

УДК 681

О.П. СТАШИНСЬКИЙ

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИМ ПРИСТРОЄМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВІДІВ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

Запропонована ідея впровадження системи інтелектуального управління робототехнічним діагностичним комплексом для проведення внутрішньо-трубної діагностики об'єкту компресорних станцій. Приведено аналіз і коротку характеристику складності виконання таких діагностичних робіт із послідовним їх вирішенням за допомогою запропонованої методики. Проведено опис системи інтелектуального управління з наступною характеристикою її елементів в залежності від процесу виконання поставлених завдань. Приведені методи їх вирішення в рамках штучного інтелекту. Розглянуті особливості пересування робототехнічного пристрою в робочому середовищі з проведенням оцінки, та вирішенням поставлених завдань, а також плануванням передбачених обставин. Запропонована дворівнева модель такого процесу та типова схема управління рухом пристрою. Представлені комплексні методи проведення діагностики за допомогою даної системи.

Ключові слова: діагностика, робототехнічний пристрій, зовнішнє середовище, штучний інтелект, база знань, задача, модель.

Вступ

Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації компресорних станцій (КС), враховуючи той факт, що переважна частина трубопроводної об'єкту експлуатується понад встановлений термін, необхідне більш глибоке періодичне проведення оцінки технічного стану трубопроводів КС, а також контроль стану їх внутрішньої порожнини. На більшій частині трубопроводів об'єкту КС (особливо підземні ділянки) технічна діагностика їх внутрішньої порожнини не проводилась з початку експлуатації.

Нова методика проведення діагностики повинна дозволити виявити дефекти різноманітного походження, визначити їх характер і розмір, відповідно класифікувати їх за ступенем небезпеки та встановити черговість проведення ремонтів. При цьому значно скоротити загальні об'єми ремонтних робіт.

Проведення діагностики внутрішньої порожнини трубопроводної об'єкту компресорних станцій повинно виконуватись виключно автоматизованими пристроями даного призначення, оскільки виконання таких робіт безпосередньо людиною на діючих КС технологічно неможливе.

Аналіз проведених досліджень. Проаналізувавши масштаб і складність проведення таких робіт із використанням автоматизованого, телекерованого робототехнічного пристрою, необхідно врахувати ряд факторів які несуть безпосередній вплив на процес його роботи [1 – 4]: 1) висока достовірність ре-

зультатів виявлення дефектних ділянок; 2) можливість пересування по вертикальних ділянках трубопроводів, проходження вертикальних трійників та перешкод таких як “термокармани”, “дріпи”; 3) забезпечення високої надійності та маневреності руху, що виключало б необхідність проведення додаткових технологічних робіт (додаткові врізки, розкриття порожнини трубопроводу і т. п.); 4) відсутність обмеження в дальності проходження; 5) досконала система управління, та передбачення надійного зв'язку з оператором [3].

Постановка задачі. Для вирішення цього питання необхідно розробити робототехнічний пристрій для проведення внутрішньо-трубної діагностики, із системою інтелектуального управління [2], який б враховував значення вищезазначених факторів. Така система повинна передбачати вирішення наступних задач:

- 1) обробка сенсорної інформації;
- 2) формування моделей зовнішнього середовища;
- 3) прийняття рішень і планування подальших дій;
- 4) керування рухом;
- 5) створення інтелектуального інтерфейсу між оператором і власне роботом.

Система інтелектуального управління

На рис. 1 показана загальна структурна схема системи інтелектуального управління таким при-

строєм. В центрі схеми знаходиться блок пам'яті з двохстороннім зв'язком з іншими системами обробки інформації. Об'єм і рівень організації пам'яті – головний показник інтелектуального потенціалу ро-

бота. В блок пам'яті входить база знань – основа інтелекту, та база даних – як про зовнішнє середовище так і про внутрішній стан системи а також операції, які вони можуть виконувати.

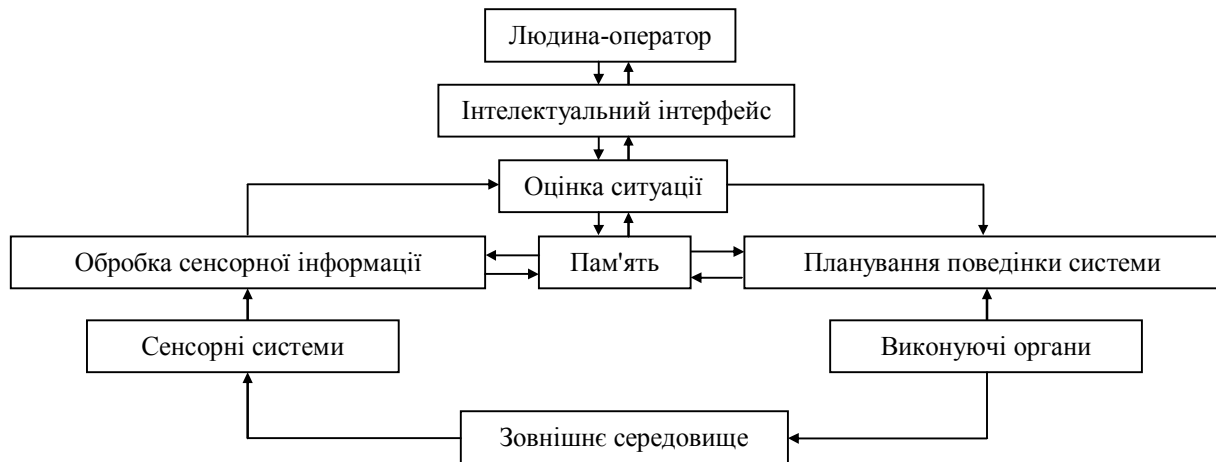


Рис. 1. Схема системи інтелектуального управління робототехнічним пристроєм

База знань зовнішнього середовища містить як апіорну інформацію, що заноситься до початку роботи (координати та геометричні розміри досліджуваних ділянок, місце виникнення передбачених перешкод, модель руху та режими роботи допоміжних систем і т. п.) так і оперативну, сенсорну інформацію, яка надходить в процесі роботи при виконанні поставлених задач (виявлення непередбачених перешкод та шлях їх обходу), а також в процесі його спеціальних пізнавальних дій для вивчення зовнішнього середовища (виявлення різного роду дефектів). Такий опис інформації носить ієрархічну структуру. Опис робочої зони включає в себе набір планів всієї зони та її частин, які відрізняються як масштабом, точністю, так і ступенем узагальнення сенсорної інформації (візуальний огляд, звичайне дослідження ділянки, детальне дослідження з класифікацією дефекту). База знань про зовнішнє середовище включає в себе також правила, що дозволяють моделювати можливі зміни середовища. Логічні моделі базуються на апараті математичної логіки.

Інші елементи схеми також мають ієрархічну структуру, рівні яких зв'язані один з одним по вертикалі. В свою чергу показані на схемі з'єднання блоків здійснюються багатоканально між однією-трьма рівнями по горизонталі.

Блок обробки сенсорної інформації отримує з блоку пам'яті екстраполяцію зміни навколишнього середовища, а передає в нього корекцію даного стану на рівні безпосереднього сенсорного відображення середовища.

Блоки оцінки ситуації та планування поведінки системи отримують з блоку пам'яті поточну модель зовнішнього середовища, а передають в нього оцін-

ку по визначених критеріях і синтезований план управління рухами систем робота, відповідно. При синтезі цього плану використовуються різні методи вирішення задач, розроблені в рамках штучного інтелекту, в тому числі:

- пошук прийняття рішення в просторі стану (знаходження послідовності перестроювання з наявного вихідного стану в цільовий кінцевий);
- зведення задачі до підзадач (послідовне розбиття задачі на підзадачі, навіть до елементарних, розв'язок яких аналітично відомий);
- розв'язок в формі доведення теорем (формулювання задачі як теореми і її рішення на базі системи аксіом).

Блок інтелектуального інтерфейсу, окрім зв'язку з оператором, в загальному випадку повинен бути двосторонньо зв'язаний зі всіма переліченими функціональними блоками.

Особливості пересування робота по внутрішній порожнині системи трубопроводів об'язки КС полягають у тому, що модель зовнішнього середовища, в якому він рухається, представляє собою карту місцевості, яка крім апіорних даних, складається і уточняється в процесі руху на основі сенсорної інформації (системи технічного зору). Ця модель повинна мати як мінімум два рівня по масштабу: перший – в межах функціональної можливості сенсорних систем, другий – для місцевості безпосередньо перед роботом.

Модель першого рівня місцевості служить для прокладання маршруту руху, у відповідності з заданою ціллю. Варіанти цілі – рух по заданому маршруту для виконання діагностики внутрішньої поверхні труби; досягнення заданої точки, з встановлени-

ми координатами, з наступним виконанням поставлених задач.

Друга, більш детальна, модель ближньої ділянки місцевості – необхідна для уточнення маршруту безпосередньо перед роботом, враховуючи перешкоди непередбачені на карті місцевості першого рівня. В цілому це є задача забезпечення безпеки руху. Однак для гарантованого вирішення цієї задачі даного інформаційного забезпечення може бути недостатньо. Необхідне встановлення додаткової системи забезпечення безпеки руху, яка контролює кути нахилу несучих елементів корпусу, не допускаючи перевищення їх критичних значень, визначених умовами втрати стійкості; небезпечні непередбачені перешкоди, безпосередньо перед роботом

(раптові нахили, технологічні перешкоди); оцінки стану навколишнього середовища (наявність води, конденсату, механічних перешкод) та відповідно зупинка робота, по сигналу даної системи.

На рис. 2 представлена типова схема управління рухом таким роботом [1]. Блок управління рухом БУР здійснює управління тяговими приводами та приводами повороту шасі. Блок побудови маршруту – синтезує траєкторію руху, оптимізуючи її по мінімуму часу виконання завдання, коли в постановку задачі входять умови забезпечення максимальної швидкості. Блок побудови плану місцевості представляє її в формі, зручній для розв'язання задачі вибору маршруту, зокрема з виділенням небезпечних чи незрозумілих ділянок.

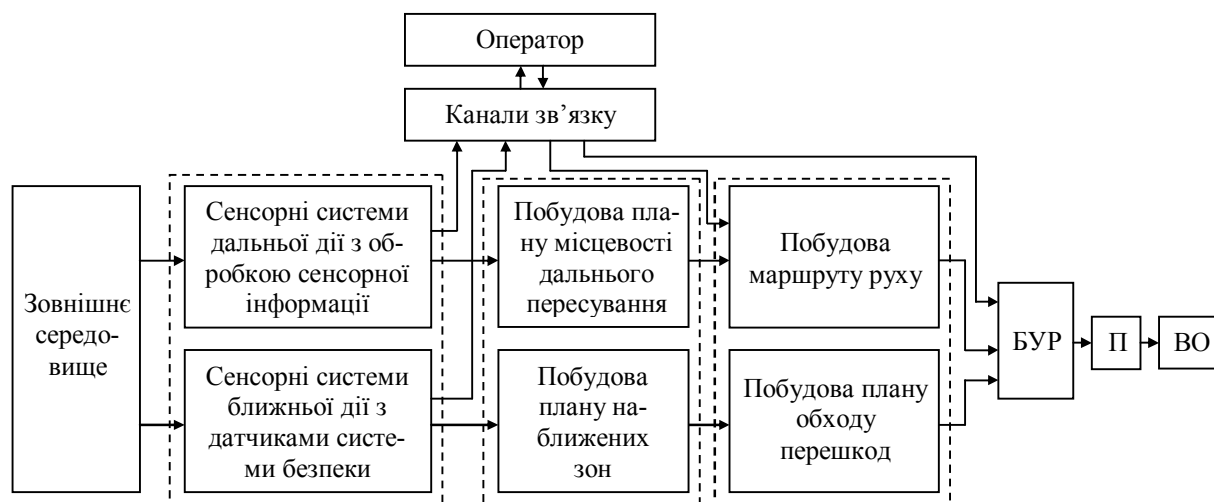


Рис. 2. Типова схема системи управління рухом робототехнічного пристрою: БУР – блок управління рухом; П – приводи; ВО – виконавчі органи

Якщо для виконання поставленої задачі необхідно більше інформації про ділянку, чим дають сенсорні системи, тоді в блок побудови маршруту сигнали передаються фрагментами по мірі пересування робота. Аналогічно такими ж фрагментами послідовно відбувається і синтез траєкторії руху.

На нижньому загальносистемному рівні системи управління знаходиться канал управління рухом в ближній зоні, що включає в себе найбільш детальну модель цієї зони і реалізовує алгоритми забезпечення безпеки руху.

Необхідний рівень адаптації і штучного інтелекту системи визначається ступінню невизначеності та складності місцевості, а також характером поставлених задач. В останньому випадку основне значення має мінімально необхідна ступінь автономності управління роботом, яка визначається переліком його дій які повинні виконуватись без втручання людини-оператора. При цьому враховується і ймовірність тимчасової втрати зв'язку з оператором, обмеження пропускну здатності каналів зв'язку,

неповнота та обмежена достовірність інформації, отриманої оператором від робота з затримкою в часі. Наприклад, при дії завади в каналі передачі, оператор не отримує зображення панорами місцевості перед роботом, він має можливість безпосередньо втручатись в автономний рух робота, для контролю і корегування маршруту руху шляхом вказування окремих проміжних точок траси в момент її спостереження.

Проведення діагностики тіла труби

Власне діагностика внутрішньої поверхні трубопроводу здійснюється за допомогою встановленого на пристрій електромагнітно-акустичного модуля з прямим і похилим вводом ультразвукових імпульсів.

Ультразвукові коливання направляються як перпендикулярно до об'єкта контролю, що дозволяє виявляти внутрішні дефекти, орієнтовані паралельно стінкам об'єкту контролю так і під кутом 45°, - в

цьому випадку аналізуються сигнали, які здійснили дзеркальне відображення від поверхні. Це дозволяє виявляти радіально розташовані в тілі труби тріщиноподібні дефекти.

Проведення контролю тіла труби здійснюється спіральним та кільцевим скануванням з рівномірним та покрововим пересуванням пристрою. Результати сканування обробляються і виводяться на екран ПК, з метою оцінки встановлених дефектів.

Для проведення вимірювального контролю використовується відеокамера з лазерно-голографічною насадкою, по результатах обробки відзнятих зображень якої, проводиться замір дефекту.

Висновок

Запропонована система управління роботом повинна передбачити інтелектуальне виконання діагностичних робіт пристроєм, забезпечення надійності і маневреності руху, передбачення і своєчасне усунення несправності систем та аварійних ситуацій,

оперативно здійснювати обмін інформації в залежності від поставлених завдань.

Описані методи контролю повинні дозволити виявляти дефекти різноманітного походження, визначити їх характер і розмір, відповідно класифікувати їх за ступенем небезпеки.

Література

1. *Зенкевич С.Л. Управление роботами: учебник для вузов / С.Л. Зенкевич, А.С. Юценко. – М., 2000. – 400 с.*
2. *Юревич Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – 2-е изд. перераб. и доп. – СПб., 2005. – 416 с.*
3. *Довідник працівника газотранспортного підприємства / Під ред. В.В. Розганюка, А.А. Рудника, В.М. Коломєєва. – К.: Росток, 2001. – 1092 с.*
4. *Газпром, ВНИИГАЗ. Состояние дел с НТД по ВТД, рассмотрение предложений по разработке новой и корректировке имеющейся документации по ВТД. – М.: 2009 – 14 с.*

Надійшла до редакції 11.06.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. В.П. Квасніков, Національний авіаційний університет, Київ.

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

А.П. Сташинский

Предложена идея внедрения системы интеллектуального управления робототехническим диагностическим комплексом для проведения внутренне-трубной диагностики обвязки компрессорных станций. Приведен анализ и короткая характеристика сложности выполнения таких диагностических работ со следующим их решением с помощью предложенной методики. Проведено описание системы интеллектуального управления и характеристика ее элементов в зависимости от процесса выполнения поставленных заданий. Приведены методы их решения в рамках искусственного интеллекта. Рассмотрены особенности передвижения робототехнического устройства в рабочей среде с проведением оценки, и решением поставленных заданий, а также планированием непредвиденных обстоятельств. Предложена двухуровневая модель такого процесса и типичная схема управления движением устройства. Представлены комплексные методы проведения диагностики с помощью данной системы.

Ключевые слова: диагностика, робототехническое устройство, внешняя среда, искусственный интеллект, база знаний, задача, модель.

SYSTEM OF INTELLECTUAL MANAGEMENT ROBOT-TECHNICAL DEVICE FOR DIAGNOSTICS OF PIPELINES OF THE COMPRESSOR STATIONS

O.P. Stashynsky

The idea of introduction of the system of intellectual management a robot-technical diagnostic complex is offered for realization of inwardly-pipe diagnostics of tying around of the compressor stations. An analysis over and short description of complication of implementation of such diagnostic works is brought with their next decision by means of the offered methods. Description of the system of intellectual management and description of its elements is conducted depending on the process of implementation of the put tasks. Methods over of their decision are brought within the framework of artificial intelligence. The features of movement of robot-technical device in a working environment with realization of estimation, and decision of the put tasks, and also planning of contingences are considered. The two-tier model of such process and typical chart of traffic of device control is offered. The complex methods of realization of diagnostics are presented by means of this system.

Key words: diagnostics, robot-technical device, external environment, artificial intelligence, base of knowledge, task, model.

Сташинський Олександр Петрович – аспірант Національного авіаційного університету, Київ, Україна, e-mail: ostashynskyj.ctg@naftogaz.net.