

УДК 62-83:621.313.333

В. П. Стяжкин, канд. техн. наук,
П. П. Подейко, **О. А. Зайченко**,
С. И. Гаврилюк, **А. М. Рыжков**

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ МОСТОВОГО КРАНА-МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ УСТАНОВКИ ДЕЗАКТИВАЦИИ МЕТАЛЛОВ

Аннотация. Разработана автоматизированная система управления электроприводами мостового крана-манипулятора для установки дезактивации металлов. Приведены конструктивное исполнение крана с расположением электроприводов, функциональная схема и алгоритм работы АСУ.

Ключевые слова: установка дезактивации металлов, мостовой кран-манипулятор, электропривод, автоматическая система управления, преобразователь частоты, энкодер, программируемый логический контроллер

V. Styazhkin, PhD.,
P. Podyeko, **O. Zaychenko**,
S. Gavryluk, **A. Ryzhkov**

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF OVERHEAD CRANE-MANIPULATOR ELECTRIC DRIVES FOR METALS DECONTAMINATION PLANT

Abstract. The automated control system of overhead crane-manipulator electric drives for metals decontamination plant was developed. Construction of crane with electric drive, function scheme and control algorithm of automated control system are presented.

Keywords: metals decontamination plant, overhead crane-manipulator, electric drive, automated control system, frequency converter, absolute encoder, programmable logic controller

В. П. Стяжкін, канд. техн. наук,
П. П. Подейко, **О. А. Зайченко**,
С. І. Гаврилюк, **О. М. Рижков**

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ МОСТОВОГО КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ УСТАНОВКИ ДЕЗАКТИВАЦІЇ МЕТАЛІВ

Анотація. Розроблено автоматизовану систему керування електроприводами мостового крана-маніпулятора для установки дезактивації металів. Представлено конструктивне виконання крана з розташуванням електроприводів, функціональна схема і алгоритм роботи АСУ.

Ключові слова: установка дезактивації, мостовий кран-маніпулятор, електропривод, автоматична система керування, перетворювач частоти, енкодер, програмований логічний контролер

Введение. На Ривненской атомной электростанции (РАЭС) создается комплекс по переработке металлических радиоактивных отходов (МРО), уже накопленных и производимых в процессе эксплуатации станции. Одной из основных технологических линий комплекса является установка дезактивации металла (УДМ), предназначенная для дезактивации поверхностей МРО от слабо фиксированных загрязнений, окислы, нефтепродуктов и карбонатных отложений до значений, установленных нормативными документами Украины [1] и позволяющих сдавать металлические фрагменты для вторичной переработки. МРО должны помещаться в корзину и с помощью крана-манипулятора поочередно перемещаться по технологической линии УДМ.

Материалы исследования. Установка дезактивации металла, состоит из следующих технологических модулей (рис. 1).

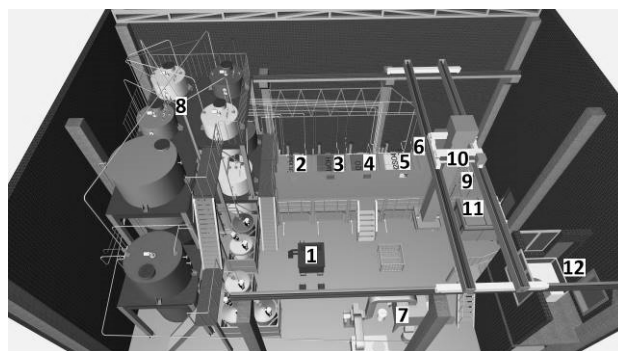


Рис. 1. Общий вид технологической линии УДМ дезактивации:

1 – стол приема и выдачи транспортного контейнера с корзиной; 2 – модуль электрохимической; 3 – модуль ультразвуковой дезактивации в кислом растворе; 4 – модуль промежуточного ополаскивания; 5 – модуль ультразвуковой дезактивации в щелочном растворе; 6 – модуль форсуночного ополаскивания и сушки; 7 – модуль гидроабразивной дезактивации; 8 – модуль приготовления и регенерации растворов дезактивации с трубопроводами обвязки; 9 – опрокидыватель; 10 – кран-манипулятор; 11 – система радиационного контроля; 12 – автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора

© Стяжкин В.П., Подейко П.П., Зайченко О.А.,
Гаврилюк С.И., Рыжков А.М., 2015

В мировой практике в подобных комплексах используются два крана. Первый – кран-манипулятор для перемещения технологической корзины (ТК) с фрагментами дезактивируемых МРО от стола приема и выдачи ТК к модулям технологической линии, установки корзины в ванны модулей для обработки и извлечения корзины из ванн после обработки.

Второй – мостовой кран для перемещения корзины с отдезактивированными МРО по технологическим позициям на УДМ, перемещения пустой корзины к столу приема-выдачи ТК, а также для выполнения различных грузовых операций при работе или ремонте оборудования участка [2 – 3].

Для улучшения технико-экономических показателей технологической линии УДМ принято решение использовать один мостовой кран-манипулятор.

Основная конструкция представляет собой двухбалочный мостовой кран, на раме которого размещены грузовая тележка и привод перемещения крана [4 – 5].

Рама смонтирована на четырех двухребордных колесах. Одна пара колес является ведущей. Механизм подъема груза – телескопическая колонна. Телескопическая колонна с грузозахватным устройством, вращающимся вокруг своей оси на 360°, позволяет жестко фиксировать корзину с МРО.

В соответствии с техническим заданием предприятием «ПТЭ» (г. Харьков) был изготовлен мостовой кран со следующими характеристиками: грузоподъемность – 2 т; пролет – 10,8 м; высота подъема груза – 6,0 м; масса крана – 6,1 т.

Габаритный чертеж крана представлен на рис. 2.

Характеристики электроприводов крана: ЭП передвижения крана – два мотор-редуктора (0,75 кВт) с электромагнитным тормозом, максимальная скорость перемещения – 12 м/мин; ЭП передвижения тележки – два мотор-редуктора (0,25 кВт) с электромагнитным тормозом, максимальная скорость перемещения – 2 м/мин; ЭП подъема колонны с грузозахватным устройством – мотор-редуктор (1,5 кВт) с электромагнитным тормозом; ЭП поворота колонны – мотор-редуктор (0,25 кВт) с электромагнитным тормозом, максимальная скорость поворота – 1 об/мин, точность позиционирования грузозахватного устройства с ТК относительно рабочего бака любого модуля УДМ – 0,02 м.

Эксплуатация приводов передвижения моста и тележки требует перемещения этих механизмов без перекосов для уменьшения износа реборд колес и рельсов и повышения надежности работы крана [6].

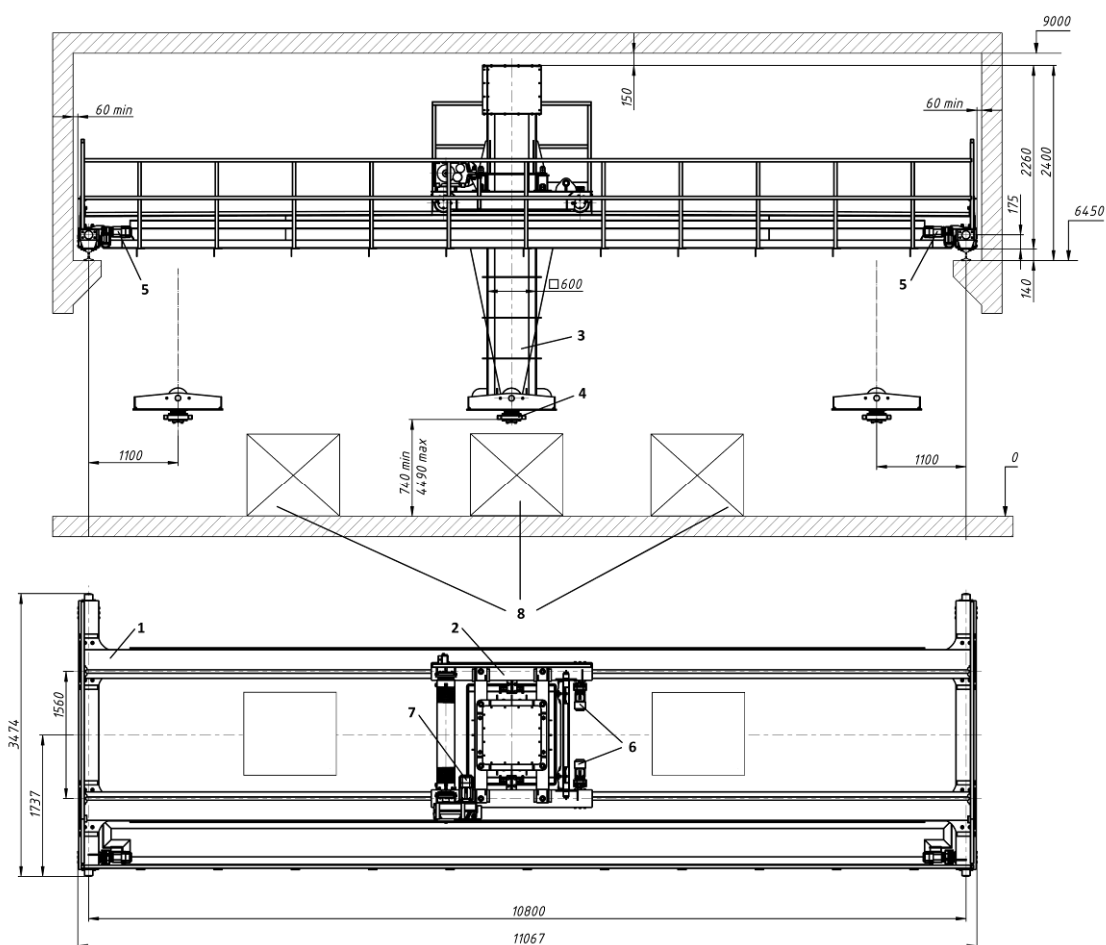


Рис. 2. Габаритный чертеж мостового крана:

- 1 – мост; 2 – тележка; 3 – телескопическая колонна; 4 – грузозахватное устройство; 5 – электроприводы (ЭП) передвижения крана; 6 – ЭП передвижения тележки; 7 – ЭП подъема колонны; 8 – схематически указаны модули дезактивации

Для решения этой задачи применена схема управления двумя двигателями перемещения моста и двумя двигателями перемещения тележки от одного преобразователя частоты. [7 – 8]

Управление электроприводами крана-манипулятора осуществляется в автоматическом режиме с установленной точностью позиционирования или в ручном (наладочном и сервисном) режиме от пульта ручного управления. Автоматическое управление электроприводами крана-манипулятора учитывает достаточно большую требуемую точность позиционирования ТК.

На уровне датчиков, в качестве системы измерения положения моста, тележки и телескопической колонны крана (рис. 3) выбрана измерительная система компании Kubler, которая представляет собой основание с установленным на нем энкодером со шкивом и натяжным колесом. Для передачи движения используется зубчатый легкоходовой ремень. В данной системе применяется абсолютный энкодер.



Рис. 3. Общий вид системы измерения положения

Во всех ЭП крана применяются интеллектуальные преобразователи частоты (ПЧ) серии Unidrive SP Control Techniques со встроенным ПЛК, что позволяет организовать нижний уровень АСУ (контур позиционирования приводных механизмов крана) без внешних ПЛК.

Для измерения угла поворота грузозахватного устройства применяется однооборотный абсолютный энкодер.

Функцию непосредственного автоматического управления электроприводами крана (средний уровень АСУ) выполняет модульный программируемый логический контроллер (ПЛК) Siemens серии S7 1200 [9].

Верхний уровень (операторское управление) на основе рабочей станции автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора с человеко-машинным интерфейсом отвечает за общее управление краном в технологическом процессе УДМ с диагностикой режимов работы электроприводов крана. Обмен данными на верхнем уровне, между постом управления и ПЛК, осуществляется по протоколу Profinet, на среднем уровне между ПЛК и ПЧ – по протоколу Modbus. Энкодеры подключаются к ПЧ через последовательный интерфейс SSI.

SCADA система разработана в интегрированной среде TIA Portal и запускается оператором в среде WinCC. На мониторе оператора отображается текущее состояние всех исполнительных устройств и датчиков УДМ, а также отображается текущее положение

крана-манипулятора и его положение при выполнении технологического процесса.

Функциональная схема автоматической системы управления электроприводами крана-манипулятора представлена на рис. 4.

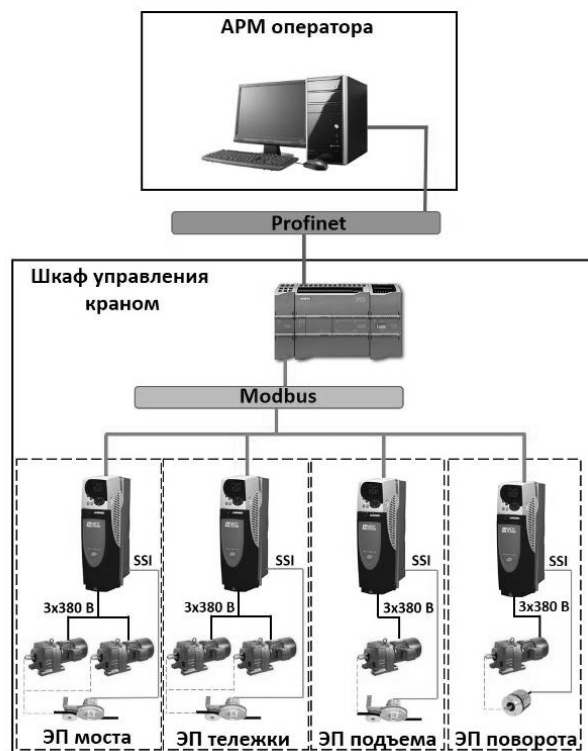


Рис. 4. Функциональная схема АСУ краном

В АСУ краном-манипулятором реализованы два алгоритма. Главный алгоритм определяет перемещение крана по технологической линии УДМ.

При достижении краном заданного положения на технологической линии УДМ управление передается вспомогательному алгоритму, который отвечает за осуществление автоматического режима работы колонны крана и грузозахватного устройства с рабочей ёмкостью.

Главный алгоритм может конфигурироваться в зависимости от требуемой технологии дезактивации.

Пример отработки краном-манипулятором алгоритма дезактивации: после достижения краном требуемой технологической позиции открывается крышка соответствующего модуля; далее корзина с МРО опускается в модуль, происходит расфиксация захватов, колонна крана поднимается на промежуточную высоту и закрывается крышка емкости; после завершения дезактивации крышка емкости открывается, колонна крана с грузозахватным устройством опускается в емкость, происходит фиксация захватов, корзина поднимается на высоту для стока раствора; затем корзина поднимается на высоту передвижения по линии УДМ и закрывается крышка емкости.

Выводы. Трехуровневая организация автоматического управления электроприводами крана-манипулятора позволяет упростить процесс программирования, наладки АСУ и увеличить надежность системы в целом.

Список использованной литературы

1. НРБУ-97/Д-2000 Нормы радиационной безопасности Украины, Дополнение: Радиационная защита от источников потенциального облучения.
2. ДНАОП 0.00-1.07-94 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
3. КНД 95.2.04.04.017-97 Грузо-захватывающие устройства. Общие технические требования.
4. Масандилов Л. Б. Электропривод подъемных кранов / Л. Б. Масандилов. – М. :Изд-во МЭИ, 1998. – 72 с.
5. Ключев В. И. Теория электропривода / В. И. Ключев – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.
6. Швед Ю. С. Управление взаимосвязанным электроприводом передвижения крана / Ю. С. Швед, И. А. Орловский // *Электротехнические и компьютерные системы*. – Одесса : – 2013. – № 10(86). – С. 7 – 15.
7. Техническая коллекция Schneider Electric. Выпуск № 12. Проектирование электроприводов крановых механизмов. – 2009. – 52 с.
8. Герасимьяк Р. П. Электроприводы и системы управления крановых механизмов: учебное пособие / Р. П. Герасимьяк, В. В. Бушер, А. Г. Калинин. – Одесса : Наука и техника, 2014. – 168 с.
9. Сайт компании “Siemens” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.siemens.com> (дата доступа 10.05.2015).

Получено 20.05.2015

References

1. NRBU-97/D-2000 Normy raduacuonnoy bezopasnostu Ukrayny, Dopolnennue: Raduacuonnaya zaschuta ot ustochnikov potencualnogo obluchenuya. [Radiation Safety Standards of Ukraine, Addendum: Radiation Protection from the Sources of Potential Exposure].
2. DNAOP 0.00-1.07-94 Pravula ustroystva u bezopasnoy ekspluatacuuzi gruzopod'yemnykh kranov [Rules on Designing and Safe Operation of Load-lifting Cranes].
3. KND 95.2.04.04.017-97 Gruzozaxvatyvayuschye ustroystva. Obschuye texnucheskue trebovaniya. [Load Grabbing Devices. General Technical Requirements].
4. Masandilov L.B. Elektroprivod podiomnuh kranov [Electric Drive of Crane], (1998), *MEI*, 72 p. (In Russian).
5. Kluchev V.I. Theoria elektroprivoda [The Theorie of Electric Drive], (1985), *Energoatomizdat*, 560 p. (In Russian).
6. . Swede Yu.S., and Orlovskiy I.A. Upravleniye vzaumosvyazannym elektroprivodom peredvujenuya kрана [Control of Bridge Crane Interconnected Electric Driver Movement], (2013), *Electrotechnic and Computer Systems*, Odessa, Ukraine, No. 10 (86), pp. 7 – 15 (In Russian).
7. Texnucheskaya kolekcyya Schneider Electric, vypusk No.12. Proekturovanue elektroprivodov kranovykh mexanuzmov [Technical Collection of Schneider Electric,

Edition No.12. Designing of Electric Crane Mechanisms], (2009), 52 p. (In Russian).

8. Gerasimiyak R.P., Boucher V., and Kalinin A. Electroprivody u sustemy upravleniuya kranovykh mexanuzmov: uchebnoe posobie. [Electricdrives and Control Systems of Crane Mechanisms: a Tutorial], (2014), Odessa, Ukraine, *Science and Technology*, 168 p. (In Russian).

9. Sayt companuu “Siemens”, [Website of “Siemens”], Electronic Resource, available at: <http://http://www.siemens.com> (accessed 10.05.2015).



Стяжкин
Виталий Павлович,
канд. техн. наук,
ст. науч. сотр. института
электродинамики НАН
Украины,
03680, г. Киев -57,
пр. Победы, 56,
(044) 456-42-48,
E-mail: tems@ukr.net



Подейко
Павел Петрович,
вед. инж. института элек-
тродинамики НАН Украи-
ны.
03680, г. Киев -57,
пр. Победы, 56,
(044) 456-42-48.
E-mail: tems@ukr.net



Зайченко
Олег Анатольевич,
вед. инж. института элек-
тродинамики НАН Украи-
ны.
03680, г. Киев -57,
пр. Победы, 56,
(044) 456-42-48.
E-mail: tems@ukr.net



Гаврилюк
Сергей Иванович,
инженер НТФ «ТЕМС»,
03680, г. Киев -57,
пр. Победы, 56,
(044) 456-42-48.
E-mail: tems@ukr.net



Рыжков
Александр Михайлович,
инженер НТФ «ТЕМС»,
03680, г. Киев -57,
пр. Победы, 56,
(044) 456-42-48,
E-mail: tems@ukr.net