

Назарова Мария Сергеевна, к.п.н., доцент,
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. гл. маршала авиации А. А. Новикова
Санкт-Петербург
Nazarova Maria Sergeevna,
Chief Marshal of Aviation
A. A. Novikov St. Petersburg State University

Захаров Алексей Евгеньевич, к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. гл. маршала авиации А. А. Новикова,
Санкт-Петербург
Zakharov Alexey Evgenievich,
Chief Marshal of Aviation
A. A. Novikov St. Petersburg State University

Илькухин Никита Юрьевич, к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. гл. маршала авиации А. А. Новикова,
Санкт-Петербург
Ikukhin Nikita Yurievich,
Chief Marshal of Aviation
A. A. Novikov St. Petersburg State University

ОСОБОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ РАБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ FEATURES OF APPLICATION OF MOBILE EXTREME WORKING COMPLEXES

Аннотация: Представлены традиционные способы взрывозащиты и новые конструктивные решения по снижению воздействия поражающих факторов взрыва, а также основные сведения о средствах экстремальной робототехники, блокирования радиоуправляемых взрывных устройств и их обезвреживания

Abstract: The traditional methods of explosion protection and new design solutions to reduce the impact of the damaging factors of the explosion, as well as basic information about the means of extreme robotics, blocking radio-controlled explosive devices and their neutralization are examined.

Ключевые слова: взрывопоглощение, взрывоподавление, эластичный контейнер, фугасные последствия взрыва, физические характеристики взрывной волны.

Keywords: explosion absorption, explosion suppression, elastic container, high-explosive effects of explosion, physical characteristics of the blast wave.

Основные свойства колесного транспортного средства мобильного робота (проходимость, экономичность, плавность хода и устойчивость движения) в первую очередь зависят от общего количества колес и приводных колес.

Наиболее распространенной конструктивной схемой мобильных колесных роботов является четырехколесная. Такие транспортные системы обладают высокими эксплуатационными качествами на ровных твердых поверхностях (например, в городских условиях). Увеличение проходимости робота достигается с помощью систем с индивидуальным приводом на каждое колесо [1, 4]

Наряду с достоинствами такие колесные транспортные системы имеют существенные недостатки: преодоление незначительных по высоте препятствий, отсутствие возможности



передвижения по лестнице и ограниченность движения по уклонам, значительные колебания передающих телекамер при движении. Эти недостатки существенно сужают диапазон применения четырехколесных мобильных роботов.

Увеличение количества колес приводит к усложнению конструкции; в то же время увеличивается профильная проходимость, улучшается маневренность при использовании бортовой схемы поворота. Для повышения адаптации многоколесных машин к поверхности сложного профиля их корпуса выполняют в виде секций, соединенных специальным шарниром, имеющим одну или несколько степеней свободы. При этом все колеса являются ведущими (рис. 1).



Рис. 1. Нобо (Ирландия) – дистанционно управляемый мобильный 6×6 робот, входящий в состав подвижной криминалистической взрывотехнической лаборатории (Россия). Передняя и задняя оси ходовой части имеют возможности поворота относительно продольной оси машины

Гусеничная ходовая часть конструктивно более сложна, тяжела и менее надежна по сравнению с колесной, но обладает целым рядом существенных преимуществ, например, лучшей опорно-тяговой и профильной проходимостью, большей прочностью и т. д.

Гусеничный робот обладает более высокой проходимостью благодаря надежному сцеплению с поверхностью движения, может преодолевать препятствия в виде выступов и провалов, а также передвигаться по лестницам. К достоинствам можно также отнести простоту и отработанность схемы двухгусеничного движителя для традиционных транспортно-тяговых машин; к недостаткам – большие динамические нагрузки при преодолении препятствий с резким нарастанием крутизны (отдельные камни, выступы).

Высокую профильную проходимость обеспечивают четырех- и шестигусеничные транспортные средства. Так, например, передвижение робота ANDROS V-A осуществляется за счет трех пар гусеничных лент, установленных с правой и с левой сторон корпуса. Причем главная (центральная) пара осуществляет перемещение по ровной поверхности, а две вспомогательные (наклоняющиеся) пары служат для преодоления препятствий. При необходимости машина может передвигаться в режиме шагания. Привод ходовой части машины и рабочего оборудования обычно электромеханический (на мобильном роботе Нобо манипулятор имеет гидравлический привод).



В качестве энергетической установки используются электрические аккумуляторы; их емкости достаточно для работы в течение нескольких часов. Возможно питание от внешнего источника электроэнергии – переносного электроагрегата или бортовой сети средства доставки [2, 3].

Из рабочего оборудования мобильных роботов, входящих в состав МРВК, наибольшее распространение получили:

- манипуляторы со сменными захватными устройствами;
- разрушители различной мощности, используемые для нейтрализации взрывных устройств без их детонации, выбивания дверей и разбивания стекол;
- гладкоствольные полуавтоматические ружья (рис. 2), применяемые при разрушении замков в дверях зданий и автомобилей, а также стекол, для обеспечения доступа к опасному объекту.



Рис. 2. Полуавтоматическое гладкоствольное ружье, установленное на манипуляторе робота MV4

Манипулятор, устанавливаемый на транспортное средство, является основным рабочим оборудованием и в зависимости от конструкции и основного назначения машины может иметь от трех до шести степеней свободы.

Манипулятор (как правило) приспособлен для установки сменного рабочего оборудования, аппаратуры или инструмента и обеспечивается сменными захватными устройствами различных форм и размеров (рис. 3), позволяющими подбирать невзорвавшиеся боеприпасы и самодельные взрывные устройства в различной упаковке. Для увеличения зоны обслуживания на манипулятор может устанавливаться телескопический удлинитель.

В состав МРВК в дополнение к универсальному может входить сверхлегкий малогабаритный робот.

Основное назначение сверхлегких роботов – обследование труднодоступных участков и деталей объектов (в тесных помещениях, в проходах транспортных средств, под днищем автомобилей). Роботы этого типа обычно имеют гусеничную ходовую часть и оснащаются легким манипулятором, на котором крепятся видеочкамаера и захват либо легкий гидроразрушитель.



Камера устанавливается на поворотной платформе и с помощью телескопического конечного звена манипулятора может подниматься на высоту до 2 м. Если камера устанавливается не на манипуляторе, а непосредственно на корпусе, то общая высота машины не превышает 200 мм (рис. 4).

Сверхлегкие роботы комплектуются переносным пультом управления, что в сочетании с малой собственной массой машины (не более 35 кг) делает возможной доставку робота оператором в места, недоступные для более крупных и тяжелых универсальных роботов. В некоторых случаях сверхлегкий робот может быть доставлен к месту работы универсальным роботом (рис. 5).

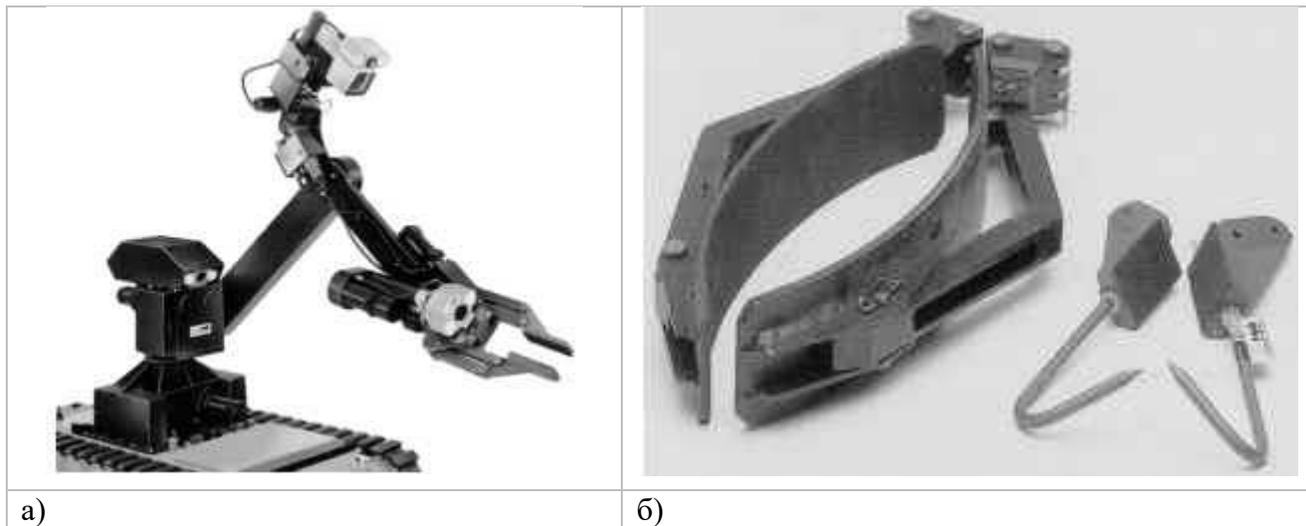


Рис. 3. Манипулятор мобильного робота MV4 (комплекс TEL 600, Германия): *а* – общий вид; *б* – сменные захватные устройства (слева – для захвата цилиндрических предметов типа бомб и снарядов; справа – для предметов в мягкой оболочке)



Рис. 4. Осмотр днища автомобиля минироботом Rascal, входящим в состав подвижной криминалистической взрывотехнической лаборатории (Россия)





Рис. 5. Миниробот Rascal может быть доставлен к месту работы с помощью робота Нобо, также входящего в состав подвижной криминалистической взрывотехнической лаборатории



Рис. 6. Средство доставки мобильного роботизированного комплекса TEL 600

В качестве средства доставки используется любое подходящее автотранспортное средство: джип, армейский грузовик с закрытым кузовом, автобус и т. п. Для комплексов, предназначенных для работы в городских условиях, обычно выбирают микроавтобусы (рис. 6), салоны которых переоборудованы для размещения мобильных роботов, рабочих мест операторов (рис. 7) и комплектов необходимого оборудования и снаряжения.

Робот загружается в микроавтобус либо своим ходом (чаще всего) по легким съемным аппаратам (рис. 8), либо с помощью специальной грузовой платформы, как в комплексе TEL 600.

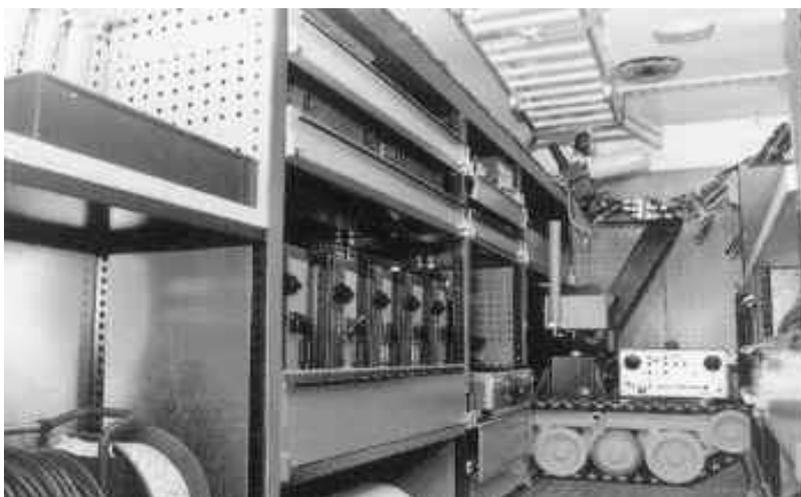


Рис. 7. Размещение мобильного робота MV4, оборудования и снаряжения в автобусе комплекса TEL 600





Рис. 8. Загрузка мобильного робота Andros VA по съемным аппаратам в микроавтобус комплекса MIS 2000 (Израиль)

Дополнительно МРВК оснащаются комплектами:

- средств связи и навигации;
- взрывотехнического снаряжения (защитный костюм взрывотехника);
- специального снаряжения (бронежилеты, шлемы, стрелковое оружие);
- криминалистического оборудования;
- видеоаппаратуры для записи процессов диагностирования и обезвреживания ВУ.

Наличие дополнительного комплекта видеоаппаратуры объясняется необходимостью дистанционного контроля действий оператора, занятого диагностированием или обезвреживанием ВУ. Для этого используется выносная дистанционно управляемая телекамера, которая может устанавливаться с помощью робота около объекта. Визуальная информация с выносной телекамеры, телекамер мобильного робота и рентгеновской аппаратуры должна регистрироваться для последующего анализа [3, 5].

Примером успешно функционирующего робототехнического комплекса является многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5» (рис. 9).

Многофункциональный мобильный робот сверхлегкого класса МРК «Вездеход-ТМ5» МКРН.461343.003 предназначен для дистанционного выполнения следующих оперативно-тактических задач в труднодоступных и опасных для человека зонах:

- проведения визуальной разведки с помощью телевизионной системы;
- поиска и идентификации подозрительных на наличие взрывного устройства предметов, расположенных на местности, в зданиях, в салонах или под днищем легковых автотранспортных средств;





Рис. 9. Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5»

- обезвреживания взрывоопасных устройств с помощью разрушителей «2Р1-У», «2Р4», «Выруб-КМ», «Тайфун»;
- транспортировки груза в хвате манипулятора и в прицепной тележке;
- выполнения других технологических операций по обеспечению доступа к ВУ (открытие дверей помещений и автомобилей, замков дверей ключами, выбивание замков с помощью разрушителей).

Технические характеристики комплекса «Вездеход-ТМ5» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики МРК «Вездеход-ТМ5»

Дальность дистанционного управления МР и приема телевизионного сигнала, м: - по кабелю - по радио	до 200 до 600
Техническое зрение	4 телекамеры 1 монитор
Допустимый диапазон освещенности для работы телесистемы, лк	от 1 до 10000
Визуальное распознавание предметов на расстоянии от МР, м - размерами от 0,5 до 3,0 м - размерами от 0,001 до 0,5 м	1-50 0,5-3
Диапазон скоростей движения МР, м/с	1,0
Время непрерывной работы, ч, не менее: - МР от автономного источника питания АИП-1 при прямолинейном движении по твердой горизонтальной поверхности - ПДУ от сети напряжения ~220В/50Гц - ПДУ от бортовой сети автомобиля через гнездо прикуривателя или АИП-2	2 8 4



Бортовой источник питания МР	2 НАБ* по 12 В, 18 А/ч
Преодолеваемые МР препятствия с грузом в схвате 5 кг: - порог высотой, м, до - стандартные лестничные марши с углом наклона, град., не более - косогор по курсу с углом наклона, град., не более - склон в поперечном направлении с углом наклона, град., не более	0,14 20 20 20
Глубина преодолеваемой водной преграды, м, не более	0,15
Преодолеваемый МР снежный покров, м, не более	0,08
Высота преодолеваемого МР травяного покрова, м, не более	0,15
Максимальный вылет манипулятора от оси вращения плеча, м, не менее	1,2
Максимальная высота подъема разрушителей и телекамеры на штанге-удлинителе, м, не менее	1,985
Общая масса МРК, кг, не более	70
Масса перевозимого груза в прицепной тележке, кг, не более	30
Грузоподъемность манипулятора, кг, не менее - на вылете 1 м от оси вращения плеча - на вылете 0,5 м от оси вращения плеча	5 7
Число степеней подвижности манипулятора	4
Максимальное раскрытие губок схвата, мм	120
Усилие на губках схвата (два значения), Н	100; 200
Типы приводов МР	Электро- механические
Масса, кг, не более: - МР - ПУ	45 12
Габаритные размеры в транспортном положении (длина ширина высота), м, не более: - МР - ПУ	0,7x0,55x0,55 0,36x0,31x0,196
Температурный диапазон работы, °С: - МР и ДО - ПУ	от -20 до +40 от 0 до +40

Примечание. * НАБ – непроливные аккумуляторные батареи.

Показатели надежности МРК:

- наработка на отказ не менее 1000 часов; календарный срок эксплуатации до списания не менее 7 лет; ресурс не менее 1000 часов;
- гарантийный срок эксплуатации и хранения – 12 месяцев со дня приемки изделия;
- гарантийная наработка – 200 часов в пределах гарантийного срока.





Рис. 10. Мобильный робот «Варан»

Не менее достойным средством экстремальной робототехники является *мобильный робот «Варан»* (рис. 10) – универсальный робот легкого класса, предназначенный для решения следующих задач:

- проведения телевизионной разведки объектов и территорий в условиях городской инфраструктуры и пересеченной местности;
- осмотра и исследования объектов, подозреваемых на наличие ВУ, расположенных в помещениях зданий и на местности, а также автотранспортных средств;
- уничтожения ВУ или их загрузки в специальный контейнер для транспортирования в безопасное место;
- доставки к месту проведения операции специального оборудования, служащего средством диагностирования ВУ.

«Варан» состоит из гусеничного ТС, рабочего оборудования (манипулятор, разрушители ВУ, дополнительное оборудование), ПДУ. Одним из основных элементов мобильного робота является транспортное средство. Возможности гусеничного движителя с точки зрения проходимости и тягово-транспортных характеристик существенно расширяют область применения и функциональные возможности робота в целом. Высокая проходимость позволяет преодолевать лестничные марши, пороговые препятствия высотой до 200 мм, водные преграды глубиной до 100 мм; двигаться по снегу высотой до 150 мм; тяговые характеристики обеспечивают решение проблем, связанных с доставкой тяжелого рабочего оборудования и транспортирования грузов. Корпус ТС служит как для установки рабочего оборудования, так и для размещения и надежной защиты приводов движителя, элементов БСДУ, АИП.

Основным элементом рабочего оборудования робота является манипулятор с пятью степенями свободы и схватом на конечном звене для работы с исследуемыми предметами и фиксации специального оборудования. Высокая грузоподъемность манипулятора позволяет перемещать и транспортировать крупногабаритные объекты, освобождать пространство для поиска и обезвреживания ВУ.

Управление роботом осуществляется с переносного пульта управления, в котором расположены органы управления, а на передней панели – цветной дисплей, отображающий



состояние среды, в которой функционирует робот. Система управления позволяет оператору осуществлять дистанционное манипулирование роботом на удалении до 1000 м при работе по радиоканалу и до 200 м при работе по кабелю.

Однако, в отличие от «Вездехода», состав телевизионной системы «Варана» существенно расширен и включает в себя телевизионные установки (механизмы наведения и видеокамеры) и видеоблоки (видеокамеры, неподвижно зафиксированные на корпусе ТС и схвате), что позволяет значительно упростить работу оператора. Для детального обследования подозрительных предметов в состав телевизионной системы включены видеокамеры с трансфокатором. Помимо основной системы видеонаблюдения в качестве вспомогательной может быть использована выносная система, доставляемая МР к месту проведения операции.

Основные технические характеристики МР «Варан» приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные технические характеристики МР «Варан»

Габаритные размеры мобильного робота (МР) в транспортном положении, мм:	1200
- длина	750
- ширина	700
- высота	
Тип движителя ТС	Гусеничный
Преодолеваемые препятствия:	
- уклоны по курсу, град.	30
- уклоны в поперечном направлении, град.	20
- уклон преодолеваемого лестничного марша, град.	30
- водные преграды, мм	до 100
- снежные покровы, мм	до 150
- пороговые препятствия, м	0,2
Скорость передвижения по твердой горизонтальной поверхности, м/с	0,65
Тип приводов ТС	Электромеханический
Масса МР в снаряженном состоянии, кг	185
Число степеней подвижности манипулятора	5
Грузоподъемность манипулятора номинальная/максимальная, кг	30/50
Тип приводов манипулятора	Электромеханический
Дальность дистанционного управления м:	
- по радиоканалу, в пределах прямой видимости	1000
- по кабелю	200
Габаритные размеры ПДУ, мм:	
- длина	360
- ширина	310
- высота	196
Масса ПДУ, кг	12
Время непрерывной работы МР от АИП, ч	4

«Варан» оснащен дополнительным оборудованием, которое позволяет:

- перевозить постановщик радиопомех или взрывозащищенный контейнер;
- проводить эвакуацию автотранспорта;



- обследовать труднодоступные места (типа днища автомобиля) на наличие ВУ, доставлять и наводить гидродинамические разрушители на ВУ в труднодоступных местах;
- устанавливать и приводить в действие ружье;
- нацеливать ружье и гидродинамические разрушители на ВУ;
- закреплять в схвате два ствольных гидроразрушителя;
- манипулировать предметами различной формы и размеров;
- управлять движением МР при техническом обслуживании и при погрузке МР для транспортировки без использования ПДУ.

«Варан» служит не только для обезвреживания ВУ: на его базе создаются мобильные роботы для ликвидации пожаров, последствий химического заражения местности, расчистки завалов в радиоактивно-зараженной местности и т. п.

В заключение следует отметить, что на базе МР «Варан» и «Вездеход-ТМЗ» возможно создание мобильного взрывотехнического комплекса, объединяющего в себе основные преимущества каждого образца:

- маневренность, высокие скоростные характеристики движения, простоту обслуживания и подготовки к проведению операции робота «Вездеход-ТМЗ»;
- высокую проходимость и многофункциональность робота «Варан».

Ядром подобного комплекса должен стать универсальный мобильный робот «Варан», а «Вездеход-ТМЗ» может служить в качестве вспомогательного робота-разведчика.

Список литературы:

1. Гельфанд Б. Е., Сильников М. В. Фугасные эффекты взрывов. СПб.: Полигон, 2002. 272 с.
2. Гельфанд Б. Е., Сильников М. В. Химические и физические взрывы. Параметры и контроль. СПб.: Полигон, 2003. 416 с.
3. Обнаружение, обезвреживание и уничтожение взрывоопасных предметов / Под ред. А. А. Иркиенко. М.: Управление боевой подготовки ГО СССР, 1989. 361 с.
4. Рекомендации по гуманитарному разминированию в международных программах, проектах и операциях / Бражников Ю. В., Кудинов С. И., Васильев В. А. и др.. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2004. 450 с.
5. Северов Н. В. Применение робототехники в чрезвычайных ситуациях: теория и практика. Новогорск, 2003. 241 с.

