

УДК 621.313

### МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ФІРМИ VIRA ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА З МАНІПУЛЯТОРОМ M10P

**І. А. Орловський, Т. С. Храпаль, М. В. Сердюк**

Запорізький національний технічний університет

вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, Україна. E-mail: i\_orlovsky@mail.ru, taras\_khrapal@mail.ru

**О. І. Крат**

ТОВ «ДП СВ Альтера–Запоріжжя»

просп. Металургів, 12,а, м. Запоріжжя, 69006, Україна. E-mail: krat@altera.zp.ua

Розроблено програмне забезпечення лабораторного стенда-маніпулятора M10P на базі обладнання фірми VIRA. Сформульовано й розглянуто основні задачі системи керування. Проаналізовано способи позиціонування робочого органа маніпулятора, функції для позиціонування за допомогою аналогових входів, функцій абсолютно-покрокового переміщення. Розроблено алгоритм керування маніпулятором M10P та програма його керування на мовах середовища Step7. Виконано запуск обладнання, його налагодження та перевірку роботи. Доведено доцільність виконаної модернізації для покращення якості навчання студентів та можливість подальшого вдосконалення системи керування маніпулятора.

**Ключові слова:** лабораторний стенд, система керування, контролер, маніпулятор, електропривод.

### МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ФИРМЫ VIRA ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА С МАНИПУЛЯТОРОМ M10P

**И. А. Орловский, Т. С. Храпаль, М. В. Сердюк**

Запорожский национальный технический университет

ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, 69063, Украина. E-mail: i\_orlovsky@mail.ru, taras\_khrapal@mail.ru

**А. И. Крат**

ООО «ДП СВ Альтера–Запорожье»

просп. Металлургов, 12,а, г. Запорожье, 69006, Украина. E-mail: krat@altera.zp.ua

Разработано программное обеспечение лабораторного стенда манипулятора M10P на базе оборудования фирмы VIRA. Сформулированы и рассмотрены основные задачи системы управления. Проанализированы способы позиционирования рабочего органа манипулятора, функции для позиционирования с помощью аналоговых входов, функций абсолютно-пошагового перемещения. Разработан алгоритм управления манипулятором M10P и программа его управления на языках среды Step7. Выполнены запуск оборудования, его наладка и проверка работы. Доказаны целесообразность выполненной модернизации для улучшения качества обучения студентов и возможность дальнейшего совершенствования системы управления манипулятора.

**Ключевые слова:** лабораторный стенд, система управления, контроллер, манипулятор, электропривод.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Розвиток сучасних технологій підвищує вимоги до систем керування технологічного обладнання, що обумовлює застосування нових комп'ютерних систем керування, внаслідок чого виникає необхідність підготовки фахівців високого рівня, які здатні проектувати такі системи, виконувати їх монтаж, налагоджування і підтримувати працездатність при експлуатації.

Якісне навчання студентів системам автоматизації технологічних процесів можливо за наявності сучасних лабораторних стендів. Вартість нових таких стендів дуже висока. Модернізація стендів власними силами з використанням їх існуючої складної електромеханічної частини суттєво знижує кошторис, при цьому також поглиблюються практичні навички студентів.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** У Запорізькому національному технічному університеті за підтримки ТОВ СВ Альтера (головний офіс у Києві, директор Ткаченко В.В.; запорізьке відділення – директор Дужий Ю.М.) модернізовано лабораторний стенд з вивчення сучасних комп'ютерних систем автоматизації та електропривода промислового робота-маніпулятора (далі маніпулятора) M10P. Такими маніпуляторами були оснащені більшість кафедр електропривода та підйомно-транспортних машин у СРСР. Штатно маніпулятор

M10P укомплектований системою числового програмного керування «Контур 1», яка складна, морально й фізично застаріла, що часто вимушує списання усього обладнання.

Метою модернізації стенда є підвищення якості навчального процесу у частині отримання професійних знань і навичок роботи на сучасному обладнанні провідних фірм, зокрема VIRA, обладнання якої широко використовується у всьому світі в системах автоматизації, для навчання студентів спеціальності електромеханічні системи автоматизації та електропривод.

Допомогу у придбанні електротехнічного обладнання (табл. 1) та консультатії при його підключенні й налагодженні надано фірмою ТОВ «ДП СВ Альтера–Запоріжжя». Часткову оплату вартості наведеного обладнання здійснено Запорізьким національним технічним університетом. Для забезпечення керування маніпулятором M10P та візуалізації процесу стенд обладнаний сучасним комп'ютером.

Модернізація маніпулятора полягала у наступному: заміна «Контур 1» на контролери VIRA; підмикання ПК для програмування контролерів та візуалізації; встановлення енкадерів замість індуктосинів, для яких необхідні додаткові блоки живлення та оцифровування сигналів; розробка та виготовлення нового пульта оператора; розробка програми керування.

Таблиця 1 – Перелік обладнання для модернізації

Модуль	Тип	Штук
Блок живлення	Vipa 307-1EA00	1
Процесор	Vipa 314-6CF02	1
Дискретні входи DI 16 x 24 V	Vipa 321-1BH01	2
Дискретні виходи DO 16 DC 24V 1A	Vipa 322-1BH01	1
Фронтальний штекер 20 полюсів	Vipa 392-1AJ00	3
Фронтальний штекер 40 полюсів	Vipa 392-1AM00	1
Фронтальна DIN рейка 482 mm	Vipa 390-1AE80	1
Енкодер Autonics (1000 імпульсів на оберт)	E40S8-200-3-T-24	3

Саме проектування модернізації та її впровадження виконується студентами при підготовці дипломних проектів та випускних кваліфікаційних робіт магістрів, при цьому отримуються навички застосування теоретичних знань та практичної роботи на сучасному обладнанні.

Маніпулятор M10П призначений для обслуговування металорізальних верстатів, зокрема, для автоматичного завантаження-розвантаження заготовок та деталей типу вал до верстатів з числовим програмним керуванням. Особливістю цього маніпулятора є рух його робочого органа у сферичній системі координат. Конструкцією забезпечується позиціонування робочого органа за шістьма координатними осями. Загальний вигляд маніпулятора M10П приведено на рис. 1. Переміщення за трьома координатами здійснюється одним регульованим електроприводом постійного струму «КЕМЕК» з використанням комутатора. Операції обертання, стиснення, рух руки вперед-назад реалізуються пневмоприводами.

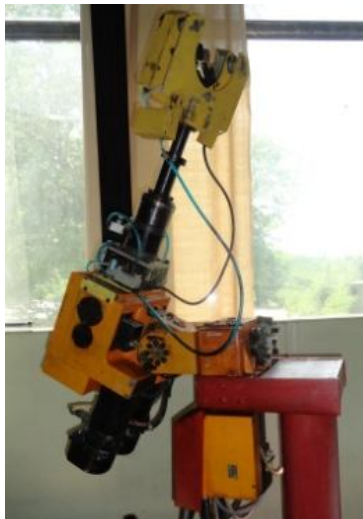


Рисунок 1 – Загальний вигляд маніпулятора M10П

Після модернізації система керування маніпулятором повинна забезпечувати просту й зручну його роботу при виконанні позиціонування. Робота системи керування передбачена у трьох режимах: руч-

ному режимі без контролера; ручному режимі через контролер та автоматичному.

Автоматичний режим може реалізовуватися:

- від контролера VIPA;
- від контролера VIPA і SCADA системи TRACE MODE;
- від контролера VIPA і SCADA системи SIMATIC STEP 7.

В автоматичному режимі система керування, відповідно до заздалегідь написаної програми, повністю відпрацьовує заданий технологічний цикл, при цьому обчислюються інтервали переміщень і відбувається корекція похибок.

У процесі модернізації розроблено принципову електричну схему системи керування, в якій передбачена можливість різних способів керування обладнанням від різних джерел живлення за різними режимами роботи. Схематично вирішені завдання ідентифікації готовності привода, скидання помилки привода, підмикання кінцевих та проміжних вимикачів, реалізована можливість з'їзду з кінцевого вимикача. Здійснено підключення інкрементальних енкодерів Autonics E40S8-1000-3-T-24 й елементів комутатора з трьох реле серії РЭП11 для послідовного підключення двигунів з відповідними тахогенераторами до привода та п'яти реле серії РП – для кіл логіки.

Розроблено програмне забезпечення лабораторного стенда маніпулятора M10П на базі обладнання фірми VIPA. Для цього сформульовано й розглянуто основні задачі системи керування: структура системи керування Simatic S7-300, набір функцій, що підтримує контролер, система вводу-виводу інформації, вбудований інтерфейс промислового Ethernet. Проаналізовано способи позиціонування робочого органа маніпулятора, функції для позиціонування за допомогою аналогових входів, функцій абсолютно-покрокового переміщення. Розроблено алгоритм керування маніпулятором M10П та програма його керування на мовах середовища Step7. Виконано запуск обладнання, його налагодження та перевірку роботи.

Для ручного завдання різних режимів розроблено пульт оператора (рис. 2).



Рисунок 2 – Пульт оператора

На панелі оператора встановлені тумблери «Аско 1322», ТВ1-2, кнопки серії XB2, світлодіоди, лампочки, потенціометр ППБ-3А для завдання швидкості двигуна, кнопка з'їзду з кінцевих давачів. Сигнальна індикація у вигляді відповідних світлодіодів NXD-211 та AD16-16D3 сигналізує стан роботи кожного з двигунів.

На маніпуляторі встановлено такі давачі та виконавчі органи:

- давачі положення при русі по осях X, Y, Z – усього 12 штук;
- давачі положення пневматичних механізмів – 11,

– електромагнітні клапана пневмомеханізмів – 6.

Вимірювання переміщень за трьома напрямками проводиться за допомогою інкрементальних енкодерів, які встановлені на вали двигунів. Для встановлення енкодерів розроблено перехідники (рис. 3).

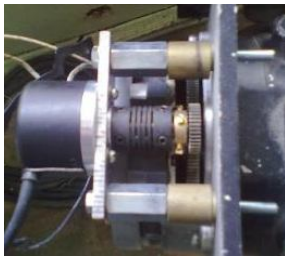


Рисунок 3 – Під'єднання енкодера до двигуна

Внутрішній вигляд переобладнаної шафи системи керування «Контур 1» наведено на рис. 4.

Визначено основні напрями навчання студентів сучасним системам автоматизації на модернізованому лабораторному стенді маніпулятора M10P:

– вивчення модульного програмованого контролера SPEED7-300 фірми VIPA, призначеного для побудови систем автоматизацій низького та середнього ступенів складності, а саме: системи вводу-виводу інформації, принципові схеми під'єднання до технологічного об'єкту та внутрішня будова контролера;

– застосування пакета для програмування контролера STEP7, з можливістю вивчення та практичного використання мови програмування, структури пакета і його можливостей;

– знайомство із SCADA-системами та алгоритмами реалізації систем керування, практичне використання SCADA-систем;

– опрацювання принципових схем будови виконавчих органів, кінематичних схем маніпулятора, електричної схеми комутатора, схеми підмикання давачів і виконавчих органів;

– ознайомлення з принципом з'єднання ПК із програмним контролером SPEED7-300 за протоколом Ethernet;

– ознайомлення з комплектом електроприводом «КЕМЕК», призначеним для переміщення руки

маніпулятора послідовно за трьома координатами, при цьому вивчення структурних, функціональних, принципних схем, схем під'єднання електропривода до контролера, пульта оператора та комутатора.

У перспективі наявність сучасного контролера та ПК дає можливість підвищення точності позиціонування, додавання давачів зображення об'єктів з використанням інтелектуальних технологій дозволить формувати завдання переміщення та оптимальні траєкторії руху руки маніпулятора.



Рисунок 4 – Внутрішній вигляд переобладнаної шафи «Контур 1»

Автори вдячні ректору Запорізького національного технічного університету професору Белікову С.Б., директору ТОВ «ДП СВ Альтера-Запоріжжя» Дужию Ю.М, завідувачу кафедри ЕПА Бондаренку В.І., доценту Пирожку А.В., старшим викладачам Кулиничу Е.М. та Осадчому В.В., старшому лаборанту Нечаєву В.Є. за підтримку та активну участь у створенні стенда.

**ВИСНОВКИ.** У ході експериментальної перевірки роботи стенда доведено доцільність виконаної модернізації для покращення якості навчання студентів та можливість подальшого вдосконалення системи керування маніпулятора.

#### UPGRADE OF LABORATORY STAND EQUIPMENTS FOR COMPANY VIPA WITH MANIPULATOR M10P

**I. Orlovskyi, T. Khrapal, M. Serduk**

Zaporizhzhia National Technical University

vul. Zhukovskoho, 64, Zaporizhzhya, 69063, Ukraine. E-mail: i\_orlovsky@mail.ru, taras\_khrapal@mail.ru

**A. Krat**

LTD «DP SV ALTERA-Zaporizhzhya»

prosp. Metalurgov, 12,a, Zaporizhzhya, 69006, Ukraine. E-mail: krat@altera.zp.ua

The software lab stand arm M10P-based equipment from VIPA. Formulated and the basic task management system: Analysis ways of positioning the working body of the manipulator functions for position with analog inputs, the absolutely-step move. An algorithm for management manipulator M10P and the program of his administration in the languages of the environment Step7. Completed launch of the equipment, its commissioning and testing work. The expediency of modernization made to improve the quality of education students and the possibility of further improving the management system of the manipulator.

**Key words:** laboratory stand, control system, controller, manipulator, electric transmission.

Стаття надійшла 21.06.2012.

Рекомендовано до друку

к.т.н., доц. Гладириєм А.І.