

УДК 623.438.3  
ББК 68.513  
З-402

Издано при финансовой поддержке  
Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям  
в рамках Федеральной целевой программы «Культура России»

Авторы:

*В.А. Григорян, Е.Г. Юдин, И.И. Терехин, В.Н. Наумов, А.П. Антипов,  
Н.С. Дорохов, А.М. Малофеев, Е.Н. Чистяков, В.П. Янин*

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *С.А. Бекетов*; д-р техн. наук, проф. *В.С. Соловьев*

**Защита танков** / В.А. Григорян, Е.Г. Юдин, И.И. Терехин и др.;  
З-402 Под ред. В.А. Григоряна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. –  
327 с.: ил.

ISBN 978-5-7038-3017-8

Рассмотрены вопросы обеспечения комплексной защиты танков с единых методологических позиций, большое внимание уделено проблеме защищенности основных боевых танков за счет повышения их индивидуальной стойкости к различным видам поражающих воздействий. Приведены сведения о направлениях усовершенствования пассивной броневой конструкции, динамической и активной защиты, средств подавления поражающих факторов и противодействия разведке противника, маскировки, а также других перспективных способов защиты.

Использованы материалы собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, докладов, лекций, которые авторы читают в МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также сведения из отечественной и зарубежной литературы.

Для специалистов, научная и профессиональная деятельность которых связана с созданием конкретной защиты и средств поражения бронетанковой техники. Может быть полезна преподавателям, студентам, аспирантам и адъюнктам технических университетов, инженерных гражданских и военных высших учебных заведений, обучающимся по соответствующим специальностям.

УДК 623.438.3  
ББК 68.513

© Григорян В.А., Юдин Е.Г.,  
Терехин И.И. и др., 2007  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007

ISBN 978-5-7038-3017-8

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	5
Список основных сокращений .....	9
<b>Глава 1. Современные танки: боевые свойства, средства поражения, показатели защищенности</b> .....	11
1.1. Свойства защиты в современной концепции танков .....	11
1.2. Боевые и эксплуатационно-технические свойства танков .....	11
1.3. Средства поражения танков .....	14
1.4. Танковое вооружение как средство поражения танков противника .....	23
1.5. Высокоточное оружие и борьба с ним .....	25
1.6. Конструктивно-техническое обеспечение комплексной защиты танка .....	29
1.7. Показатели защищенности танков .....	33
<b>Глава 2. Защита от средств разведки и наведения оружия</b> .....	35
2.1. Способы снижения вероятности обнаружения, опознавания и попадания противотанковых средств .....	35
2.2. Средства снижения заметности танков .....	40
<b>Глава 3. Активное противодействие техническим средствам обнаружения, прицеливания и наведения оружия</b> .....	49
3.1. Общие сведения .....	49
3.2. Комплекс оптико-электронного подавления «Штора» .....	51
3.3. Система противодействия .....	56
<b>Глава 4. Прямая защита от обычных противотанковых средств</b> .....	63
4.1. Основные технические средства защиты .....	63
4.2. Тактико-технические требования к танку по обеспечению прямой защиты от обычного оружия .....	64
4.3. Общие сведения об испытании броневых преград .....	66
4.4. Экспериментально-теоретические основы моделирования процессов высокоскоростного взаимодействия .....	70
4.5. Материалы для брони и броневых преград .....	81
4.6. Броневой корпус и башня .....	91
4.7. Система противоминной защиты .....	99
4.8. Система обеспечения живучести при непробитии брони .....	105
4.9. Система обеспечения живучести при пробитии брони .....	106
4.10. Система обеспечения пожаро- и взрывобезопасности .....	108
4.11. Совершенствование экипировки членов экипажей .....	113
<b>Глава 5. Совершенствование броневых преград для защиты основных боевых проекций</b> .....	116
5.1. Однослойные и первые комбинированные преграды .....	116
5.2. Комбинированные броневые преграды танков второго и последующих поколений .....	118

5.3. Комбинированные броневые преграды зарубежных ОБТ .....	122
5.4. Комбинированные броневые преграды из стальных пластин с инертным наполнителем .....	123
5.5. Комбинированные броневые преграды с применением обедненного урана .....	126
<b>Глава 6. Динамическая защита танка</b> .....	127
6.1. Противокумулятивная динамическая защита .....	127
6.2. Универсальная динамическая защита .....	130
<b>Глава 7. Активная защита танка</b> .....	143
7.1. Принципы построения комплекса активной защиты .....	143
7.2. Система обнаружения .....	145
7.3. Система поражения .....	147
7.4. Использование комплексной активной защиты на танке .....	149
<b>Глава 8. Способы и средства защиты танка от поражения боеприпасами с магнитными взрывателями</b> .....	157
8.1. Общие положения .....	157
8.2. Физические поля танков .....	158
8.3. Анализ и перспективы развития пассивных боеприпасов .....	160
8.4. Анализ возможностей поражения танка .....	162
8.5. Средства и способы преодоления минно-взрывных заграждений .....	164
8.6. Способы нейтрализации неконтактных магнитных взрывателей .....	165
<b>Глава 9. Электромагнитные способы защиты</b> .....	169
9.1. Электродинамическая защита .....	170
9.2. Магнитодинамическая защита .....	178
9.3. Электротермическая защита .....	185
<b>Глава 10. Защита от оружия массового поражения</b> .....	188
10.1. Общие вопросы противорадиационной защиты БТВТ .....	190
10.2. Расчет противорадиационной защиты БТВТ .....	192
10.3. Материалы противорадиационной защиты .....	195
10.4. Новые материалы .....	197
10.5. Конструктивные решения противорадиационной защиты .....	198
<b>Глава 11. Состояние средств поражения и комплексной защиты различных поколений танков</b> .....	201
11.1. Первое поколение .....	201
11.2. Второе поколение .....	211
11.3. Второе переходное поколение .....	228
11.4. Третье поколение .....	259
11.5. Третье переходное поколение .....	280
<b>Глава 12. Технический облик и комплексная защита танка начала XXI в.</b> ....	301
12.1. Перспективы развития боевых свойств основных танков .....	301
12.2. Перспективы развития боевых свойств легкого мобильного танка .....	319
Список литературы .....	324

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В этой книге рассматриваются вопросы комплексной защиты основных боевых танков разных стран мира. Приведены сведения о системах комплексной защиты перспективных и подготавливаемых к серийному производству новых образцов.

После Второй мировой войны в танкостроении произошла смена нескольких поколений боевых машин [1]. В первое послевоенное поколение принято включать танки, созданные на основе использования непосредственного опыта военных действий прошедшей войны. К ним относятся советские средние танки Т-54/55, Т-62 и тяжелый танк Т-10; американские средние танки М46, М47, М48 и тяжелый танк М103; английские средний танк «Центурион» и тяжелый танк «Конкэрор». В этих танках была реализована «двухтанковая» политика, когда основу танковых парков составляли средние танки, усиленные небольшим количеством тяжелых машин. Подобный подход не имел ничего общего с существовавшей до Второй мировой войны доктриной «пехотных» и «крейсерских» танков, которые никогда существенно не различались по вооружению.

Применительно к первому послевоенному поколению для понятий «средний танк» и «тяжелый танк» были характерны не только определенная масса танка, но и уровень его боевых свойств и соответственно круг боевых задач. Поэтому средние танки существенно различались по массе. Так, масса советского танка Т-34/55 составляла 36...37 т, а английского танка «Центурион» и американских танков М46, М47, М48 – около 50 т. В Советском Союзе была принята следующая классификация танков по массе: легкие – до 20 т, средние – до 40 т, тяжелые – более 40 т.

Тяжелые танки отличались большей огневой мощностью и защищенностью, но были менее подвижны, чем средние. Однако развитие конструкторской мысли и достижения в усовершенствовании технологии танкостроения привели к тому, что различие средних и тяжелых танков по всем основным показателям стало заметно уменьшаться и постепенно сошло на нет. Это произошло при создании танков второго послевоенного поколения, которые в дальнейшем стали называть основными боевыми танками (ОБТ) [1–6]. перевооружение армий танками этого поколения было проведено в 1960-е годы. В войска поступили танки М60А1 (США), «Леопард-1» (ФРГ), «Чифтен» (Великобритания) и АМХ-30 (Франция). В эти же годы танки начали выпускать в Швеции, Швейцарии, Японии, Китае и Израиле. В конце 1960-х – начале 1970-х годов танки второго поколения стали поступать и в Советскую армию (Т-64, Т-72, Т-80).

В модернизированных образцах танков был достигнут значительный прогресс как в улучшении боевых свойств, так и в повышении их эффективности в целом, на основе использования новых технологий конца 1950-х – начала 1960-х годов. В частности, были приняты специальные меры по защите от ядерного и химического оружия, а также от кумулятивных средств поражения. Каждый образец разрабатывался для армии определенной страны. В танках были синтезированы лучшие качества тяжелых (огневая мощь, уровень защищенности) и средних (высокая подвижность и, главное, рациональное сочетание боевых свойств). Именно эти танки стали основой бронетанковых войск. Прежнее разделение танков на тяжелые и средние утратило смысл.

В начале 1980-х годов на вооружение армий развитых стран были приняты танки, которые по совокупности боевых свойств превосходили танки 1960-х годов примерно в 1,5–2 раза. Несмотря на это, постоянно проводились работы по последующей модернизации их конструкций. Эти машины предназначались для использования во всех видах боя. Различные боевые средства противника должны были уничтожаться огнем прямой наводки как с места, так и с ходу. При наступлении назначение основных танков состояло в продвижении вперед под огнем противника, поражении наиболее важных целей, сопровождении других боевых средств, дополняющих огневое воздействие танков на противника, обеспечивающих его окончательный разгром и овладение территорией, а также прикрывающих боевые порядки от попадания с воздуха. Использование основных танков в обороне позволяет сделать ее более устойчивой и активной, усилить редкие и сильные контратаки, быстро переходить в наступление, превращая локальный успех в общий, а тактический – в оперативный.

Основной танк – это наземное средство ближнего боя, в котором реализуется принцип «вижу – стреляю» в условиях воздействия практически всех огневых и иных средств поражения, имеющихся у противника. Такая трактовка понятия «основной танк», по сути, была принята специалистами 22 государств при разработке и подписании в 1990 г. Договора об обычных вооруженных силах в Европе. В частности, пункт (с) статьи 11 этого Договора определяет термин «боевой танк», в котором нашли свое отражение наиболее существенные качества основного танка. Поскольку в каждой стране эти танки разрабатываются как единые по целевому назначению (а в развитых странах – и по конструкции), они не имеют каких-либо ярко выраженных особенностей. Все образцы отличаются высоким уровнем боевых свойств при их рациональном сочетании. В оперативно-тактическом отношении основной танк – это боевая машина, предназначенная для решения главных военных задач в различных видах боя, прежде всего в наступлении и обороне.

Защищенность танков остается самой важной и трудноразрешимой проблемой. В современных боевых действиях потери неизбежны и необходимо, чтобы они не превышали пределы, за которыми успешные активные действия на передней линии огня стали бы уже невозможными. Эта проблема решается не только за счет повышения стойкости танка к поражающим воздействиям, но и благодаря использованию коллективных усилий войск, направленных на общую маскировку, активное противодействие разведке противника, а также

на эффективное огневое воздействие на его поражающие средства. Кроме того, важно создать необходимый перевес в силах.

Основой повышения стойкости танка к различным видам воздействий остается рациональное сочетание пассивной броневой конструкции, а также динамическая и активная защита. Главные узлы броневой конструкции, прежде всего в лобовых проекциях корпуса и башни, могут иметь комбинированную многослойную структуру с применением слоев из материалов относительно малой плотности (алюминиевые сплавы, стеклотекстолиты), высокой твердости (высокопрочные стали, керамические материалы), а также высокой плотности и прочности (элементы, выполненные из обедненного урана  $^{238}\text{U}$ ). В результате сочетания слоев с различными физико-механическими свойствами достигается высокая стойкость комбинированной многослойной брони к действию бронебойных подкалиберных снарядов и кумулятивных средств по сравнению со стойкостью эквивалентной по массе стальной брони.

Использование динамической защиты, основанной на взрывном воздействии со стороны специальных пластин броневой конструкции на внедряющуюся кумулятивную струю или кинетический снаряд, позволяет существенно снижать пробивную способность кумулятивной струи. Кроме того, это дает возможность получать несколько меньшие, хотя достаточно ощутимые, результаты по защите от подкалиберных снарядов.

Неуязвимость ряда танков обеспечивается путем применения активной защиты, действие которой основано на обнаружении подлетающих к танку поражающих средств (снарядов) с помощью радиолокационной системы и на их уничтожении (или на снижении их пробивной способности) на определенном расстоянии посредством контрвыстрелов из специальных мортир, гранатометов или других устройств. В дополнение к указанным способам защиты на танках в качестве стандартного элемента нашла применение система оптико-электронного подавления противотанковой управляемой ракеты (ПТУР) противника, работающая в сочетании с системой постановки дымовых завес. Для снижения уровня тяжести повреждений, поражающих танк, конструкторы используют прогрессивные схемы и ряд мер по локализации заброневых разрушений, стремясь обеспечить повышение защищенности современных боевых машин путем применения новых технических решений. К ним относится, например, защита участков брони в соответствии с вероятностью попадания тех или иных поражающих средств: лобовой проекции – от снарядов танковых пушек, мощных ПТУР и от всех прочих кумулятивных средств; бортов – от легких ПТУР и от массивных ручных противотанковых гранатометов; крыш башен и корпуса – от легких кумулятивных элементов и ударных средств высокоточного оружия, а также от боеприпасов авиационных пушек калибра 30 мм.

Кроме основных боевых танков существуют другие виды бронетанковой техники, например легкие танки, имеющие специальные назначения. Их можно использовать для разведки, охранения, участия в воздушных и морских десантах, рейдовых действиях и т. д. Необходимость в повышенной мобильности войск, придании им аэромобильности вновь обусловила интерес к легким бронированным машинам в целом и к легким танкам в частности. Этот инте-

рес особенно сильно проявился в середине 1970-х годов в связи с началом формирования в ряде стран, прежде всего в США, так называемых сил быстрого развертывания (иногда их называют мобильными силами).

В настоящее время новые достижения в области современных технологий обеспечивают появление реальной возможности значительного повышения боевых свойств легких танков. В первую очередь это относится к их вооружению, которое уже сейчас может поражать основные танки противника. Такая универсальность вооружения достигается применением комплекса, состоящего из модернизированной пушки среднего калибра и спаренного зенитного пулемета. Комплекс может быть дополнен управляемыми ракетами. Рассматривается возможность установки на легких танках систем противодействия разведке и наведению оружия, средств активной защиты, а также способы повышения стойкости брони без увеличения ее массы и ряд других мер.

В современном понимании танк с его огневой мощностью, защищенностью и подвижностью – это не только единый основной боевой танк, но и в ближайшем будущем мобильный облегченный танк с высокими боевыми свойствами.

Авторы этой книги не стремились рассматривать вопросы комплексной защиты всех видов современной бронетанковой техники и сосредоточили главное внимание на защищенности основных боевых танков, считая, что по защите других боевых машин в настоящее время можно подготовить соответствующие дополнения к этому изданию.

Авторы выражают благодарность коллегам, чьи работы использовались при написании книги, а также Борису Федоровичу Махову, Татьяне Васильевне Волковой, Ирине Борисовне Кочетковой, внесшим большой вклад в организацию информативного поиска материалов для этой монографии.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

БКС	– бронебойный кумулятивный снаряд
БМП	– боевая машина пехоты
БПС	– бронебойный подкалиберный снаряд
БТВ	– бронетанковое вооружение
БТВТ	– бронетанковая военная техника
БФС	– бронебойно-фугасный снаряд со сплюсывающейся головной частью
БЧ	– боевая часть
ВВ	– взрывчатое вещество
ВБТ	– высокоточный боеприпас
ВВС	– военно-воздушные силы
ВВТ	– вооружение и военная техника
ВТО	– высокоточное оружие
ВТБ	– высокоточный боеприпас
ГСМ	– головка самонаведения
ЗРК	– зенитный ракетный комплекс
ИК	– инфракрасный
КАЗ	– комплекс активной защиты
КДЗ	– комплекс динамической защиты
КОС	– кумулятивно-осколочный снаряд
КРО	– канал раннего обнаружения
КС	– кумулятивный снаряд
МПП	– механизм передач и поворота
МТО	– моторно-трансмиссионное отделение
НВ	– неконтактный взрыватель
ОБТ	– основной боевой танк
ОМП	– оружие массового поражения
ОПВТ	– оборудование для подводного вождения танка
ОФС	– осколочно-фугасный снаряд
ПВО	– противовоздушная оборона
ПГ	– противотанковый гранатомет
ПНВ	– приборы ночного видения
ППО	– противопожарное оборудование
ПРЗ	– противорадиационная защита
ПТМ	– противотанковая мина
ПТРК	– противотанковый ракетный комплекс
ПТС	– противотанковое средство



ПТУР	– противотанковая управляемая ракета
ПТУРС	– противотанковый управляемый ракетный снаряд
РЛС	– радиолокационная станция
РПГ	– ручной противотанковый гранатомет
РСЗО	– реактивная система залпового огня
СУО	– система управления огнем
ТДА	– термодымовая аппаратура
ТПУ	– танковое переговорное устройство
ТТЗ	– тактико-техническое задание
ТТТ	– тактико-техническое требование
ТУР	– танковая управляемая ракета
УКВ	– ультракоротковолновый радиодиапазон
УДЗ	– универсальная динамическая защита
ФВУ	– фильтровентиляционная установка
ЭДЗ	– элементы динамической защиты
ЭМИ	– электромагнитный импульс
ЭПР	– эффективная поверхность рассеяния

Глава 1  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТАНКИ:  
БОЕВЫЕ СВОЙСТВА, СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ,  
ПОКАЗАТЕЛИ ЗАЩИЩЕННОСТИ**

**1.1. Свойства защиты в современной концепции танков**

Рубеж XX–XXI вв. является переломным в развитии танков. Среди других проблем, возникающих при отработке современной концепции танка, существенное значение имеет проблема обеспечения его защищенности. Это обусловлено созданием новых высокоэффективных средств вооруженной борьбы, совершенствованием и расширением арсенала противотанковых средств (ПТС), ставших массовым оружием, и, наконец, этот период характеризовался относительно большими потерями танков в ходе отдельных локальных войн и вооруженных конфликтов [1, 2, 37]. Однако в сухопутных формированиях сил общего назначения как в России, так и за рубежом, бронетанковое вооружение, и в первую очередь танки, по-прежнему составляет основу боевого потенциала.

Главным достоинством современных танков, созданных в соответствии с существующей концепцией, которая на сегодняшний день остается неизменной, является возможность достижения в ближайшем будущем оптимального сочетания огневой мощи, защищенности и подвижности, что дает дополнительный резерв для повышения боевой и военно-экономической эффективности модернизируемых танков. При этом следует иметь в виду, что в любом случае повышение защищенности танков является наиболее важной, сложной и трудноразрешимой проблемой. Для того чтобы танки, идущие в наступление, могли осуществлять прорыв прочной обороны противника, а также проводить операции на большую глубину и при высоких темпах, необходимо, чтобы их потери на всех стадиях развертывания сил не превышали предел, за которым уже невозможны успешные действия на передовой линии. К этому следует добавить, что до настоящего времени танки остаются самым эффективным средством борьбы против танков противника, но при условии, что потери собственных танков в так называемых дуэльных ситуациях (танк против танка) будут существенно меньше, чем потери танков противника.

**1.2. Боевые и эксплуатационно-технические свойства танков**

Современные танки представляют собой сложные технические системы как по боевым и эксплуатационно-техническим свойствам, так и по сочетанию конструктивных, схемных и технологических решений по машине в целом и по ее различным составным частям [1–4, 8–10].

## Глава 2 ЗАЩИТА ОТ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ И НАВЕДЕНИЯ ОРУЖИЯ

### 2.1. Способы снижения вероятности обнаружения, опознавания и попадания противотанковых средств

Противодействие средствам разведки и наведения оружия – важное звено в проблеме обеспечения защищенности танков.

Одним из главных способов существенного уменьшения вероятности обнаружения, опознавания танка и попадания в него ПТС является снижение его заметности во всех диапазонах длин волн.

Наиболее характерные элементы танка, наблюдаемые в оптическом диапазоне:

- гусеничная или колесная ходовая часть;
- башня;
- ствол пушки;
- клинообразная носовая часть корпуса.

Вероятность обнаружения танка в оптическом диапазоне определяется степенью различия распределения цветоярких характеристик по поверхностям танка и прилегающему к ним наблюдаемому фону [19]. В оптическом диапазоне распределение этих характеристик сложным образом зависит от:

- спектрального состава освещения;
- расположения элементов отражающих поверхностей по отношению к источнику подсветки и к наблюдателю;
- спектральных свойств отражающих поверхностей;
- вида и степени поляризации подсветки.

В свою очередь, условия освещения танка могут изменяться в широких пределах в зависимости от времени суток, состояния атмосферы, погодных условий и взаимной ориентации. Освещенность варьируется в пределах  $10^{-3} \dots 10^3$  лк и более. Цветояркие характеристики естественных фонов, на которых предполагается использование бронеобъектов, могут резко отличаться. Таким образом, однозначно сформулировать в количественном выражении требуемый уровень демаскирующих характеристик БТВТ в оптическом диапазоне принципиально невозможно.

В ходе наблюдения танка через приборы ночного видения формируются специфические условия создания контраста с фоном. В случае использования приборов ночного видения активного типа вертикально ориентированные поверхности объектов освещаются значительно ярче, чем горизонтальные уча-

Глава 3  
**АКТИВНОЕ ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ  
ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ ОБНАРУЖЕНИЯ,  
ПРИЦЕЛИВАНИЯ И НАВЕДЕНИЯ ОРУЖИЯ**

**3.1. Общие сведения**

Системы противодействия разведке, обнаружению, прицеливанию и наведению оружия, предназначенные для снижения теплового контраста и заметности, как правило, действуют постоянно. Но некоторые средства подавления, направленные на нарушение нормальной работы технических средств разведки и наведения оружия, являются временно функционирующими. Такие средства приводятся в действие автоматически или вручную, они оборудованы специальными приемниками сигнала на включение помех при работе средств разведки и наведения оружия.

Одним из приемов, применяющихся для снижения вероятности попадания в цель снарядов противника на поле боя, является уклонение. При использовании этого приема экипаж быстро изменяет скорость и направление движения танка, что приводит к промаху. Такой промах может быть обусловлен ошибкой наводчика при выработке упреждающей точки встречи снаряда с танком.

С помощью системы управления движением и трансмиссии можно достаточно быстро изменять курс и скорость движения танка, выполняя так называемое смешанное маневрирование. Угловые ускорения, возникающие при этом, затрудняют наводчику наведение на цель, увеличивая время подготовки выстрела и создавая дополнительные ошибки в выработке упреждения. Так, при стрельбе на дальность более 1,5 км по маневрирующему танку прямой наводкой из пушки с использованием баллистического вычислителя вероятность попадания была снижена более чем в 2 раза.

Средства противодействия предназначены для нарушения нормальной работы технических средств наведения и прицеливания, прежде всего высокоточных. Это достигается ухудшением их характеристики вплоть до полной нейтрализации, т. е. обеспечением непопадания в танк снарядов, которые могут его поразить (срыв атаки противника).

Основными элементами комплекса оптико-электронного противодействия танка являются средства разведки, система управления по сигналам средства разведки, передатчик помех, а также средства создания ложных целей (ЛЦ) для управляемых и самонаводящихся боеприпасов [1, 2, 8, 12, 60]. Средства разведки танка представляют собой специальную приемопеленгаторную аппаратуру (например, индикатор лазерного излучения), позволяющую опреде-

Глава 4  
**ПРЯМАЯ ЗАЩИТА  
ОТ ОБЫЧНЫХ ПРОТИВОТАНКОВЫХ СРЕДСТВ**

**4.1. Основные технические средства защиты**

При определении уровня прямой защиты от обычных ПТС, которые должны обеспечивать боевые проекции бронирования, за основу принимают предельные, зачастую прогнозируемые ПТС вероятного противника. Однако при современных ограничениях по массе, которые могут быть выделены на защиту ОБТ, достижение эффективной стойкости бронирования во всех возможных боевых условиях представляет собой весьма сложную проблему, а в ряде случаев трудноразрешимую.

В реальных боевых условиях ОБТ может оказаться в самых различных ситуациях, но наиболее ответственной и тяжелой тактической ситуацией является наступление. Поэтому в первую очередь ОБТ необходимо защищать от поражения в условиях наступления. При этом также следует принимать меры для сохранения его боеспособности в других ситуациях, например в глубине обороны до вступления в контакт с противником. Для этого комплекс прямой защиты должен включать в себя средства, обеспечивающие защищенность танка от нескольких поражающих факторов одновременно.

Основными средствами поражения, по которым задаются тактико-технические требования (ТТТ) на защиту лобовых и бортовых проекций бронирования танка, являются артиллерийские снаряды и ПТУР. Кроме того, сформулированы требования к защите от ПТС, применяемых со стороны верхней полусферы танка, и к защите от ПТМ нажимного и дистанционного действия, разработаны экспериментальные методы по усилению защиты от данных ПТС.

Основными техническими средствами прямой защиты танка от различных поражающих воздействий ПТС противника являются броневые узлы корпуса и башни, представляющие собой монолитные или комбинированные многослойные, экранированные, конструктивные и другие преграды. В ряде случаев они выполнены с применением динамической и активной защиты, а также различных устройств защитного комплекса.

Совершенствование стальной броневой основы конструкций корпуса и башни осуществляется путем принятия новых решений броневого, материаловедческого и технологического характера, а также путем оптимизации конструктивных углов (углов повтора) и соотношения толщин броневых листов в многослойной броне. Зарубежные специалисты утверждают, что применение слоя из обедненного урана ( $^{238}\text{U}$ ) позволяет получать весьма заметный эффект в случае защиты от БПС и в несколько меньшей степени от КС.

## Глава 5

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БРОНЕВЫХ ПРЕГРАД ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОСНОВНЫХ БОЕВЫХ ПРОЕКЦИЙ**

#### **5.1. Однослойные и первые комбинированные преграды**

Решение проблемы противоснарядной защиты послевоенных танков осуществлялось путем выбора необходимой толщины и конструктивного угла (угла наклона) монолитной стальной катаной или литой брони. Первые комбинированные броневые преграды, созданные еще до Второй мировой войны, представляли собой обычную монолитную стальную броню, усиленную с помощью дополнительных броневых плит или экранов, которые были предназначены для повышения противоснарядной стойкости. Такие преграды в мировом танкостроении применяли в качестве основного вида бронирования танков первого и второго послевоенных поколений.

Развитие схем конструктивных и комбинированных броневых преград было обусловлено не только увеличением пробивной способности традиционных противотанковых бронебойных (типа AP и APC) и подкалиберных (типа HVAP) снарядов, но и, главным образом, созданием новых видов БПС с отделяющимися на начальном участке траектории снаряда элементами ведения (вначале типа APDS, а затем и типа APFSDS), а также КС, управляемых ракет кумулятивного действия и боевых фугасных снарядов (БФС).

#### ***Конструктивные приемы повышения стойкости броневых преград***

Самый простой конструктивный прием повышения стойкости броневой преграды состоит в наклоне броневых плит в сторону предполагаемого попадания снаряда. В результате этого на снаряд, попавший в танк, действуют асимметричные силы, что при условии не слишком высокой скорости снаряда приводит к отклонению его траектории в сторону более толстого слоя брони, оказывающего снаряду большее сопротивление. Таким образом, поверхностная плотность брони, наклоненной более чем на несколько градусов от направления движения снарядов, меньше, чем поверхностная плотность равноценной по эффективности брони, установленной по нормали к направлению атаки. В случае, когда угол наклона брони превышает  $65^\circ$ , это может привести к рикошету снарядов или к их разрушению. Если броня танка уже достаточно наклонена, что обычно характерно для лобовой части, то, приваривая к ней короткие ребра, можно еще сильнее изменить траекторию снарядов так, чтобы их удар по броне приходился под менее эффектив-

## Глава 6 ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ТАНКА

В работе [1] дано следующее определение термина «динамическая защита» (ДЗ): «Это защитное устройство, принцип действия которого состоит в том, что направленный взрыв заряда взрывчатого вещества (ВВ) воздействует на попавший в танк снаряд в целях резкого снижения его пробивной способности». Заряды ВВ, образующие элементы динамической защиты (ЭДЗ), можно размещать в специальных броневых контейнерах на наружной поверхности танка (навесная динамическая защита) или внутри броневых узлов (встроенная динамическая защита). Навесная ДЗ предназначена для снижения эффективности только кумулятивных снарядов, встроенная же ДЗ является более универсальной, действующей против всех типов противотанковых снарядов. Динамическую защиту иногда называют реактивной броней. В соответствии с функциональным назначением навесная ДЗ получила название противокумулятивной ДЗ, а встроенная – универсальной ДЗ.

### 6.1. Противокумулятивная динамическая защита

#### *Принцип действия и особенности функционирования противокумулятивной ДЗ*

Рассмотрим принцип действия и особенности функционирования такой ДЗ на примере воздействия на кумулятивную струю устройств с применением плоского ЭДЗ (рис. 6.1). При прохождении струи через ЭДЗ металлические пластины, первоначально примыкавшие к слою ВВ, в результате его детонации начинают двигаться. При этом они пересекают траекторию кумулятивной струи, вследствие чего происходит последовательное пробитие струей вновь подставляемых участков движущихся пластин. В ходе этого процесса струя подвергается динамическому воздействию продуктов взры-



Рис. 6.1. Внешний вид плоского элемента динамической защиты

## Глава 7 **АКТИВНАЯ ЗАЩИТА ТАНКА**

По определению, данному в [1], активная защита – «система защиты, принцип действия которой состоит в том, что с помощью средств, установленных на танке, обнаруживается подлетающий к нему снаряд и на этот снаряд оказывается воздействие (например, выстрел навстречу из специального гранатомета) в целях его разрушения или, по крайней мере, снижения его эффективности».

Активную защиту танков стали использовать сравнительно недавно, она является эффективным средством противодействия ПТС с кумулятивными БЧ. Однако комплексы активной защиты (КАЗ), принятые на вооружение в настоящее время, пока еще недостаточно интегрированы в комплексную защиту танка для обеспечения защищенности от БПС, а также тех проекций танка, которые обладают недостаточной защитой, включая проекцию со стороны верхней полусферы.

### **7.1. Принципы построения комплекса активной защиты**

Принцип действия принятого на вооружение в 1983 г. КАЗ «Дрозд» схематично представлен на рис. 7.1 [2, 5]. Установленный на танке Т-55АД КАЗ «Дрозд» состоит из системы вооружения и системы управления. Радиолокационная станция обнаруживает и сопровождает нападающее противотанковое средство. Система вооружения обеспечивает выстреливание защитного осколочно-фугасного боеприпаса и подрыв его на заданной дистанции. Поражение нападающего ПТС осуществляется действием защитного боеприпаса. Система управления предназначена для включения и выключения комплекса, контроля исправности его составных частей, а также для индикации наличия защитных выстрелов. Кроме того, в состав системы управления входят устройства, блокирующие отстреливающие цепи комплекса при открытых люках танка, и дублер-генератор, позволяющий производить защитные выстрелы в аварийной ситуации при обесточенной сети танка.

В СССР разработка принципов построения КАЗ и создание первых образцов КАЗ была начата задолго до создания КАЗ «Дрозд». Первые авторские свидетельства и патенты по активной защите, в том числе зарубежные, относятся к 1950-м годам. При осуществлении поиска принципиальных и схемных решений КАЗ были определены основные системы, принципы действия и компоновка активной защиты на танке. При этом одним из первых возник вопрос об определении оптимальных дистанций работы системы обнаружения и сопровождения нападающих ПТС, а также дистанций приведения в действие



Глава 8  
**СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ТАНКА  
ОТ ПОРАЖЕНИЯ БОЕПРИПАСАМИ  
С МАГНИТНЫМИ ВЗРЫВАТЕЛЯМИ**

**8.1. Общие положения**

Электромагнитная защита представляет собой комплекс средств, обеспечивающих защиту танка от противотанковых боеприпасов противника, возбуждение детонации ВВ которого осуществляется неконтактным взрывателем (НВ). Последний является взрывным устройством неконтактного подрыва, с его помощью с использованием электромагнитного контраста цели производятся ее автоматическое обнаружение, идентификация и расчет оптимального расстояния до цели и момента инициирования взрыва. Неконтактный взрыватель с простым магнитным датчиком цели называют неконтактным магнитным взрывателем (НМВ). В случае, если в НВ применяют датчики цели, реагирующие не только на магнитное поле, но и на другие физические поля, такие двух- и многоканальные датчики называют сейсмомагнитными, сейсмоакустическими и т. п.

Различают два вида боеприпасов с НВ – пассивные и активные. Пассивные боеприпасы на суше или мелководье, как правило, устанавливают неподвижно. Танк, являющийся для противника объектом поражения (целью), перемещаясь по местности, на которой находятся пассивные боеприпасы, попадает в зону их реагирования, и при отсутствии защиты с высокой вероятностью (не менее 0,9) он может быть поражен. К таким пассивным боеприпасам относятся почти все инженерные мины и в первую очередь противотанковые мины. Пассивные боеприпасы могут поражать только движущиеся объекты. Они воздействуют на наиболее уязвимые элементы корпуса (днище, борты, крышу), обеспечивая поражение танка и его экипажа.

Выстреливание активных боеприпасов осуществляется с движущейся или неподвижной установки; в процессе перемещения их наводят на цель со скоростью, значительно превышающей скорость объекта поражения. К таким боеприпасам относятся ПТУР, ракеты класса «воздух – земля», кассетные боеприпасы наземных комплексов ВТО, некоторые виды противобортовых и противокрышевых мин, иногда называемых минами с широкой зоной реагирования (поражения) и т. п. Алгоритм работы взрывателей активных боеприпасов определяется скоростью и направлением их движения, а также показателями физических полей цели.

Кроме того, существуют боеприпасы двойного действия. На первой стадии применения они являются активными боеприпасами; в случае промаха по

## Глава 9 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ

В отличие от динамических и активных методов защиты, основанных на поражении боеприпасов полем осколков, продуктами взрыва и метаемыми навстречу поражающему элементу пластинами, при использовании электромагнитной защиты снижение бронепробиваемости достигается путем воздействия на поражающий элемент (кумулятивную струю, снаряд, ударное ядро и др.), проникающий в комбинированную броню, сильных импульсных электромагнитных полей и токов. Преимущества данного способа защиты связаны с его быстродействием, широкими возможностями управления электромагнитной энергией и эксплуатационной безопасностью.

Различают три основных типа защиты, базирующихся на использовании сильных импульсных электромагнитных полей и токов:

- электродинамическая защита (ЭлДЗ) – воздействие мощным электромагнитным импульсом на средство поражения;
- магнитодинамическая защита (МДЗ) – электромагнитное метание пластин на средство поражения (сочетание принципов активной и динамической защиты с применением импульсных электромагнитных полей для разгона броневых пластин);
- электротермическая защита (ЭТЗ) – использование мощных импульсов токов для образования газообразного рабочего тела, с помощью которого осуществляется метание поражающих пластин (сочетание принципов динамической и электродинамической защиты с применением электроактивных материалов).

По каждому из этих типов защиты с использованием мощных электромагнитных полей за рубежом ведутся НИОКР с привлечением широко известных исследовательских институтов и лабораторий [38]:

- ЭлДЗ – Абердинская исследовательская баллистическая лаборатория (Army Research Laboratory), США, – ведущий разработчик ЭлДЗ для перспективного танка; Калифорнийская лаборатория (Maxwell Laboratories), исследования начаты в 1980-х годах;
- МДЗ – франко-германский институт Сент-Луи (Institute Saint-Louis, ISL), занимающийся вопросами электромагнитного метания снарядов с середины 1980-х годов.

О привлечении к разработке электромагнитных способов защиты значительных научных сил также свидетельствует и анализ зарубежных публикаций.

Таким образом, задача разработки электромагнитных способов защиты на сегодня является частью проблемы разработки полностью электрического

## Глава 10

### **ЗАЩИТА ОТ ОРУЖИЯ МАССОВОГО ПОРАЖЕНИЯ**

Оружие массового поражения (ОМП) включает в себя ядерное, химическое и биологическое оружие. Свойство ОБТ противостоять действию поражающих факторов ОМП и обеспечивать защиту экипажей от них называют защищенностью танков от ОМП.

Важнейшим видом ОМП является ядерное. К его поражающим факторам относятся воздушная ударная волна, световое излучение, проникающая радиация (ПР) и электромагнитный импульс (ЭМИ). В результате применения ядерного оружия происходит радиоактивное заражение местности, а также различные сопутствующие процессы (пожары, завалы, затопления и т. п.), которые могут оказать существенное влияние на ведение боевых действий и уровень потерь войск.

Широкий диапазон воздействия поражающих факторов ядерного взрыва на броневую объект и его экипаж обуславливает необходимость обеспечения того, что в любом случае, когда может выжить экипаж, должна сохранить боеспособность и машина. При таком подходе живучесть системы определяется степенью уязвимости человека.

В состав системы противорадиационной (противоатомной) защиты входят:

- броневой корпус и башня, содержащие противорадиационные материалы, с постоянными уплотнительными устройствами;
- механизмы автоматической герметизации и подачи очищенного воздуха в обитаемые отделения танка;
- приборы радиационной и химической разведки;
- аппаратура управления, контроля и сигнализации.

Необходимый уровень стойкости танка к действию воздушной ударной волны достигается путем обеспечения прочности, жесткости и герметичности конструкций корпуса и башни, надежного крепления приборов и агрегатов, соблюдения специально оговоренных условий размещения экипажа. По стойкости от действия ударной волны основные танки существенно превосходят все другие образцы вооружения и военной техники (ВВТ).

Световое излучение ядерного взрыва может вызвать тепловые повреждения приборов, возгорание некоторых материалов, временное или постоянное ослепление членов экипажа. Применительно к танкам последнее признается наиболее опасным, поскольку в определенных условиях радиусы зон поражения от светового излучения могут быть значительно большими, чем от ударной волны и проникающей радиации. В качестве защитных мер используют электромеханические затворы на приборах наблюдения, фотохромную оптику

## Глава 11

# СОСТОЯНИЕ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ ТАНКОВ

После окончания Второй мировой войны конструкторами бронетанкового вооружения всех стран мира было создано несколько поколений танков. Обычно в литературе, посвященной вопросам истории и развития бронетанкового вооружения (БТВ), под понятием «поколение танков» вне зависимости от времени принято понимать группу таких боевых машин, которые характеризуются примерно одинаковыми техническими параметрами и конструктивными решениями независимо от времени создания и принятия танков на вооружение [1]. В этой главе в рамках каждого поколения одновременно рассматриваются и сопоставляются боевые свойства танков разных стран по вооружению, защите и маневренности, начиная с первого послевоенного поколения до современного поколения танков.

### 11.1. Первое поколение

Первое поколение танков приходится на 1950–1960-е годы. Танки, которые разрабатывались или уже находились в эксплуатации в этот период, в целом были близки по технической оснащенности к таким лучшим танкам Второй мировой войны, как Т-34–85 (СССР) или «Пантера» (Германия).

Первое послевоенное поколение танков, разработанных в СССР, США и Великобритании, создавалось с учетом опыта прошедшей войны, и конструкторы бронетанкового вооружения различных стран стремились позаимствовать максимум технических достижений, полученных в это время в бронетанковой военной технике. Среди таких машин первого послевоенного поколения в качестве предшественников основных боевых танков могут быть названы танки М48 «Паттон-III» с 90-мм пушкой (США), «Центурион» с 83,8-мм пушкой (Великобритания), а также Т-54 и Т-55 с 100-мм пушкой Д-10Т и Д-10Т2С (СССР).

Главным итогом развития противотанкового артиллерийского оружия в эти годы было увеличение калибра пушек средних танков до 90...100 мм, начальной скорости бронебойных снарядов за счет увеличения длины ствола пушки, относительной массы порохового заряда до 930...1020 м/с и, как следствие, пробивной способности бронебойных снарядов.

Масса бронебойного снаряда пушки М41 калибром 90 мм составляет 10,81 кг, начальная скорость – 930 м/с, скорость на дальности 500 м – 875 м/с, а на дальности 2 км – 720 м/с. Пробивная способность такого снаряда, опре-

## Глава 12 **ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЛИК И КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ТАНКА НАЧАЛА XXI В.**

Происшедшие на рубеже XX–XXI вв. изменения в техническом облике основных боевых танков, их вооружении и защите привели к определенной переоценке значения и места ОБТ в сценариях войн, начавшихся в 1980–1990-е годы и продолжающихся в XXI в.

Основные боевые танки в силу своего предназначения должны быть настолько возможно более универсальными, однако их усовершенствование имеет естественные ограничения. Это относится ко всем боевым свойствам основного танка, включая его огневую мощь и комплексную защищенность. В танке размещен небольшой экипаж, функционально связанный с машиной; мощное оружие танка является одноканальным – оно не может вести огонь одновременно по нескольким целям и имеет ограниченный боекомплект; на танке трудно установить и использовать эффективное зенитное вооружение. Поэтому для успешного решения таких задач, как овладение территорией и ее удержание, борьба с многочисленной живой силой, оснащенной массовыми ПТС, обеспечение надежного прикryтия от низколетящих самолетов и вертолетов, необходимо тесное и непрерывное взаимодействие основных танков с другими боевыми машинами (боевыми машинами пехоты, самоходными зенитными и артиллерийскими установками). Поскольку такое разделение функций неизбежно, основные танки не должны быть перегружены выполнением излишних задач и несоответствующих им функций. Кроме ОБТ существуют другие виды, например мобильные легкие танки, предназначенные для разведки, охранения, участия в воздушных и морских десантах, рейдовых действиях и т. д.

### **12.1. Перспективы развития боевых свойств основных танков**

В 1990-х годах сложились новые взгляды на танки, бронетанковое вооружение начала XXI в., а также на концепцию, технический облик, боевые свойства ОБТ и его комплексную защиту. Это нашло отражение в нескольких фундаментальных трудах и статьях о танках и бронетанковом вооружении [1–6, 14, 15], где обстоятельно рассмотрен вопрос об определении вероятных тактико-технических характеристик ОБТ начала XXI в. Если рассматривать данную проблему применительно только к основным боевым танкам, то большинство военных специалистов считают, что в сухопутных формированиях сил общего назначения как в России, так и в других странах, ОБТ по-прежнему составляют главный боевой потенциал. При этом концепция и на-

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полная энциклопедия танков мира. 1915–2000 гг.*: Справ. Минск.: ООО «Харвест», 2000.
2. *Оружие и технология России. Энциклопедия XXI век. Т. 7. Бронетанковое вооружение и техника.* – М.: ИД «Оружие и технология», 2003.
3. *Основные боевые танки* / Под ред. В.С. Сафонова, В.И. Мураховского. М.: Арсенал-Пресс, 1993.
4. *Современные танки* / Под ред. В.С. Сафонова, В.И. Мураховского. М.: Арсенал-Пресс, 1995.
5. *Шунков В.Н.* Танки: Справ. Минск: ООО «Попурри», 2000.
6. *Карпенко А.В.* Обзорение отечественной бронетанковой техники (1905–1995). СПб.: Невский бастион, 1996.
7. *Договор об обычных вооруженных силах в Европе* // Известия. 1990. № 323.
8. *Военные гусеничные машины: Учеб.*: В 4 т. Т. 1. Устройство. Кн. 1. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1990.
9. *Военные гусеничные машины: Учеб.*: В 4 т. Т. 1. Устройство. Кн. 2. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1990.
10. *Военные гусеничные машины: Учеб.*: В 4 т. Т. 2. Основы научной организации разработки. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1990.
11. *Научные школы МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1830–2005. История развития.* М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
12. *ВНИИТрансмаш – страницы истории* / Под ред. Э.К. Потемкина. СПб.: «Петровский фонд», 1999.
13. *НИИСтали – 60 лет в сфере защиты. Исторические очерки* / Под ред. В.А. Григоряна. М.: НИИСтали, 2002.
14. *Брилев О.Н.* Танк на пороге XXI века (технический облик) // Военный парад. 1997. № 4 (22). С. 6.
15. *Одинцов В.А.* Танковое вооружение на пороге XXI века // Техника и вооружение. 1999. № 10. С. 9.
16. *Захаров А.Н.* Об актуальных проблемах создания высокоточного оружия // Вооружение, Политика, Конверсия. 1995. № 2 (9). С. 19.
17. *Сизов Ю.Г., Соколов А.П., Коришунов А.И.* Некоторые вопросы борьбы с высокоточным оружием // Вооружение, Политика, Конверсия. 1995. № 2 (9). С. 54.
18. *Фендриков Н.М., Яковлев В.И.* Методы расчетов боевой эффективности вооружения. М.: Воениздат, 1971.
19. *Орлов В.А., Петров В.И.* Приборы наблюдения ночью и при ограниченной видимости. М.: Воениздат, 1989.
20. *Орлов В.А.* Лазеры в военной технике. М.: Воениздат, 1976.

21. Майзальс Е.Н., Торгованов В.А. Измерение характеристик рассеяния радиолокационных целей. М.: Советское Радио, 1972.
22. Николаев А.Г., Перцов С.В. Радиотеплолокация. М.: Воениздат, 1970.
23. Горбунов В.А. Эффективность обнаружения целей. М.: Воениздат, 1970.
24. Мацуленко В.А. Оперативная маскировка войск. М.: Воениздат, 1975.
25. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1967.
26. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I. М.: Наука, 1970.
27. Витман Ф.Ф., Степанов В.А. Сб. «Некоторые проблемы прочности твердого тела». М.: АН СССР, 1959.
28. Бабкин А.В., Селиванов В.В. Основы механики сплошных сред. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. (Прикладная механика сплошных сред: В 3 т. / Науч. ред. В.В. Селиванов; Т. 1).
29. Селиванов В.В. Механика разрушения деформируемого тела. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. (Прикладная механика сплошных сред: В 3 т. / Науч. ред. В.В. Селиванов; Т. 2).
30. Лаврентьев М.А. Кумулятивный снаряд и принципы его работы // Успехи математических наук XII, вып. 4, 41–52, 1957.
31. Алексеевский В.П. К вопросу о проникании стержня в преграду с большой скоростью // Физика горения и взрыва. 1966. № 2. С. 99.
32. Тейт А. Теория торможения длинных стержней после удара по мишени // Механика: (Сб. пер.). 1968. № 5. С. 125.
33. Златин Н.А., Красильщиков А.П., Мишин Г.И., Попов Н.Н. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях. М.: Наука, 1974.
34. Сагомоян А.Я. Проникание. М.: Изд-во Московского университета, 1974.
35. Гопкинс Г. Динамические неупругие деформации металлов // Библиотека сборника «Механика». М.: Мир, 1964.
36. Григорян В.А., Егоров А.И., Дашевская О.Б., Хромушин В.А. Защитная экипировка для членов экипажей специальной техники // Машиностроение и инженерное образование. 2005. № 1.
37. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1978.
38. Электрический танк будущего // Новости машиностроения. Серия «Наука и техника». 1991. Вып. 19. С. 5.
39. Бабкин А.В., Ладов С.В., Маринин В.М., Федоров С.В. Закономерности растяжения и пластического разрушения металлических кумулятивных струй // Прикладная механика и техническая физика. 1999. Т. 40. № 4. С. 25.
40. Павловский А.И., Пляшкевич Л.Н., Шувалов А.М., Бродский А.Я. Экспериментальные исследования разрушения кумулятивной струи импульсом тока // Техническая физика. 1994. Т. 64. № 2. С. 76.
41. Швецов Г.А., Матросов А.Д. Токовая неустойчивость кумулятивных струй // IV Междунар. конф. «Лаврентьевские чтения»: Тез. докл. Новосибирск: Ин-т гидродинамики СО РАН, 1995. С. 132.
42. Швецов Г.А., Матросов А.Д., Бабкин А.В. и др. Поведение металлических кумулятивных струй при пропускании по ним импульсного электрического тока // Прикл. механика и техническая физика. 2000. Т. 41. № 3. С. 19.

43. *Физика взрыва* / Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович, Р.П. Чельшев, Б.И. Шехтер. М.: Наука, 1975.
44. *Баширин Г.Л.* Установка для высокоскоростного метания пластин электромагнитным полем // *Боеприпасы*, 1985. № 4.
45. *Кнопфель Г.* Сверхсильные импульсные магнитные поля; Пер. с англ. М.: Мир, 1984.
46. *Маинович В.П.* Защита от ионизирующих излучений: Справ. М.: Энергоатомиздат, 1982.
47. *Кухтевич В.И., Горячев И.В., Трыков Л.А.* Защита от проникающей радиации ядерного взрыва. М.: Атомиздат, 1970.
48. *Белл Д., Глестон С.* Теория ядерных реакторов; Пер. с англ. М.: Атомиздат, 1974.
49. *Вейнберг А., Вигнер Е.* Физическая теория ядерных реакторов. М.: Изд-во иностр. лит., 1961.
50. *Басе Л.П., Волощенко А.М., Гермогенова Т.А.* Методы дискретных ординат в задачах о переносе излучения. М.: Изд-во им. В.М. Келдыша, 1986.
51. *Численное решение уравнения переноса в одномерных задачах.* Сб. научных трудов под ред. д.ф.-м.н. Т.А. Гермогеновой. М.: Изд-во им. В.М. Келдыша, 1981.
52. // *International Defence Review*. 1977. № 5. P. 50–51.
53. // *Ibid.* 1995. № 6. P. 59–63.
54. // *Ibid.* 1996. № 9. P. 63.
55. // *Ibid.* 1997. № 5. P. 50.
56. // *Ibid.* 1997. № 10. P. 30.
57. // *Ibid.* 1998. № 7. P. 6.
58. // *Ibid.* 1999. № 8. P. 4.
59. // *Ibid.* 2002. № 10. P. 41.
60. // *Ibid.* 2003. № 36. P. 49.
61. // *Ibid.* 2003. № 3. P. 21.
62. // *Ibid.* 2003. № 5. P. 31.
63. // *Military Technology*. 1992. № 10. P. 22.



*Научное издание*

**Григорян Валерий Арменакович  
Юдин Евгений Григорьевич  
Терехин Игорь Иванович  
Наумов Валерий Николаевич  
Антипов Анатолий Петрович  
Дорохов Николай Сергеевич  
Малофеев Александр Михайлович  
Чистяков Евгений Николаевич  
Янин Вячеслав Петрович**

## **Защита танков**

Редактор *Э.Я. Ахадова*  
Корректоры: *Л.Н. Петрова, Е.В. Авалова*  
Художник *Н.Г. Столярова*  
Технический редактор *Э.А. Кулакова*  
Компьютерная графика *О.В. Левашовой*  
Компьютерная верстка *И.В. Степанова*

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана

Подписано в печать 12.12.2007. Формат 70 × 100/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Усл. печ. л. 26,65. Уч.-изд. л. 25,95. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5

Отпечатано в ГУП ППП «Типография «Наука»  
121099, Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 5-7038-3017-8



9 785703 830178