

УДК 623.454.838

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

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ
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.

Мобильные робототехнические комплексы применяются:

- при боевом обеспечении спецопераций (заградительный огонь, разведка боем, разрушение заграждений и т. п.);
- проведении разведки;
- проведении взрывотехнических работ (поиск, извлечение, транспортирование и обезвреживание или уничтожение взрывоопасных предметов и неразорвавшихся боеприпасов; взрывные работы);
- обеспечении безопасности важных объектов.

По массе (и, следовательно, мобильности) и основному назначению МРК можно разделить на 4 группы:

- сверхлегкие, массой до 35 кг (рис. 1);
- легкие, массой до 150 кг;
- средние, массой до 800 кг;
- тяжелые, массой свыше 800 кг.





Рис. 1. Сверхлегкий мобильный робот МРК-01 (МГТУ им. Н. Э. Баумана). Предназначен для проведения инспекционных проверок, поиска и уничтожения взрывоопасных предметов. Является базовым образцом для семейства малогабаритных роботов

Табл.1

Общие характеристики этих групп приведены в табл. 1

Группа	Назначение	Мобильность	Особенности конструкции	Оснащение
Сверхлегкие	Визуальная и акустическая разведка в помещениях и в объектах транспорта; осмотр труднодоступных мест (днища автомобилей и т.п.) и разрушение обнаруженных СВУ	Перевозка любым видом транспорта в контейнере-чемодане; выгрузка оператором; переноска оператором или доставка с помощью более тяжелых МРК к исследуемому объекту	Шасси гусеничное; колесное или специальное комбинированное управление по радио, волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) или кабелю; питание от аккумуляторов	1-4 малогабаритных черно-белых или цветных телекамеры; 1-2 гидроразрушителя
Легкие	Разведка внутри помещений и на открытой местности; проведение взрывотехнических работ	Перевозка легковым автомобилем с кузовом «универсал»; выгрузка вручную (2-4 чел.) или своим ходом по аппарелям; возможна переноска (2-4 чел.) на относительно небольшие расстояния	Шасси гусеничное; колесное или специальное комбинированное; управление по радио, ВОЛС или кабелю; питание от встроенных аккумуляторов или от сети по кабелю до 100 м	1-4 телекамеры; стрела кранового или телескопического типа либо манипулятор с 2-5 степенями подвижности; самозарядное ружье; комплекты взрывотехнического и разведывательного оборудования



Средние	Разведка; наблюдение; охрана; проведение взрывотехнических работ; транспортировка легкого стрелкового и ракетного вооружения	Перевозка микроавтобусом или легким грузовиком; выгрузка своим ходом по аппарелям	Шасси гусеничное; колесное или специальное комбинированное; управление по радио, ВОЛС или кабелю; питание от встроенных аккумуляторов или от сети по кабелю до 200 м	2-4 телекамеры; манипулятор с 2-6 степенями подвижности и сменным инструментом; самозарядное ружье; пулемет; гранатомет; ракетная пусковая установка; комплект взрывотехнического и разведывательного оборудования
Тяжелые	Разведка; наблюдение; патрулирование; проведение взрывотехнических работ; транспортировка легкого пушечного и тяжелого стрелкового вооружения	Перевозка на большие расстояния специальным автотранспортом или в стандартных транспортных контейнерах; выгрузка своим ходом или с помощью крана; движение со скоростью 30-60 км/ч при управлении с места водителя	Шасси гусеничное, колесное или специальное комбинированное, возможно использование серийно выпускаемых транспортных средств; управление по радио, ВОЛС или кабелю; сохраняется место водителя для управления на марше; питание автономное	3-4 телекамеры; манипулятор с 4-6 степенями подвижности и сменным инструментом; пулемет; малокалиберная автоматическая пушка; гранатомет; ракетная пусковая установка; комплекты взрывотехнического и разведывательного оборудования

В мировой практике наибольшее развитие получили робототехнические комплексы первых трех групп. Это обусловлено их маневренностью, возможной быстрой технической адаптацией к конкретному виду проводимой операции или выполняемых работ, а также относительно небольшими материальными и экономическими затратами на их производство и эксплуатацию. Основное назначение этих роботов – охрана помещений важных объектов, борьба с террористическими акциями, поиск и обезвреживание взрывоопасных предметов [1, с. 260].

Модульный принцип, изначально заложенный в конструкцию большинства роботов, позволяет создавать многофункциональные комплексы, используя единую транспортную систему в качестве базовой и формируя рабочую систему при установке сменного вооружения или рабочего оборудования и требуемой системы управления.

Для роботов массой до 800 кг разрабатываются оригинальные специализированные транспортные модули (рис. 2). Более тяжелые робототехнические системы применяются в качестве базовых шасси серийно выпускаемые образцы военной и гражданской транспортной техники (рис. 3).



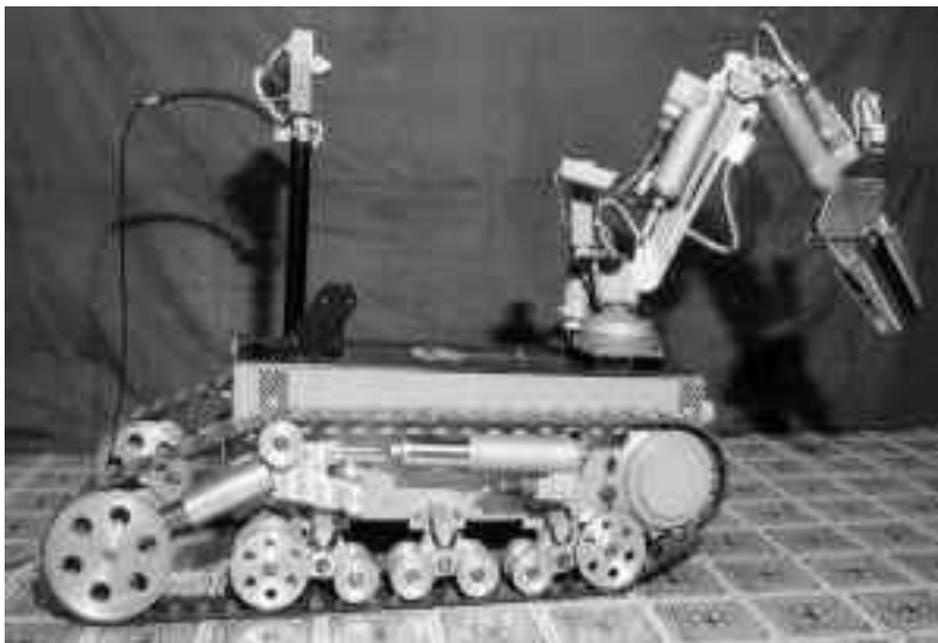


Рис. 2. Мобильный робототехнический комплекс МРК-25 (МГТУ им. Н.Э. Баумана) имеет конвертируемую ходовую часть. Складывание гусеничного обвода роботу дает возможность маневрировать в стесненных условиях (например, разворачиваться на лестничных площадках) и обеспечивает перевозку робота в джипе или микроавтобусе



Рис. 3. Транспортное средство роботизированной системы разминирования ETODS (ОАО, США) выполнено на базе погрузчика типа Bobcat

Конструктивно универсальные мобильные роботы представляют собой малогабаритные самоходные средства, оснащаемые разведывательной аппаратурой, набором сменного рабочего оборудования и инструмента. Они рассчитаны на дистанционное управление оператором, ведущим наблюдение непосредственно или с помощью телевизионной камеры. В состав установленных на роботах комплексов приборов и оборудования входят:



- телевизионная аппаратура (на современных образцах, как правило, цветного изображения), включающая телевизионные камеры (до четырех единиц) и портативные мониторы, по которым оператор ведет наблюдение за местностью и управляет работой машины;
- осветительные средства (прожекторы) для подсветки при действиях в темное время суток и низких уровнях освещенности;
- манипуляторы для захвата, перемещения и транспортирования объектов;
- портативная рентгеновская аппаратура для обследования на месте обнаруживаемого объекта и определения степени его опасности;
- оборудование для уничтожения на месте взрывоопасных предметов (наибольшее распространение получили гидродинамические разрушители, используемые для уничтожения самодельных взрывных устройств в неметаллических оболочках, ацетиленовые горелки для сжигания неметаллических мин и гладкоствольные ружья для стрельбы тяжелыми пулями-болванками);
- набор инструмента для разборки, отделения или вывода из строя отдельных компонентов обнаруженного боеприпаса в целях его нейтрализации;
- набор стетоскопов для прослушивания работы часовых механизмов взрывателей замедленного действия, а также зеркал для обследования отдельных компонентов подозрительного объекта, расположенных в труднодоступных местах.

Сами машины выполняются на шасси из алюминиевых сплавов и легированной стали с колесной, гусеничной или сменной (быстро заменяемой с колесной на гусеничную и обратно) ходовой частью (см. рис. 4). На шасси смонтирован полноповоротный (как правило) манипулятор, приспособленный для установки сменного рабочего оборудования, аппаратуры или инструмента. В качестве энергетической установки чаще всего служат электрические аккумуляторы. Их емкости обычно достаточно для работы в течение нескольких часов, однако возможно применение двигателя внутреннего сгорания или питание от внешнего источника электроэнергии. При использовании аккумуляторов привод ходовой части машины и рабочего оборудования обычно электромеханический, а двигателя внутреннего сгорания – гидравлический. Дистанционное управление работой машин осуществляется по радио (на дальности до 4000 м), по волоконно-оптической линии связи (на расстоянии до 400 м) либо по кабелю (на расстоянии до 100 м).

Малые масса и габариты дистанционно управляемых машин допускают их перевозку к месту выполнения работ легкими транспортными средствами, а их выгрузка и погрузка производятся по легким аппаратам своим ходом. Низкое расположение центра тяжести и наличие легких гусениц позволяют машине преодолевать крутые подъемы и спуски, в том числе лестничные марши, проникать в небольшие помещения и работать на весьма ограниченной площади [2, с. 399].

Для противодействия преступлениям с применением ВУ во многих странах созданы специальные взрывотехнические подразделения полиции и служб безопасности, оснащенные необходимым оборудованием и снаряжением, в том числе мобильными роботизированными взрывотехническими комплексами (МРВК), обеспечивающими эффективное и безопасное для личного состава подразделений выполнение необходимых взрывотехнических работ.

МРВК состоит из одного или нескольких мобильных роботов, комплекта сменного рабочего оборудования, средств доставки, энергообеспечения и технического обслуживания (см. рис. 5).





Рис. 4. Мобильный робот Castor (GIAT Industries, Франция) может иметь либо колесную, либо гусеничную ходовую часть



Рис. 5. Мобильный роботизированный взрывотехнический комплекс, состоящий на вооружении специальных подразделений Министерства обороны Франции.

В состав комплекса входят мобильный робот Wheelbarrow Mk8+ и мини-робот Cyclops Mk4, а также комплект специального снаряжения (разрушители различной мощности, инструмент и приспособления), применяемого с помощью роботов



Ядром комплекса является универсальный мобильный робот (массой от 200 до 400 кг), оснащаемый рабочим оборудованием и инструментом, обеспечивающим:

- поиск взрывоопасных объектов на местности, в сооружениях, стационарных объектах и транспортных средствах;
- детальное обследование обнаруженного объекта;
- обезвреживание или уничтожение объекта;
- транспортирование в безопасное место или укладку взрывоопасного объекта во взрывозащитную камеру;
- доставку специального оборудования к объекту.

Универсальные мобильные роботы представляют собой малогабаритные дистанционно управляемые самоходные средства, оснащаемые необходимым набором аппаратуры и сменного рабочего оборудования. Заложенный в конструкцию большинства роботов модульный принцип делает возможной их быструю техническую адаптацию к конкретному виду проводимой операции или выполняемых работ: многофункциональные комплексы создаются формированием рабочей системы из модулей сменного вооружения или рабочего оборудования на базе модуля транспортного средства.

Транспортное средство состоит из ходовой части, корпуса и энергетической установки. Корпус изготовлен из алюминиевых сплавов или легированной стали. Ходовая часть может быть колесной, гусеничной или сменной (быстро заменяемой с колесной на гусеничную и обратно) [3, с. 216].

Выбор типа ходовой части определяется характером местности, на которой преимущественно будет использоваться робот. Так, мобильный робот, предназначенный для работы на труднопроходимой местности, имеет гусеничную ходовую часть. При преимущественном использовании робота на ровной поверхности (улицы, дороги) более предпочтительным является колесный вариант транспортного средства.

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.

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 [4, с. 401].

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. 6).





Рис. 6. Ново (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 Ново 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.

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. 7), применяемые при разрушении замков в дверях зданий и автомобилей, а также стекол, для обеспечения доступа к опасному объекту.





Рис. 7. 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. 8), 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 видеокамера 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. 9).

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. 10).





Рис. 8. 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. 9. Осмотр днища автомобиля минироботом Rascal, входящим в состав подвижной криминалистической взрывотехнической лаборатории (Россия)



Рис. 10. Миниробот Rascal может быть доставлен к месту работы с помощью робота Нобо, также входящего в состав подвижной криминалистической взрывотехнической лаборатории



Рис. 11. 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. 11), салоны которых переоборудованы для размещения мобильных роботов, рабочих мест операторов (рис. 12) и комплектов необходимого оборудования и снаряжения.

Робот загружается в микроавтобус либо своим ходом (чаще всего) по легким съемным аппаратам (рис. 13), либо с помощью специальной грузовой платформы, как в комплексе TEL 600.

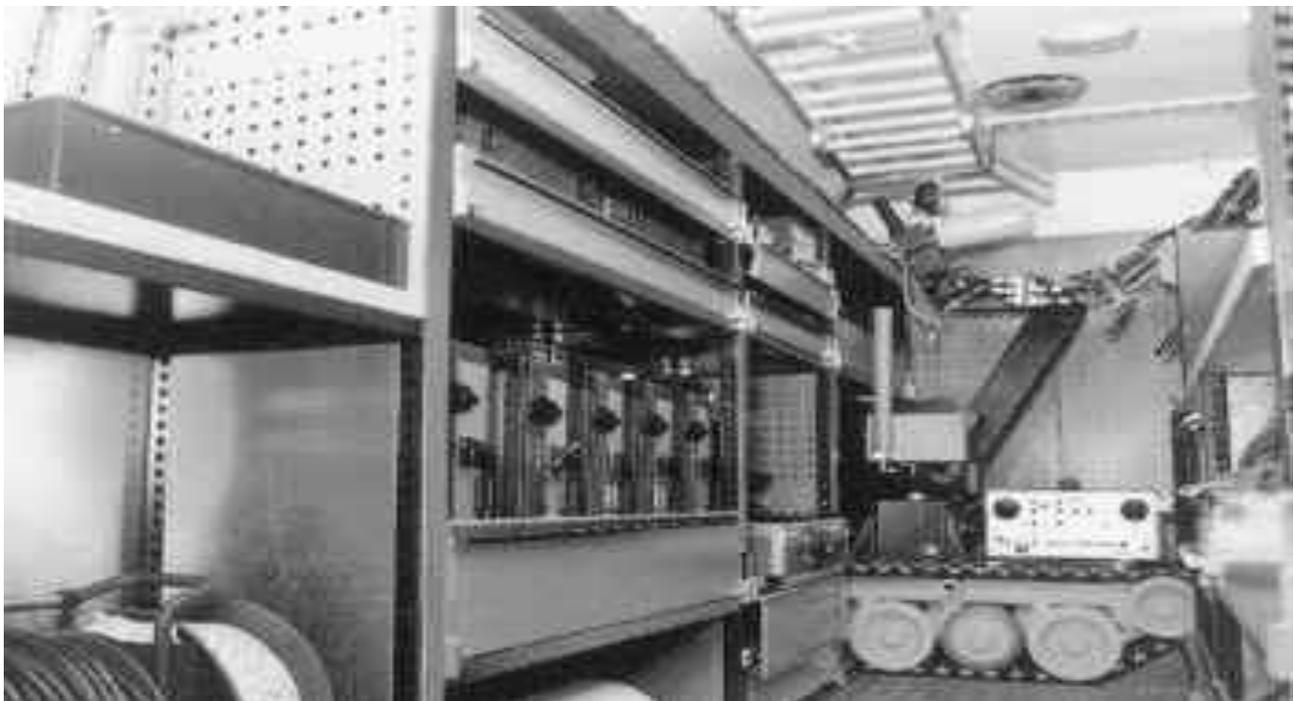


Рис. 12. Размещение мобильного робота MV4, оборудования и снаряжения в автобусе комплекса TEL 600





Рис. 13. Загрузка мобильного робота Andros VA по съемным аппаратам в микроавтобус комплекса MIS 2000 (Израиль)

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.

