

УДК 621.762

Харчук П.М., Сичук В.А., Заболотний О.В., Рудь В.Д., Монюх І.В.  
Луцький національний технічний університет

### МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЧПК КОНСОЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 6Т13Ф3

В статті розглядається питання модернізації системи ЧПК консольно-фрезерного верстата моделі 6Т13Ф3 на базі відкритої системи EMC2 та плати вводу-виводу фірми Xilinx. Модернізація проводиться з метою розширення технологічних можливостей верстата, які були перевірені при виготовленні деталей різноманітної форми.

Сучасний стан механічної обробки базується на використанні багатоцільових верстатів, які забезпечують необхідну точність, при високошвидкісних режимах різання (OMV – технології). Вартість такого обладнання складає сотні тисяч доларів. Разом з тим на підприємствах України є багато верстатів з ЧПК, які оснащені застарілими системами керування (2P22, 2C42, ...). Продуктивність таких верстатів не задовольняє сучасним вимогам.

Нами була проведена модернізація консольно-фрезерного верстата моделі 6Т13Ф3. Метою модернізації є заміна системи керування. Приводи та механічна частина були в робочому стані.

Структурну схему системи управління зображено на рис. 1.

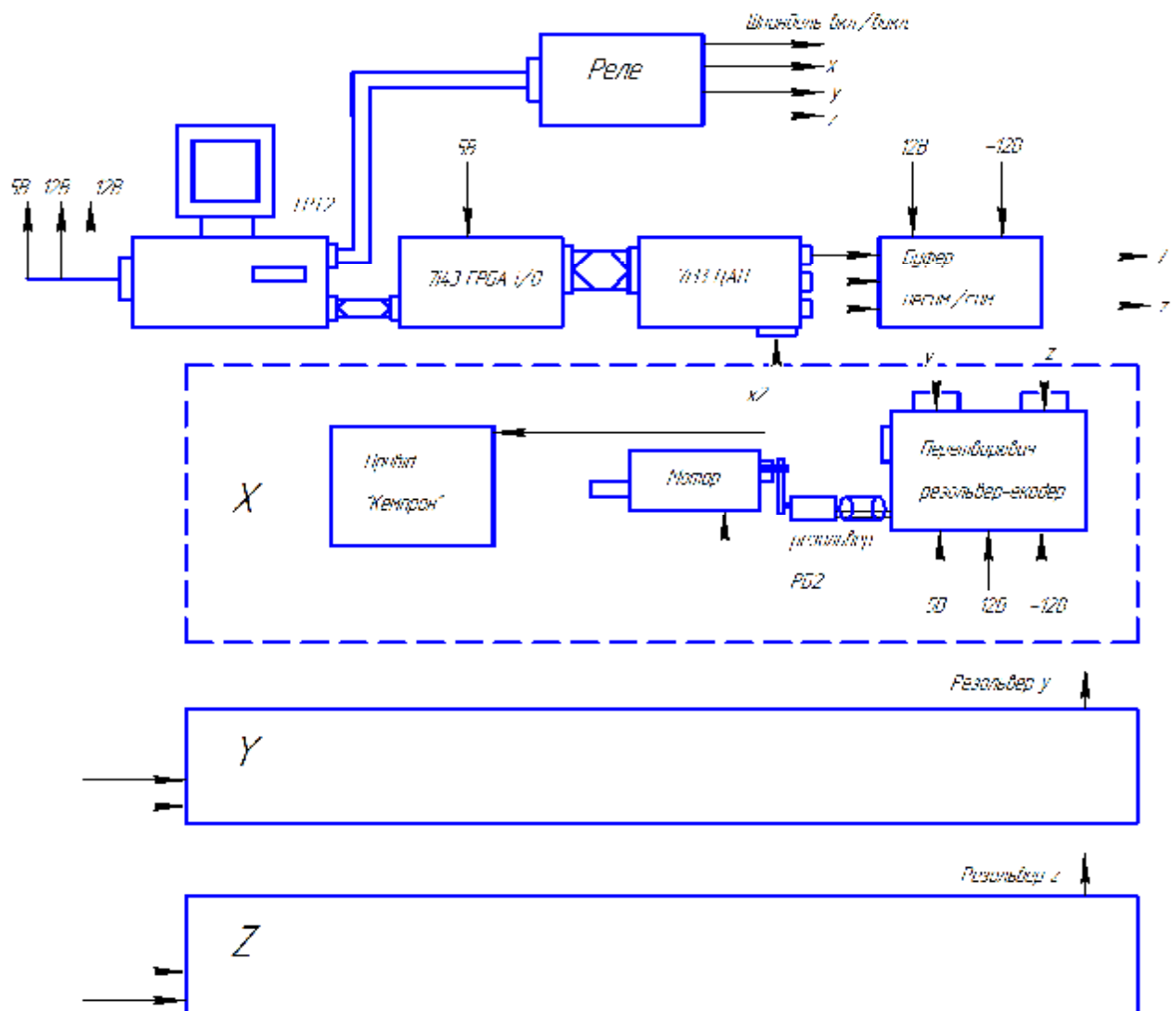


Рис. 1. Структурна схема системи керування консольно-фрезерного верстата моделі 6Т13Ф3.

Обрана система ЧПК EMC2 працює на персональному комп'ютері, під управлінням операційної системи Linux. EMC2 – відкрита система, я це означає доступність програмних кодів

для вивчення та налаштування системи.

Комп'ютер через паралельний порт під'єднаний до плати вводу виводу 7i43-4 за допомогою 24 жильного шлейфу. Блок живлення комп'ютера виробляє напруги 5В, +12В, -12В для живлення усіх керуючих компонентів системи.

Плата вводу-виводу 7i43-4 містить FPGA X3S400 фірми Xilinx. Конфігурація FPGA відбувається при запуску EMC через паралельний порт. Для роботи з платою, програма EMC завантажує загальний драйвер hostmot2 та драйвер hm2-7i43. В рядку запуску драйвера hm2-7i43 передається шлях до файлу мікропрограми FPGA. Драйвер hm2-7i43 здійснює завантаження мікропрограми через паралельний порт в режимі EPP. Далі драйвер здійснює зв'язок програми EMC з FPGA. Мікропрограма SVST4\_4B реалізовує такі компоненти: 4 encoder, 4 PWM, 4 StepGen. Така реалізація дає можливість керувати одночасно чотирма сервоприводами та чотирма кроковими приводами. Плата для своєї роботи потребує напругу 5В.

До роз'єму плати 7i43-4 за допомогою 50 жильного шлейфу під'єднана плата ЦАП 7i33TA. Вона містить активні фільтри на операційних підсилювачах, для перетворення широтно-імпульсного сигналу в керуючий аналоговий сигнал -10В...+10В. Живлення плати здійснюється через шлейф від плати вводу/виводу.

Аналоговий керуючий сигнал з плати 7i33TA поступає на буфер виконаний на ОУ MC33072PG. Буферний каскад також здійснює перетворення несиметричного керуючого сигналу в симетричний.

Далі керуючий сигнал за допомогою витої пари подається на тиристорний привід "Кемрон", розміщений в шафі електроавтоматики. Привід керує двигуном постійного струму 4АЕВ6 з тахогенератором зворотного зв'язку.

В кришці мотора міститься резольвер РБ2. З'єднання з валом здійснено через шестерні мультиплікатора на 2 ( на один оберт вала 2 оберти резольвера). Резольвер під'єднано до блоку перетворювача сигналу резольвера в сигнал енкодера за допомогою екранованого кабелю. Блок подає на резольвер опорний гармонійний сигнал, і по вихідних сигналах  $\sin$  та  $\cos$  обчислює зміни кута повороту вала. Вихідним сигналом є TTL сигнал енкодера 1024 імпульси на один оберт. Для своєї роботи блок потребує живлення 5В, +12В, -12В. Сигнал енкодера подається на плату 7i33TA і через шлейф на плату 7i43-4.

З врахуванням мультиплікатора отримуємо 2048 імп/оберт. При переміщенні 1см/оберт, отримуємо похибку, приблизно 5-10 мкм.

Обертний рух валу двигуна, за допомогою пари гвинт-гайка перетворюється в поступальний рух переміщення столу та шпинделя.

В комп'ютер встановлено, ще один адаптер паралельного порту. До нього під'єднана плата реле, що здійснює включення, виключення шпинделя, а також включення, виключення приводів переміщень при запуску програми. Плата потребує для роботи живлення 12В.

Налаштування PID контролера здійснено ручним способом, безпосередніми пробами. Виставляємо коефіцієнт I та D в 0. Та збільшуємо пропорційний коефіцієнт P поки цикл не почне коливатися. Далі P встановлюємо рівним половині цього значення, і збільшуємо I до тих пір поки переміщення буде коректуватись за адекватний час для процесу. Коефіцієнт D був залишений рівним 0 для всіх трьох координат. Вибрані коефіцієнти забезпечили похибку 20 мкм.

Для перевірки функціональності модернізованої системи ЧПУ, були розроблені управляючі програми для двох деталей різної конфігурації для подальшого їх виготовлення.

На рис. 2 зображено циліндричну деталь на торці якої є фрезерування складної траєкторії у вигляді «пацюка». Діаметр циліндру – 30мм, заглиблення фрезерування – 1мм. Матеріал заготовки – алюміній. Інструмент, який використовувався – фреза кінцева діаметром 1мм.

На рис. 3 зображено деталь складної просторової форми. Заготовка прямокутна з розмірами 100ммx100ммx55мм. В деталі присутні такі елементи: рівні паралельні вертикальні та горизонтальні сторони, випукла півсфера, заглиблення у формі півсфери, половина циліндру, половина циліндричного отвору, кубик, круговий паз, заокруглення, прямокутник з похилою стороною, циліндричний глухий отвір. Матеріал заготовки – алюміній. Інструменти, які використовувалися: фреза кінцева діаметром 10мм, фреза кінцева сферична діаметром 6мм (змінювалась в процесі обробки для формування правильного півсферичного заглиблення).

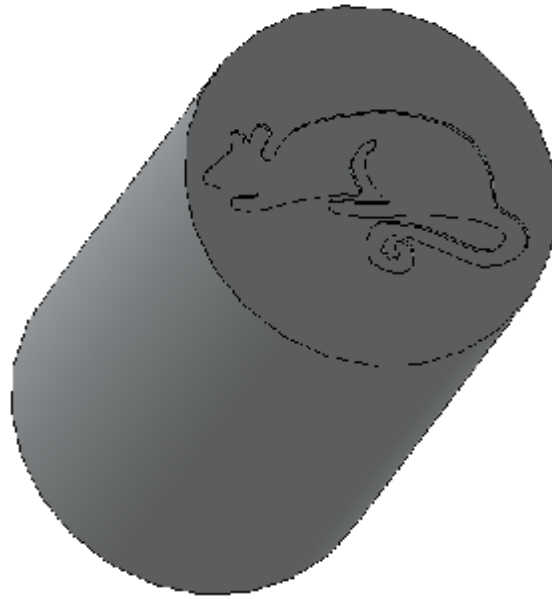


Рис. 2. Циліндрична деталь на торці якої заглиблення у формі «пацюка».

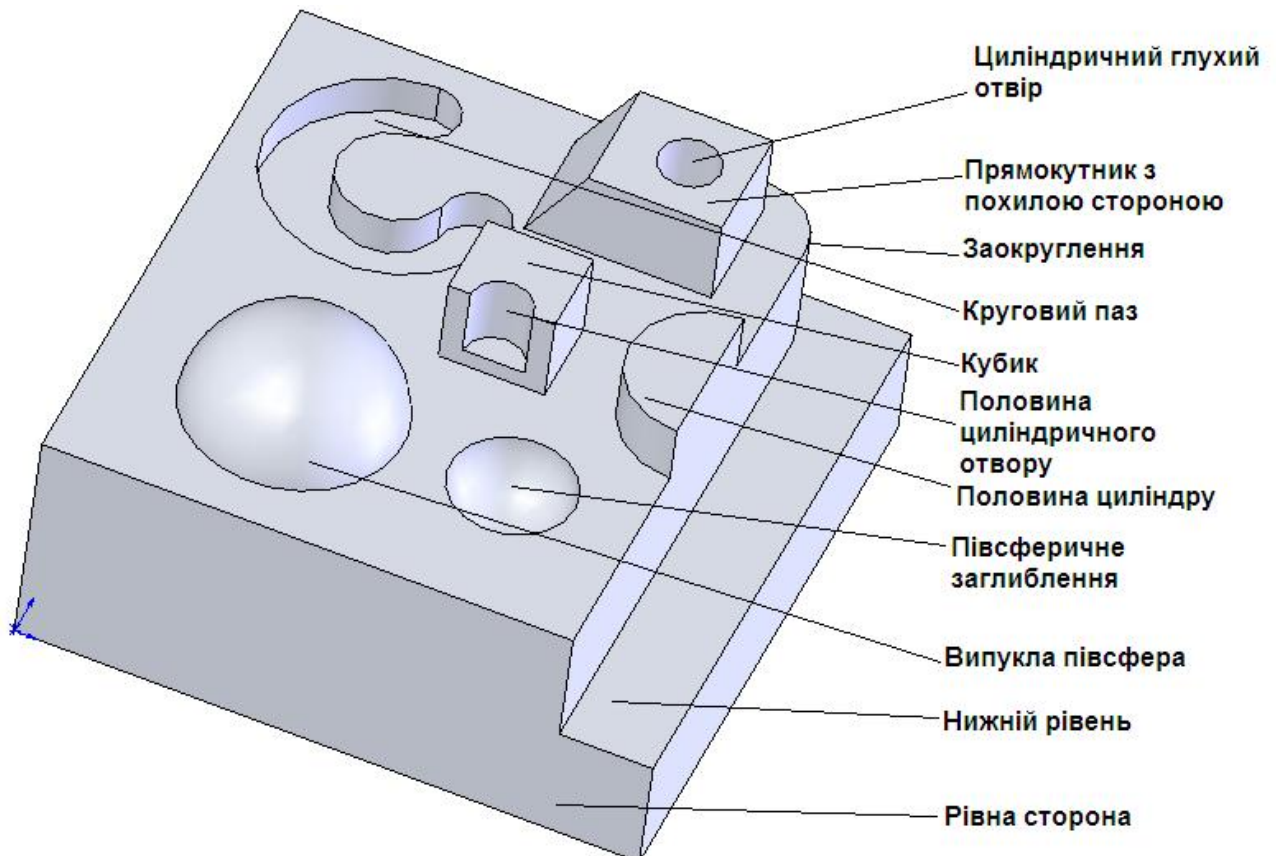


Рис. 3. Деталь складної просторової форми.

Для написання управляючих програм для фрезерування представлених вище деталей була використана програма FeatureCAM. В даній програмі були введені усі необхідні параметри: інструменти, матеріал заготовки, стратегії обробки фрезами, сконфігурований постпроцесор під модернізовану систему ЧПУ консольно-фрезерного верстата. Згенеровані управляючі програми були записані у ЧПУ верстата, за якими було виготовлено деталі в металі. Результати роботи зображено на рис. 4 і рис. 5.



Рис. 4. Виготовлена деталь з складною траєкторією у вигляді «пацюка».

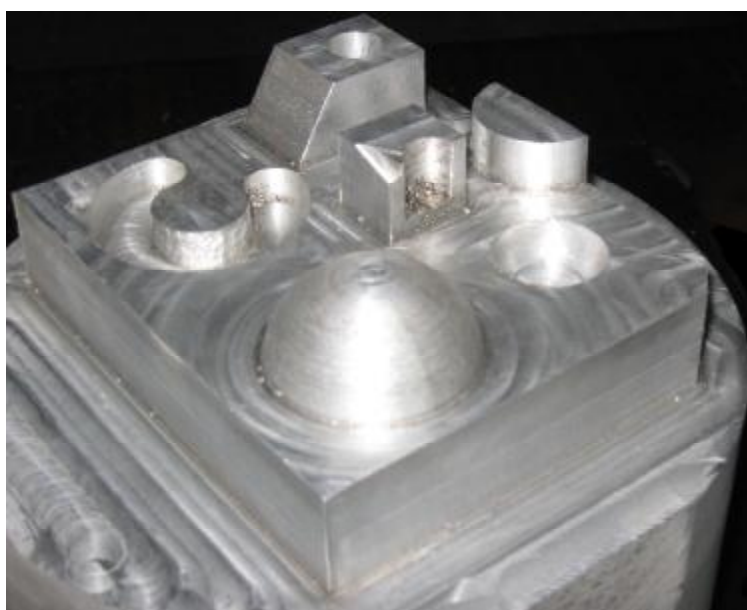


Рис. 5. Виготовлена деталь складної просторової форми.

Даний метод модернізації застарілих верстатів з ЧПУ є ефективним і рекомендується для проведення. Великою перевагою при переведенні старої системи ЧПУ на нову є відносна дешевизна та можливість застосування звичайного персонального комп'ютера як складової системи керування верстатом. Отже результат роботи є позитивним.

1. Станок 6P13Ф3. Схема електрична.
2. EMC2 Integrator Manual.pdf
3. EMC2\_User\_Manual.pdf
4. Texas Instruments Application Report SPRA605 - "TMS320F240 DSP Solution for Obtaining Resolver Angular Position and Speed".
5. Freescale Semiconductor Application Note AN1942 - "56F80x Resolver Driver and Hardware Interface".
6. Довідка програми SolidWorks.
7. Довідка програми FeatureCAM.
8. [www.linuxcnc.org](http://www.linuxcnc.org)
9. [www.freescale.com](http://www.freescale.com)
10. [www.ti.com](http://www.ti.com)