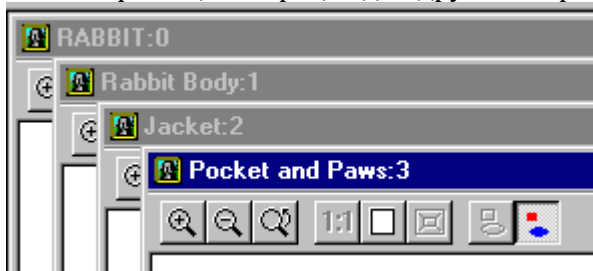
3. Набагато легко запам'ятати, що зберігається в кожному виді, якщо привласнювати видам значущі імена. У меню 2D View (Двомірний Вигляд) виберіть пункт меню Edit View Name (Редагувати Ім'я Вигляду). З'явиться вікно діалогу:



Першому вигляду можна привласнити, наприклад, ім'я "Тіло Кролика:1".

Другий варіант - вибір існуючого Двомірного Вигляду і натиснення правої кнопки миші вибір опції New View (Новий Вигляд).

4. Повторите цю операцію для другого і третього видів.



5. Скріплення Кольорів здійснюється тільки в поточному виглядом. Зробіть перший Вигляд поточним, клацнувши мишею в потрібному вікні або вибравши в меню Window (Вікно) пункт меню "2 - Тіло кролика".

Зауваження:
 Це можна також зробити, вибравши Первинний Колір за допомогою лівої кнопки миші, а потім, зробивши подвійне клацання правою кнопкою миші, щоб встановити зв'язок між кольорами.

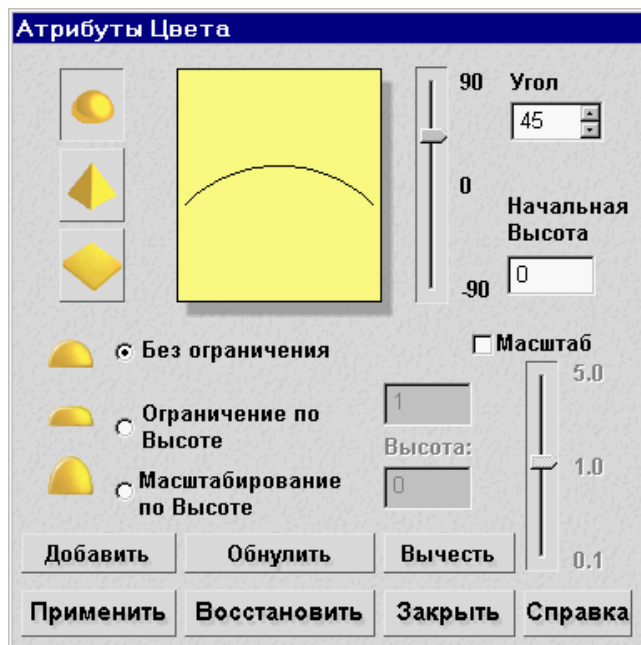
6. Щоб задати зв'язок між квітами, уберіть колір тіла кролика (коричневий) як Первинний Колір (лівою кнопкою миші), а колір пальта як Вторинний Колір (правою кнопкою миші) після чого вкажіть в меню Colour (Колір) пункт меню Link (Зв'язати).

7. Таким же чином пов'яжіть з коричневим кольором бірюзовий колір кишені, жовтий колір лапи, а також всі кольори деталей особи. Отриманий результат скріплення кольорів можна порівняти із зображенням з файлу rabbit06.art.

Зауваження:
 Вторинний Колір можна вибрати за допомогою комбінації Shift +

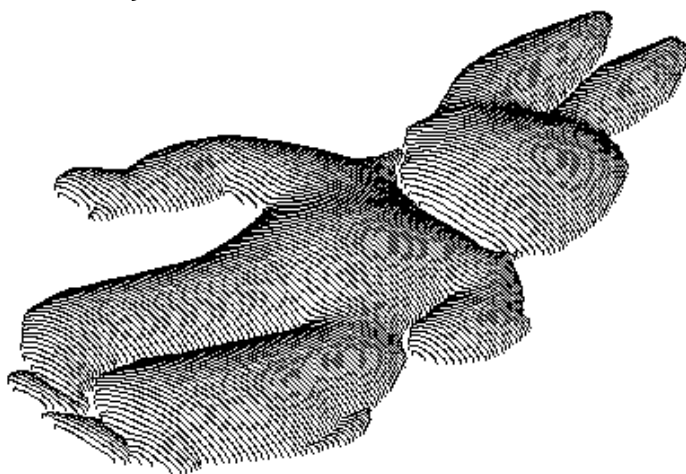


8. Задайте Colour Attribute (Атрибути Кольору) для кольору тіла. Зробіть подвійне клацання лівої кнопки миші по коричневому кольору або виберіть в меню Colour (Колір) пункт меню Attributes (Атрибути). З'явиться вікно діалогу:



Зауваження: 9. Для кольору тіла кролика пропонуються наступні атрибути: *Якщо Ви не закрили Profile (Профіль): Round (Круглий), Scale (Коефіцієнт вікно діалогу Colour Масштабування): 1, Start Height (Стартова Висота): 0.5, Angle (Кут): 45 Attributes (Атрибути and Region Height (Обмеження Висоти): No Limit (Без обмеження). Для Кольору) те Ви можете зробити це пізніше.* Для черевиків і хвоста можна задати такі ж Атрибути. Натисніть на кнопку Apply (Застосувати) потім кнопку Close (Закрити).

10. Обчислення цього рельєфу може зайняти досить багато часу. *Зауваження:* Після закінчення обчислення у вікні 3D View (Тривимірний Вигляд) цей рельєф можна натисніть на кнопку Draw Relief (Зобразити Рельєф). Можете завантажити з порівняти результат з рельєфом з файлу Rabbbody.rlf файлу rabbbody.rlf використовуючи Relief (Рельєф) – Load (Завантажити).



Перша стадія процесу закінчена.

У наступній таблиці проводяться пропонувані значення Атрибутів Кольору для всіх кольорів.

Перший Вигляд - Rabbit Body:1 (Тіло Кролика:1)

	Профіль	Масштаб	В		Висота Різав
Тіло	Круглий	1	5	5	Без обмеження
Черевики і Хвіст	Круглий	1	5	5	Без обмеження

Другий Вигляд - Jacket:2 (Пальто:2)

	Профіль	Масштаб	В		Висота Різав
Пальто	Площина	1	5		

Третій Вигляд - Pocket and Paws:3 (Кишеня і лапа:3)

	Профіль	Масштаб	В		Висота Різав
Лапа	Круглий	1	2	5	Без огран.
Кишеня	Площина		5		

Використані скорочення:

СВ - Стартова Висота

У- Кут

Різав - Рельєф

Без огран. - Без обмежень

➤ Створення додаткових рельєфів

1. Зробіть Вид "Jacket:2" Поточним Виглядом. У цьому вигляді Зв'язки між квітами, встановлені у вигляді "Rabbit Body:1", не діють. Кожен Вид містить свої власні Зв'язки між квітами, використовувані для створення додаткових Рельєфів.

2. Встановіть Зв'язки між квітами, необхідні для створення рельєфу пальта. Для цього бірюзовий колір кишені, жовтий колір лапи і зелено-блакитний колір частини пальта пов'яжіть з кольором пальту.

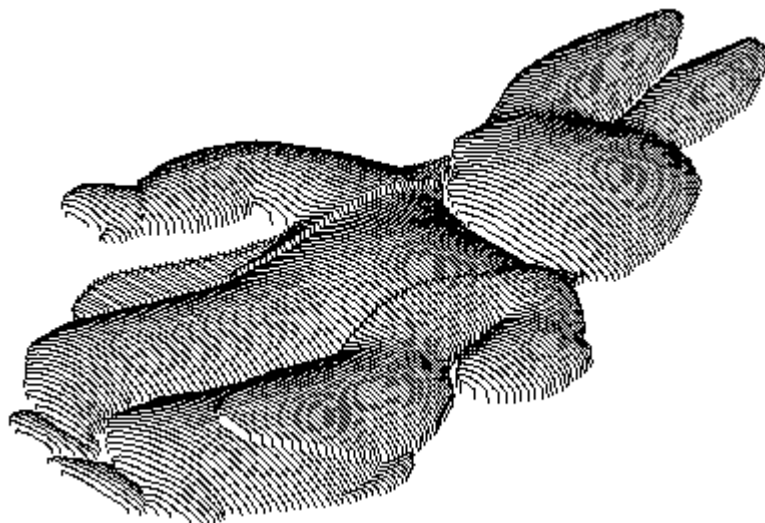


3. Призначте кольору пальта Атрибути Кольору з таблиці, приведеної вище. Натисніть на кнопку Apply (Застосувати).



4. Натисніть на кнопку **Add Relief (Додати Рельєф)**.

5. Подивіться на отриманий рельєф в Тривимірному Вигляді. Такий рельєф збережений у файлі Rabcoat.rlf.



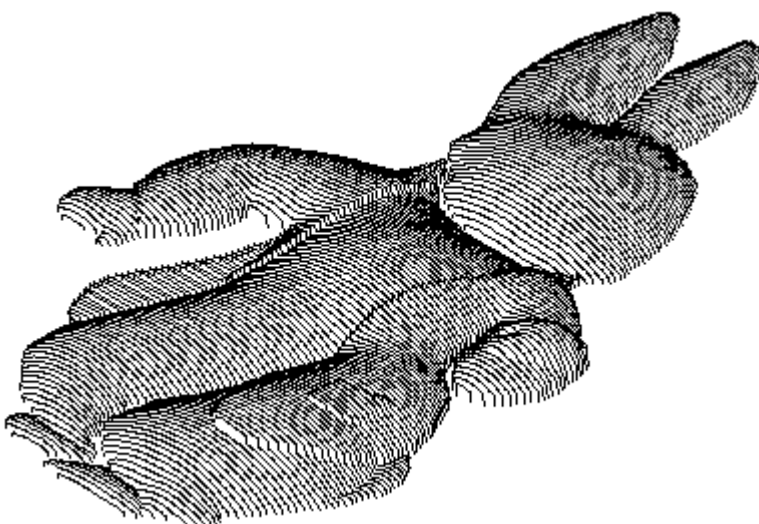
6. Зробіть Від "Paw and Pocket:3" поточним виглядом.

7. Призначте квітам лапи і кишені Атрибути Кольору з таблиці, приведеної вище. Натисніть на Apply (Застосувати).



8. Натисніть на кнопку **Add Relief (Додати Рельєф)**.

9. Подивіться на отриманий рельєф в Тривимірному Вигляді. Такий рельєф збережений у файлі Rabpkt.rlf.



Якщо Ви не хочете перераховувати рельєф кожного разу, після того, як рельєф буде створений, виберіть пункт меню Relief (Рельєф) - Save (Зберегти). Рельєф може бути збережений у будь-який момент. Обчислення першого рельєфу займає більший час, тому коштувало б його зберегти, після його створення. Потім він може бути завантажений, використовуючи пункт меню Relief (Рельєф) - Load (Завантажити). Це дасть Вам можливість експериментувати з рельєфами для досягнення якнайкращого ефекту, який може бути отриманий при накладенні піджака і кишень. Додаткова інформація по технічних прийомах знаходяться в розділі "Лабораторна робота 18 - Технічні Прийоми".

У цьому розділі виконувалася побудова складного рельєфу з використанням зв'язків між кольорами. Без використання техніки скріплення кольорів довелося б зберігати рельєфи з кожного виду в окремих файлах, що зробило б процес створення рельєфу набагато тривалішим.

3.6. Інтерактивне редагування рельєфу

У цьому занятті буде стисло розглянуто використання Інтерактивних інструментів редагування рельєфу (скульптор), що дозволяють розширити можливості виправлення небажаних результатів при створенні тривимірних моделей.

Інтерактивні інструменти редагування рельєфу також можна використовувати для редагування і зміни тривимірних відсканованих даних, які отримані з контрольовано-вимірювальних машин різного типу (контактного типу або лазерного).

➤ Режим Інтерактивного Редагування

В даному прикладі використовується заздалегідь створена модель ведмежати Тедді. Ви навчитеся, як використовувати інструменти Згладжування в інтерактивному режимі, для зміни деяких елементів створеній моделі ведмежати Тедді. Також буде розглянуто, як в інтерактивному режимі додавати нові елементи і видаляти зайвий матеріал [15].

Коли вибирається кнопка Sculpting (Скульптор) на панелі інструментів Relief Editing (Редагування Рельєфу), ARTCAM автоматично відкриває вікно Тривимірного вигляду, і забарвлюється рельєф. Стандартна інструментальна панель буде замінена на панель інструментів Sculpting (Скульптор).

Ви тепер можете редагувати забарвлений рельєф в реальному часі, з моделлю, що відбиває будь-які зміни, які були проведені з нею.


Відкриття Моделі


1. Використовуйте меню File (Файл), щоб Закрити всі проекти, над якими Ви працювали до цього.
2. Виберіть інструментальну панель File (Файл), кнопку File Open (Відкрити Файл).
3. Відкрийте файл Sculpt_Teddy.art з директорії Examples/ Ted_bear.

Режим Інтерактивного Редагування Рельєфу

Ви побачите, що тривимірна модель рельєфу була завантажена і відображається у вікні Тривимірного вигляду. Забарвте рельєф, клацнувши по значок Colour Shade (Зафарбовування) у верхній частині вікна тривимірного вигляду.

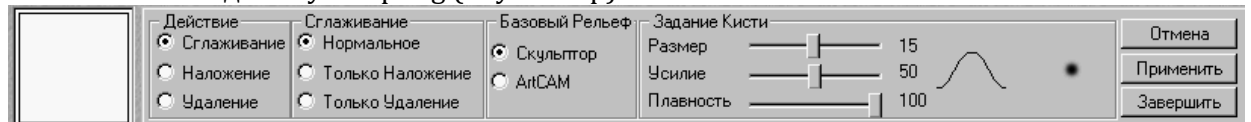
Заданий за умовчанням напрям перегляду, завантаженого тривимірного рельєфу – ізометричний вигляд.

1. З Вікна Управління виберіть 3D Вигляд.
2. Виберіть ікону  View Along Z (Вигляд Зверху по Z).

3. Клацніть по кнопки  Sculpting (Скульптор) на інструментальній панелі Relief Editing (Редагування Рельєфу).

З'явиться інструментальна панель Sculpting (Скульптор), і також буде закрашений рельєф, готовий для редагування.

З'явиться вікно діалогу Sculpting (Скульптор):



Контур кисті відобразатиметься червоним кольором в тому місці, де кисть стосується поверхні рельєфу.

Звернете увагу, як прив'язка кисті на рельєфі така ж, як і у реального тривимірного рельєфу. Координати X, Y і Z відображаються в лівій нижній частині екрану.

1. В області Brush Definition (Завдання Кисті) вікна діалогу задайте:
Size (Розмір) = 10
Strength (Зусилля) = 100
Smoothness (Плавність) = 50

2. Тепер помістіть курсор над рельєфом ведмежати Тедді в області вух, натисніть ліву кнопку миші і, утримуючи її, переміщайте курсор. Ви бачитимете, як змінюється форма вуха залежно від кількості проходів кисті по рельєфу в цьому місці.

Поекспериментуйте, використовуючи різні розміри кисті, зусилля і плавність.



Звернете увагу, що Інтерактивні інструменти редагування рельєфу можуть використовуватися у будь-який час при створенні тривимірної моделі і що модель може бути орієнтована в будь-якому положенні.

Для того, щоб змінити масштаб перегляду, Ви повинні вимкнути кнопку Colour Shade (Зафарбовування), змінити розмір вікна, оскільки необхідно, і потім наново закрасити рельєф перш, ніж його редагуватимете.

Ви маєте можливість Відмінити будь-які зміни, які були проведені з рельєфом:

Кнопка Cancel (Відміна) приводить до виходу з режиму інтерактивного редагування і повернення назад до первинного рельєфу, без збереження змін.

Кнопка Apply (Застосувати) замінить первинний рельєф новим рельєфом, який міститиме всі зміни. Користувач залишиться в режимі інтерактивного редагування рельєфу.

Примітка! Після використання кнопки Apply (Застосувати), Ви не зможете повернутися назад до первинної моделі рельєфу.

Кнопка Finish (Завершити) збереже зміни, які Ви зробили, замінюючи первинний рельєф новою змінною моделлю. Потім вийде з вікна режиму інтерактивного редагування рельєфу.

➤ **Завдання кисті**

Бігунок Size (Розмір) задає діаметр кисті в пікселях.

Бігунок Strength (Зусилля) визначає ефект, якою кисть матиме на рельєфі. 1 - має найменше значення, 100 - найбільше.

Бігунок Smoothness (Плавність) визначає гладкість, з якою кисть надає дія на рельєф усередині діаметру кисті. 1 - практичний не робить впливу на гладкість, 100 - максимальний вплив.

➤ **Основні Дії**

Опція Smooth (Згладжування) дозволяє Вам згладжувати частини рельєфу таким же чином, нібито використовувався наждачний папір. Де більше зусилля - тим більше наждачний папір.

Опція Deposit (Накладення) дозволяє додавати матеріал на рельєф. Кількість матеріалу залежить від діаметру кисті.

Опція Remove (Видалення) дозволяє видаляти матеріал з рельєфу. Кількість матеріалу залежить від діаметру кисті.

➤ **Дія згладжування**

Опція Normal (Нормальне) вирівнює область під кистю, піднімаючи поглиблені або занижуючи виступаючі ділянки.

Опція Raise Only (Тільки Накладення) шукає найнижчі крапки під кистю і піднімає їх. Наприклад, якщо кисть проходить по точці мінімуму, то згладжуються тільки найнижчі крапки.

Опція Lower Only (Тільки Видалення) шукає самі верхні крапки під кистю і заглиблює їх.

3. Встановите опцію Lower Only (Тільки Видалення), потім натисніть ліву кнопку миші і перемістіть курсор на область вуха ведмежати Тедді.

Ви бачите, що ділянка вуха може бути видалений без того, щоб пошкодити навколишні області.

➤ Базовий рельєф

Опція Sculpting (Скульптор) зберігає зміни, використовуючи тимчасовий рельєф, щоб визначити результати, які були зроблені кистю.

Наприклад, при накладенні матеріалу результати переміщення кисті по тій же самій області будуть сукупні (додавання матеріалу для кожного проходу кисті).

Опція ARTCAM (ARTCAM), враховує первинний рельєф при обчисленні ефекту для поточних параметрів настройки кисті.

Наприклад, при накладенні матеріалу, кожен прохід об'єднується, використовуючи опцію Merge Highest (Злиття по найбільшій висоті). Підсумок проходження кисті по тій же самій області - тільки об'єднання найвищих точок матеріалу, що накладається.

Цей метод дуже корисний при накладенні матеріалу, щоб формувати області постійної висоти.

➤ Видалення матеріалу

Використовуючи опцію Remove (Видалення) створимо рот для ведмежати Тедді.

4. Приберіть зафарбовування рельєфу і наблизите зображення голови.

5. В області Brush Definition (Завдання Кисті) вікна діалогу задайте:

Main Action (Дія)= Remove (Видалення)

Base Relief (Базовий Рельєф) = ARTCAM

Size (Розмір) = 4

Strength (Зусилля) = 80

Smoothness (Плавність) = 100

Тепер помістивши курсор на морді ведмежати Тедді, натисніть і, утримуючи ліву кнопку миші і створіть рот.

Пам'ятаєте, що, якщо Ви зробили помилку, клацніть по кнопці Відміна. Будуть скасовані будь-які зміни, які були зроблені і Ви повертаєтеся до первинного рельєфу.

3.7. Моделювання ювелірних виробів: кільце

Цей розділ дозволяє крок за кроком створити рельєф тривимірного Кільця, використовуючи криволінійні профілі. Буде показано, як може використовуватися ARTCAM, щоб візуалізувати тривимірну кільцеву конструкцію на будь-якій стадії протягом процесу моделювання.

Після створення тривимірного кільця будь-яке подальше моделювання, типу додавання тривимірного шаблону або текстури і так далі буде автоматично об'єднано з кільцевою конструкцією.

Будь-яка створена УП повинна бути перетворена спеціальним процесором поста, для управління вісью обертання фрезерним верстатом з ЧПУ.

➤ Створення кільця

Цей приклад вже був заздалегідь створений. Коли Ви відкриєте файл прикладу, Ви побачите, що це закінчений тривимірний рельєф.

➤ Візуалізація кільця

1. Виберіть інструментальну панель File (Файл), і натисніть на кнопку Open File (Відкрити Файл) і з директорії /Examples/3D Ring завантажте файл 3D Ring.art.

2. Максимізуйте вікно Тривимірного вигляду подвійним клацанням на ім'я 3D Вигляду у Вікні Управління.

3. Закрасіть рельєф клацанням по кнопці  Colour Shade (Зафарбовування) на панелі інструментів Тривимірного вигляду.

4. Ви побачите, що кільце вже було створене, але тільки як розгортка в площині XY.




Візуалізувати кільце в тривимірному просторі можна натисненням кнопки **Create Ring** (Створити Кільце) на інструментальній панелі Relief (Рельєф).

5. Конструкція буде автоматично згорнута в тривимірному просторі і закрашена. Ви можете клацати мишкою у вікні тривимірного вигляду у будь-який час, щоб перервати процес зафарбовування кольору.

Обернуте кільце може бути забарвлена як з низьким, так і з високим дозволом, за допомогою клацання відповідного значка на інструментальній панелі Тривимірного вигляду.

- Низька деталізація
- Середня деталізація
- Висока деталізація

Звернете увагу, що натиснення кнопки  Z zero plane (Нульова площина) приховує цю площину.

6. Новий об'єкт, який з'явився у Вікні Управління, називається **Wrapped Ring** (Згорнуте Кільце).



➤ Створення свого кільця

Кільце, яке Ви тільки що закрили, може бути створене по векторах з двох мірного вигляду:

7. Спочатку видалите поточний рельєф. Щоб зробити це, виберіть панель інструментів



Relief (Рельєф), і натисніть кнопку **Reset Relief** (Відновити Рельєф). Ця операція видалить будь-який тривимірний рельєф.

8. Ви також повинні видалити Згорнуте Кільце. Щоб зробити це, помістіть курсор поверх значка **Wrapped Ring** (Згорнуте Кільце) у Вікні Управління і натисніть праву кнопку миші, і виберіть опцію **Delete** (Видалити).

9. Тепер ми збираємося використовувати Майстра Витискування, щоб сформувати рельєф. Повернетесь до Двомірного вигляду, вибравши його у Вікні Управління. Подвійне клацання, щоб максимізувати вікно у разі потреби.

10. Запустите **Extrude Wizard** (Майстри Витискування) натисненням на



інструментальній панелі Relief (Рельєф) кнопки **Extrude** (Витискування).

На першій сторінці спрашивається, яку криву виберіть як напрямляє.

Виберіть **Curve 1**, клацніть по кнопці **Select** (Вибір) і потім **Next** (Далі).

На другій сторінці спрашивається, яку криву виберіть як перетин.

Виберіть **Cross-section 1**, клацніть по кнопці **Select** (Вибір) і потім **Next** (Далі).

Продовжуйте клацати кнопки **Next** (Далі) до того, як з'явиться, нарешті, кнопка **Extrude** (Видавити). Натисніть на цю кнопку, і з'явиться один елемент розгортки для кільця.

У завершенні натисніть кнопку **Cancel** (Відміна).

11. Запустите Extrude Wizard (Майстри Витискування) натисненням на



інструментальній панелі Relief (Рельєф) кнопки Extrude (Витискування).

12. Виберіть Drive curve 2, клацніть по кнопці Select (Вибір) і потім Next (Далі).

13. Виберіть Cross-section 2, клацніть по кнопці Select (Вибір) і потім Next (Далі).

Продовжуйте клацати кнопки Next (Далі) до того, як з'явиться, нарешті, кнопка Extrude (Видавити). Натисніть на цю кнопку, і з'явиться другий елемент розгортки для кільця.

У завершенні натисніть кнопку Cancel (Відміна).

Створене кільце може тепер бути забарвлене в тривимірному вигляді і оброблене на верстаті з ЧПУ з відповідної траєкторії руху і стратегії.

➤ **Образмеріваніє і масштабування кільця**

Ширина двомірної конструкції рівна колу Кільця. Змінити розмір Кільця (на менший або більший діаметр) просто, - виберіть інструментальну панель Model (Модель) і на ній кнопку Set Model Size (Задати Розмір Моделі).

➤ **Створення файлу у форматі STL**

Як тільки створення Згорнутого Кільця було закінчене, Ви можете зберегти його у форматі файлу, який може бути імпортований в ARTSTL. Для цього

1. Помістіть курсор поверх значка Wrapped Ring (Згорнуте Кільце) у Вікні Управління і натисніть праву кнопку миші.

2. З меню виберіть опцію Save (Зберегти). Буде проведено збереження файлу, з розширенням *.rng, який може бути імпортований в ARTSTL.

3. Якщо Ви маєте ARTSTL файл у форматі .rng може бути імпортований і триангульований із заданою точністю для обробці на верстаті або використаний для швидкого прототипування.

3.8. Створення рельєфу зі сканованого рисунка птаха

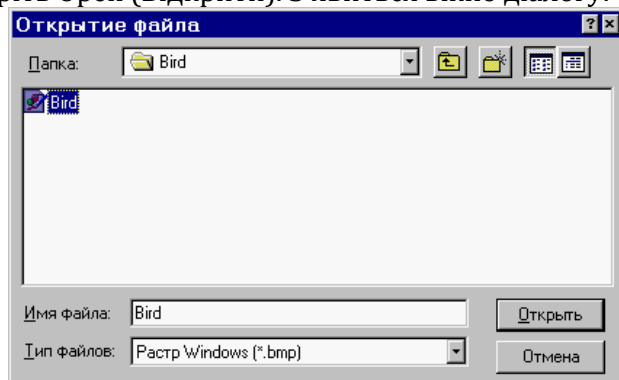
У цьому розділі крок за кроком розглядається процедура створення рельєфу на прикладі малюнка птаха, що сканує.

➤ **Птах**

Цей рисунок сканувався з дозволом 300 точок на дюйм. Розмір початкового рисука був рівний приблизно 75 на 75 мм, тобто було використано достатньо високий дозвіл. При такому дозволі розмір файлу сканованого малюнка формату A4 дуже великий, що сильно збільшує час обробки. Якщо ж розмір зображення перевищує 900 на 900 пікселів, час обробки стає критичним, і вам слід подумати, як його зменшити. Можна, наприклад, зменшити дозвіл, а також можна розділити малюнок на декілька окремих частин, обробити ці окремо і в кінці з'єднати їх разом.

➤ **Імпортування файлу, що сканує**

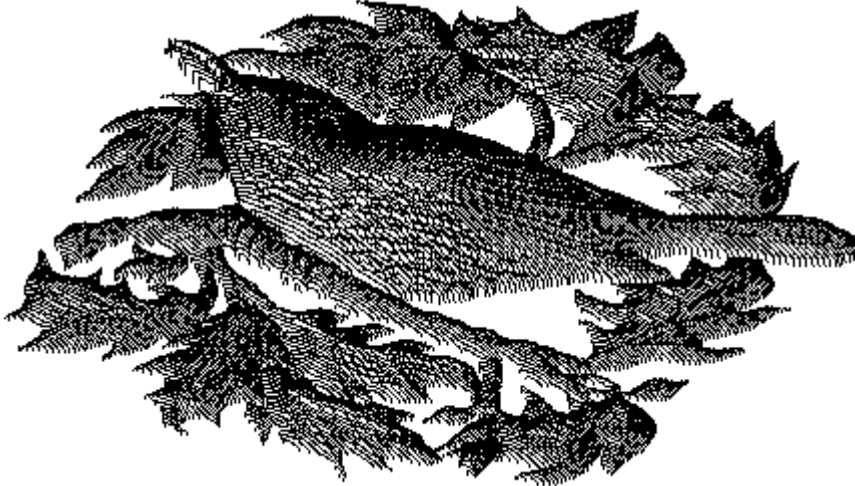
Спочатку необхідно імпортувати малюнок, що сканує, з птахом в ARTCAM. У меню File (Файл) виберіть Open (Відкрити). З'явиться вікно діалогу:



Перейдіть в той Каталог, де знаходяться файли з прикладами для навчання (в цьому випадку Examples/Bird). У списку Files of Type (Тип Файлів) виберіть Windows Bitmap (Растр Windows). У списку File Name (Імена Файлів) виберіть файл - bird.bmp. На екрані з'явиться наступне зображення:



Рельєф, який ви будите будувати, виглядає таким чином:



➤ Основні принципи

Перед тим, як почати працювати із зображенням, необхідно виробити основні принципи побудови рельєфу.

Є три основні області:


1. Тіло птаха.
2. Вітки.
3. Листя.

У загальному випадку білі області повинні бути самими виступаючими областями рельєфу, тобто вони повинні підноситися над основними поверхнями. Наприклад, прожилки листя повинні виступати над поверхнею листя. У двох місцях необхідно зробити поглиблення – на лінії розділення дзьоба і на нижній частині птаха для імітації оперення. Перетин рельєфу віток і тіла птаха буде круглим. Якщо для листя також задати круглий перетин, вони будуть дуже опуклими. В цьому випадку можна застосувати обмеження по висоті. На наступному малюнку показана в збільшеному вигляді область хвоста. На малюнку ясно провіні підведені прожилки листя і поглиблення в нижній частині тіла.



➤ Використання кольорів

Тепер можна почати роботу із зображенням.

Збільште розмір вікна, що містить образ, на весь екран, для цього натисніть кнопку  в правому верхньому вугіллі вікна з ім'ям BIRD:0.

Призначення завдання кольорів полягає в тому, що кожен колір може мати свій перетин рельєфу. В цьому випадку, в різні кольори необхідно закрасити:

- листя
- птаха
- вітки
- прожилки листя
- виступаючі частини віток
- виступаючі частини тіла
- око, зіниця
- дзьоб, лінію розділення дзьоба
- лапи, виступаючі частини лап


➤ Визначення колірної палітри

До існуючої колірної палітри необхідно додати декілька кольорів. Натисніть на кнопку




Colour Palette (Змінити Колірну Палітру) і виберіть опцію Define Custom Colours (Визначити Кольори Користувача). Інший спосіб завантажити стандартну Колірну Палітру - використовувати поле меню Colour (Колір) - Load (Завантажити). Палітра для цього прикладу знаходиться у файлі bird.pal. Зображення, яке Ви повинні отримати знаходиться у файлі bird02.art.

Робота з квітами

Спочатку необхідно закрасити області білого кольору. Виберіть колір для прожилків листя (наприклад, світло-зелений) і задайте його як Первинний Колір Первичний Цвет а як Вторинний Колір Вторичный Цвет задайте білий. При закрашенні білі пікселі стануть зеленими, а чорні залишаться чорними. Основну частину області можна закрасити великою кистю, а потім, збільшивши зображення іконою  і вибравши маленьку кисть, можна закінчити останнє.



1. Натисніть на кнопку  Paint Over Secondary (Фарбувати Первинним Кольором по Вторинному).

2. Задайте Первинний Колір (наприклад, світло-зелений), вказавши його в Колірній Палітрі за допомогою лівої кнопки.

3. Задайте Вторинний Колір (білий), вказавши його в Колірній Палітрі за допомогою правої кнопки миші.

4. Виберіть велику кисть.

5. Закрасіть прожилки листя в світло-зелений колір.

6. Виберіть маленьку кисть.

7. Наблизьте краї.

Перераховані дії повторите для решти кольорів.

Зауваження: 8. Закрасіть верхні елементи оперення у фіолетовий колір.

Регулярно виконуйте 9. Закрасіть виступаючі частини нижньої частини тіла в бірюзовий колір.

виконаної роботи. 10. Закрасіть дзьоб в жовтий колір.

11. Закрасіть лапи в темно-сірий колір

12. Закрасіть виступаючі частини лап в світло-сірий колір.

13. Закрасіть виступаючі частини віток в оранжевий колір.


Результат повинен виглядати таким чином:

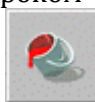



Це зображення знаходиться у файлі bird01.art.

Зауваження: Наступним кроком буде зафарбовування областей чорного

Якщо Ви зробили помилку, використовуйте

операцію  Undo (Відмінити), або завантажте з диска файл bird01.art.

кольору. Операцію  Flood Fill (Заливка) можна застосовувати тільки в тому разі якщо, область має замкнуту межу. Якщо Ви спробуєте Залити нижній лівий лист темно-зеленим кольором те, тоді цей колір заповнить велику частину зображення. Проте, якщо ви

заздалегідь відокремите край листа за допомогою операції  Paint Over Secondary (Фарбувати Первинним Кольором По вторинному), як показано нижче:



Потім, виконаєте операцію Заливка, Ви отримаєте бажаний результат.



Завершите роботу, використовуючи наступні кольори:

- Листя - темно-зеленный
- Тіло - темно-синій
- Лапи - темно-сірий
- Вітки - темно-коричневий
- Лінії дзьоба - чорні
- Око - синій
- Зіниця - синій.

Порівняйте результат із зображенням, збереженим у файлі Bird02.art.

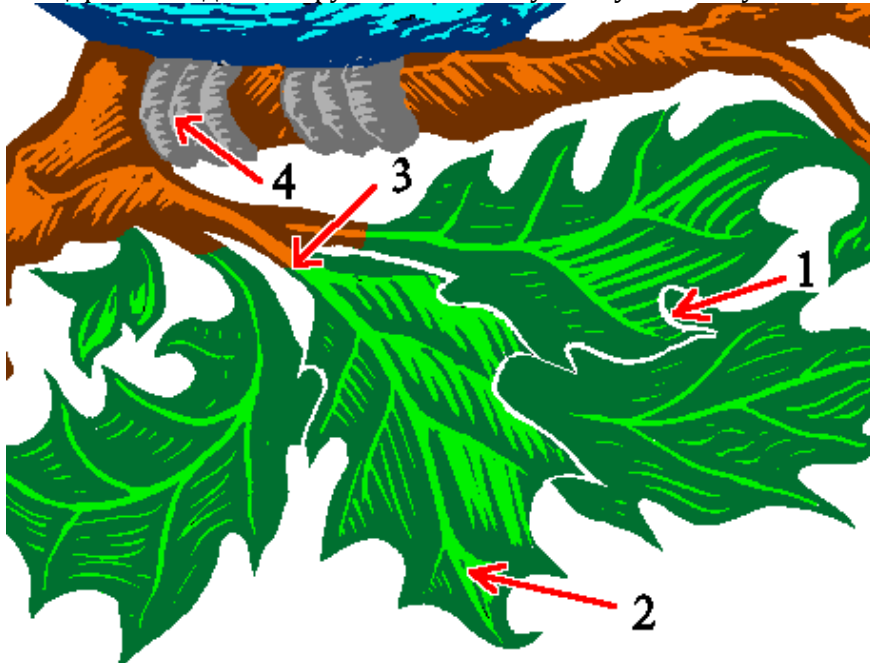


Стирання сканованого зображення Підчистка

Отримане зображення необхідно трохи підчистити. Заздалегідь треба вирішити:

1. Яким буде зовнішній контур листа (наприклад, залишається білим).
2. Якими будуть прожилки листа (наприклад, залишаються світло-зеленими).
3. Де кінчаються вітки і починається листя.
4. Підправити контури кігтів.
5. Перевірити, чи не залишилися чорні і білі пікселі.

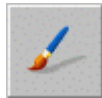
Всі ці рішення демонструються на наступному малюнку.



Вирішення подібних проблем зазвичай засноване на власному досвіді. Стирання листя необхідно зробити відповідно до вимог до кінцевого результату. Рельєф створюватиметься для області кольору, тому велика область кольору матиме вищий рельєф. Отже, якщо ви хочете, щоб кожен лист відділявся від іншого листа чіткою лінією, переконаєтеся, що між ними є біла межа.

Інші можливі ефекти описані в розділі "Розмежування Рельєфів" в розділі "Заняття 14 – Технічні Прийоми".

На закінчення необхідно закрасити окремі пікселі, що залишилися білими або чорними в результаті сканування або неповного зафарбовування. Виберіть маленьку кисть і закрашуйте один піксель за іншим в потрібні кольори. Для даної операції не має значення, яку команду Ви



використовуєте: Paint (Фарбувати) або



Paint Over Secondary (Фарбувати

Первинним По Вторинному). Якщо декілька чорних або білих пікселів залишаться на тілі птаха, це може сильно вплинути на кінцевий результат. Такий ефект розглядається в розділі "Ефект плям" в розділі "Заняття 14 – Технічні Прийоми". Остаточне відредаговане зображення зберігається у фалі bird03.art.

➤ Створення тривимірного рельєфу

ARTCAM будує тривимірний рельєф шляхом призначення висоти кожному пікселю двомірного зображення. Можна складати два рельєфи один з одним. Це дозволяє створювати складніші рельєфи.

Обчислення рельєфу починається з того, що за допомогою меню діалогу вікна діалогу Colour Attributes (Атрибути Кольору) для всіх кольорів зображення задаються їх атрибути.

У нашому прикладі ми хочемо, щоб листя, птах і вітки були основою рельєфу, над якою повинні виступати окремі деталі. Найбільш важливою частиною зображення є птах, тому вона повинна мати велику висоту, чим решта всіх частин зображення.

Зауваження: Ефект виступання окремих деталей над основою рельєфу Єдина різниця міждосягається складанням профілів один з одним. Спочатку колір листя Двомірними Видами є колір прожилків листя зв'язується між собою, і їм призначається зв'язок між квітами. круглий перетин рельєфу. Потім для кольору прожилків додається Якщо малюнок додатковий перетин. Такі ж дії виконуються для кольорів віток і міняється на одному птаха. Перед тим, як почати виконання побудови рельєфу, необхідно вигляді, він зміниться створити декілька різних Видів. Всі Види містять однаковий малюнок, і на решті всіх видів. і відрізняються тільки наявністю Зв'язку між квітами.

➤ Вимоги до видів

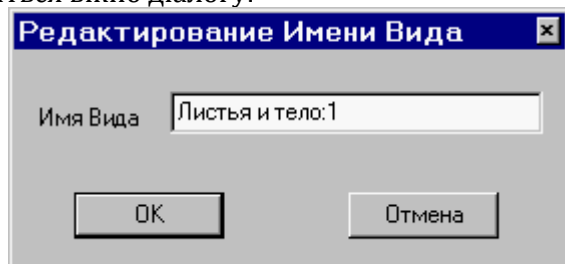
Кількість Видів залежить від кількості шарів рельєфу, необхідних для досягнення кінцевого результату. Докладнішу інформацію про Види і Скріплення Кольорів можна отримати в розділі "Заняття 6 - Скріплення Кольорів". У нашому прикладі:

1. Перший вигляд необхідний для побудови основного рельєфу птаха, листя і віток.
2. Другий вигляд необхідний для побудови рельєфу прожилків листя, виступаючих частин віток, основної частини лап, виступаючих частин тіла птаха, а також дзьоба.
3. Третій вигляд необхідний для побудови рельєфу ока і виступаючих частин лап.
4. Четвертий вигляд необхідний для побудови рельєфу зіниці.


Корисно буває зберегти один вигляд без змін (тобто без Зв'язку між квітами). Це допомагає уникнути плутанини. Таким чином, всього необхідно мати п'ять видів. Для того, щоб була впевненість, що Ви працюєте з початковим зображенням, спочатку відкрийте файл bird03.art з директорії Examples/Bird за допомогою пункту меню File (Файл) - Open (Відкрити), і потім створюєте новий вигляд. Щоб створити новий вигляд необхідно виконати наступне:

1. У меню 2D View (Двомірний Вигляд) виберіть New View (Новий Вигляд).
2. У меню 2D View (Двомірний Вигляд) виберіть Edit View Name (Редагувати Ім'я Вигляду).

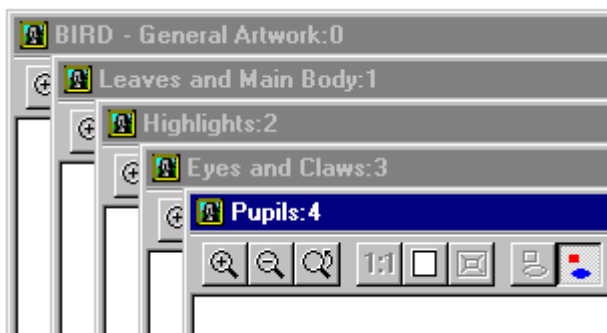
З'явиться вікно діалогу:



Зауваження:

Кнопка  Note (Замітки) може використовуватися для того, щоб описати як будувався рельєф.

3. Введіть відповідне ім'я (наприклад, Листя і тело:1). Номер в заголовку служить для того, щоб пізніше було легко пригадати послідовність побудови рельєфу. Пропонований набір імен показаний на малюнку нижче.



➤ Скріплення кольорів

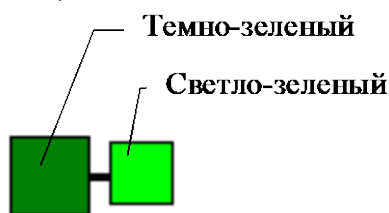
Тепер наступив час задати в кожному виді зв'язок між квітами. У першому вигляді (Листя і тело:1) колір прожилків листя необхідно пов'язати з кольором листя, колір виступаючих частин тіла з кольором тіла, колір виступаючих частин віток і колір лап з кольорів віток.

1. Зробіть перший вигляд (Листя і тело:1) поточним (клацнувши мишею або використовуючи меню Window (Вікно)).

2. Виберіть колір листя (темно-зелений) в колірній палітрі як первинний колір лівою кнопкою миші.

3. Зробіть подвійне клацання правою кнопкою миші по ясно-зеленому кольору.

Все листя стало цілком темно-зеленим, а на Колірній Палітрі видно, що світло-зелений колір став, пов'язаний з темно-зеленим:



Повторите цю операцію ще, пов'язавши колір тіла птаха з квітами решти деталей (виступаючих частин тіла, дзьоба, лінії розділення дзьоба, ока і зіниці) а також колір віток з квітами виступаючих частин віток і лап. Зображення тепер забарвлене тільки в три кольори:



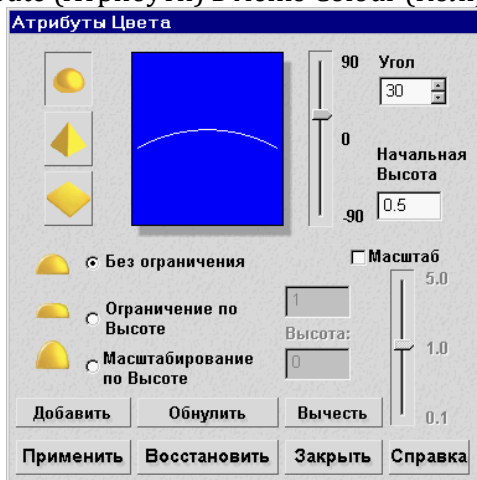
Цей результат знаходиться у файлі bird04.art, вид "Leaves and Main Body:1".

➤ Призначення форми рельєфу

Форми рельєфу призначається для кольорів в одному вигляді, а потім до них додаються профілі, призначені в наступному вигляді.

1. Зробіть Від "Leaves and Main Body:1" поточним вікні мишею, або вибравши ім'я "Leaves and Main Body:1" в меню Window (Вікно).

2. Зробіть подвійне клацання лівою кнопкою миші по темно-синій області. З'явиться вікно діалогу Shape Editor (Редактор Форми). Це вікно діалогу можна також відкрити, вибравши Attribute (Атрибути) в меню Colour (Колір):



3. Задайте потрібний перетин. Для тіла птаха пропонуються наступні атрибути: Profile (Профіль): Round (Круглий), Scale (Коефіцієнт Масштабування): 1, Start Height (Стартова Висота): 0.5, Angle (Кут): 30, Region Height (Обмеження Висоти): No Limit (Без обмеження).

4. Після завдання всіх значень натисніть на кнопку Apply (Застосувати). Значення зберігаються, але рельєф ще не обчислюється.

5. Повторите цю операцію для двох інших кольорів. Вибір кольору в Колірній Палітрі робить його поточним у відкритому вікні діалогу Colour Attributes (Атрибути Кольору). Пропоновані атрибути профілю можна знайти у файлі bird05.art, а також в таблиці, приведеній нижче. Всі ці значення вводяться для вигляду "Leaves and Main Body:1", після чого виконується обчислення рельєфу для цього Вигляду.

Вигляд 1 - Leaves and Main Body:1 (Листя і тело:1)

Профіль	Тип	Масштаб	СВ	У	О
Тіло	Круглий	1	0,5	30	Без обмежень
Листя	Круглий	1	0,3	15	Обмеження 1
Вітки	Круглий	1	0,3	45	Без обмежень.

Вигляд 2 - Highlights:2 (Виступаючі части:2)

Профіль	Тип	Масштаб	СВ	У	О
Дзьоб	Плоский		0,75		
Крило	Плоский		0,5		
Тіло + очі	Плоский		0,3		
Виступи віток	Круглий	1	0	45	Без обмежень
Прожилки листя	Круглий	1	0,2	45	Без обмежень
Лапи	Круглий	1	0,2	45	Без обмежень

Вигляд 3 - Eyes and Claws:3 (Очі + когти:3)

Профіль	Тип	Масштаб	СВ	У	О
Око	Круглий	1	0	45	Без обмежень
Виступи лап	Круглий	1	0,3	45	Обмеження 0,3

Вигляд 4 - Pupils:4 (Зрачки:4)

Профіль	Тип	Масштаб	СВ	У	О
Зіниця	Плоский		0.15		

Використані скорочення:

СВ - Стартова висота, У - Кут

О - Обмеження по Висоті

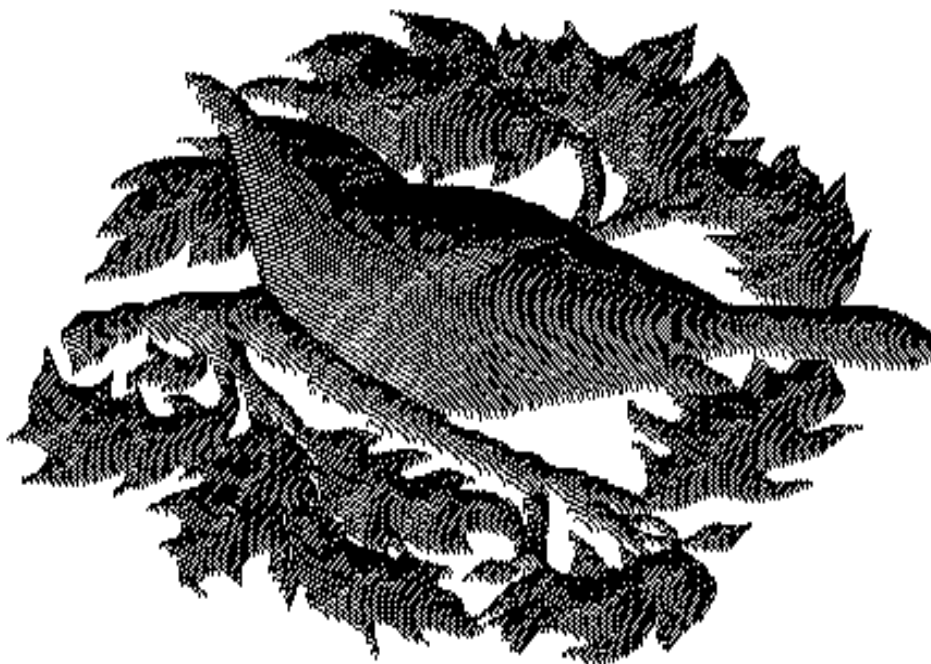
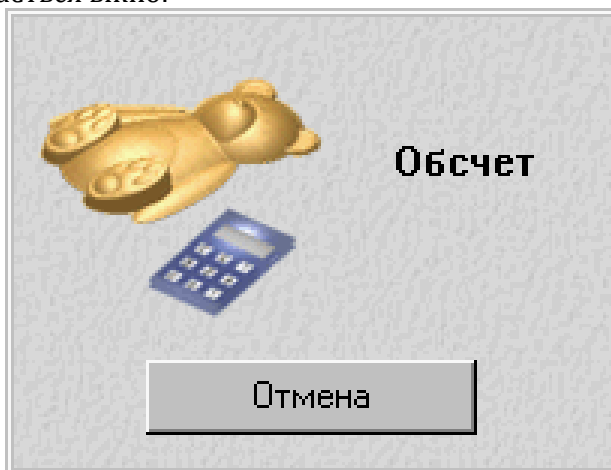
➤ Обчислення і візуалізація рельєфу

Після того, як для всіх кольорів Віда "Leaves and Main Body:1" задані Атрибути Кольору, можна приступати до обчислення Рельєфу.



1. Натисніть на кнопку Replace Relief (Замінити Рельєф). Поки виконуються обчислення, на екрані відображається вікно:

Зауваження: Як правило, великі області одного кольору вимагають більше часу для обчислення. У нашому прикладі вигляд 1 обробляється значно більше останніх.



Отриманий результат Ви можете порівняти з рельєфом, що зберігається у файлі bird01.rlf.

➤ Створення додаткових рельєфів

Вони створюються так само, як і базовий рельєф для вигляду "Leaves and Main Body:1":

1. Зробіть поточним Вид "Highlights:2".

2. Пов'яжіть кольори ока і зіниці з кольором основної частини тіла птаха, а колір виступаючої частини лап Пов'яжіть з кольором лап..

Зауваження: Не забувайте натискати (Атрибути Кольору) для кольорів, що залишилися. Пропоновані на кнопку Apply збільшення знаходяться в таблиці вище.

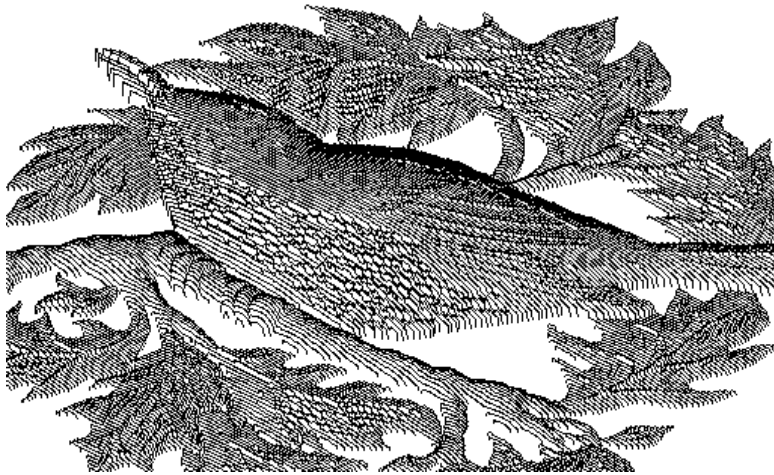
(Застосувати) для кожного профілю.



4. Натисніть на кнопку Add Relief (Додати Рельєфи).

5. Подивитися на отриманий рельєф в Тривимірному Вигляді.

Він виглядає таким чином:



Базові рельєфи тіла і дзьоба були трохи підведені так, щоб вийшли поглиблення для лінії розділення дзьоба і деталей тіла. (Такий же результат можна отримати, якщо задати для лінії розділення дзьоба і деталей тіла Увігнуту форму, не міняючи рельєфу тіла.) Як останній крок визначите Атрибути Кольору для видів 3 і 4 і додайте нові рельєфи до що вже існує, за допомогою



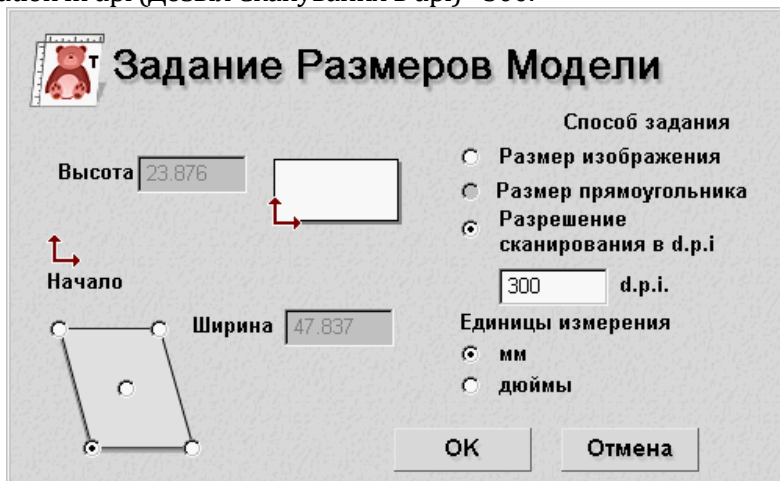
кнопки **Add Relief (Додати Рельєф)**. Файл Bird05.art був збережений з цими вже встановленими атрибутами, а кінцевий результат знаходиться у файлах в Bird05.art і Bird04.rlf.

1. Для того, щоб побачити це, відкрийте файл Bird05.art з директорії Examples/Bird



використовуючи кнопку **File Open (Відкрити Файл)**.

2. Потім з пункту меню Model (Модель) виберіть опцію Set Size (Встановити Розмір), з'явиться вікно діалогу Set Model Size (Завдання Розмірів Моделі). В області Method (Спосіб завдання) перевіряється, щоб були встановлені наступні опції - Scanned resolution (Дозвіл Сканування) і в Scanned Resolution In dpi (Дозвіл Сканування в dpi) - 300.



3. Далі з пункту меню Relief (Рельєф) виберіть опцію - Load (Завантажити) - Replace (Замінити) і виберіть файл bird04.rlf з директорії Examples/Bird.

➤ Створення/Відновлення рельєфів

Оскільки генерація рельєфу для вигляду 1 займає досить багато часу, має сенс зберегти цей за допомогою команди Save (Зберегти) меню Relief (Рельєф), а також кінцевий рельєфи (Bird01.rlf і Bird04.rlf). Кінцевий рельєф може знадобитися для генерації траєкторії механообробки. Рельєф, що згенерував для вигляду "Leaves and Main Body:1", можна використовувати в тому випадку, якщо Ви захочете внести деякі зміни до рельєфів решти видів, тоді Вам не доведеться витратити багато часу на генерацію базового рельєфу.

У цьому розділі розглядалася стратегія створення рельєфу для достатньо складного малюнка. Давалися рекомендації по прискоренню розфарбовування і стиранню зображення.

3.9. Побудова моделі «Кулон»

1. Закрийте всі файли, з якими Ви працювали до цього.



2. На інструментальній панелі Relief (Рельєф) виберіть кнопку Load Relief from File (Завантажити Рельєф).

3. Коли відкриється вікно діалогу Open (Відкрити) виберіть файл Pend_frm.rlf з директорії Examples/Overview.

4. У вікні діалогу Load Relief (Завантажити Рельєф) виберіть опцію Replacing (Замінити) і натисніть кнопку ОК.

5. Виберіть вікно Двомірного Вигляду.

ARTCAM автоматично створив чорно-біле півтонове представлення рельєфу. Лінію розділення, розташовану вище за Колірну Палітру можна перемістити вниз, якщо Колірна Палітра займає дуже багато місце на екрані.

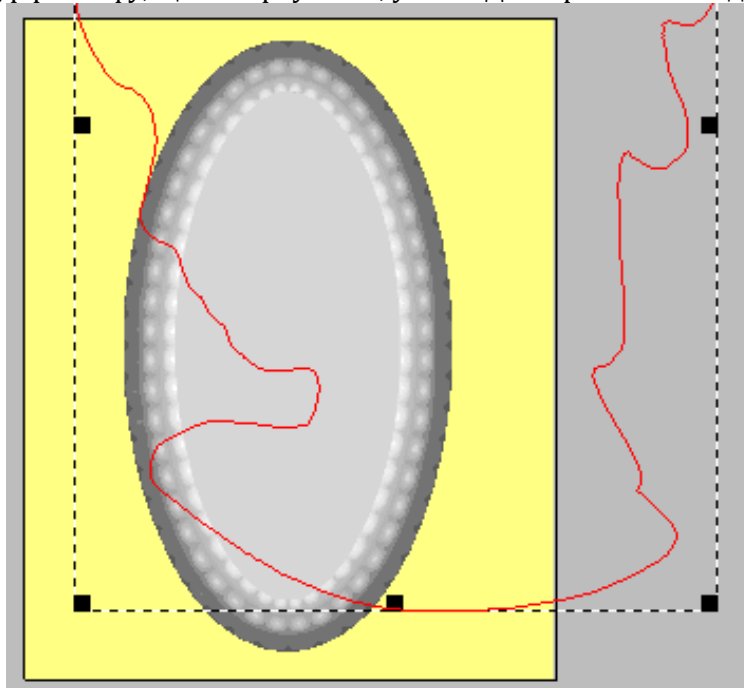


6. На інструментальній панелі Relief (Рельєф) виберіть кнопку Load Relief from File (Завантажити Рельєф).

7. Коли відкриється Вікно Діалогу Open (Відкрити) виберіть файл Lady.rlf з директорії Examples/Overview


8. У вікні діалогу Load Relief (Завантажити Рельєф) виберіть опцію Paste (Вставити) і натисніть кнопку ОК.

Відкривається вікно діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон), і з'являється зовнішній контур рельєфу, що імпортується, у вікні Двомірного Вигляду.

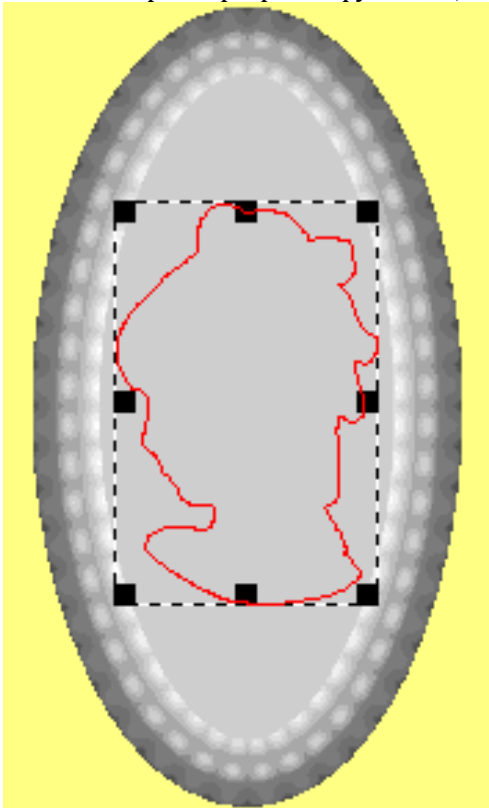


Рельєф, що імпортується, може бути трансформований, заданий необхідного розміру і розташований точно так, як і будь-який інший контур, використовуючи зовнішній контур рельєфу, що вставляється, у вікні Двомірного Вигляду. Зміни, які Ви зробите із зовнішнім контуром, будуть відбиті і в рельєфі. Рельєф, що в даний час імпортується, має дуже великі розміри:

Ви можете змінювати розміри рельєфу, що імпортується, використовуючи, кутовий маркер (не забудьте, що при натиснутій клавіші Shift зміна розмірів контура відбуватиметься пропорційно), або використовуючи закладку Scale вікна діалогу 3D Clipart. Для того, щоб перемістити контур (і зв'язаний ним рельєф) перемістите курсор миші так, щоб він змінився на

 Натисніть ліву кнопку миші, і утримуючи її перемістите миша, разом з рельєфом. Відпустите кнопку миші після того, як Ви перемістили контур в необхідне місце.

9. Змініте розміри рельєфу так, щоб він був розташований в центрі кулона.



10. Перемістити вектор в центр кулона.

Тепер, коли Ви розмістили тривимірний шаблон, Ви повинні підігнати його висоту і визначити, як об'єднати тривимірний шаблон з поточним рельєфом.

11. Необхідна інформація про поточний рельєф знаходиться в лівій частині екрану у Вікні Управління - максимальна висота поточного рельєфу складає 0,659 мм.

12. Перейдіть на сторінку Size (Розмір) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

Буде отримана інформація, що максимальна висота тривимірного шаблону - 2,5 мм. Хоча висота автоматично масштабувалися пропорційно зміні розміру, це значення майже в 4 рази вище за висоту підстави кулона.

13. Перемістите бігунок Scale Z (Масштабувати Висоту по Z), так, щоб максимальна висота рельєфу була 0,5 мм.

14. Натисніть кнопку Apply (Застосувати).

15. Перейдіть на закладку Mode (Метод) у вікні діалогу 3D Clipart (Тривимірний Шаблон).

Ми хочемо Додати (використовувати метод Add) рельєф шаблону на підставу кулона, ця опція заданої за умовчанням.

16. Перевірте, що вибраний метод Add (Додати) (метод відображається в області Summary (Інформація про шаблон), розташованою в лівій частині вікна діалогу.

17. Натисніть кнопку Paste (Вставити).

18. Натисніть кнопку Close (Закрити).

19. Виберіть вікно Тривимірного Вигляду і закрасіть отриманий рельєф, щоб побачити кінцевий результат.

Щоб побачити представлення отриманого рельєфу у вікні Двомірного Вигляду, необхідно використовувати опцію Grayscale from relief (Півтонове Зображення по Рельєфу) в меню Model (Модель).

3.10. Механічна обробка рельєфу

У цьому розділі Ви створите просту програму, що управляє, використовуючи заздалегідь підготовлений рельєф. Настановні параметри механообробки в даному прикладі призначені тільки для демонстрації. Мається на увазі, що Ви вже знаєте, як експлуатувати Ваш верстат, і що Ваші знання досить для того, щоб вибрати відповідний інструмент і технологічні параметри. Якщо Ви не упевнені в яких-небудь аспектах роботи вашого верстата, консульгуйтеся з кваліфікованим фахівцем або зв'яжіться з постачальником Вашого верстата.

➤ Відкриття рельєфу

Механічна Обробка в ARTCAM Pro починається після отримання Тривимірного рельєфу. В даному прикладі Ви використовуєте проект, що створений шляхом простій вставки декількох елементів з Тривимірних Шаблонів, знаходиться на компакт-диск, - диску ARTCAM Pro CD.

1. Використовуючи команду Close (Закрити) меню File (Файл) закрийте всі проекти, з якими працювали до цього.

2. Виберіть команду Load - Replace (Завантажити - Замінити) в меню Relief (Рельєф).

3. Завантажте файл Dragbadg.rlf з директорії Examples/overview..

Оскільки немає ніякого зображення у вікні Двомірного Вигляду, ARTCAM створює півтонове чорно-біле зображення у вікні Двомірного Вигляду.

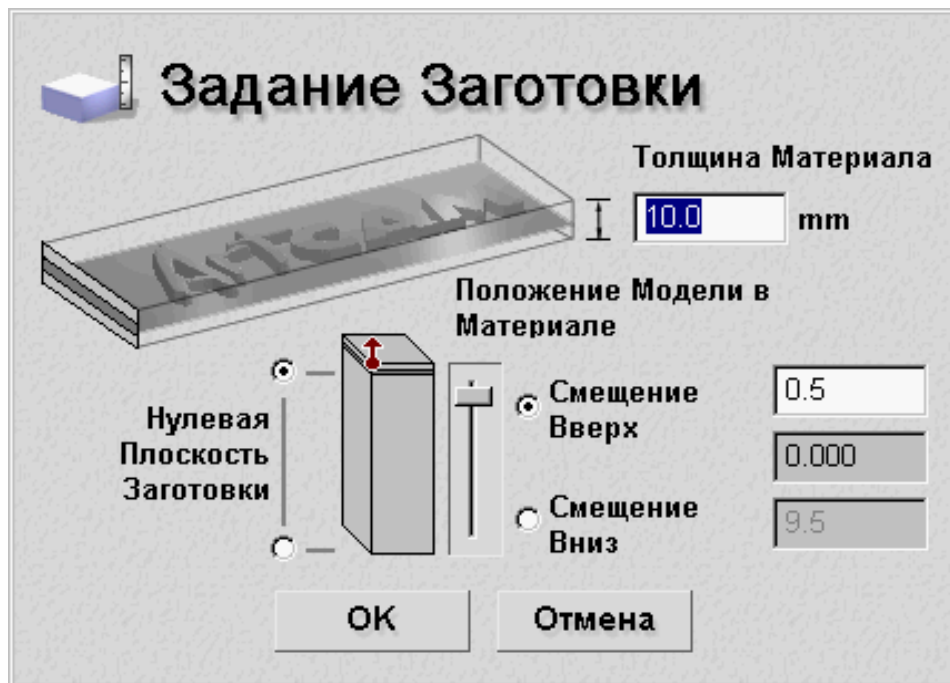
➤ Створення УП

Для створення програми, що управляє, використовується Toolpath Manager (Менеджер УП).

4. Перемкнетесь на інструментальну панель Toolpath (УП).



5. Натисніть кнопку Material Setup (Завдання Заготівки).

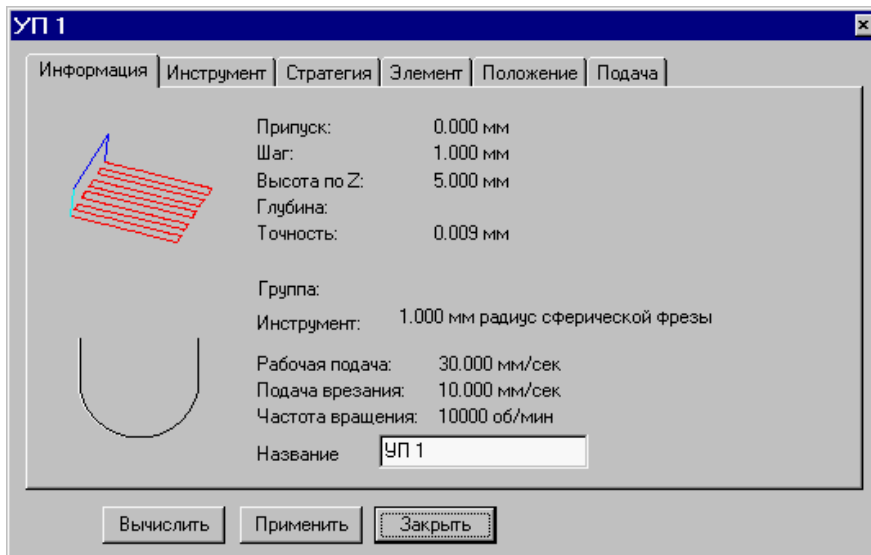


Залиште всі значення за умовчанням і натисніть кнопку ОК.

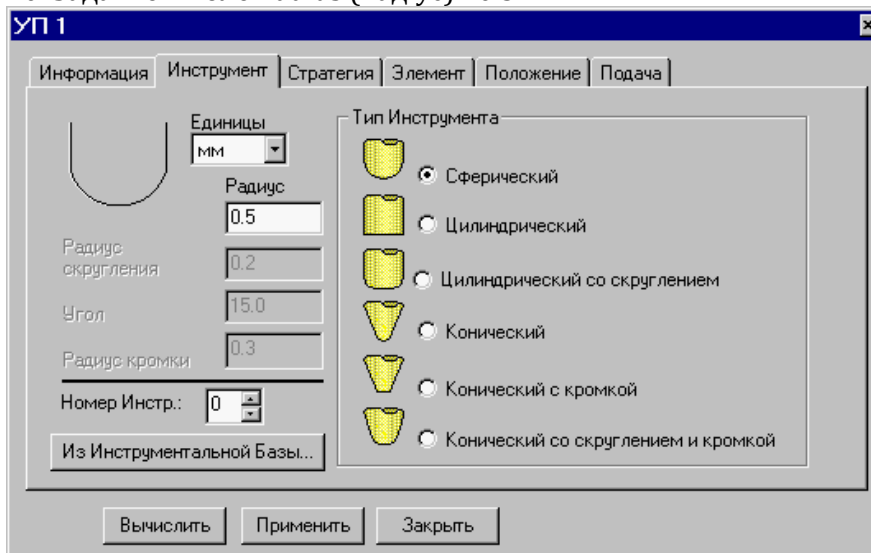


6. Клацніть по кнопці Create new toolpath (Створити Нову УП).

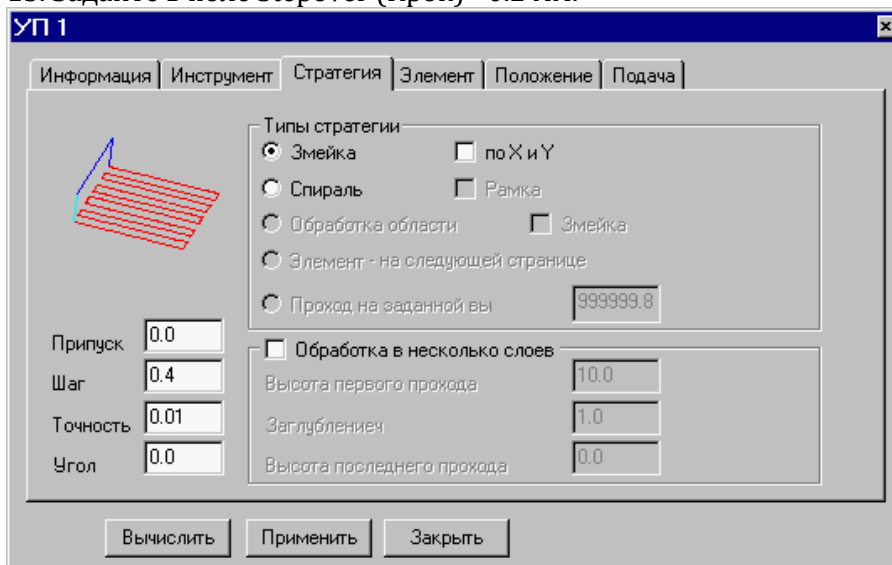
7. Введіть в поле Description (Назва) на закладці Summary (Інформація) ім'я траєкторії руху інструменту "Simple Raster". Це ім'я може мати не більше 32 символів, включаючи пропуски.



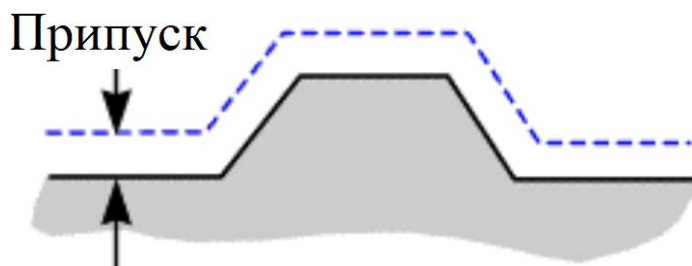
8. Виберіть закладку Tool (Инструмент).
9. Виберіть Тип Инструменту - Ball Nose (Сферична Фреза).
10. Задайте в поле Radius (Радіус) - 0.5 мм.



11. Виберіть закладку Strategy (Стратегія).
12. Виберіть Тип Стратегії - Raster (Растрова Обробка).
13. Задайте в поле Stepover (Крок) - 0.2 мм.



У закладці Strategy (Стратегія) можна також задати обробку в декілька проходів з поступальним опусканням інструменту по Z, і припуск, який залишиться на поверхні після обробки.



Для цього прикладу всі установки можна залишити за умовчанням.

14. Проглянете інші закладки.

Закладка Feature (Елемент) не доступна тому, що ми не визначили контур як лінію обведення, для отримання докладнішої інформації дивися розділ "Заняття 12 - Обробка Контурних Областей".

У закладках Position (Положення) і Feeds (Подача) задаються значення, які залежать від верстата, інструменту і матеріалу заготовки і інструменту.

Значення, які Ви задали, призначені для ілюстрації. Якщо Ви хочете обробити модель з цього прикладу, виберіть значення, які є відповідними (і збережете їх!) для Вашого верстата. Якщо є які-небудь сумніви, звернетесь за довідкою до кваліфікованого фахівця або постачальника Вашого верстата.

15. Натисніть кнопку Apply (Застосувати) для того, щоб запам'ятати задані значення.

16. У закладці Summary (Інформація) будуть тепер відображені всі настройки, які були визначені для даної траєкторії руху інструменту.

17. Закрийте Toolpath Manager (Менеджер УП).



18. Натисніть кнопку Calculate Toolpath (Обчислити УП).

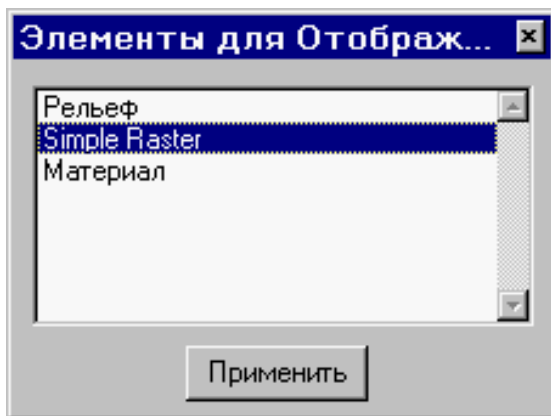
Ви бачитимете, як у вікні Тривимірного Віда ARTCAM створює програму, що управляє, у вигляді лінії червоного кольору. Для того, щоб розглянути програму, що управляє, детальніше, перемістіть або Закрийте діалогове вікно Toolpath Manager (Менеджер траєкторії руху інструменту). Якщо клацніть кнопкою миші у іншому місці екрану, то ARTCAM дасть Вам можливість відмовитися від створення траєкторії руху інструменту.

Як тільки програма, що управляє, була створена, ARTCAM сигналізує про це - з'являється відмітка червоного кольору поряд з назвою траєкторії руху інструменту у вікні діалогу Toolpath Manager (Менеджер УП).



Програма, що управляє, створюється по поточному рельєфу, що знаходиться у вікні Тривимірного Вигляду.


18. Клацніть по кнопці  Items to Display (Елементи для Відображення).



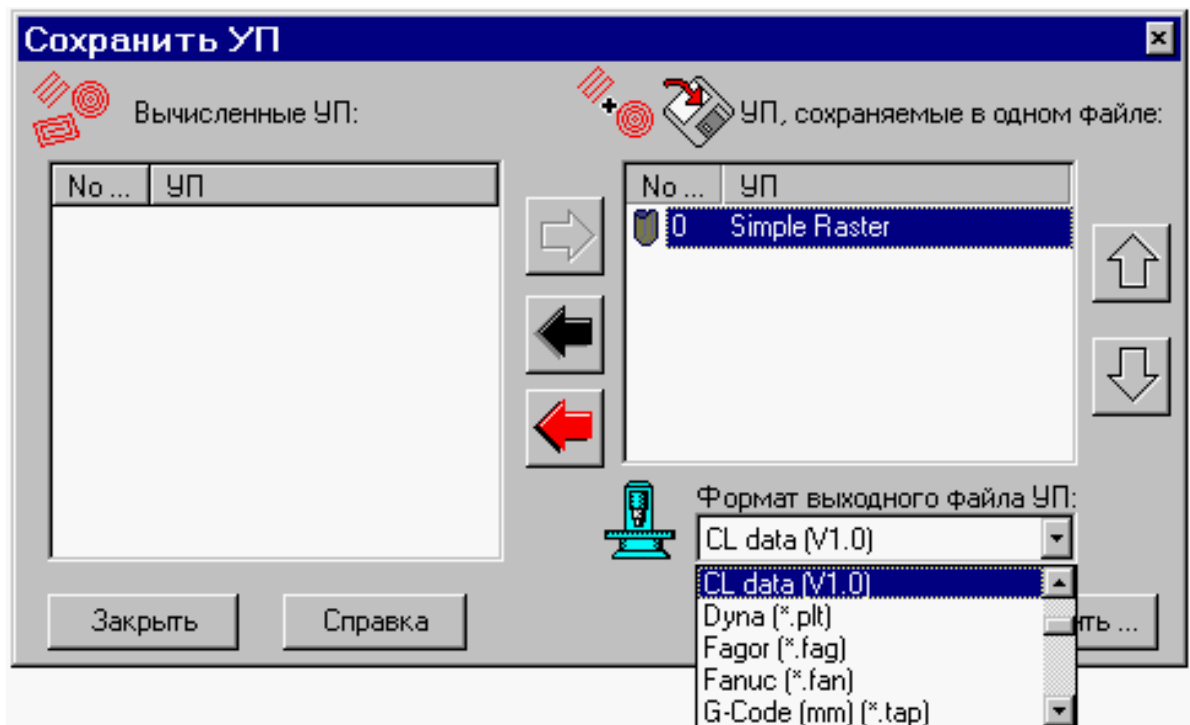
Тепер Ви можете досліджувати траєкторію руху інструменту так само, як було описано в розділі "Управління Вікном Тривимірного Виду" розділу "Створення Тривимірного Рельєфу". Зараз Ви можете зберегти УП у форматі конкретної стійки ЧПУ.

➤ **Збереження УП для конкретної стійки**



1. Натисніть кнопку  Save Toolpath (Сохранить УП) на інструментальній панелі Toolpath (УП).

З'являється вікно діалогу Save Toolpaths (Зберегти УП). Якщо Ви створили декілька програм, що управляють, або маєте верстат з автоматичною зміною інструменту, то Ви можете упорядкувати і об'єднувати свої програми, що управляють, використовуючи це вікно діалогу. Для нашого прикладу, який складається тільки з однієї програми, що управляє, Ви можете просто вибрати вихідний формат файлу для верстата з ЧПУ і натиснути кнопку Save (Зберегти).



Вихідний файл зберігається у форматі конкретного верстата з ЧПУ. Для отримання докладної інформації дивися відповідний розділ в On-Line Help Manual (Довідка – По Індексу).

3.11. Візуалізація механічної обробки

У цьому розділі Ви навчитеся використовувати інструменти в ARTCAM Pro, які дозволяють моделювати процес механічної обробки. Отримавши візуалізовану оброблену ділянку моделі, можна оцінити якість обробки в ARTCAM, до виходу на верстат з ЧПУ.

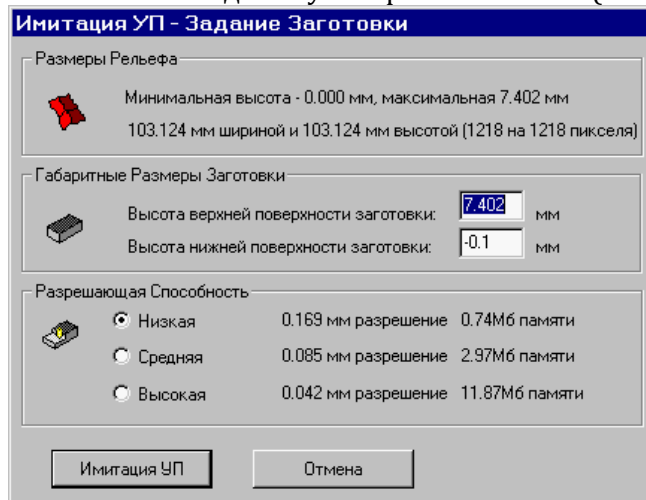
➤ Завантаження простого рельєфу і програми, що управляє

1. Використовуючи команду Close (Закрити) з меню File (Файл) закрийте всі проекти, з якими Ви працювали до цього.
2. Виберіть інструментальну панель File (Файл), і відкрийте файл Badge.art
3. Клацніть по УП Simple Raster у Вікні Управління.



4. Натисніть кнопку Toolpath Simulation (Імітація УП).

З'явиться вікно діалогу Toolpath Simulation (Імітація УП):



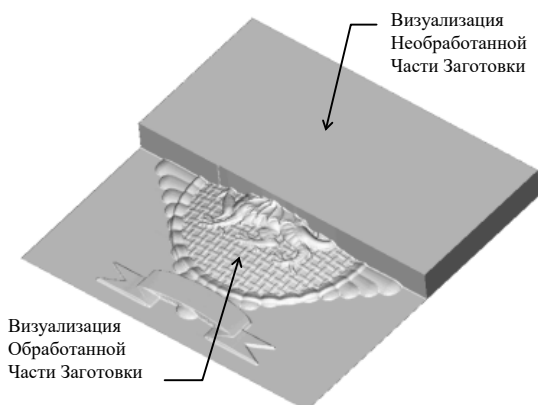
7. Виберіть опцію Standard (Середня) з області Simulation Relief Resolution (Роздільна Здатність).

8. Решту значень установки можна залишити за умовчанням. Для початку візуалізації натисніть кнопку Simulate Toolpath (Імітація УП).

9. Переключитесь у вікно Тривимірного Вигляду для того, щоб побачити процес візуалізації.

Габарити заготівки визначаються у вікні діалогу Toolpath Simulation (Імітація УП інструменту). Заготівка буде представлена у вікні Тривимірного Вигляду у вигляді синіх каркасних ліній. Траєкторія руху інструменту зображається червоним кольором, вона використовується для "зняття" матеріалу, оскільки це відбуватиметься насправді.

Зрозуміліше цей процес зображений нижче, де оброблена тільки половина заготівки, і потім заготівка була тонована.



Кінцевий результат - тривимірна модель, отримана механічною обробкою заготівки з мінімальним використанням інструментів.

Після того, як візуалізація закінчилася, Ви можете, використовуючи звичайні інструменти у вікні Тривимірного Вигляду тонувати і проглядати результат обробки, використовуючи закладки Lights і Materials у Вікні Управління. Для отримання докладнішої інформації дивися відповідний розділ On-Line Help Manual (Довідка - По Індексу).

3.12. Механічна Обробка Елементів

У цьому розділі Ви навчитеся імпортувати контури тексту і використовувати їх для отримання опуклих і поглиблених написів на поверхні рельєфу кокарди. Це досягається використанням методики, яка називається, - Feature Machining (Обробка Елементів).

➤ Завантаження Рельєфу

1. Використовуючи команду Close (Закрити) з меню File (Файл) закрийте всі проекти, з якими Ви працювали до цього.

2. Виберіть команду Load - Replace (Завантажити - Замінити) в меню Relief (Рельєф).

3. Завантажте файл Dragbadg.rlf з директорії Examples/overview.

Оскільки немає відповідного двомірного зображення для цього рельєфу, ARTCAM створює чорно-біле півтонове представлення завантаженого рельєфу у вікні Двомірного Вигляду.

➤ Визначення Контурних Елементів

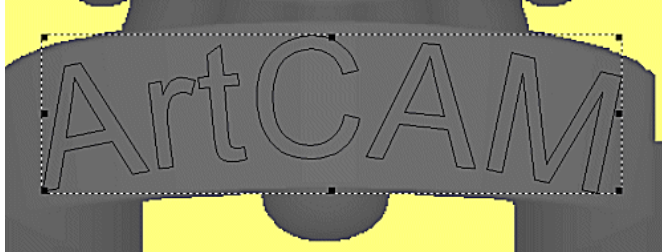
1. Перейдіть у вікно Двомірного Вигляду.

2. Виберіть команду Import Import Vector Data (Імпорт Векторів) з меню File (Файл).

3. Завантажте файл ArtCAMtxt.eps з директорії Examples/overview.

Напис "ARTCAM" з'являється у вигляді контура поверх підстави кокарди. Цей напис був створений у векторному графічному редакторі. При імпортуванні всі букви згруповані разом.

4. Наблизьте зображення кокарди так, щоб Ви змогли побачити всі букви виразно.



5. Виберіть команду Ungroup Vector (s) (Розгрупувати Контур(ы)) в меню Vectors (Вектора).

6. Використовуючи інструмент  Select Vector (Виділити Вектор) обведіть рамкою букви "Art".




7. Виберіть команду Group Vector (s) (Згрупувати Контур(ы)) в меню Edit (Редагувати).

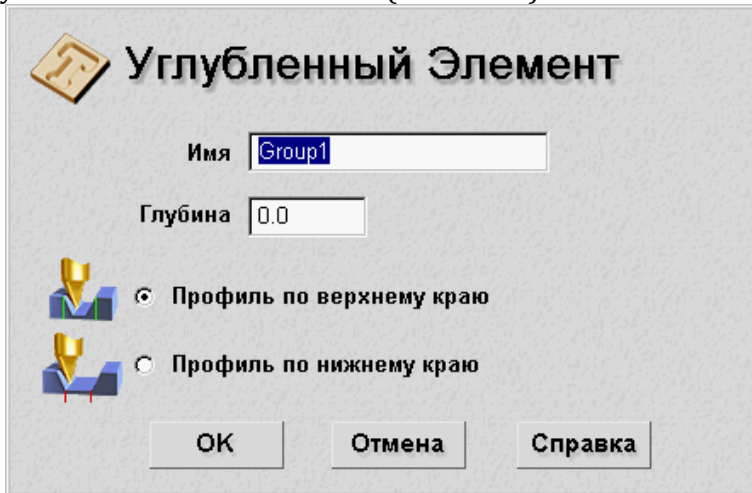


8. Повторите цю операцію для групи букв "CAM".

Ви зараз розділили напис "ARTCAM" на дві групи. Кожній групі можна задавати різні параметри контурної обробки. Після простої растрової обробки, Ви повинні використовувати чистовий інструмент для обробки контурних областей окремо.

1. Виберіть групу "Art".


2. Виберіть кнопку  Create Recessed Feature (Створити Поглиблений Елемент) на інструментальній панелі Features (Елементи).

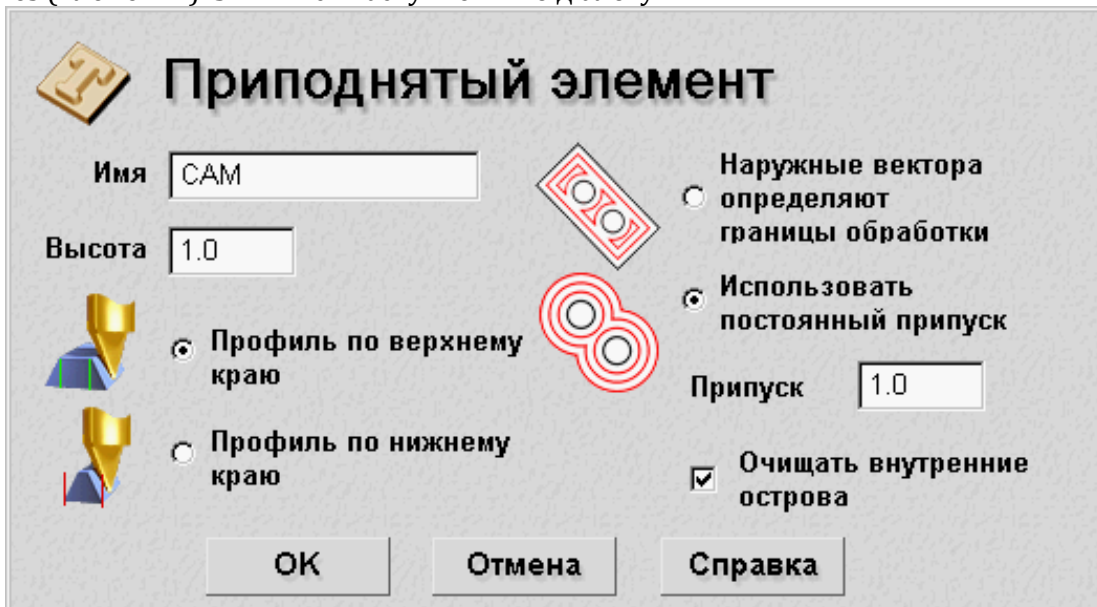


3. Задайте ім'я групі – "Art".
4. Виберіть опцію Profile is bottom egde (Профіль по нижньому краю).
5. Задайте глибину – 1 мм.
6. Натисніть кнопку ОК.

Зараз Ви визначили контурний елемент, заснований на групі контурів "Art". Усередині цієї групи по початковому рельєфу буде здійснено гравіювання на глибину 1 мм.

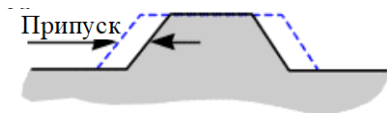
7. Виберіть групу "CAM".

8. Натисніть кнопку  Raised Feature (Підведений елемент) на інструментальній панелі Features (Елементи). З'явиться наступне вікно діалогу:



9. Задайте ім'я 'CAM'.
10. Виберіть опцію Profile is top edge (Профіль по верхньому краю).
11. Задайте висоту – 1 мм.

Використання підведеного елемента, дозволить ARTCAM автоматично визначити, який матеріал буде залишений після чорнової обробки і потім оброблений інструментом гравіювання. Використання опції Feature Allowance (Пріпуск Контурного Елементу) дозволяє визначити шар матеріалу, який буде залишений навколо межі елемента після чорнової обробки.



6. Задайте значення Feature Allowance (Пріпуск) – 1 мм і натисніть кнопку ОК.



Синя лінія навколо межі тексту показує Feature Allowance (Пріпуск Елементу).

Зараз визначено два контурні елементи, які оброблятимуться окремо після чорнової обробки.

Створення Чорнової Обробки

1. Перемкнетеся на панель Toolpaths (УП).



2. Виберіть кнопку Material Setup (Завдання Заготівки) і приймете значення, задане за умовчанням.



3. Виберіть кнопку Create New Toolpath (Створити Нову УП).

Як тільки Ви зробили це, ARTCAM створює новий рельєф. Він виходить додаванням до початкового рельєфу рельєфу, що отримується підняттям на задану висоту заздалегідь певних контурних елементів. Цей новий рельєф є тимчасовим, і використовуватиметься тільки при створенні чорнової растрової програми, що управляє. Він називається Feature Relief (Рельєф Контурного Елементу). Цей процес повністю автоматизований, тому вам немає необхідності створювати растрову чорнову програму, що управляє. Щоб побачити Feature Relief (Рельєф Контурного Елементу) необхідно:

1. Перейдіть у вікно Тривимірного Вигляду.

2. Клацніть по кнопці  Items to View (Елементи для відображення).

3. Виберіть Feature Relief (Рельєф Елементу).

4. Приберіть виділення Relief (Рельєф) і Material (Заготівка).

5. Тонуйте рельєф елемента.

Ви увидите, где был добавлен материал для того, чтобы поднять элемент "CAM".



7. Задайте в полі Description (Опис) на закладці Summary (Зведення) ім'я програми "Simple Raster, що управляє".

8. Виберіть закладку Tool (Інструмент).

9. Виберіть Тип Інструменту - Ball Nose (Сферична Фреза).

10. Задайте в поле Radius (Радіус) - 0.5 мм.

11. Виберіть закладку Strategy (Стратегія).

12. Виберіть Strategy Type (Типи Стратегії) - Raster (Змійка).

13. Задайте в поле Stepover (Крок) - 0.2 мм.

14. Решта всіх установок на інших закладках можна залишити за умовчанням.

15. Натисніть кнопку Apply (Застосувати) для того, щоб застосувати задані значення.

16. У закладці Summary (Інформація) будуть тепер відображені всі настройки, які були визначені для даної програми, що управляє.



17. Натисніть кнопку Calculate Toolpath (Обчислити УП).

Програма, що управляє, буде створена, використовуючи Feature Relief (Рельєф Елементу) як шаблон. Як тільки програма, що управляє, згенерує, Ви можете її візуалізувати і побачити, що буде зараз видалене.



1. Натисніть кнопку Toolpath Simulation (Імітація УП).

2. Виберіть опцію Standard (Середнє) з області Simulation Relief Resolution (Вирішуюча Способність).

3. Решту значень установки можна залишити за умовчанням. Для початку візуалізації натисніть кнопку Toolpath Simulation (Імітація УП).

Після завершення процесу імітації, Ви можете тонувати зображення і побачити, що чорнова обробка залишає матеріал для подальшого гравірування.

Створення Програми, що Управляє, для обробки Елементу



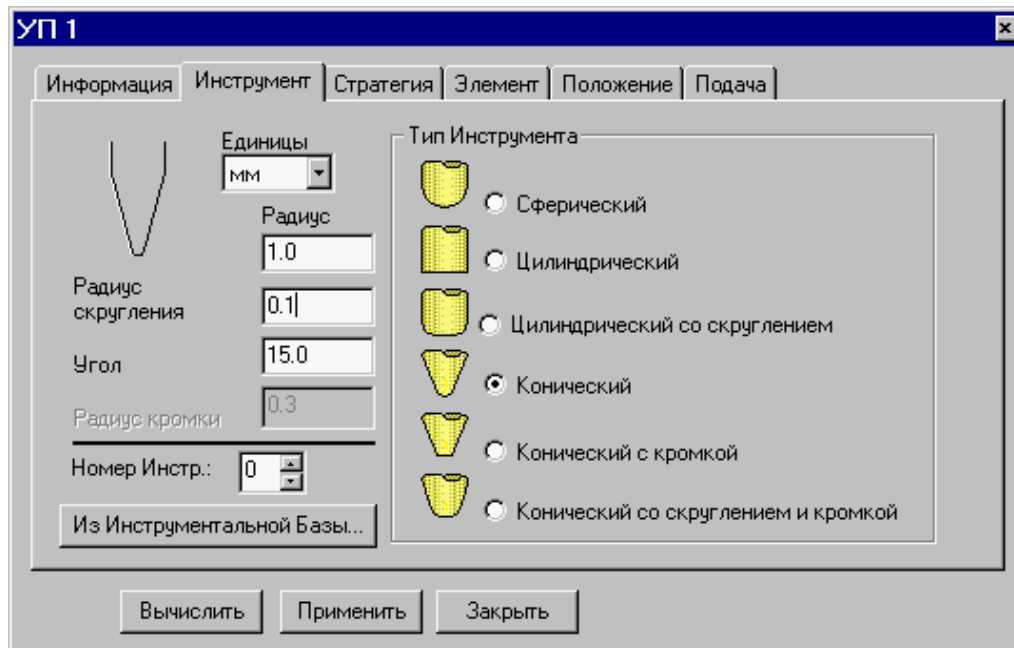
1. Натисніть кнопку Create new toolpath (Створити нову УП).

2. Задайте в полі Description (Назва) на закладці Summary (Інформація) ім'я програми "CAM Feature, що управляє".

3. Виберіть закладку Tool (Інструмент).

4. Виберіть Тип Інструменту - Conical (Конічна Фреза).

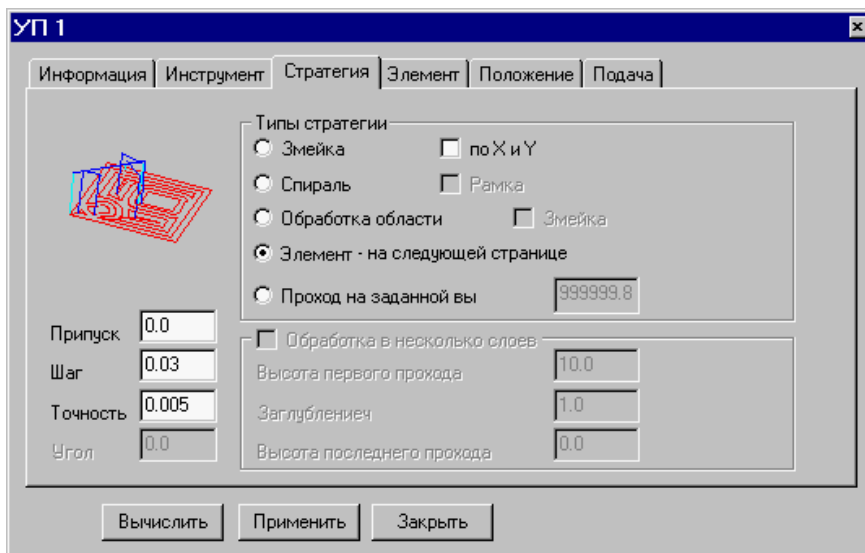
5. Задайте в поле Tip Radius (Радіус Вершини) - 0.1 мм.



7. Виберіть закладку Strategy (Стратегія)..

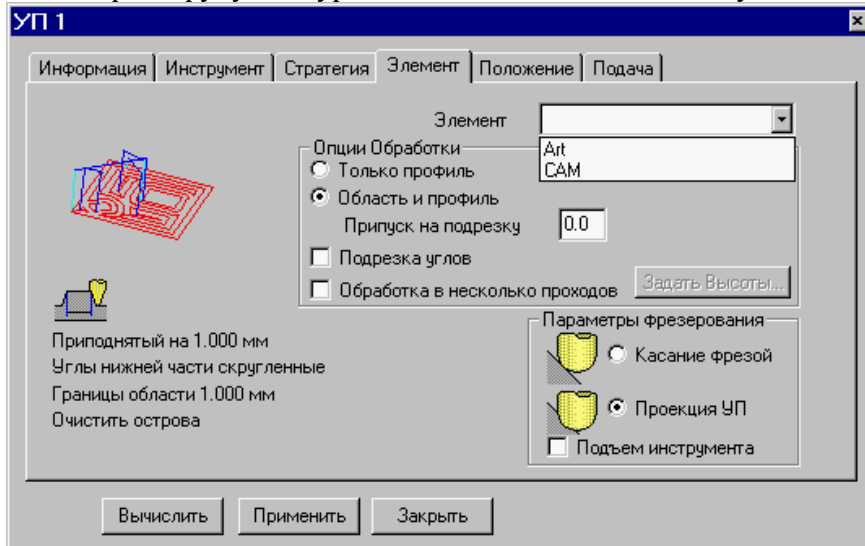
8. Виберіть Strategy Type (Тип Стратегії) - Feature (Елемент).

9. Задайте в поле Stepper (Крок) - 0.03 мм.



10. Виберіть закладку Feature (Елемент).

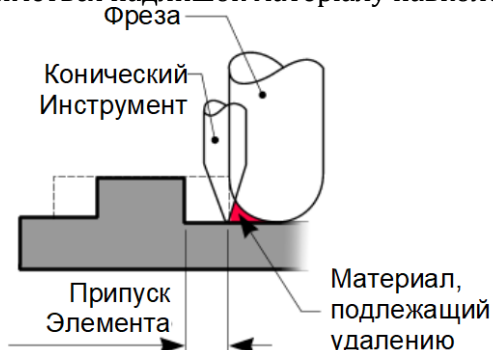
11. Виберіть групу контурних елементів "CAM" із списку Feature (Елементів).



12. Виберіть з області Machining Options (Опції Обробки) опцію Area Clear and Profile (Область і профіль).

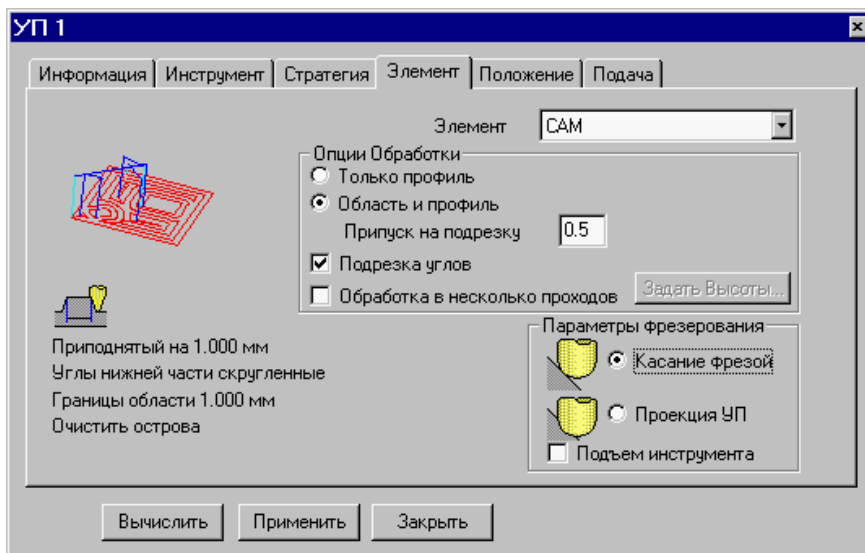
13. Виберіть з області Machining Options (Опції Обробки) опцію Corner Sharpening (Підрізування Кутів)..

Із-за використання інструменту – Сферичної Фрези для чорнової растрової обробки, залишатиметься надлишок матеріалу навколо межі підведеного контурного елемента



Визначивши значення Overcut Distance (Відстань Видалення) Ви можете, використовуючи конічний інструмент гравіювання, видалити зайвий матеріал.

14. Задайте значення Overcut Distance (Припуск для видалення) - 0.5 мм.



15. Решта всіх установок на інших закладках можна залишити за умовчанням.

16. Натисніть кнопку Apply (Застосувати) для того, щоб запам'ятати задані значення.

17. У закладці Summary (Інформація) будуть тепер відображені всі настройки, які були визначені для даної програми, що управляє.



18. Натисніть кнопку Calculate Toolpath (Обчислити УП).



19. Натисніть кнопку Toolpath Simulation (Імітація УП) після того, як закінчився процес обчислення.

Ви можете використовувати той же самий інструмент і інші установки для створення другої програми, що управляє, для обробки групи контурних елементів "Art Feature". За допомогою



кнопки Copy Toolpath (Копіювати УП) Ви можете створити копію існуючої програми, що управляє, і потім її модифікувати..

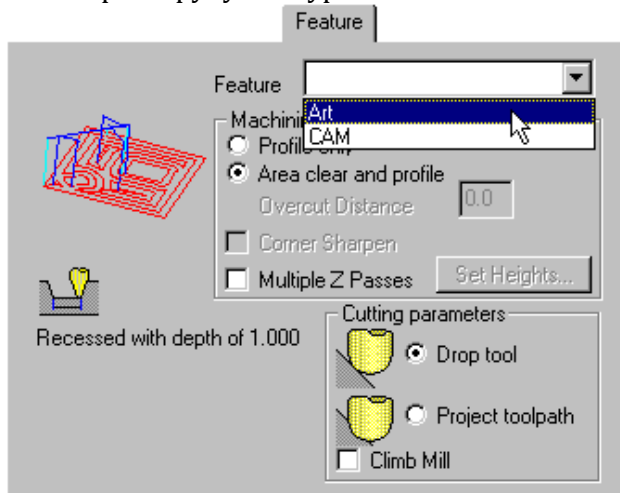


1. Натисніть кнопку Copy Toolpath (Копіювати УП).


2. Задайте в полі Description (Назва) на закладці Summary (Інформація) ім'я програми "Art Feature, що управляє".


3. Виберіть закладку Feature (Елемент).

4. Виберіть групу контурних елементів "Art" із списку Feature (Елементи).



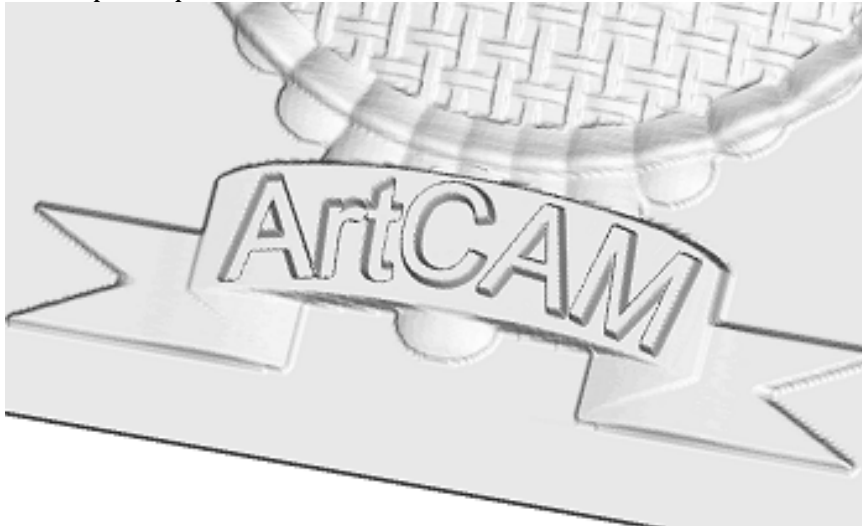
5. Решту всіх установок можна залишити такі ж, як і для групи контурних елементів "CAM Feature", потім натисніть кнопку Apply (Застосувати) для того, щоб застосувати задані значення.

6. Натисніть кнопку  Calculate Toolpath (Обчислити УП).

7. Натисніть кнопку  Toolpath Simulation (Імітація УП) після того, як закінчився процес обчислення.

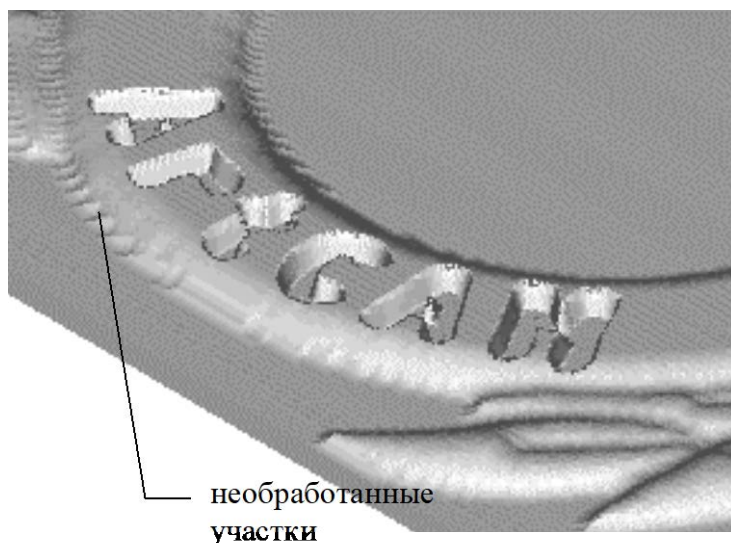
8. Натисніть кнопку Simulate Toolpath (Імітація УП), для того, щоб застосувати нову програму, що управляє, для обробки контурного елемента до поточної візуалізації.

Тепер отримана повна візуалізація обробки всіх трьох програм, що управляють, які Ви створили. Ви можете тепер збільшувати, маніпулювати і тонувати отриманий рельєф, як будь-який інший рельєф в ARTCAM.



➤ Рельєф: Обробка профілю

Перегляд результатів обробки для Female Feature в розділі "Лабораторна робота 16 - Механічна Обробка Елементів" дозволяє побачити грубі необроблені ділянки. Обробка навколо кільця дозволяє краще позначити профіль.




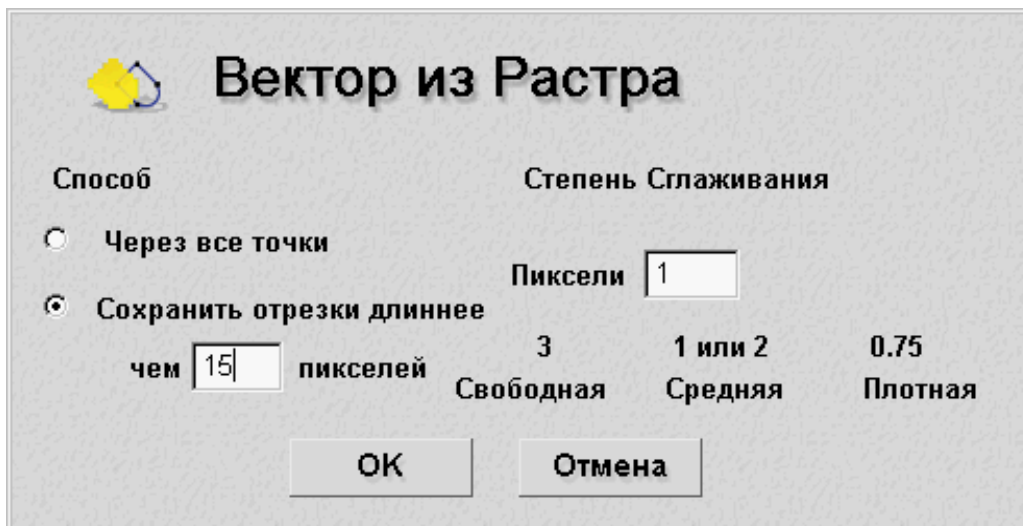
Методика створення проходу для обробки профілю наступна - побудувати контур навколо кільця, згрупувати його, потім задати обробку по центральній лінії, і обробити цю область контуру тільки по контуру.

Проте, щоб отримати більш гладку траєкторію руху інструменту, необхідно спочатку обробити контур. Потрібний сметить контур на невелику відстань. Це необхідно для того, щоб програма, що управляє, не мала стрибків, і відповідно рельєф не мав зубців. Отриманий зміщений контур повинен бути згладжений, щоб зменшити число дуг в нім і покращувати плавність руху програми, що управляє.

1. За допомогою команди Open (Відкрити) меню File (Файл) відкрийте файл crest13.art, який знаходиться в директорії Examples/Crest.




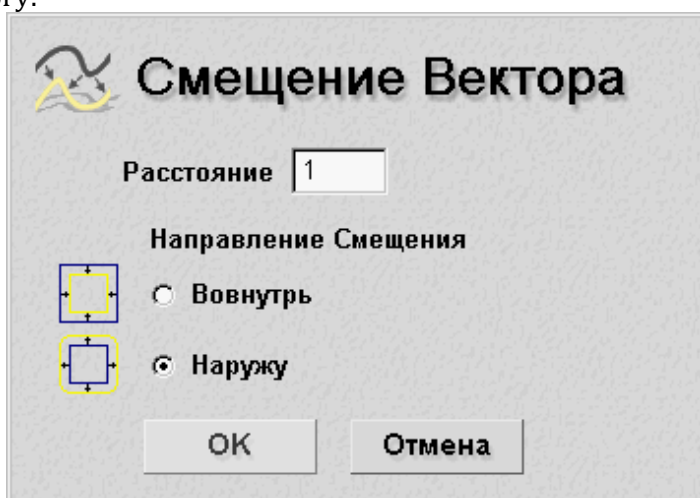
2. Виберіть колір кільця (жовтий) як Первинний Колір, і потім виберіть кнопку  Fit Vectors to Colour Boundaries (Створити Вектор по Межі Кольору) на інструментальній панелі Vector (Вектор) З'явиться наступне вікно діалогу:



3. Прийміть значення за умовчанням, натиснувши кнопку ОК. Будуть створений два контури по межах кільця.



4. Виберіть зовнішній контур, і потім виберіть кнопку  Contour Offset (Зсув Векторів) на інструментальній панелі, Vector Editing (Редагування Векторів) щоб з'явилося наступне вікно діалогу:



5. Задайте в полі Offset distance (Відстань зсуву) - 0.5, і в області Offset Direction (Напрямок Зсуву) – опцію Outwards (Назовні). Потім натисніть на кнопку ОК. Тепер з'являться два контури.

6. Повторите цю операцію, щоб змістити всередину внутрішній контур на 0,5 мм.



7. Початкові контури необхідно видалити. Для цього виділити їх за допомогою кнопки



Select Vector Contour (Вибрати Вектор) і потім натисніть клавішу Del (Видалити).

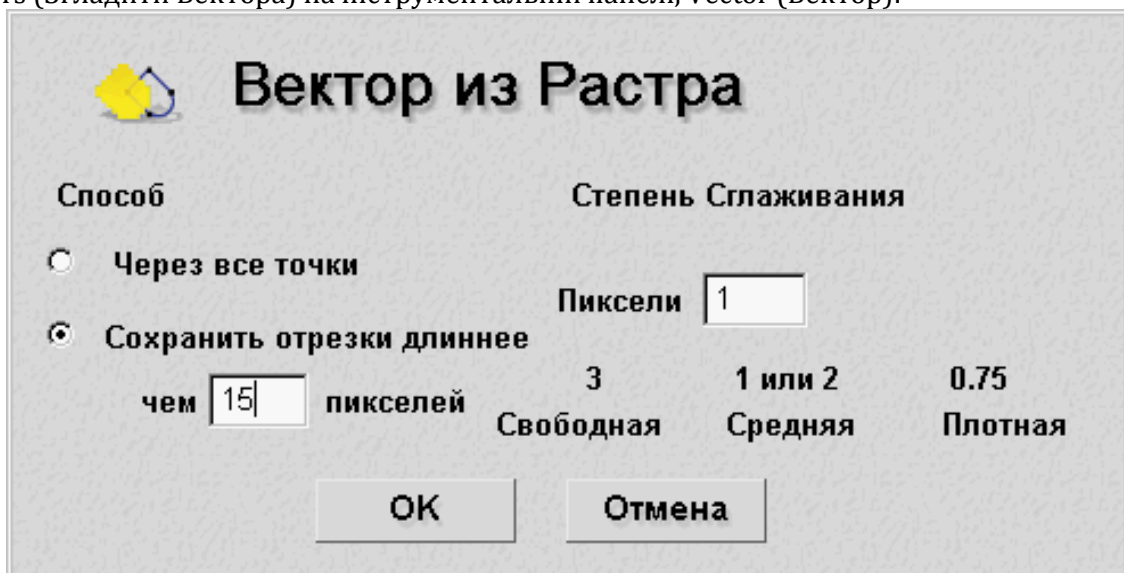
8. Щоб згладити зміщені контури, що залишилися, виберіть зовнішній контур за допомогою



кнопки Select Vector Contour (Вибрати Вектор), і потім виберіть кнопку



Smooth Vectors (Згладити Вектора) на інструментальній панелі, Vector (Вектор):



9. Натисніть кнопку ОК

10. Повторіть цю операцію для внутрішнього вектора.

11. Згрупуйте ці два контури разом, вибравши спочатку один (використовуючи кнопку



Select Vector (Вибрати Контур)), а потім виберіть другий контур (при натиснутої клавіші



Shift і кнопки). Після цього виберіть команду Group (Згрупувати) на інструментальній панелі, Vector (Вектор).

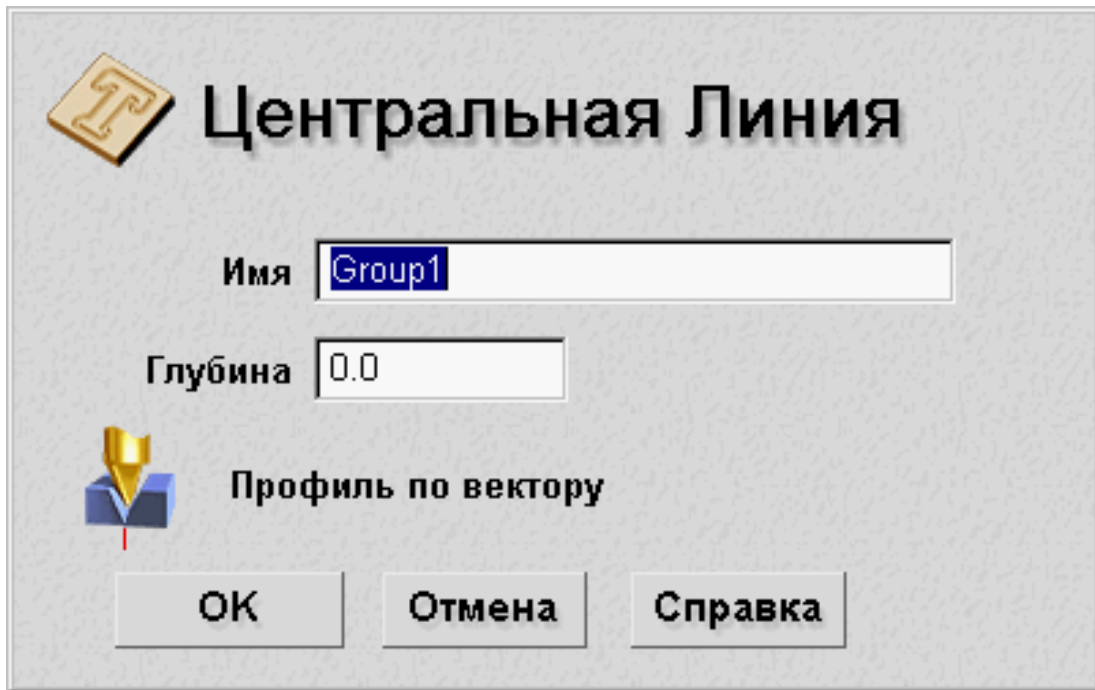
12. Выделите созданную группу (используя кнопку



Select Vector (Выбрать Вектор) если до этого она не выбрана), на инструментальной панели Feature (Элементы) выберите кнопку




Centreline Feature (Создать Элемент, гравированный по вектору) : Появится окно диалога:



13. Задайте в полі Name (Ім'я) назву - Ring Profile, в полі Depth (Глибина) значення - 0 і в області Profile represents. - опцію Centre line (По Центральній Лінії) і потім натисніть на кнопку ОК.

14. За допомогою команди Load - Replace (Завантажити - Замінити) з меню Relief (Рельєф) завантажте файл crest01.rlf, який знаходиться в директорії Examples/ Crest.

15. Завантажте файл Data crest14.tpm за допомогою опції Load Toolpath (Завантажити Траєкторію) з меню Toolpath (УП).

16. Створіть програму обробки профілю, що управляє, вибравши кнопку  New Toolpath (Нова УП).


17. Перейдіть до закладки Summary (Інформація) і в полі Description (Назва) введіть ім'я для цієї траєкторія руху інструменту (наприклад - Profiling Ring).

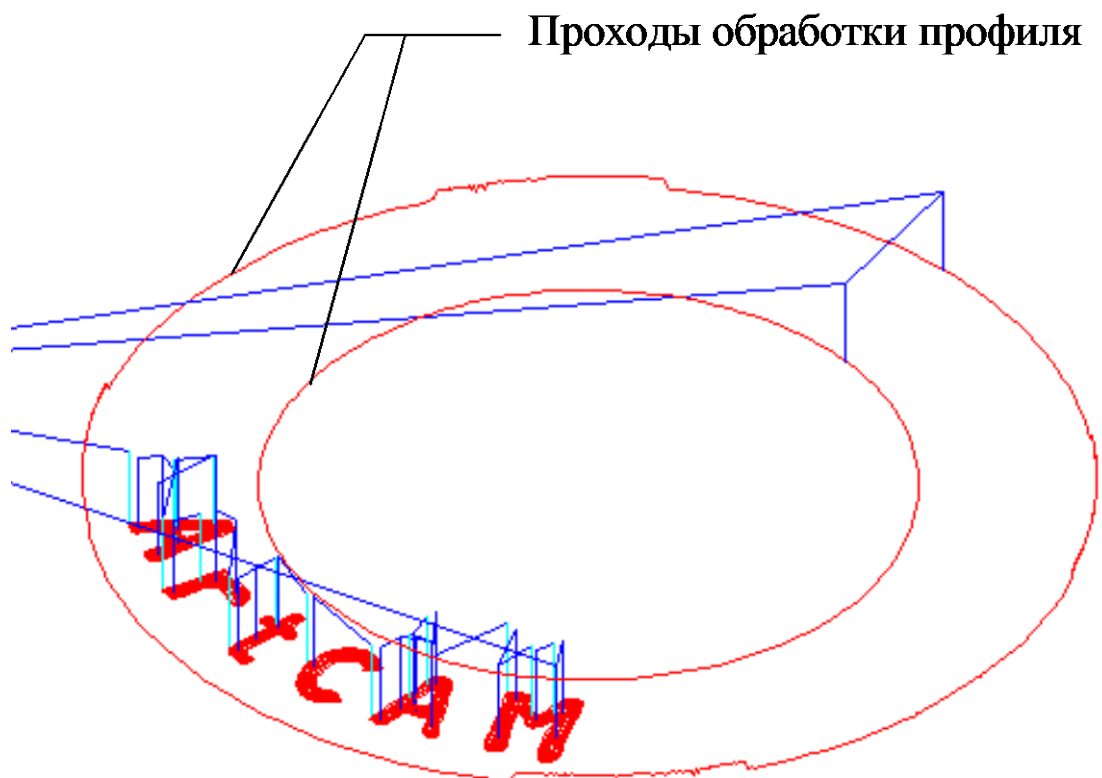
18. Перейдіть до закладки Tool (Інструмент), виберіть в Tool Type (Тип Інструменту) - Slot (Циліндричеськая Фреза) і введіть значення 1,5 мм в полі Radius (Радіус).

19. Перейдіть до закладки Strategy (Стратегія), виберіть в Strategy Type (Тип Стратегії) - Feature (Елемент) і введіть значення 0 мм в полі Allowance (Пріпуськ) і значення 1 мм в полі Stepover (Крок).

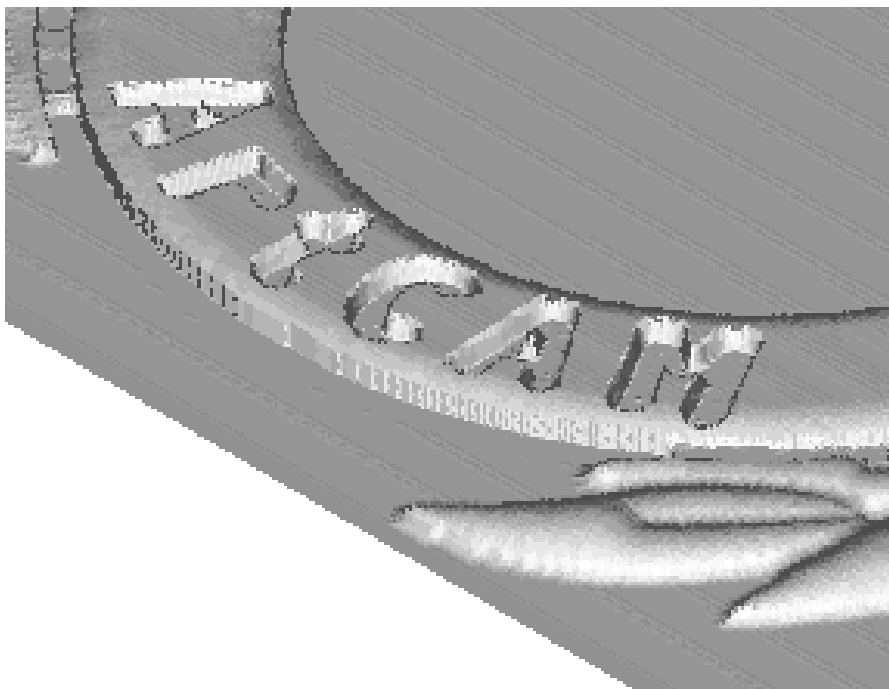
20. Перейдіть до закладки Feature (Елемент) в списку груп Feature (Елемент) виберіть назву групи Ring Profile і виберіть опцію Only profile (Тільки профіль).

21. Натисніть на кнопку Apply (Застосувати) для завдання нових параметрів для траєкторії руху інструменту.

22. Натисніть кнопку  Calculate (Обчислити УП). Скрійте растрову траєкторію руху інструменту для кращого відображення нової програми.



23. Після візуалізації траєкторії руху інструменту повинно вийти наступне.



Ця програма, що управляє, підрізає профіль кільця. Проте необхідно бути обережним, оскільки листя близько розташоване до кільця, і їх можна зачепити інструментом.

➤ Обробка малих областей

Буває необхідно додатково обробити малим інструментом малу область. Ця операція можливо при виборі стратегії, яка називається Machine area (Обробка Області)" і виборі контуру тієї, що обмежує область, яку необхідно обробити.

Ця стратегія буде розглянута на прикладі логотипу ARTCAM, з попереднього прикладу.


Для того, щоб обробити тільки букву "С", заздалегідь необхідно створити контур, що описує цей символ.

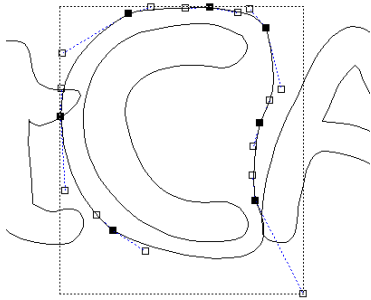
1. За допомогою команди Open (Відкрити) меню File (Файл) відкрийте файл Artcam13.art, який знаходиться в директорії Examples/artcam.


ArtCAM

2. Завантажите простий рельєф - artcam02.rlf, використовуючи команду Load (Завантажити) з меню Relief (Рельєф).


Зауваження: Переконаєтеся, що поточний вигляд - 2D View.

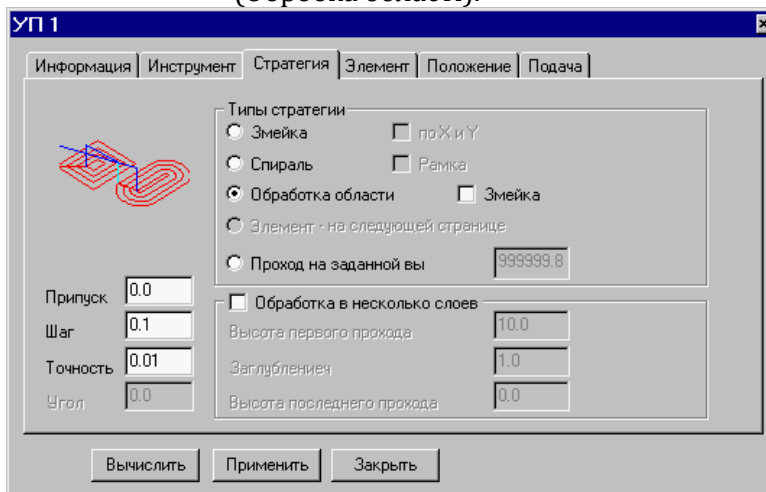
3. Намалюйте контур навколо букви "С", використовуючи кнопку  Create Polyline (Створити Полілінію) на інструментальній панелі Vector. (Вектор).




4. Перемкніться на інструментальну панель Toolpaths (УП) і натисніть кнопку  Material Setup (Завдання Заготівки) і потім OK

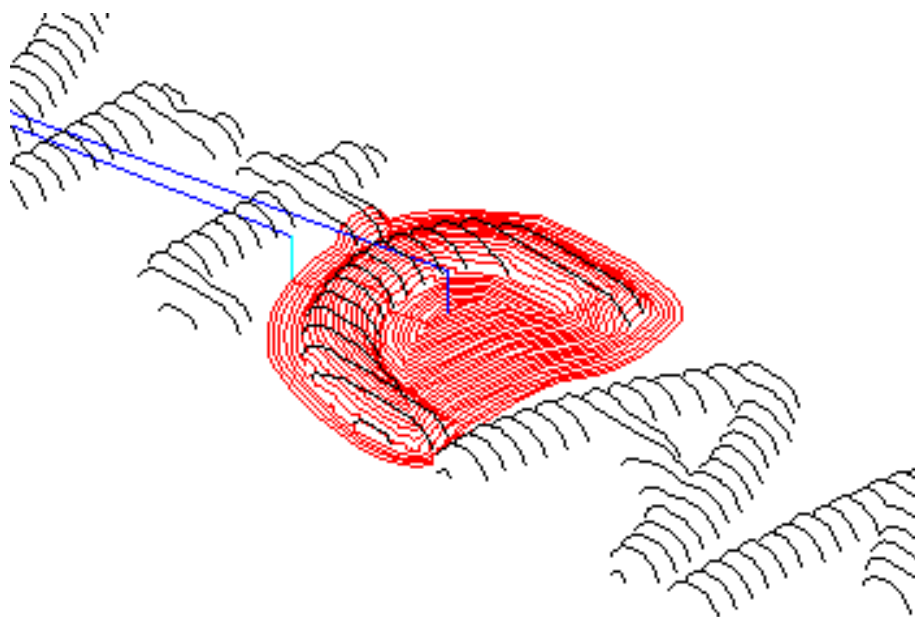
Зауваження: Ця опція доступна, якщо контур вибраний у вікні Двомірного Вигляду.

5. Створіть нову програму, що управляє, за допомогою кнопки  Create a new toolpath (Створити Нову УП) звичайним способом, але в закладці Strategy (Стратегія) виберіть опцію Machine area (Обробка області).



6. Натисніть кнопку Apply (Застосувати), а потім кнопку  Calculate (Обчислити УП).

7. Буде створена наступна програма, що управляє.



Звернете увагу, що Ви можете також використовувати Machine area (Обробка області) з вибраною опцією Raster (Змійка). Буде створена УП усередині вектора, що складається з паралельних проходів.

➤ Обробка малих областей

Буває необхідно додатково обробити малим інструментом малу область. Ця операція можливо при виборі стратегії, яка називається Machine area (Обробка області)" і виборі контуру тієї, що обмежує область, яку необхідно обробити.

Ця стратегія буде розглянута на прикладі логотипу ARTCAM, з попереднього прикладу.

Для того, щоб обробити тільки букву "С", заздалегідь необхідно створити контур, що описує цей символ.

1. За допомогою команди Open (Відкрити) меню File (Файл) відкрийте файл Artcam13.art, який знаходиться в директорії Examples/artcam.



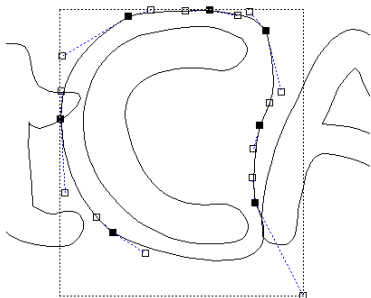
2. Завантажите простий рельєф - artcam02.rlf, використовуючи команду Load (Завантажити) з меню Relief (Рельєф).

Зауваження: Переконаєтеся, що поточний вигляд - 2D View.

3. Намалуйте контур навколо букви "С", використовуючи



кнопку Create Polyline (Створити Полілінію) на інструментальній панелі Vector. (Вектор).



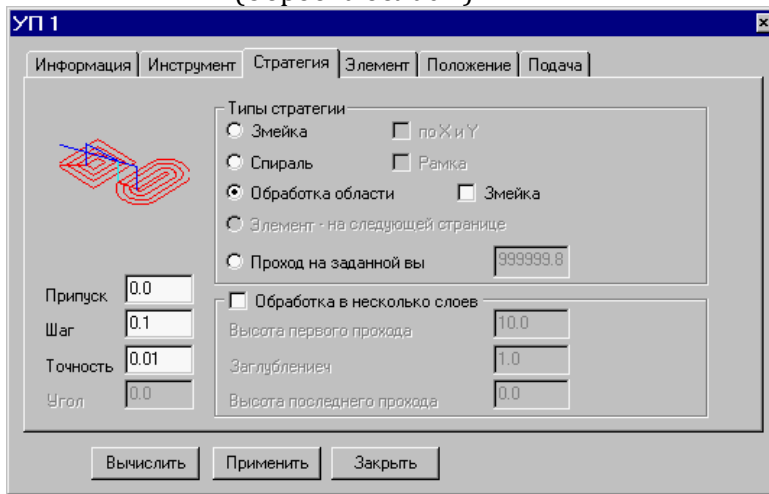
4. Перемкніться на інструментальну панель Toolpaths (УП) і натисніть кнопку Material Setup (Завдання Заготівки) і потім OK



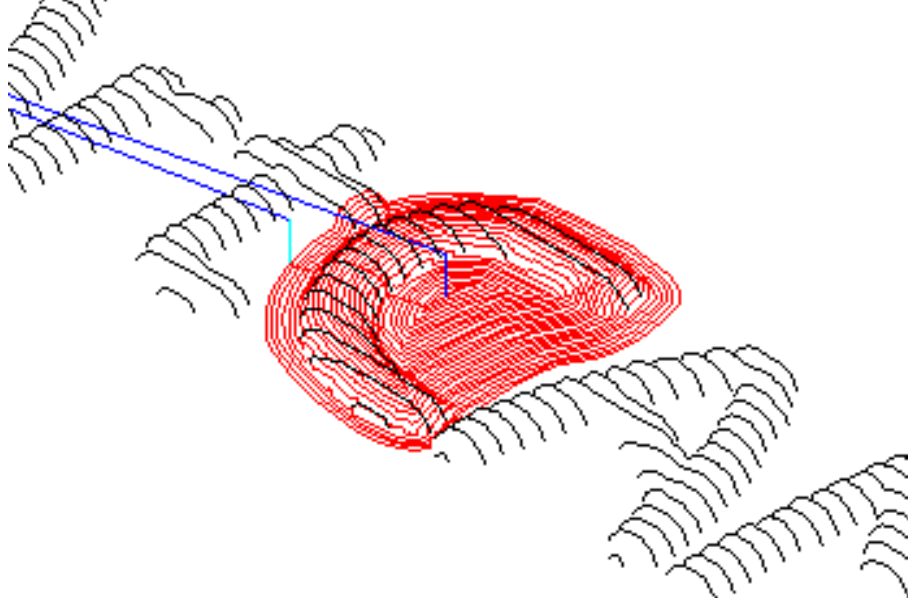
Зауваження: Ця опція доступна, якщо контур вибраний у вікні Двомірного Вигляду.



5. Створіть нову програму, що управляє, за допомогою кнопки Create a new toolpath (Створити Нову УП) звичайним способом, але в закладці Strategy (Стратегія) виберіть опцію Machine area (Обробка області).



6. Натисніть кнопку Apply (Застосувати), а потім кнопку Calculate (Обчислити УП).
7. Буде створена наступна програма, що управляє.



Зверните увагу, що Ви можете також використовувати Machine area (Обробка області) з вибраною опцією Raster (Змійка). Буде створена УП усередині вектора, що складається з паралельних проходів.

РОЗДІЛ 4. ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ ARTCAM PRO ТА ARTCAM JEWELSMITH

4.1. Створення фірмового брелока компанії SIGO з використанням ArtCAM Pro

Створення фірмового брелока для ключів компанії SIGO є завершуючим штрихом в створенні загальної концепції дизайну вітрильного пасажирського човна і буде приємним сувеніром на згадку про проведений відпочинок. Брелок буде виготовлений методом литва з латуні, а його воскова модель буде отримана на фрезерно-гравіювальному верстаті Roland MDX - 40A [16].

➤ Створення 3D-моделі фірмового брелока компанії SIGO на базі системи ArtCAM Pro

В якості початкових даних для моделювання брелока було використано растрове зображення. За допомогою функцій ArtCAM Pro отримуємо векторне зображення з растрового, вирівнюючи і редагуючи зображення, використовуючи широкий інструментарій цієї програми. Також створюємо векторний текст логотипу компанії "SIGO", застосовуючи інструмент "Текст" програми ArtCAM Pro (рис. 4.1). Для побудови рельєфів художніх елементів фасаду застосовували функцію "Редактор форми" (рис. 4.2).



Рис. 4.1. Векторне зображення брелока

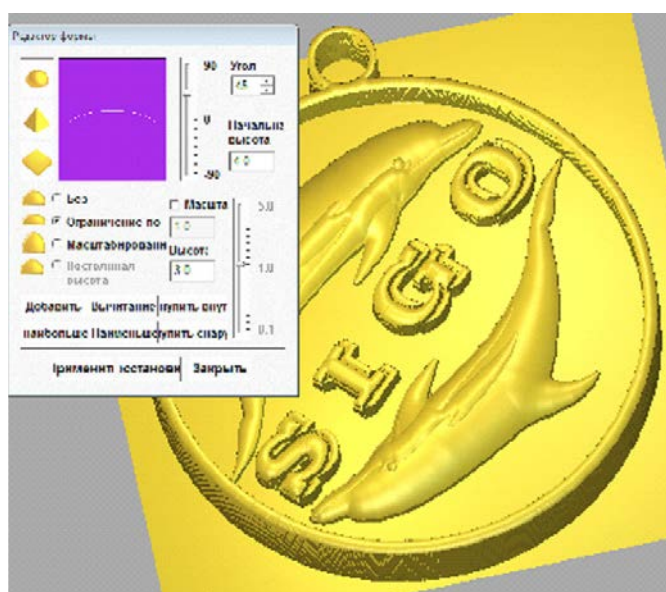


Рис. 4.2. Побудови рельєфу брелока

➤ Створення управляючої програми для виготовлення воскової моделі фірмового брелока компанії SIGO

Підготовка даних для машин швидкого прототипування зводиться до експорту даних у форматі STL. Тому для створення восківки на 3D-принтері або вирізуванню її на фрезерно-гравіювальному верстаті, необхідно отримати файл з розширенням *.stl. Для цього в системі ArtCAM Pro передбачений спеціальний модуль "Створення STL Моделі", який проводить розрахунок триангульованої моделі. Модуль проводить розрахунок моделі з урахуванням матеріалу, з якого виготовлятиметься виріб, і з урахуванням усадки матеріала при кристалізації відливки. Створення STL-моделі брелока представлено на рисунку 4.3.

Як вже було сказано вище, система ArtCAM Pro дозволяє створити управляючу програму для обробки виробу на фрезерних верстатах різних марок. Використовуючи вкладку "Траєкторії", вибираємо "3D УП", а в ній команду "Обробка рельєфу". Відкривається підказка цієї команди, де вибирається траєкторія обробки, інструмент для обробки і параметри заготівлі. Після завдання усіх параметрів система робить симуляцію процесу обробки в динамічному режимі і автоматично створює управляючу програму, яка управлятиме інструментом вже на реальному верстаті. На рисунках 4.4-4.7 представлені етапи створення управляючої програми для фрезерування фірмового брелока з воскової заготівлі на фрезерно-гравіювальному верстаті Roland MDX - 40A.

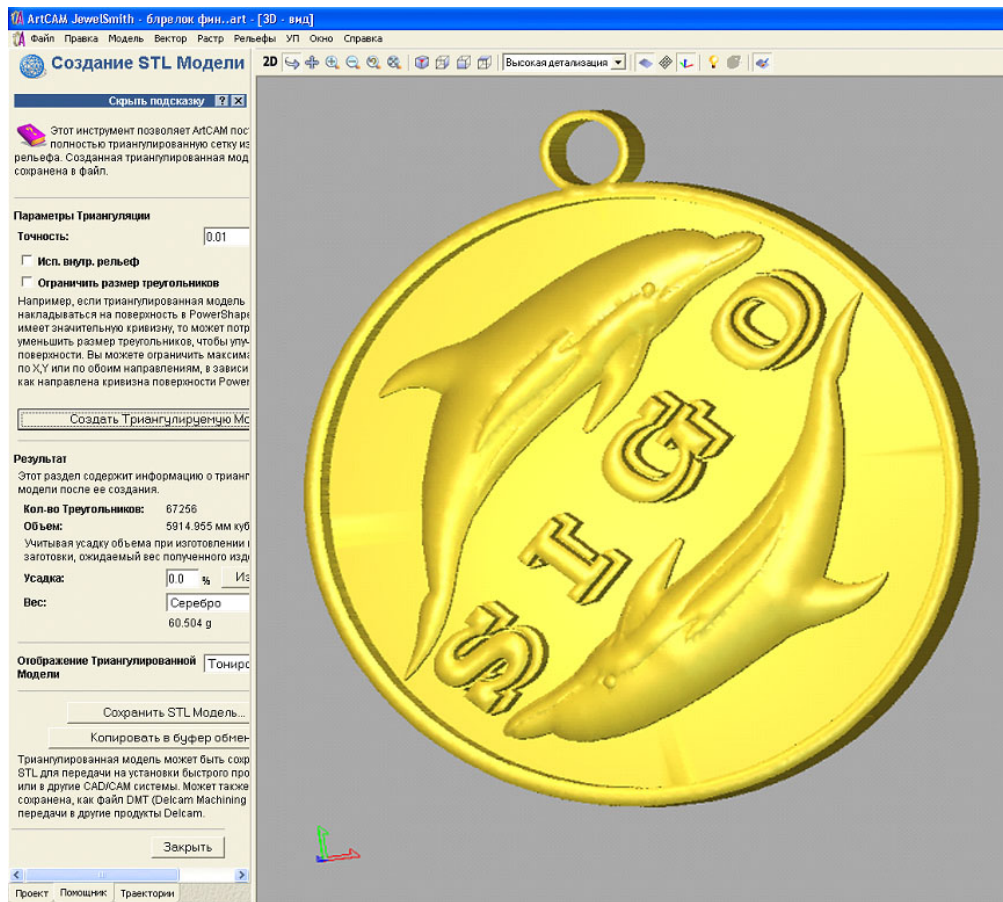


Рис. 4.3. Створення STL-моделі

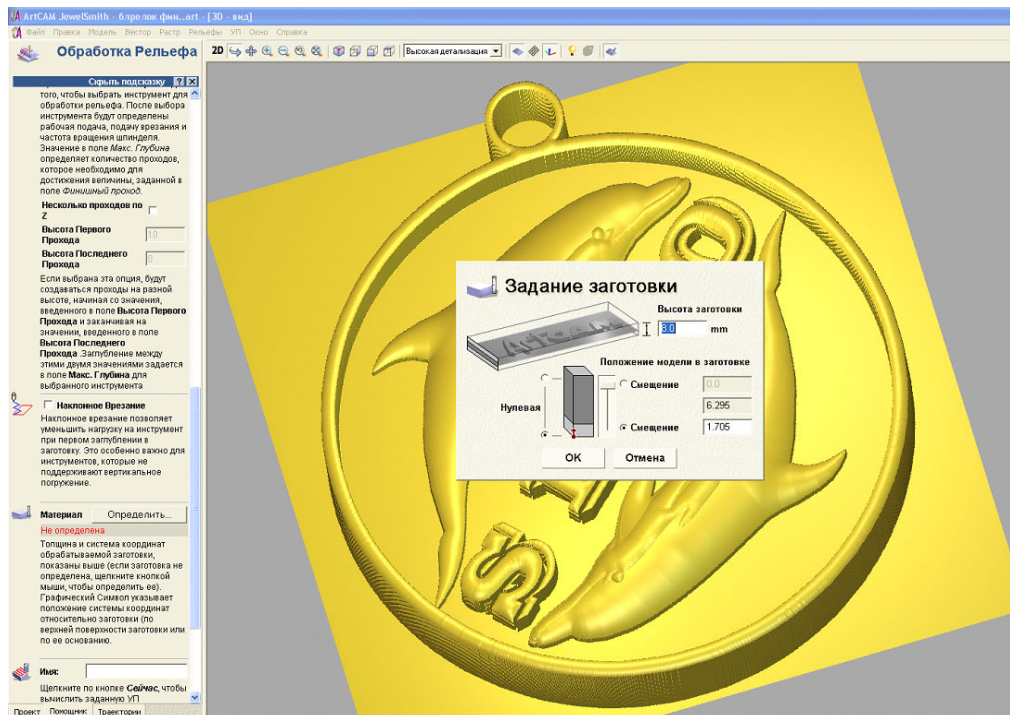


Рис. 4.4. Завдання параметрів заготівлі для обробки на верстаті

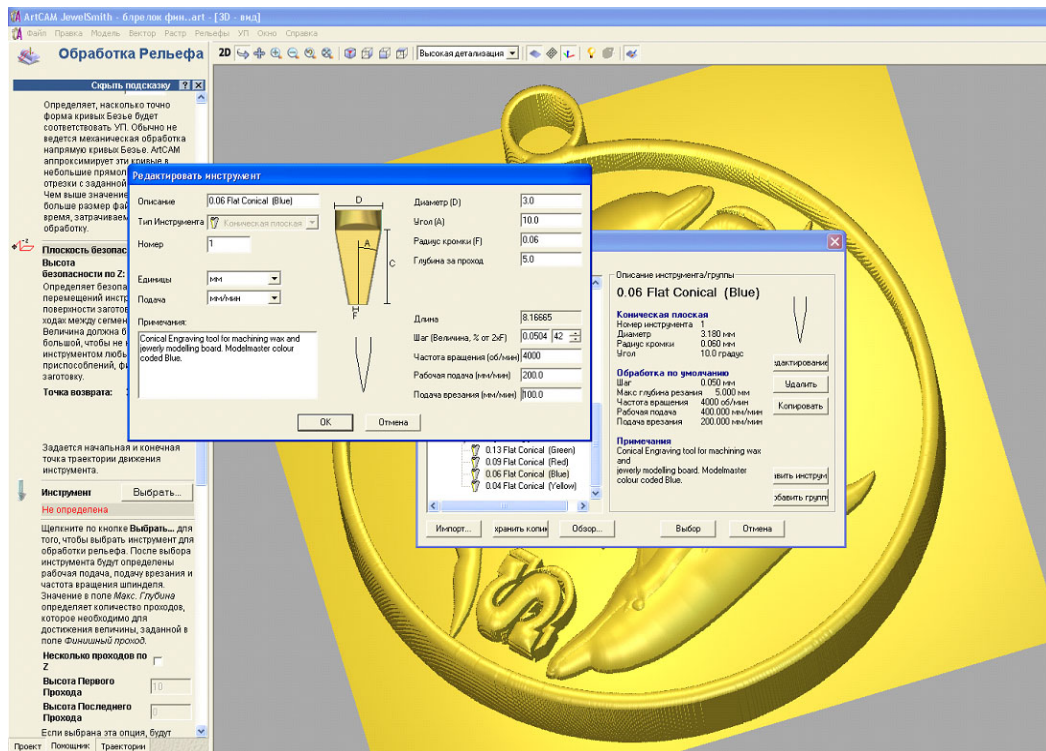


Рис. 4.5. Вибір інструменту для обробки

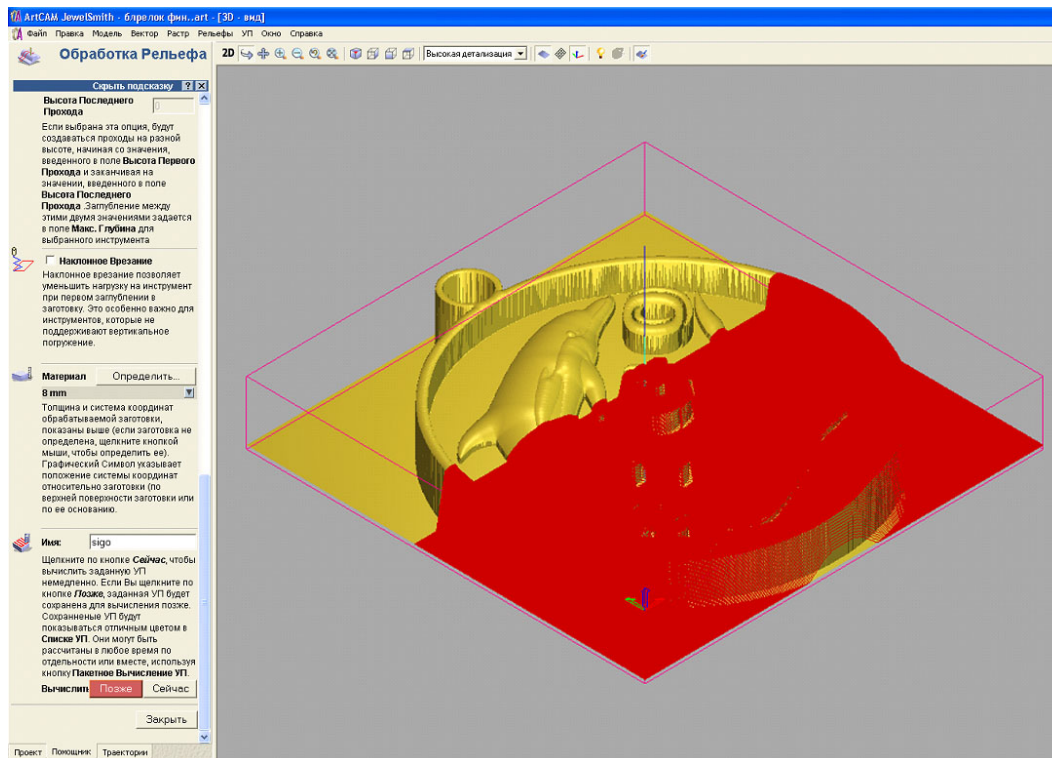


Рис. 4.6. Імітація обробки на фрезерному верстаті

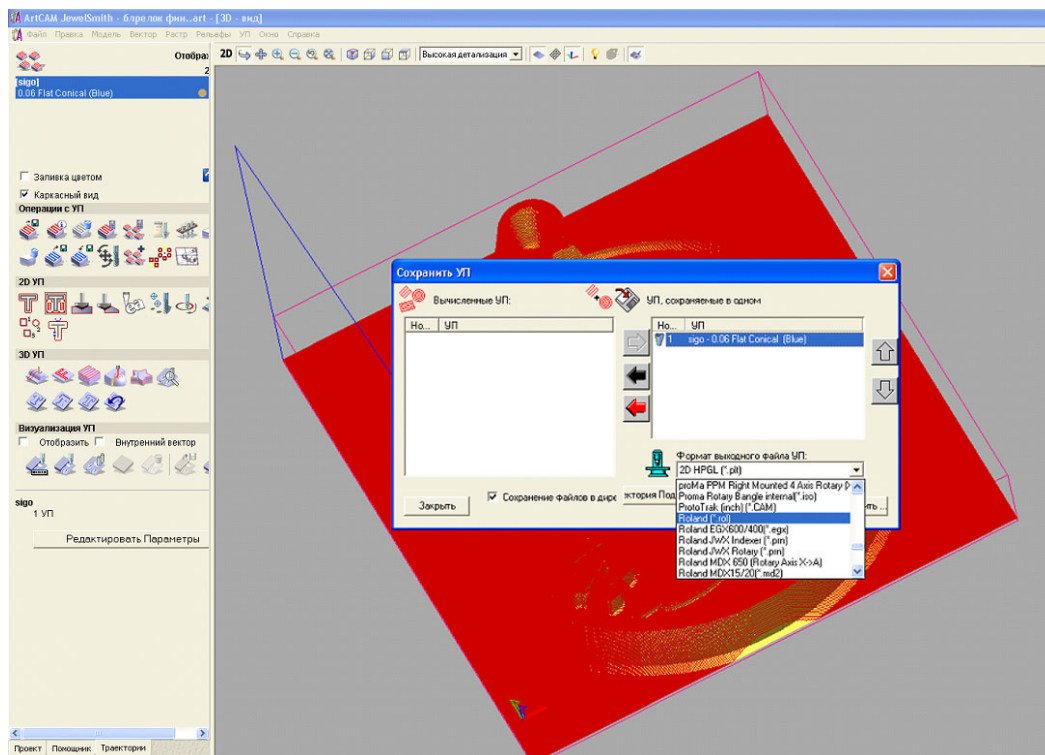


Рис. 4.7. Створення управляючої програми для фрезерного верстата

➤ **Виготовлення воскової моделі брелока на фрезерному верстаті**

Фрезерно-гравіювальний верстат Roland MDX - 40A - це настільна система швидкого вирізування прототипів. Система Roland MDX - 40A робить прототипи з широкого спектру матеріалів з високою точністю і якістю обробки поверхні. Roland MDX - 40A компактний і простий в експлуатації.

Roland MDX - 40A використовує технологію SRP, що забезпечує точний збіг частин форм, гарантує більш високу точність, ніж методи пошарового нарощування, дозволяє використати широкий спектр матеріалів. 4-координатне програмне забезпечення Roland SRP Player дозволяє просто перетворювати CAD-моделі в реальні прототипи.

Процес фрезерування воскової моделі фірмового брелока "Sigo" на верстаті Roland MDX - 40A представлений на рис. 4.8.



Рис. 4.8. Процес фрезерування брелока на верстаті Roland MDX - 40A

➤ **Виготовлення брелока методом литва по моделях, що виплавляються**

Точне литво по моделях, що виплавляються, - один з перших технологічних процесів, використовуваний людиною для виробництва ювелірних виробів. Вирізна модель з воску (рис. 4.9) - вручну або способом швидкого прототипування, не повинна мати різких перепадів перерізів, а в місцях підведення живильників - плавні переходи. Для підготовки воскових моделей до формування, використовують стояк круглого перерізу, на якому їх збирають в загальний блок (але може відливатися і одиничний виріб). Вимагається точно прорахувати поперечний переріз стояка, оскільки він залежить від розмірів блоку і від виробів, які необхідно відлити (конфігурація, розмір і т.д.). Збірний модельний блок знежирюють в спирті або у розчині чотирьоххлористого вуглецю і просушують в природних умовах [17, 18].

На рис. 4.10 представлено відливання брелока з ливником. На рис. 4.11 представлений відлитий фірмовий брелок для ключів «Sigo».



Рис. 4.9. Воскова модель



Рис. 4.10. Відливка брелока з ливником



Рис. 4.11. Готовый брелок «Sigo»

4.2. Проектування кліше для тиснення на шкірі з використанням системи ARTCAM

До початку розробки кліше, створимо тривимірну модель ременя з рисунком, який буде наноситися тисненням проєктованого кліше. Це дасть можливість побачити та оцінити результат, який буде отриманий після виготовлення ременя [19].

Система ArtCam дозволяє створювати різноманітні тривимірні моделі, даючи можливість змодельовати не лише основу ременя, але й декоративні елементи – пряжки, які є основною та невід'ємною частиною сучасного ременя. Для прикладу в модулі ArtCAM JewelSmith був розроблений один з варіантів виду ременя з пряжкою, на яку нанесений орнамент у вигляді птаха, яка частково усипана камінням (рис. 4.12).

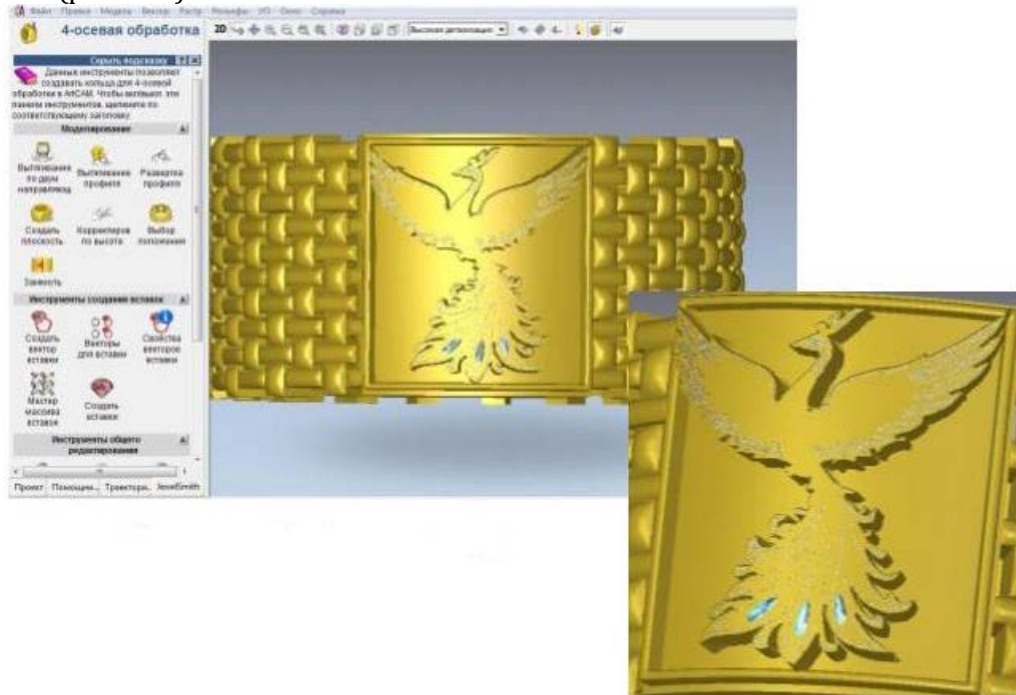


Рис. 4.12. Віртуальна модель ременя

Одношарові ремені виготовляються з одного цілого відрізу натуральної шкіри. Такі ремені зазвичай важкі (середня вага становить 250 гр.) і досить товсті (товщина ремінного полотна найчастіше становить 4 мм.). Товщина ремінного полотна тонких моделей повинна бути не менше 1,5 мм, інакше ремінь швидко розтягнеться і порветься. Безперечні переваги одношарових шкіряних ременів: неймовірна носкість і приголомшлива м'якість.

Рисунок на поверхню полотна таких ременів наноситься за допомогою спеціальних кліше технологією тиснення.

Тиснення на шкірі виробляється розігрітим кліше на спеціальному професійному пресі (верстаті) під тиском і температурою. Технологія тиснення дозволяє видавлювати будь-яке зображення на шкірі.

Для проектування кліше необхідно використовувати САПР з можливістю CAD/CAM технологій: це дозволить змодельовати кліше, створити управляючу програму для верстата з ЧПК та побачити імітацію обробки на цьому верстаті, що виключить можливий брак виробу.

Алгоритм створення та виготовлення кліше для тиснення на шкірі у системі ArtCam:

1. Створюємо прямокутний об'єкт та розмножуємо його (рис. 4.13).
2. Наносимо рельєф майбутнього тиснення рисунка на шкірі, отримавши його за допомогою «Редактора форми», використовуючи вже готовий векторний рисунок моделі ременя (рис. 4.14).
3. Отримуємо 3D модель кліше для виготовлення майбутнього ременя (рис. 4.15).
4. Для створення керуючої програми вибираємо попередньо створену модель і, використовуючи вкладку «Траєкторії», вибираємо «3D УП», а в ній команду «Обробка рел'єфу». Відкривається підказка даної команди, де вибирається траєкторія обробки, інструмент для обробки та параметри заготовки. Після завдання всіх параметрів, система виробляє симуляцію процесу обробки в динамічному режимі і автоматично створює керуючу програму, яка буде керувати інструментом вже на реальному верстаті з ЧПК. Нижче на рисунках 4.16-4.18 наведені етапи створення керуючої програми для обробки та результат обробки на рис. 4.19.

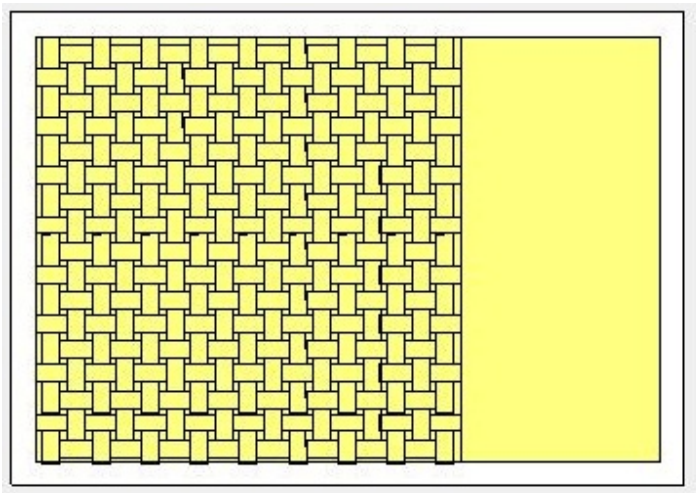


Рис. 4.13. 2D-модель кліше

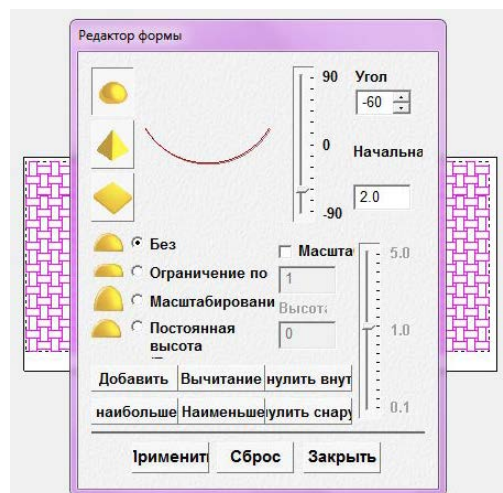


Рис. 4.14. Редактор формы

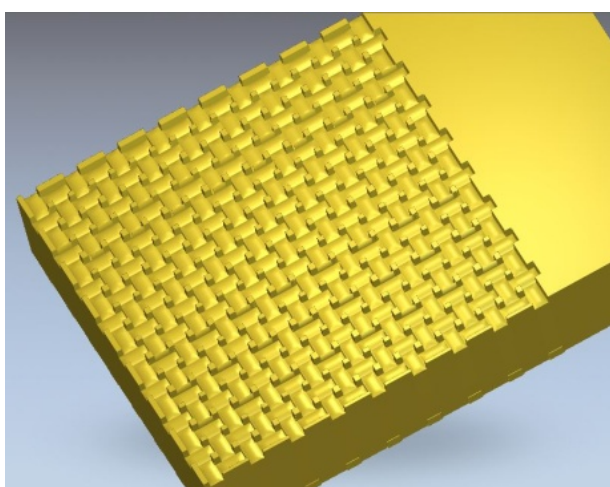


Рис. 4.15. 3D-модель кліше для виготовлення ременя

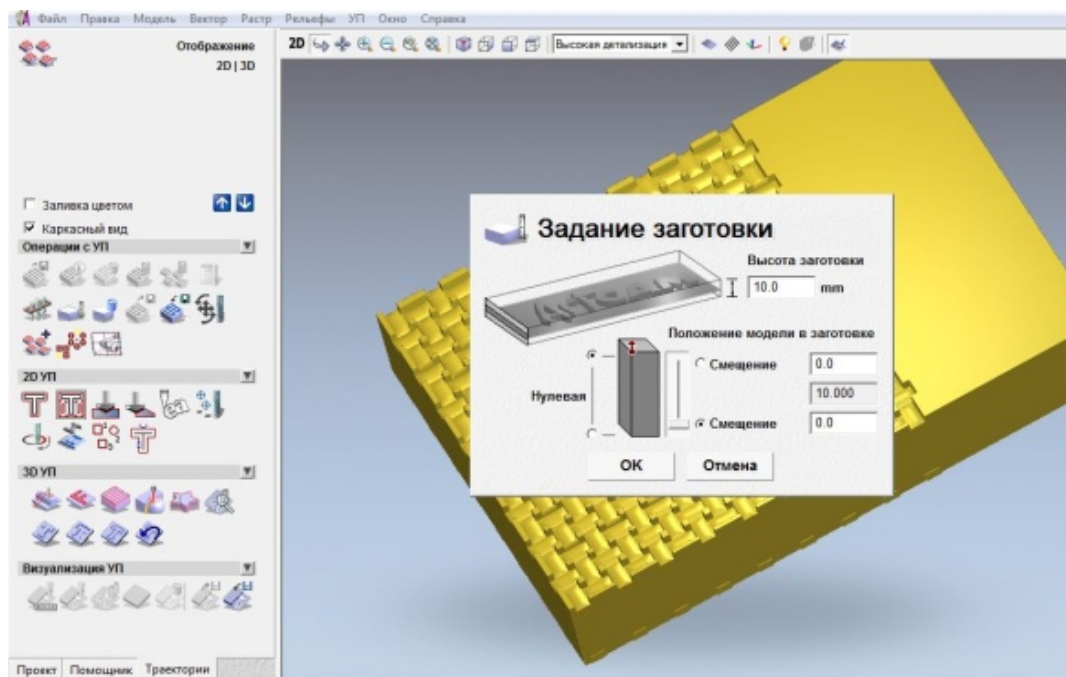


Рис. 4.16. Завдання параметрів заготовки для обробки на верстці

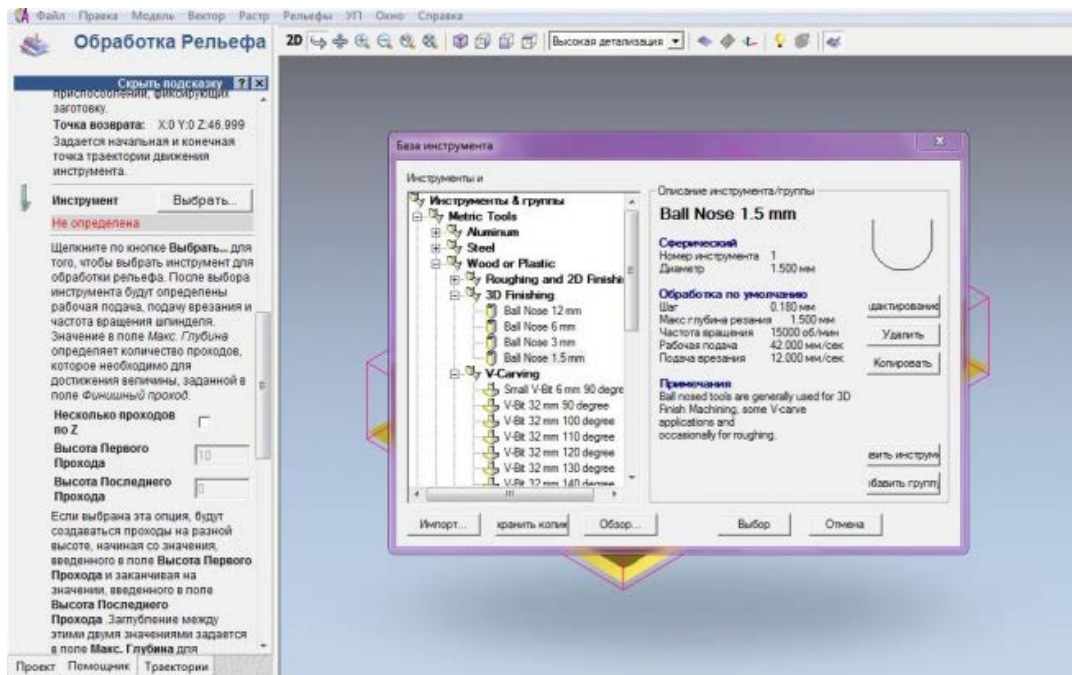


Рис. 4.17. Вибір інструмента

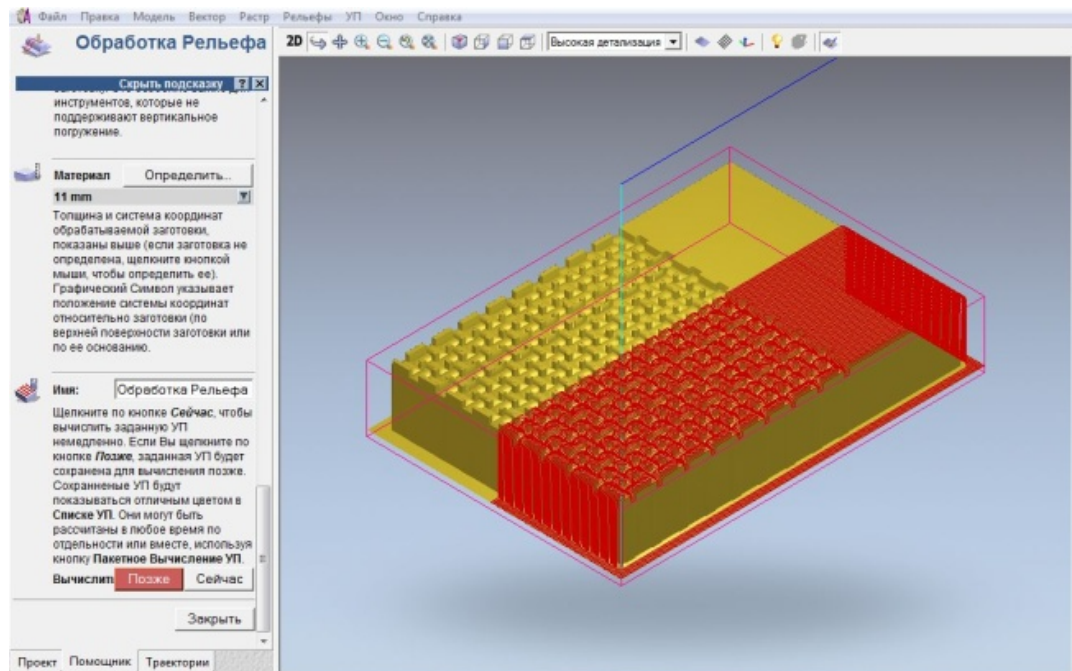


Рис. 4.18. Імітація обробки на верстаті

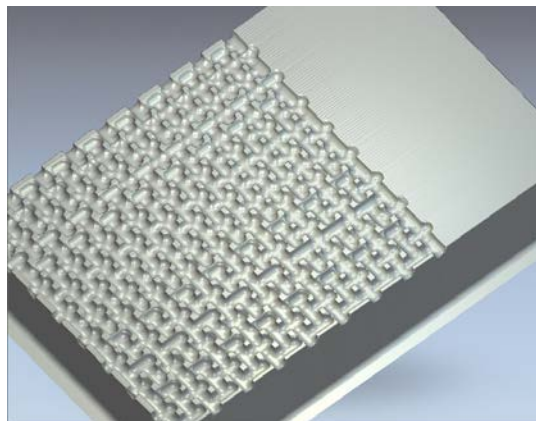


Рис. 4.19. Результат обробки

5. Розглянемо технологію нанесення рельєфу на основу шкіряного ременя за допомогою кліше: рельєф на основі ременя виходить шляхом нанесення відтиску майбутнього рисунка; рисунок наноситься на матеріал за допомогою кліше з конкретним профілем.

6. В умовах сучасного виробництва для виготовлення кліше була обрана латунь, а його виготовлення буде проводитися шляхом фрезерування. Фрезерно-гравірувальний верстат OMM 64 SC – може виконувати операції, як по фрезеруванні, так й з свердління. Даний верстат оснащений системою ЧПК Siemens 802D. Сукупність фрезерного верстата з ЧПК дає підвищену якість обробки деталей. Система ЧПК дозволяє мінімізувати вплив людського фактора на якість продукції, що випускається, скоротити час на перекладання заготовок, тим самим збільшити продуктивність.

Перш ніж виготовити кліше з металу, було прийнято рішення виготовити дослідну модель з оргскла, щоб виключити можливість браку. Процес фрезерування на верстаті OMM 64 SC дослідної моделі кліше з оргскла представлений на рис. 4.20.

7. Робоча модель кліше для нанесення рисунка на основу ременя була виготовлена на верстаті OMM 64 SC з системою ЧПК Siemens 802D з латуні (рис. 4.21).

8. Використовуємо готове кліше з необхідним рисунком, видавлюємо відбиток на шкірі ременя: кліше закріплюється в лещатах верстата та за допомогою механізмів рисунок наноситься на матеріал (рис. 4.22).



Рис. 4.20. Процес фрезерування дослідної моделі

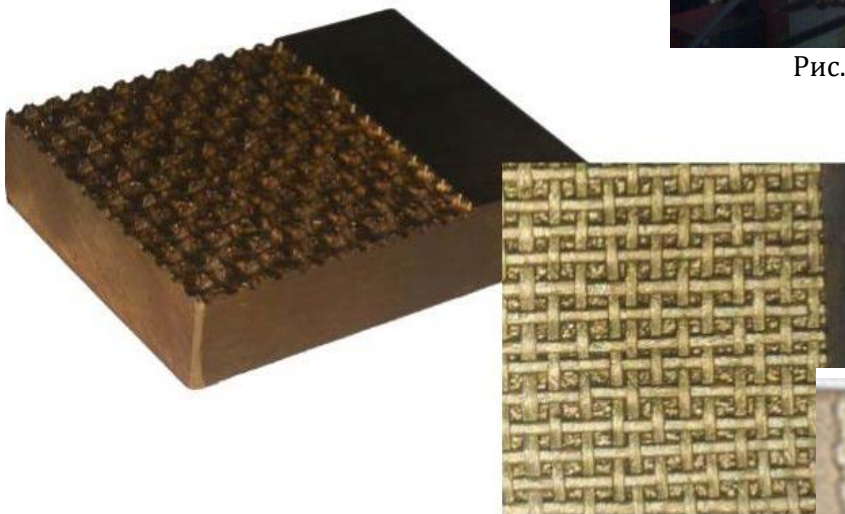


Рис. 4.21. Готове кліше

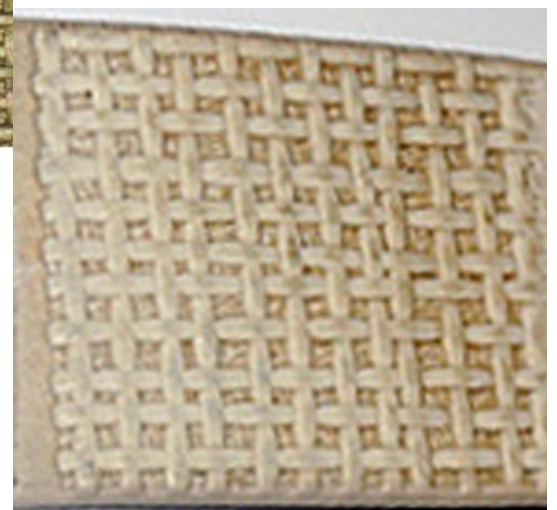


Рис. 4.22. Фрагмент моделі ременя після нанесення відтиску

4.3. Моделювання гарнітуру в системі ArtCAM JewelSmith

Процес 3D-моделювання ювелірних виробів відбувається, як правило, в такий спосіб: намальований ескіз або фото відправляється 3D-моделлеру, який за допомогою системи ArtCAM JewelSmith, створює тривимірну модель прикраси.

На прикладі створення гарнітуру в системі ArtCAM JewelSmith можна уявити різноманітний інструментарій для моделювання при створенні об'ємної моделі. На рис. 4.23. наведено використання векторних інструментів ArtCAM JewelSmith для створення кулона на основі плоскої шанки, яку оберемо на початку проектування [20].

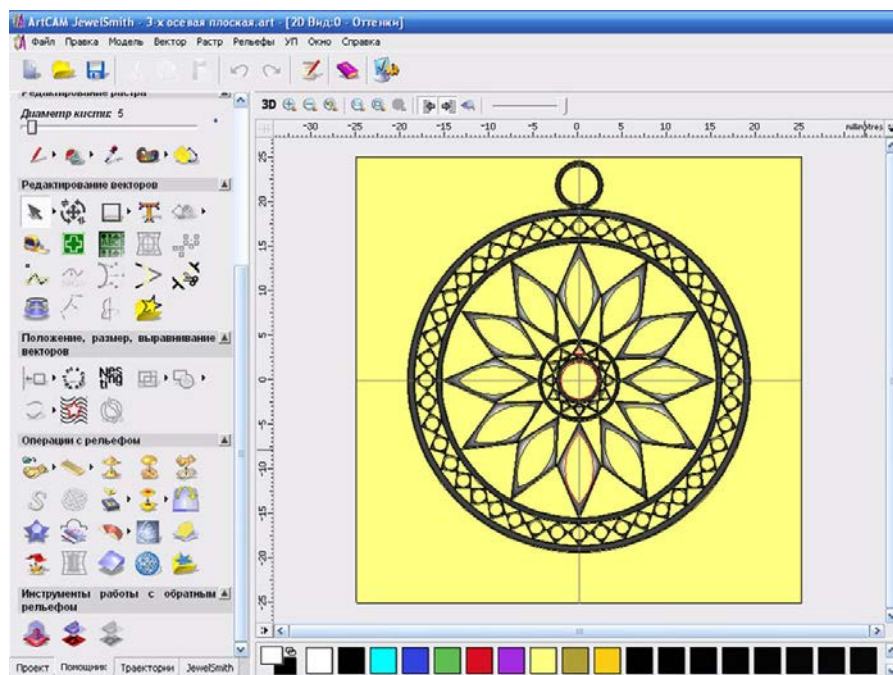


Рис. 4.23. Використання інструментів для створення кулона

У програмі є можливість різноманітної роботи зі шрифтами, а також розташування тексту уподовж кривій. Є типові інструменти для створення зірок, многогранників, кругів, квадратів, еліпсів, ліній і поліліній. Є функції вимірювання, розмірної прив'язки, еквідистантного зміщення, угруповання векторів і заливки їх кольором, а також перетворення «вектор-растр». Ділянки між точками вектора можуть бути представлені лініями, дугами, кривими Безьє та легко редагуватися. Використовуючи інструментарій панелі редагування векторів можна просто і швидко створити з початкового вектора його масштабну копію або масив копій, перемістити, повернути, перекосити, дзеркально відобразити, вирівняти щодо іншого вектора або центру вигляду. Корисні також операції: складання, віднімання, перетину, об'єднання векторів. Серйозно збагачують круг можливостей такі функції, як майстер плетіння, створення кільцевого рельєфу, нанесення текстури, "праскове" згладжування, автоматична генерація матриці та пуансона, видалення рельєфу під вибраним кольором, еквідистантний об'ємний зсув (для створення виробів типу електрод), обчислення і виправлення об'єму проєктованого виробу.

Оригінальна можливість роботи з чорно-білим півтоновим зображенням. Рівень градації білого-чорного кольорів відповідає висоті рельєфу. Використовується для формування рельєфів за фотографіями – портрети на медалях, значках і так далі в заданому діапазоні розмірів.

Після створення металевої основи, вставляємо камені, форму і колір яких можна обрати з бази даних ювелірних каменів (рис. 4.24). У створеній моделі легко можна поміняти матеріал виробу та колір вставок (рис. 4.25).

ArtCAM JewelSmith містить майстер моделювання кілець (рис. 4.26). Цей майстер дозволяє художнику створювати моделі будь-якої складності. Також цей модуль містить майстер масиву вставок (рис. 4.27). Об'єднуючи тривимірні моделі кілець і каменів з бази можна отримати зображення майбутнього виробу фотографічної якості, а потім передати дані на машину швидкого прототипування або підготувати керуючі програми для верстатів з ЧПК для виготовлення майстер-моделі виробу.

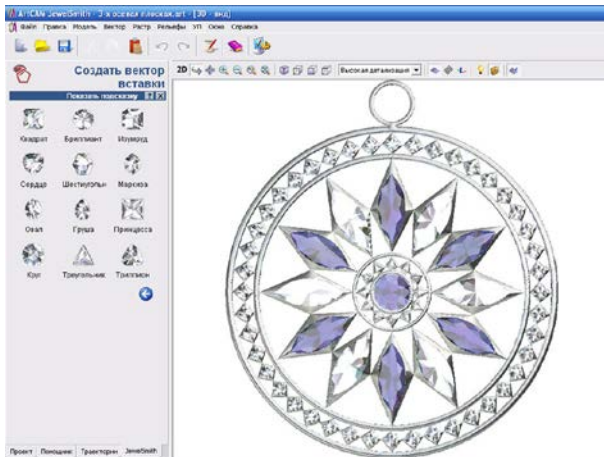


Рис. 4.24. Створення вставок

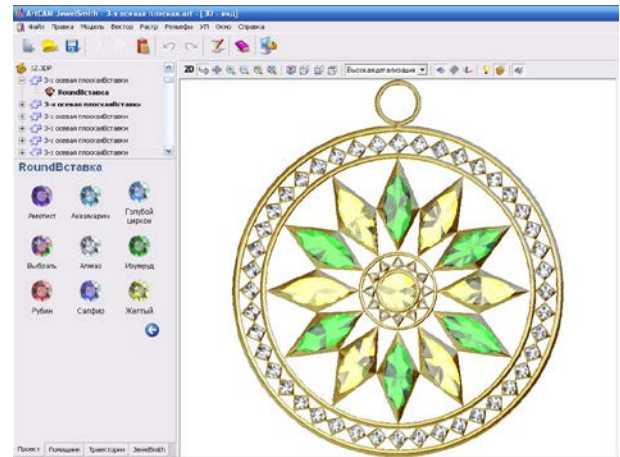


Рис. 4.25. Зміна кольору вставок

Система підтримує стандарти розмірів різних країн, у тому числі України.

Система ArtCAM JewelSmith дозволяє побачити майбутній виріб на екрані монітора, зібраний з різних елементів і каменів. Для кожного елемента обрати різний матеріал, такий як золото, платина або інший. Розставити джерела світла для отримання повного реалістичного зображення. Майбутній виріб можна обертати і наближати для кращого розгляду дрібних елементів, а так само накладати фон і елементи композиції (рис. 4.28).

Як приклад моделювання у ArtCAM JewelSmith було створено два комплекти прикрас – завдяки різним забарвленням каменів отримали два абсолютно різних за настроєм гарнітура, що складені з кулонів, сережок та кілець.

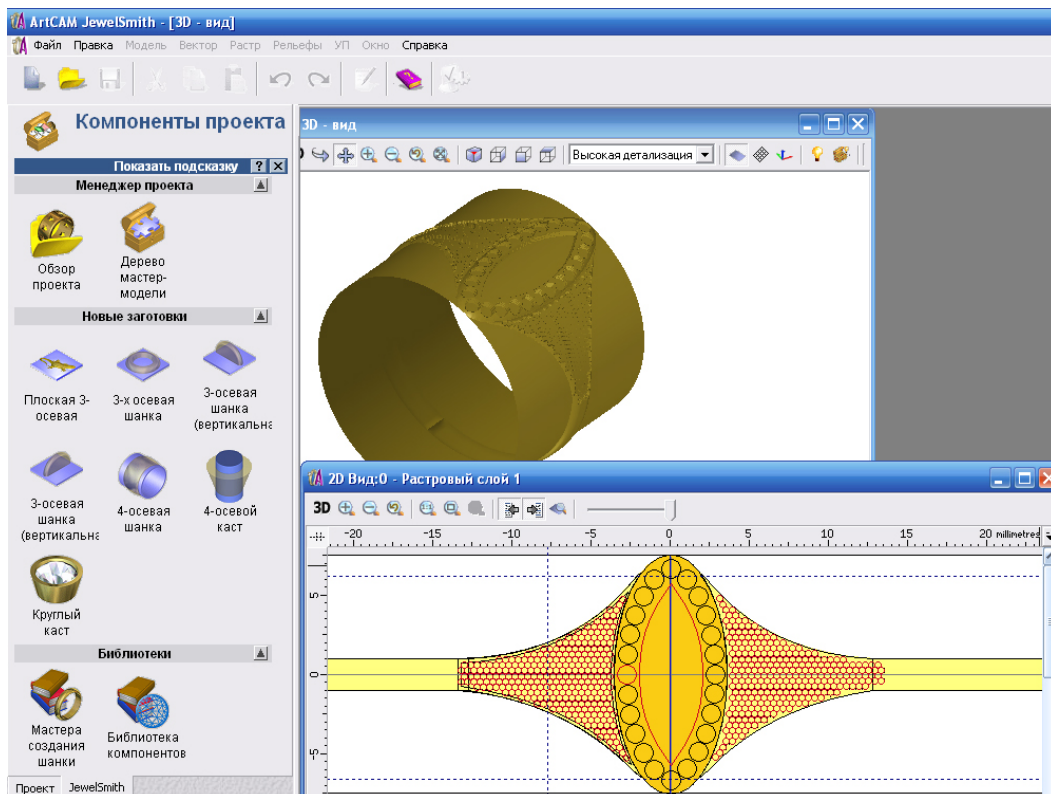


Рис. 4.26. Використання інструментів для створення кільця

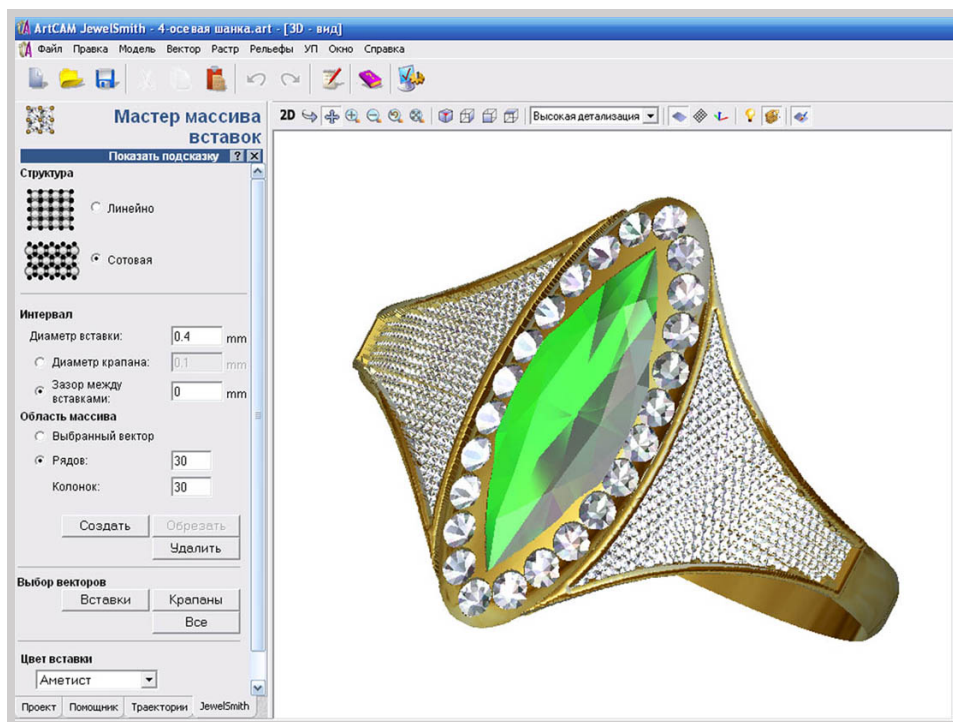


Рис. 4.27. Використання масиву вставок при створенні кільця

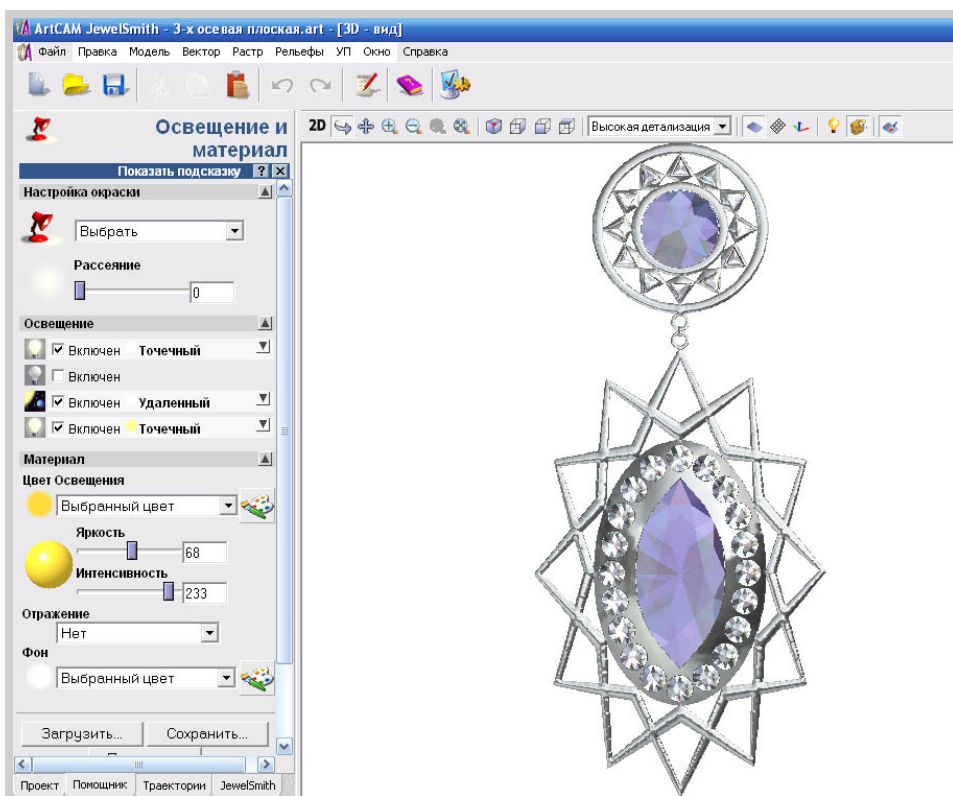


Рис. 4.28. Зміна освітлення і матеріалу в ArtCAM JewelSmith при створенні сережки

Один гарнітур «Північне сяйво» з білого золоту та вставками сапфірів, гірського кришталю і діамантів (рис. 4.29). Цьому гарнітуру можливе надати такий опис настрою: «Ефектні сапфіри і гірський кришталю, обрамлені оправою з білого золоту, підсвічені переливами діамантів, дарують веселку вражень, є справжньою насолодою для очей. Витончена оправа ефектно підкреслює красу і кришталеву чистоту дорогоцінного каміння. Трепетне мерехтіння каменів повторює відблиски північного сяйва на небі далекої Гіпербореї. Огортаючи своїм прозорим блиском і погрожує в відчуття природи, створюючи асоціації з тихими водами сапфірових озер з мерехтливим на березі, як роса, гірським кришталем. П'яний блиск діамантів і етнічні мотиви передають дух північної країни».



Рис. 4.29. Гарнітур «Північне сяйво»

Другий гарнітур «Подих весни» з жовтого золоту та вставками жовтих сапфірів, олександритів і діамантів (рис. 4.30). Цьому гарнітуру можливе надати зовсім інший опис настрою: «Витончені та повітряні прикраси занурюють Вас у атмосферу зустрічі весни. Благодатна природа повної жменею дарує сонячне сяйво золота й чарівну красу дорогоцінних каменів. Жовте золото, підкреслюючи переливи жовтих сапфірів, уособлює життєрадісність променистого сонця, якому поклонялися наші предки в свято весняного рівнодення. Зміна кольору олександритів з зеленого днем на червоний ввечері, створює відчуття дихання виробів цього гарнітура. Здається, що вони живуть своїм життям, підлаштовуючись під биття Вашого серця. Життєрадісне буйство фарб в цьому гарнітурі створює весняний настрій на весь рік».



Рис. 4.30. Гарнітур «Подих весни»

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Куньву Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). СПб.: Питер, 2004. – 560 с.: ил.
2. ArtCAM, 2018. URL: <http://www.artcam.com>
3. Ловыгин А.А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. / Ловыгин А.А., Твердовский Л.В. / – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.
4. Интегрированные генеративные технологии: учеб. пособие [для студ. выс. учеб. заведений] / А.И. Грабченко, Ю.Н. Внуков, В.Л. Доброскок [и др.]; под ред. А. И. Грабченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 416 с.
5. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учеб. пособие / В.В. Старостин; под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
6. Jacobs P.F. Rapid Prototyping & Manufacturing: Fundamentals of Stereolithography. - USA: SME, 1992. - 434p.
7. Веселовська Г.В. Комп'ютерна графіка / Веселовська Г.В., Ходаков В.Є, Веселовський В.М. - Херсон.: ОЛДІ - плюс, 2008. - 584 с.
8. Черепашков А.А. Носов В.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении. - Волгоград: Издательский дом «Инфолио», 2009.
9. Jacobs P.F. Stereolithography and other RP&M Technologies from Rapid Prototyping to Rapid Tooling. – New York: ASME Press, 1996. - 392 p
10. Falkner M., Pourgouris E. Designing and Making Rings and Bangles. Crowood Press, 2017. — 270 p
11. Ф.В. Медведев, И.В. Нагаев. Автоматизированное проектирование и производство деталей сложной геометрии на базе программного комплекса PowerSolution: Учеб. пособие / Под общ. ред. А.Г. Громашева. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005 – 167 с.
12. ArtCAM Pro // Справочное руководство. Delcam plc., Birmingham, England, 2010. – 421с.
13. ArtCAM JewelSmith // Training Course. Delcam plc., Birmingham, England, 2010. – 471с.
14. ArtCAM Pro, 2018. URL: http://www.artcam.ru/artcam_pro.htm
15. ArtCAM Training, 2018. URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/artcam>
16. Сайтов В.И. Пространственное моделирование ювелирных изделий. / В.И. Сайтов, Е.В. Савельева, А.А. Костюкова // Металлообработка. Оборудование и инструмент для профессионалов. Международный информационно-технический журнал. – Харьков: ИИД «ЦентрИнформ», 2010. – №3. – С. 80-82.
17. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела. // – СПб.: Соло, 2000.– 528 с.
18. Сайтов В.И. Формообразование ювелирных оливок. // – Одесса: Наука и техника, 2007. – 155с.
19. Савельева, О.В. Проектування Кліше для тиснення на шкірі з використанням системи ARTCAM. / ОВ Савельєва, ВВ Натальчішін, ІБ Назарчук, Г.С. Олех / Міжвідомчий науково-технічний збірник "Технічна естетіка і дизайн". Випуск 12. Відповідальний редактор М. І. Яковлев. - К.: КНУБА, 2013р. - С.184-188
20. Савельєва, О.В. Інформаційні технології в процесі навчання дизайну ювелірних прикрас. / О.В. Савельєва, І.С. Артемьєва, С.О. Александрійська // Геометричне моделювання та інформаційні технології: науковий журнал / за ред. Сергія Устенка. – № 1 (7), квітень 2019. – Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2019. – С. 63-69