

УДК 519.816:681.5

*Олександр Мацулевич*, кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри інженерної механіки  
та комп'ютерного проектування,  
*Максим Супрун*, асистент кафедри інженерної механіки  
та комп'ютерного проектування,  
*Ілля Тетервак*, асистент кафедри інженерної механіки  
та комп'ютерного проектування,  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗРОБЦІ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДИЗАЙНЕРСЬКИХ ВИРОБІВ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПУ

**Анотація.** В роботі розглянута можливість застосування інформаційних технологій проектування для технологічної підготовки виробництва дизайнерських виробів в рамках виконання курсового проекту. Авторами запропонована методика отримання керуючих програм під фрезерувальний верстат з ЧПУ для обробки функціональних деталей ливарного оснащення при виробництві дизайнерської ПЕТ-тари.

**Ключові слова:** пластикова ПЕТ-тара, термопласт, напівформа, фрезерна обробка, траєкторія обробки поверхні.

**Abstract.** The paper considers the possibility of using information technology design for technological preparation of the production of designer products within the framework of the course project. The authors propose a method for obtaining control programs for a CNC milling machine for processing functional parts of foundry equipment in the production of designer PET containers.

**Keywords:** Plastic PET containers, thermoplastic, semi-form, milling, surface treatment trajectory.

Дана робота є продовженням теоретичної та практичної підготовки фахівців з прикладної механіки в рамках виконання курсового проекту з дисципліни «Інформаційні технології у виробництві» за темою «Проектування дизайнерських промислових виробів» і присвячена набуттю навичок створення керуючих програм

обробки складних функціональних поверхонь ливарного оснащення для виготовлення промислових виробів з полімерних матеріалів.

Для створення керуючої програми обробки складових частин прес-форми для виготовлення дизайнерської ПЕТ-тари за основу були взяті тривимірні моделі формоутворюючих вставок ливарного оснащення, створених при виконанні курсового проекту з дисципліни «Промисловий дизайн» (рис. 1).



Рис. 1. Верхня та нижня формоутворюючі вставки

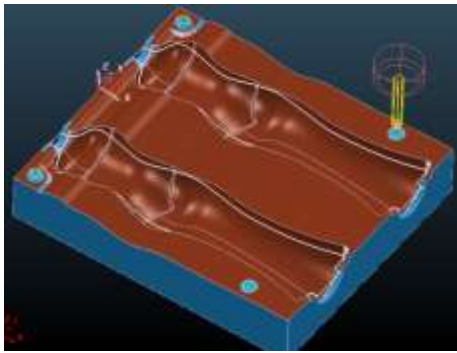
Формоутворюючі вставки являють собою вироби складної форми, отримати які без використання верстатів з ЧПУ практично неможливо. Тому на наступному етапі модель прес-форми була імпортована в PowerMILL, в систему підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ. Після чого по даній моделі в PowerMILL була створена керуюча програма, в якій описуються траєкторії обробки кожної з частин прес-форми.

Для фрезерування формотворчих вставок був обраний вертикальний обробний центр верстат серії FV56T виробника YEONG CHIN MACHINERY INDUSTRIES CO.

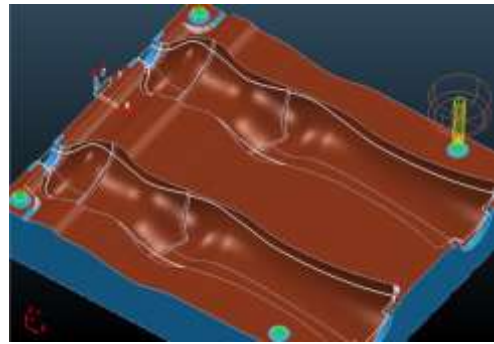
Обраний верстат має необхідні габарити робочої зони, достатня кількість місць в інструментальному магазині, дозволяє виробляти 3-осьову обробку.

Для обробки першої матриці були створені траєкторії руху інструменту:

- 1. Свердління отворів під кріплення штифтами (рис. 2а);**
- 2. Обробка отворів під кріплення штифтами (рис. 2б);**



а)

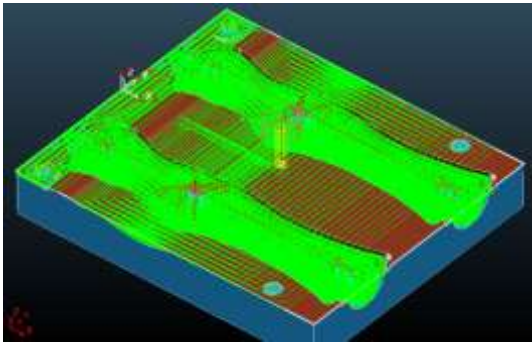


б)

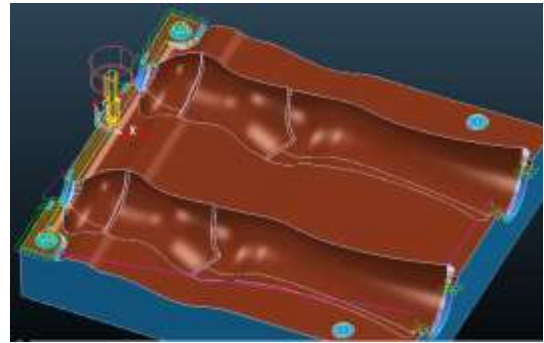
Рис. 2. Створення та обробка отворів під кріплення штифтами

**3. Чорнова обробка поверхні (рис. 3а);**

**4. Чистова обробка поверхні під кріплення (рис. 3б);**



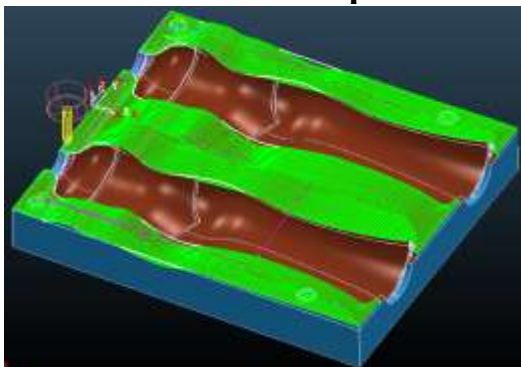
а) Траєкторія чорнової обробки поверхні першої матриці



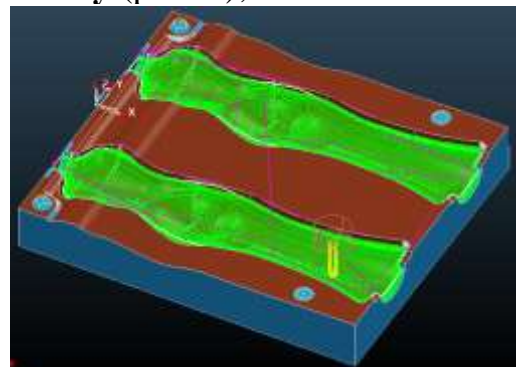
б) Траєкторія чистової обробки під кріплення першої напівформи

Рис. 3. Траєкторії чорнової та чистової обробки першої напівформи

**5. Напівчистова обробка поверхонь роз'єму (рис. 4);**



Напівчистова обробка поверхні прилягання



Напівчистова обробка робочої поверхні моделі

Рис. 4. Траєкторії напівчистової обробки поверхні роз'єму першої напівформи та формуючої поверхні першої матриці

## 6. Чистова обробка поверхні роз'єму формуютьоючої поверхні;

Траєкторія чистової обробки показана на рис. 5-8.

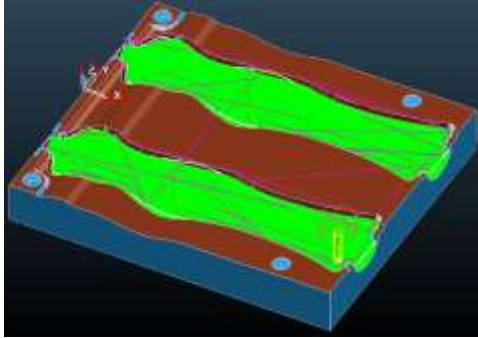


Рис. 5. Траєкторія чистової обробки формуютьоючої поверхні першої напівформи

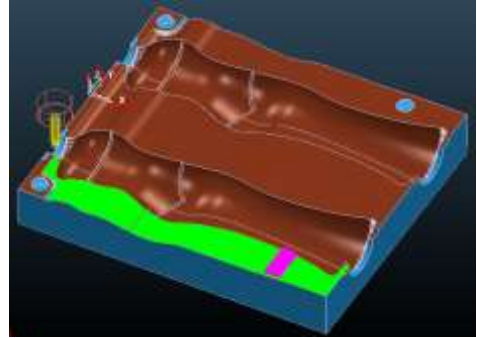


Рис. 6. Траєкторія чистової обробки поверхні роз'єму першої матриці

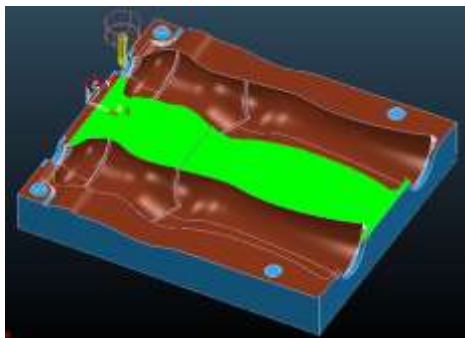


Рис. 7. Траєкторія чистової обробки поверхні роз'єму першої напівформи

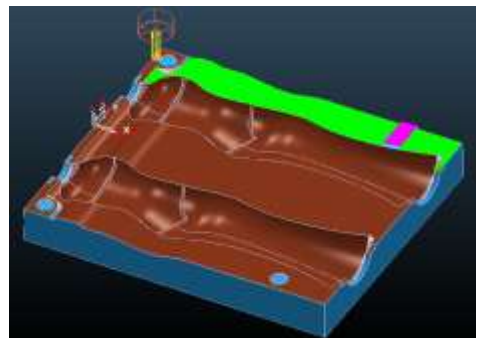


Рис. 8. Траєкторія чистової обробки поверхні роз'єму першої матриці

## 7. Чистове доопрацювання поверхні (рис. 9).

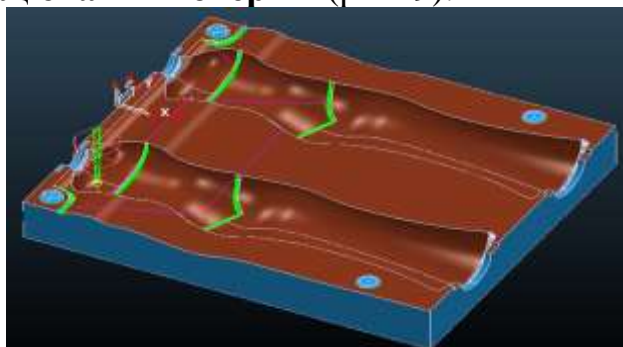


Рис. 9. Траєкторія чистового доопрацювання поверхні «уздовж кута»

У таблиці 1 вказано час обробки першої матриці.

Таблиця 1. Час обробки першої матриці

Траекторія	Час
Свердлення отворів під кріплення штифтами	0:01:21
Обробка отворів під кріплення штифтами	0:05:42
Чорнова обробка поверхні	2:05:14
Чистова обробка площини під кріплення	0:01:20
Напівчистова обробка поверхонь роз'єму Получистовая обработка поверхности разъема, формоутворюючої поверхні	1:00:25
Чистова доробка поверхні	0:33:46
Чистова обробка поверхні роз'єму формоутворюючої поверхні	5:46:12
Чистова доробка	0:07:06
Всього	8:01:03

За аналогічною технологією виконано моделювання фрезерної обробки другої напівформи матриці та дна матриці.

**Висновок.** В роботі було розроблено технологію виготовлення Пет-тари. Зовнішній вигляд прес-форми для виробництва тари представлений на рис. 10. У ході виконання роботи використовувалися засоби автоматизованого проєктування і розробки керуючих програм: PowerSHAPE, PowerMILL.

Поверхнєве моделювання є найбільш сильною стороною програми PowerSHAPE. Побудова поверхонь стала набагато простіша, і в той же час збереглися усі можливості редагування форми.

З програмою PowerMILL можливе створення таких програм, які забезпечать високу продуктивність обробки верстата з ЧПУ при абсолютній упевненості в надійності програм, вільних від складок і зайвих холостих ходів. Програми дозволяють по максимуму використати усі можливості сучасних високошвидкісних верстатів і систем ЧПУ. PowerMILL дає вирішальні переваги для досягнення високої продуктивності при забезпеченні високої якості.



Рис. 10. Готові формуючі напівформи

### Список використаних джерел

1. Мацулевич О. Є. Застосування спеціалізованої PLM-системи Technologi CS при розробці автоматизованої системи ведення конструкторсько-технологічних баз даних підприємства сільськогосподарського машинобудування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2024. Вип. 24, т.1 <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-13>
2. Мацулевич О.Є., Вершков О.О. Вдосконалення методики контролю якості розробки управляючої програми із застосуванням симулятора роботи токарного верстата з ЧПУ. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2024. Вип. 24, т. 2. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-12>
3. Alrefo I. F., Matsulevych O., Vershkov O., Halko S., Suprun O., Miroshnyk O. Designing the working surfaces of rotary planetary mechanisms. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. Vol. 4. P. 82-88. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-4/082>
4. Мацулевич О. Є., Щербина В. М. Використання пакету прикладних програм NETCRACKER. *Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конференції з міжнар. участю, м. Мелітополь, 11-13 вересня 2017 р., присвяченої 85-річчю кафедри вищої математики і фізики ТДАТУ. Мелітополь, 2017. С. 107-108.*
5. Мацулевич О. Є., Ніконенко О. А. Методика створення імітації роботи промислових технічних виробів та систем: матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області за підсумками наукових досліджень 2018 року): збірник тез доповідей, м. Мелітополь, 19-23 листопада 2018 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. С.32
6. Щербина В. М., Холодняк Ю. В., Івженко О. В. Впровадження комп'ютерної графіки в навчальний процес при підготовці фахівців інженерних спеціальностей.

*Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти.* 2020. Вип. 24. С. 554-558.

7. Мацулевич О. Є., Зінов'єва О. Г. Розв'язання задач аналізу тренд-сезонних часових рядів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Вип. 19(2). С. 264-270