



## ЛІТЕРАТУРА

1. Герасина А.В. Структурно-параметрическая идентификация процессов дробления и измельчения руд / А.В. Герасина, В.И. Корниенко. – Днепропетровск: НГУ, 2013. – 102 с.
2. Виноградов В.С. Автоматизация технологических процессов на горнорудных предприятиях / Виноградов В.С. – М.: Недра, 1984. – 165 с.
3. Марюта А.Н., Качан Ю.Г., Бунько В.А. Автоматическое управление технологическими процессами обогатительных фабрик. Учебное пособие для студентов вузов – М.: Недра, 1983. – 277 с.

УДК 621.873

### РЕАЛІЗАЦІЯ ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ

**В.С. Ловейкін<sup>1</sup>, В.А. Голдун<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>доктор технічних наук, завідувач кафедри конструювання машин, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, e-mail: [d.um@mail.ru](mailto:d.um@mail.ru)

<sup>2</sup>пошукач кафедри конструювання машин, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

**Анотація.** Описано систему для керування механізмом підйому вантажу, в основу якої покладено частотне керування електроприводом механізму. Наведено принципову електричну схему та алгоритм роботи розробленого програмного забезпечення для керування частотним перетворювачем. Наведено опис використання програмного забезпечення.

*Ключові слова:* частотний перетворювач, електропривод, механізм підйому вантажу, програмне забезпечення.

### REALIZATION OF FREQUENCY CONTROLLING OF ELECTRIC MOTOR OF LOAD LIFTING MECHANISM

**Vyacheslav Loveikin<sup>1</sup>, Vasiliy Goldun<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of technical Sciences, Head of Department of Machinery Design, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: [d.um@mail.ru](mailto:d.um@mail.ru)

<sup>2</sup>Seeker of PhD, Department of Machinery Design, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** A system of lifting mechanism controlling was described, which is based on frequency controlling of electric drive of the mechanism. The electrical scheme and algorithm of developed software to control the inverter were showed. The description of the software using was showed.





*Keywords: inverter, electrical drive, load-lifting mechanism, software.*

**Вступ.** Для реалізації циклу підйому/опускання вантажу, який виконується вантажопідйомним краном, необхідно керувати кутовою швидкістю або електромагнітним моментом приводного електродвигуна. Це впливає з умов високої продуктивності крана, зниження його енергоспоживання та забезпечення надійності роботи.

Сучасні електроприводні механізми обладнуються частотними перетворювачами, які змінюють частоту та амплітуду напруги живлення двигуна. Це дає змогу регулювати кутову швидкість двигуна і його крутний момент. Існує тенденція щодо заміни обладнання, яке реалізує керування крановими електродвигунами за допомогою зміни опору роторного кола, на обладнання, яке використовується при частотному керуванні [1-4] (частотний перетворювач, фільтри вищих гармонік напруги, гальмівні резистори та рекупераційні блоки).

Отже, задача розробки апаратного та програмного забезпечення, яке використовується при частотному керуванні кранового електроприводу є актуальною.

**Мета роботи.** Метою роботи є розробка програмного та апаратного забезпечення для реалізації частотного керування електродвигуном механізму підйому вантажу.

**Матеріал та результати досліджень.** Реалізація частотного керування електроприводом механізму підйому вантажу можна виконати за допомогою частотного перетворювача векторного типу FR-D740-080 фірми Mitsubishi Electric. Технічні характеристики частотного перетворювача наведено в таблиці 1 [5].

На рис. 1 наведено електричну принципову схему щита керування електроприводом механізму підйому вантажу. Схема працює так. Для подачі у схему напруги живлення виконують вмикання автоматичного вимикача QF1. При цьому на вихід щита напруга подається через нормально замкнені контакти КМ1.3, „минаючи” частотний перетворювач FR-D. Вмикання частотного перетворювача FR-D виконується за допомогою кнопки SB2. При цьому спрацьовує пускач КМ1 і вихід щита з'єднується з виходом частотного перетворювача FR-D через контакти КМ1.4. Отже, з'являється можливість змінювати частоту та напругу живлення на виході електрощита.



Таблица 1

Технічні характеристики частотного перетворювача FR-D740-080

Параметр	Одиниця вимірювання	Значення
Потужність перетворювача	кВт	3,7
Номінальний вихідний струм	А	8
Перевантаження	-	150% при 60 с; 200% при 3 с
Допустимий інтервал напруг	В	323-528
Діапазон вихідних частот	Гц	0,2...400
Час розгону/гальмування	с	0,1...3600
Тип характеристики розгону/гальмування	-	лінійна, S-подібна, подвійна S-подібна
Керування	-	зовнішнє; керування з пульта; комп'ютерне

При виникненні аварійної ситуації контакт ВС частотного перетворювача FR-D розмикається, знеструмлюючи коло котушки пускача KM1. Пускач KM1 знеструмлюється і вимикає частотний перетворювач FR-D з мережі живлення. Описана схема зібрана у електрощитку, який підключається у розрив кабеля живлення приводу механізму підйому вантажу (рис. 2).

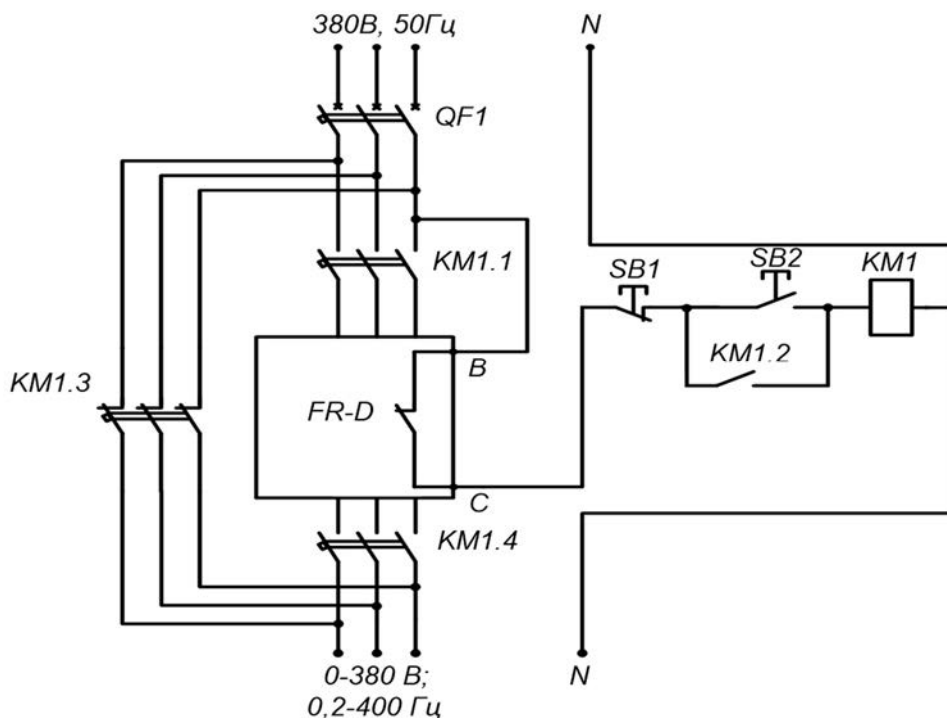


Рисунок 1 - Принципова електрична схема щита керування електроприводом механізму підйому вантажу



Рисунок 2 - Зовнішній вигляд щита керування електроприводом механізму підйому вантажу

Реалізація частотного керування електроприводом механізму підйому вантажу пов'язана зі зміною частоти напруги його живлення, яке виконується за допомогою частотного перетворювача та ПК. Зв'язок між частотним перетворювачем та ПК виконується за допомогою послідовного COM-порту [6]. З ПК на частотний перетворювач у певній послідовності відправляються керуючі сигнали, які призводять до зміни частоти напруги живлення двигуна і, як наслідок, до зміни швидкості його обертання. Організація розрахунку та посилки сигналів виконується за допомогою програми „Оптимальний підйом/опускання вантажу”, інтерфейс якої показано на рис. 3.

Опишемо більш детально дії, які виконує користувач програми, для того, щоб реалізувати керування частотним перетворювачем. Для того, щоб встановити зв'язок між ПК та частотним перетворювачем користувач вибирає порт. Після цього натискання кнопки „ON” відкриває порт. Саме з відкритого порта буде відбуватись передача даних на частотний перетворювач. За замовчуванням частотний перетворювач має зовнішнє керування. Для того, щоб встановити керування з мережі (комп'ютерне керування) користувач вибирає на панелі „CONTROL” позначку „NET” та натискає кнопку „SET”. Надалі необхідно розрахувати масив дискретних значень частоти, які будуть відправлятись на частотний перетворювач при керуванні швидкістю обертання двигуна. При цьому використано оптимальний закон підйому/опускання вантажу, який описано у роботі [7].

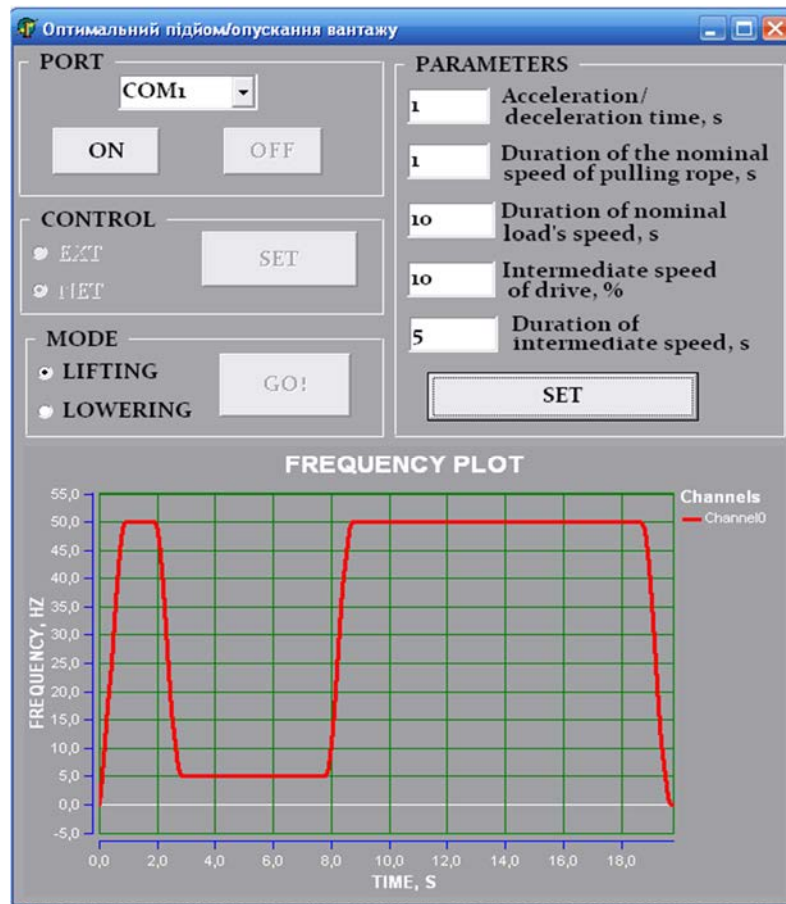


Рисунок 3 - Вікно програми „Оптимальний підйом/опускання вантажу”

Для розрахунку масиву дискретних значень частоти оператор спочатку задає параметри у панелі „PARAMETERS”: тривалість розгону та гальмування двигуна (поле „Acceleration/deceleration time, s”); тривалість номінальної швидкості при натягуванні канату (поле „Duration of the nominal speed of pulling rope, s”); тривалість номінальної швидкості руху вантажу (поле „Duration of nominal load’s speed, s”); величина проміжної швидкості приводу (поле „Intermediate speed of drive, %”); тривалість руху приводу на проміжній швидкості (поле „Duration of intermediate speed, s”).

При натисканні кнопки „SET” у програмі проходить розрахунок масиву дискретних значень частоти напруги живлення двигуна в залежності від режиму руху вантажу (опускання чи підйом). Режим руху двигуна вибирається на панелі „MODE”: встановлюється позначка „LIFTING” (підйом вантажу) або „LOWERING” (опускання вантажу). Результати розрахунку масиву можна побачити за допомогою графіка. Даний графік ілюструє зміну частоти напруги живлення двигуна у часі (панель „FREQUENCY PLOT”). Змінюючи параметри процесу у полях панелі „PARAMETERS” та натискаючи на кнопку „SET”, можна побачити вплив цих параметрів на характер зміни частоти напруги живлення двигуна.



Для того, щоб почати керування рухом електродвигуна користувач натискає кнопку „GO!”. При цьому на частотний перетворювач надходить команда, яка встановлює усталену частоту напруги живлення двигуна. Значення цієї частоти є першим елементом розрахованого масиву. Після цього надходить команда на запуск частотного перетворювача. При цьому частота напруги живлення починає зростати від нульового до усталеного значення. Надалі йде часова затримка 0,1 секунд після якої з ПК на частотний перетворювач відправляється наступний керуючий сигнал, який містить значення другого елемента розрахованого масиву. Частота напруги живлення двигуна змінюється і двигун, у відповідності до зміни частоти, змінює швидкість обертання. Процес повторюється до тих пір, поки не буде відправлене останнє значення частоти. Остання команда викликає зупинку роботи частотного перетворювача, що у свою чергу призводить до зупинки двигуна механізму підйому вантажу.

Для того, щоб закрити програму необхідно перевести частотний перетворювач у режим зовнішнього керування (вибрати на панелі „CONTROL” позначку „EXT” та натиснути кнопку „SET”) та відключитись від комунікаційного порта (на панелі „PORT” натиснути кнопку „OFF”).

**Висновок.** У наведеному дослідженні розроблено апаратну та програмну частину системи частотного керування електроприводом механізму підйому вантажу. Дана система дозволяє керувати підйомом та опусканням вантажу за допомогою ПК. Крім того, програмна частина роботи системи включає оптимальний закон підйому/опускання вантажу, який дозволяє знизити рівень динамічних навантажень у механізмі підйому вантажу, канатах та основі на яку виконується посадка вантажу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Радимов С.Н. Применение энерго- и ресурсосберегающего частотного электропривода на механизмах подъемно-транспортных машин / С.Н. Радимов // Подъемные сооружения. Специальная техника. – 2007. – №8 – С. 30-32.
2. Радимов С.Н. Частотный электропривод механизмов кранов с напольным управлением / С.Н. Радимов, К.А. Аниченко, А.В. Горячев, В.Н. Супрученко // Подъемные сооружения. Специальная техника. – 2007. – №7(71) – С. 22-24.
3. Преобразователь частоты Altivar 71 от Schneider Electric – оптимальное решение для применения в системах управления подъемно-транспортным оборудованием. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.schneider-electric.ua/ukraine/ua/products-services/offer-updates/news-viewer.page?c\\_filepath=/templatedata/Content/News/data/ua/local/automation\\_control/general\\_information/2009/07/20090722\\_\\_altivar\\_71\\_schneider\\_electric\\_.xml](http://www.schneider-electric.ua/ukraine/ua/products-services/offer-updates/news-viewer.page?c_filepath=/templatedata/Content/News/data/ua/local/automation_control/general_information/2009/07/20090722__altivar_71_schneider_electric_.xml). – Назва з екрана.
4. Герасимова Т.Г. Дайте крану вторую жизнь / Т.Г. Герасимова // Подъемные сооружения. Специальная техника. – 2007. – №3 – С. 12-13.



5. Преобразователи частоты FR-D700: руководство по эксплуатации: артикул 218004. Версия В. Mitsubishi Electric Industrial Automation. – 2010. – 484 с.

6. Агуров П.В. Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования / П.В. Агуров. – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2004. – 496 с.

7. Ловейкін В.С. Оптимізація режиму підйому вантажу з транспортного засобу / В.С. Ловейкін, В.А. Голдун // Збірник тез доповідей 75 науково-практичної конференції Київського національного університету будівництва і архітектури (15-18 квітня 2014 року) / Кафедра основ професійного навчання Київського національного університету будівництва і архітектури. – К. 2014. – С. 28-30.

УДК 681.518.3

## **ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**К.В. Молодецька<sup>1</sup>, В.В. Лютко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій і моделювання систем, Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, Україна, e-mail: [kmolodetska@gmail.com](mailto:kmolodetska@gmail.com)

<sup>2</sup>студент, Житомирський військовий інститут Державного університету телекомунікацій, м. Житомир, Україна, e-mail: [wgmccc@gmail.com](mailto:wgmccc@gmail.com)

**Анотація.** Запропоновано модель програмно-технічного комплексу комп'ютеризованої системи управління моніторингу навколишнього середовища для автоматизації дослідження параметрів, підвищення достовірності даних, усунення людини від небезпечних зон і попередження надзвичайних ситуацій. Розроблено структурну і принципіальну схеми системи, обрано програмне і апаратне забезпечення для реалізації програмно-технічного комплексу. Проведено моделювання системи моніторингу засобами інтегрованого середовища Proteus. Реалізовано прототип і програмне забезпечення програмно-технічного комплексу комп'ютеризованої системи, що забезпечує візуалізацію процесів керування. Розроблений прототип системи екологічного моніторингу навколишнього середовища відрізняється від існуючих використанням технології кросплатформенної архітектури для мобільних пристроїв різних типів із сенсорним екраном.

*Ключові слова:* робототехнічна система, моніторинг, концентрація шкідливих речовин, мікропроцесорний пристрій, програмне забезпечення.

## **SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX COMPUTERIZED CONTROL SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING**

**Kateryna Molodetska<sup>1</sup>, Vasyl Lyutko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Philosophy Doctor, assistant professor of computer technologies and systems modeling at Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine, e-mail: [kmolodetska@gmail.com](mailto:kmolodetska@gmail.com)

<sup>2</sup>student, Zhytomyr Military Institute of the State University of telecommunications, Zhytomyr, Ukraine, e-mail: [wgmccc@gmail.com](mailto:wgmccc@gmail.com)

