

УДК 621.87

К.В.Гуляр, ст. гр. ОПБ-31, О.А.Пахолюк, к.т.н., доцент
Луцький національний технічний університет

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ У БАШТОВИХ КРАНАХ

К.В. Гуляр, О.А. Пахолюк. Системи автоматизації у баштових кранах.

Розглядаються системи автоматизації у баштових кранах, їх призначення, основні конструкційні елементи, принцип роботи і методика використання.

К.В. Гуляр, О.А. Пахолюк. Системи автоматизації в башенних кранах.

Рассматриваются системы автоматизации в башенных кранах, их назначение, основные конструкционные элементы, принцип работы и методика использования.

K.V. Huliar, O.A. Pakholiuk. Automation system for tower cranes. The systems of automation are examined in tower faucets, their setting, basic construction elements, principle of work and method of the use.

Актуальність. Велика увага в останні роки приділяється автоматизації вантажопідіймальних машин, таких, як навантажувачі, самохідні стрілові і баштові крани. Основним напрямком автоматизації цих машин є управління, безпека, контроль і діагностика. Актуальність роботи полягає в тому, що на ринку України пропонується широка гама різних кранів як вітчизняного так і закордонного виробництва з новими конструкційними параметрами, і основним питанням постає вибір крана із найбільш сучасними і безпечними системами автоматизації для безпечного виконання робіт і запобігання, як результат вибору системи автоматизації, аварійних ситуацій.

Ознайомлення з науковими публікаціями щодо вантажопідійомних кранів показує величезний інтерес вчених до досліджень, пов'язаних з точним визначенням і поліпшенням параметрів виконуваних процесів вантажопідійомних кранів, що підтверджує актуальність даного питання. Ці питання відбиті в роботах М.М. Гохберга, С.А. Козака, М.С. Комарова, Н.А. Лобова. В даний час доки не набули широкого поширення дослідження перехідних процесів з використанням систем автоматизації.

В процесі розглядаються такі завдання:

- впровадження основних систем автоматизації;
- дослідження роботи і будови основних конструкційних елементів.

Автоматизація кожного виду вантажопідійомних машин має свої особливості.

Система автоматичного керування роботою будівельних підйомників відносно проста і передбачає в основному автоматизацію окремих операцій. Знаходять застосування системи з автоматичним адресуванням вантажів. Відповідно в кожній системі є свої прилади автоматизації. Як приклад, розглянемо системи автоматизації у баштових кранах.

До таких приладів відносять:

- кінцеві вимикачі, призначені для автоматичного зупинення механізмів кранів із електричним приводом при їх переміщенні до можливих меж. На кранах із механічним приводом кінцеві вимикачі не застосовуються;

- блокувальні контакти, які служать для електричного блокування дверей виходу з кабіни крана поза положенням її за межами посадочного майданчика, кришки люка виходу на настил мосту і в інших місцях;

- обмежувачі вантажопідйомності, призначені для запобігання аварій кранів, пов'язаних з підйомом вантажів масою, що перевищує їх вантажопідйомність. Улаштування приладу обов'язкове на стрілових, баштових і порталних кранах. Крани мостового типу повинні оснащуватися обмежувачем вантажопідйомності у тому випадку, коли не виключається їх перевантаження за технологією виробництва;

- обмежувачі перекоосу, призначені для запобігання небезпечного перекоосу металоконструкцій козлових кранів унаслідок випередження однією з опор іншої при переміщенні крана;

- показчик вантажопідйомності, який встановлюється на кранах стрілового типу, в яких вантажопідйомність змінюється відповідно до зміни вильоту стріли. Прилад автоматично показує вантажопідйомність крана при даному вильоті стріли. Це допомагає запобігти перевантаженням крана;

- анемометром повинні оснащуватися баштові та порталні крани для автоматичної подачі звукового сигналу при небезпечній для роботи швидкості вітру;

- протиугінні пристрої на кранах, які працюють на наземних рейкових коліях, для запобігання згону їх вітром;

- автоматичний сигналізатор небезпечної напруги (АСНН) сигналізує про небезпечне наближення стріли крану до дротів лінії електропередачі, які перебувають під напругою. Приладом оснащуються стрілові самохідні крани (за винятком залізничних);

- опорні деталі, якими забезпечуються крани мостового типу, пересувні консольні, баштові, порталні, а також вантажні візки для зменшення динамічних навантажень на металоконструкцію у випадку поломки осей ходових коліс;

- упори на кінцях рейкової колії для запобігання сходу з них вантажопідйомних машин, а також на стрілоподібних кранах із вильотом стріли, що змінюється, для запобігання її перекидання;

- звуковий сигнальний прилад на кранах, керованих із кабіни або пульта (при дистанційному керуванні). На кранах, керованих з підлоги, сигнальний прилад не встановлюється [1].

У кранах усіх типів, що мають телескопічні висувні стріли або башти, обов'язково передбачається надійна фіксація в робочому положенні висувної стріли. На кранах із гідроприводом функцію фіксатора виконує запобіжний зворотний клапан.

Обмежувачі вантажопідйомності (ОВП) та вантажного моменту (ОВМ) встановлюють на стрілових, баштових та інших видах кранів для автоматичного відключення механізмів підйому та зміни вильоту стріли у випадку підняття вантажу $1,1Q$, де Q - номінальна вантажопідйомність при даному вильоті. Обмежувачі вантажного моменту стрілового крана, який має декілька вантажних характеристик (з виносними опорами та без них, зі стрілами різної довжини), повинні забезпечувати роботу по кожній із цих характеристик.

Крани мостового типу оснащені обмежувачами вантажопідйомності, які спрацьовують при $1,25Q$, якщо можливе перевантаження крана за технологією виконуваних робіт. На кранах із гідроприводом функцію обмежувача може виконувати запобіжний клапан. Після спрацювання ОВП та ОВМ повинні бути можливими спуск вантажу або зменшення вильоту ОВП не повинні реагувати на короткі динамічні імпульси, що досягається за допомогою гідро- та пневмомодемпферів чи витримкою часу спрацювання електричним шляхом.

Конструкції ОВП та ОВМ різноманітні і розрізняються:

- за кількістю параметрів, при недопустимому збільшенні яких обмежувач спрацьовує: один для ОВП (вага вантажу); два, три, чотири для ОВМ (вага вантажу, кут нахилу стріли, довжина телескопічної стріли, дуже рідко - кут нахилу основи крану);

- за способом порівняння фактичних параметрів з граничними, залежно від якого розрізняють обмежувачі механічні (вантажні, пружинні, торсійні та ін.), електромеханічні, із

застосуванням тензорезисторів та підсилювачів (зокрема, електронних).

Показчиками вантажопідйомності мають забезпечуватись крани стрілового типу, вантажопідйомність яких змінюється залежно від вильоту стріли. Шкала такого приладу має бути чітко видимою з робочого місця кранівника. Прилад призначений для визначення маси вантажу, який можна піднімати при даному вильоті стріли, при роботі крана як на виносних опорах, так і без них.

Показчики нахилу або креноміри встановлюють на стрілових самохідних і причіпних кранах з метою правильної їх установки на місцях виконання робіт і запобігання перекиданню.

Умови стійкості крана погіршуються, якщо основа, на якій він стоїть, має нахил більший, ніж у паспорті цього крана; при цьому сила ваги крана розкладається на дві складові, одна з яких, паралельна основі, створює додатковий перекидаючий момент, неврахований при розрахунках крана.

Показчик крану монтується в кабіні крана. Замість показчика кута нахилу можуть бути встановлені сигналізатори кута нахилу, що попереджають кранівника про перевищення допустимої величини нахилу крана, загорянням червоної лампи або включенням звукового сигналу.

Кут нахилу у будь-якому напрямку при роботі не може перевищувати 3° , що вказано в паспорті заводом-виробником. Нахил крана не більше 3° безпечний при роботі з вантажем до $0,75$ величини граничної вантажопідйомності і небезпечний при роботі з великими вантажами.

Бортові системи забезпечують автоматичний режим задавання основних параметрів кранів (наприклад, вантажопідйомність і виліт при заданій висоті підйому гака) і роботи гідравлічних насосів і двигунів в залежності від діючого навантаження. Вони дозволяють стабілізувати в необхідних межах температуру робочої рідини в гідравлічних системах і повітря в кабіні.

Завдяки використуваній в кранах гідравлічній системі управління виробляються автоматична установка і регулювання виносних опор і синхронне висунення двох-трьох телескопічних секцій стріли одночасно з автоматичною фіксацією їх у робочих положеннях.

У залежності від необхідної вантажопідйомності, висоти підйому і вильоту гака на ряді кранів застосовуються автоматично переміщувані противаги.

При пересуванні кранів по бездоріжжю або по важких ґрунтах будівельного майданчика в роботу можуть автоматично включатися додаткові ведучі мости шасі. При цьому в багатьох кранах всі ходові мости машини обладнані незалежними пневмогідравлічними підвісками з автоматичним вирівнюванням дорожнього просвіту при проході по нерівних поверхнях.

Гальмування більшості багатомостових кранів при їх пересуванні по дорогах проводиться сервопневматичним гальмом, що автоматично діє на всі колеса.

У кранах застосовують системи автоматичного зрівноважування маси стріли з вантажем на гаку за рахунок зміни положення противаги з важільно-шарнірною рамою (у кранах з підйомною стрілою) і з кареткою на протівісній консолі (в кранах з горизонтальною стрілою і вантажним візком).

Баштові крани в основному обладнані електромеханічними пристроями безпеки. До автоматично спрацьовуваних пристроїв кранів відносяться постійно діючі керовані рейкові захвати, покажчики вильоту, частоти обертання вантажної лебідки (у кранів з двома автономно керованими лебідками) і сили вітру, обмежувачі кінцевих положень робочих органів (пересування крана і вантажного візка, висоти підйому і опускання гака, поворот крана і кута нахилу стріли) і вантажопідйомності. Останнім часом, поряд з механічними передачами, для включення основних вузлів в роботу крани оснащуються і гідравлічними пристроями, використовуваними в механізмі висунення башти і виносних опорах (гідроциліндри), в механізмах повороту і пересування (гідромуфти) і для автоматичної подачі змащувального матеріалу до важкодоступних місць редукторів, особливо планетарних (гідронасоси). Поява гідравлічних систем в баштових кранах дозволяє автоматизувати роботу цих механізмів [2].

Баштові крани обладнані анемометрами. Їх призначення - автоматичне ввімкнення сирени при досягненні швидкості вітру, вказаної в паспорті крана. У ряді випадків захисний пристрій від аварійних вітрових навантажень також вимикає двигун механізму пересування крана і вмикає протиугінний пристрій (якщо такий пристрій виготовлено з електроприводом).

Датчик 1 швидкості вітру (рис. 1) має крильчатку, вал якої з'єднаний із валом тахогенератора. Напруга, яку створює тахогенератор, пропорційна швидкості вітру. Ця напруга подається до вимірювального модуля 2, оснащеного вимірювальним

приладом, шкала якого проградуєрована в метрах за секунду. Сигнал u_2 з вимірювального модуля подається в модуль індексації 3, який має реле $K1$, сигнальну лампу $HL1$ і передає сигнал у модуль затримки часу 4, який має реле часу KT та сигнальну лампу $HL2$. Якщо час дії небезпечного вітрового навантаження перевищує витримку часу реле KT , то воно вмикає сигнальну лампу $HL2$ і подає напругу u_4 на проміжне реле $K2$ в блоці 5, яке вмикає протиугінний пристрій і вмикає двигун переміщення крана.

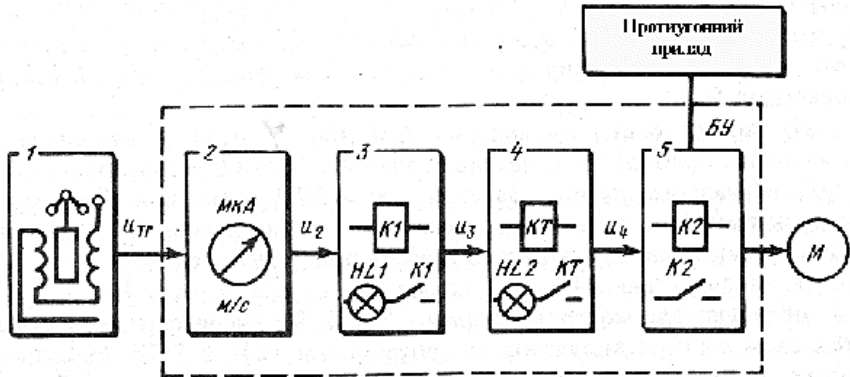


Рис.1. Схема захисного приладу від аварійних вітрових навантажень:

1 - датчик швидкості вітру; 2 - вимірювальний модуль; 3, 4 - модулі індексації та затримки часу; 5 - виконавчий пристрій

Захисне обладнання забезпечує межі виміру миттєвої швидкості вітру 5...20 м/с, помилки вимірювань миттєвої швидкості вітру - 1,0...0,05 м/с, точність вимірювання тривалості пориву вітру - 0,3 с.

Анемометр має піддаватися профілактичному оглядові два рази на рік в порядку, встановленому заводом-виробником [3].

Окрім розглянутих пристроїв застосовуються електромеханічні та оптико-електронні прилади, які попереджують зіткнення кранів. Для підтримання мінімально допустимої відстані між кранами використовується, наприклад, радіоелектронний пристрій який складається з передавача, приймача та вихідного блока. Приймач і передавач встановлені таким чином, щоб їх антени були орієнтовані в напрямку переміщення крана. При зближенні кранів на відстань, меншу від дозволеної, спрацьовує реле вихідного блоку і кран зупиняється.

Система радіодистанційного програмного керування баштовим краном дозволяє значно підвищити продуктивність крана при виконанні монтажних робіт. Вона забезпечує переміщення вантажу за даною траєкторією з урахуванням небезпечних (заборонених) зон. Система може працювати в режимі дистанційного чи програмного керування. Об'єкт керування - гак баштового крана, положення якого характеризується координатами X, H, Y, j , де X - координата осі обертання крана вздовж кранових колій, H, Y, j - координати гака крана відносно осі обертання відповідно по висоті, вильоті, кутові повертання стріли в плані. Кожен механізм крана (переміщення, повороту, зміни вильоту, підйому) має по п'ять робочих швидкостей. Будівельний майданчик поділяється крановими коліями на дві зони: «Споруда» та «Склад». У свою чергу зона «Споруда» поділяється на 8 ділянок (рис. 2, а), зона «Склад» - на чотири. Всього в системі може задано 12 адрес. Система забезпечує передачу та прийом тридцяти семи команд керування з відстані 100 м. Для передачі команд використовується радіоканал.

Інформація про координати положення гака надходить від безконтактних датчиків типу КБ-К, розташованих у певних точках крана та будівельного майданчика. Структурна схема системи показана на рис. 2, б.

До системи входять:

- два пульти керування ПМ та ПТ із переносними радіостанціями, які забезпечують формування керуючих команд;
- приймальний пристрій з двома радіостанціями, які забезпечують декодування команд керування та зв'язку системи з виконавчими механізмами крана;
- програмний пристрій, який забезпечує переміщення вантажу по заданій програмі;
- первинні перетворювачі (датчики), які визначають координати гака та заборонених зон;
- два світлових табло для індексації номера заданої ділянки, куди повинен бути доставлений гак (із вантажем чи без нього) при програмному керуванні.

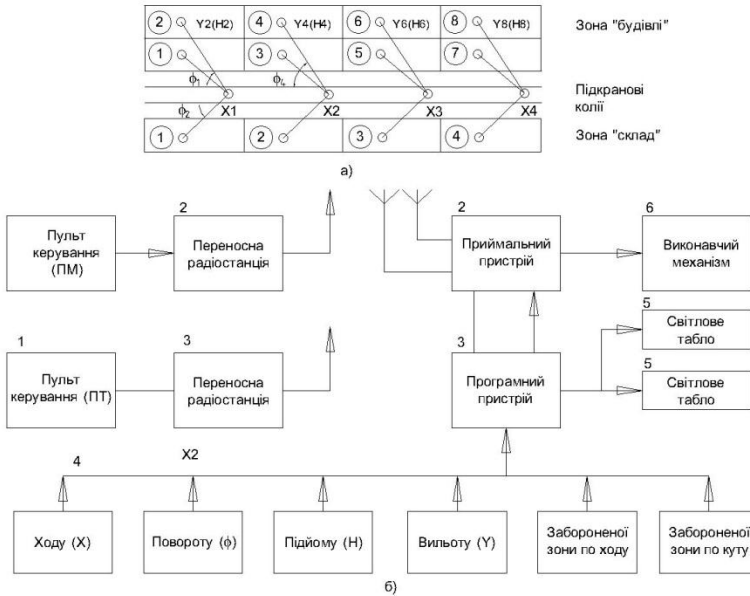


Рис 2. Система радіостанційного програмного керування баштовим краном:
а - схема зон обслуговування; б - структурна схема

Система дозволяє здійснювати двопостове керування краном. При цьому передача команд із пульта керування ПМ (пульт монтажника) можлива лише із зони «Споруда», а з пульта ПТ (пульт такелажника) - з зони «Склад».

Команди керування формуються на пультах керування за допомогою ключів керування.

До складу приймального пристрою, яке декодує команди керування, входять блок розгону, який забезпечує плавний розгін механізмів при керуванні краном за програмою і вхідний блок (блок реле), який комунікує електричні ланцюги крана.

Програмний пристрій керує автоматичним переміщенням вантажу з зони в зону на будь-яку, задану на пультах керування, ділянку з урахуванням заборонених зон, над якими вантаж не повинен проходити. Обходити заборонені зони дозволяє спеціальний пристрій, який складається з блоків пам'яті цих зон, блоків контролю та порівняння.

Світлове табло, окрім індексації «Адреса призначення» індукує вмикання двигунів крана.

Система в режимі програмного керування відпрацьовує 10 різноманітних циклів роботи.

Робота здійснюється таким чином. При стропуванні панелі в зоні «Склад» такелажник дистанційно керує переміщенням крана. Після стропування він піднімає панель на безпечну висоту, задає потрібну програму («Адреса призначення») і подає сигнал «Пуск». При цьому кран автоматично доставляє панель у задану ділянку зони «Споруда» за найкоротшою траєкторією. Програма задається лише на одну операцію. Після автоматичного виконання операції з транспортування другий оператор (монтажник) дистанційно виконує операції з точного встановлення панелі та розстropування, тоді набирає «Адреса складу», виводить порожній гак у безпечну зону й переводить кран на автоматичне керування. Кран виконує операції транспортування в задану ділянку складу, згодом операції повторюються.

Для забезпечення безпеки роботи можливість одночасного керування кранами з двох пультів заблокована, виняток становлять сигнали «Аварійний стоп» та «Сирена» [4].

Вище розглянуті системи і прилади дають можливість краще і детальніше вивчити і дослідити можливості і здатність кранів до тих чи інших непередбачуваних ситуацій і як краще їм запобігти.

Дослідження питання систем автоматизації показало, що при впровадженні цих систем робота стає безпечнішою, продуктивнішою, знижується ризик виникнення небезпечних ситуацій.

Література

1. «Охорона праці в галузі», А.Ф. Денисенко, Суми, 2004р.
2. Будівельна техніка (довідник) <http://budtehnika.pp.ua/3699-avtomatizaciya-vantazhopyomnih-mashin.html>.
3. Москальова В.М. Основи охорони праці: Підручник. – К., 2005.
4. Онищенко О.Г., Помазан В.М. Будівельна техніка: навч. посібник – К.; Урожай, 1999. – 300 с.

Гуляр Катерина Володимирівна, тел: 0955693585
KATAY1996@ukr.net

Пахолюк Орест Андрійович, тел. 0507895901, barskomp@i.ua

Рецензент: Ужегова О.А., завідувач кафедри ПЦБ, к.т.н.,
доцент