

УДК 623.4.021:536.3

Г.Б. Черепенников, И.В. Пискачева, А.С. Балабуха

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ СКРЫТНОСТИ ПОДВИЖНОЙ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА В ПОЗИЦИОННОМ РАЙОНЕ

*Проанализированы основные особенности формирования «тепловых портретов» объектов военной техники на автомобильном шасси (подвижных пусковых установок ракетных комплексов) при наличии в их составе источников тепловыделений (двигателей внутреннего сгорания).*

### Постановка проблемы

Как показал опыт последних военных конфликтов обеспечение скрытности объектов военной техники (ОВТ) в позиционном районе (ПР) – одна из наиболее актуальных и трудно решаемых проблем, особенно когда речь идет о крупногабаритных маневрирующих объектах типа подвижной пусковой установки (ППУ) ракетного комплекса (РК).

Это обусловлено тем, что современные средства обнаружения и поражения целей оснащаются, как правило, приемными устройствами, ведущими прием и обработку информации одновременно в нескольких (минимум в двух) диапазонах длин волн, основными из которых являются: оптический, инфракрасный (в областях длин волн 3...5 мкм и 8...12 мкм), миллиметровый (в областях длин волн 3,2 мм и 8,6 мм), радиолокационный. Отдельный вопрос – демаскирующая роль работающих радиоэлектронных средств, размещенных на ППУ.

Понятно, что наиболее полное решение затронутой проблемы может быть достигнуто лишь организацией комплексного противодействия средствам технической разведки, учитывающего конструктивные и эксплуатационные особенности скрываемого объекта.

### Анализ литературы

В конструктивном отношении ППУ РК могут выполняться по моноагрегатной или полуприцепной схеме. Исследования [1] показали, что по совокупности своих тактико-технических и технико-экономических характеристик наиболее целесообразной является полуприцепная схема, допускающая отстыковку тягача от собственно пусковой установки (ПУ) на боевой позиции.

Предварительная оценка возможности обнаружения ППУ РК по методикам, приведенным в [2], показала, что независимо от конструктивной схемы необходимо проведение организационных и техни-

ческих мероприятий по скрытию ППУ на марше и в ПР во всех без исключения диапазонах длин волн.

Вопросы обеспечения скрытности ОВТ (оценка возможностей технической разведки, определение вероятности обнаружения ОВТ, выбор организационных и технических мероприятий по противодействию средствам технической разведки и контролю эффективности маскировки и др.) достаточно полно освещены в литературе (например, в [1 – 4]).

Так, снижение заметности ОВТ в оптическом диапазоне достигается маскирующей окраской наружных поверхностей, использованием специальных маскирующих комплектов, устройств, искажающих форму и размеры маскируемого объекта и его тени, расположением в укрытиях как естественных (леса, складки местности), так и сооруженных с привлечением инженерных средств, применением задымления и др.

Радиоизлучающие устройства, имитирующие излучение фона (подстилающей поверхности), в определенной мере повышают скрытность ОВТ в областях длин волн 3,2 мм и 8,6 мм. Постановка помех в радиолокационном диапазоне, скрывая ОВТ, в свою очередь является демаскирующим признаком, провоцирующим применение противником средств поражения источников помех (в частности, антенных систем).

Наиболее сложно организовать противодействие средствам обнаружения и поражения целей, работающим в инфракрасном диапазоне. Обусловлено это тем, что тепловая разведка основана на обнаружении объектов по их собственному излучению на фоне излучения подстилающей поверхности, которые в общем случае являются переменными во времени. Современные тепловизионные ИК-системы, размещаемые на борту летательных аппаратов (в том числе малоразмерных беспилотных) или спутников, обладают высокой чувствительностью к разности температур объектов или отдельных их элементов относительно фона (до-

ли °С) и высокой угловой разрешающей способностью (менее 2 мрад) [5].

В связи с этим необходимо обратить внимание на следующее.

Воздействие на ОВТ переменных во времени природно-климатических факторов (температуры атмосферного воздуха, солнечной радиации, ветра и др.) приводит к формированию на его наружных поверхностях нестационарных температурных полей, образующих в совокупности так называемый динамический «тепловой портрет» ОВТ, который может существенно отличаться от температурного поля подстилающей поверхности как значениями температур, так и характером их распределения и изменения во времени. При наличии специфических особенностей «теплого портрета» (конфигурации, размеров, температурной неоднородности) становится возможной идентификация ОВТ, а иногда и определение режима его функционирования.

К таким специфическим особенностям относится наличие в составе ОВТ (подвижных пусковых установок, дизель-электростанций зенитных ракетных комплексов и др.) собственных источников тепловыделений – двигателей внутреннего сгорания.

Тепловые потоки от источника тепловыделений, воздействуя на ограждающие поверхности в сочетании с воздействием на эти поверхности климатических факторов, обуславливают закономерности изменения температуры ограждающих поверхностей, существенно отличающиеся от закономерностей изменения температуры фона.

Применительно к рассматриваемым ППУ это означает, что различия в изменении температуры капота автомобиля (автотягача) относительно изменения температуры подстилающей поверхности могут быть использованы не только как демаскирующий, но и как идентифицирующий признак.

**Цель статьи** – оценить влияние на тепловую заметность ППУ тепловыделений от штатного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) при различных режимах его функционирования.

### Основная часть

Для достижения поставленной цели были проведены численные исследования изменения нестационарного теплового состояния капота автомобиля типа КраЗ в процессе работы двигателя и после его выключения для некоторых характерных случаев (работа на стоянке или в движении, в ночное или в дневное время, зимой или летом) в сопоставлении с изменениями температуры поверхности фона в наи-

более жаркий и наиболее холодный периоды года, приведенными на рис. 1.

Исследования проводились при допущениях о характере климатических воздействий: теплофизические свойства грунта соответствуют суглинку средней влажности; массоперенос в грунте не учитывался. Рассматривались три варианта состояния поверхности грунта: поросший травой, плотный без растительности, с бетонным покрытием толщиной 10 см.

С целью уменьшения влияния начального теплового состояния исследование проводилось с учетом «тепловой предыстории» объекта за полугодовой период. Принято также, что температура работающего двигателя равна 70 °С, а теплообмен поверхности двигателя и внутренней поверхности капота осуществляется:

в режиме стоянки с неработающим двигателем – конвекцией и излучением;

в режиме стоянки с работающим двигателем – излучением, а конвективный отвод тепла от двигателя и внутренней поверхности капота – потоком атмосферного воздуха, создаваемым вентилятором. Наружная поверхность капота обдувается атмосферным воздухом со скоростью, приемлемой для данной местности и времени года;

в режиме движения процесс теплообмена аналогичен предыдущему случаю, но скорость потока воздуха, обдувающего наружную поверхность капота, принимается равной скорости движения.

Расчет коэффициентов теплопереноса осуществлялся по общепринятым зависимостям применительно к одномерной модели системы «двигатель – воздушная прослойка – капот – наружная среда». Принято также, что капот окрашен зеленой краской.

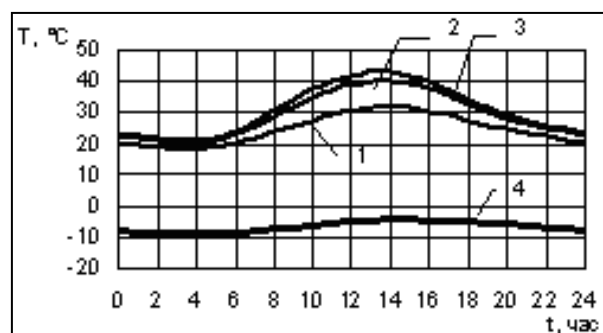


Рис. 1. Суточный ход температуры подстилающей поверхности с травяным покровом (1), плотный без растительности (2) и бетонного слоя (3) летом и снежного покрова (4) зимой при воздействии солнечной радиации

В качестве «базового» рассмотрен случай, когда автомобиль стоит длительное время на открытом пространстве без включения двигателя (например, потерявший подвижность в ходе боевых действий и не эвакуированный с поля боя).

На рис. 2 представлены соответствующие «базовому» случаю изменения температуры капота при воздействии солнечной радиации (1) и при ее отсутствии (2) для самых жарких и самых холодных суток года. Сравнение графиков 1, 2 с графиками изменения температуры подстилающей поверхности разного типа (рис. 1) подтверждает сделанный выше вывод о том, что формирующийся под действием климатических факторов «тепловой портрет» рассматриваемого объекта (автомобиля типа КраЗ) обладает демаскирующими признаками.

Для выявления особенностей влияния работающего двигателя на тепловое состояние капота в ночное и дневное время летом и зимой были рассмотрены следующие варианты:

включение двигателя на один час с 1.00 до 2.00 часов в режиме стоянки и движения;

включение двигателя на один час с 13.00 до 14.00 часов в режиме стоянки и движения.

Основные результаты исследований представлены на рис. 3, 4. Их анализ с учетом рис. 1 показывает, что:

включение двигателя существенно влияет на тепловую характеристику капота в количественном и

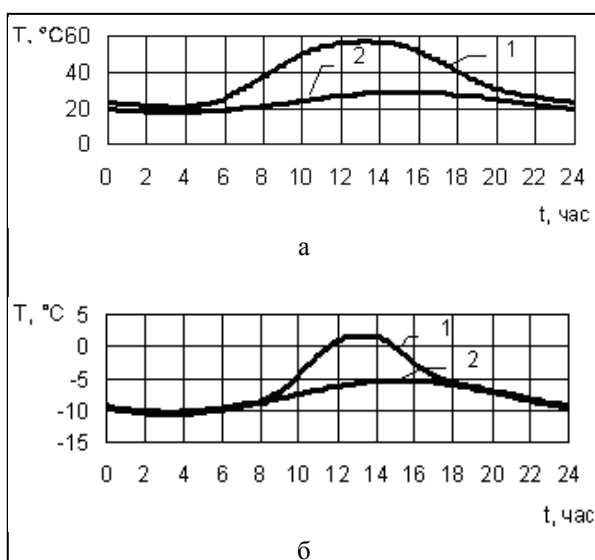


Рис. 2. Суточный ход температуры капота в жаркий (а) и холодный (б) периоды года в режиме длительной стоянки с выключенным двигателем при воздействии (1) и отсутствии (2) солнечной радиации в дневное время

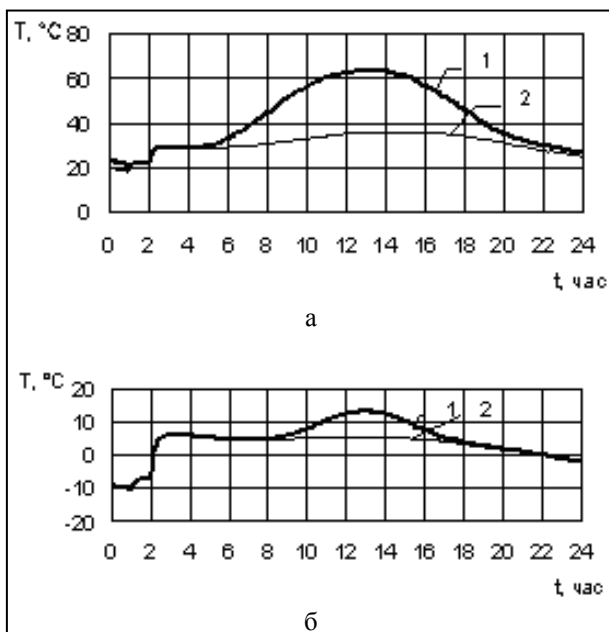


Рис. 3. Изменение температуры капота в жаркий (а) и холодный (б) периоды года при включении двигателя с 1.00 до 2.00 часов ночи после длительной стоянки при воздействии (1) и отсутствии (2) солнечной радиации в дневное время

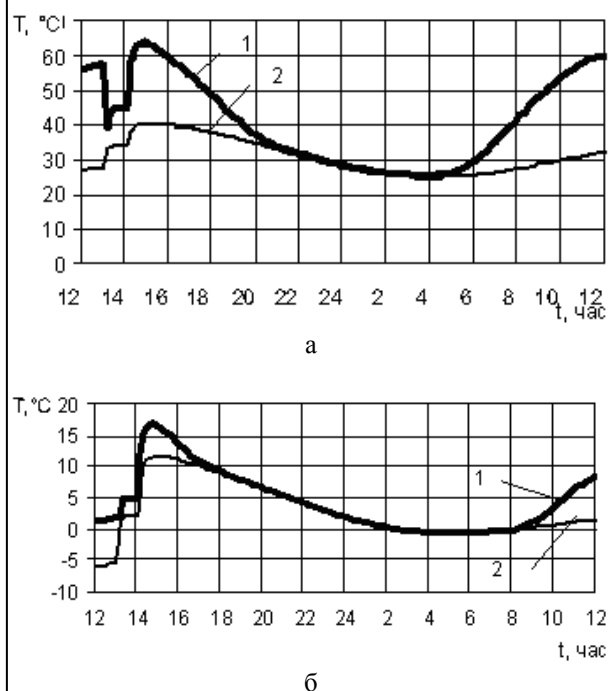


Рис. 4. Изменение температуры капота в жаркий (а) и холодный (б) периоды года при включении двигателя с 13.00 до 14.00 часов дня после длительной стоянки при воздействии (1) и отсутствии (2) солнечной радиации в дневное время

качественном отношении как на этапе работы двигателя, так и после его выключения;

влияние режима работы двигателя (на стоянке, в движении) проявляется лишь во время его работы и в первый час после выключения;

специфические отличия от «базового» случая «теплого портрета» капота при наличии нагретой массы двигателя сохраняются в течение всего периода остывания двигателя.

Таким образом, «тепловая заметность» ОВТ с собственным источником тепловыделений (например, ППУ) существенно возрастает не только относительно подстилающей поверхности, но и относительно аналогичных ОВТ с бездействующим (поврежденным) источником тепловыделений. Иначе говоря, представляется возможным не только обнаружить предполагаемые цели на поле боя, но и выявить среди них потенциально боеспособные, что и подтвердилось в ходе военных акций США против Ирака и США и НАТО против Югославии. Показательным в этом плане является метод подавления ракетных комплексов ПВО путем поражения работающих дизель-электростанций ракетами с наведением на тепловое излучение дизеля.

На основании изложенного актуальность разработки способов и средств тепловой маскировки ППУ РК, организационно-технических мероприятий по их реализации, имеющих целью снижение эффективности тепловой разведки противника и применяемых им боеприпасов с ИК-устройствами самонаведения, сомнений не вызывает.

Так, тепловая маскировка достигается снижением тепловой контрастности ОВТ (ППУ) путем уменьшения размеров нагретых поверхностей, охлаждения наружных поверхностей, экранированием нагревающих поверхностей непрозрачными для ИК-излучения материалами, тепловой изоляцией источников тепловыделений, снижением температуры отработанных газов двигателей, использованием скрывающих свойств местности, постановкой маскирующих завес (задымления), применением ложных целей [1 – 4].

В частности, результаты натурных испытаний [6] показали принципиальную возможность снижения заметности (а значит, повышения скрытности) ОВТ в позиционном районе в ИК-диапазоне применением сравнительно легких маскировочных сетей отечественной разработки при условии отсутствия непосредственного контакта сети с нагретыми поверхностями маскируемого объекта.

Следует иметь в виду, что мероприятия по тепловой маскировке объектов должны иметь ком-

плексный характер, т.е. исключать или снижать возможность обнаружения ОВТ и другими методами (оптико-электронными, средствами радиолокации и т.п.). К сожалению, практически реализовать в полном объеме такой подход достаточно сложно. Так, нанесение на поверхность объекта зеленой маскирующей окраски, снижающей вероятность визуального обнаружения ОВТ в летнее время, неблагоприятно сказывается на «яркости» его «теплого портрета» из-за дополнительного нагрева наружной поверхности.

Далее, считается, что ППУ, располагаемая в укрытии на боевой стартовой позиции, практически защищена от наблюдения в случае использования на аппаратах космической и воздушной разведки фотографической, оптико-электронной и радиолокационной аппаратуры [1]. Полагается также, что вероятность обнаружения ППУ минимальна, если в ПР оборудовано несколько укрытий, а перемещение ППУ из укрытия в укрытие организовано таким образом, что нельзя достоверно установить, в каком конкретно укрытии он находится.

В качестве таких укрытий может быть рекомендовано применение легких, быстро монтируемых и демонтируемых каркасных конструкций с маскирующим покрытием, описанным в [6], полностью закрывающих маскируемый объект при его въезде в укрытие. Достоинством такой конструкции укрытия является возможность быстрого перемещения с места на место, что создает дополнительные сложности для его обнаружения и идентификации средствами технической разведки.

Однако в целях разведки могут быть использованы отличия укрытия, где размещена ППУ, от других укрытий аналогичной конструкции по тепловым, магнитным, гравитационным и другим полям. Поэтому рекомендуется применение имитаторов этих отличий, т.е. ложных целей. Но имитация «теплого портрета» ППУ или укрытия с применением электронагрева поверхности соответствующего имитатора в свою очередь может привести к возникновению специфических электромагнитных признаков (полей), позволяющих отличить ложную цель от реальной. Иначе говоря, комплексными имитаторами должны оборудоваться все укрытия в позиционном районе, причем функционировать они должны независимо от наличия в укрытии ППУ.

С другой стороны, очевидна необходимость максимально возможного уменьшения площади излучающей поверхности объекта. В самом деле, проблематично обеспечить тепловую, а равно и любую другую маскировку ППУ РК, площадь поверхности

которой в проекции на поверхность грунта составляет 30...50 м<sup>2</sup> при том, что разведывательная техника позволяет обнаруживать объекты размером менее 1 м<sup>2</sup>.

С этой точки зрения сопоставление ППУ моноагрегатной схемы и полуприцепной схемы свидетельствует в пользу последней.

Так, полуприцепная пусковая установка в боевом положении (с отстыкованным и отогнанным на достаточное расстояние тягачом) имеет площадь проекции на горизонтальную поверхность в два – три раза меньшую, чем моноагрегат. При этом из ее состава исключается мощный источник демаскирующего теплового излучения – маршевый двигатель, – наличие которого в моноагрегате может потребовать сложных конструктивных решений по скрытию его теплового излучения.

Важно также обратить внимание на следующие обстоятельства. Как известно, пуск ракеты фактически демаскирует ППУ, поскольку позволяет противнику с помощью средств технической разведки определить с высокой точностью координаты места его проведения.

С другой стороны, при пуске ракеты из ТПК возможен его нагрев до температуры, уровень которой относительно фона будет достаточно высоким в течение определенного времени.

Следовательно, даже при своевременном оставлении боевой позиции существует вероятность уничтожения ППУ при ответном ударе боеприпасом с головкой самонаведения по тепловому излучению цели (в рассматриваемом случае – двигателя тягача и ТПК).

Безусловно, возможно проведение мероприятий по снижению тепловой заметности ППУ в процессе подготовки к перемещению на новую позицию, однако это потребует дополнительных затрат времени, что может оказаться неприемлемым.

По этой причине представляется целесообразным использовать на ППУ ТПК, отделяемые от нее сразу же после пуска.

Наконец, исходя из вышеизложенного следует обратить внимание на необходимость оценки вероятной тепловой заметности образцов ОВТ (ППУ) еще на этапах их разработки и испытаний.

Кроме того, возможно включение в комплект

штатного оборудования ОВТ (ППУ) прибора теплового контроля (портативный тепловизор), что позволит оперативно непосредственно на боевой позиции выявлять наличие демаскирующих признаков в ИК-диапазоне с целью своевременного проведения мероприятий по тепловой маскировке объекта, а значит повышению его скрытности в позиционном районе.

### Выводы

Результаты проведенных исследований представляют практический интерес, отображая качественную картину особенностей формирования динамических «тепловых портретов» ОВТ вследствие воздействия на них природно-климатических факторов и наличия собственных источников тепловыделений.

Рекомендации по повышению скрытности ОВТ, в том числе ППУ РК, в позиционном районе могут быть реализованы на этапах разработки и эксплуатации военной техники.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технические основы эффективности ракетных систем / Под. ред. Е.В. Волкова. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
2. Волжин А.Н., Сизов Ю.Г. Борьба с самонаводящимися ракетами. – М.: Воениздат, 1983. – 144 с.
3. Фрейман В. Маскировка техники в движении // Военный вестник. – 1988. – № 9. – С. 64 – 65.
4. Бойков Л.В. Некоторые вопросы повышения эффективности оперативной маскировки войск // Военная мысль. – 1992. – № 4 – 5. – С. 14 – 16.
5. Богомолов П.А., Сидоров В.И., Усольцев И.Ф. Приемные устройства ИК-систем. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.
6. Ващенко В.П., Глебов В.В. та ін. Під українським маскувальним покриттям – танка не видно // Винахідник і раціоналізатор. – 2002. – № 2 – 3. – С. 5 – 6.

Поступила 01.12.2005

Рецензент: д-р техн. наук старший научный сотрудник В.И. Антюфеев, Объединенный научно-исследовательский институт ВС Украины, Харьков.