

УДК 614.844

Р. В. Зінько, О. Р. Серкіз, О. П. Кутраков, М. Д. Андюш*Національний університет «Львівська політехніка»***ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

У випадках, коли ліквідація надзвичайної ситуації не допускає присутності людей у безпосередній близькості до вогнища займання, при загрозі вибуху, обвалу, розливу хімічних речовин, оскільки існує пряма небезпека для їх здоров'я і життя, доцільно використовувати дистанційно керовані пожежні роботи. Розроблені методики використання мобільних роботів стосуються окремих випадків і не охоплюють загального підходу в застосуванні машин такого класу. Для розв'язку цієї проблеми необхідно визначити можливі межі застосування мобільних роботизованих платформ. В статті розглянуті можливі варіанти використання мобільних роботів при трьох етапах ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Мобільні роботизовані системи можуть також використовуватися для збору інформації та розвідки, усунення наслідків, транспортування.

Ключові слова: мобільні роботи, мобільні роботизовані платформи, ліквідація надзвичайної ситуації.

Р. В. Зінько, О. Р. Серкіз, О. П. Кутраков, М. Д. Андюш**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

В случаях, когда ликвидация чрезвычайной ситуации не допускает присутствия людей в непосредственной близости к очагу воспламенения, при угрозе взрыва, обвала, разлива химических веществ, поскольку существует прямая опасность для их здоровья и жизни, целесообразно использовать дистанционно управляемые пожарные работы. Разработанные методики использования мобильных роботов касаются отдельных случаев и не охватывают общего подхода в применении машин такого класса. Для решения этой проблемы необходимо определить возможные пределы применения мобильных роботизированных платформ. В статье рассмотрены возможные варианты использования мобильных роботов при трех этапах ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Мобильные роботизированные системы могут также использоваться для сбора информации и разведки, устранения последствий, транспортировки.

Ключевые слова: мобильные работы, мобильные роботизированные платформы, ликвидация чрезвычайной ситуации.

R. Zinko, O. Serkiz, O. Kutrakov, M. Andjush**THE USE OF MOBILE ROBOTS IN EXTRAORDINARY SITUATIONS**

People are dangerous to be in a direct closeness to the hearth of self-ignition, at the threat of explosion, collapse, overflow of chemicals, as there is a direct danger for their health and life. In such cases it is expedient to use the remotely guided fire robots. The worked out methodologies of the use of mobile robots touch separate cases and does not embrace general approach in application of machines of such class. For the decision of this problem it is necessary to define the possible limits of application of mobile robotic platforms. In the articles considered possible variants of the use of mobile robots are at three stages of liquidation of consequences of emergencies. The mobile robotic systems can be also used for collection of information and secret service, removal of consequences, transporting.

Keywords: mobile works, mobile robotic platforms, liquidation of extraordinary situations.

Вступ. До багатьох надзвичайних ситуацій важко застосувати дії чи засоби упередження, тому важливою стає ефективність, як їх безпосередньої ліквідації, так і ліквідації їх наслідків. У випадках, коли ліквідація надзвичайної ситуації не допускає присутності людей у безпосередній близькості до вогнища займання, при загрозі вибуху, обвалу, розливу хімічних речовин, оскільки існує пряма небезпека для їх здоров'я і життя, доцільно використовувати дистанційно керовані пожежні роботи. Мобільні роботизовані системи для збору інформації та розвідки, усунення наслідків, транспортування також можуть суттєво підвищити ефективність ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Перспективним при проведенні рятувальних робіт є використання роботизованих платформ на основі міні-дирижаблів, міні-літаків, мобільних колісних або гусеничних систем [1-4]. На таких платформах встановлюються пошукові прилади та інше спеціальне обладнання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Методики ефективного використання мобільних роботів частково розроблені [1, 5, 6]. Ці методики стосуються окремих випадків використання і не охоплюють загального підходу в застосуванні машин такого класу. До того ж для різних конструкцій мобільних роботів необхідно змінювати принципи та алгоритми використання їх в конкретних надзвичайних ситуаціях.

Постановка проблеми. Сьогодні існує клас машин – мобільних роботів, які щораз ширше використовуються в галузі пожежної безпеки, однак відсутні узагальнені підходи до створення та експлуатації таких машин, методики використання, типові алгоритми їх конструювання та застосування. Розв'язок цієї проблеми визначає можливі межі застосування мобільних роботизованих платформ.

Мета роботи. Визначення функціональних можливостей застосування мобільних роботів на основі модернізації їх конструктивних параметрів.

Результати. При формуванні спільних підходів використання мобільних роботів актуальним є моніторинг і прогнозування надзвичайних ситуацій. Це може слугувати основою для визначення місцеположення пожежних станцій, в яких можуть знаходитися мобільні роботи [5, 6].

Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій повинна виконуватися в максимально короткі терміни. У цій діяльності розрізняють три основних етапи (рис. 1).

На першому етапі реалізуються заходи щодо екстреного захисту населення. Через систему оповіщення населення інформують про виникнення надзвичайних ситуацій і про необхідність використання засобів індивідуального захисту. Проводиться евакуація людей з небезпечних зон і надання їм першої медичної допомоги. Приймаються невідкладні заходи для локалізації аварій, а в разі необхідності вводиться в дію комплекс протипожежних заходів. Можливі також тимчасова зупинка технологічних процесів на підприємствах або їх заміна. На цьому етапі можливе використання роботів-дирижаблів для інформування населення і спостереженням за обстановкою.

В цей же час проводиться підготовка до виконання рятувальних та інших невідкладних робіт. Для цього завчасно створюються спеціально навчені рятувальні формування. На промислових об'єктах рятувальні підрозділи формуються з числа працівників цього об'єкта (підрозділу цивільної оборони об'єкта). У такі підрозділи можуть спрямовуватися і мобільні роботи розвідки.

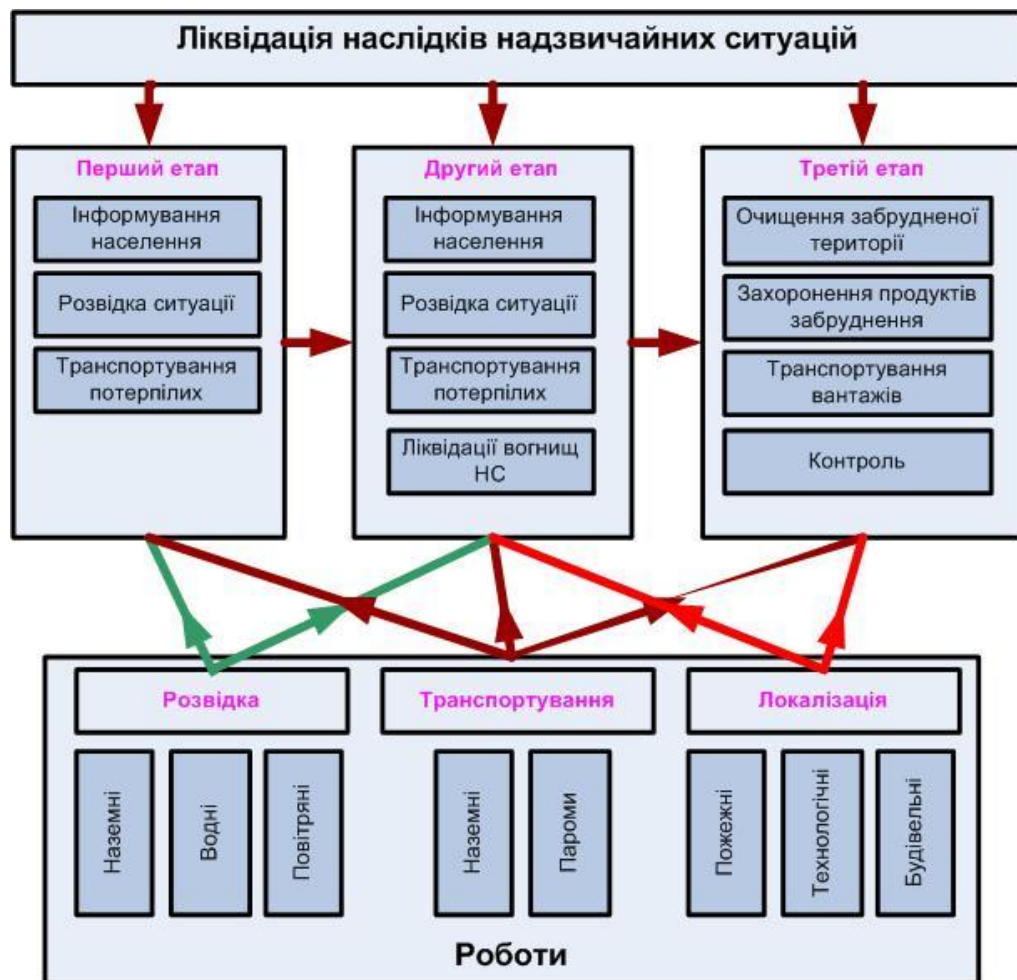


Рис. 1. Етапи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

На другому етапі для отримання відомостей про обстановку, що виникла в результаті надзвичайної ситуації, проводять розвідку осередку ураження – території, на якій виникли негативні наслідки в результаті дії небезпечних і шкідливих факторів, викликаних надзвичайною ситуацією.

Після розвідки проводяться рятувальні та інші невідкладні роботи, а також продовжується виконання завдань щодо захисту населення і зменшення наслідків надзвичайної ситуації,

розпочатих на першому етапі. Тривають локалізація і гасіння пожеж, а також порятунок людей з палаючих будівель і споруд. Якщо в результаті надзвичайної ситуації зруйновані або завалені захисні укриття, в яких знаходилися люди, проводиться їх розшук і витягання із завалів. Постраждалих людей доставляють у медичні установи. Триває також евакуація населення з небезпечних зон. Тут можна задіяти системи пожежогасіння, якщо вони не зруйновані. Більш дієвим для усунення наслідків надзвичайної ситуації може бути використання мобільних роботизованих платформ із спеціальним обладнанням та роботизованих транспортних машин. Роботизовані платформи із спецобладнанням використовуються в дистанційному режимі. Для транспортних роботів людина програмно маршрутизує їх переміщення.

У разі потреби (викиду в довкілля радіоактивних або токсичних хімічних речовин, а також бактеріологічних агентів) проводять спеціальну обробку, яка є комплексом заходів, серед яких може бути дезактивація, дегазація, дезінфекція і дератизація. Для оброблення забруднених територій можна використовувати роботизовані комплекси, які б працювали автономно під загальним наглядом оператора. Основними машинами в цьому випадку є роботизовані бульдозери або грейдери і транспортні машини.

На завершальному (третьому) етапі починаються роботи по відновленню функціонування об'єктів народного господарства, які виконуються будівельними, монтажними і іншими спеціальними організаціями. Окрім цього, здійснюється ремонт житла або зведення тимчасових житлових будівель. Відновлюються також енерго- і водопостачання, об'єкти комунального обслуговування і лінії зв'язку. Після закінчення цих і ряду інших робіт робиться повернення (реевакуація) населення до місця постійного проживання. Тут можливе використання роботів-дирижаблів для інформування населення і спостереження за обстановкою, роботів технологічного і будівельного призначення.

Оскільки умови в яких використовуються роботи є надзвичайно складні, то в їх конструкції зазвичай використовують гусеничний рушій.

Огляд і аналіз науково-технічних праць [7-15] з функціонування гусеничних машин і патентної літератури з конструкції їх рушіїв дав такі результати:

1. Розроблено теорію гусеничного рушій, та розглянута кінематика нерозтяжного обода, кочення опорного катка по рівній основі. Визначені втрати потужності в рушії і основи взаємодії опорної гілки гусениці з ґрунтом. Розглянуті проблеми довговічності, динаміки взаємодії гусениць з направляючими і опорними катками та тяговим колесом, визначена стійкість обода.

Разом з тим, немає досліджень таких режимів руху як застрягання, рух з розгойдуванням, хвильовий рух секцій розчленованої гусеничної машини.

2. Експериментально досліджено вплив тиску гусеничної машини на ґрунт і його взаємозв'язок з опором руху. Досліджено вплив характеристик ґрунту на конструкцію ходової системи і, відповідно, на прохідність. Але такі дослідження проведені не для всіх поширених варіантів конструкцій.

3. Проаналізовано процес навантаження підшви гусеничної ланки (трака), але не наведено аналітичних залежностей для конструкторського розрахунку.

4. Встановлено наявність вібрацій корпусу гусеничної машини, що збурюються з «траковою» частотою і причиною яких є взаємодія гусениці з елементами ходової системи і ґрунтом, однак відсутній математичний опис цього процесу.

5. Для деяких з виявлених проблем запропоновано конструктивне рішення на рівні винаходів і патентів, але відсутні результати апробації.

На основі проведеного огляду літературних джерел, пов'язаних з удосконаленням роботи гусеничних машин пропонуються наступні способи поліпшення умов їх використання (рис. 2).

Конструктивним прикладом ефективного функціонування гусеничних мобільних машин і побудованих на їх основі роботів в умовах надзвичайних ситуацій є принцип їх побудови на основі модульного агрегування. Це дозволяє ефективно використовувати потужність силової установки в перехідних режимах руху (розгін, гальмування) і важких умовах експлуатації: низька несуча здатність ґрунту, застрягання). Варіантом поліпшення прохідності є використання еластичних розширювачів траків. Наявність еластичності підвищує ефективність роботи машини. Використання пружних елементів в зірочках зменшує динамічні навантаження в трансмісії, покращує плавність руху машини. Застосування гумометалевих чи полімеро- вулканізованих шарнірів зменшує їх зношення, і покращує точність взаємодії елементів «трак - тягова зірочка». Перекриття ґрунтозачепів одного трака ґрунтозачепами наступної ланки дозволить усунути ефект «гранчастого колеса», підвищити плавність руху, зменшити динамічні навантаження на

гусеничний рушій. Вібровтрамбовування ґрунту в колії руху гусеничної машини підвищує прохідність.

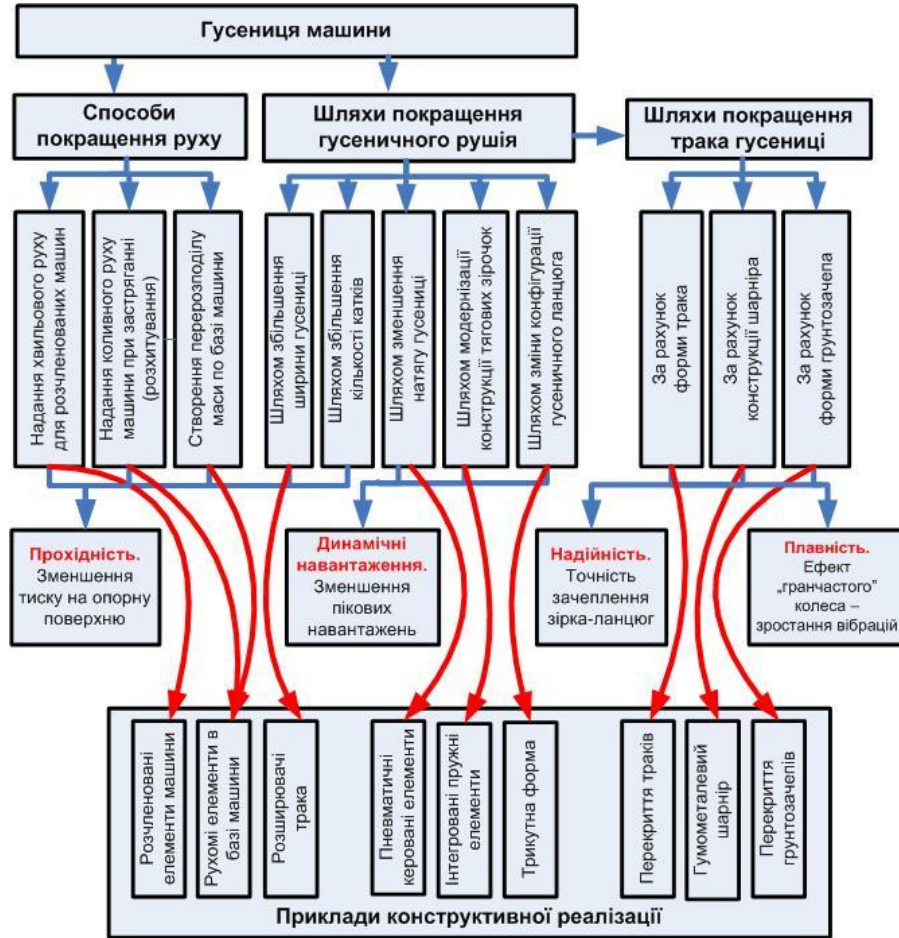


Рис. 2. Способи поліпшення ефективності використання машин з гусеничним рушієм

На основі проведених теоретичних досліджень, авторами були створені експериментальні прототипи гусеничних пожежних роботів (рис. 3). При проектуванні прототипу враховувалася функціональна і конструктивна уніфікація робота. На даному етапі проходить відлагодження їх основних систем та агрегатів.

Склад системи: дистанційно керована транспортна платформа; бортова відеосистема; система керування і передачі даних; пульт оператора із засобами керування, збору, збереження та обробки відеоданих.



Рис. 3. Експериментальні прототипи пожежних роботів

Рух робота забезпечується гусеничним рушієм. Привід на праву і ліву гусеницю незалежний, складається з трьохступінчастого редуктора і двигуна постійного струму. Рух приводів здійснюється від акумуляторної батареї. Приводні катки встановлені попереду

платформи, натяжні катки - ззаду. Така конструкція приводу при невеликій вазі платформи (36 кг) забезпечує високі швидкісні характеристики (швидкість руху до 1,5 м/с). Базові елементи трансмісії є взаємозамінними.

Керування пожежним роботом здійснюється окремим командним радіоканалом, радіус дії якого до 100 м.

У системі реалізовані алгоритми управління за допомогою обробки відео: автоматичної зупинки перед перешкодою; задавання напрямку руху платформи за допомогою лазерного маркера.

Висновки. Використання мобільних роботів особливо актуально у зв'язку з можливістю зменшення людських втрат при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та підвищення безпеки рятувальних робіт. Мобільні роботи можуть використовуватися при трьох етапах ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій: для збору інформації та розвідки, усунення наслідків, транспортування.

1. Антонов А. С. Армейские гусеничные машины. Часть 2. – М.: Воениздат, 1973. – 397 с.
2. Баженов С. П. Основы теории гусеничных машин: Учебное пособие / С. П. Баженов. – Липецк: ЛГТУ. 2006. – 278 с.
3. Батанов А. Ф. Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций / А. Ф. Батанов, С. Н. Грицынин, С. В. Муркин [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://loi.ssc.ru/bdm/bigdog/crobots.htm>.
4. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. / Дж. Вонг; пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.
5. Гусеничные транспортеры-тягачи. /Под ред. В. Ф. Платонова – М.: Машиностроение, 1978. – 145 с.
6. Зінько Р. В., Сулоєва Є. В. Мобільні роботи в системі пожежної охорони / Р. В. Зінько, Є. В. Сулоєва // Науковий вісник НЛТУУ: збірник науково-технічних праць. – Львів: НЛТУУ. – 2011, вип.21.17. – С. 132–138.
7. Кузьо І. В., Зінько Р. В. Моделювання руху розчленованих транспортних засобів. Вібрації в техніці і технологіях. – 2012. – №2(66). – С. 42–49.
8. Львов Е. Д. Теория трактора. – М.: Машгиз, 1960. – 252 с.
9. Мясников В. Возвращение дирижабля / В. Мясников // Независимое военное обозрение [Электронный ресурс]. Режим доступа http://nvo.ng.ru/armament/2005-09-23/6_vozvrashenie.html.
10. Никитин А. О., Сергеев Л.В. Теория танка. – М.: Из-во академии БТВ, 1962. – 578 с.
11. Самолёт-дирижабль «БАРС» — новый класс летательного аппарата // Новости ВПК [Электронный ресурс]. Режим доступа http://vpk.name/news/57039_samoltdirizhabl_bars_novyy_klass летательного аппарата.html.
12. Создан гусеничный робот-пожарник // [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.prorobot.ru/11/rojarnik_new.php.
13. Торба А. В. О применении вибрации для повышения проходимости гусеничных транспортных средств по глубокому снегу // Вестник Череповецкого ГУ. – Череповецк: ЧГУ. – 2011. – №3. 1. – С. 101-105.
14. Патент 2371345 РФ, МКИ В62D55/24. Трак гусеничної цепи / Коваленко В. А., Давлетова М. А.; – № 2007119344/11; Заявл. 24.05.2007; Опубл. 27.10.2009. – 6 с.
15. Sulojeva J. Methods of Evaluation of Fire-Fighting Economic Effectiveness in Latvia. Summary of the doctorate paper. – R.: RTU, 2010. – 40 p.

Стаття надійшла до редакції 16.04.2015.