

Министерство образования и науки Российской Федерации
Новосибирский государственный технический университет
Сибирское отделение Российской Академии Наук
Академия военных наук
Российская академия Ракетных и Артиллерийских наук
Межрегиональная ассоциация «Сибирское Соглашение»
Федеральное государственное казенное военное образовательное
учреждение высшего образования
Новосибирское высшее военное командное училище

НАУКА ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ОБОРОНА

**ТРУДЫ
XVII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

г. Новосибирск, 20-22 апреля 2016 г.

СЕКЦИИ:

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕЙСТВИЕ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСОВ

ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

*РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ*

Новосибирск
2016

УДК 62+623](063)

ББК 72я431

Н 34

Н 34 **Наука Промышленность Оборона**: труды XVII Всероссийской научно-технической конференции: в 4 т. / коллектив авторов; под редакцией С.Д. Саленко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.

ISBN 978-5-7782-2920-4

Том 2: - 282 с.

ISBN 978-5-7782-2922-8

Редакторы тома:

Гуськов А.В., д.т.н., доцент (конструкция и действие средств поражения и боеприпасов)

Легкий В.Н., д.т.н., профессор (ракетно-космическая техника, системы управления летательными аппаратами)

Балаганский И.А., д.т.н., профессор (высокотехнологические конденсированные системы)

Представлены труды XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов «Наука Промышленность Оборона – 2016». Материалы представлены по следующим секциям:

- *конструкция и действие средств поражения и боеприпасов;*
- *высокотехнологические конденсированные системы;*
- *ракетно-космическая техника, системы управления летательными аппаратами*

УДК 62+623](063)

ISBN 978-5-7782-2922-8 (Том 2)

ISBN 978-5-7782-2920-4

© Коллектив авторов, 2016

© Новосибирский государственный
технический университет, 2016

СОСТАВ ОРГКОМИТЕТА

Председатель оргкомитета:

Пустовой Н.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой прочности летательных аппаратов, президент Новосибирского государственного технического университета (НГТУ).

Сопредседатели:

Иванков В.И., председатель межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение», исполнительный комитет;

Диканский Н.С., академик РАН, советник РАН, профессор, д.ф.-м.н.;

Накоряков В.Е., академик РАН, советник РАН, главный научный сотрудник Института теплофизики СО РАН, руководитель АНО "Институт передовых исследований";

Пегашкин В.Ф., д.т.н., профессор, директор Нижнетагильского технологического института (филиала) Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина, член-корреспондент АВН;

Серьезнов А.Н., научный руководитель государственного Сибирского научно-исследовательского института авиации имени С.А. Чаплыгина (СибНИА);

Смирнов С.А., заместитель Генерального директора ОАО "Компания "Сухой", директор НАЗ им. В.П. Чкалова;

Фомин В.М., академик РАН, профессор, д.ф.-м.н., научный руководитель Института теоретической и прикладной механики СО РАН, Почетный доктор НГТУ;

Разгонов В.Л., полковник, начальник ВУНЦ СВ «Общевойсковой академии Вооруженных сил Российской Федерации» (филиал г. Новосибирск);

Эдвабник В.Г., к.т.н., д.э.н., член-корреспондент РАН, зам. генерального директора по развитию ОАО Научно исследовательский институт электронных приборов (НИИЭП).

Члены Оргкомитета:

Атапин В. Г., д.т.н., профессор, кафедра «Прочности летательных аппаратов» (ПЛА) НГТУ;

Гуськов А.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой ГДУ НГТУ – ответственный секретарь, член-корреспондент АВН;

Дьяченко Ю.В., д.т.н., профессор кафедры «Технической теплофизики» (ТТФ) НГТУ;

Карпович А.И., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Экономическая теория и прикладная экономика» (ЭТПЭ) НГТУ;

Коробейников С.М., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Безопасности труда» (БТ) НГТУ;

Костин В.В., президент ООО «Авиатехснаб»;

Курлаев Н.В., д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой «Самолето- и вертолетостроения» (СиВС) НГТУ;

Ларичкин В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Инженерных проблемы экологии» (ИПЭ) НГТУ;

Легкий В.Н., д.т.н., заведующий кафедрой «Автономных информационных и управляющих систем» (АИУС) НГТУ;

Левин В.Е., д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой ПЛА НГТУ;

Мержиевский Л.А., д.ф.-м.н., профессор, НИИ Гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, член- корреспондент АВН;

Милевский К.Е., к.т.н., доцент кафедры ГДУ НГТУ, член-корреспондент АВН;

Немировский Ю.В., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник ИТПМ СО РАН, действительный член АВН;

Обуховский А.Д., к.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой АГД;

Поляков С.А., к.ю.н., доцент, заведующий кафедрой уголовного права и процесса, декан юридического факультета;

Расторгуев Г.И., д.т.н., профессор, первый проректор НГТУ;

Саленко С.Д., д.т.н., профессор, декан факультета летательных аппаратов НГТУ, заведующий кафедрой «Аэрогидродинамики» (АГД) НГТУ;

Хмельников Е.А., д.т.н., профессор, Нижнетагильского технологического института (филиала) Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина, ученый секретарь РУСЦ РАН, член-корреспондент РАН, действительный член АВН;

Чичиндаев А.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технической теплофизики» (ТТФ) НГТУ.

Рабочая группа:

Вольф Н.А., магистрант, гр. МБМ-51

Долматов А.С., студент, гр. МА-31

Корнаков Е.А., студент, гр. МА-31

Тихонина К.В., магистрант, гр. МБМ-51

Редакционная коллегия сборника трудов научно-технической конференции «НПО-2016»

Саленко С.Д., д.т.н., профессор- председатель

Атапин В.Г., д.т.н., профессор

Балаганский И.А., д.т.н., профессор

Гуськов А.В., д.т.н., доцент- учёный секретарь

Карпович А.И., д.э.н., профессор

Коробейников С.М., д.ф.-м.н., профессор

Курлаев Н.В., д.т.н., профессор

Ларичкин В.В., д.т.н., профессор

Левин В.Е., д.т.н., профессор

Легкий В.Н., д.т.н., профессор

Обуховский А.Д., к.т.н., доцент

Поляков С.А., к.ю.н., доцент

Расторгуев Г.И., д.т.н., профессор

Чичиндаев А.В., д.т.н., профессор

СЕКЦИЯ: КОНСТРУКЦИЯ И ДЕЙСТВИЕ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСОВ

УДК 54.03:66-933

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ ШТОКОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ БОЕПРИПАСОВ

Аксенов Никита Алексеевич, студент; *Губин Сергей Григорьевич*
Бердский Политехнический Колледж, 633004, Россия, Новосибирская
обл., г. Бердск, ул. Островского, 97, тел: 8 (383-41) 2-66-05

Аксенов Н. А., E-mail: stalker-stavr@yandex.ru

Губин С. Г., E-mail: ognewik61@mail.ru

Адрес для корреспонденции: 633004, Россия, Новосибирская обл., г.
Бердский Политехнический Колледж, Бердск, ул. Островского, 97,
тел: 8 (383-41)2-66-05

Проведен сравнительный анализ и подобраны прочностных характеристик композитных материалов, на примере изготовления деталей для изготовления боеприпасов с отсечкой пороховых газов в переменном-замкнутом объеме. Разработана и предложена технология безотходного производства данных деталей, что позволит увеличить технологичность и удешевить производство деталей для специальных боеприпасов.

Ключевые слова: углепластики; политетроэтиленфторат; прессование; спекание; режим охлаждения; режим закалки.

Для изготовления толкателя перспективными полимерными материалами были выбраны углепластики (Кевлар, Селион) и ПТФЭ (политетроэтиленфторат). Углепластики имеют явное преимущество в области рабочих температур (до 500°C) и большая устойчивость к разрывным нагрузкам, но были исключены из-за не оправданной трудоемкости, сложности обработки и маленькой площадки упругой деформации. ПТФЭ хоть и имеет меньшую термическую устойчивость (370-420°C), с точки зрения трудоемкости производства существенно выгоднее, а так-же имеет ряд полезных свойств, таких как низкий коэффициент трения, химическая стойкость, высокая упругая деформация. [1]

Свойства ПТФЭ: Благодаря наличию в своей структуре большого количества атомов фтора, фторопласты отличаются очень высокой химической, радиационной и коррозионной стойкостью, а также обладают отличной атмосферостойкостью, теплостойкостью и морозостойкостью. Фторопласты негорючие.[2] Эти полимерные материалы имеют низкий коэффициент трения, очень низкое водопоглощение и газопроницаемость, хорошие диэлектрические характеристики и высокую электрическую прочность. Фторопласты плохо растворимы или вообще нерастворимы во многих органических растворителях.

Фторопласт-4 стоек ко всем кислотам, нефтепродуктам, щелочам в интервале температур от -269°C до $+260^{\circ}\text{C}$, за что удостоился названия «пластиковая платина».

Фторопласт-4 – кристаллический полимер, с температурой плавления кристаллитов 327°C и температурой стеклования аморфных участков от -100 до -120°C . [3] Даже при температуре выше температуры разложения (415°C) фторопласт-4 не переходит в вязкотекучее состояние, поэтому переработка его возможна только методом спекания отпрессованных таблеток. В зависимости от скорости охлаждения (до температуры ниже 250°C) после спекания можно получить закаленные изделия со степенью кристалличности около 50% и плотностью примерно $2,15 \text{ г/см}^3$ или незакаленные со степенью кристалличности более 65% плотностью выше $2,20 \text{ г/см}^3$. При температуре эксплуатации и от -269°C до $+260^{\circ}\text{C}$ степень кристалличности, достигнутая при данном режиме охлаждения, не меняется, при температуре выше 260°C степень кристалличности постепенно увеличивается, особенно быстро она вырастает при $310-315^{\circ}\text{C}$. При 327°C кристаллиты фторопласта-4 плавятся, и он становится полностью аморфным, совершенно прозрачным (при отсутствии пористости), высокоэластичным, но не течет. Объем возрастает на 20%. Точка плавления зависит от внешнего давления – на каждую атмосферу повышается на $0,154^{\circ}\text{C}$. При остывании расплава ниже 327°C образец мутнеет и становится непрозрачным – молочно-белым. Скорость кристаллизации зависит от температуры (максимальная скорость при $310-315^{\circ}\text{C}$), от продолжительности выдержки в расплавленном состоянии (чем больше время спекания, тем быстрее кристаллизуется образец) и от среднего молекулярного веса полимера (чем ниже молекулярный вес полимера, тем быстрее он кристаллизуется) (см. табл). [3]

Таблица

Физические свойства ПТФЭ

Плотность	$2,18-2,21 \text{ г/см}^3$
Насыпная плотность:	$350-600 \text{ кг/м}^3$
Разрушающее напряжение при изгибе	$10,7-13,7 \text{ МПа}$.
Температура плавления кристаллов	327°C
Температура разложения	свыше 415°C .
Коэффициент теплопроводности	$0,25 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$
Ударная вязкость	125 кДж/м^2
Твердость по методу вдавливания шарика	$29,4-39,2 \text{ МПа}$

ПРЕСОВАНИЕ: Обычно прессование осуществляется на гидравлических прессах, рассчитанных на давление 35 МПа (350 кгс/см^2). Качественные заготовки средних и особенно больших размеров можно получить на прессах с двусторонним прессованием. В отличие от одностороннего при двустороннем прессовании матрицу формы устанавливают на нижней плите, на распорке, которую удаляют после первой стадии уплотнения порошка. На второй стадии уплотнения происходит не только продвижение верхнего пуансона, но и некоторое опускание матрицы.

Прессование на второй стадии доуплотняет нижние слои полимера и позволяет получать блоки с большей однородностью.

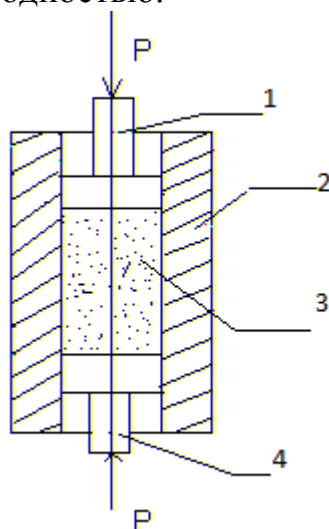


Рис. Схема строения двухстороннего пресса:
1-Пуансон, 2-Форма, 3- ПТФЭ, 4- Матрица

В зависимости от насыпной плотности ПТФЭ высота формы должна быть в 3,5—7 раз больше высоты отпрессованной заготовки. Поэтому иногда используют специальные наставки к матрице. Радиальный зазор между матрицей и пуансоном колеблется в пределах 0,13—0,25 мкм. Пресс-формы можно изготавливать из обычных малоуглеродистых сталей, поверхность формы необходимо отполировать и отхромировать. При повышенных температурах формования целесообразно использовать формы из нержавеющей сталей.[4]

Различные марки ПТФЭ должны прессоваться при различном давлении. Обычно для чистого полимера давление составляет 25—42 МПа (250—420 кгс/см²) и для композиций —35— 100 МПа (350—1000 кгс/см²). Большое значение для качества изделий имеет равномерное распределение порошка в форме. Температура прессования заготовки должна быть не менее 21°С (т. е. выше температуры перехода при 19°С) и не выше 28°С. Скорость смыкания формы не должна быть слишком большой (оптимально 10—120 мм/мин) для обеспечения удаления воздуха. Время выдержки под давлением зависит от массы и формы заготовки и составляет 5—30 мин. Поскольку порошок ПТФЭ легко электризуется и притягивает пыль из воздуха, помещение для прессования ПТФЭ отделяется от других стадий переработки и снабжается чистым отфильтрованным воздухом.

При свободном спекании отформованную заготовку осторожно извлекают из формы и помещают в печь для спекания. Спекание проводится при 370—385 градусах, продолжительность спекания зависит от массы заготовки и для крупных заготовок составляет несколько суток. При спекании заготовок при температурах выше 385°С снижается механическая прочность изделия, а ниже 370°С продолжительность спекания увеличивается. При спекании протекают два основных процесса. Вначале при 342°С (для исходного порошкообразного полимера) происходит плавление кристаллитов и полимер

расширяется на 25%, затем при более высокой температуре частицы полимера сплавляются, и получается монолитный блок. Параметры спекания, как и прессования, зависят от свойств полимера и габаритов изделия.

Для свободного спекания, как правило, используются электропечи с рабочей температурой до 450°C, с рециркуляцией воздуха и выносными электронагревателями. Печи имеют местную вентиляцию и автоматически выключаются при достижении температуры в печи 420°C. Температура печи поддерживается с точностью $\pm 5^\circ\text{C}$ и, как правило, регулируется автоматически по заданной программе. Размещение заготовок в печи обеспечивает максимальную турбулентность движения воздуха.

Температура, при которой заготовки помещают в печь, не должна превышать 90°C (за исключением тонких изделий). При этой температуре заготовки выдерживают в течение часа. Затем температура повышается медленно (10—25°C/ч) или ступенчато (с выдержкой при постоянной температуре в диапазоне 288—349°C). Выдержка в печи на 1 мм толщины изделия при максимальной температуре составляет примерно 5—10 мин для тонких и около 5 мин для толстостенных изделий. Максимальная температура спекания не должна превышать 382°C, что особенно важно соблюдать при спекании крупных заготовок.

Качество изделий зависит от структуры полимера, которая зависит от режимов охлаждения и закалки. При снижении степени кристалличности ПТФЭ, достигаемом закалкой, улучшаются многие свойства, кроме жесткости и проницаемости. Однако закалка используется нечасто, так как форсирование режима охлаждения, особенно для крупногабаритных блоков, приводит к растрескиванию изделий.[5] Рекомендуемая скорость охлаждения от 8 до 14°C/ч при охлаждении расплава до 200°C и 50°C/ч— при температурах ниже 200°C. Извлекать заготовки из печи можно при температуре не выше 90°C.

Богатый ассортимент марок ПТФЭ позволяет в большинстве случаев использовать свободное спекание отформованных заготовок, избегая спекания или (и) охлаждения под давлением. В некоторых случаях для получения изделий с минимальной пористостью, особенно из наполненных композиций, применяют охлаждение изделий под давлением (в прессе). Этот способ рекомендуется для получения ровных (без коробления) листов. Снижение пористости изделий может быть достигнуто спеканием в инертной среде (азот; аргон), что также улучшает другие свойства и позволяет уменьшить давление прессования.

Технологический процесс изготовления толкателей:

Подготовительным этап - это приобретение нужного сырья и изготовление пресс-форм.

Первым этапом изготовления является загрузка навески ПЭТФ, нужных свойств (влажность не более 0.1 процента от массы, температура в диапазоне 21-28°C).

Второй этап технологического процесса это: прессование. Опускание

пуансона осуществляется со скоростью 100мм/мин. дабы обеспечить удаление воздуха. Необходимо выдержать заготовку под давлением на 10 минут при 30 Мпа. Радиальный зазор между матрицей и пуансоном колеблется в пределах 0,13—0,25 мкм. После размыкания нет необходимости в удалении облоя, так как он не образуется в силу одной массы заготовки и навески и незначительного радиального зазора.

Третий этап: спекание. После извлечения заготовки из пресса необходимо поместить её в печь, разогретую до температуры 90°C, постепенно повышая температуру (5-6°C/мин.) до 350°C, при этой температуре изделие выдерживается в печи 10 мин. Общее время спекания не должно превышать часа.

Четвертый этап: охлаждение. Заготовку необходимо охлаждать со скоростью 10-15°C/ч. до температуры 200°C, после чего скорость охлаждения можно увеличить до 50°C/ч. Заготовку извлекать из печи можно не раньше, чем она остынет по 90°C, после чего ее можно отправлять на сборку.

Библиографический список:

1. Губин С.Г., Киндиров А.А., Мокеев А.В. Сравнительный анализ композитных и стальных материалов для изготовления боеприпасов с отсечкой пороховых газов в переменном-замкнутом объёме/ Международная научная конференция «СибОптика – 2013», том 5, часть 2. Новосибирск :. СГГА. – 2013. – С. 120 – 123.
2. Химический энциклопедический словарь / гл. редактор И.Л. Кнунянц. — Сов. энциклопедия, 1983. — С. 639. — 792 с.
3. Панишин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская Ц.С. Фторопласты. — Л., 1978.
4. Логинов Б. А. Удивительный мир фторополимеров. — илл. — М., 2008. — 128 с. — ISBN 978-5-85271-311-7
5. Проспект фирмы Du Pont. Teflon TFE-fluorocarbon resins. Molding techniques. Bull. No. X-7d. 66 p.
6. Кузьмин Ю. Г. Технология переработки ПТФЭ (по зарубежным данным). Обзорная информация. Серия: полимеризационные пластмассы М, НИИТЭХИМ, 1976. 73 с.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRESSING RODS FOR SPECIAL MUNITIONS

Aksenov Nikita Alekseevich, student; *Gubin Sergey Grigoryevich*
Berdskiy Politechnic College, 633004 Russia, Novosibirsk Region, Berdsk,
Ostrovsky Str., 97, tel: (383-41) 5-15-60,
Aksenov N. A., E-mail: stalker-stavr@yandex.ru
Gubin S.G., E-mail: ognewik61@mail.ru
address: 633004 Russia, Novosibirsk Region, Berdsk, Ostrovsky Str., 97,
tel: (383-41) 5-15-60,

The comparative analysis was carried out and strength characteristics of composite materials, on the example of production the details for producing of ammunition with a cut-off of powder gases in the variable closed volume were picked up. The technology of waste-free production of these details was developed and offered that would allow to increase the technological effectiveness and to reduce the price of production of details for special ammunition.

Keywords: coal plastics; politetroèilenftorat; pressing; agglomeration; cooling mode; training mode.

УДК 347+349.2

ПРАВОВОЙ РЕЖИМ СЛУЖЕБНЫХ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Волгин Андрей Александрович, студент;
научный руководитель Козлова Юлия Анатольевна,
Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20,
Волгин А.А. e-mail zzdddzero@yandex.ru
Козлова Ю.А. e-mail yu.a.kozlova@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Козлова Юлия Анатольевна, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)377-10-42

Аннотация

В данной статье рассматривается вопрос правового регулирования служебных изобретений. Даны определения служебных изобретений. Обозначена проблема выплаты авторского вознаграждения. Приведена судебная практика по данному вопросу.

Ключевые слова: Интеллектуальные права, служебные изобретения, патент, вознаграждение, работник, работодатель.

Объектам интеллектуальной деятельности посвящен раздел 7 ГК РФ[1]. Статья 1225 ГК РФ определяет перечень интеллектуальных прав. Каждому из этих объектов интеллектуальных прав отведено свое поле деятельности: объектам патентного права - производство, объектам авторского права - наука, культура, развлечения, товарным знакам - товарооборот.

Нас же интересует патентное право, то есть интеллектуальные права на изобретения, полезные модели и промышленные образцы.

Один из самых важных вопросов патентного права - правовой режим служебных изобретений.

Согласно ст. 1370 ГК РФ изобретение, полезная модель или промышленный образец, созданный работником в связи с выполнением своих трудовых обязанностей или конкретного задания работодателя, признаются соответственно служебным изобретением, служебной полезной моделью или служебным промышленным образцом. Моментом создания служебного изобретения следует считать момент, когда результат интеллектуальной деятельности работника обретает следующие качества объекта интеллектуальной собственности: новизну, изобретательский уровень и промышленную применимость. Факт создания нового изобретения является основанием возникновения гражданских прав, в данном случае интеллектуальных прав на служебное изобретение. Автор изобретения обязан уведомить работодателя о созданном служебном изобретении и у работодателя возникает право на получение патента на указанное изобретение.

Согласно п.4 ст 1370 ГК РФ работодатель в течение четырех месяцев с даты уведомления его работником о служебном изобретении может подать заявку на выдачу патента в соответствующий орган исполнительной власти. В ином случае право на получение патента переходит к автору-работнику.

Поскольку это так, то, казалось бы, должны возникать многочисленные конфликты (включая судебные споры) между авторами-работниками и работодателями, касающиеся служебных изобретений. Но практически такие споры возникают в редчайших, исключительных случаях. В остальном в этой сфере абсолютная тишина из-за зависимости работника от работодателя[2]. Теоретически трудовые отношения являются отношениями равноправных участников. Они сходны с гражданскими правоотношениями и договорами. Но есть существенные отличия. Трудовые отношения - всегда длящиеся отношения. Их предметом является выполнение разных поручений работодателя, разных видов работ. Трудовые отношения привлекают работника своей стабильностью, постоянством, уверенностью в том, что не только в этом месяце, но и в будущем ему будет обеспечено получение заработной платы. Еще большая зависимость работника от работодателя проявляется в связи с тем, что работник обычно растет на службе: он получает повышения и в должности, и в зарплате, а при любой смене места работы приходится начинать все сначала. Работодатель экономически сильная сторона по отношению к работнику. В гражданском праве такие случаи встречаются. Необходим

механизм балансировки данных отношений. Этим механизмом и будет договор между работником и работодателем.

Согласно статистическим данным, из каждых 10 патентов на изобретения, выданных Роспатентом в 2006 - 2010 гг. российским заявителям, только четыре были выданы физическим лицам (гражданам)[3]. Это значит, что 60% таких патентов выдавалось юридическим лицам.

Одним из способов защиты автора изобретения является право на получение вознаграждения при использовании результата интеллектуальной деятельности. Размер вознаграждения, условия и порядок его выплаты может быть определен договором между работником и работодателем, а в случае спора – судом, так как право работника на получение вознаграждения за служебное изобретение прямо предусмотрено в третьем абзаце п. 4 ст. 1370 ГК РФ. Вознаграждение должно выплачиваться работнику сверх его зарплаты. Наконец, обязанность выплаты вознаграждения за служебное изобретение всегда возлагается на работодателя независимо от того, кто является владельцем патента - сам работодатель или иное лицо, которому работодатель передал право на получение патента или произвел отчуждение исключительного патентного права. Это обстоятельство прямо указано в п. 51 Постановления пленумов Верховного Суда и Высшего Арбитражного Суда Российской Федерации от 26 марта 2009 N 5/29 «О некоторых вопросах, возникших в связи с введением в действие части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации»[4]. Когда между работником и работодателем не заключен договор о выплате вознаграждения, то при определении размера вознаграждения нужно руководствоваться Постановлением Правительства от 04.06.2014 г № 512 «Об утверждении правил выплаты вознаграждения за служебные изобретения, служебные полезные модели, служебные промышленные образцы».

Регулирование вопросов правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности осуществляется судами.

Рассмотрим конкретный пример судебной практики.

Группа авторов обратилась в суд с иском к обществу о выплате вознаграждения за использование изобретения, пени за несвоевременную выплату вознаграждения, возмещении расходов на оплату государственной пошлины. Обществу выдан патент на изобретение, оно внедрено на производстве и продолжает использоваться, однако авторское вознаграждение за использование изобретения своевременно не выплачено. Суд первой инстанции пришел к выводу о том, что действующее законодательство не содержит норм, предусматривающих прекращение выплаты вознаграждения авторам изобретения в связи с досрочным прекращением действия патента. Между тем право на получение патента на изобретение, полезную модель или промышленный образец, созданные работником (автором) в связи с выполнением своих трудовых обязанностей или конкретного задания работодателя (служебное изобретение, служебная полезная модель, служебный промышленный образец), принадлежит работодателю, если договором между

ним и работником (автором) не предусмотрено иное (п. 2 ст. 8 Патентного закона Российской Федерации от 23 сентября 1992 г. N 3517-1. Возражая против заявленных исковых требований, ответчик указал, что с марта 2009 г. общество не использует изобретение, поскольку 31 марта 2009 г. действие патента прекращено. Досрочное прекращение действия патента означает изменение режима юридической монополии, в котором находились охраняемые техническое или художественно-конструкторское решение на режим общественного достояния в период до окончания установленного законом срока действия патента. (Определения Судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации от 15 февраля 2011 г. N 46-В10-31, от 17 мая 2011 г. N 46-В11-8)[5].

В итоге исковое заявление было удовлетворено, была возложена обязанность на ответчика по выплате вознаграждения авторам изобретения в течение всего периода, в том числе включающего время после прекращения действия патента.

Таким образом, можно сделать вывод, что для четкого определения правового режима служебных изобретений необходимо заключить договор между работодателем и работником. При заключении договора сторонам необходимо определить размер вознаграждения и условия его выплаты, условия распределения личных неимущественных прав и исключительных прав на служебное изобретение. Такая договоренность способствует правовой определенности и снижает риск возникновения споров при выплате авторского вознаграждения.

Библиографический список:

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 № 230-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 25.12.2006 - № 52 (1 ч.). - ст. 5496.
2. Гаврилов Э.П. О служебных изобретениях // Патенты и лицензии. - 2011. - № 9. - С. 2 - 14; № 10. - С. 3 - 10.
3. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент). Годовой отчет 2010. - М.: Роспатент, 2010. [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.rupto.ru/about/reports/2010_1 (дата обращения: 29.03.2016).
4. Постановление Пленума Верховного Суда РФ № 5, Пленума ВАС РФ № 29 от 26.03.2009 «О некоторых вопросах, возникших в связи с введением в действие части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации» // СПС Консультант плюс
5. Президиум Верховного суда РФ от 23.09.2015 «Обзор судебной практики по делам, связанным с разрешением споров о защите интеллектуальных прав» // Бюллетень Верховного Суда РФ". - № 11. – ноябрь 2015.

LEGAL REGIME OF EMPLOYEE INVENTIONS

*Volgin Andrey Aleksandrovich, student, e-mail zzdddzero@yandex.ru
Kozlova Julia Anatolievna, senior lecturer, e-mail yu.a.kozlova@mail.ru
Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk,
Karla Marksa prospekt, 20, tel. (913)377-10-42*

Abstract

This article includes the issue of legal regulation of employee inventions. It gives some definitions of employee inventions, the statistics of patents for inventions and utility jurisprudence.

Keywords

Intellectual property rights; employee inventions; patent; remuneration; employee; employer.

УДК 623.562

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФУГАСНОСТИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ТРОТИЛА.

*Вандышев Артём Максимович; Смагин Константин Владимирович,
аспирант, Заводова Татьяна Евгеньевна, инженер (ведущий);
к.т.н. Стыров Алексей Вадимович;
д.т.н. Хмельников Евгений Александрович*

Нижнетагильский технологический институт, филиал Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 622031, Россия, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 59, тел. (343) 525-65-00

*Вандышев А. М., e-mail wandishomg@gmail.ru
Заводова Т. Е., e-mail tanushka-zavodova@yandex.ru
Смагин К. В., e-mail smaginkv@gmail.com
Стыров А. В., e-mail styrov.aleksej@yandex.ru
Хмельников Е. А., e-mail khmelnikov7@gmail.com*

*Адрес для корреспонденции: Хмельников Евгений Александрович,
Нижнетагильский технологический институт, филиал Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 622031, Россия, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 59,
тел. (343) 525-65-00*

Аннотация

В данной статье рассматривается исследование методик расчета параметров фугасности в зависимости от внешних условий, позволяющих объективно и в более короткие сроки производить обработку результатов испытаний. Проблема создания методики оценки фугасности взрывчатых

веществ, позволяющей с большей эффективностью и достоверностью производить обработку результатов испытаний, носит актуальный характер в связи с увеличением количества испытаний. Успешное решение данной проблемы позволит:

- устранить несовершенство существующей методики, регламентированной ГОСТ В 25801-83 и ГОСТ В 24868-81;
- исключить возможность ошибок при обработке данных;
- сократить сроки исполнения заказов на обработку результатов испытаний;
- удовлетворить постоянно повышающиеся требования заказчика по качеству и уровню эффективности разрабатываемых изделий.

Ключевые слова

Фугасное действие; максимальное избыточное давление; литые заряды; подстилающая поверхность; ANSYS AUTODYN.

Существующая методика определения фугасности основана на применении ГОСТ В 25801-83 и ГОСТ В 24868-81.

Для проведения экспериментов используются заряды:

- литой полусферический заряд тротила (ТНТ) массой 6кг
- литой сферический заряд смеси тротила с гексогеном (ТГ 50/50) массой 278г

Для определения избыточного давления используется метод регистрации давления в функции времени с помощью пьезоэлектрических датчиков давления с применением многоканальной усилительно-регистрирующей аппаратуры.

Приборное поле для измерения скорости распространения ударной волны должно представлять собой ровную горизонтальную площадку в форме круга (квадрата, прямоугольника требуемых размеров), очищенную от растительности, снега и других предметов, которые могут вызвать отражение или перекрытие воздушной ударной волны (ВУВ). При испытаниях датчики располагались на подстилающей поверхности глина. Эксперименты проводились при температуре воздуха минус 1,6 °С и атмосферном давлении 736 мм.рт.ст.

Размеры приборного поля должны быть не менее удвоенной величины, определяемой по формуле (1)

$$R_0 = 8 \cdot m_{ТНТ}^{1/3} \quad (1)$$

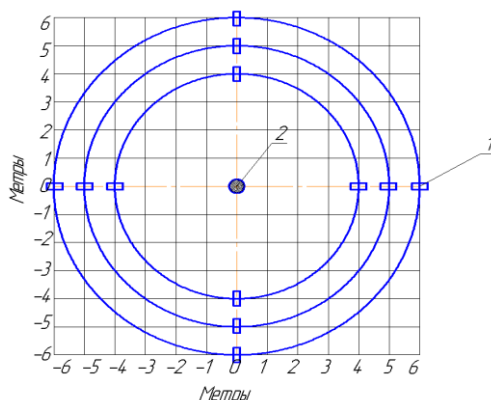


Рисунок 1. Схема приборного поляю

1 - Автономный цифровой измеритель скорости ЦИС-5; 2 - Заряд взрывчатого вещества

При проведении экспериментов по измерению параметров ВУВ при испытаниях проводят проверку работоспособности приборов и датчиков, используя формулу (2). [1]

$$\Delta P = A \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{m}}{r} \right) + B \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{m}}{r} \right)^2 + C \left(\frac{\sqrt[3]{m}}{r} \right)^3, \quad (2)$$

Коэффициенты для соответствующих зарядов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты, входящие в зависимость 1 для различных зарядов

Заряд ВВ	A	B	C
ТНТ	93	382	1274
ТГ 50/50	83,4	294,3	784,8

Перед проведением основной серии экспериментов проводят проверку корректности показаний приборов ЦИС-5 сравнением значений максимального избыточного давления, рассчитанного по формуле 1с результатами испытания эталонного заряда. Среднеарифметические значения по каждому из радиусов от центра приборного поля не должны превышать расчетных величин более чем на 10 %.

При сравнении расчетов по формуле 1 с экспериментальными данными результат получается чаще всего неудовлетворительный, разница между средним значением избыточного давления по приборам и расчету превышает 10 %. Совпадение обеспечивается только при взрыве эталонного заряда на подстилающей поверхности типа бетоне.

На основе опытных данных полученных М. А. Садовским для сферической ударной волны при взрыве сосредоточенного заряда в безграничном пространстве [2]. Получены эмпирические коэффициенты представленные в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты для формулы Садовского для различных зарядов

Заряд ВВ	А	В	С
ТНТ	84	270	700
ТГ 50/50	85	300	800

Для сравнения полученных результатов были произведены расчеты по предложенным формулам Садовского и по формулам из методики измерений параметров ВУВ для тех же условий как при проведении экспериментов.

Предложенные формулы для расчета подразумевают влияние подстилающей поверхности на результат, поэтому расчет производится для различных поверхностей. Дополнительно для сравнения рассчитаны результаты избыточного давления на различных расстояниях от центра заряда для:

- ТНТ. Погрешность между экспериментальными данными и расчетом по формуле без учета подстилающей поверхности на расстоянии 3 м составляет 3,70 %, на расстоянии 7 м – 1,78 %. Погрешность между экспериментальными данными и расчетом по формуле с учетом подстилающей поверхности на расстоянии 3 м составляет 1,35 %, на расстоянии 7 м – 1,37 %.

- ТГ50/50. Погрешность между экспериментальными данными и расчетом по формуле без учета подстилающей поверхности на расстоянии 1,8 м составляет 33,86 %. Погрешность между экспериментальными данными и расчетом по формуле с учетом подстилающей поверхности на расстоянии 1,8 м составляет 4,67 %.

Сравнительная оценка кривых распределения максимального избыточного давления в зависимости от поверхности взрыва для заряда ТГ 50/50 представлена на рисунке 2.

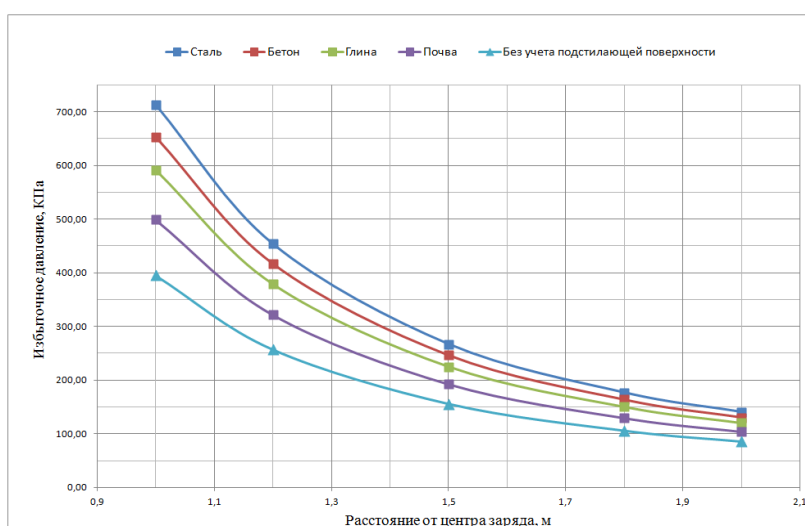


Рисунок 2. Кривые распределения максимального избыточного давления в зависимости от расстояния от центра заряда для ТГ50/50.

Для определения влияния подстилающей поверхности на результат максимального избыточного давления приводится моделирование взрывов с такими же условиями как в реальном эксперименте. Моделирование

проводится средствами ANSYS AUTODYN.

Моделирование производится в 2D осесимметричной постановке. Течение расширяющихся продуктов детонации описывается на основе гидродинамической модели материала без учета вязкости с использованием уравнения состояния Джона-Уилкинса-Ли.

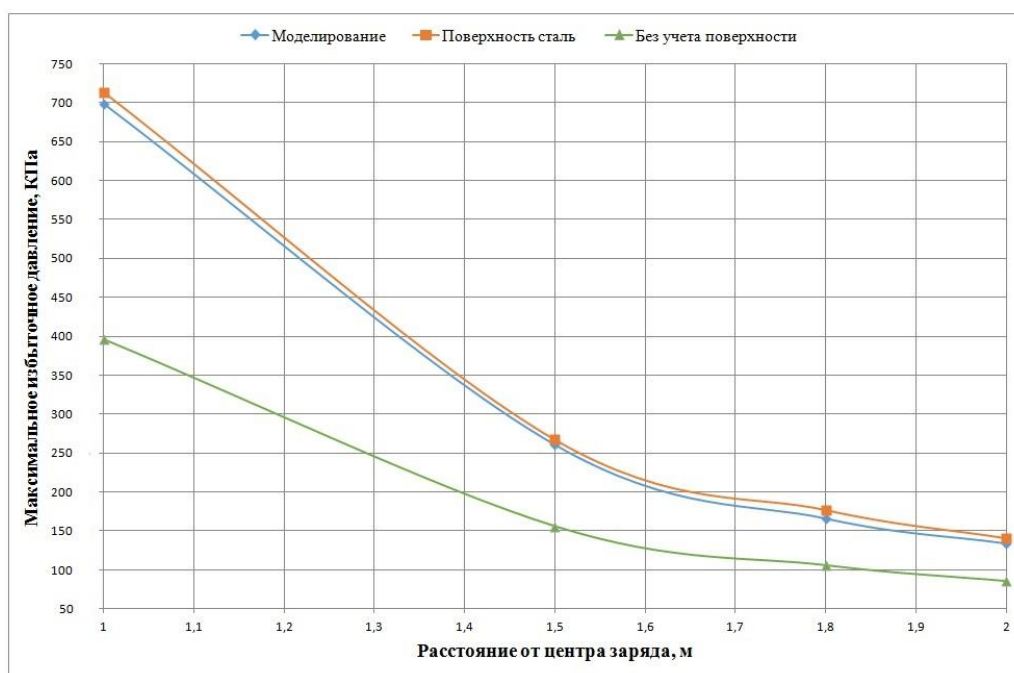
Воздушная среда описывается системой уравнений для невязкой газовой среды, замкнутой уравнением состояния идеального газа.

Для воздуха и ВВ использована Эйлера сетка. Подстилающая поверхность в Лагранжевой сетке. Решатель выбран SPH. Датчики установлены на расстояниях как в расчетных формулах. После каждого расчета меняется материал подстилающей поверхности и производится расчет в той же сетке с теми же условиями.

Значения максимального избыточного давления полученные при моделировании имеют различную величину на различных подстилающих поверхностях и отличаются от расчетных значений по формулам Садовского на величину не более 10%.

Графики распределения максимального избыточного давления для взрыва заряда ТГ50/50 на поверхности сталь представлена на рисунке 3.

Рисунок 3. Графики распределения максимального избыточного давления для заряда



ТГ50/50 на поверхности сталь

При внесении поправок полученных в результате исследования в методику исследований их число может сократиться на 30%.

Исследуемая методика определения фугасности за счет внесения поправок по результатам исследований, позволяет сократить количество проводимых испытаний, объективно и в более короткие сроки производить обработку результатов испытаний, использовать только основное оборудование, без дополнительных затрат на материалы, получение

результатов при помощи специального программного обеспечения.

Следует сделать вывод, что на величину избыточного давления подстилающая поверхность при взрыве оказывает значительное влияние. При расчете по формулам из ГОСТа получаемые значения максимального избыточного давления будут не корректны. Следует использовать расчет по предложенной методике с учетом подстилающей поверхности для получения точных и достоверных результатов.

Библиографический список:

1. Методика выполнения измерения импульсных избыточных давлений. – ФКП «НТИИМ», 1989. – 17с.
2. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. – Изд. 3-е, испр. – в 2т. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. -832 с.
3. Басков К.А. ANSYS: справочник пользователя. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640с., ил.
4. ANSYS для инженеров: Справ. Пособие / Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. – М.: Машиностроение-1, 2004. - 512с.
5. LICENSE-ANSYS_hybrid_10-31-2012-4.39.12.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY OF ESTIMATION OF HIGH-CAPACITY OF EXPLOSIVES BASED ON TNT

*Vandyshev Artem Maksimovich*¹, student, e-mail wandishomg@gmail.ru

*Smagin Konstantin Vladimirovich*¹, Ph.D. student, Head of Laboratory, e-mail smaginkv@gmail.com

*Zavodova Tatiana Evgenievna*¹, Engineer, e-mail tanushka-zavodova@yandex.ru

*Styrov Aleksey Vadimovich*¹, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, e-mail styrov.aleksey@yandex.ru

*Khmelnikov Evgeny Aleksandrovich*¹, D.Sc. (Engineering), Corresponding Member, Russian Academy of Sciences, Professor, Head of department, e-mail khmelnikov7@gmail.com

¹Nizhny Tagil Technology Institute (branch) Ural Federal University, Krasnogvardeyskaya st., 59, Nizhny Tagil, 622000, Russian Federation.

Abstract: This article discusses the research of methods of calculation of high-capacity parameters depending on external conditions that allow objectively and in a shorter time to make processing of test results. The problem of creating a methodology for estimation high-capacity explosives, which allows a greater efficiency and reliability make processing of the test results, is relevant in connection with the increase in the number of tests. The successful solution of this problem will allow:

- eliminate imperfections existing techniques regulated GOST 25801-83 and

GOST V 24868-81;

- exclude the possibility of errors in data processing;
- to reduce lead times for processing of test results;
- meet constantly rising customer demands for quality and efficiency level of developed products.

Key words: High-capacity action; maximum overpressure; alloy charges; the underlying surface; ANSYS AUTODYN.

УДК 335(100)

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТАКТИКУ ДЕЙСТВИЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Гилев Александр Александрович, курсант третьего курса,

Суслов Дмитрий Валентинович, к.в.н., полковник

Суслов Д.В. email sdv1968@yandex.ru

*Адрес для корреспонденции : Суслов Дмитрий Валентинович,
Новосибирское высшее военное командное училище, Россия, 630117, г.
Новосибирск, ул. Иванова, 49, тел. (383)332-02-53, 332- 50-45.*

Аннотация: в своей статье автор рассказывает о тенденциях развития современных средств поражения и их влиянии на тактику действий общевойсковых подразделений, а также о преимуществах и недостатках некоторых средств поражения.

Ключевые слова: системы оружия, ПТУР, система наведения.

Введение. Наряду с огромными достижениями во всех областях человеческой деятельности к концу XX - началу XXI века обострились назревшие в мире глобальные проблемы: истощение запасов полезных ископаемых, топливо-энергетических и биологических ресурсов; экологические и природные катастрофы. Стоящие перед цивилизацией проблемы далеко не всегда решались и решаются за столом переговоров. Вооруженная борьба по-прежнему остается основным средством решения спорных вопросов между государствами. Политическое руководство ряда стран прибегает к вооруженному насилию даже без попыток мирного урегулирования спорных вопросов. В этих странах уже полным ходом формируется новая материально-техническая база для ведения войны в новом тысячелетии, основу которой составляют наукоемкие инновационные технологии и информационные системы. Огромные достижения в различных областях науки и техники способствовали созданию новых видов оружия и систем вооружений, способных полностью изменить характер ведения боевых действий [1]. В этом

и заключается актуальность всестороннего учета указанных процессов в совершенствовании тактических действий частей и подразделений.

Теория. На вооружение ведущих стран мира уже поступают новейшие виды систем оружия, главным отличительным признаком которых является реализованный принцип «выстрел – поражение».

Наиболее общими чертами развития различных систем оружия являются:

- увеличение дальности стрельбы;

- широкая унификация оружия;

- исключение человека из процесса «разведка - целеуказание - поражение»;

- увеличение эффективности поражения за счет высокоточной навигации и повышения могущества взрывчатого вещества на головной части.

С появлением на поле боя бронированных машин (танки, БМП, БТР) перед подразделениями, ведущими бой, возникла необходимость борьбы с ними, это дало толчок к развитию противотанковых средств, одним из которых является ПТУР [2].

Первые ПТУР («Ротенкэпхен» - «Красная шапочка») были разработаны в 1944 - 1945 гг. в нацистской Германии в рамках программы создания «оружия возмездия». Свидетельств боевого применения этих ПТУР нет. В 1944 г. немцами были испытаны пять ракет по трофейному Т-34 четыре ракеты оператор не смог навести на цель, а пятой ракетой танк был поражен. После испытаний на заводе BMW было налажено промышленное производство, но случаев применения этого ПТУР в бою не зафиксировано.

В истории развития ПТУР можно выделить три поколения, градация которых зависит от способов наведения ракеты в цель.

Впервые ПТУР первого поколения (SS-10 производства Франции) были применены в боевых условиях Израилем в войне против Египта в 1956 г. Считается, что массовое применение ПТУР «Малютка» (производства СССР) Египтом в войне против Израиля в 1967 г. привело к неожиданно значительным потерям израильских танков (около 300) и вызвало повышенный интерес к данному виду оружия.

ПТУР первого поколения имели ручную систему управления, при которой наводчик с помощью прицела должен следить одновременно за ракетой и целью, вручную выработать команды управления, передаваемые ракете по проводам. Главный недостаток этой системы – требование большого опыта и натренированности наводчиков и невозможности увеличения скорости ракеты.

Так, например израильские танкисты и пехота активно обстреливали из пулеметов место пуска ПТУР, в случае ранения или смерти оператора неуправляемая ракета утыкалась в землю или уходила в небо.

ПТУР второго поколения имеют полуавтоматическую систему наведения с помощью, которой наводчик через оптический прицел следит только за целью, а слежение за ракетой и выработка команд управления осуществляется автоматически наземной аппаратурой. Связь с ракетой

осуществляется по проводам, по каналу радиосвязи или по лучу лазера. Что позволило размещать ПТУР на воздушных носителях. К ПТУР второго поколения относятся ПТУР «Метис», «Фагот», «Корнет», M47 Dragon, TOW, Milan.

Появление ПТУР первого и второго поколения вынудило вносить изменение в тактику применения бронетанковой техники, правда это не нашло отношения в уставных документах.

Так, например, остро встала необходимость защиты бронетехники на поле боя, которая осуществлялась по следующим направлениям:

создание групп танков, которые действуют вне зон применения ПТУР (дистанцирование);

комплексное применение защитных свойств танков и БМП и защитных действий подразделений обеспечивающих действия бронетанковой техники;

заблаговременное уничтожение потенциально опасных для танков объектов противника.

Но списывать ПТУР второго поколения еще рано, так проводимая ВС Израиля операция «Литой свинец» показала, что применение ПТУР «Корнет» палестинскими боевиками привело к выводу из строя большей половины танков «Меркава», которые считаются самыми защищенными танками в мире [3].

Перспективы развития ПТУР связаны с переходом к системам «выстрелил — забыл», повышению помехозащищенности канала управления, поражению бронетехники в наименее защищенные части (тонкая верхняя броня), установки тандемных БЧ (для преодоления динамической защиты), использованию шасси с пусковой установкой на мачте все это требования к ПТУР третьего поколения.

В Российской Федерации о работах по ПТУР третьего поколения открытой информации нет. А в США данный ПТУР уже разработан и принят на вооружение это **FGM-148 Джавелин (Дротик)** [4].

Он предназначен для уничтожения бронетехники, защищённых объектов (типа бункер, ДОТ, ДЗОТ) и низколетящих мало скоростных целей (вертолётов, БПЛА). Является первым серийным ПТРК третьего поколения. Принят на вооружение Армии США в 1996 году. Успешно применялся в Ираке. Поставляется на экспорт.

Преимущества комплекса:

наведение ракеты возможно в сложных метеоусловиях, при повышенной задымленности и в тёмное время суток, что обеспечивает огромное преимущество перед теми комплексами 2-го поколения, в состав которых не входит тепловизионный прицел;

система наведения ракеты исключает любую активную подсветку цели, которая может привести к срабатыванию СПЗ с последующей постановкой дымовой завесы;

поражение производится в наименее защищенную часть танка — крышу, при этом остаточная струя благодаря калибру БЧ будет иметь мощное заброневое воздействие;

ракета полностью иммунна к существующим на данный момент комплексам активной защиты, не контролирующим верхнюю полусферу БТТ;

ракете невозможно противодействовать любыми средствами оптико-электронного подавления, поскольку ее система наведения вообще не принимает модулированный сигнал, но наводится на источник ИК-излучения дальней части спектра (т. о., сильно нагревающиеся СОЭП являются дополнительными факторами повышения теплоконтрастности цели).

Недостатки комплекса:

комплекс может вести огонь только по целям в прямой видимости, что ставит под сомнение его преимущества перед ПТРК второго поколения (Метис-М, Корнет) на дистанциях больше 1000 метров. На дистанциях до 600 метров возникает похожая проблема — рациональнее использовать более лёгкие и дешёвые ручные гранатометы;

оператор комплекса не имеет никакой возможности подкорректировать полёт ракеты после пуска (когда цель плохо контрастирует с местностью ракета может сбиться).

стоимость одной ракеты составляет около \$80 000, стоимость пускового устройства — около \$125 000, что примерно вдвое дороже стоимости ПТУР прошлого поколения типа «Корнет». Столь большая стоимость комплекса объясняется использованием инфракрасной головкой самонаведения с объективами большого диаметра. Но, несмотря на цену, к данному оружию, благодаря его эффективности, в настоящее время проявляют интерес даже развивающиеся страны, в том числе Индия и Колумбия;

инфракрасная головка самонаведения комплекса «Джавелин» требует перед включением охлаждения, что, в сочетании с временем на захват цели, прибавляет 25-30 секунд ко времени подготовки ракеты к пуску;

некоторые специалисты отмечают невысокую эффективность подобных систем: попадание ракеты «Джавелин» в танк сверху не всегда приводит к выведению его из строя (поражаются лишь бортовые экраны или моторно-трансмиссионное отделение), что вызвано невысокой точностью [5].

Результаты и обсуждения. Для противодействия ПТУР третьего поколения необходимо:

создание групп танков, которые действуют вне зон применения ПТУР (дистанцирование);

оборудовать каждую единицу бронетехники системой активной защиты «Арена»;

размещать возле танков и БМП тепловые ложные цели, которые обладают большей контрастностью, чем танк и БМП;

размещать над верхней проекцией сетчатые экраны для преждевременного срабатывания боевой части ПТУР.

Вывод. Таким образом, чем совершеннее вооружение, поступающее в войска, чем больше отличается новое поколение оружия от предыдущего, тем глубже, разностороннее его влияние на тактику. С другой стороны, чем оперативнее осуществляется приведение тактики в полное соответствие с ее материальной основой и перспективой развития средств борьбы, тем активнее теория способствует процессу обновления боевых средств, выработке новых тактико-технических требований к ним и дальнейшему их совершенствованию.

Библиографический список:

1. Усиков А.В. Военное искусство в локальных войнах и вооруженных конфликтах (вторая половина XX – начала XXI вв.) – М. – Военное издательство. – 2008., 764 с.
2. Зубов В.Н. Танковые управляемые боеприпасы – М. – Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014., 72 с.
3. Оружие России. 3-е издание, дополнительно исправленное. «Дом славянской книги», 2009.–576 с.

DEVELOPMENT OF MODERN WEAPONS OF DESTRUCTION AND ITS EFFECT ON THE TACTICS OF THE ACTIONS OF THE UNITS

Alexander Alexandrovich Gilev, cadet of third etar,
Dimitri Valentinovich Suslov, candidate of military science, the Colonel
Novosibirsk Military High School, 630117, Novosibirsk, str. Ivanova, 49,
phone (383)332-02-53, 332- 50-45.

Abstract. In my article, the author is about the trends of development of modern weapons of destruction and its effect on the tactic of action general military subsection gone, and also against the advantages and disadvantages of weapons of destruction.

Keywords: systems of arms, the anti-tank missile complex, guidance system.

ВАРИАНТЫ И СПОСОБЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПРИЦЕЛОВ ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Голицын Александр Андреевич

¹Филиал Института Физики полупроводников СО РАН «Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 2/1

²Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20
e-mail: aag-09@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Голицын Александр Андреевич, Филиал ИФП СО РАН «КТИПМ», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 2/1

Рассматриваются способы улучшения цифровых прицелов для стрелкового оружия, направленные на повышение эффективности их применения, увеличения кучности и точности стрельбы, а также повышение комфортности использования.

Ключевые слова: цифровой прицел, точность стрельбы, индикатор наклона, алгоритм сглаживания, ретинальный дисплей

1. Введение

Цифровые прицелы – это класс оптико-электронных приборов, предназначенных для наведения оружия на цель, принцип действия которых основан на преобразовании оптического изображения в электрические сигналы с последующей цифровой обработкой и отображением на экране [1]. Принципом действия цифровые прицелы похожи на цифровые видеокамеры. Отличие заключается в наличии на корпусе крепления к оружию, а также в устойчивости прибора к ударным нагрузкам, что позволяет прибору не выходить из строя в процессе стрельбы, а также обладать свойством «несбиваемости» – расположение и ориентация объектива и фотоприемной матрицы относительно оружия после каждого выстрела не должны меняться. В работе [1] описаны преимущества и недостатки цифровых прицелов по сравнению с классическими прицелами для стрелкового оружия. В настоящей работе описываются способы улучшения цифровых прицелов, повышающие эффективность их применения.

2. Способы повышения эффективности применения прицелов

Очевидным улучшением цифрового прицела является повышение точности и кучности стрельбы при его использовании. Одно из правил прицеливания гласит: нельзя сваливать винтовку [2]. Под сваливанием понимают боковой наклон винтовки, т.е. такое положение, когда гривка открытого прицела и шкала боковых поправок оптического прицела

располагаются не горизонтально. Если винтовка держится не точно в вертикальной плоскости, а свалена, т.е. наклонена, например, в правую сторону, то пуля уйдёт правее и ниже, а при наклоне (сваливании) в левую сторону попадание будет влево и также ниже [2]. Отклонение пули тем больше, чем больше расстояние до цели и угол сваливания.

Причина возникновения данного эффекта описана в [3]. В этой же работе приводятся численные значения возникающих при стрельбе отклонений в зависимости от углов сваливания.

Отображение на экране прибора наличия сваливания (рисунок 1) позволяет стрелку выравнивать оружие в момент прицеливания, что повышает точность стрельбы и кучность за счет одинаковости положения оружия в момент каждого выстрела. Повышение качества стрельбы при использовании индикатора наклона в составе прицела подтверждены испытаниями на стрельбище. В частности у стрелков начального уровня подготовки кучность стрельбы возрастает в два с половиной раза [3].

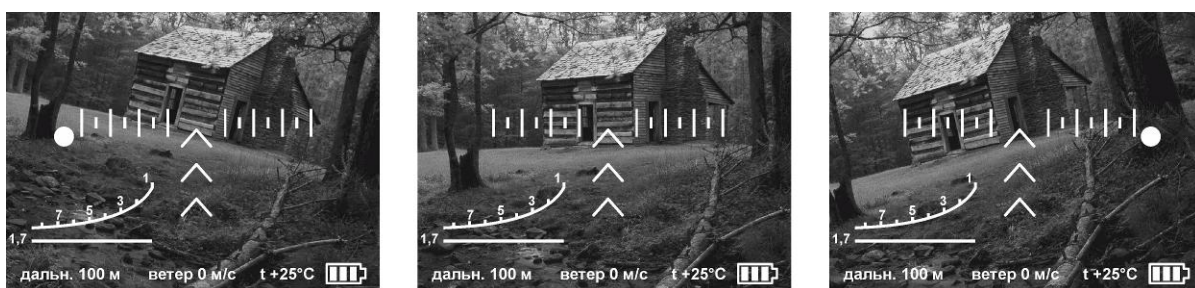


Рис. 1. Изображение, наблюдаемое через цифровой прицел при наличии бокового наклона (фото слева и справа) и при его отсутствии (фото в центре)

Другим способом повышения точности стрельбы является применение алгоритма электронного увеличения изображения со сглаживанием, предложенным в работе [4]. Положительный эффект достигается при стрельбе по малоразмерным целям, высотой до 8 пикселей на экране прибора. При стрельбе по средним и крупным объектам (высотой более 8 пикселей) в применении электронного увеличения (а, следовательно, и в сглаживании его) необходимости нет.

Сглаживание увеличенного изображения позволяет избежать ряби и изменения контуров наблюдаемых объектов, что приводит к увеличению точности позиционирования прицельного знака и уменьшению времени прицеливания. Также сглаживание позволяет минимизировать появление ступенчатых или зубчатых диагональных границ наблюдаемых объектов на увеличенном изображении, что также повышает комфортность наблюдения.

Повысить эффективность применения цифрового прицела можно, реализовав способ ввода поправок в прицельный знак, основанный на смещении изображения сцены на экране прибора при неподвижном прицельном знаке, находящемся в центре поля зрения [5].

При стрельбе на большие расстояния оружию могут потребоваться относительно большие углы прицеливания, особенно это касается оружия,

предназначенного для стрельбы патронами с дозвуковой скоростью, пули которых имеют достаточно крутую траекторию полета. В случае большого угла прицеливания, прицельная марка в классических прицелах смещается вниз относительно наблюдаемого изображения, и, соответственно, при наведении марки на цель верхняя часть поля зрения прибора оказывается занятой изображением неба, а интересующие стрелка объекты и потенциальные цели, которые находятся ниже точки прицеливания, оказываются за пределами поля зрения. Смещение же изображения, в то время как прицельный знак остается по центру поля зрения, позволяет потенциальным целям оставаться в пределах видимости, и таким образом, повышается информативность изображения на мониторе прибора. Схематично процесс прицеливания для обоих случаев изображен на рисунке 2.

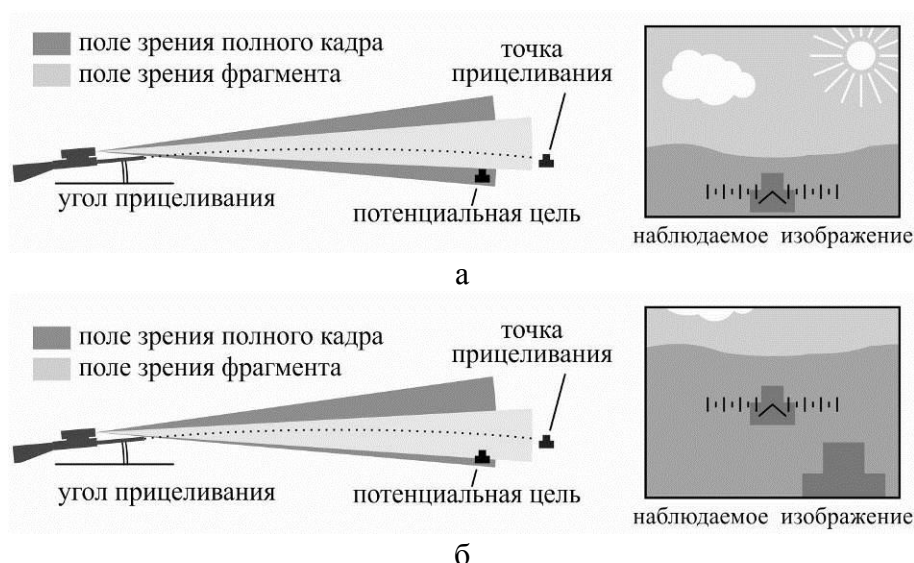


Рис. 2. Схематичное изображение процесса прицеливания;

- а) при смещении прицельной шкалы верхняя часть поля зрения не используется;
- б) При смещении изображения в его нижней части появляются ранее не видимые объекты, которые могут быть потенциальными целями

3. Повышение комфортности использования

Помимо увеличения точности и кучности стрельбы необходимо также увеличивать комфортность и простоту использования прицела. В частности, в составе прицела может быть использован окуляр, конструктивно построенный по схеме ретинального дисплея [6], формирующего изображение непосредственно на сетчатке глаза наблюдателя. В окулярах классической конструкции изображение формируется непосредственно перед глазом наблюдателя, что заставляет его постоянно фокусировать глаз на определенной глубине. Известно, что изображение окружающей среды, получаемое от камеры, снабженной оптическим объективом, не соответствует естественному зрительному восприятию той же среды человеком [7]. Применение так называемого виртуального сферического экрана [6] позволяет устранить искажения естественного восприятия объектов при больших полях зрения на малом расстоянии за счет соответствия физиологии и психологии зрительного

восприятия. При таком способе отображения точечные элементы изображений объектов располагаются на сферической поверхности, центр которой совмещен с центром вращения глаза.



Рис. 3. Изображение с дисплея на сферической поверхности вокруг глаза

Традиционно применяемые в цифровых прицелах кнопочные органы управления являются простыми в изготовлении и удобными с точки зрения написания программного обеспечения прибора. Однако они являются непривычными для стрелков в отличие от классических барабанчиков, используемых для ввода поправок в прицельный знак. Основной сложностью при изготовлении барабанчиков для цифрового прицела является обеспечение их герметичности. В работе [8] предложена конструкция барабанчика на базе датчика магнитного поля. При его разработке были приняты во внимание несколько требований, которым разрабатываемый механизм должен удовлетворять, в частности, простота использования, наличие защиты от самосрабатывания, герметичность конструкции, относительная прочность и устойчивость к ударам, а также тактильность. Механизм должен быть тактильным, чтобы стрелок, пользуясь данным механизмом, ощущал обратную связь с ним.

С целью экономии площади поверхности корпуса прибора, имеет смысл использования кнопки включения/выключения питания не только для управления питанием прибора, но также в качестве функциональной кнопки для изменения параметров прибора или режимов его работы. Реализовано это может быть следующим образом. Включение прибора осуществляется нажатием кнопки питания. Если же прибор находится во включенном состоянии, то при коротком нажатии кнопка питания играет роль функциональной кнопки, а при длительном (более двух секунд) удерживании кнопки, происходит выключение прибора. Для реализации этой возможности может быть использована схема управления питанием, описанная в работе [9].

Типовым улучшением любого прибора наблюдения является визуальное улучшение изображения, демонстрируемого прибором, и повышение его информативности при наблюдении оператором за счет применения различных алгоритмов. Например, в тракте обработки изображения может быть реализован алгоритм кусочно-линейного изменения контрастности, позволяющий одновременно наблюдать яркие и светлые объекты [10], или любые другие алгоритмы, дающие качественное улучшение наблюдаемой картинки.

4. Заключение

В работе рассмотрено несколько способов улучшения цифрового прицела для стрелкового оружия. Среди них улучшение технических характеристик за счет введения в конструкцию прибора новых элементов – датчика наклона, фотоприемника с избыточным разрешением, повышение комфортности использования прибора программным способом (применение алгоритмов обработки изображения), или изменением конструкции прибора (замена кнопочных органов управления на барабанчики, изменение конструкции окуляра). Положительный эффект дают каждый из описанных способов.

Библиографический список:

1. Голицын А. А. Цифровые прицелы для стрелкового оружия: их преимущества и недостатки // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2013. – Вып. 7-8. – С. 121–123.
2. Генерозов В. Я. Как научиться метко стрелять пулей: справочник. М.: – ИД Рученькиных, 2004. – 48 с. – ISBN: 5-87624-036-2.
3. Бутримов И. С., Голицын А. А., Мишанин С. С. Повышение точности стрельбы при использовании цифрового прицела с помощью системы индикации сваливания оружия // Специальная техника. – 2012. – №5, С. 47–52.
4. Голицын А. А., Цивинский М. Ю. О необходимости применения алгоритма сглаживания изображения при электронном увеличении изображения в составе цифровых и тепловизионных прицельных комплексов // Наука Промышленность Оборона: труды XVI Всероссийской научно-технической конференции. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2015. – С. 213–216.
5. Голицын А. А. О необходимости применения в цифровых прицелах фотоприемников с избыточным разрешением // Спецтехника и связь. – 2015. №1. – С. 17–19.
6. Голицын А. А. Применение ретинальных дисплеев в составе оптико-электронных приборов наблюдения и прицельных комплексов // Материалы двадцать первой Всероссийской конференции студентов-физиков и молодых ученых. – Омск: Изд-во АСФ России. – 2015. – С. 294–295.
7. Ковалев А. М. О способе отображения объектов в сферической перспективе // Автометрия. – 2000. – № 4. С. 76–81.
8. Голицын А. А., Механизм ввода поправок в прицельный знак цифровых и тепловизионных прицелов для стрелкового оружия на базе датчика направления магнитного поля // Спецтехника и связь. – 2013. – №1, С. 15–20.
9. Голицын А. А. Схема управления питанием носимого прибора наблюдения // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2015. – Т.20. – №3. – С. 275–281.
10. Голицын А.А. Реализация алгоритма кусочно-линейного изменения контрастности изображения в приборах наблюдения // Тезисы российской конференции по актуальным проблемам полупроводниковой фотоэлектроники «Фотоника-2015» – Новосибирск: ИФП СО РАН. – 2015. – С. 172.

VARIANTS AND METHODS TO IMPROVE DIGITAL SIGHTS FOR FIREARMS

Alexandr A. Golitsyn

Design and Technology Institute of Applied Microelectronics (Branch of The Institute of Semiconductor Physics), 630090, Russia, Novosibirsk, Lavrentev av, 2/1
Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Marksa str, 20

The article describes several ways to enhance digital sights for firearms including improvement the shooting accuracy and increasing the comfort of using.

Keywords: digital sight, sighting accuracy, inclination sensor, smoothing algorithm, retinal display

УДК: 623.438.332

СОЗДАНИЕ ЛУЧШЕЙ В МИРЕ ТЯЖЁЛОЙ БМП НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ «АРМАТА»

Горовой Сергей Алексеевич

Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,
г. Новосибирск, ул. Иванова, 49
Горовой С.А., e-mail:gtasa@ngs.ru

Адрес для корреспонденции: Горовой Сергей Алексеевич,
Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,
г. Новосибирск, ул. Иванова, 49, тел. 83833325045

Аннотация: в данной статье описано появление унифицированной межвидовой тяжёлой БМП на базе платформы «Армата». Данная статья отражает модульные и некоторые другие конструктивные особенности и боевые свойства описанной боевой машины.

Ключевые слова: пушка, башня, боевое отделение, боевая машина.

2013 год стал поворотным в реализации одного из наиболее амбициозных и приоритетных оборонных проектов для сухопутных войск. Наконец появились в металле машины унифицированной межвидовой тяжёлой платформы «Армата».



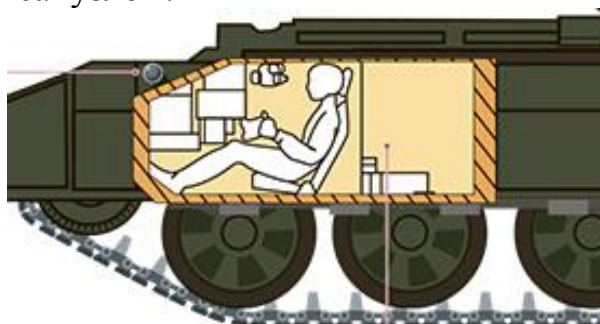
Любая военная техника разрабатывается на основе тактико-технического задания министерства обороны. Конструкторам нередко приходится ломать голову, чтобы совместить несовместимое.

Необитаемое боевое отделение поставило вопрос качественного управления. В новейшей отечественной БМП реализован принцип идеологии цифрового борта. Он увеличивает автоматизацию процессов управления и машиной, и вооружением, а также позволяет интегрировать каждую единицу бронетехники в единую систему управления тактическим звеном.

В качестве основного вооружения на ней применена 30-мм автоматическая пушка 2А42 с боезапасом в 500 патронов (160 бронебойно-подкалиберных /340 осколочно-фугасных снарядов), дальность стрельбы – до 4000 м.

Блочный-модульный принцип построения способствует повышению защищённости экипажа и многофункциональности боевого применения.

Рабочие места оснащены удобными антитравматическими креслами, электронными дисплеями. Будет реализована возможность непрерывного нахождения в бронекapsule в течение десятков часов, для чего машину оснастят фильтровентиляционной установкой, системой кондиционирования, подогрева и встроенным санузлом.



Высокоресурсный двигатель мощностью порядка 1500 л.с. (вероятно челябинский А-85-3А) и обслуживающие его системы, а также трансмиссия будут располагаться между лобовой бронезащитой и обитаемой бронекapsuleй. Высокая мощность позволит разогнаться тяжёлой машине до скорости свыше 70 км/ч.

Ходовая часть – семиопорная, с передним расположением ведущего колеса. Применены катки от танка Т-90СМ. Активная подвеска позволит машине передвигаться на высокой скорости по пересечённой местности, а также снизит утомляемость экипажа и повысит точность стрельбы.

Новая подвеска, двигатель повышенной мощности значительно повысят характеристики подвижности боевой машины.



V-образная форма значительно укреплённого днища снизит вероятность поражения экипажа минами или фугасами.

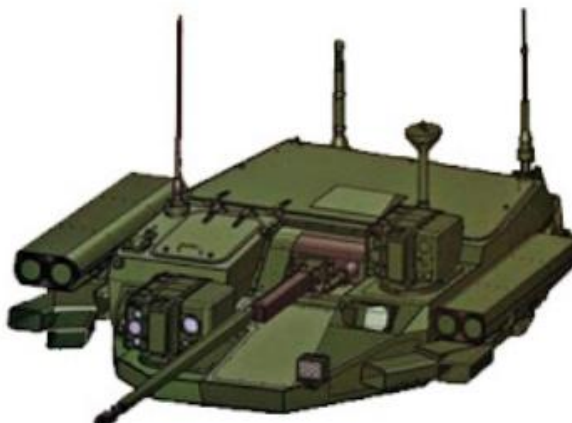
В дополнение к этому на надгусеничных полках в носовой части машины под специальными бронированными кожухами может размещаться модернизированный комплекс активной защиты типа «Арена», впервые представленный на выставке «RussiaArmsExpo 2013».

Фактически это не боевая машина пехоты, а транспортное средство для доставки мотострелков и иногда поддержки пушечно-пулемётным огнём спешившихся бойцов. Хотя тяжёлая броня не сделает ни танк, ни БМТ неуязвимыми от огня ПТС, она значительно повышает шансы на выживание и усиливает боевой порядок войск.

Рассмотрим вариант компоновки «МТО – отделение управления (ОУ) – десантное отделение (ДО)». Перед МТО располагается лобовой модуль с основной защитой. При поражении ТБМП в лоб отсек МТО будет служить дополнительно защитой экипажа и десанта. Экипаж, находясь близко к центру шасси, размещается в благоприятных условиях. ДО получает удобный кормовой выход, как на лёгких БТР и БМП.

Башенный модуль (БМ) с вынесенным вооружением в следующем составе: дистанционно управляемая 30-мм автоматическая пушка 2А42 с углами прокачки от -10 до +60 градусов и боекомплектом 500 снарядов; устанавливаемый снаружи башни 7,62-мм спаренный пулемёт ПКТМ (6П7К) на отдельной пастели, соединённой параллелограммным приводом с пушкой, с готовым к бою комплектом 1000 патронов и дополнительными 1000 патронов в лентах в ящике ЗИП на корме башни; дистанционно управляемый 30-мм автоматический гранатомёт АГ-30 в съёмном модуле с углами прокачки от -6 до +45 градусов (справа на крыше башни, боекомплект 300 снарядов, дополнительно 300 снарядов в лентах хранятся в ящике ЗИП на корме башни); дополнительная установка с 12,7-мм пулемётом «Корд» (6П49) (монтируется синхронно с командирской панорамой и отслеживает стабилизацию зеркала

панорамы по вертикали и вращение панорамы по горизонту, углы проочки – от -10 до +70 градусов, готовый к бою комплект – 300 патронов в ленте, дополнительно 300 патронов в лентах – в ящике ЗИП на корме башни).



Для ближнего обзора экипаж будет использовать так называемую систему технического зрения, камеры которой будут передавать картинку на дисплеи, создавая обзор на 360 градусов.

Особенностью боевого модуля является то, что все его системы выполнены автономными и вместе с боезапасом расположены внутри башни, и таким образом полностью изолированы от обитаемого отделения. Помимо вооружения модуль оснащён комплексом активной защиты «Афганит», датчиками обнаружения лазерного излучения и станцией оптико-электронного противодействия.

Система автосопровождения цели позволит вести огонь с высокой точностью на всю дальность стрельбы с места и в движении. Прицелы имеют большое количество каналов и во многом будут дублировать друг друга, что очень важно при дистанционном использовании.

Прицельный комплекс состоит из прицела наводчика многоканального (с телевизионным и тепловизионным каналами), лазерного дальномера и лазерного канала для управляемых ракет. Телевизионный канал наблюдения и ведения огня позволяет распознавать цели типа «танк» на дальностях до 5000 метров. Интегрированный тепловизионный канал позволяет вести огонь в условиях ограниченной видимости и ночью, распознавать цели типа «танк» на дальностях до 3300 метров. Максимальная дальность, измеряемая дальномером, до 7500 метров.

Экипаж ТБМП – командир танка, наводчик и механик-водитель. Десант – восемь-десять человек. Экипаж и десант располагаются в двух отдельных бронекapsулах. ДО оборудуется аппарелью и дверью в ней для выхода стрелков наружу, а также верхними десантными люками, в днище находится аварийный люк для эвакуации десантников в случае переворачивания машины.

При этом у всех трёх членов экипажа будут индивидуальные люки в крыше и приборы наблюдения, а для входа и выхода десанта в корме будет оборудована аппарель с встроенной дверью.

Нехарактерно для серийных БМП и такое расположение башни – она «сдвинута» далеко назад.

Лобовая проекция имеет максимальную комбинированную защиту, обеспечивающую защиту экипажа не только от пуль, осколков и малокалиберных снарядов, но и от мощных боеприпасов танковых пушек и противотанковых ракет. Достаточно сильно машина защищена и с других сторон, что достигнуто за счёт экранирования обитаемой капсулы второстепенными агрегатами и использования самых современных разработок в области бронирования, в том числе и с использованием высокоэнергетических полимерных материалов, которые заменят собой динамическую защиту.

Конечно же, новая БМП будет оснащена информационно-управляющей системой на самой современной элементной базе, которая должна будет контролировать все узлы и агрегаты машины, вести диагностику неисправностей, управлять бортовыми системами. По-видимому, она будет интегрирована в единую с АСУ подразделения посредством зашифрованных каналов передачи данных.

Библиографический список:

1. <http://army-news.ru/>.
2. <http://www.sciencedebate2008.com/bmp-t15-karakteristiki/>. Научно-популярный блок.
3. <http://otvaga2004.ru/bronya-pehoty/advanced-ifv/bmp-t15-armata/>.

**THE CREATION OF THE WORLD'S BEST HEAVY IFV BASED ON
THE PLATFORM «ARMATA»**

Gorovoy SergeyAleksievich

Novosibirsk Higher Military Command School, 630117, Russia,
Novosibirsk, Ivanova str., 49
Gorovoy S. A., e-mail gtasa@ngs.ru
Address for correspondence: Gorovoy Sergey,
Novosibirsk Higher Military Command School, 630117, Russia,
Novosibirsk, Ivanova str., 49, tel. 83833325045

Abstract: in the article Creating the world's best heavy IFV based on the platform «Armata».

Keywords: gun, turret, fighting compartment, fighting machine.

СИНХРОННО СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-СИГНАЛИЗАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА «РАДИОБАРЬЕР»

Губин Сергей Григорьевич

Бердский политехнический колледж, 633004 Россия, Новосибирская область, г. Бердск, ул. Островского, 97, тел: (383-41) 5-15-60, E-mail: ognewik61@mail.ru

Разведывательно-сигнализационный комплекс «Радиобарьер» — автономный сигнализационный комплекс охраны участков местности и периметров важных объектов. Включает в себя четыре группы средств охраны. Сеть РСК РБ функционирует на основе синхронного сетевого протокола. Сетевой уровень протокола включает в себя синхронизацию сети, обмен короткими пакетами с выделением каждому узлу гарантированного временного окна для передачи в каждом кадре, анализ взаимной радиослышимости и автоматическое построение маршрутных таблиц ретрансляции пакетов. Для исключения перекрывания передаваемых пакетов используется механизм "гарантированного окна передачи". Время разделяется на одинаковые по длительности "кадры", и в каждом кадре каждому узлу сети выделяется временное окно, в котором он и только он может передавать.

Ключевые слова: Разведывательный комплекс, средства обнаружения, средства ретрансляции, устройства сопряжения, однопортовый асинхронный сервер МОХА.

Разведывательно-сигнализационный комплекс «Радиобарьер» — автономный сигнализационный комплекс охраны участков местности и периметров важных объектов.[1]

Комплекс позволяет значительно повысить эффективность мероприятий по охране сильнопересечённых и неподготовленных в инженерном отношении участков местности.

Принцип работы комплекса основан на получении и обработке информации от радиосигнализаторов, установленных на контролируемой территории. В составе комплекса имеются радиосигнализаторы с сейсмическими, магнитными, инфракрасными, радиолучевыми сенсорами, которые работают на различных физических принципах. Это позволяет обнаруживать и идентифицировать транспортные средства, человека (двигающегося шагом, ползущего, бегущего) или группу людей. [2]

Состав РСК «Радиобарьер»

Разведывательно-сигнализационный комплекс «Радиобарьер» включает в себя четыре группы средств охраны:

1. **Средства обнаружения.** Это устройства, основная задача которых: обнаружить нарушителя и выдать в сеть тревожное сообщение о его

проникновении на охраняемую территорию. Эти устройства постоянно находятся в режиме охраны. К средствам обнаружения в СК РБ относятся радиосигнализатор универсальный **РС-У** (использующий вибрационный и обрывной датчики), лучевой сигнализатор **РС-Л**, инфракрасный сигнализатор **РС-ИК**.

2. **Подсистема видеонаблюдения.** Задача этой подсистемы: помочь оператору сигнализационного комплекса понять, что именно произошло; различить ложную и боевую тревоги, выяснить, является ли нарушитель человеком или это крупное животное, выяснить, один ли это нарушитель или их несколько, вооружены ли они и т.д. В подсистему видеонаблюдения входит два устройства: телевизионная камера **РС-ТВ** и тепловизионная камера (снимающая в инфракрасном диапазоне) **РС-ТП**.

3. **Средства сбора и обработки информации.** С этими устройствами работают непосредственно операторы. Их задача: получить информацию (включая тревожные сообщения) от других устройств СК РБ и передать её оператору в удобной для восприятия форме, а также передать от оператора устройствам комплекса команды управления. С помощью этих команд оператор может включать и выключать различные устройства, настраивать их, устанавливать различные режимы их работы и так далее. В составе СК РБ имеются четыре устройства этой группы: контрольный приёмник **КОПР**, мобильный пульт оператора **МПО**, телевизионный приёмник **ПТВ**.

4. **Средства ретрансляции.** Это устройства, имеющие единственную задачу: передача информации от рубежей охраны, где расположены средства обнаружения и доразведки, к месту расположения оператора охранного комплекса. В СК РБ используются два вида устройств ретрансляции: телевизионный ретранслятор **ТВ-Р** и магистральный ретранслятор **МР**. Кроме того, в сети, не имеющей подсистемы видеонаблюдения, в качестве устройства ретрансляции часто используется универсальный сигнализатор **РС-У**, работающий в режиме автономного ретранслятора **АВР**.

Кроме названных средств охраны, в РСК «Радиобарьер» входит специальное программное обеспечение (СПО), вспомогательные устройства и средства обеспечения (антенны, антенно-мачтовые устройства, устройства крепления, источники питания, кабели различного назначения).

Синхронный сетевой протокол

Сеть РСК РБ функционирует на основе синхронного сетевого протокола, который обеспечивает:

- автоматическую маршрутизацию пакетов исходя из условий прохождения радиосигналов;
- адаптацию маршрутов ретрансляции при изменении условий прохождения;
- гарантированную доставку пакета в условиях неустойчивой связи.

Сетевой уровень протокола включает в себя синхронизацию сети, обмен короткими пакетами с выделением каждому узлу гарантированного временного окна для передачи в каждом кадре, анализ взаимной радиослышимости и

автоматическое построение маршрутных таблиц ретрансляции пакетов.

Сетевой уровень протокола работает автоматически. Пользователю доступна информация о том, с какими узлами сети есть прямая связь, и какие доступны через ретрансляцию другими узлами.

Обмен радиомодема с внешним устройством состоит в основном в том, что модем получает от внешнего устройства пакет с указанием адреса и отправляет его по назначению. Если между отправителем пакета и получателем есть прямая слышимость, пакет передаётся напрямую. Если нет, то он передаётся по цепочке ретрансляции. Механизмы квитирования, повторных попыток и запасных путей обеспечивают гарантированную доставку пакета при неустойчивой радиосвязи. Когда пакет достигает пункта назначения, он передаётся внешнему устройству узла назначения с указанием номера узла-отправителя. [3]

Принцип действия синхронного сетевого протокола

Для исключения перекрытия передаваемых пакетов используется механизм "гарантированного окна передачи". Время разделяется на одинаковые по длительности "кадры", и в каждом кадре каждому узлу сети выделяется временное окно, в котором он и только он может передавать.

Для того, чтобы синхронизовать кадры, узлы периодически обмениваются синхропакетами. Один из узлов назначается ведущим, он является инициатором рассылки синхропакетов. Любой другой узел, получив синхропакет, корректирует по нему свои часы, и в свою очередь передаёт синхропакет, по которому корректируют время те узлы, которые находятся вне прямой радиослышимости ведущего.

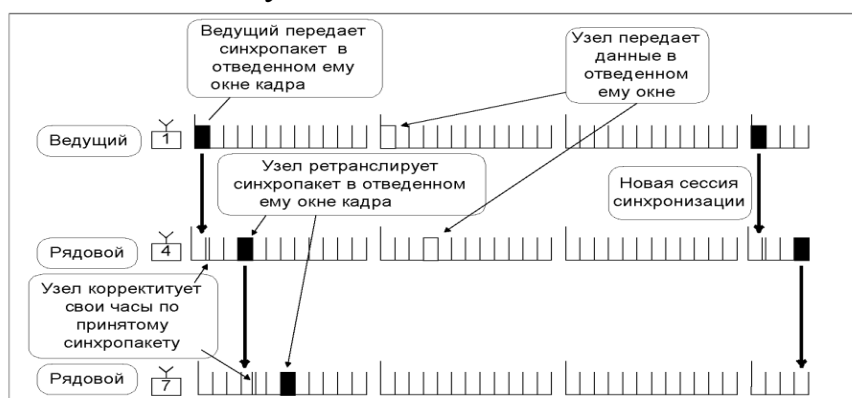


Рис. 1 Временная диаграмма передачи пакетов узлами с номерами 1,4 и 7, где узел №1 – ведущий, а узел №7 не "слышит" ведущего напрямую.

Фундаментальным параметром сети является длительность кадра – она может быть от десятков миллисекунд до нескольких секунд. Эта длительность соответствует времени доставки пакета на один шаг ретрансляции. Максимальная длина пакета данных, который узел может передать в отведённом ему окне определяется длительностью кадра и числом окон, на которое он разбит – это максимальное число узлов в данной сети. Если суммарная длительность окон передачи меньше длительности кадра, то оставшееся время в каждом кадре может выделяться одному из узлов как дополнительное окно для передачи длинных пакетов.

Узел может передавать в отведённом ему окне и прослушивать эфир в окнах, отведённых другим узлам. Приём включается перед началом очередного окна, и если в начале окна не обнаружен сигнал – маркер начала пакета, то приём выключается. Если есть пакет, то он принимается, затем приём выключается до начала следующего окна.



Рис. 2 узел Б прослушивает начало "пустого" окна передачи, а в следующем окне принимает пакет от узла А.

Оптимизация энергопотребления сети. При переводе сети в экономичный режим действуют следующие правила:

1. Узел, который сам **ретранслятором не является**, в экономичном режиме слушает не все узлы, с которыми есть хорошая связь, а только те из них, которые являются ретрансляторами.

2. Узел же, который **является ретранслятором**, по прежнему слушает всех, кого было слышно на момент включения экономичного режима. То есть, «я слушаю тебя, если тебя было хорошо слышно, и если хотя бы один из нас – ретранслятор».

Рассмотрим для примера радиосеть следующей топологии.

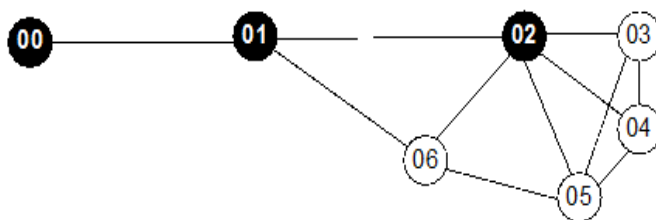


Рис. 3 Топология связи

Отрезками прямых обозначены те звенья, в которых в обе стороны качество радиослышимости связи не менее чем 2-го уровня. Черным фоном обозначены узлы, у которых установлено значение флага ретрансляции «ДА».

В этом примере узел 00 (ведущий) прослушивает только окно, отведённое для передачи 01, 01 слушает 3 окна - 00, 02, 06. 02 прослушивает 5 окон - 01, 03, 04, 05 и 06. Узлы 03, 04, 05 хотя и могут слышать друг друга, прослушивают только 02, а 06 слушает 01 и 02. [1]

Рассмотрим расчётный расход энергии сейсмическими датчиками для данного примера. Будем исходить из стандартной сети на 40 узлов с кадром 1 с, и источника питания ВИП-1013. Заложим в расчёт напряжение источника 10,5 В и ёмкость, с учётом саморазряда и потери ёмкости на холоде, 11 А/ч.

Базовое потребление датчика (в режиме сна) от источника с напряжением 10.5 В составляет 76 мкА, сейсмическая часть датчика (в режиме «только пешеход») потребляет 0,95 мВт, или 90 мкА, итого 166 мкА без потребления радиоканала. Без учёта полезного трафика в **активном режиме** средний ток,

потребляемый датчиком 1,21 мА, расчётный ресурс батареи 378 суток, т.е. около года. [4]

В экономичном режиме:

- для узла 02 из нашего примера средний ток 0,32 мА, ресурс 1432 суток, почти 4 года;

- для узла 01 средний ток 0,27 мА, ресурс 1700 суток, чуть более 4,5 года;

- для периферийных датчиков 03, 04, 05 средний ток 0,25 мА, ресурс 1800 суток, около 5 лет.

Вклад полезного трафика в потребление пренебрежимо мал: передача 100 пакетов («тревог») в сутки добавляет к среднему потреблению 2 мкА.

Исходя из этого, для снижения энергопотребления сети рекомендуется:

1. С помощью средств СПО отключать функцию ретранслятора у тех датчиков, которые не предполагается использовать для ретрансляции пакетов. В группе компактно (в пределах взаимной радиослышимости) расположенных датчиков лучше оставлять только один ретранслятор, и при этом иметь в виду, что у ретранслятора ресурс батареи будет меньше.

2. После того, как датчики установлены на местности и настроена система ретрансляции, сеть надо перевести в экономичный режим.

3. Если в результате ошибки при раздаче функции ретрансляции часть сети оказалась недоступна, надо перевести сеть в активный режим, выждать 8 минут для восстановления данных слышимости, скорректировать систему ретрансляции и снова перевести сеть в экономичный режим. [5]

Библиографический список:

1. Губин С.Г., Енкен Б.В. База знаний по сигнализационному комплексу «Радиобарьер»/ Новосибирск, Полус-СТ., 2012. – 347 с.

2. Общие сведения о комплексе. Руководство по эксплуатации. Часть 1 // отдел технической документации НФ ООО «ПОЛЮС-СТ»;

3. «Сигнализационный комплекс «Радиобарьер». Учебное пособие по установке и применению сигнализационного комплекса «Радиобарьер» // отдел технической документации НФ ООО «ПОЛЮС-СТ»;

4. Губин.С.Г., Войновский В.А. Обзор развития разведывательно-боевых комплексов в системе средств обеспечения разведывательно-боевой деятельности подразделений СПН и войсковой разведки сухопутных войск // X Международный научный конгресс и выставка «Интерэкспо Гео-Сибирь – 2014». Международная научная конференция «СибОптика – 2014», том 2. Новосибирск.: СГГА, 2014. – С. 190 – 193.

5. Губин С.Г. Тактика действий с сигнализационным комплексом «Радиобарьер» / методическое пособие / Новосибирск, Полус-СТ., 2012.–40с.

SYNCHRONOUS- NETWORK PROTOCOL OF RECONNAISSANCE – SIGNAL COMPLEX “RADIOBARYER”

Sergey Grigorievich Gubin

Berdskiy Politechnic College, 633004 Russia, Novosibirsk Region, Berdsk,
Ostrovsky Str., 97, tel: (383-41) 5-15-60, E-mail: ognevik61@mail.ru

Reconnaissance –signal complex “Radiobaryer” is an autonomous complex of alarm protection areas and perimeters of the important objects. It includes four groups of means of defence.

The Network of RSK RB is based on a synchronous network protocol. The Network level of protocol includes synchronization of network, exchange of short packets with allocation of each node guaranteed time window for transmission in each frame, the analysis of mutual radio audibility and auto building the routing tables of relaying packets. To exclude overlapping of transmitted packets is used the mechanism of “ guaranteed transfer window”. Time is divided into similar in duration “frames”, and each frame of each node of the network is allocated a temporary window in which it and only it can pass.

Keywords: Reconnaissance complex detection tools, a means of relaying device pairing, single-port asynchronous server MOXA.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ УДАРНЫХ ЯДЕР*Гуськов А.В.¹, Корнаков Е.А.¹, Милевский К.Е.¹*

¹Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Гуськов А.В., email: a.guskov@corp.nstu.ru

Корнаков Е.А., email: hovvafu@yandex.ru

Милевский К.Е., e-mail: gdd@craft.nstu.ru

Аннотация

В данной статье рассматриваются различные типы форм ударных ядер, в зависимости от характера поражения цели.

Ключевые слова

Ударное ядро, взрывоформируемые снаряды, аэродинамика, точки инициирования.

Боеприпасы с принципом поражения ударным ядром [1] – это разновидность кумулятивных боеприпасов, так же известных как боеприпасы со снарядоформирующим зарядом (СФЗ), взрывоформируемым снарядом EFP (Explosively Formed Projectile), самоформирующимся снарядом SFP (Self Formatting Projectile). Принцип поражения “ударным ядром” активно используется производителями в различных типах вооружения: суббоеприпасы кассетного оружия [1], инженерных минах [1], ПТУР [1], КАЗ [2], возможны исполнения в качестве реактивных гранат [3].

Основной целью данных боеприпасов является формирование проникающего элемента благоприятной, с точки зрения баллистики форме, для пробития преград. На рисунке 1 показаны особенности бронебойных снарядов. Преимуществом поражением ударным ядром в сравнении с кумулятивным эффектом, является повышенная дальность действия до 150 м, в сравнении с малым ~ 0.005 м фокусным расстоянием, на котором обеспечивается максимальное пробитие, большая задействованная масса облицовки (до 95% у ударного ядра, 30% у кумулятивной струи), а так же отсутствие необходимости фокусировки и стабилизации боеприпаса. Однако при этом теряя скорость, 2-5 км\с, в отличии от 8-10 км\с у кумулятивной струи. В сравнении с кинетическими снарядами ударные ядра имеют большую скорость (кинетические подкалиберные снаряды имеют скорость до 2 км\с), что дает большую кинетическую энергию, тем самым увеличивая могущество. Однако, одной из ключевых проблем принципа ударного ядра является эффективная дальность поражения, как уже отмечалось выше до 150 м, в сравнении с кинетическим до 1000м. Так же одной из главных проблем ударных ядер штатных боеприпасов является их разрушение после взаимодействия, происходит дробление ядра на 25-30 фрагментов, при этом пробивное действие образовавшихся фрагментов не превышает 10-12 мм. В связи с этими

недостатками, встает вопрос не только об улучшении средств доставки, но так же и самой формы ударного ядра.

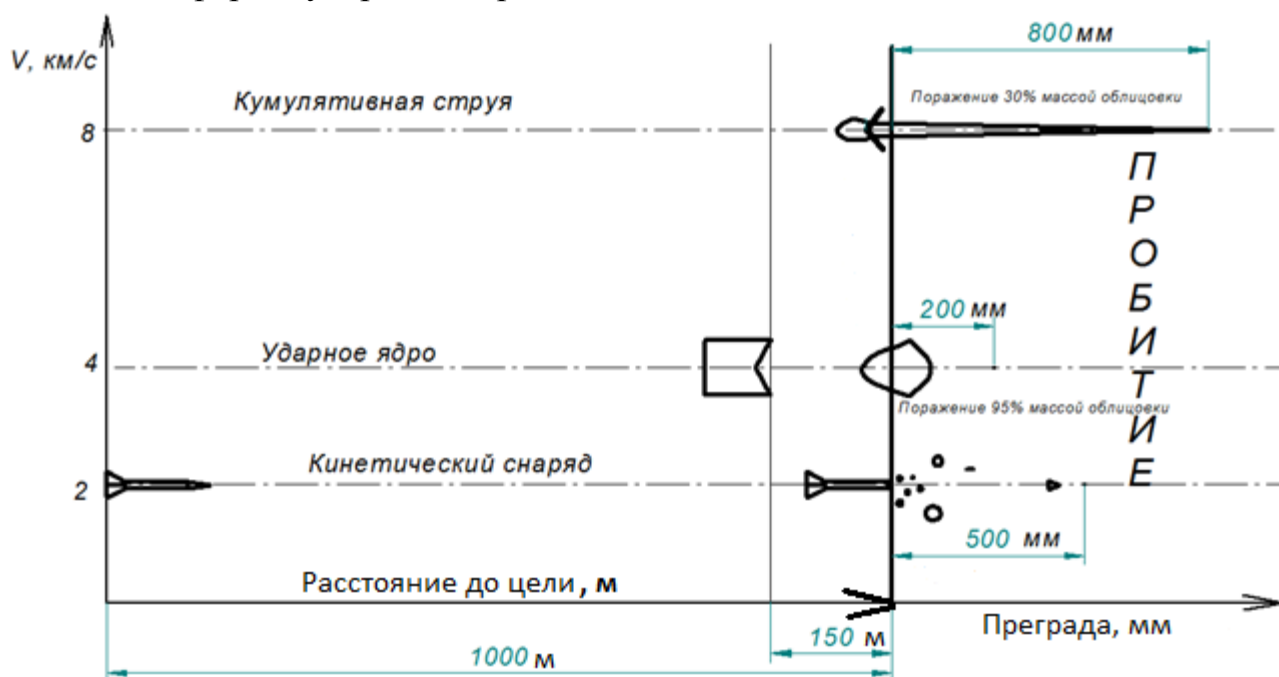


Рис. 1 Сравнение различных принципов поражения

За счет гиперзвуковой скорости движения ударного ядра, проникание поражающего элемента полностью подчиняется гидродинамической теории. Таким образом, рассматривая различные коэффициенты сопротивления C_d для различных форм, можно выбрать наилучшую форму. На основании информации изложенной в [4] наилучшей формой, с точки зрения аэродинамики, является каплевидное тело, что отличается от стандартной формы ударного ядра (Рис. 2).

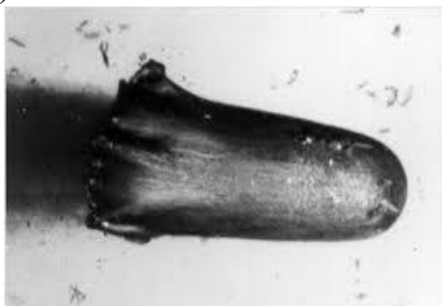


Рис. 2 Ударное ядро

Однако, каплевидное тело не обладает достаточной баллистической устойчивостью на скоростях от 2 км\с, в связи с чем используется цилиндрическая форма. На рисунке 3 представлен возможный характер движения удлиненных ударных ядер, как видно из рисунка, для обеспечения правильности полета ядра, требуется хвостовая часть.

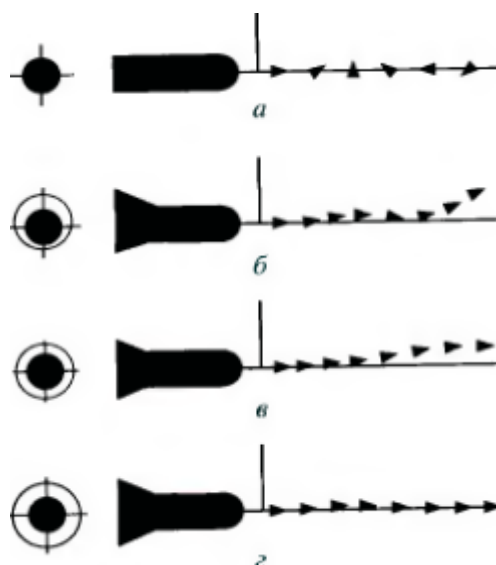


Рис. 3 Возможный характер движения по траектории удлиненного ударного ядра а – цилиндрический; б - асимметрический; в- расширенной с недостаточным запасом аэродинамической устойчивости; г – расширенной с достаточным запасом аэродинамической устойчивости

Согласно исследованиям [6], коническая хвостовая часть улучшает баллистические свойства и стабильность, однако коэффициент сопротивления резко возрастает (при лучшей форме из предложенных до 0.57) , что сказывается на бронепробитии. Как было верно подмечено в статье, звездообразная хвостовая часть (Рис. 4) улучшает характеристики точности и стабильности, что было изложено в статье [7]. По результатам форма “Design 6B”, из-за звездообразной хвостовой части, увеличило дальность поражения до 210 м, при высокой точности попадания, за счет вращения формы со скоростью 700..2000 рад\с.

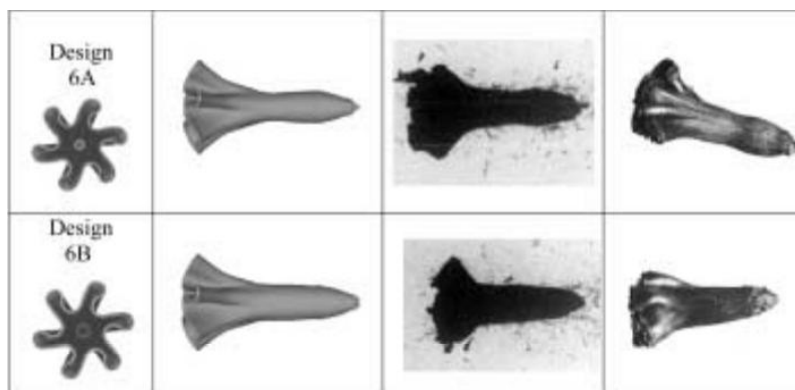


Рис. 4 Формы ударных ядер с звездообразной хвостовая частью

В работе [8], в которой моделируются различные виды формообразования ударных ядер, за счет способов инициации (Рис.4), доказывається, что при изменении точек иницирования, можно добиваться различной формы ударных ядер, вплоть до близких к кумулятивным струям. Из рисунка 5 можно увидеть, что разница бронепробитии в таком случае равна 0.3 от начального диаметра облицовки d_3 . Очевидно, что при удлинении ядра до размеров близких к

“струйным”, возникают аналогичные проблемы в эффективной дальности действия.

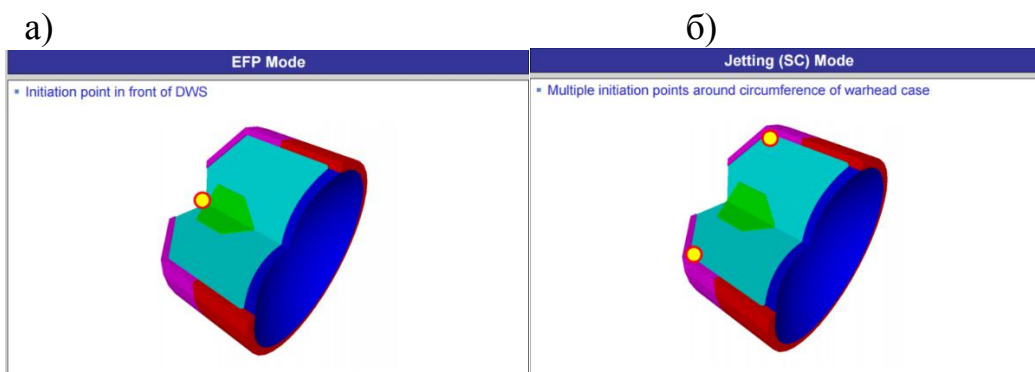


Рис. 4 Иницирование взрывоформируемого снаряда и иницирование удлиненного

ПЭ

а - взрывоформируемый снаряд с единичной точкой инициации; б - режим удлиненного ударного ядра с двумя точками инициации

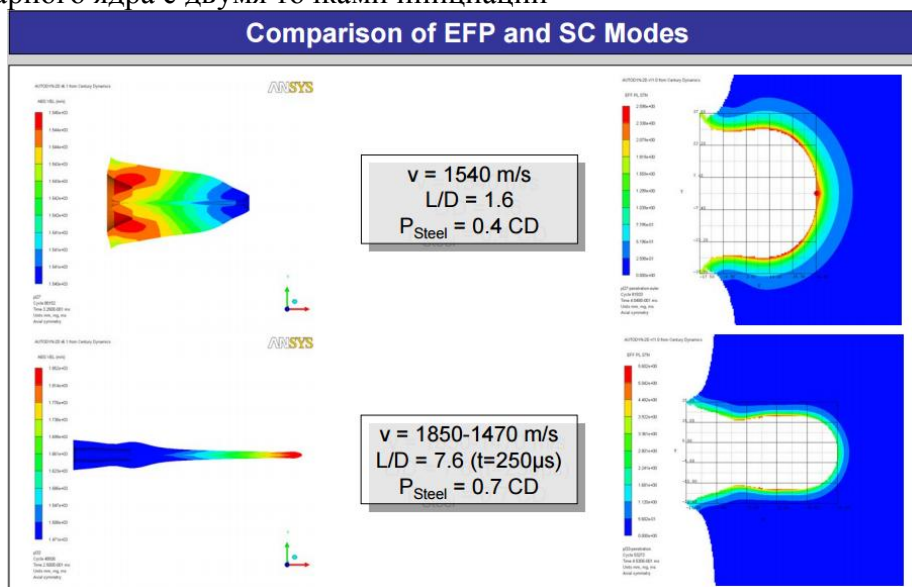


Рис. 5 Сравнение типов иницирования

Анализируя, можно прийти к выводу, что удлинение ударного ядра производит положительный эффект на бронепробиваемость, однако снижает эффективную дальность действия. Исходя из этого, можно сделать вывод о необходимости выбора различных относительных удлинений в зависимости от дальности до цели. Это можно достичь, изменяя точку инициации. Важно понимать, что в некоторых случаях важна не глубина пробития, а диаметр пробоины (допустим при поражении сооружений и легкобронированной техники). В таких случаях требуется обеспечить достаточную площадь воздействия ударного ядра на преграду, а следовательно следует избегать вытянутых форм. Это отражает характер поражения ударным ядром, его универсальность. Ударные ядра занимают промежуточное место между кумулятивными струями и кинетическими снарядами, сочетая в себе высокую кинетическую энергию и дальность поражения.

Открытыми остаются вопросы численного моделирования полета ударного ядра. В работе [9] была представлена методика моделирования, но из-за сложности, данная методика позволяет рассчитать только упрощенную модель, что дает погрешность до 10%.

Библиографический список:

1. Селиванов В.В. Средства поражения и боеприпасы. – Москва: изд-во МГТУ им. Баумана, 2008. -983 с.
2. Афганит. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Афганит_\(активная_защита\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Афганит_(активная_защита)) (Дата обращения: 11.04.2016)
3. Патент на полезную модель Ru 157003, “Кумулятивный боеприпас”, опубликован 20.11.15, авторы: Гуськов А.В., Долматов А.С., Корнаков Е.А., Милевский К.Е.
4. Петров К.П., Аэродинамика тел простейших форм. – изд-во Физматлит, 1998. – 427 с.
5. Ударное ядро. URL: http://www.pica.army.mil/techtran/facilities/explosive_dev.asp (Дата обращения: 8.04.2016)
6. Исследование аэродинамических свойств и поля обтекания гиперскоростных элементов на баллистической трассе / П.И. Ковалев, А.Н. Михалев, А.Б. Подласкин, С.Г. Томсон, В.А. Ширяев, С.А. Исаев // Журнал технической физики, 1999, том 69, вып. 12
7. Explosively Formed Penetrators (EFP) with Canted Fins / Mr. David Bender, Mr. Bounmy Chhouk, Mr. Richard Fong, Mr. William Ng, Mr. Bernard Rice and Mr. Eric Volkmann // 19th International Symposium of Ballistics, 7–11 May 2001, Interlaken, Switzerland
8. Initiation Controlled Multimode Warheads / Dr. Thomas Falter // DBD E-МК, 09/23/2008
9. Experimental and numerical study on the flight and penetration properties of explosively-formed projectile/ Jun Wua, Jingbo Liu, Yixin Du // International Journal of Impact Engineering, 10 June 2006

FORMATION OF THE EXPLOSIVELY FORMED PROJECTILE

Guskov A.V., Ph. D., e-mail a.guskov@corp.nstu.ru

Kornakov E.A.¹, student, e-mail hovvafu@yandex.ru

Milievskie K.E.¹, Ph. D., e-mail gdd@craft.nstu.ru

¹Novosibirsk State Technical University, 20, Novosibirsk, Prospekt K. Marksa., Russia, 630073

Abstract: This article discusses different forms of explosively formed penetrators, depending on the type of needed defeat.

Keywords: Self Formatting Projectile, Explosively Formed Penetrators, aerodynamics, points of initiation.

УДК 622.245.142.6

УВЕЛИЧЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОБИТИЯ КУМУЛЯТИВНЫХ ПЕРФОРАТОРОВ

Гуськов Анатолий Васильевич, д.т.н. профессор; Долматов Алексей Сергеевич, студент; Милевский Константин Евгеньевич, д.т.н. доцент
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 8 (383) 346-27-87

Гуськов А.В., email conf_npo@craft.nstu.ru

Долматов А.С., email al.dolmatow88@yandex.ru

Аннотация

В работе рассматриваются способы увеличения глубины пробития кумулятивных перфораторов. Приведено описание области применения перфораторов данного типа, физических условий, в которых они применяются, их устройство. Рассматриваются проблемы кумулятивной перфорации и способы их решений. На основе рассмотренных проблем предлагается увеличение длины кумулятивной струи за счёт применения в высокочастотного магнитного импульса, проходящего через кумулятивную струю.

Ключевые слова: нефтяная скважина; кумулятивная перфорация; высокочастотный магнитный импульс.

На сегодняшний день большинство российских скважин расположены на глубине 2,4 км. Среднее по величине извлекаемых запасов нефти месторождение с запасом нефти 10-30 млн т имеет площадь 10-50 км² с толщиной продуктивного пласта 5-10 м. Диаметр эксплуатационной обсадной колонны в этих скважинах не превышает 146 мм[1] (Рис._1)[2].

На глубине 2 км температура в скважине достигает 100 градусов по

Цельсию, а гидростатическое давление скважинной жидкости составляет 30 МПа. В скважинах глубиной от 3 до 4 км температура и давление возрастают соответственно до 200 градусов и 100 МПа[3].

В процессе строительства скважины важным моментом является перфорация эксплуатационной колонны. Перфорация необходима для получения или усиления притока нефти в добычную скважину или пласт. Количество перфорируемых отверстий в эксплуатационной колонне скважины ~12..20 на погонный метр. Диаметр отверстия ~20 мм с глубиной пробития до 1 м [4] (Рис._2)[5].

Существует несколько типов перфорации: пулевая, торпедная, кумулятивная и пескоструйная.

Кумулятивная перфорация нашла самое широкое распространение. Подбирая необходимые ВВ, можно в широких диапазонах регулировать их термостойкость и чувствительность к давлению и этим самым расширить возможности перфорации в скважинах с высокими температурами и давлениями[6].

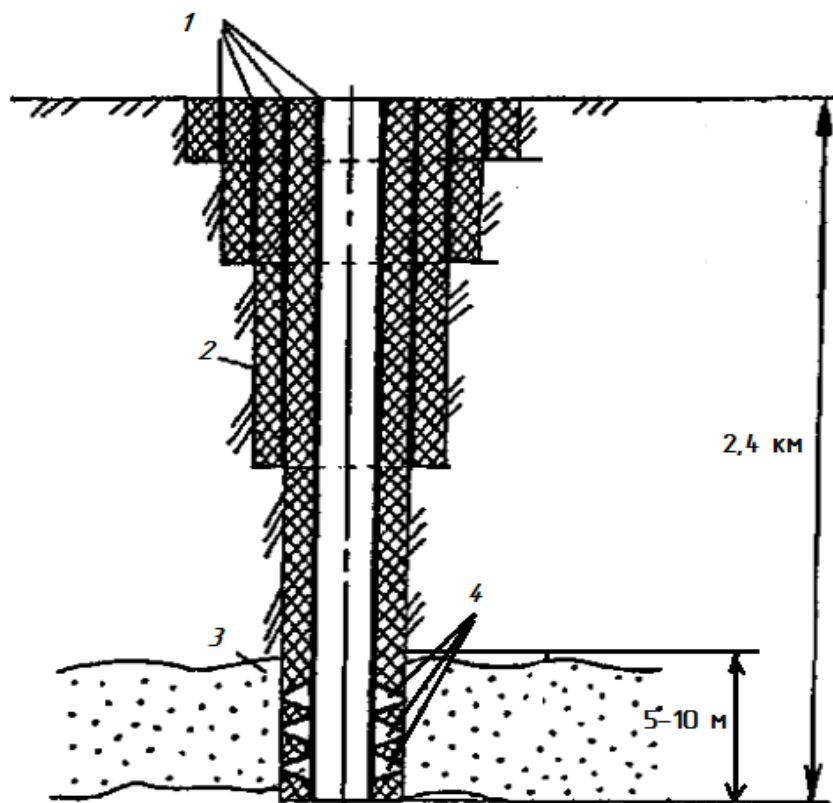


Рис. 1. Конструкция нефтяной скважины:
1. Обсадная колонна, 2. Цементный камень, 3. Продуктивный пласт,
4. Перфорированные отверстия

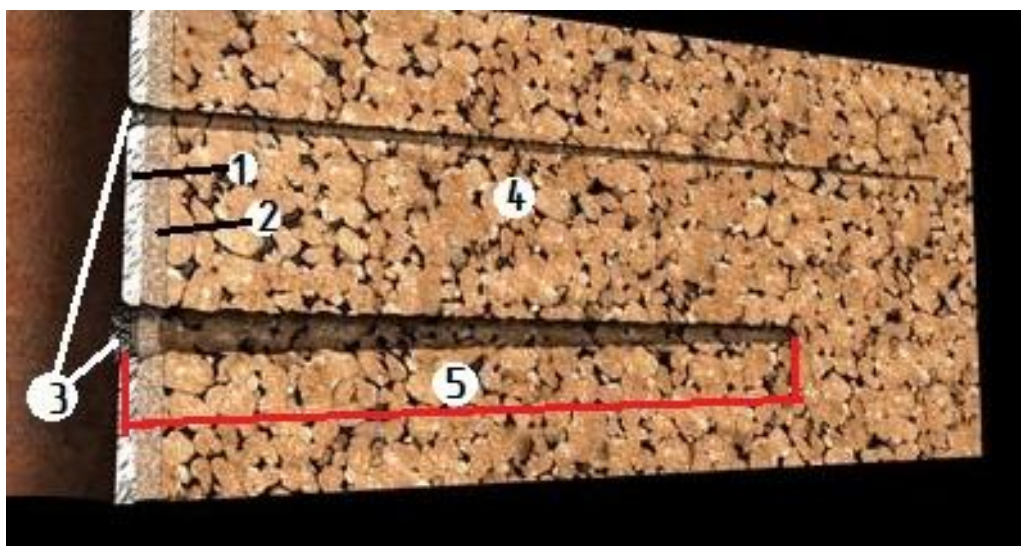


Рис. 2. Схема перфорированного отверстия:

1. Обсадная колонна. 2. Цементный камень. 3. Перфорированное отверстие. 4. Продуктивный пласт. 5. Глубина пробития перфоратора.

Кумулятивная перфорация имеет два направления: глубокого пробития и увеличение входного отверстия. В зарядах глубокого пробития необходимы максимальная длина пробоины и её диаметр для получения усиленного притока нефти. Исходя из вышеописанного, встаёт задача улучшения кумулятивных зарядов глубокого пробития[7].

Так как кумулятивные перфораторы используются в условиях достаточно высоких температур (100-300 градусов Цельсия) и внешнего давления (30-100 МПа), то устройства должны надежно функционировать после длительного пребывания в данных условиях.

Главной частью кумулятивных перфораторов являются малогабаритные осесимметричные кумулятивные заряды с металлической облицовкой.

У большинства кумулятивных зарядов форма кумулятивной выемки коническая, угол при её вершине 60- 75 градусов. Толщина медной облицовки кумулятивной выемки составляет 2,5..5,0 % от её диаметра.

Стабильность свойств кумулятивных зарядов обеспечивается термостойкими ВВ.

Кумулятивные заряды изолируют от скважинной жидкости путём размещения их в герметичном корпусе (корпусные кумулятивные перфораторы) или в индивидуальных герметичных оболочках (бескорпусные кумулятивные перфораторы). Опускаются в скважины под действием силы тяжести или на насосно-компрессорных трубах. Подрыв осуществляется с помощью детонирующего шнура, взрывного патрона или другого устройства возбуждения детонации.

Непременным условием образования кумулятивной струи является отсутствие в кумулятивной выемке плотного вещества. Для правильного формирования кумулятивной струи требуется фокусное расстояние.

При перфорации кумулятивная струя пробивает сложную многослойную преграду, состоящую из слоя скважинной жидкости (10..15 мм), стенки обсадной колонны (6..12 мм стали) и слоя цементного камня (20..50 мм), а

затем углубиться в породу. Суммарная глубина проникания кумулятивной струи и такую сложную преграду для разных кумулятивных перфораторов колеблется в пределах $L=150..300$ мм [3] (Рис. 2).

При кумулятивной перфорации скважины цементный камень в заколонном пространстве (пространстве между эксплуатационной колонной и породой) испытывает сильное механическое воздействие при взрыве ВВ, приводящее к его разрушению, отслоению от эксплуатационной колонны или породы, растрескиванию. Во избежание этого применяют щадящую кумулятивную перфорацию слабыми зарядами, оказывающую относительно небольшое воздействие на заколонный цементный камень. Однако при этом количество и глубина перфорационных отверстий сводится к минимуму, что отрицательно влияет на продуктивность скважины.

Для решения вышеописанной проблемы увеличения глубины пробития предлагается совмещения места воздействия кумулятивной перфорации при втором и последующих циклах перфорирования с местом воздействия перфорации при первом цикле перфорирования. При этом совмещение проводят со смещением вверх или вниз или по азимуту. При такой перфорации происходит изменение формы, расширение и углубление отверстий в скважине, снижение отрицательного воздействия на заколонный цементный камень, уменьшение количества перфорационных отверстий при увеличении их глубины[8].

При перфорации кумулятивные струи воздействуют на нагретую среду, находящуюся под достаточно большим гидростатическим давлением. Среда под этим давлением и высокой температурой отрицательно влияют на ВВ, из-за чего уменьшается скорость детонации, что вследствие приводит к уменьшению глубины и диаметра пробиваемого в породе канала. Если кумулятивные струи проходят через сжатую жидкость, то возможно схлопывание образуемой в жидкости каверны, что дополнительно уменьшает глубину пробития.

Применение тонких кумулятивных облицовок(КО) в кумулятивных перфораторах с величиной толщины стенки оболочки порядка толщины струеобразующего слоя в классической кумуляции позволяет получить гиперкумулятивное течение при малых углах раскрытия таких КО, таких же, какие применяются в классической кумуляции. В этом случае масса металла, идущая в кумулятивной струе возрастает за счёт длины образующей КО. Реально для КЗ диаметром 40 мм толщина алюминиевой КО в её вершине может быть порядка 0,4-0,5 мм[7].

В работе для увеличения длины глубины пробития заряда предлагается увеличить длину кумулятивной струи.

На заряды перфоратора устанавливаются устройства, которые создают высокочастотный магнитный импульс, проходящий через кумулятивную струю.

При воздействии высокочастотного магнитного поля возникают условия для увеличения длины кумулятивной струи.

Вследствие скин-эффекта внешнее высокочастотное поле не проникает в

глубь материала струи, индуцируя экранирующие его вихревые азимутальные токи в тонком поверхностном слое струи. Характерное значение частоты изменения поля, обеспечивающее малость толщины скин-слоя по сравнению с поперечным размером струи для медных струй диаметром несколько миллиметров составляет 10^5-10^6 с⁻¹. В результате взаимодействия индуцированных токов с магнитным полем возникают усилия, сжимающие струю и сосредоточенные также в тонком поверхностном слое. При условии отсутствия поля внутри струи эти усилия эквивалентны по своему действию магнитному давлению.

Обусловленное пластической неустойчивостью развитие возмущений на поверхности кумулятивной струи вызывает такое перераспределение магнитного поля, при котором происходит их усиление в местах выпуклостей

и, напротив, ослабление в областях развивающихся перетяжек. Такое воздействие на струю может стабилизировать процесс её растяжения.

При воздействии высокочастотного магнитного поля возникают условия для увеличения эффективной длины кумулятивной струи, причем при определённых режимах воздействия это может происходить не только за счёт изменения длины образующихся после разрыва струи элементов, но и за счёт увеличения их количества. На Рисунке 3[9] представлен процесс стабилизации деформирования элемента кумулятивной струи «шеечной» стадии при воздействии высокочастотного магнитного поля[9].

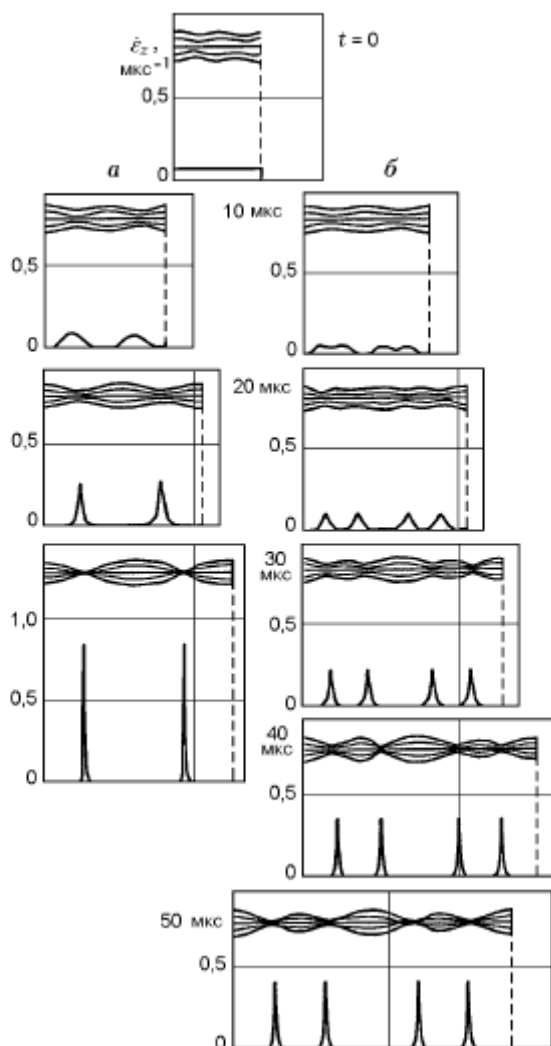


Рис.3. Стабилизация деформирования элемента кумулятивной струи «шеечной» стадии

при воздействии высокочастотного магнитного поля:

а – естественное деформирование; б – деформирование при воздействии синусоидального импульса магнитного поля (в предположении идеальной проводимости)

Высокочастотный электромагнитный импульс позволяет замедлить развитие пластическую неустойчивость кумулятивной струи, тем самым

увеличить её длину, что позволит увеличить глубину пробития кумулятивного заряда.

Библиографический список:

1. Классификация запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов. URL: <http://www.ngfr.ru/> (дата обращения 11.04.16)
2. Понятие о скважине. URL: <http://leuza.ru/gti/bur/> (дата обращения 11.04.16)
3. Селиванов В.В., Кобылкин И.Ф., Новиков С.А., Взрывные технологии.- Москва: изд-во МГТУ им. Баумана, 2008. С. 385-392
4. Технология перфорации скважин URL: <http://oil-esp.ru/> (дата обращения 11.04.16)
5. Перфорация скважины URL: <http://perfolink.ru/> (дата обращения 11.04.16)
6. Методы перфорации и торпедирования скважин URL: <http://neftegaz.ru/> (дата обращения 11.04.16)
7. Минин В.Ф., Минин И.В., Минин О.В., Физика гиперкумуляции и комбинированных кумулятивных зарядов.- Новосибирск:ООО «Новополиграфцентр», 2013. С.3, С.13-31
8. Хисамов Р.С., Гумаров Н.Ф., Миннуллин Р.М., Фасхутдинов Р.Р., Вильданов Р.Р., Махмутов Ф.А., Патент РФ №2455467 от 07.07.2011
9. Физика горения и взрыва, 2000, т. 36, № 6, Москва: С.126- 145

INCREASING DEPTH PIERCING OF CUMULATIVE PUNCHERS

*Guskov A.V., Ph.D. Professor; Dolmatov A.S., student;
Milevsky K.E., Ph.D. assistant professor*

Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, pr.
Karl Marx, 20, tel. 8 (383) 346-27-87

*Guskov A.V., email conf_npo@craft.nstu.ru
Dolmatov A.S., email al.dolmatow88@yandex.ru*

Abstract

In this paper looks at ways increase the depth of penetration of jet perforation. The description of the application of perforating guns of this type, the physical conditions in which they are used, their device. Considers the problems of jet perforation and ways of their decisions. On the basis of the considered problem it is proposed an increase in the cumulative length of the jet at the expense of use in a high-frequency magnetic pulse that passes through the cumulative jet.

Keywords: oil well; jet perforation; high frequency magnetic pulse

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ
ДВИЖЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ
ТРАЕКТОРИИ И У ЦЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОРОСТНОЙ
ВИДЕОСЪЕМКИ**

*Еловиков Владимир Сергеевич; Смагин Константин Владимирович,
аспирант, Заводова Татьяна Евгеньевна, инженер (ведущий);*

к.т.н. Стыров Алексей Вадимович;

д.т.н. Хмельников Евгений Александрович

Нижнетагильский технологический институт, филиал Уральского
федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
622031, Россия, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 59,
тел. (343) 525-65-00

Еловиков В. С., e-mail elovikov.93@mail.ru

Заводова Т. Е., e-mail tanushka-zavodova@yandex.ru

Смагин К. В., e-mail smaginkv@gmail.com

Стыров А. В., e-mail styrov.aleksej@yandex.ru

Хмельников Е. А., e-mail khmelnikov7@gmail.com

*Адрес для корреспонденции: Хмельников Евгений Александрович,
Нижнетагильский технологический институт, филиал Уральского федерального
университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 622031, Россия,
г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 59,
тел. (343) 525-65-00*

Аннотация

В данной статье рассматривается задача внешней баллистики, измерения параметров движения снаряда на траектории полета. Описаны несколько методов определения скоростей движения боеприпасов на начальном участке и у цели. Поставлена задача – разработать методику определения скоростей движения боеприпаса на траектории при помощи скоростной видеосъемки. В качестве экспериментальных измерений, был зарегистрирован выстрел 125 мм бронебойного подкалиберного снаряда ЗБМ42, в приведенных условиях, на уменьшенном заряде. В среде Matlab была разработана расчетная программа определение скорости боеприпаса. Проанализирована погрешность определения параметров. Предложен метод оптической регистрации положения снаряда с помощью скоростной видеокамеры и разработана программа обработки получаемого видеофайла, позволяющая определять кинематические характеристики боеприпасов в тех случаях, когда применение других известных методов затруднено.

Ключевые слова: Баллистика; кинематические параметры; подкалиберные снаряды; скоростная видеосъемка; камера Phantom Miro M310;

коллиматор; Matlab.

Одной из основных задач внешней баллистики является задача измерения параметров движения снаряда на траектории полета. При этом наибольший интерес представляют не единичные значения кинематических параметров, измеренные на отдельных участках траектории, а их функциональные зависимости от времени. Только в этом случае возможен наиболее полный анализ поведения боеприпаса на траектории и выявление причин возникновения нештатного функционирования.

При испытании снарядов требуется измерять текущие значения времени, координат, скорости и ускорения снаряда. Измерение указанных параметров с высокой точностью дает возможность определить индивидуальную функцию лобового сопротивления воздуха для данного снаряда. Это, в свою очередь, позволяет существенно сократить погрешности в расчете дальности стрельбы, которые появляются при использовании эталонной функции сопротивления воздуха. Исследования показывают, что время полета снаряда определяется, в основном, начальной скоростью и углом бросания снаряда. Соответственно необходимо измерять скорость и угол подхода снаряда к цели, особенно при стрельбе бронебойными снарядами.

Существует несколько методов определения скоростей движения боеприпасов на начальном участке и у цели. Но в определенных условиях проведения измерений, не всегда есть возможность определить скорость боеприпаса существующими методиками.

Определение скорости при помощи рам-мишеней невозможно применять при больших углах возвышения ствола, а также при испытаниях подкалиберных снарядов с отделяющимися частями (секторами, поддонами), невозможно применение при стрельбе снарядами в окончательном снаряжении из-за риска срабатывания взрывателя при попадании в мишуру.

Метод определения скорости при помощи соленоидных блокировок нельзя применять, если снаряд не намагничивается или плохо намагничивается, так же невозможно применять при больших углах возвышения ствола.

Определение скорости при помощи фотоэлектронных блокировок невозможно применять при больших углах возвышения ствола, в темное время суток невозможно определять скорость без искусственной подсветки.

Определение скорости при помощи баллистических радиолокационных станций невозможно применять при наличии металлических стенок. В связи с рассмотренными недостатками была поставлена задача – разработать методику определения скоростей движения боеприпаса на траектории при помощи скоростной видеосъемки.

В качестве экспериментальных измерений, был зарегистрирован выстрел 125 мм бронебойного подкалиберного снаряда ЗБМ42, в приведенных условиях, на уменьшенном заряде.

Для проведения измерений понадобятся две геодезические вехи (рисунок 1), расположенные на линии траектории полета снаряда, важной особенностью является то, что верхние части мерных вех должны быть расположены на линии

стрельбы, настройка производится при помощи коллиматора. Видеокамера устанавливается сбоку от траектории так, чтобы ось объектива была направлена перпендикулярно плоскости движения изделия и направлена примерно на середину регистрируемого участка траектории. На кадрах должно быть четкое изображение движущегося изделия, мерного участка. Видеокамера подключена через «Ethernet» кабель к ноутбуку. Регистрацию процесса, можно сохранить на внешний носитель, так как расчет производится в лаборатории при наличии ПК с необходимым программным обеспечением.



Рис.1. Расположение геодезических вех
а) геодезическая веха №1
б) геодезическая веха №2

Камера Phantom Miro M310 обладает компактными размерами, небольшим весом, повышенной надежностью и целым рядом дополнительных возможностей. При скорости съемки более 3200 кадров/с и полном разрешении 1280 x 800 длительность видеофрагмента составляет 2,52с или 8310 кадров. Минимальное время экспозиции составляет 1 мкс. [1]

В среде Matlab была разработана расчетная программа определение скорости боеприпаса. Так как снаряд на изображении появляется во 2 кадре (рисунок 2), все измерения получаем относительно 2 кадра. Скорость, полученная при сравнении положений снаряда на 2 и на 3 кадре равна 1484,40 м/с, скорость, полученная при сравнении положений снаряда на 3 и на 4 кадре равна 1487,96 м/с, скорости, полученные на следующих парах кадров соответственно равны 1488,81 м/с, 1496,92 м/с. [2-3]

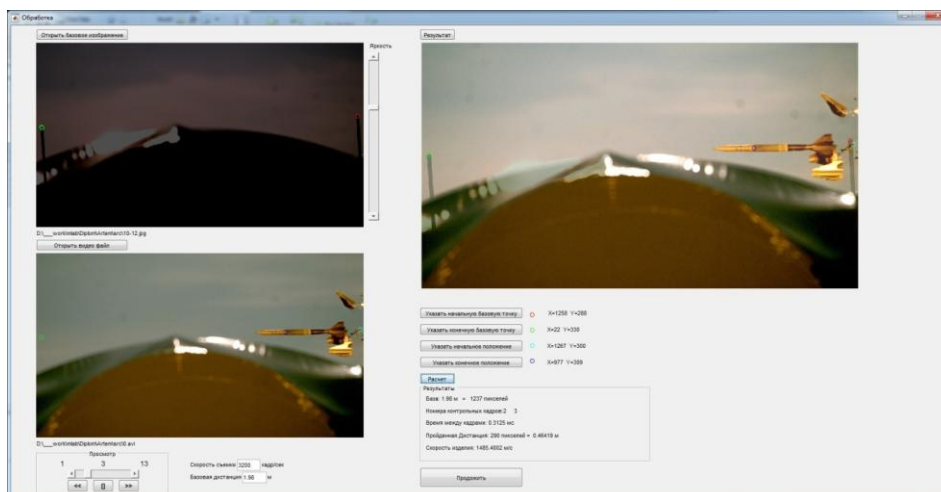


Рис.2. Окно «Обработка» между 2 и 3 кадром

Результаты измерений представлены в виде графика зависимости скорости от времени (рисунок 3). Погрешность определения параметров складывается из следующих составляющих: погрешности измерения расстояния между начальным положением снаряда и конечным положением, погрешность соответствует ± 1 пиксель; погрешности измерения расстояния между начальной базовой точкой и конечной базовой точкой, погрешность соответствует ± 1 пиксель; погрешности измерения нанесения на кадр положения характерных точек, погрешность соответствует ± 1 пиксель; погрешности неопределенности положения объекта за счет времени экспозиции, погрешность соответствует ± 4 мкс. Максимальная погрешность полученных результатов для экспериментальных измерений при помощи разработанной расчетной программы будет равна 3,45 %. [4-5]

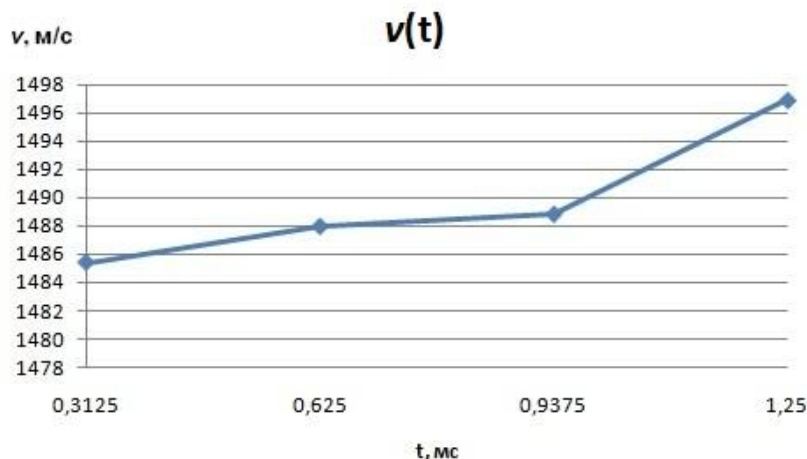


Рис.3. График полученных результатов

Вывод: предложен метод оптической регистрации положения снаряда с помощью скоростной видеокамеры и разработана программа обработки получаемого видеофайла, позволяющая определять кинематические характеристики боеприпасов в тех случаях, когда применение других известных методов затруднено.

Библиографический список:

1. Технический паспорт MIRO M310
2. MatLab. Полный самоучитель. Дьяконов В.П. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.
3. MatLab и Simulink для радиоинженеров. Дьяконов В.П. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 976 с.
4. ГОСТ 8.207-76 Прямые изменения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. – Введ. 01.01.1977 – М.: Издательство стандартов, 1976. – 7с
5. ГОСТ 8.381-80 Эталоны. Способы выражения погрешностей. – Введ. 01.01.1981 – М.: Издательство стандартов, 1980. – 9с

DEVELOPMENT OF METHOD FOR DETERMINING VELOCITY OF MOVEMENT OF AMMUNITION THE INITIAL LAUNCH PHASE AND ABOUT THE TARGET USING THE SPEED VIDEOGRAPHY

*Elovikov Vladimir Sergeevich*¹, student, e-mail elovikov.93@mail.ru
*Smagin Konstantin Vladimirovich*¹, Ph.D. student, Head of Laboratory, e-mail smaginkv@gmail.com

*Zavodova Tatiana Evgenievna*¹, Engineer, e-mail tanushka-zavodova@yandex.ru

*Styrov Aleksey Vadimovich*¹, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, e-mail styrov.aleksey@yandex.ru

*Khmelnikov Evgeny Aleksandrovich*¹, D.Sc. (Engineering), Corresponding Member, Russian Academy of Sciences, Professor, Head of department, e-mail khmelnikov7@gmail.com

¹Nizhny Tagil Technology Institute (branch) Ural Federal University, Krasnogvardeyskaya st., 59, Nizhny Tagil, 622000, Russian Federation.

Abstract:

In this article, we consider the problem of external ballistics measurements of motion parameters of the projectile on the trajectory. We describe several methods for determining the velocities of ammunition in the initial section and about the target. The task - to develop a method for determining the velocities of ammunition on the path using high-speed video. As experimental measurements was recorded shot 125 mm armor-piercing projectile 3BM42, in the above conditions, at a reduced charge. Calculation program determining the velocity of the munition has been developed in the Matlab environment. Analyzed the error in determining the parameters. A method for optical detection of the projectile position using high-speed video cameras and processing software is designed to receive video files, allows to determine the kinematic characteristics of munitions in cases where the use of other known methods is difficult.

Key words: ballistics; kinematic parameters; piercing projectiles; speed videography; Camera Phantom Miro M310; collimator; Matlab.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ГРАНАТОМЕТОВ

Иньшин Юрий Юрьевич, Тетерин Иван Васильевич

Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,

г. Новосибирск, ул. Иванова 49, тел. 83833325045

Иньшин Ю.Ю., email inshin@list.ru

Аннотация: Статья написана по материалам опубликованным в средствах массовой информации, о создании и перспективах развития автоматических гранатометов.

Ключевые слова: ГРАНАТОМЕТ, ВЫСТРЕЛ, КАЛИБР.

В начале XX века основным автоматическим оружием являлся пулемет, который считался «специальным средством» артиллерии. Первая мировая война перевела в разряд пехотного оружия станковый и ручной пулеметы. В конце войны появился ряд весьма перспективных средств: русское «ручное ружье-пулемет» Федорова (1916 год) (позднее названное автоматом) и германский пистолет-пулемет MP18/I (1918 год) в качестве оружия ближнего боя.

Было положено начало коренному изменению вооружения пехоты. К концу войны система вооружения пехоты включала, в том числе и автоматическое оружие: пистолеты-пулеметы, автоматы, ручные, единые, станковые и крупнокалиберные пулеметы.

Инициатором по созданию автоматических гранатометов стал русский конструктор Яков Григорьевич Таубин.

Первоначально скорострельность 40,8-мм гранатомета ограничивалась конструкцией магазина и не превышала 50-60 выстрелов в минуту.

Таубин Я.Г. разработал вариант под ленточное питание с темпом стрельбы 440-460 выстрелов в минуту. За счет малого заряда унитарного патрона нагрев ствола и его износ при стрельбе были невелики, и такой темп можно было поддерживать, пока не закончится лента с гранатами. С другой стороны, заряда хватало для обеспечения дальности стрельбы в 1200 м.

Автоматика гранатомета первоначально работала за счет отвода газов из канала ствола. Но для увеличения надежности работы в 1936 году была введена новая схема автоматики, которая работала за счет энергии отката ствола при его длинном ходе.

Первоначально 40,8-мм гранатомет комплектовался неудобным при транспортировке треножным станком, и отличался весом за пределами для пехотинца – 73 кг. После модернизации к 1939 году общий вес гранатомета был доведен до приемлемых 38 кг. Причем снижение веса орудия не ухудшило его огневой мощи. Гранатомет легко разбирался и переносился вручную на поле боя, а зимой установку ставили на лыжи.

Гранатомет на вооружение не приняли, однако в январе 1940 года

несколько гранатометов Таубина приняли участие в боях на Карельском перешейке и показали свою надежность.

В 1971 году был разработан и принят на вооружение Советской Армии 30-мм автоматический станковый гранатомёт АГС-17 «Пламя».

Гранатомет сочетает: свойство минометов – способность вести навесной огонь, свойство автоматических пушек – высокий темп стрельбы и легкость и маневренность станковых пулеметов.

Автоматический гранатомет очень эффективен при накрытии площадных незащищенных целей и скоплений живой силы.

В боевых условиях гранатомёт АГС-17 был впервые применен в 1979 г. на вьетнамо-китайской границе.

Следующим этапом в развитии автоматических гранатометов явилось создание в первой половине 1990-х годов 30-мм автоматического гранатомёта АГС-30.

Малые габариты комплекса АГС-30, особенности конструкции станка с самоустанавливающимися лапами и наличие складных сошников, обеспечивают возможность быстрой смены огневой позиции, ведение стрельбы из оконных проемов и неподготовленных позиций. Большой горизонтальный сектор обстрела позволяет быстро переносить огонь на внезапно появившуюся цель. В походном положении станок и гранатомет компактно складываются и переносятся за спиной на ремнях.

Впервые новый серийный гранатомет был показан широкой публике в 1999 году, его серийное производство налажено на заводе имени Дегтярева в г. Ковров.

40-мм автоматический станковый гранатомет ТКБ-0134 «КОЗЛИК» был разработан по инициативе Валерия Николаевича Телеша.

Первый вариант, ТКБ-0134, как и последующие, был системой с автоматикой газоотводного типа, с запиранием канала ствола поворотным затвором. Капсюль гранаты разбивал ударник, служивший и газовым поршнем, жестко связанным с затворной рамой. Перед выстрелом подвижные части находились в крайнем заднем положении, подача ленты с боеприпасами на линию досылания происходила при откате, при взаимодействии рычага подачи с фигурным пазом затворной рамы, а при накате боеприпас попадал в ствол и последний запирался.

Как показали испытания, безгильзовые выстрелы позволили создать простое, легкое оружие с отличными баллистическими характеристиками. Достаточно сказать, что один из первых вариантов ТКБ-0134 весил со станком 16 кг, дульный импульс у него был выше, чем у АГС-30 «Пламя» при такой же кучности попаданий при автоматической стрельбе.

Автоматический станковый гранатомет «Балкан» (индекс ГРАУ 6Г27) ведет свою родословную от опытного 40-мм гранатомета ТКБ-0134 «Козлик»,

При разработке гранатомета ТКБ-0134 ставилось задачей заметно повысить дальность стрельбы и эффективность по сравнению со штатным на тот момент автоматическим гранатометом АГС-17.

Для достижения поставленной задачи разработчики увеличили калибр оружия до 40-мм, применив также нестандартную для данного класса оружия конструкцию безгильзового боеприпаса с «улетающей» гильзой (камера метательного заряда составляет неотъемлемую часть корпуса гранаты и вылетает из ствола вместе с ней).

Гранатомет «Балкан» отличается большей дальностью стрельбы (до 2500 метров) и эффективностью поражения целей (до 2 раз) по сравнению с гранатометами калибра 30-мм АГС-17 и АГС-30.

Ручной «снайперский» гранатомёт КБ-0249 «Арбалет», использующий 30-мм выстрелы ВОГ-17 разработан В. Н. Телешем. Главной особенностью гранатомета является разработанная для него система амортизации, которая значительно снижает уровень отдачи.

Таким образом, основными направлениями развития вооружения является:

- повышение вероятности поражения цели;
- повышение могущества действия боеприпаса;
- увеличение эффективной дальности стрельбы;
- обеспечение возможности применения в любых условиях;
- обеспечение простоты в обращении.

Библиографический список:

1. Учебное пособие «Пособие выпускнику по огневой подготовке». Новосибирск. ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ». 2013 г.
2. Журнал. Оружие № 2. – 1999 г.
3. Журнал. Оружие спец. Выпуск.. – 2010 г.

THE CREATION AND DEVELOPMENT OF AUTOMATIC GRENADE LAUNCHERS

Inisin Yuri Yurievich, Teterin Ivan Vasilyevich

Novosibirsk Higher Military Command School, 630117, Russia, Novosibirsk,
Ivanova str., 49

Abstract: the Article is based on information published in the media, on the establishment and prospects of development of automatic grenade launchers.

Keywords: GRENADE, SHOT, CALIBER.

УСТРОЙСТВО И БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МИНОМЕТОВ

Купцов Андрей Владимирович, Цыганок Виктор Николаевич

Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,

г. Новосибирск, ул. Иванова, 49

Купцов А.В., e-mail mak_95@inbox.ru

Цыганок В.Н., e-mail Viktor_Nikolaevich@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Купцов Андрей Владимирович,

Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,

г. Новосибирск, ул. Иванова, 49, тел. 83833325045

Аннотация: в статье выделяются и описываются характерные особенности устройства минометов, рассматриваются надлежащие способы их боевого применения, анализируется историческая взаимосвязь тактики минометных подразделений и боевых свойств минометного вооружения. Подробно рассматривается история появления минометов на поле боя как нового вида оружия, предназначенного для навесного огня по целям, находящимся в непосредственной близости от своих войск. Излагаются назначение современных минометов и основы их конструкции. В заключении авторы стремятся проследить процесс направления дальнейшего развития минометов как вида артиллерийского вооружения.

Ключевые слова: миномет, мортира, траектория, навесной огонь

Современный миномет представляет собой гладкоствольное орудие, стреляющее оперенными снарядами – минами, предназначенное для поражения навесным огнем живой силы и огневых средств противника и для разрушения полевых оборонительных сооружений.

Предком миномета была мортира, которая несколько веков решала задачи по поражению противника навесным огнем. Ахиллесовой пятой гладкоствольных мортир в полевой войне была их плохая мобильность. Они не могли стрелять с колесных лафетов, так как большая вертикальная составляющая отдачи ломала колеса. Поэтому гладкоствольные мортиры стреляли только с деревянных, бронзовых или железных оснований, упирившихся на грунт, кладку каземата крепости или палубу корабля [1].

С появлением нарезной артиллерии меткость и дальность действительного огня полевых пушек резко возросли, а совершенствованию орудий навесного огня в этот период уделено было очень мало внимания, поэтому в конце XIX века господствовало мнение, будто в полевом бою все задачи, возникающие перед артиллерией, могут быть решены скорострельными пушками.

Но уже русско-японская война 1904-1905 гг. показала ошибочность этого мнения: снаряд легкой пушки был бессилён даже против толстой стены глинобитной китайской фанзы, не говоря уже о специально приспособленных к обороне постройках, окопах и блиндажах, быстро появлявшихся на поле сражения, как только воюющие стороны задерживались на месте на несколько дней [2].

Осада Порт-Артура (1904 год) доказала необходимость применения орудий навесного огня, могущих поражать живую силу и огневые средства противника в глубоких лощинах и оврагах. Этот же опыт убедил и в том, что, наряду с артиллерийскими орудиями общепринятых тогда типов, войска нуждаются в портативных орудиях, которые могли бы находиться в самой тесной связи с пехотой, располагаясь непосредственно в ее окопах и траншеях. Были проделаны и первые опыты изготовления кустарными способами таких орудий или приспособления существующих для навесной стрельбы самодельными снарядами. Группа флотских и армейских офицеров во главе с капитаном Л.Н. Гобято приспособили метательный минный аппарат, состоявший на вооружении паровых катеров, для использования в качестве сухопутного миномета. Этот минный аппарат представлял собой фактически пушку, стрелявшую сигарообразными минами калибра 225 мм, весом 75 кг, длиной около двух метров со стабилизатором в хвостовой части.

Минный аппарат для использования на суше устанавливался на импровизированном деревянном основании с простейшим подъемным механизмом. Предельная дальность метания мины достигала примерно 100 метров [1].

В укреплениях сухопутного фронта во время осады было установлено восемь таких мортир. Они стали грозным оружием, поскольку их мины обладали большой взрывной силой и могли разрушать самые прочные полевые сооружения японцев.

Кроме этих минных мортир, в боях за крепость применялись минные метательные аппараты для бросания надкалиберных (шестовых) мин, изготовленных Л.Н. Гобято и его помощниками в артиллерийской мастерской. В качестве метательных аппаратов для шестовых мин использовались стволы 47-мм пушек Гочкиса, установленные на колесных лафетах.

Однако в последующий период до Первой мировой войны не уделялось достаточного внимания стрельбе из орудий ближнего боя.

После ряда маневренных операций в начале Первой мировой войны наступил ее позиционный период, и воюющие стороны зарылись в землю. В этих условиях стремление перебросить снаряд в окопы противника и поразить врага даже на дне его глубокой траншеи заставило войска применять разнообразные орудия навесного огня, оказавшиеся под рукой.

С 1915 года промышленность начала удовлетворять потребность войск в портативных орудиях навесного огня. Появились многочисленные «траншейные орудия»: гранатометы, бомбометы, минометы, бросавшие свои снаряды разнообразного устройства на несколько сотен метров. Эти

траншейные орудия были в большинстве чрезвычайно несовершенны. Бомбометы и гранатометы со снарядами преимущественно осколочного действия применялись для поражения защитников окопов при их атаке; они давали ничтожный эффект: осколки бомб и гранат имели слабую убийную силу, дальность стрельбы была незначительна, рассеивание велико, процент попаданий непосредственно в окопы врага очень мал, а при падении даже неподалеку от окопа снаряд обычно не наносил противнику вреда. Бомбометы поэтому не привились. Уже в 1916 году их производство было прекращено [2].

Минометы первых образцов стреляли обычно миной, значительно превосходившей по калибру свое орудие (надкалиберная мина): в ствол вставлялся только хвост мины, а ее корпус при зарядании оставался снаружи. Такое устройство мины давало миномету то преимущество перед другими траншейными орудиями, что его снаряд обладал значительной «мощностью действия при небольшом калибре и портативности самого орудия. Вес мины первых образцов колебался от 18 до 35 кг [2]. Вскоре было установлено, что мины с взрывателями мгновенного действия, разрываясь на поверхности земли, наносят значительное поражение открытой живой силе, оказывая на нее, кроме того, сильное деморализующее действие.

Осколочные мины были очень эффективны и при разрушении проволочных заграждений, которые они буквально сметали с лица земли благодаря значительному количеству крупных осколков и огромной силе взрывной волны [2].

В русской армии того времени минометы применялись главным образом в качестве полковых траншейных орудий; они решали частные задачи, которые ставились пехотными командирами.

Современный миномет состоит из ствола с казенником, опорной плиты, станка и прицельного приспособления (рис. 1) [3].

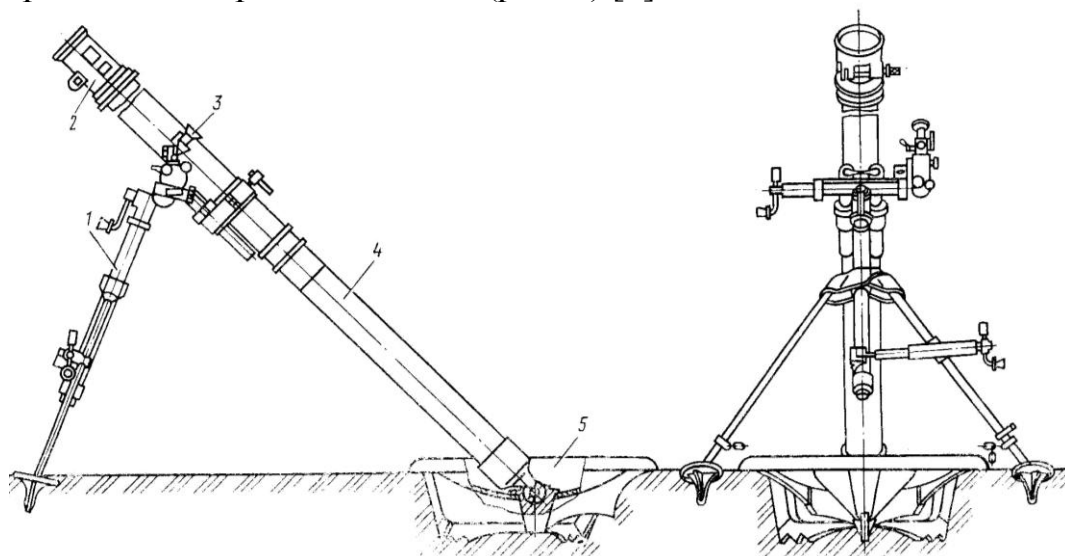


Рис. 1. 82-мм миномет 2Б14-1:

1 – лафет-двунога; 2 – предохранитель; 3 – прицел, 4 – труба; 5 – опорная плита.

Минометы калибра 120 мм и более имеют ходовую часть. Станок минометов среднего калибра (82 и 120 мм) представляет собой лафет-двуногу,

крупною калибра (160 мм и более) – сложную конструкцию, приближающуюся к лафетам обычных артиллерийских орудий.

Минометы имеют следующие особенности: малую начальную скорость полета мины (до 300 м/с); крутую траекторию (углы бросания 45-85°), что позволяет поражать цели, расположенные за различными преградами, недостижимые для настільного огня; малое давление пороховых газов (до 100 МПа); малую массу ствола и его отношение к массе выстрела (у орудий это отношение равно 100-350, а у минометов – 10-30); сравнительно высокую скорострельность (около 10 выстрелов в минуту), обусловленную отсутствием затрат времени на откат и накат ствола; большую мощность огня в сочетании с маневренностью (миномет во много раз легче пушки или гаубицы); простую конструкцию и высокую живучесть ствола (до 10000 выстрелов) вследствие малой величины заряда [4].

Канал ствола у минометов может быть нарезным и гладким. При нарезном стволе мина имеет готовые выступы, входящие в нарезы или поясок. Нарезные минометы с 4-8 нарезами находили применение в период Первой мировой войны. Современные минометы, как правило, имеют стволы с гладким каналом.

В минометах малого и среднего калибра зарядание производится с дула, крупного калибра – с казны. В последнем случае миномет имеет затвор. Обтюрация осуществляется при помощи короткой металлической гильзы или пластического обтюлятора.

При зарядании с дула выстрел производится наколом капсюля мины о жало, ввинченное в казенник, при оседании мины под действием силы тяжести, или при помощи стреляющего механизма, собранного в казеннике. Это упрощает конструкцию, увеличивает скорострельность, но позволяет зарядание очередной миной не раньше, чем предыдущая покинет канал ствола. Для предохранения от двойного зарядания предусматриваются специальные устройства на дульной части ствола [4].

К минометам с гладким каналом ствола относятся также минометы с надкалиберными минами и стержневые минометы, но ввиду малой дальности стрельбы из этих минометов, они распространения не получили.

По способу поглощения энергии отдачи минометы подразделяются на жесткие и с противооткатными устройствами. У минометов, выполненных по первой схеме, ствол жестко соединяется с опорной плитой при помощи шаровой пяты. Простейшая конструктивная схема жесткого миномета состоит из унитарного ствола и опорной плиты (37-мм миномет-лопата, у которого плита служит штыком лопаты, а ствол – ее ручкой). Глухая схема характеризуется тем, что все механизмы миномета собраны на опорной плите. Миномет, выполненный по схеме реального треугольника, имеет ствол, шарнирно соединенный с опорной плитой и двуногой (лафетом), которая опирается на грунт и одновременно связана с плитой. Если эта связь отсутствует, то такая конструктивная схема называется мнимым

треугольником. Все современные минометы выполнены по схеме мнимого треугольника.

У минометов с противооткатными устройствами между опорной плитой и стволом находится тормоз отката и накатник. Применение их уменьшает вес и габариты опорной плиты, улучшает устойчивость миномета при стрельбе, но усложняет конструкцию. Эта схема используется при создании крупнокалиберных минометов большой мощности [4].

Изменение дальности стрельбы в минометах достигается одновременным изменением угла возвышения и массы заряда.

Большая крутизна траектории мины и сравнительно малые габариты минометов в боевом положении позволяют располагать их в глубоких складках местности и за укрытиями, что исключает возможность поражения минометов настильным огнем противника. Можно сказать, что миномет не знает мертвых пространств и рикошетов, но не способен поражать цели требующие попадания настильной траекторией.

Небольшая масса и возможность разборки на основные части минометов калибра до 82 мм позволяет переносить их силами расчета. Такие минометы крайне необходимы при ведении боевых действий в лесисто-болотистой и горной местностях, в условиях бездорожья, где движение автотранспорта ограничено, при преодолении водных рубежей с помощью подручных средств, при ведении боя в населенных пунктах [5].

Для стрельбы из минометов применяются выстрелы с осколочно-фугасными, дымовыми, осветительными и зажигательными минами. По эффективности действия у цели минометные мины не уступают снарядам обычных артиллерийских орудий соответствующего калибра. По фугасному действию мины превосходят артиллерийские снаряды тех же или близких калибров, так как вследствие небольшой толщины стенок в минах крупных калибров помещается больше взрывчатого вещества, осколочное же действие мин у современных минометов намного превосходит осколочное действие пушечных и гаубичных снарядов того же калибра. Большие углы падения мины (крутая траектория), небольшая скорость при встрече с преградой и высокая чувствительность взрывателя обеспечивают высокую эффективность осколочного действия.

Осколочные, осколочно-фугасные, фугасные и дымовые мины имеют ударные взрыватели, которые срабатывают при соприкосновении с преградой. В этих же минах применяются и дистанционные взрыватели, которые обеспечивают подрыв в воздухе на определенной высоте – в заранее назначенной точке траектории до встречи с преградой.

В настоящее время минометы могут применять и управляемые мины, с помощью которых они способны поражать малоразмерные цели с одного выстрела, в том числе танки и другие бронированные машины. Эффективное поражение танков в этом случае достигается за счет попадания сверху, где у них наиболее слабая бронезащита, вследствие крутой навесной траектории мины. Разработка недорогих высокоточных мин с достаточно простыми

системами управления в настоящее время является экономически целесообразной альтернативой противотанковым ракетным комплексам.

Огневую позицию для минометов наиболее выгодно выбирать на обратных от противника скатах высот, противоположных опушках рощ, в садах, в складках местности, в оврагах, лощинах, разрушенных строениях со снятыми крышами и на небольших полянах в лесу. Целесообразно использовать для этой цели противотанковые рвы, ямы, глубокие траншеи, воронки от артиллерийских снарядов и авиабомб [5].

Таким образом, высокая эффективность минометного огня, с одной стороны, а также простота устройства и дешевизна производства, с другой, обусловили достаточную насыщенность войск этим видом артиллерийского вооружения, современные минометы являются эффективным оружием, обеспечивающим поражение живой силы и огневых средств, расположенных открыто или находящихся в укрытиях полевого типа, расположенных на крутых обратных скатах высот, в глубоких лощинах, ущельях и в лесах, а также расположенными в непосредственной близости к своим войскам.

Минометы – артиллерия пехоты и именно в этом качестве могут сохраниться в ближайшей перспективе. В настоящее время развитие минометов идет по пути увеличения дальности и меткости стрельбы за счет применения новых типов мин, прежде всего управляемых, а также сочетания минометов с современными системами разведки (включающими радиолокационные комплексы и беспилотные летательные аппараты) и системами управления, в интересах их применения как единого разведывательно-огневого комплекса ближнего действия.

Библиографический список:

1. Широкоград А.Б. Тайны русской артиллерии. Последний довод царей и комиссаров. – М.: «Яуза», 2003.
2. Никифоров Н.Н. Боевое применение минометов. – М.: Воениздат, 1944.
3. 82-мм миномет 2Б14-1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат, 1990.
4. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. Учебник для вузов / Под ред. чл.-кор. РАН А.А. Королева и чл.-кор. МАНПО В.Г. Кучерова. – Волгоград: ВолгГТУ, 2002.
5. Антоненчик Н.Н., Иньшин Ю.Ю., Купцов А.В. и др. Минометное вооружение. Учебное пособие. – Новосибирск: НВВКУ, 2016.

DEVICE AND COMBAT USE OF MORTARS

Kuptsov Andrey Vladimirovich, Tsyganok Viktor Nikolaevich

Novosibirsk Higher Military Command School, 630117, Russia, Novosibirsk,
Ivanova str., 49

Abstract: the article identifies and describes the characteristic features of the device of mortars discusses proper ways for employing them, analyzes the historical relationship tactics mortar units and fighting properties of mortar weapons. Discusses in detail the story of the mortars on the battlefield as a new weapon, intended for surface fire on targets in the vicinity of its troops. Describes the purpose of modern mortars and the basics of their design. In conclusion, the authors seeks to trace the process areas for further development of mortars as artillery weapons.

Keywords: mortar, trajectory, hinged fire

УДК 662.435

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРА ПОВЫШЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кожевников Евгений Александрович, ассистент; Гидаснов Александр Александрович, д.х.н., профессор; Постнов Станислав Иванович, к.т.н., старший научный сотрудник; Янзин Семен Александрович, инженер

Самарский государственный технический университет,
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Кожевников Е.А., e-mail evil_chemist@mail.ru

Гидаснов А.А., Постнов С.И., Янзин С.А., e-mail xtoca@samgtu.ru

Адрес для корреспонденции: Кожевников Евгений Александрович,
Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул.
Молодогвардейская, 244, тел. (846)337-08-89

Аннотация

Для электродетонатора мгновенного действия повышенной безопасности (ЭД-М-ПБ), не содержащего иницирующих взрывчатых веществ, предложено введение внутренней фаски в конструкцию металлической цилиндрической оболочки (МЦО). Экспериментально доказано, что применение МЦО с фаской позволяет повысить эффективность действия ЭД-М-ПБ.

Ключевые слова: электродетонатор повышенной безопасности; металлическая цилиндрическая оболочка; фаска; эффективность действия.

1. Введение

В предыдущих сообщениях [1-4] предложена, обоснована и экспериментально проверена конструкция электродетонатора (ЭД) мгновенного действия повышенной безопасности (ЭД-М-ПБ), которая может использоваться для проведения взрывных работ

в нефтегазовой промышленности. Повышенная безопасность обусловлена тем, что, в отличие от применяемых штатных ЭД-8 [5, с.52] в ЭД-М-ПБ не используются инициирующие взрывчатые вещества, обуславливающие взрыво-опасность ЭД. Конструкция ЭД-М-ПБ приведена на рис.1 [6]. Принцип действия ЭД-М-ПБ основан на возбуждении основного заряда БВВ ударной волной, образующейся за счет перехода горения БВВ в МЦО в детонацию.

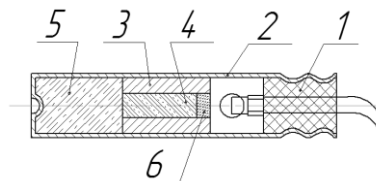


Рис.1. Конструкция ЭД-М-ПБ: 1 – электровоспламенитель, 2 – гильза, 3 – металлическая цилиндрическая оболочка с осевым каналом (МЦО), 4 – инициирующий заряд БВВ, 5 – основной заряд БВВ, 6 – воспламенительный состав.

В настоящем сообщении приведены и обсуждаются результаты экспериментальных исследований, направленных на повышение эффективности действия МЦО путем внедрения внутренней фаски на торце МЦО со стороны основного заряда.

2. Экспериментальные результаты и обсуждение

Ключевой элемент конструкции – металлическая цилиндрическая оболочка с осевым резьбовым каналом (МЦО, поз.3, рис.1), снаряженная ТЭНом и воспламенительным составом [7], может быть изготовлена из сталей А12, Ст3 или Ст45, имеет длину 20 мм, внешний диаметр 6,4 мм, внутренний диаметр 2,9 мм с резьбой М3.

С целью повышения эффективности действия, изучено применение в конструкции ЭД-М-ПБ МЦО с внутренней фаской (рис.2) со стороны основного заряда.

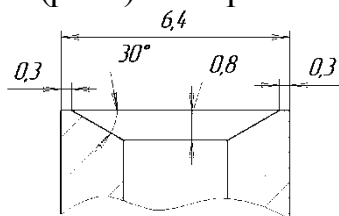


Рис. 2. Исполнение фаски на МЦО (размеры для справок)

Экспериментально проведены сравнительные испытания ЭД-М-ПБ с МЦО без фаски, ЭД-М-ПБ с МЦО, имеющей фаску, и азидного ЭД. В качестве основного заряда ЭД использовалось ныне применяемое мощное БВВ – гексоген (при плотности заряда $\rho=1,806 \text{ г/см}^3$: теплота взрыва $Q_{\text{взр}}=5401 \text{ кДж/кг}$ [8], скорость детонации $D=8950 \text{ м/с}$ [9, с.765] и давление детонации $P_{\text{н}}=33,8 \text{ ГПа}$ [9, с.765]). Для контрастного сравнения также использовалось не применяемое в ЭД БВВ средней мощности – тротил (при $\rho=1,64 \text{ г/см}^3$: $Q_{\text{взр}}=4200 \text{ кДж/кг}$ [8], $D=6950 \text{ м/с}$ [9, с. 765] и $P_{\text{н}}=18,9 \text{ ГПа}$ [9, с. 765]). Эти вещества различаются не только мощностью, но и чувствительностью ко всем видам воздействий, в частности, что важно для рассматриваемых экспериментов, к ударно-волновому воздействию (критическое давление инициирования детонации при $\rho=1,5 \text{ г/см}^3$ для гексогена – 0,55 ГПа, а для тротила – 1,1 ГПа [10, с. 186]).

Изготовление ЭД-М-ПБ и азидного ЭД подробно рассмотрено в [7]. Все изготовленные ЭД имели одинаковый по массе и типу БВВ основной заряд, но отличались элементом инициирования основного заряда (МЦО с фаской, МЦО без фаски, чашечка с азидом свинца), что позволило провести их сравнительные испытания.

Испытания ЭД-М-ПБ проводились по стандартной методике, основанной на пробитии продуктами взрыва ЭД свинцовой пластины толщиной 5 мм, которая предусмотрена ГОСТ [11] и подробно рассмотрена в [7]. Основным критерием эффективности действия ЭД в данном методе является диаметр пробития свинцовой пластины.

Результаты сравнительных испытаний ЭД представлены в табл. 1. В табл.1 приводится среднее значение диаметра пробития пластины (d , максимальные отклонения от него составляли $\pm 0,2$ мм).

Анализ данных табл.1 показывает, что ЭД-М-ПБ с МЦО, имеющей фаску, или без фаски, по эффективности превосходит не только опытный азидо-тротиловый ЭД, но и применяемый азидо-гексогеновый ЭД. Это свидетельствует о том, что МЦО, снаряженная ТЭНом, дает более мощный инициирующий детонационный импульс основному заряду БВВ, чем азид свинца.

Таблица 1

Результаты сравнительных испытаний ЭД

Параметр	Тип ЭД					Требования ГОСТ [11] к ЭД
	ЭД -М-ПБ с МЦО без фаски	ЭД-М-ПБ с МЦО, имеющей фаску		Азидный ЭД		
Число опытов	15	1 5	1 5	5	5	-
Основной заряд БВВ, г	Гексоген, 0,5	Гексоген, 0,5	Тротил, 0,5	Гексоген, 0,5	Тротил, 0,5	Гексоген, 1
d , мм	13, 2	1 4,2	1 0,1	1 2,4	8 ,3	$\geq 7,2$

Диаметр пробития пластины ЭД-М-ПБ с МЦО, имеющей фаску, составил 14,2 мм, что превосходит диаметр пробития пластины ЭД-М-ПБ с МЦО без фаски (см. табл.1).

В целом, ЭД-М-ПБ с МЦО, имеющей фаску, или с МЦО без фаски, как и азидный ЭД, превосходит требования ГОСТ [11], несмотря на то, что основной заряд БВВ в наших опытах был вдвое меньше. Отметим, что показатель ГОСТ [11] по пробитию свинцовой пластины рассчитан на возможность применения в ЭД значительно менее эффективного, чем азид свинца, ИВВ – гремучей ртути [5, с. 48, 52; 12, с.670].

Конструкция ЭД-М-ПБ с МЦО, имеющей фаску, защищена патентом на полезную модель [13].

3. Выводы

Экспериментально показано, что по эффективности действия ЭД-М-ПБ превосходят промышленные азидо-гексогеновые ЭД. Показано, что введение внутренней фаски на торце МЦО со стороны основного заряда повышает эффективность действия ЭД-М-ПБ.

Библиографический список:

1. Кожевников Е.А., Гидаспов А.А., Постнов С.И., Рекшинский В.А. Капсюли-детонаторы повышенной безопасности. Труды X Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона». Новосибирск, 2009. С. 166-167.
2. Кожевников Е.А., Гидаспов А.А., Постнов С.И., Рекшинский В.А. Расчет внутреннего диаметра промежуточной оболочки капсюля-детонатора повышенной безопасности. Труды XI Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона».- Новосибирск: НГТУ, 2010. С. 276-278.
3. Кожевников Е.А., Гидаспов А.А., Постнов С.И., Рекшинский В.А., Юртаев Е.В. Изучение надежности действия капсюля-детонатора повышенной безопасности. Труды XII Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона».-Новосибирск: НГТУ, 2011.- с.280-283.
4. Кожевников Е.А., Гидаспов А.А., Постнов С.И., Рекшинский В.А., Качкин А.Г. Эффективность действия электродетонатора повышенной безопасности при его снаряжении различными БВВ. Труды XIV Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона», НГТУ, Новосибирск, 2013. С. 253-255.
5. Щукин Ю.Г., Лютиков Г.Г., Поздняков З.Г. Средства инициирования промышленных взрывчатых веществ: Учеб. для техникумов. М.: Недра. 1996.-155 с.
6. Патент RU 2413166 С1, Российская Федерация, МПК F42В3/10. Капсюль-детонатор на основе бризантного взрывчатого вещества/ Постнов С.И., Рекшинский В.А., Гидаспов А.А., Кожевников Е.А., Трохин О.В.; опубл. 27.02.2011. Бюл. №6.
7. Кожевников Е.А., Гидаспов А.А., Постнов С.И., Рекшинский В.А. Разработка электродетонатора мгновенного действия для взрывных работ в нефтегазовой промышленности. 2. Повышение эффективности действия и безопасности конструкции. Вестник СамГТУ – Технические науки. – 2013. №4 (40). С. 186-192.
8. Пепекин В.И., Махов М.Н., Лебедев Ю.А. Теплоты взрывчатого разложения индивидуальных ВВ. Доклады АН СССР, 1977, т.232, №4. С. 852-855.
9. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. –Изд. 3-е, переработанное. – В 2 т. Т.1. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2002, 832 с.
10. Беляев А.Ф., Боболев В.К., Коротков А.Т., Сулимов А.А., Чуйко С.В. Переход горения конденсированных систем во взрыв. М.: Наука, 1973. – 292 с.
11. ГОСТ 9089-75. Электродетонаторы мгновенного действия. Технические требования. Технические условия.- Введ. 1978–01–01. – М.. Изд-во стандартов, 1975. – 40с.
12. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П., Чельшев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. М.: «Наука».-1975.-704 с.

13. Патент на полезную модель РФ № 142133. Непервичный капсуль-детонатор/ Пойлов В.В., Лаптев Н.И., Постнов С.И., Гидаспов А.А., Кожевников Е.А.; опубл. 20.06.2014, бюл.№17.

THE IMPROVEMENT OF METAL CYLINDRICAL CONFINEMENT OF HIGH-SAFETY ELECTRIC BLASTING CAP

Kozhevnikov Evgeniy Alexandrovich, Assistant, e-mail evil_chemist@mail.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Gidaspov Alexander Alexandrovich, D.Sc. (Chemical), Professor, e-mail

xtoca@samgtu.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Postnov Stanislav Ivanovich, Ph.D (Engineering), Senior researcher, e-mail

xtoca@samgtu.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Yanzin Semen Alexandrovich, Engineer, e-mail xtoca@samgtu.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Abstract: The inner facet was offered to the metal cylindrical confinement (MCC) of the non-primary explosive instant-action high-safety electric blasting cap (BC-I-HS). It was shown that the application of the MCC with facet can improve the operation efficiency of the BC-I-HS.

Keywords: high-safety electric blasting cap; metallic cylindrical confinement; facet; operation efficiency.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСКОЛОЧНОГО ПОЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СКОРОСТИ ГОТОВЫХ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПРИ ПОДРЫВЕ БОЕПРИПАСА**

*Кондратенко Павел Константинович, аспирант; Попов Александр
Геннадьевич, аспирант; Нурмухаметов Андрей Тагирович, к.т.н.;
Тараканов Андрей Михайлович, к.т.н.; Ганигин Сергей Юрьевич, к.т.н.*

Самарский государственный технический университет,
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Кондратенко П.К., email kondr_pk@mail.ru

Попов А.Г., email popov-scorpio@yandex.ru

Нурмухаметов А.Т., email FasteX2@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: кафедра «Технология твердых химических
веществ», Самарский государственный технический университет, 443100,
Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 (Главный корпус)

Аннотация: Изучено осколочное действие боеприпасов с готовыми поражающими элементами, снаряжаемых прокатными элементами с мощным ВВ. Проведены компьютерное моделирование и натурные испытания макетов, сравнительный анализ результатов.

Ключевые слова: БОЕПРИПАСЫ, ГОТОВЫЕ ПОРАЖАЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ПРОКАТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАЗЛЕТ ОСКОЛКОВ

Повышение эффективности осколочно-фугасных боеприпасов в основном зависит от мощности используемого взрывчатого вещества. Страны НАТО усиленно внедряют новые взрывчатые вещества, являющиеся более мощными, но дорогими и не технологичными при снаряжении механическими методами, которые используются в отечественной снаряжательной промышленности. Таким образом, актуальной является задача по разработке новых конструкций боеприпасов, способных повысить эффективность действия, без применения дорогостоящих взрывчатых материалов.

В работах [1,2] показана возможность применения комбинированных зарядов для осколочно-фугасных боеприпасов с различными по скорости детонации ВВ, позволяющая повысить эффективность действия боеприпаса, используя при этом штатные энергонасыщенные материалы. Однако, препятствием для серийного снаряжения такими комбинированными зарядами является очко под взрыватель и бутылочная конструкция зарядной камеры боеприпаса.

В Самарском государственном техническом университете предлагается использовать конструкцию боеприпаса (см. рис. 1), состоящего из

алюминиевого корпуса (1) с цилиндрической камерой для снаряжения, привинтного дна (2), разрывного заряда из профильно-прокатных элементов (3), полимерного связующего (4) с блоком готовых поражающих элементов (5).

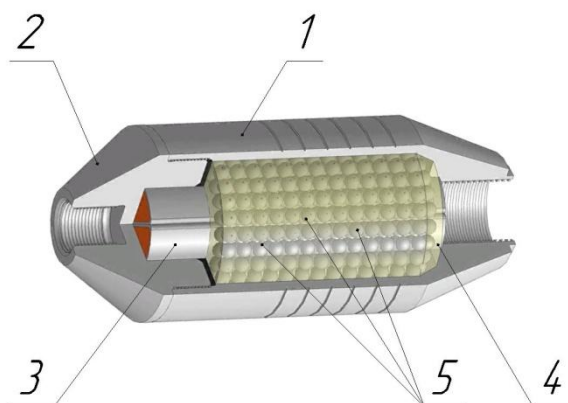


Рис. 1. Схема боеприпаса предлагаемой конструкции:
1 – корпус; 2 – винтовое дно; 3 – разрывной заряд из профильных прокатных элементов;
4 – полимерное связующее; 5 – ГПЭ.

Одна из важнейших характеристик действия осколочных боеприпасов является начальная скорость осколков, которая определяется как теоретически на стадии отработки конструкции, так и экспериментально при проведении полигонных испытаний. Теоретические оценки начальной скорости осколков сводятся к определению максимальной скорости оболочки осколочного боеприпаса, разгоняемой продуктами детонации [3].

С целью изучения разлета осколков было выполнено математическое моделирование, в котором использовался сектор цилиндрического участка разрывного заряда, содержащего: профильно-прокатный элемент, снаряженный гексогенсодержащим ВВ; блок готовых поражающих элементов, сферической формы диаметром 7 мм и массой 1,25 г; алюминиевый корпус. Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

Результаты моделирования показывают, что поражающие элементы сферической формы в момент разлета двигаются в виде осколочного поля с локальными сгущениями-разряжениями, и имеют скорость в диапазоне (470...800) м/с, при этом элементы алюминиевого корпуса имеют скорость более 1000 м/с.

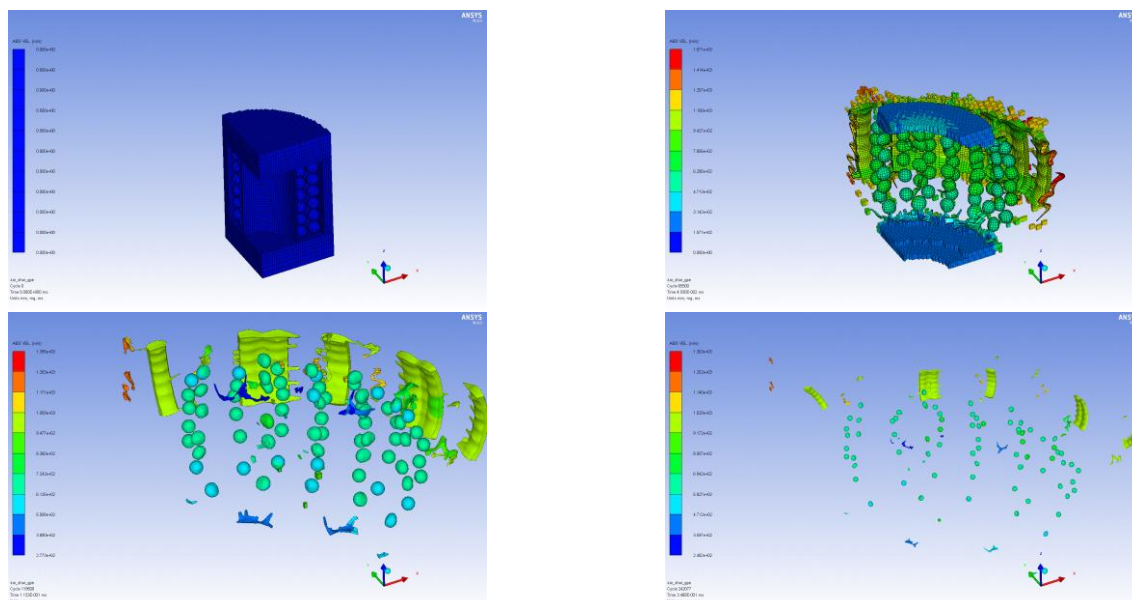


Рис. 2. Результаты моделирования процесса разлета осколков заряда с ГПЭ

Для экспериментального определения скоростей разлета осколков использовалась методика видеофиксации моментов соударения осколков с щитовой мишенью, располагаемой на заданном расстоянии от испытуемого изделия. Полученные результаты измерения скоростей представлены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1

Результаты измерения скоростей разлета осколков

Соударение со щитом	Скорость, м/с		
	Эксперимент 1	Эксперимент 2	Эксперимент 3
осколок 1	629,921	927,536	1493,333
осколок 2	488,550	888,889	1429,787
осколок 3	481,928	831,169	594,690
осколок 4	476,190	831,169	550,820
осколок 5	343,348	603,774	457,143
осколок 6	-	537,815	417,391
осколок 7	-	492,308	-
осколок 8	-	418,301	-
осколок 9	-	374,269	-
Средняя	483,987	656,137	823,861

Как видно из полученных данных средняя скорость осколков в экспериментах колеблется в пределах (480...820) м/с, что говорит о взаимной сходимости результатов натуральных испытаний с математическим моделированием (погрешность экспериментов не превышает 3 %).

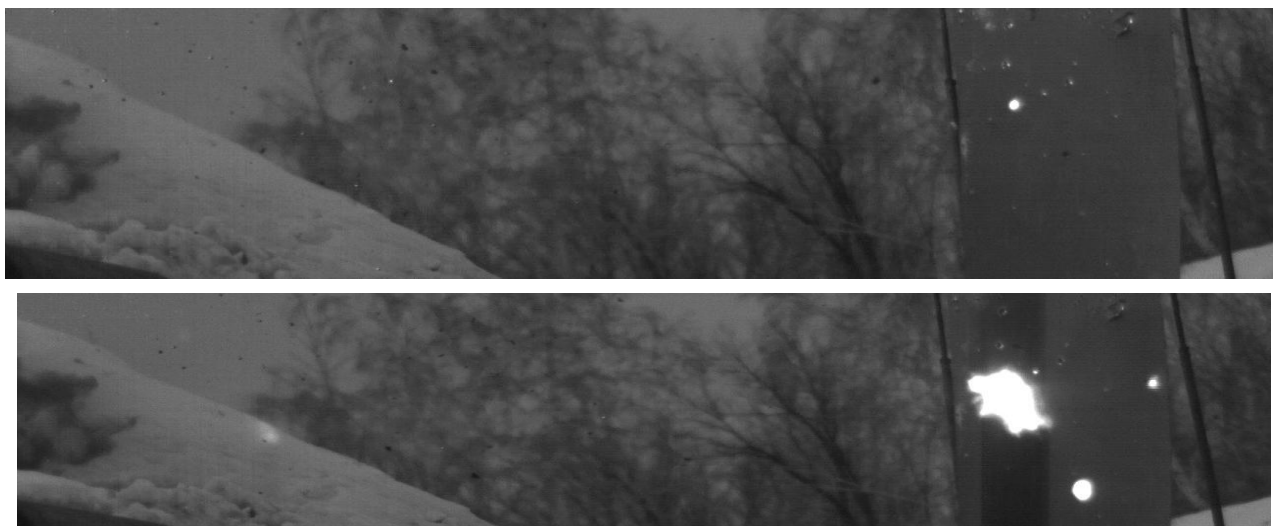


Рис. 3. Кадры скоростной видеофиксации процесса соударения осколков со щитом

Библиографически список:

1. Пат. 2235965 Российская Федерация, МПК F 42 В 3/00. Заряд [Текст] / Калашников В.В., Вологин М.Ф., Лаптев Н.И., Большаков В.М., Деморецкий Д.А., Мурзин А.Ю., Керов А.В., Ненашев М.В., Липченко Н.Ю.; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский институт проблем конверсии и высоких технологий СамГТУ. - № 2002116915/02; заявл. 24.06.2002; опубл. 10.09.2004, Бюл. № 25;
2. Пат. 2252391 Российская Федерация, МПК F 42 В 12/20. Боеприпас [Текст] / Калашников В.В., Вологин М.Ф., Деморецкий Д.А., Мурзин А.Ю., Керов А.В., Ненашев М.В.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Самарский государственный технический университет. - № 2003130439/02; заявл. 14.10.2003; опубл. 20.05.2005, Бюл. № 14;
3. Бабкин А.В. Средства поражения и боеприпасы / А.В.Бабкин, В.А. Велданов, Е.Ф. Грязнов, Л.П. Орленко и др.; Под общ. ред. В.В. Селеванова. – М.: Изд-во МГТУ им Баумана, 2008. – 984 с.

MODELING THE FRAGMENTATION OF THE FIELD AND DETERMINING THE RATE OF READY DAMAGING ELEMENT AT BLASTING AMMUNITION

Kondratenko P., Ph.D. student, email kondr_pk@mail.ru; **Popov A.**, Ph.D. student, email popov-scorpio@yandex.ru; **Nurmukhametov A.**, Ph.D., email FasteX2@yandex.ru; **Tarakanov A.**, Ph.D.; **Ganigin S.**, Ph.D.
Samara State Technical University, 244, **Molodogvardeyskaya** str., Samara, Russia, 443100

Abstract: Splinter effect of prefabricated shrapnel ammunition and filled with cogging articles with high power explosives is investigated. The research includes computer simulation, natural tests of models and the comparative results analysis.

Keywords: AMMUNITION, PREFABRICATED SHRAPNEL, COGGING ARTICLES, EXPLOSIVES, SIMULATION, SHRAPNEL SPRAY

УДК 687

15 СЛОЕВ ВОЕННОГО ОБМУНДИРОВАНИЯ

Новичкова Екатерина Петровна, студентка; *Денисова Анастасия Антоновна*, студентка; *Тувышева Наталья Викторовна*; *Немкова Любовь Александровна*; *Губин Сергей Григорьевич*.

Бердский политехнический колледж, 633004 Россия, Новосибирская область, г. Бердск, ул. Островского, 97, тел: (383-41) 5-15-60,

Новичкова Е.П., E-mail: novichkova-2017@inbox.ru

Денисова А.А., E-mail: den1n@mail.ru

Тувышева Н. В., E-mail: natalia_tyvusheva@mail.ru

Немкова Л. А. E-mail: luba.nemkova@mail.ru

Губин С.Г. E-mail: ognewik61@mail.ru

Военная форма одежды подразделяется по категориям военнослужащих и видам формы одежды на парадную, повседневную и полевую, а каждая из этих видов формы по сезону - на летнюю и зимнюю. Современный комплект формы представляет собой многослойный костюм. В зависимости от погодных условий и личных вкусов военные имеют возможность лично подбирать комплекты одежды под себя. Плюс, отныне полевая форма является идентичной как для офицера, так и для рядового. А для районов Крайнего Севера разработан Арктический Костюм, изначально он создавался для эксплуатации в особо холодных условиях.

Ключевые слова: текстильные материалы, БТК групп, ВКБО (всесезонный комплект базового обмундирования), полиэстер, мембрана.

Хорошо подготовленная армия, мощный политический инструмент, позволяющий решать многие проблемы мирным путем. Еще самые древние цивилизации, такие как Шумер и древний Египет, считали обеспечение армии необходимым, так как именно она обеспечивает защиту государства. И в настоящее время военное обмундирование имеет немаловажное значение.

Военная форма одежды подразделяется по категориям военнослужащих и видам формы одежды на парадную, повседневную и полевую, а каждая из этих видов формы по сезону - на летнюю и зимнюю.

Основные требования, которые предъявляются к современному полевому военному обмундированию:

поддержание теплового баланса в различных температурных режимах;

защита от неблагоприятных погодных условий (дождь, ветер);

малый вес;

компактность;

функциональность, обеспечивающая эффективное влагоотведение, при различных уровнях физической активности;

камуфлирующие свойства;

долговечность;

эргономичность конструкции;

масло- и бензостойкость (для обуви);

устойчивость на скользких поверхностях (для обуви). [1]

В 2011 году в рамках объявленных реформ ВС РФ было принято решение переодеть солдат нашей армии в более удобную и высокотехнологичную форму. *Разработкой занималась питерская компания "БТК Групп".*

В декабре 2012 года образцы новой военной формы предоставили Минобороны.

Разработка полевой формы велась с применением лабораторной базы экспертных и научно-исследовательских институтов, а также с учетом передовых разработок армий ведущих государств мира.

Полное обмундирование состоит из 23 предметов одежды, включая 3 пары обуви. Новая форма состоит из восьми так называемых слоев, комбинируя которые военнослужащие смогут обеспечить себе оптимальный уровень комфорта и в межсезонье, и в зимний период в широком температурном диапазоне от +15°C до -40°C. Сочетание слоев может изменяться в зависимости от погодных условий, от климатического пояса, а также интенсивности физических нагрузок, которые испытывают на себе солдаты и офицеры. Разработанный комплект рассчитан на эксплуатацию в течение 3-5 лет. [2]

Универсальность структуры нового комплекта позволяет учесть индивидуальные особенности военнослужащих. Полевая форма является идентичной как для офицера, так и для рядового. [3]

Среди необычных свойств ВКБО есть и такое, которое в боевой ситуации

может спасти жизнь. Все камуфлированные ткани комплекта обладают свойством инфракрасной ремиссии: в темное время суток солдат будет замаскирован от приборов ночного видения противников.

Еще одно несомненное удобство – к верхним слоям формы не прикрепляются наглухо шевроны и знаки различия. Вместо них – площадки покрытые «липучкой». [4]

Летние базовые комплекты обмундирования, как правило, состоят из двух слоев: нижнего легкого белья и верхней формы, из лёгкой полусинтетической ткани, пропитанной водоотталкивающим составом.

Зимние базовые комплекты, могут включать в себя до 8-ми слоев, которые возможно взаимно заменять и дополнять для того, чтобы подобрать оптимальный вариант для существующих погодных условий.

Комплект обмундирования для использования при температуре выше +15°C

БЕЛЬЕ ОБЛЕГЧЕННОЕ КОРОТКОЕ



- Легкий трикотаж
- Надевается непосредственно на тело
- Пропускает воздух, обеспечивая воздухообмен
- Впитывает и отводит влагу
- Быстро высыхает
- 100% полиэстер

КОСТЮМ ЛЕТНИЙ ПОЛЕВОЙ



- Гигиеничен и комфортен в ежедневной носке
- Механический стрейч
- Легкая водоотталкивающая обработка
- Усилен в районе локтей, коленей и области сидения
- 65% хлопок, 35% полиэстер

Комплект обмундирования для использования при температуре от +15°C до -40°C

1 слой
БЕЛЬЕ НАТЕЛЬНОЕ ОБЛЕГЧЕННОЕ



- Легкий трикотаж
- Надевается непосредственно на тело
- Обеспечивает воздухообмен
- Впитывает и отводит влагу
- Быстро высыхает
- 100% полиэстер

2 слой
БЕЛЬЕ НАТЕЛЬНОЕ ФЛИСОВОЕ



- Ворсовая изнаночная сторона
- Можно надевать непосредственно на тело
- При сильном холоде надевается на 1 слой
- Обеспечивает воздухообмен
- Утепляющий слой
- Впитывает и отводит влагу
- 93% полиэстер, 7% спандекс

3 слой
КУРТКА ФЛИСОВАЯ



- Густой ворс с двух сторон
- Самостоятельная куртка в прохладную погоду
- Слой теплоизоляции
- Складывается в малый объем
- 100% полиэстер

4 слой
КУРТКА-ВЕТРОВКА



- Защищает от ветра, песка и капель воды
- Повышенная вентиляция и воздухообмен при высоких физических нагрузках
- Надевается с брюками 5-го слоя
- 98% полиамид, 2% эластан

5 слой
КОСТЮМ ДЕМИСЕЗОННЫЙ



- Основной полевой костюм для холодной погоды
- Отталкивает воду, защищает от ветра
- Быстро сохнет
- Высокая паропроницаемость
- 99% полиамид, 1% эластан

6 слой
КОСТЮМ ВЕТРОВЕДОЗАЩИТНЫЙ



- Костюм из дышащей ткани с ветро- и водонепроницаемой мембраной
- Проклеенные швы
- Защита от проливного дождя
- Усилен в области локтей, колен и сидения
- 100% полиамид с мембраной ПТФЭ

7 слой
ЖИЛЕТ УТЕПЛЕННЫЙ



- Теплоизоляция, ветронепроницаемость и влагозащита
- Слой утепления
- Надевается с костюмом 5-го слоя
- Легкий, компактный, из дышащей ткани
- 100% полиамид с мембраной ПТФЭ

8 слой
КОСТЮМ УТЕПЛЕННЫЙ



- Утепленный костюм для экстремально холодной погоды
- Ткань верха отталкивает влагу, защищает от снега, ветра
- Утеплитель не впитывает влагу
- Упаковывается в компрессионный мешок
- 100% полиамид

Защита головы
ШЛЕМ-МАСКА (БАЛАКЛАВА)



- Для защиты головы в холодную погоду
- Трансформируется в шапку
- Состав: 70% шерсть, 30% полиамид

ШАПКА УТЕПЛЕННАЯ



- Для ношения с утепленным костюмом
- Эргономичная конструкция
- Функциональные

А для районов Крайнего Севера разработан Арктический Костюм.

Комплект состоит из 13 предметов:

1. Белье нательное (влагоотводящее)
2. Белье специальное (флисовое)
3. Шлем-маска защитная
4. Шапка зимняя
5. Костюм зимний (куртка, полукомбинезон и жилет)
6. Костюм утепленный (куртка и брюки)
7. Перчатки специальные утепленные
8. Рукавицы
9. Сапоги для военнослужащих
10. Фуражка летняя для военнослужащих
11. Костюм летний (куртка и брюки)
12. Футболка
13. Сумка багажная для хранения и переноски комплекта вещевого имущества.

Арктический комплект изначально создавался для эксплуатации в особо холодных условиях (низкая температура -50°C , -60°C и сильный ветер и снег) и

имеет специальные конструктивные решения, такие например, как:

- очень высокий воротник анатомической формы у куртки;
- специальный капюшон, увеличенного объема, который можно регулировать в 3-х направлениях, в лицевой части капюшона вставлена проволока, позволяющая моделировать величину выреза капюшона и фиксировать его (защита от ветра и снега);
- в нижней части спинки куртки расположен карман, в который вставлена подложка из пенополиуретана;
- по низу куртки вшит специальный клапан, который застегивается между ног и не дает задувать ветру;
- на куртке и брюках на подкладке настроены специальные ветрозащитные юбки;
- по низу рукавов используются специальные теплые манжеты и дополнительные затяжки, для предотвращения попадания холода внутрь;
- флисовый утепленный костюм имеет высокий воротник куртки, регулирующийся по верхнему краю и очень широкий пояс брюк, что дополнительно утепляет спину;
- теплое флисовое белье имеет высокий воротник, обеспечивающий дополнительную теплозащиту и комфорт;
- защитная маска имеет специальный теплообменный элемент, позволяющий свободно дышать в условиях низких температур;
- перчатки имеют специальное отверстие для большого пальца, что дает возможность пользоваться оружием (нажать на курок) не снимая перчаток;
- куртка зимнего костюма имеет дополнительный съемный утеплитель, который можно использовать дополнительно как жилет отдельно от куртки;
- брюки костюма зимнего изготавливаются в виде полукombineзона, что дополнительно утепляет спину;
- сапоги облегченные, с высокими широкими голенищами, специальная морозостойкая подошва с защитой от скольжения, кулиска по верху голенища предотвращает попадание снега внутрь, уникальный теплый пакет материалов с мембраной (до -60°C). [3]

До недавнего времени еще ни одно предприятие легкой промышленности в нашей стране не выпускало столь высокотехнологичной одежды для российской армии. Для производства нового комплекта формы используются лишь самые современные и технологичные материалы. Для верхней одежды - стойкая, водоотталкивающая обработка поверхности изделий, обработка ткани силиконом. Такое решение обеспечивает сохранность тепла за счет хорошей паропроницаемости, а также за счет небольшого коэффициента поглощения влаги.

Помимо этого широко использовалось ламинирование ткани мембраной. Мембрана – это специальная тонкая перфорированная пленка, которая обладает микропорами, которые по своим размерам в 20 тысяч раз меньше, чем капля воды, и в 700 раз больше молекулы пара. Благодаря такой мембране испарения очень легко выходят наружу, в то время как капли воды не в состоянии

пробраться под одежду военнослужащего. Ткани для ВКПО изготавливаются в России, в городе Шахты Ростовской области.

В заключении можно сказать, что солдаты защищают нашу Родину, а самих солдат защищает военная форма.

Библиографический список:

1. <http://topwar.ru/33224-vsezeonnyy-komplekt-bazovogo-obmundirovaniya-vkbo-zapuschen-v-proizvodstvo.html>
2. <http://ria.ru/interview/20130118/918585787.html>
3. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 22 июня 2015 №300.
4. Журнал «Популярная механика октябрь 2015»

15 LAYERS OF MILITARY REGIMENTALS

Novichkova Ekaterina Petrovna, student; *Denisova Anastasia Antonovna*, student; *Tuvysheva Natalya Viktorovna*; *Nemkova Lyubov Aleksandrovna*; **Gubin Sergey Grigoryevich.**

Berdskiy Politechnic College, 633004 Russia, Novosibirsk Region, Berdsk, Ostrovsky Str., 97, tel: (383-41) 5-15-60

Novichkova E.P., E-mail: novichkova-2017@inbox.ru

Denisova A.A., E-mail: den1n@mail.ru

Tuvysheva N. V., E-mail: natalia_tyvusheva@mail.ru

Nemkova L. A. E-mail: luba.nemkova@mail.ru

Gubin S.G. E-mail: ognewik61@mail.ru

The military uniform of clothes is subdivided on categories of the military personnel and types of a dress code on ceremonial, daily and field, and each of these types of a form on a season - on summer and winter. The modern set of a form represents a multilayered suit. Depending on weather conditions and personal tastes military have an opportunity to personally select clothes sets under themselves. Plus, from now on a field form is identical both for the officer, and for the private. And the Arctic Suit is developed for the region of the Far North, initially it was created for operation in especially cold conditions.

Keywords: textile materials, BTK of groups, AWSBR (all-weather set of basic regimentals), polyester, membrane.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ УКУПОРКИ ДЛЯ БОЕПРИПАСОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ.

Ольхова Тамара Ивановна, студентка; *Губин Сергей Григорьевич*

Бердский политехнический колледж
Россия, Новосибирская область, г. Бердск ул. Островского, 97,
тел. (383-41) 5-15-60,

Ольхова Т.И., E-mail tamaraolxova97@mail.ru

Губин С.Г., E-mail ognewik61@mail.ru

Рассматривается предложенная технология производства пластмассовой укупорки для боеприпасов к стрелковому оружию. Подробно рассматривается технология изготовления укупорки. Особое внимание уделено подбору компонентов наполнителя для придания укупорке низкой стоимости, высокой эффективности в обеспечении длительного времени действия как в жестких, так и в мягких композициях, обеспечивает хорошую повышенную термостойкость, ударопрочность и водостойкость, стабильность механических свойств при низких температурах.

Ключевые слова: укупорка, прессование, модификатор, пресс-форма, смесь, боеприпасы, термостойкость, ударопрочность.

Процессе жизнедеятельности боеприпасы проходят много процессов. Одним из них является укупорка боеприпасов для хранения и транспортировки. В настоящее время все заводы используют для укупорки в основном дерево (ящики), металл, картон и бумагу. Эти элементы значительно удорожают выпускаемую продукцию.

Нами предлагается удешевление конечного продукта, путем изменения укупорки. Т.е. изготавливать её не из металла, а из термо и ударопрочных пластмасс. По характеристикам данные материалы не уступают металлу, а по некоторым превосходят его.

В данной статье мы рассматриваем технологию прессования укупорки для боеприпасов стрелкового оружия из пластмасс.

Технологический процесс изготовления укупорки подразделяется:

- Подбор материала и изготовление смеси.
- Изготовление пресс-форм.
- Производство продукции.
- Складирование и хранение готовой продукции.

1. Подбор материала и изготовление смеси.

В процессе проведения исследования были подобраны следующие компоненты смеси: (см. рис. 1)

Преимущества выбранных компонентов:

ПВХ - Благодаря высокому содержанию хлора ($\approx 56\%$), ПВХ не воспламеняется и практически не горит, стоек к окислению

Асбестовое волокно(Хризотил) – выступает в качестве наполнителя и имеет весьма высокую температуру плавления (15210°C), щелочеустойчив, отличается высокими сорбционными, тепло-, звуко- и электроизоляционными свойствами,



Рис. 1 диаграмма соотношения компонентов в смеси.

Трехосновной сульфат свинца - низкой стоимостью, высокой эффективностью в обеспечении длительного времени действия как в жестких, так и в мягких композициях, обеспечивает хорошую термо-, свето- и водостойкость. Является одним из наиболее подходящих стабилизаторов для изделий, эксплуатируемых при низких температурах.

Двухосновный фосфит свинца - высокоэффективный свинцовый стабилизатор, приводящий к увеличению срока эксплуатации изделий, способствующий повышению свето- и термостойкости.

Хлорированный полиэтилен - Хлорированный полиэтилен является модификатором ударпрочности первого поколения. Данный продукт придает изделию жесткость и высокую степень ударпрочности. Дополнительным свойством является стабильность механических свойств при низких температурах. [1]

Технологическая схема производства готовой смеси для изготовления укупорки.

Особенности технологических процессов изготовления полимерных материалов зависят от их состава и назначения.

В основном производство складывается из подготовки (включает сушку, помол, перемешивание), в некоторых случаях – подготовку полуфабрикатов (пресс-порошков, таблеток, дозировки и приготовления полимерных композиций, которые затем перерабатываются в изделия и обеспечивается стабилизация их физико-механических свойств, размеров и формы. [2]

Работающий под давлением реактор 1 объемом 20 - 40м³, оснащенный мешалкой и рубашкой для обогрева и охлаждения реакционной смеси, подают определенные количества деионизированной воды из емкости 2, раствора стабилизаторов в соотношении 1:1 (трехосновной сульфат свинца и двухосновной фосфит свинца) из емкости 3 (через фильтр 4) и асбестовые волокна (размер 2-3 мм) из мерника 5. Затем в реактор из сборника 6 добавляют гранулы готового ПВХ и перемешивают. После загрузки компонентов в реактор в рубашку реактора подают горячую воду для нагрева реакционной смеси до температуры плавления ПВХ с продолжением перемешивания до однородного состояния. Суспензию образовавшейся смеси передают в сборник - усреднитель 7, в котором ее смешивают с другими партиями, охлаждают и сливают в центрифугу непрерывного действия 8 для отделения полимера от водной фазы и промывки смеси водой. Промывные воды поступают в систему очистки сточных вод. [3]

Порошок с влажностью 25 - 35% подается в сушилку 9, где его сушат горячим воздухом при 80 - 120°С до содержания влаги 0,3 - 0,5%. Затем порошок сжатым воздухом передают в бункер 10, а из него в узел рассева 11. Полученный порошок смеси поступает для дальнейшего формования, а непросеянная крупная фракция поступает на дополнительный размол. (схема производства показана на рисунке 2) [4]

Для дальнейшего изготовления укупорки используем метод литья под давлением.

Литье пластмасс под давлением является одним из самых эффективных и широко используемых методов литья пластмассы.

Главный принцип литья пластмасс под давлением - это преобразование пластмассы до вязкотекучей консистенции, позволяющей легко заполнять необходимую форму, и протекать по каналам литьевого оборудования. Заполнение заранее определенной формы происходит при впрыске или обычном перемещении расплавленной горячей массы пластмассы, где принимает определенную конфигурацию и становится твердой. Для изготовления разных видов изделий применяются различные виды пластмасс, режимы литья и формы, которые регулируются и легко меняются. Что позволяет получать желаемые изделия различные не только по форме, но и по их свойствам. [5]

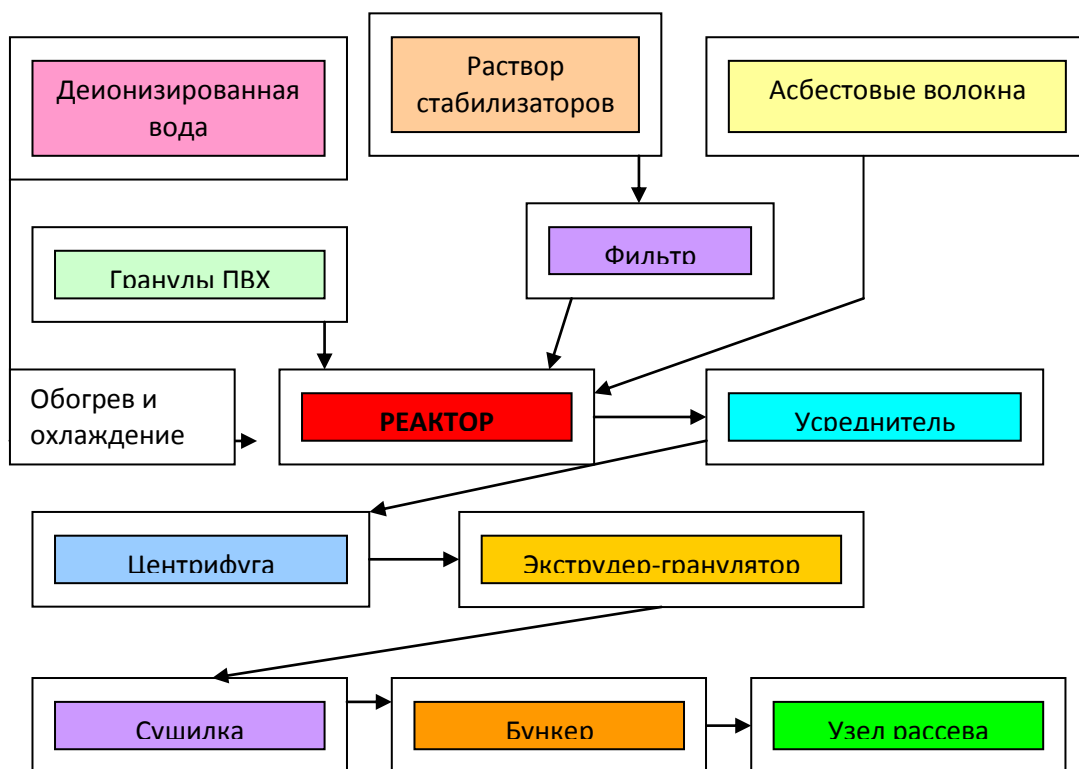


Рис. 2 Технологическая схема производства готовой смеси для изготовления укупорки

Современные технологии литья позволяют производить продукцию из пластмасс самой различной толщины, которая, как правило, составляет 3-6 мм. Процесс литья под давлением происходит под разным уровнем давления, наиболее часто изготовление деталей происходит при 80-140 МПа. Применение сверхвысокого давления может быть обусловлено изготовлением продукции с высокими прочностными характеристиками. Также сверхвысокое давление способствует наиболее точной передаче размеров деталей изделия. Выбор необходимого уровня давления зависит от следующих факторов: степень вязкости и расплавленность пластмассы, пресс-формы, желаемого результата и других.

Основными технологическими параметрами процессов литья под давлением являются температура расплава T_p , температура формы T_f , давление литья P_l , давление в форме P_f , время выдержки под давлением $t_{впл}$, время охлаждения $t_{охл}$ или время отверждения в форме $t_{отв}$ для термореактивных материалов. Литьем под давлением перерабатываются как термопластичные, так и термореактивные материалы, но при этом тип материала определяет специфику физико-химических процессов, сопровождающих нагревание и перевод в твердое состояние этих видов пластмасс. Технологическая схема процесса приведена на рис 3. Анализ процесса литья под давлением может быть проведен по следующим составляющим: перевод материала в вязкопластичное состояние —> подача его в зону дозирования —> накопление расплава —> течение расплава в системе «сопло—форма» —> течение расплава в каналах формы и формирующей полости —> формирование структуры изделия.

Пресс-формы в точности соответствуют тому изделию, которое необходимо получить. Получение изделия путем литья пластмасс под давлением невозможно без применения пресс-формы. Процесс производства

пресс-формы достаточно долгий, сложный и дорогостоящий. Обусловлено это уникальностью каждой отдельной пресс-формы, высоким качеством обработки поверхностей в форме и повторением сложной геометрии изготавливаемого изделия. [5]

Вывод: Данная технология позволяет полностью изменить технологию изготовления укупорки для боеприпасов к стрелковому оружию и значительно удешевить её производство.

Библиографический список:

1. Завистовски Х., Френклер Д. Конструирование литевых форм для переработки термопластов, СПб.: Научные основы и технологии, 2000.: 261 с.
2. Калинин Э.Л., Саковцева М.Б. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий: Справочное пособие. Л.: Химия, 1987.: 416 с.
3. Кацнельсон М.Ю., Балаев Г.А. Пластические массы: Свойства и применение: Справочник. —3-е изд., перераб. - Л.: Химия, 1978.: 384 с.
4. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы. СПб.: Научные основы и технологии, 2009.: 660 с.
5. Видгоф Н.Б. Основы конструирования литевых форм для термопластов. М.: Машиностроение, 1979.: 261 с.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PRESSING SEALING FOR SMALL ARMS AMMUNITION

Olkhova Tamara Ivanovna, a student; ***Gubin Sergey Grigoryevich***
Berdskiy Politechnic College, 633004 Russia, Novosibirsk Region, Berdsk,
Ostrovsky Str., 97, tel: (383-41) 5-15-60,
Olkhova T.I. E-mail: tamaraolkhova97@mail.ru
Gubin S.G. E-mail: ognewik61@mail.ru

The offered technology of producing the plastic packing for ammunition for small arms is considered. The packing manufacturing techniques are considered in the details. The special attention is paid to selection of the components of a filler for giving to packing low cost, high efficiency in providing a long time of action both in rigid and soft compositions, provides the good increased thermal stability, crash-worthiness and water resistance.

Keywords: stability of mechanical properties at low temperatures, pressing, modifier, compression mold, mix, ammunition, thermal stability, crash-worthiness.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЗРЫВНОМ НАГРУЖЕНИИ

Орлов Максим Юрьевич, старший научный сотрудник, Богомолов Геннадий Николаевич, научный сотрудник

¹НИ Томский государственный университет, 634057, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, корп.10

Орлов М.Ю., e-mail: orloff_m@mail.ru

Богомолов Г.Н., e-mail: bogomol@mail2000.ru

Адрес для корреспонденции: Орлов Максим Юрьевич, Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634057, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36 корп.10

Аннотация

В работе исследовано поведение природного известняка при взрывном нагружении. Предпринята попытка изучить морфологию его разрушения при подрыве взрывной смеси, компонентами которой являются штатные отечественные ВВ. Результаты натурных экспериментов получены в виде фото и видео.

Ключевые слова

Известняк, взрыв, взрывчатое вещество, кратер, разрушение, фрагментация

1. Введение

Актуальность исследований взрывного нагружения природных материалов в настоящее время не вызывает сомнений. В НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета более 25 лет ведутся ПНИР, объектами исследования которых являются различные материалы. По инициативе авторов организована мобильная лаборатория «Взрывнонагружение природных материалов», основная цель которой является экспресс-анализ процесса динамического разрушения. При проведении натурных экспериментов объектами исследования выступали различные ледяные покровы. Цель настоящей работы – это исследование природного известняка при подрыве ВВ. Известняк относится к горным породам и является широко распространенным природным материалом. Постоянные партнеры лаборатории – ООО «КузбассСпецВзрыв» и МЧС РФ.

2. Мобильная лаборатория «Взрывное разрушение природных материалов»

На сегодняшний день в арсенале мобильной лаборатории имеется современное измерительное оборудование, в том числе штангенциркуль, линейки и измерительные рулетки, лазерный цифровой ультразвуковой дальномер, строительные алюминиевые уровни и другие меры длины и принадлежности. Состояние объектов исследования после подрыва заряда ВВ фиксируется при помощи цифровой фотокамеры с высоким разрешением матрицы. Все участники экспедиции снабжены индивидуальными средствами защиты [1].

Руководящей идеей мобильной лаборатории является углубление знаний о поведении природных материалов при динамических нагрузках. Другими словами, разрабатывается оригинальный инструмент исследований, который наряду с численным моделированием позволяет выявлять некоторые механизмы процесса разрушения. Наличие данной лаборатории расширяет исследовательские возможности коллектива. Результатами последних десяти экспедиций были: конкретные размеры диаметров и глубин взрывных майн и кратеров, диаметр разлета осколков от эпицентра взрыва, температура объектов исследования. Зафиксировано состояние кромки кратеров с различных ракурсов и определена его форма после взрыва. Безусловно, этого недостаточно для детального изучения процесса разрушения материалов при взрыве, но достаточно для проведения некоторых качественных тестов.

3. Постановка натурного эксперимента

Ниже представлены результаты натурного эксперимента по взрывному нагружению известняка. Эксперимент реализован на площади более 100 м², поверхность которой была практически гладкой. Объект исследования относится к крепким горным породам, поэтому бурение скважины осуществлено при помощи погружного пневмоударника. Проведенные геологоразведочные работы установили, что на глубине 10 метров находится вода в жидкой фазе.

На экспериментальной площадке подготавливались скважины различной глубины и одинакового диаметра (11 см). Предмет исследования не менялся - это состояния известняка после взрыва, а именно: диаметр и глубина взрывного кратера, разлет осколков под действием продуктов детонации (ПД) и прочее. В качестве ВВ использовалась смесь из гранулит ПС-2, Эмуласта АС-ФП и ПЖВ-20.

Излагаемые ниже результаты являются частью экспериментальных исследований по динамическому разрушению известняка ВВ трех типов. Вначале реализован эксперимент по подрыву известняка ВВ со следующими компонентами: гранулит ПС-2, Эмуласт АС-ФП и ПЖВ-20. Такое ВВ было названо взрывной смесью. Масса смеси варьировалась в зависимости от наличия воды в скважине. Масса Эмуласт АС-ФП варьировалась от 8 до 12 кг, а масса ПЖВ-20 от 0,3 до 0,6 кг. Масса Гранулит ПС-2 (смесь селитры и

минерального масла) оставалась постоянной и составляла 50 кг. В скважине данные компоненты располагались снизу вверх. Экспериментальным работам предшествовала относительная теплая погода, а в скважинах присутствовала вода, образованная в результате таяния снега. Глубина скважины была 400 см.

4. Результаты и обсуждение

Хронология эксперимента проиллюстрирована на рис.1. На рисунке 1а показаны компоненты взрывной смеси: 3 заряда Эмуласт АС-ФП и гранулит ПС-2. Фотография на рис.1б иллюстрирует одну из скважин после закладки ВВ. Видно, что взрывчатка полностью заполняет пространство скважины. Это является важным фактом для дальнейшего численного моделирования. Состояние экспериментальной площадки изображено на рисунке 1в,г. Фото на рис.1в сделано с возвышенности (не более 200 см). Гипотенуза треугольника указывает на места закладки ВВ. Видно, что площадка почти полностью покрыта пылью и мелкими осколками. При детальном осмотре были обнаружены осколки больших размеров (от 50 см и более).

Качественная оценка высоты разлета осколков составила до 50 метров. На рисунке 1г можно разглядеть очертания взрывного кратера, сформировавшегося между 5 и 6 лунками. При детальном осмотре места эксперимента выявил несколько кусков известняковой породы в поперечном размере около 150 см. В процессе взрыва незначительная часть известняка превратилась в «песок» и сохранила, свой первоначальный цвет.

На рисунке 1д изображен кратер. Кратер был построен на основе авторского видео, сделанное после взрыва. В разрезе он имел «стаканообразную» форму.

На дне кратера находились осколки различных размеров (схематически – круги и треугольники). Несколько выше находилась мелкодисперсная пыль с небольшими осколками известняка (схематически – черные квадраты, расположенные в шахматном порядке). Точную глубину измерить не удалось. Однако есть все основания полагать, что дно находится на уровне приблизительно 4 метров. Предпринята попытка измерения (качественно) диаметра взрывных кратеров. Установлено, что он изменялся от 120 до 170 см в зависимости от массы взрывчатки.

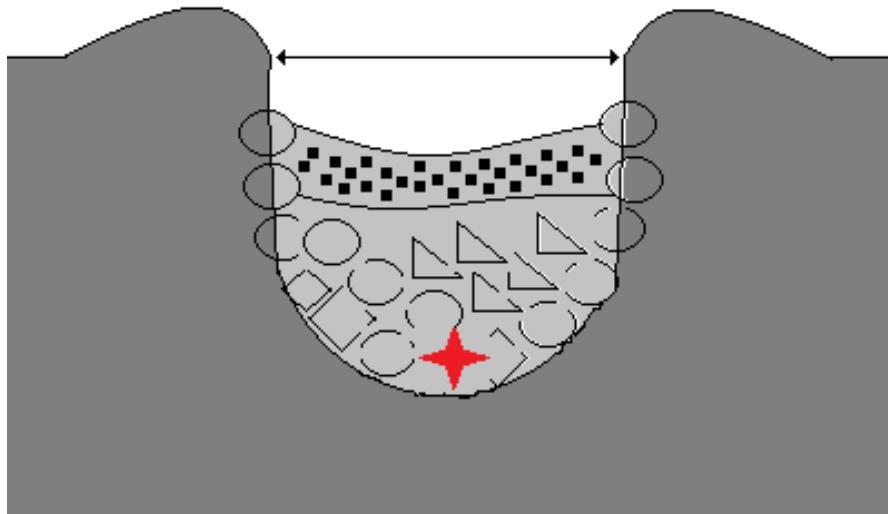


Рис. 3. Хронология эксперимента по подрыву известняка:
 1 – компоненты ВВ до закладки в скважину;
 2 – скважина 4 после закладки ВВ;
 3 – скважина 4 после подрыва ВВ; 4 – экспериментальная площадка после подрыва ВВ,
 5 – форма кратера;

5. Выводы

Экспериментально изучен процесс подрыва известнякового массива взрывной смесью. Получено, что после подрыва ВВ известняк разрушался на отдельные осколки. Некоторые осколки достигали размеров в поперечном сечении ~ 50 см. Предпринята попытка качественно оценить высоту разлета облака осколков и его диаметр. Глубину взрывных кратеров измерить не удалось. Вероятнее всего, глубина взрывного кратера была несколько больше, чем первоначальная глубина скважины. Для получения количественной оценки следует увеличить расстояние между скважинами и несколько уменьшить массу взрывчатого вещества. Последний факт формируют новые задачи исследования в рамках развиваемой темы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ 16-38-00515.

Библиографический список:

1. Орлов М.Ю. Исследование процесса взрывного нагружения льда эмульсионным ВВ. Итоги работы мобильной лаборатории «Взрывное разрушение природных материалов» // Наука. Промышленность. Оборона: Труды XVI Всероссийской научно-технической конференции. Коллектив авторов; под ред. К.А. Матвеева, Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2015. С. 608-610.
2. Russian scientists blow up ice to test their theories [Электронный ресурс] / Global Source for science news. –2016. – № 1. – Access mode:http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/nrts-rsb020316.php

STUDY OF NATURAL MATERIAL UNDER EXPLOSIVE LOADING

Orlov M.Yu. National Research Tomsk State University
Bogomolov G.N. National Research Tomsk State University

Abstract

We have investigated the behavior of the natural limestone under explosive loading. An attempt was made to study the morphology of the destruction of the limestone by blasting an explosive mixture, components of which are full-time domestic explosives. The results of field experiments obtained in the form of photos and videos.

Keywords: Limestone, explosion, explosive crater, destruction, fragmentation

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ САМОВЫТАСКИВАНИЯ БРМ – 1К

Поляков Максим Владимирович, курсант;

научный руководитель: Бояринцев Сергей Анатольевич

Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,
г. Новосибирск, ул. Иванова, 49

Адрес для корреспонденции: Поляков Максим Владимирович,
Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,
г. Новосибирск, ул. Иванова, 49, тел. 83833325045

В данной статье изложены предложения позволяющие подразделениям действующим в отрыве от основных сил вытаскивать застрявшую машину силами экипажа.

Ключевые слова: самовытаскивание, групповой комплект, ЗИП, БРМ – 1к.

В середине 60-х годов советскими конструкторами впервые в мире была разработана принципиально новая боевая машина пехоты - БМП-1. Эта относительно хорошо вооруженная машина с высокой проходимостью позволила значительно повысить ударную силу мотострелковых и танковых соединений Советской Армии. На ее базе в 1973 году была принята на вооружение боевая разведывательная машина – БРМ-1К «Коршун». Она позволила разведывательным подразделениям мотострелковых и танковых частей повысить свою мобильность, живучесть и качество разведывательной информации, добываемой ими.

Однако, несмотря на все плюсы, которые дает применение данного вида боевых машин, недостатком остается то, что они не обладают абсолютной проходимостью. При ведении разведки в глубине обороны противника разведывательные подразделения двигаются в стороне от дорог либо по бездорожью, для соблюдения скрытности, что при ведении боевых действий в болотистых местностях, либо в условиях осенней и весенней распутицы, дает предпосылки к возможным застреваниям. А в сочетании с большой глубиной удаления разведывательного органа от основных сил, и его автономности, застревание равносильно боевой потере машины, так как большое количество времени на организацию ее вытаскивания даже силами других машин разведывательного подразделения и демаскирующие признаки присущие данным действиям воспрепятствуют выполнению боевой задачи поставленной перед разведывательным подразделением. Таким образом, отсутствие в составе возимого комплекта ЗИП для БРМ-1К приспособлений, позволяющих силами экипажа организовать быстрое самовытаскивание застрявшей машины, делает

подразделения войсковой разведки уязвимыми и зависимыми от условий местности, погоды и времени года, что может повлиять на выполнение боевой задачи всего общевойскового соединения (части), от которого действует разведывательный орган.

Актуальность данной работы заключается в том, что групповые комплекты ЗИП для БРМ в недостаточной степени укомплектованы приспособлениями для самовытаскивания, что может послужить причиной не выполнения боевой задачи.

Для достижения цели предлагается использовать приспособление, которое прикрепляется к ведущим колесам, что позволяет, при увеличении тягового усилия, исключить необходимость разъединения гусеничных лент, уменьшит трудоемкость выполнения подготовительных работ и сократит время, необходимое для эвакуации застрявшей машины.

Предлагаемое приспособление состоит из крестовины и барабана, на который наматывается трос (рис 1).

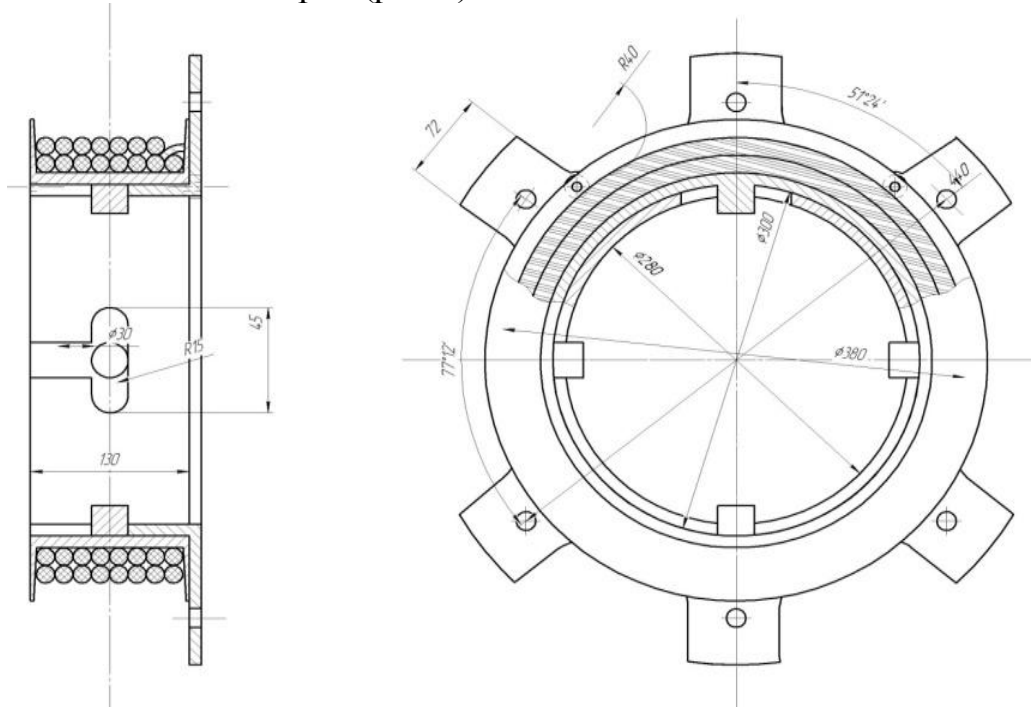


Рис 1.

Крестовина представляет собой цилиндрическую отливку с шестью спицами, толщиной 10мм, изготовленную из стали марки 45. Отверстия в спицах обеспечивают крепление основания к ведущему колесу, в местах крепления зубчатого венца. В цилиндрической части выполнены четыре диаметрально расположенные Т-образные проточки для соединения с пальцами барабана.

Барабан состоит из обода толщиной 10 мм, изготовленного из стали 45. К ободу приварены диски, выполняющие функцию ограничителя для троса во время работы приспособления, так же в них имеются отверстия для крепления приспособления в походном положении. С внутренней стороны обода барабана имеются цилиндрические выступы (пальцы), служащие для соединения с основанием. Т-образная прорезь позволяет фиксировать барабан

при установке приспособления как на левое, так и на правое ведущее колесо. Трос диаметром 15мм и длиной 20м закрепляется за выступ барабана и укладывается на барабане в два ряда.

Для установки приспособления необходимо вывернуть 6 болтов крепления венца и этими же болтами прикрепить основание приспособления к ведущему колесу. Барабан с тросом надеть на основание, введя пальцы в Т-образные прорези, и повернуть барабан против направления вращения колеса до упора пальцев в боковые стенки прорезей (рис 2).

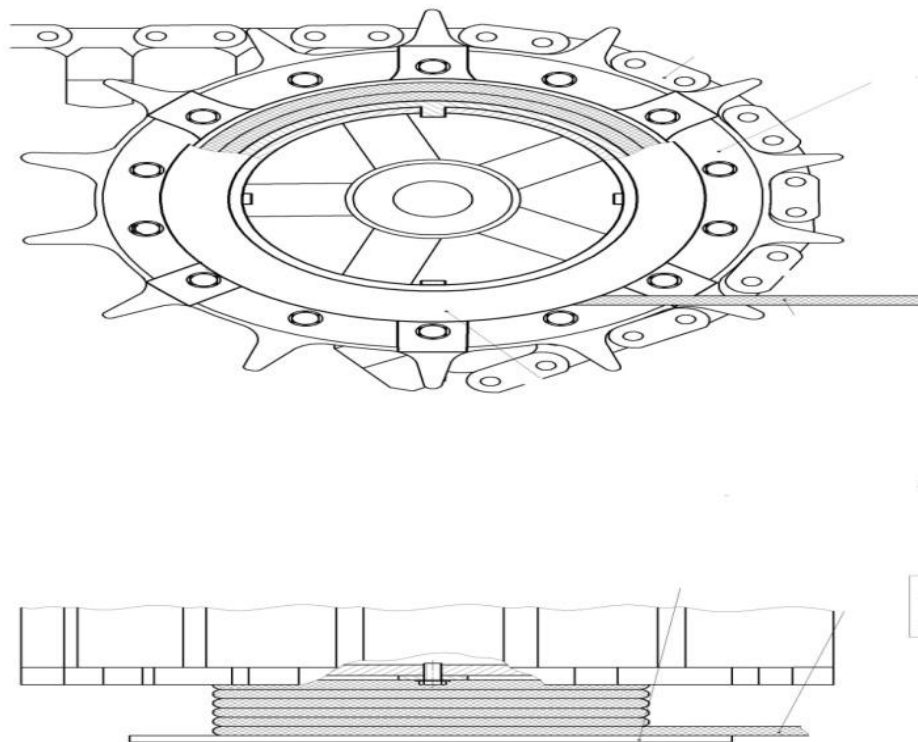


Рис 2.

Установив второе приспособление с противоположной стороны машины, размотать тросы, закрепить концы за неподвижный предмет (анкер) и включив 1-ю и замедленную передачу осуществить самовытаскивание машины.

Максимальное усилие, создаваемое на тросе барабана, составляет 10-12 т.с., что значительно выше необходимого для ликвидации легкого застревания и позволяет выполнять вытаскивание при среднем застревании.

Данное приспособление может быть включено в состав как индивидуального, так и группового комплекта ЗИП и применяться для эвакуации БМП и БРМ способом самовытаскивания до среднего застревания.

Для транспортировки приспособления, предусмотрено крепление его на штатное место запасного трака на кормовой двери БМП, в данном положении барабан необходимо присоединить к крестовине используя Т-образные прорези повернуть его против часовой стрелки и двумя болтами закрепить на месте крепления трака (рис 3).

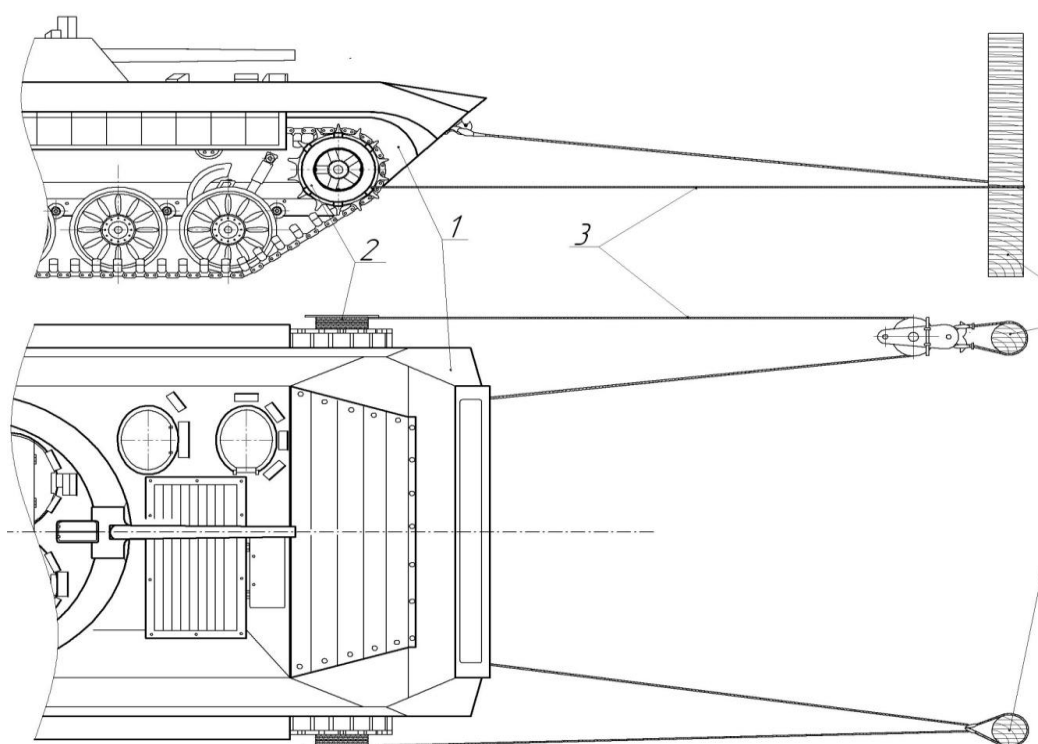


Рис 3.

Расчет барабана.

Мощный двигатель БМП позволяет развивать максимальный крутящий момент двигателя $M_{кр.дв.} = 100$ кгс м, передаточное число коробки передач боевой машины i на первой передач $i_1 = 5,25$, передаточное число бортовой передачи $i_{бп} = 5,5$, коэффициент полезного действия трансмиссии $\eta = 0,85$

Таким образом, крутящий момент на ведущем колесе $M_{кр.вк}$:

$$M_{кр.вк} = M_{кр.дв.} * i_1 * i_{бп} * \eta_{тр};$$

$$M_{кр.дв.} = 100 * 5,25 * 5,5 * 0,85 = 2454,4 \text{ кгс м};$$

При включении пониженной передачи $i_{пп} = 1,44$

$$M_{кр.вк} = M_{кр.дв.} * i_{пп};$$

$$M_{кр.вк} = 2454,4 * 1,44 = 3534 \text{ кгс м}.$$

Следовательно, максимальное усилие, создаваемое на ведущих колёсах

$$R_{вк} = M_{кр.дв.} / R_{вк};$$

$$R_{вк} = 3534 / 0,31 = 11400 \text{ кгс}.$$

Высчитываем максимальное усилие, создаваемое на барабане:

$$R_{бар} = M_{кр.вк} / R_{бар};$$

$$R_{бар} = 3534 / 0,25 = 17670 \text{ кгс}.$$

Барабаны выполняют литыми из чугуна (не ниже марки СЧ 15-32) или из стали (не ниже стали 25Л ШГр.) Вес барабана равен 16 кг.

Крестовины выполняют литыми из чугуна (не ниже марки СЧ 15-32) или из стали (не ниже стали 25Л ШГр.) Вес крестовины 15,8 кг.

Взят канат диаметром 15мм, разрывное усилие, которого составляет 15тонн. Расчетный вес троса длиной 20 метров равен 16,24 кг.

Общая масса изделия равна 48,04 кг.

Заключение

Таким образом, приспособление для самовытаскивания с использованием ведущего колеса без разъединения гусеничной ленты и включение его в возимый комплект ЗИП БРМ-1К повысит возможности по эвакуации, тем самым разгрузив штатные ремонтно-эвакуационные средства позволив им решать более важные и первоочередные задачи по своему предназначению.

Разрабатываемому приспособлению свойственны следующие преимущества:

- повышение живучести разведывательных органов путем повышения их мобильности в условиях труднопроходимой местности;
- возможность монтажа приспособления одним человеком;
- уменьшение трудоемкости (так как отпадает необходимость в разъединении гусеничной ленты);
- малые сроки подготовки приспособления к работе;
- возможность быстрой сборки и разборки приспособления;
- существенная экономия времени на устранение застревания;
- высокий КПД, возможность увеличить тяговые усилия при использовании блоков и полиспастов;
- простота конструкции (малое количество деталей).
- простота производства (производство деталей литьем и низкий уровень обработки поверхностей).

Исходя из того, что ходовая часть БПМ-1, БРМ-1К и БМП-2 одинаковы, так как все были созданы на основе БМП-1, такое приспособление будет являться универсальным, что позволит его применять не только в разведывательных подразделениях, но и в мотострелковых.

PERFECTION OF MEANS SELF-EXTRACTOR BRM-1

Polyakov M.V., Cadet

Supervisor **Boyarintsev S.A.**

Novosibirsk Higher Military Command School, 630117, Novosibirsk, str.
Ivanova, 49, phone (383)332-02-53, 332- 50-45.

This article sets out proposals allow entities operating in isolation from the main forces pull the jammed machine the crew.

Keywords: "Self-extracting, group kit, spare parts, BRM-1K"

БОЕПРИПАС С УДАРНЫМ ЯДРОМ

Иванов Родион Сергеевич, студент

Новосибирский государственный технический университет, 630079,
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-11-21,
Иванов Родион Сергеевич E-mail: Ivanov160793@mail.ru

Аннотация: В статье приводятся некоторые данные о кумулятивных боеприпасах в систематизированном виде, а также приведены полезные модели, разработанные авторами.

Ключевые слова: кумулятивный боеприпас, полезные модели, ударное ядро

Keywords: cumulative ammunition, utility models, strike core.

В настоящее время весьма актуален вопрос возможности поражения бронированной техники, оборудованной комплексом активной защиты. Одним из перспективных направлений является поражение бронетехники ударным ядром, которое образуется в процессе детонации из кумулятивной воронки чашеобразной формы.

Комплекс активной защиты представляет собой расположенные на танке или иной бронированной машине систему, которая при обнаружении приближающегося к танку противотанкового боеприпаса (ракеты ПТУР, гранаты РПГ и т. п.) ставит помехи (как электромагнитные, так и кинетические), уничтожающие, или, по меньшей мере, сильно ослабляющие действие атакующего боеприпаса. Применение систем активной защиты позволяет значительно (в 2—3 раза и более) повысить живучесть танков.

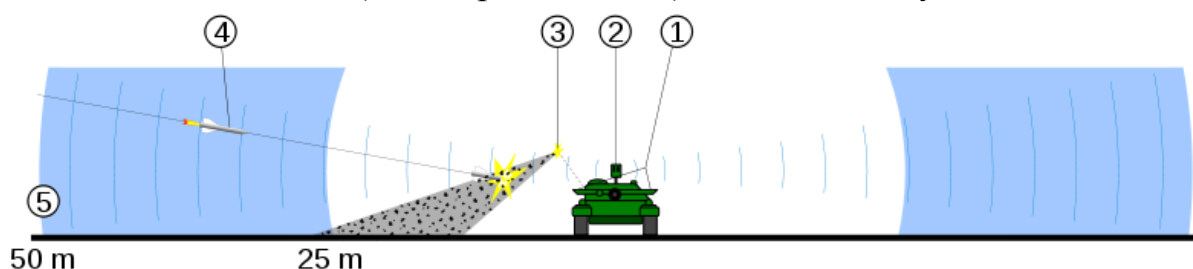


Рис. 1. Система активной защиты "Арена". 1 – Блок с отстреливаемыми зарядами, 2 - РЛС, 3 – Заряд, образующая поле осколков, 4 – Подлетающая ракета, 5 – дальность действия РЛС.

Принцип действия:

Система включает в свой состав РЛС (современные системы обнаружения пуска ракет, работающие в ультрафиолетовом диапазоне (именно в этом диапазоне хорошо различима работа реактивных двигателей). Система предупреждает экипаж о пуске, в его сторону может автоматически развернуться вооружение, и срабатывает автоматическая система постановки

завесы — перед ним выстреливается аэрозольное облако, позволяющее закрыть цель в инфракрасном и оптическом диапазоне.

В системе с отстреливаемыми защитными зарядами устройство, совмещённое с РЛС локального действия, даёт команду на отстрел специальных зарядов, которые при сближении со снарядом взрываются, формируя облако осколков, поражающих приближающийся боеприпас.

Ударное ядро — компактная металлическая форма, напоминающая пест, образующаяся в результате сжатия металлической облицовки кумулятивного заряда продуктами его детонации.

Принцип образования:

Ударное ядро образуется при взрыве любого кумулятивного заряда с металлической облицовкой, однако его масса и энергия зависят от угла раствора облицовки. Для образования полноценных ударных ядер применяют облицовки углом раствора свыше 100° либо сферической формы, при толщине облицовки значительно бóльшей, чем у кумулятивного заряда для действия кумулятивной струей.

Если в обычном кумулятивном заряде в пест обращается около 75 % массы облицовки, то в заряде с ударным ядром — до 95 %. В отличие от кумулятивной струи, сохраняющей относительную бронепробиваемость на длине в десятки первоначальных диаметров заряда, ударное ядро сохраняет свою скорость на расстоянии порядка тысячи первоначальных диаметров заряда.

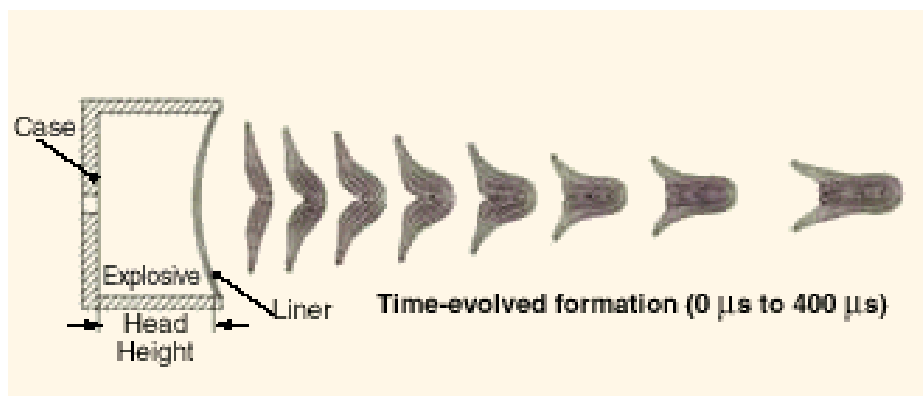


Рис. 2. Схема образования ударного ядра.

После обжатия (схлопывания облицовки) пест имеет диаметр примерно в четверть диаметра первоначального заряда и длину около одного диаметра (то есть имеет удлинённую форму). Скорость ударного ядра составляет около 2,5 км/с, (в отдельных конструкциях и 3,5-5,0 км/с, значительно превышая скорость БОПС). При этом бронепробиваемость ударного ядра сохраняется на расстояниях в десятки метров. Бронепробиваемость ударного ядра по стальной броне может достигать на этих дистанциях величин 0,4-0,6 от начального диаметра облицовки (около диаметра (калибра) кумулятивного заряда).

Согласно эмпирическим соотношениям, бронепробиваемость ударного ядра, определяемая толщиной стальной брони, составляет половину диаметра заряда для облицовки заряда из меди или железа, и полный диаметр заряда для танталовой облицовки. При этом бронепробитие типового кумулятивного заряда составляет не менее шести диаметров заряда.

Штатные кумулятивные снаряды не имеют возможности поразить цель с системой активной защиты, т.к. для их срабатывания необходимо касание взрывателя с целью, чтобы инициировать подрыв снаряда. Для решения этой задачи есть возможность модернизировать штатные реактивные гранаты или выстрелы к гранатомётам следующим образом:

В известном кумулятивном боеприпасе, содержащем корпус (1), токопроводящий конус (2), проводник (7), детонатор (4), основное взрывчатое вещество (5), кумулятивную воронку (3), линзу (8), установлен лазерный дальномер (9), соединённый со взрывателем (6), а указанная кумулятивная выемка выполнена в форме полусферы с увеличивающейся толщиной стенки от центра к краю.

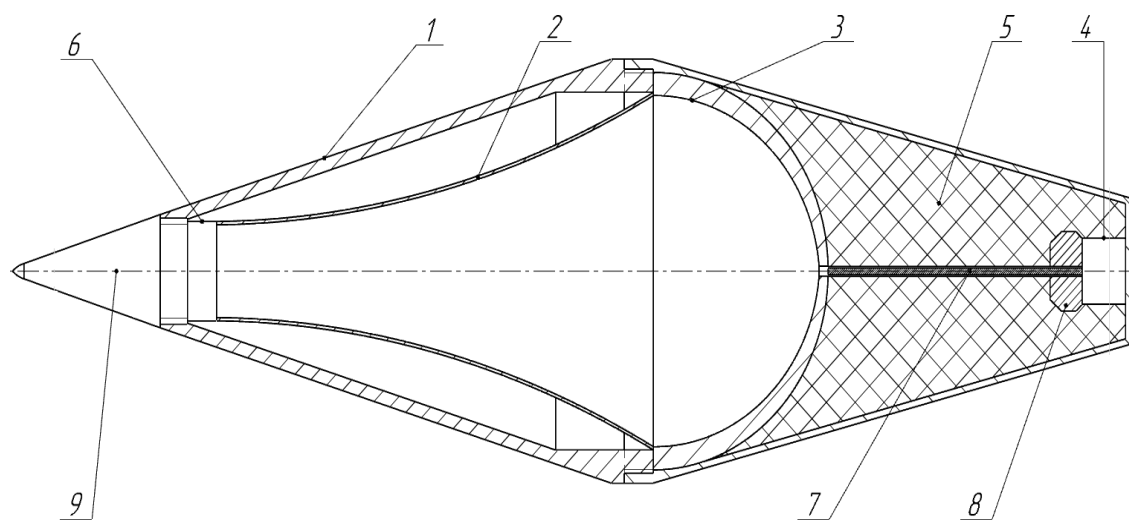


Рис. 3. Схема полезной модели.

Патент на полезную модель Ri 155531, «Кумулятивный боеприпас», опубликован 10.10.2015, авторы: Иванов Р.С., Батыргожин М.Н., Гуськов А.В., Милевский К.Е.

Устройство работает следующим образом:

Детонация боевой части (БЧ) снаряда происходит на подлетном расстоянии, благодаря установленному в головной части снаряда, лазерному дальномеру (9). Который при подлете снаряда к цели на расстояние 40-50 метров, будет подавать импульс на взрыватель (6), в свою очередь взрыватель подает электрический импульс, по токопроводящему конусу (2) и проводнику (7) к детонатору (4). Детонатор (4) инициирует ВВ (5). Ударные волны, возникающие при инициировании ВВ (5), пройдя по линзе (8), сформируют поражающий элемент из кумулятивной воронки (3) и придадут ему начальную скорость.

Так как в боеприпасе установлена кумулятивная выемка в виде полусферы с изменяющейся толщиной стенки, то будет происходить образование поражающего элемента с большой кинетической энергией за счет высокой скорости, порядка 2500м/с, развиваемой при детонации заряда. Для эффективного пробития брони этим поражающим элементом срабатывание снаряда на фокусном расстоянии от цели не обязательно. Формирование поражающих элементов из полусферических облицовок реализуется, как правило, по деформационному механизму «выворачивания», когда движущаяся с большей осевой скоростью вершинная часть облицовки мешает дальнейшему схлопыванию на оси заряда периферийным элементам. Последние, не имея возможности схлопнуться на оси, как бы выдавливают головные элементы в кумулятивную струю, а сами затем пристраиваются к ее хвостовой части.

Благодаря такой конструкции снаряда появляется возможность поражать бронированную технику, оборудованную активной защитой.

В мире уже существует вооружение, работающее по схожему принципу, например:

BGM-71F TOW-2B:

Модернизация «TOW-2» осуществлялась в рамках программы РИР (от англ. *Product Improvement Program*). Контракт на разработку ПТУР «TOW-2B» компания «Хьюз» получила в сентябре 1987 года, мелкосерийное производство было начато в 1990 году, а на вооружение новая модификация поступила в 1992 году.



Рис. 4. BGM-71F TOW-2B

Основным нововведением являлась реализация режима ОТА (англ. *Overflight Top Attack*) — атака цели сверху при пролёте над ней в наименее защищённую бронёй часть корпуса. В «TOW-2B» использовалась

новая боевая часть типа «ударное ядро», которая включала в себя два направленных вниз (к цели) последовательно срабатывающих заряда типа EFP компании *Aerojet* с танталовой облицовкой (диаметр каждого 149 мм) и дистанционный двухрежимный (оптический лазерный и магнитометрический датчики^[сн. 11]) взрыватель. Лазерный и магнитный датчики взрывателя работают совместно, определяя высотный профиль и наличие большой массы металла бронетехники и вызывая детонацию зарядов БЧ при пролёте ракеты точно над целью. Полуавтоматическая система наведения также модернизирована, ракета летит на заранее установленной высоте над линией визирования цели, так что оператору остаётся только совместить перекрестие прицела с целью.

Противотанковая мина ТМ-83:

ТМ-83 — советская противотанковая противобортовая мина, предназначенная для выведения из строя колесной и гусеничной бронетехники противника ударным ядром с бокового ракурса в борт. Допускает установку в управляемом и неуправляемом вариантах.

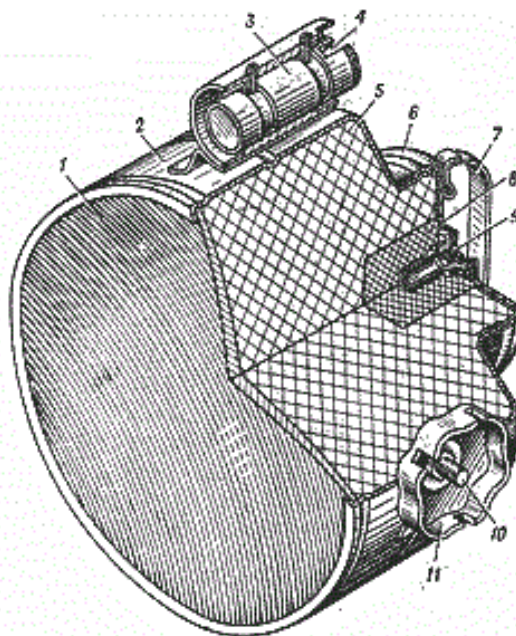


Рис. 5. Мина ТМ-83. 1 – облицовка, 2 – корпус, 3 – втулка, 4 – паз втулки, 5 – заряд ВВ, 7 – ручка, 8 – дополнительный детонатор, 9 – заглушка, 10 – рукоятка.

Устанавливается только вручную, при этом транспортировочный ящик используется как основание. Снабжена двумя датчиками цели: сейсмическим (для экономии электроэнергии в режиме ожидания) и инфракрасным. При приближении цели сейсмический датчик включает ИК-детектор и переводит мину в боевое положение. При появлении теплового излучения цели в поле зрения ИК-детектора мина срабатывает на подрыв. Если ИК-детектор не смог обнаружить цель в течение трех минут, то мина опять переходит в режим ожидания.

Библиографический список:

1. Поиск патентов и изобретений, зарегистрированных в РФ и СССР // URL: <http://www.find-patent.ru>;
2. Патент на полезную модель Ru 155531, «Кумулятивный боеприпас», опубликован 10.10.2015, авторы: Иванов Р.С., Батыргожин М.Н., Гуськов А.В., Милевский К.Е.
3. Оружие России. Гитун А.А., Щеголев С.С., Пивоварова И.А. ООО «Дом Славянской книги», 2009. – 576 с.

THE MUNITION WITH THE SHOCK CORE

Ivanov Rodion Sergeevich, student

Supervisors: A. V. Guskov, K. E. Milevsky,

State technical University Novosibirsk, 630079, Russia, Novosibirsk, PR. Karla Marksa, 20, tel. (383)346-11-21,

Rodion Sergeevich Ivanov E-mail: Ivanov160793@mail.ru

Abstract: the article presents some data about the cumulative ammunition in a systematic way, and provides useful models developed by the authors.

Keywords: cumulative munition, utility models, strike core

УДК 623.4.085.2

НОВЫЙ ТИП ВЕДУЩЕГО ПОЯСКА

Хребтова Мария Сергеевна, студент

Новосибирского государственного технического университета

Научные руководители: А.В. Гуськов, К.Е. Милевский,

Новосибирский государственный технический университет, 630079, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-11-21,

Хребтова Мария Сергеевна E-mail: maria.khrebtova@yandex.ru

Аннотация: В статье приводятся некоторые данные о ведущих поясках в систематизированном виде, а также приведены полезные модели, разработанные авторами.

Ключевые слова: ведущий пояска, полезные модели

В настоящее время весьма актуален вопрос поиска способов повышения технических характеристик артиллерийского снаряда при уменьшении его себестоимости. Одним из перспективных направлений таких исследований

является ведущий поясок, поскольку он существенно обеспечивает эффективность выстрела. Целью данной работы является исследование существующих принципов устройства ведущих поясков, патентов по их форме, способу установки и материалу, и систематизация полученных сведений.

Ведущий поясок — поясок из пластичного материала, выступающий над поверхностью корпуса и снаряда, при выстреле врезающийся в нарезы канала ствола [1]. В число выполняемых им функций входит сообщение снаряду вращательного движения, фиксация положения снаряда при раздельном зарядании орудия и устранение прорыва пороховых газов при выстреле.

Диаметр ведущего пояска примерно на 0,001—0,01 калибра больше диаметра канала ствола по дну нарезов, ширина не должна превышать 20-30 мм и зависит от калибра снаряда. Ведущие части снаряда должны быть изготовлены из достаточно мягкого материала, иначе они будут плохо заполнять нарезы канала ствола и могут повреждать последние. В качестве таких материалов используют медь М1, некоторые типы стали, свинец, пластмассу, различные синтетические материалы или железокерамику. Первые модели поясков появились приблизительно в 1860 году, с возникновением нарезной артиллерии [2, 3]. За долгое время развития этот элемент артиллерийского снаряда претерпел множество изменений.

На начало 2014 года зарегистрировано более 100 патентов РФ, касающихся формы, способа крепления, типа материала и расположения на боеприпасе ведущего пояска. Ведущий поясок может иметь трапециевидную, ступенчатую или прямоугольную форму, содержать кольца или отдельные сегменты, готовые нарезы, также может меняться форма канавки, в которую производится крепление. Поясок, как правило, закреплен, но в некоторых случаях используют проворачивающиеся модели, что позволяет снизить угловую скорость снаряда в канале ствола орудия. Иностранные же аналоги чаще всего изготавливаются из меди гладкими.

Среди всех существующих патентов на ведущие пояски можно выделить несколько целей, которые они преследуют. К ним относятся: увеличение скорости или дальности стрельбы, обтюрирующее действие, фиксация положения снаряда, изменение способа установки или более эффективное использование материалов. Число возможных моделей ведущего пояска очень велико, и можно с уверенностью утверждать, что существуют другие, ещё не обнаруженные, способы модернизации ведущих устройств. В связи с тем, что традиционно используемые цветные металлы довольно дороги, необходимо создать новую технологию, позволяющую добиться тех же результатов с гораздо меньшими затратами.

Однако процесс создания новой полезной модели ведущего пояска определяется не только предполагаемой функцией и назначением, но и тем, какие недостатки существующих моделей автор желает устранить своей. Для этого очень важно иметь представление не только о том, какие процессы происходят при выстреле, какие нагрузки испытывает поясок, канал ствола и корпус боеприпаса, но и о существующих разработках.

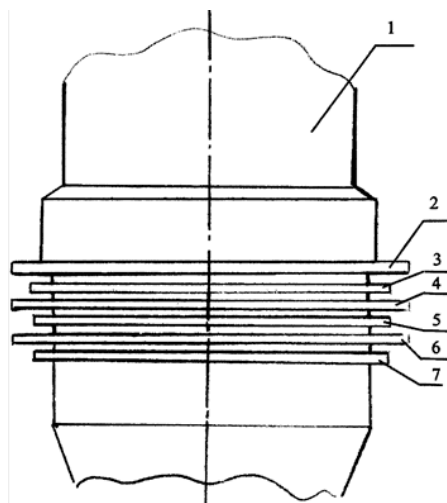
Например, одним из самых распространенных направлений исследования является поиск способа уменьшения потерь кинетической энергии при выстреле за счет затрат энергии на пластическую деформацию ведущего пояска. Достичь этого можно несколькими способами. Один из них – изменение формы, другой – использование альтернативных моделей.

В ходе исследований свойств ведущих поясков авторами данной статьи была выявлена зависимость кучности стрельбы от величины форсирования. Также важным фактором, влияющим на физические процессы, протекающие при работе ведущего пояска, является «технологическая наследственность» – неоднородность физико-механических свойств материалов снаряда и ведущего пояска, точность достижения диаметральных размеров пояска, обеспечиваемая различными технологическими способами.

При анализе результатов численного моделирования процесса формирования боевых выступов на поверхности пояска установлено, что, вследствие изменения диаметра ведущего пояска от минимального до максимального (величины форсирования) и физико-механических свойств материалов корпуса снаряда и пояска, диапазон рассеивания усилия продавливания пояска в процессе врезания в нарезы канала ствола изменяется от 39 000 до 82 100 кг [4]. Работа по пластическому деформированию при врезании ведущего пояска с минимальными величиной форсирования и пределом текучести по отношению к их максимальным значениям увеличивается в два раза. Это негативно сказывается на дальности и кучности выстрела. Поэтому на основе анализа существующих патентов авторами данной статьи была предложена новая полезная модель устройства ведущего пояска с учётом величины форсирования [5].

Авторами была предложена полезная модель, задачей которой является улучшение обтюрирующего действия ведущего пояска при условии сохранения износостойкости ствола. При этом ведущий поясок является не отдельной деталью, а выполнен из материала корпуса боеприпаса, что значительно упрощает технологический процесс производства снаряда [6].

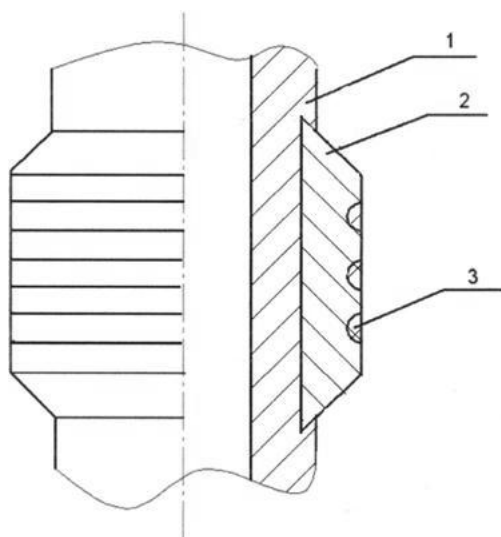
Предлагаемая модель (рисунок 2) состоит из корпуса 1 и последовательно выполненных на нем шести кольцевых выступов (гребней) 2—7, которые чередуются между собой и имеют разные диаметры. При этом выступы 2, 4, 6 являются удлиненными на величину форсирования по сравнению с 3, 5, 7, длина которых соответствует длине типовых выступов. Ширина выступов соответствует ширине выступов аналогичного ведущего пояска типового снаряда.



1 - корпус снаряда; 2-7 - кольцевые выступы (гребни) чередующихся диаметров
Рисунок 2 – Полезная модель артиллерийского снаряда к нарезному оружию

В момент захода снаряда в нарезную часть канала ствола. Удлиненные выступы 2, 4, 6 ведущего пояска деформируются в соответствии с формой нарезов канала ствола, а укороченные выступы 3, 5, 7 подвергаются воздействию в значительно меньшей степени, что способствует улучшению обтюрации и уменьшению затрат энергии на продавливание боеприпаса и, как следствие, увеличению дальности стрельбы. Вытесняемый полем нареза материал гребней свободно размещается в кольцевых канавках между выступами и в канале ствола практически не остается. Предлагаемый гребенчатый ведущий поясок может изготавливаться из материала корпуса как резанием, так и любым другим альтернативным резанию способом, например, пластическим деформированием.

Альтернативный метод уменьшения потерь энергии – изменение процесса врезания ведущего пояска в нарезы канала ствола. Так, на рисунке 3 представлен артиллерийский снаряд к нарезному оружию, содержащий стальной корпус и медный ведущий поясок, на котором выполнены углубления произвольной формы. Его ключевым отличием является то, что указанные углубления заполнены металлом, переходящим при температурах 800-1000 °С в газообразное состояние. В процессе выстрела этот материал нагревается, преобразуется в газ, и возникающая между корпусом снаряда и каналом ствола газовая подушка позволяет значительно уменьшить износ ствола, а также облегчить прохождение по нему снаряда за счет уменьшения сил трения [7].

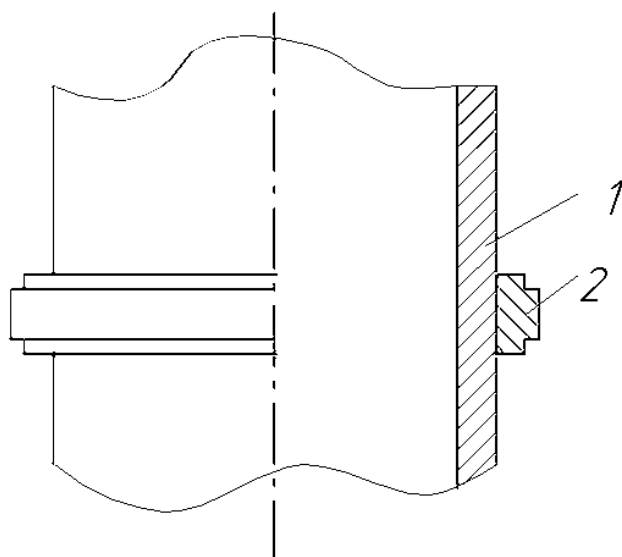


1 - корпус снаряда; 2 – ведущий пояс, 3 – канавки, заполненные металлом
 Рисунок 3 – Полезная модель артиллерийского снаряда к нарезному оружию

Путем изменения формы ведущего пояса можно влиять ещё и на частоту вращения снаряда при выстреле. Например, использование кумулятивных снарядов в нарезной артиллерии сильно ограничено, так как вращение значительно ухудшает характеристики формируемой кумулятивной струи. Для того, чтобы крутящий момент не передавался на корпус боеприпаса, используются проворачивающиеся ведущие пояски. На рисунке 3 показан фрагмент корпуса предлагаемого кумулятивного снаряда [8].

Во время выстрела стальное кольцо с пояском, двигаясь по нарезах, проворачивается на снаряде. Для обеспечения более свободного вращения между трущимися поверхностями кольца и снаряда наносится графитовая смазка. Так как в предлагаемой полезной модели ведущий пояс выполнен заедино с проворачивающимся кольцом, данная особенность позволяет избежать различных дефектов, неизбежных при создании типовых проворачивающихся колец. К дефектам относится невозможность идеально совместить оси вращения медного ведущего пояса и стального кольца, что приводит к возникновению нежелательных крутящих моментов, влияющих на траекторию снаряда в процессе выстрела, то есть, негативно влияет на стабилизирующее действие.

Таким образом, предлагаемая полезная модель способствует уменьшению трудоемкости изготовления кольцевых выступов за счет уменьшения количества технологических операций по сравнению с прототипом, обеспечивает увеличение стабилизирующего действия ведущего пояса на корпус снаряда за счет отказа от разнородных материалов, а также удешевляет производство кумулятивных боеприпасов к нарезному оружию за счёт отказа от дорогостоящей меди.



1 - корпус снаряда; 2 – ведущий пояс

Рисунок 3 – Полезная модель кумулятивного снаряда к нарезному оружию

Библиографический список:

1. Гуськов А.В., Иваня С.П., Милевский К.Е., Слесарева Е.Ю. Анализ существующих конструкций ведущих поясков снарядов // Вестник академии военных наук, 2012. № 2. С. 152-158.
2. Галкин В.М., Колесников Г.Ф., Чаусов Ф.Г. Боеприпасы артиллерии и минометов. Военное издательство военного министерства СССР, 1950. 246 с.
3. Третьяков Г.М. Боеприпасы артиллерии. Военное издательство военного министерства СССР. 1947. 236 с.
4. Гуськов А.В., Милевский К.Е., Слесарева Е.Ю. Исследование процесса взаимодействия ведущих поясков артиллерийских снарядов при движении по каналу ствола // Вопросы оборонной техники. 2013. Сер 14. Вып. 2. С. 37-44.
5. Поиск патентов и изобретений, зарегистрированных в РФ и СССР // URL: <http://www.find-patent.ru> (дата обращения: 02.11.2014);
6. Патент на полезную модель Ru 149768, «Артиллерийский снаряд к нарезному оружию», опубликован 20.01.2015, авторы: Гуськов А.В., Милевский К.Е., Хребтова М.С.
7. Патент на полезную модель Ru 154695, «Артиллерийский снаряд к нарезному оружию», опубликован 27.08.2015, авторы: Гуськов А.В., Милевский К.Е., Хребтова М.С.
8. Патент на полезную модель Ru 157197, «Кумулятивный снаряд к нарезному оружию», опубликован 27.11.2015, авторы: Гуськов А.В., Милевский К.Е., Хребтова М.С.

THE NEW TYPE OF LEADING BANDS

*Khrebtova Maria Sergeevna, student of
Novosibirsk Siberian Technical University*
Scientific advisers: A.V. Guskov, K.E. Milevskii,
Novosibirsk Siberian Technical University, 630079, Russia, Novosibirsk ,
Karl Marks p., 20, (383)346-11-21,
Khrebtova Maria Sergeevna E-mail: maria.khrebtova@yandex.ru

Annotation: At the article some data about leading bands and it's utility models are shown. Several author's models are also described.

Keywords: leading band, utility models

УДК 623.4.085.2

АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРВИЧНОЙ РЕАКЦИИ

*Вольф Нина Андреевна, студентка
Новосибирского государственного технического университета*
Гуськов Анатолий Васильевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой ГДУ
Зезюлинский Ярослав Сергеевич, студент
Яковлева Юлия Павловна
Новосибирского государственного технического университета
Милевский Константин Евгеньевич, к.т.н., доцент кафедры ГДУ
Вольф Н. А. E-mail: cosmos721@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Новосибирский государственный технический университет, 630079, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-11-21,

Аннотация: В статье рассматриваются методики исследования работоспособности ведущих поясков артиллерийских снарядов. Выделены основные физические процессы, протекающие при работе ведущего пояска во время выстрела, которые необходимо учитывать для создания методик исследования.

Ключевые слова: ведущий поясок, артиллерийский снаряд, работоспособность, канал ствола, пластическая деформация, контактные напряжения

Широко используемые в настоящее время методы расчета корпусов артиллерийских снарядов на прочность в зоне ведущего пояска авторов Ильюшина А. А, Королева В. В. основываются на расчете величины удельного

радиального давления. Методы определения удельного радиального давления можно разделить на две группы: методы, использующие модели процессов пластической деформации материала ведущего пояска, и экспериментальные. Большинство авторов [Маликов В. Г., Ильюшин А. А., Чурбанов Е. В., Ефремов М. Г.], исследуя процесс врезания, делят его на отдельные этапы. Рассматривается [1, 2] движение ведущего пояска в гладкой конической матрице и конусе врезания с определением усилий на различных этапах: при обжатии избыточного материала (величины форсирования) ведущего пояска и при вхождении в нарезы. Полное удельное радиальное давление ведущего пояска определяется как сумма удельных давлений на отдельных этапах движения корпуса артиллерийского снаряда. Эти методы позволяют теоретически определить как радиальное удельное давление, так и осевое усилие продавливания, соответствующее первой стадии нагружения. Адекватность принятых моделей реальным условиям оценивается сравнением теоретических и экспериментальной зависимостей изменения осевого усилия при продавливании образца корпуса снаряда с исследуемым ведущим пояском через канал ствола. Как правило [1, 3], рассматривается перемещение материала ведущего пояска при его пластическом деформировании в радиальном направлении. При этом реакция определяется как сумма усилий деформирования материала ведущего пояска полями и «доньями» нарезов.

Модели [1, 3, 4] позволяют исследовать процесс заполнения полостей между нарезками материалом ведущего пояска в радиальном направлении. Такова, например, методика описания пластического течения материала ведущего пояска Е. В. Чурбанова [1], которая включает в себя выделение трех участков канала ствола, обеспечивающих пластическое течение материала пояска: гладкого конуса, нарезного конуса и нарезного цилиндра. Предложенное деление упрощает расчет контактных напряжений σ_k и деформации ε_k для определения силы сопротивления деформированию материала ведущего пояска $F_{вр}$ и удельного радиального давления на корпус снаряда.

Однако с наибольшей достоверностью кривые врезания определяются экспериментально, например, прибором А. А. Ильюшина.

Также применяются методики численного расчета упругопластического осесимметричного деформирования материала, позволяющие анализировать напряженно-деформированное состояние ВП и моделировать его поведение при интенсивном нагружении. Цель моделирования – сокращение количества изготавливаемых экспериментальных образцов при проектировании ведущих поясков для конкретной артиллерийской системы [4, 5, 6, 7].

Методики исследования [Маликова В. Г., Ильюшина А. А., Чурбанова Е. В., Ефремова М. Г.] работоспособности ведущих поясков артиллерийских снарядов не ориентированы на комплексный подход к изучению физических процессов, обеспечивающих функционирование ведущего пояска нового типа. При постановке задач не предполагается декомпозиция работы ведущего пояска при выстреле на такие физические процессы, как:

- пластическое деформирование материала ведущего пояска при врезании;
- упругопластическое деформирование материала корпуса снаряда в области ведущего пояска;
- контактное взаимодействие материала ВП с поверхностью канала ствола;
- тепловыделения в области контакта и распределение теплоты в материал ведущего пояска;
- изменения физико-механических свойств приповерхностных слоев материала ВП при повышении температуры.

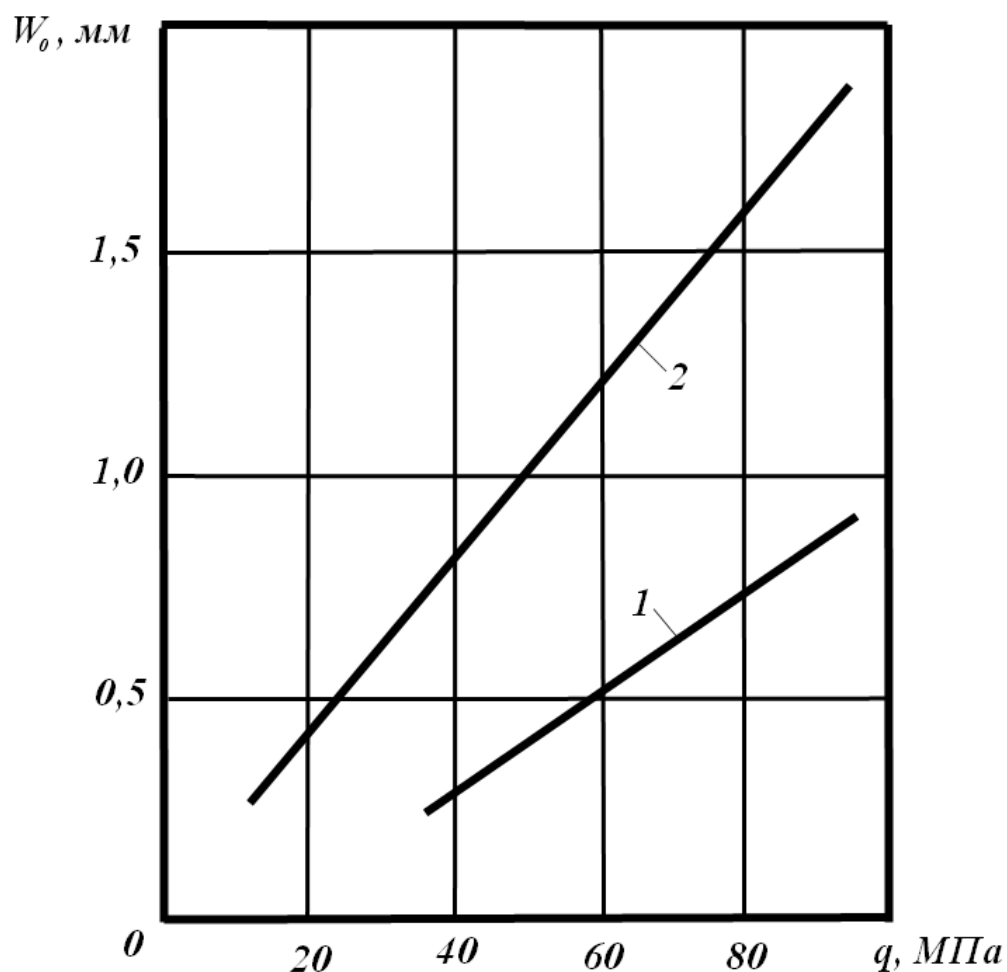
В каждой из методик [Маликова В. Г., Ильюшина А. А., Чурбанова Е. В., Ефремова М. Г.] рассматривается один физический процесс, но не весь комплекс в целом.

Во-первых, некоторые физические процессы просто не выделяются. Например, распределение удельного давления при пластическом деформировании материала ВП, влияние нагрева на изменение физико-механических свойств приповерхностного слоя, обеспечивающего контакт с КС и аккумуляцию теплоты в материале ВП.

Во-вторых, эти методы приводят к результатам расчета величины первичной реакции, существенно отличающимся друг от друга. Так, на рисунке 1.5 приведены зависимости полного прогиба W_0 корпуса снаряда в зоне ведущего пояска от величины первичной реакции, рассчитанные для корпуса $\varnothing 120$ мм методом Е. В. Чурбанова (кривая 1) и А. А. Ильюшина (кривая 2). В соответствии с рисунком 1 видно, что при $q = 100$ МПа величины расчетных прогибов различаются более чем в два раза.

В-третьих, авторы [1] учитывают упрочнение материала ВП вследствие пластической деформации при определении распределения контактных напряжений по поверхности ведущего пояска в момент пластического течения материала (когда заходной конус канала ствола выполняет функции штамповочного инструмента). Но при этом не учитывается влияние ширины ведущего пояска (длины площадки контакта) на изменение распределения контактных напряжений со стороны канала ствола.

Авторы [Маликов В. Г., Чурбанов Е. В., Ефремов М. Г.] не исследовали влияние выделившегося вследствие скольжения ведущего пояска по поверхности канала ствола в процессе выстрела тепла. В результате интенсивного тепловыделения формируется приповерхностный слой с физико-механическими свойствами, определяющими условия деформации ведущего пояска и износ канала ствола. Следовательно, необходимо определить толщину этого слоя, температурное поле и физико-механические свойства металла при соответствующих температурах.



1 – методика [16], 2 – методика [12]
Рисунок 1 – Сравнение функций $W_0 = f(q)$

Выводы:

1. Установлено, при анализе работоспособности ведущих поясков при выстреле не учитывался комплекс взаимосвязанных процессов и факторов:

–распределение контактных напряжений при пластическом деформировании материала ведущего пояска;

–источники и величины напряжений при трибомеханическом контакте «канал ствола – ведущий поясок – артиллерийский снаряд»;

–влияние теплоты на изменение физико-механических свойств материала ведущего пояска при движении артиллерийского снаряда по каналу ствола;

–влияние изменения физико-механических свойств материала пояска на работу трибомеханической системы «канал ствола – ведущий поясок – артиллерийский снаряд».

2. Выделены основные физические процессы, протекающие при работе ведущего пояска во время выстрела, которые необходимо учитывать для создания методик исследования:

– пластического деформирования материала пояска в процессе врезания;

– распределения контактных напряжений на площадках контакта

«ведущий поясok – канал ствола».

– локального кольцевого нагружения корпуса артиллерийского снаряда в зоне ВП;

– высокоскоростного взаимодействия при трении материала ведущего пояска с поверхностью канала ствола при выстреле;

– тепловыделения в области контакта «канал ствола – ведущий поясok» и распределения теплоты в материал ведущего пояска при движении снаряда по каналу ствола;

– изменения физико-механических свойств нагретых приповерхностных слоев материала пояска.

3. Выделены основные перспективные направления исследований: изучение физических процессов, протекающих при работе ведущего пояска; создание комплексов методик исследования работоспособности пояска; разработка установок, моделирующих физические процессы, протекающие при функционировании ВП; разработка физических основ проектирования ведущих поясков нового типа артиллерийских снарядов и методик их проектирования.

4. Обоснована значимость критериев работоспособности ведущего пояска: угловая скорость вращения снаряда при вылете его за дульный срез; остаточный прогиб корпуса снаряда в зоне ВП; уменьшение давления пороховых газов и начальной скорости при стрельбе из ствола, имеющего износ.

Библиографический список:

1. Чурбанов, Е. В. Краткий курс баллистики / Е. В. Чурбанов. – Санкт - Петербург : Балтийский государственный технический университет «Военмех», 2006. – 291 с.

2. Гуськов, А. В. Оптимизация параметров лабораторных уплотнений шлицевых труб / А. В. Гуськов, А. Г. Козлов, В. И. Мишнев // Анализ и синтез импульсных механических систем. Сб. трудов : под общ. ред . А. И. Смелягина. – Новосибирск : НЭТИ, 1991. – С. 88 – 92.

3. Гуськов, А. В. Обоснование процесса врезания гребенчатого ведущего пояска / А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, К. М. Потапов // XII Всероссийская научно-техническая конференция «Наука. Промышленность. Оборона» : сб. труд. –Новосибирск, 2011. – С. 175 – 178.

4. Гуськов, А. В. Исследование процесса движения ведущего пояска артиллерийского снаряда в тепловой машине / А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, Е. Ю. Слесарева // Известия высших учебных заведений. Физика – 2013. – Т. 56, № 6/3. – С. 14 – 16.

5. Гуськов А. В. Методика подбора характеристик новой конструкции ведущего пояска / А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, Е. Ю. Слесарева // III Всероссийская научно техническая конференция "Фундаментальные основы баллистического проектирования". – Санкт-Петербург, 2012. – С. 64 – 70.

6. Гуськов, А. В. Анализ существующих конструкций ведущего пояска / А. В. Гуськов и др. // Вестник академии военных наук. – 2012. – № 2. – С. 153 – 158.

7. Барашков, В. Н. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния ведущих устройств метаемых сборок / В. Н. Барашков // Теоретическое и экспериментальное исследование высокоскоростного взаимодействия тел; под ред. А.В. Герасимова. – Томск : Том. гос. ун-т, 2007. – С. 484 – 567.

ANALYSIS OF VALUES OF PRIMARY REACTION

*Volf Nina A., student of
Novosibirsk State Technical University*

*Zezyulinsky Jaroslav S., student of
Novosibirsk State Technical University*

Yakovleva Julia P.

Scientific advisers: A.V. Guskov, K.E. Milevskii,

Novosibirsk State Technical University, 630079, Russia, Novosibirsk , Karl Marks
p., 20, (383)346-11-21,

Volf Nina E-mail: cosmos721@mail.ru

Abstract: The article deals with methods of investigation leading bands artillery shells, its working ability. The basic physical processes at work leading bands during a shot to be considered for the creation of research techniques.

Keywords: leading band, an artillery shell, bore, plastic deformation, contact stresses

СЕКЦИЯ: ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 662.215.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАЗРЫВНЫЕ ЗАРЯДЫ

Бакиров Альберт Ревальевич, студент; Попов Александр Геннадьевич, аспирант; Кондратенко Павел Константинович, аспирант;

Нурмухаметов Андрей Тагирович, к.т.н.

Самарский государственный технический университет,
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Бакиров А.Р., email bartrodriguez@list.ru

Попов А.Г., email popov-scorpio@yandex.ru

Кондратенко П.К., email kondr_pk@mail.ru

Нурмухаметов А.Т., email FasteX2@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: кафедра «Технология твердых химических веществ», Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 (Главный корпус)

Аннотация: Представлена лабораторная установка исследования динамической нагрузки возникающей в разрывном заряде в момент выстрела. Изучены и подтверждены экспериментально факторы, влияющие на преждевременные разрывы боеприпасов в канале ствола орудия.

Ключевые слова: динамическая нагрузка, копер, заряд ВВ, преждевременный разрыв.

Выстрел из артиллерийского орудия представляет собой сложный термодинамический и газодинамический процесс превращения химической энергии пороха в тепловую, а затем – в кинетическую энергию пороховых газов, приводящих в ускоренное движение снаряд в канале ствола орудия. В связи с постоянным ростом напряженности процесса, усложнения конструкции боеприпаса, использование в качестве разрывных зарядов новых мощных ВВ, важной является задача проведения испытаний образцов ВВ, средств инициирования и снаряженных снарядов на стойкость к динамическим нагрузкам выстрела [1].

Качество артиллерийских снарядов зависит не только от конструктивных характеристик, но и от сохранности снарядов как комплектующих выстрела в условиях эксплуатации. При отработке конструкции заряда выстрела

приходится сталкиваться со случаями преждевременных разрывов боеприпасов в канале ствола орудия, которые способны нанести экономический ущерб, и подорвать уровень обороноспособности Российской Федерации.

Факторами, определяющими преждевременные разрывы снарядов в канале ствола орудия, главным образом, являются дефекты снаряжения и старение разрывных зарядов при длительном хранении. Необходимость учета данных факторов при анализе причин аварийных ситуаций при проведении стрельб требует рассматривать артиллерийский выстрел как единство метательного и разрывного заряда. Изменение баллистических свойств метательного заряда, выражающегося в увеличении давления пороховых газов, обуславливают возрастание напряжений, возникающих в разрывном заряде при выстреле, а увеличивающиеся объемы газо-воздушных полостей приводят к дополнительному прогреванию ВВ.

Таким образом, обеспечение безопасности при стрельбах является одним из основных требований к артиллерийским снарядам, выполнение, которого необходимо осуществлять еще на стадии проектирования, а также испытаний отдельных элементов комплектации выстрела.

Задача испытаний по определению стойкости разрывного снаряда к динамическим нагрузкам артиллерийского выстрела решается путем использования, как натуральных полигонных испытаний, так и исследований на установках имитирующих нагрузки при выстреле. При этом следует отметить, что лабораторные методы определения стойкости ВВ к динамическим нагрузкам являются дополнением полигонных испытаний, являющимися сравнительно дешевыми, достаточно информативными, а также безопасными, т.к. в случае срабатывания исследуемого образца ВВ установка не выходит из строя, что позволяет проводить серии испытаний с целью набора статистических данных.

По принципу создания динамического нагружения большинство установок можно разделить на два основных вида: установки, в которых рабочие параметры получаются на участке торможения; и установки, в которых объект подвергается основному нагружению на участке разгона [2].

К установкам с реализацией рабочего режима на участках торможения можно отнести различные виды копров, используемых в стандартных методах испытаний ВВ ударными нагрузками, однако их использование является затруднительным из-за малых навесок испытываемых ВВ.



Рисунок 1 – Внешний вид большого ударного копра К-44-IV

Для определения ответной реакции заряда взрывчатого вещества на нагрузки, имитирующихся в момент выстрела предлагается использовать большой ударный копер К-44-IV (см. рисунок 1) конструкции Куйбышевского политехнического института (в настоящее время Самарский государственный технический университет), позволяющий увеличить количество одновременно испытываемого ВВ до 50 г.

Сборка для испытаний представлена на рисунке 2, она состоит из муфты, 2 роликов и шашки ВВ.

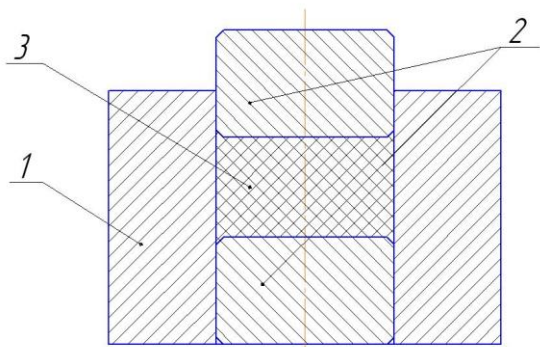


Рисунок 2 – Сборка для испытаний ВВ: 1 - муфта; 2 – ролики; 3 – шашка ВВ

Для постановки эксперимента были изготовлены шашки из гексоген содержащего ВВ высотой 15 с плотностью $1,65 \text{ г/см}^3$. Также были изготовлены шашки в специальном дефектном исполнении с расслоенными трещинами толщиной (2...3) мм. Масса сбрасываемого груза составляла 210 кг. В зависимости от высоты сброса варьируется нагрузка, воздействующая на разрывной заряд, это дает возможность оценивать стойкость разрывного заряда различного калибра.

Результаты испытаний

№ п/п	Тип заряда	Высота сброса, м	Реакция/величина усадки
1	Шашка прессованная	0,15	0,5
2		0,3	0,7
3		0,5	0,9
4		0,75	1,1
5		1	взрывное горение
6	Шашка в дефектном исполнении	0,15	1
7		0,3	1,3
8		0,5	взрывное горение
9		0,75	взрывное горение
10		1	взрывное горение

Полученные результаты (см. таблицу 1) подтверждают то, что основной причиной преждевременных разрывов боеприпасов в канале ствола орудия является их дефектное снаряжение, заключающееся в образовании расслойных трещин в процессе хранения специзделий.

Библиографический список:

1. Молчанов Г.Г., Туркин П.И. Курс артиллерии. Книга 5: Боеприпасы. – М.: Воениздат НКО СССР, 1949.– 212 с.;
2. Ефремов А.К., Спицын А.Н., Сергеев В.В. Исследование схемы ротационной машины для воспроизведения интенсивных ударных импульсов / Методы и средства испытаний изделий: Материалы конференции. Об-во «Знание» РСФСР. МДНТП, 1977. С.94-97.

THE RESEARCH OF MECHANIC PROCESS OF STRIKING IMPACT ON EXPLOSIVE CHARGES

Bakirov A., student, bartrodriguez@list.ru; **Popov A.**, Ph.D. student, popov-scorpio@yandex.ru; **Nurmukhametov A.**, Ph.D., FasteX2@yandex.ru; **Kondratenko P.**, Ph.D. student, kondr_pk@mail.ru
Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya str., Samara, Russia, 443100

Abstract: Presents a laboratory study of dynamic load occurring in the terminal charge at the time of the shot. Studied and confirmed experimentally the factors affecting on premature rupture of ammunition in the barrel of the gun.

Keywords: dynamic load, koper, explosive charge, premature rupture.

**ЗВЕЗДООБРАЗНЫЙ УДАРНИК ДЛЯ
БРОНЕБОЙНОГО ОПЕРЁННОГО
ПОДКАЛИБЕРНОГО СНАРЯДА**

*Гуськов Анатолий Васильевич, д.т.н. профессор; Кузнецов Егор
Алексеевич, студент; Милевский Константин Евгеньевич, д.т.н. доцент
Родионов Андрей Иванович, д.т.н. доцент*

Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Гуськов А.В., e-mail: conf_npo@craft.nstu.ru

Кузнецов Е.А., e-mail: bahahka@gmail.com

Милевский К.Е., e-mail: gdd@craft.nstu.ru

Родионов А.И., e-mail: pla@craft.nstu.ru

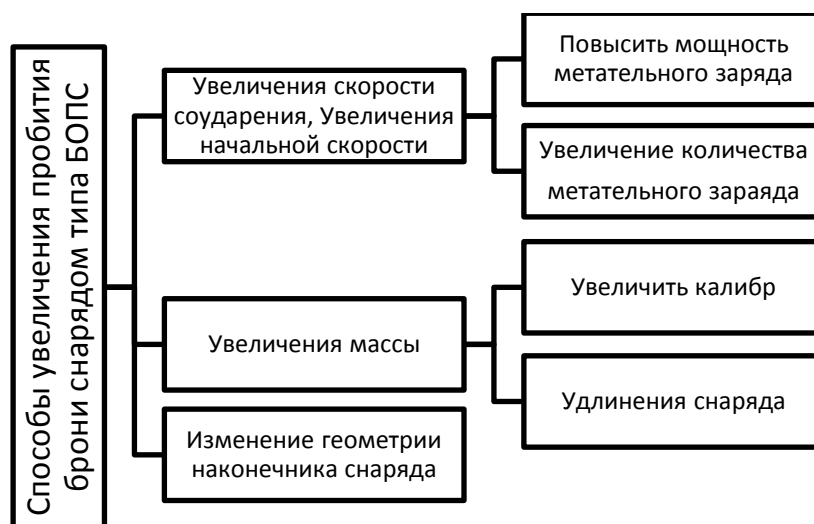
Аннотация

В работе рассматривается способ повышения пробития гомогенной брони танка снарядом типа, бронебойно оперенный подкалиберный снаряд (БОПС). Рассмотрены способы их решений. На основе изменения геометрии наконечника снаряда.

Ключевые слова: гомогенная броня, пробитие, бронебойно оперенный подкалиберный снаряд, наконечник, звездообразный ударник.

Увеличение пробитие гомогенной брони бронебойно-оперенном подкалиберным снарядом (БОПС) осуществляется следующими факторами: за счет повышения начальной скорости боеприпаса, за счет увеличения скорости подхода боеприпаса к цели, за счет увеличения массы сердечника боеприпаса. Массу сердечника можно повысить, увеличением его диаметра, но его увеличение ограничено калибром боеприпаса. Либо за счет его удлинения, но тогда растет вероятность разрушения сердечника при проникновении его в преграду. Увеличить начальную скорость можно посредством повышения мощности метательного состава или увеличения его количества. Но в настоящее время артиллерийские системы работают на пределе своих возможностей (рис1).

Еще один фактор, чтобы повысить пробитие брони танка с помощью (БОПС), это изменения геометрической формы головной части бронебойного наконечника.



(рис. 1)

Выполнение бронебойного наконечника в виде звездообразного ударника для БОПС, имеет преимущество так как при соударении наконечник будет образовывать большее входное отверстие, а так как чем больше входное отверстие, тем больше глубина проникновения[2].

Так как он выполнен из среднеуглеродистой ($\rho = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$) стали он будет способствовать проникновению стержня (материал стержня ВНЖ-90 $\rho = 17,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ или обеднённого уран $\rho = 18,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$), как бронебойный наконечник Макарова. [4].

В работе[1] рассмотрено ряд геометрических параметров звездообразного ударника для опасных космических объектов (ОКО) на их проникающую способность и предельную скорость пробития преграды. В данной работе было выяснено, что количество ребер на ударники практически не влияет на пробитие. Так же было выяснено, что устойчивость движения тел как звездообразных, так и цилиндрических может быть повышена выполнением притупления на головной части или смещения центра масс к ее вершине. На (рис. 2а) приведен график проникающих способностей звездообразного ударника с притупленной носовой частью, а на (рис. 2б) приведен график проникающих способностей звездообразного ударника с удлиненной носовой частью. Это видно из формулы (1) Якоб де Марра[3] для пробития брони:

$$b = \left(\frac{m \cdot \lambda}{\rho_{\text{уд}}} \right)^{1/2} * (A_1 * u_{\text{уд}}^{2/3} - A_2) * \left(\frac{\rho_{\text{уд}}}{\rho_{\text{пр}}} \right)^{1/2} * \cos^{2/3} \alpha \quad (1)$$

Где m -масса ударника, $\lambda = l/d$ удлинение ударника (l -длина ударника, - диаметр ударника), $u_{\text{уд}}$ - скорость соударения снаряда с броней, $\rho_{\text{уд}}$ - плотность ударника, $\rho_{\text{пр}}$ - плотность преграды, α - угол встречи; $A_1 = 2,77$ и $A_2 = 2,15$ – эмпирические коэффициенты для ударников из сплавов ВНЖ-90.

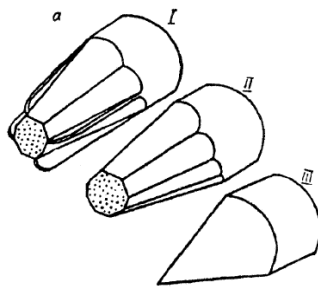
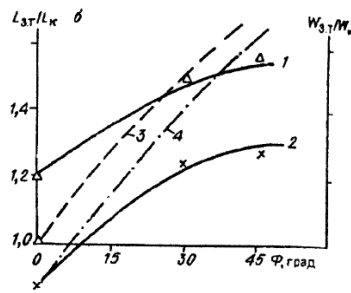


Рис.2а

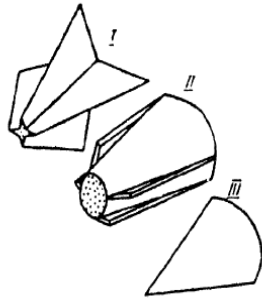
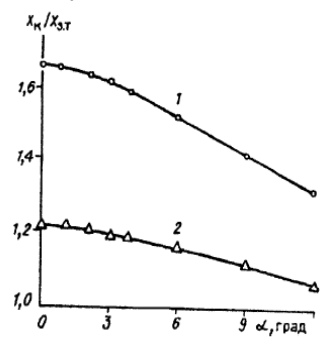


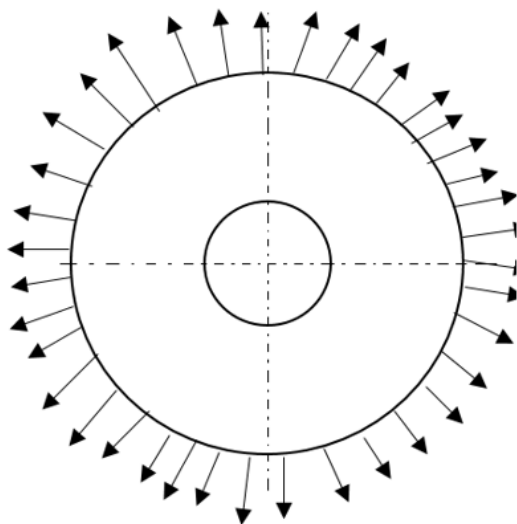
Рис.2б

Размещения центра масс на расстоянии 0,2-0,3 длины ударника позволяет получить прямолинейные траектории даже при подходе к преграде под углом. В этом случае реализуется преимущества звездообразных тел, связанные с уменьшением сил сопротивления по сравнению с эквивалентными цилиндрическими ударниками. Глубина проникновения звездообразного ударника при этом значительно превышает глубину проникновения цилиндрического ударника [5].

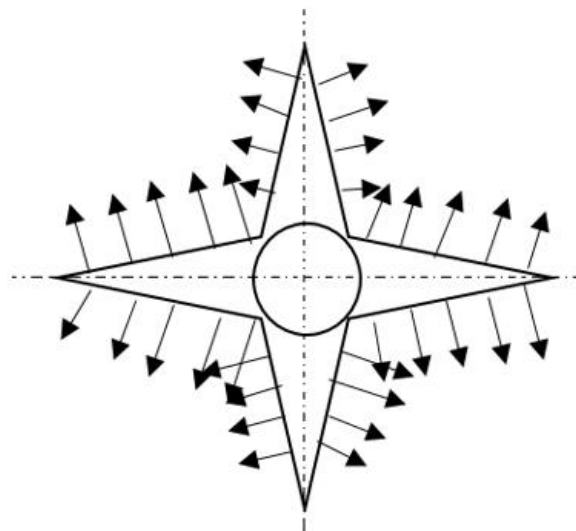
При соударении бронебойного наконечником в форме эквивалентного тела вращения с броней. Этот участок материала будет упрочняться и ему будет труднее проникнуть в броню. При соударении бронебойного наконечника в форме звездообразного ударника с броней. Этот участок материала будет меньше по сравнению с эквивалентным телом вращения из-за того, что площадь головной части меньше.

При непосредственном преткновении снаряда в броню снаряд с наконечником эквивалентного тела вращения, деформация материала брони будет распределена следующим образом (рис 3а), а для наконечника в виде звездообразного ударника следующим образом (рис 3б).

При проникании наконечника в виде звездообразного ударника деформация материала брони распределяется по лучам ударника. Это способствует уменьшению затраты энергии на пробитие брони.



(рис 3а)



(рис 3б)

В работе[1] были проведены эксперименты на основе которых были сделаны выводы, что при скоростях соударений от 1000 до 1700 м/с были выявлены антирикошетные свойства звездообразных ударников в сравнении с аналогичными результатами для эквивалентных тел вращения.

Так же на основании проведенного эксперимента в работе[6]. Были сделаны выводы, что звездообразный ударник способствует пробитию брони при скоростях до 1000 м/с. Отсюда также было предположено, что звездообразный ударник увеличит пробитие гомогенной брони при скоростях 1500-1700 м/с, по сравнению с телами вращения.

При возрастании скоростей до 3000 м/с. Можно воспользоваться формулами из работы[7], на основании которых можно сделать оценку выделяемой энергии при соударении бойка и брони.

- Начальная энергия бойка E_0 (2):

$$E_0 = \frac{mv_0^2}{2} \quad (2)$$

- T_0 (3) минимальная плотность потока тепла, необходимую для перевода материала стержня в пар:

$$T_0 = \frac{E_0}{a} \quad (3)$$

- Распределения тепла T (4) по телу через E_0 начальную энергию бойка получим:

$$T \sim \frac{2k(k-1)}{r^3} a^2 E_0 \quad (4)$$

- Образования газовой плотности радиуса p (5):

$$p \sim \left(\frac{2k(k-1)}{T_0} a^2 E_0 \right)^{1/3} \quad (5)$$

- Скорость W (6) газового облака, которое вылетает из воронки:

$$W \sim \sqrt{\frac{3E_0}{2\pi p^3 \frac{m}{a^3}}} \quad (6)$$

- Выделяемая E (7) энергия образованием массы воронки в газ:

$$E \sim \frac{3}{4} \pi r^3 W^2 \frac{m}{a^3} \quad (7)$$

- Оставшийся количество движения I (8) стрижня:

$$I \sim \frac{2}{3} \pi r^3 W \frac{m}{a^3} \quad (8)$$

Результаты расчетов параметров для наконечника стандартной формы и в виде звездообразной формы сведены в (таблицу 1).

(Таблица 1)

	Штатный наконечник	Звездообразный ударник
E_0 , Дж	$9,18 \cdot 10^7$	$9,18 \cdot 10^7$
T_0 , Дж/м	$6,331 \cdot 10^9$	$6,79 \cdot 10^9$
r , м	0,023	0,021
W , м/с	732.904	732.904
T , Дж/м	$2,288 \cdot 10^{10}$	$1,989 \cdot 10^{10}$
I , кг*м/с	$1,253 \cdot 10^5$	$1,253 \cdot 10^5$
E , Дж	$2,858 \cdot 10^7$	$3,526 \cdot 10^7$

Отсюда можно заметить, что для звездообразного ударника выделяемая энергия преобразования массы воронки в газ больше, чем по сравнению с телами вращения на 23%.

Библиографический список:

1. Алексеев А.С., Величко И.И., Волков В.А., Ведерников Ю.А. Ракетная концепция противометеоритной защиты земли.// Государственный ракетный центр “КБ им. Академика В.П. Макеева”, г. Миасс, Россия
2. Зукас Дж.А., Николас Т., Свифт Х.Ф., Грещук Л.Б., Курран Д.Р. Динамика удара
3. Григорян В.А., Белобородько А.Н., Дорохов Н.С. и др.; Под ред. Григорян В.А-М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 Частные вопросы конечной баллистики.
4. <http://www.sierramaestra.com.ua/2013/12/26/izobretenie-makarova/>
5. В.А. Велданов, Численная оценка проникания модулей космических аппаратов в астероид. НИИ Специального машиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия.
6. Бондарчук В.С., Ведерников Ю.А., Дулов В.Г., Минин В.Ф., К оптимизации звездообразных ударников.// Изв. Со АН СССР. Сер. Технические наук, 1982, вып. 3
7. М.А. Лаврентьев; Проблемы пробивание при космических скоростях.// Учредитель и издатель журнала Межрегиональный общественный фонд им. Ломоносова “Большая Медведица” №1 март 2000 г.

THE STAR-SHAPED DRUMMER FOR AN ARMOR-PIERCING FIN STABILIZED DISCARDING SABOT

Guskov A.V., Ph.D. Professor; Kuznetsov E.A., student; Milevsky K.E., Ph.D. assistant professor; Rodionov A. I., Ph.D. assistant professor Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, pr. Karl Marx, 20, tel. (913)005-48-19

Guskov A.V., email a.guskov@corp.nastu.ru

Kuznetsov E.A., email bahahka@gmail.com

Milevsky K.E., email gdd@craft.nstu.ru

Rodionov A. I., email pla@craft.nstu.ru

Abstract

This paper examines a method of improving penetration of homogeneous armor by a projectile such as armor-piercing fin stabilized discarding sabot (APFSDS). The methods of making. On the basis of changes in the geometry of the tip of the projectile.

Keywords: homogeneous armor, breakout, armor-piercing fin stabilized discarding sabot (APFSDS), tip, star drummer.

УДК 547.414.2;547.874

РАСКРЫТИЕ ЦИКЛА 1,3,5-ТРИАЗИНА В РЕАКЦИЯХ 3-МЕТИЛ-5-ТРИНИТРОМЕТИЛТЕТРАЗОЛО[1,5-*a*]-1,3,5-ТРИАЗИН-7-ОНА СО СПИРТАМИ

Заломленков Владимир Александрович, ассистент; Гидаснов Александр Александрович, д.х.н., профессор; Бахарев Владимир Валентинович, д.х.н., профессор; Парфенов Виктор Евгеньевич, старший преподаватель; Харизина Анна Михайловна, студент

Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Заломленков В. А., e-mail venom21@rambler.ru

Гидаснов А. А., Бахарев В.В., Парфенов В.Е., Харизина А.М., e-mail xtoca@samgtu.ru

Адрес для корреспонденции: Заломленков Владимир Александрович, Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел. (846)337-08-89

Аннотация

В реакции 3-метил-5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она со спиртами в присутствии основания наряду с замещением тринитрометильной

группой наблюдается раскрытие цикла 1,3,5-триазина. В отсутствие основания было показано, что тринитрометильная группа сохраняется, реакция протекает через раскрытие цикла 1,3,5-триазина, давая в качестве продуктов алкил [1-((метил-1Н-тетразол-5-ил)имино)-2,2,2-тринитроэтил]карбаматы.

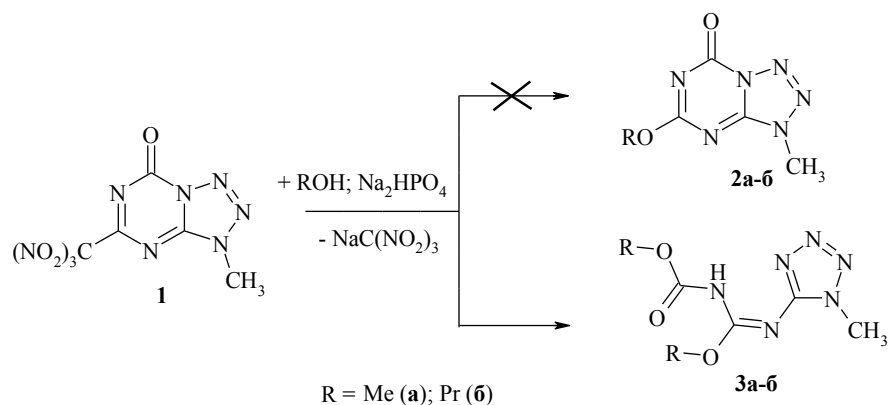
1. Введение

Гетероциклическая система тетразоло-1,3,5-триазина является 5,8-диазааналогом пурина и представляет интерес в качестве строительного блока для получения аномальных нуклеозидов, производные которых используются как биологически-активные соединения. Работы по синтезу таких производных проводятся на кафедре ХТОСА СамГТУ. Ранее показано, что алкилирование солей 5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она приводит к продуктам алкилирования по 3 положению системы тетразоло-1,3,5-триазина [1-4]. Других российских и зарубежных работ по химии 5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-онов не найдено. Содержащаяся тринитрометильная группа в полученных после алкилирования 3-алкил-5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-онах, являющихся взрывчатыми веществами, способна к замещению под действием нуклеофилов, что в свою очередь является в плане конверсии перспективным путем модификации заместителей в цикле 1,3,5-триазина.

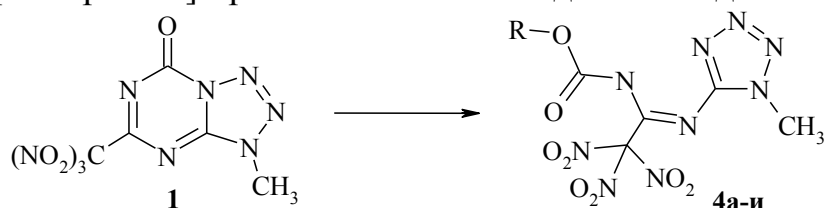
Замещение тринитрометильной группы в 3-метил-5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-оне (**1**) на фенокси- и тиофеноксигруппы описана в работе [1]. В настоящей статье представлены результаты исследований по взаимодействию **1** со спиртами. Замещение тринитрометильной группы спиртами осуществляли в условиях, описанных в [1] непосредственно в спирте при комнатной температуре в присутствии основания.

2. Экспериментальные результаты и обсуждение

При взаимодействии **1** с метанолом и *n*-пропанолом, в присутствии гидрофосфата натрия в качестве основания, вместо ожидаемых 3-метил-5-алкокситетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-онов **2а-б** были получены алкил [1-алкокси-((метил-1Н-тетразол-5-ил)имино)метил]карбаматы **3а-б** с выходом 52-57%. Таким образом, наряду с замещением тринитрометильной группы в **1** происходит раскрытие цикла 1,3,5-триазина по связи C7-N8 и присоединение алкоксигруппы по атому углерода карбонильной группы, а протона по атому азота N6 цикла 1,3,5-триазина:



Для выяснения условий, при которых происходит раскрытие цикла 1,3,5-триазина, нами было проведено взаимодействие соединения **1** с различными спиртами при температуре 20-30°C как в среде самих спиртов, так и в растворителях в отсутствие основания. Во всех случаях под действием спиртов наблюдалось раскрытие цикла 1,3,5-триазина и присоединение алкокси группы по атому углерода карбонильной группы, а протона по атому азота N6 циклической системы. Однако в отсутствие основания тринитрометильная группа сохранялась и образовывались алкил [1-((метил-1H-тетразол-5-ил)имино)-2,2,2-тринитроэтил]карбаматы **4а-и** с выходом от 50 до 90%:



R = Me (а); Pr (б); i-Pr (в); Bn (г); тетрагидрофурурил (д);
2-(1-адамантил)этил (е); пропаргил (ж); 2-фторэтил (з); октил (и)

Аналогичные результаты были получены при проведении реакции **1** со спиртами в среде дихлорэтана и ацетонитрила.

Причиной достаточно легкого разрыва связи C7-N8 является, по нашему мнению, наличие в цикле 1,3,5-триазина карбонильной группы в сочетании с находящимся рядом циклом тетразола. Присоединение алкокси группы по атому углерода C7 карбонильной группы приводит к появлению sp^3 -гибридизованного атома углерода, смещению атома углерода из плоскости конденсированной системы и, как следствие, нарушению сопряжения в тетразола-1,3,5-триазине. Всё это делает возможным разрыв связи C7-N8 в достаточно мягких условиях.

Строение всех синтезированных веществ **4а-и** подтверждено данными ИК и ЯМР спектроскопии. Структура карбамата **4б** была подтверждена данными РСА (рис. 1).

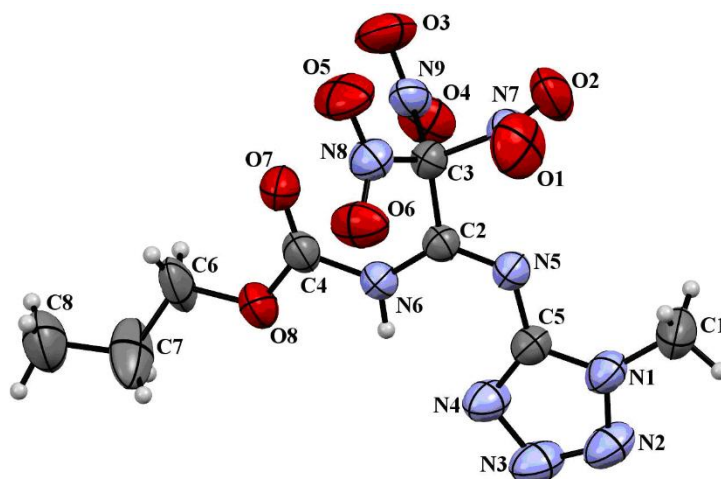
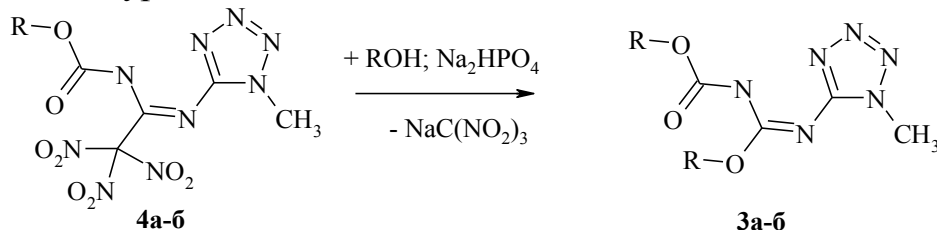


Рис. 1. Молекулярная структура одной из двух независимых молекул соединения **46** по данным РСА в представлении атомов тепловыми эллипсоидами атомных смещений с 50%-ной вероятностью

По данным РСА карбамидиновый фрагмент C3-C2(-N5)-N6 и карбонильный атом углерода C4 находятся в одной плоскости с циклом тетразола. Связь C2-N5 является двойной. Все это свидетельствует о наличие сопряжения в этой части молекулы.

Подвижность тринитрометильной группы в карбаматах **4** сохраняется на достаточно высоком уровне:



R = Me (a); Pr (б)

Это позволяет замещать ее на алкоксигруппу при действии спиртов в присутствии основания (гидрофосфат натрия).

3. Выводы

В реакции 3-метил-5-тринитрометилтетразоло[1,5-а]-1,3,5-триазин-7-она со спиртами в присутствии оснований наряду с замещением тринитрометильной группы наблюдается раскрытие цикла 1,3,5-триазина и присоединение алкоксигруппы по атому углерода карбонильной группы, а протона по атому азота цикла 1,3,5-триазина. В отсутствие оснований тринитрометильная группа сохраняется и происходит только раскрытие цикла 1,3,5-триазина с образованием алкил [1-((метил-1Н-тетразол-5-ил)имино)-2,2,2-тринитроэтил]карбаматов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проектной части государственного задания ФГБОУ ВО «СамГТУ» (проекта № 4.813.2014-К).

Библиографический список:

1. Федоров Б.С., Утеньшев А.Н., Гидаспов А.А., Качановская Е.В., Бахарев В.В., Фадеев М.А., Конденсированные тетразоло-1,3,5-триазины. 2. Реакции алкилирования и

нуклеофильного замещения в ряду 5-полонитрометил-тетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она // Химия гетероциклических соединений. 2005. № 4, С. 582-588.

2. Бахарев В.В., Гидаспов А.А. Конденсированные тетразоло-1,3,5-триазины. 3. Синтез 3-*R*-5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-онов // Химия гетероциклических соединений. 2006. № 3, С. 466-467.

3. Бахарев В.В. Полиитрометил-1,3,5-триазины. Синтез, строение, химические превращения полонитрометильных групп: дис. д-ра хим. наук. Самара, 2008, 310 с.

4. Гидаспов А.А., Бахарев В.В., Байзаров Д.А., Заломленков В.А., Харизина А.М., Дрементова Ю.В. Синтез 3-метил-5-тринитрометил-тетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она // Труды XVI Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона.» (22-24 апреля 2015 г.).- Новосибирск: НГТУ, 2015. С.336-338.

1,3,5-TRIAZINE RING CLEAVAGE IN REACTIONS OF 3-METHYL-5-TRINITROMETHYLTETRAZOLO[1,5-*a*]-1,3,5-TRIAZINE-7-ONE WITH ALCOHOLS

Zalomenkov Vladimir Alexandrovich, Assistant, e-mail venom21@rambler.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Gidaspov Alexander Alexandrovich, D.Sc. (Chemical), Professor, e-mail xtoca@samgtu.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Bakharev Vladimir Valentinovich, D.Sc. (Chemical), Professor, e-mail xtoca@samgtu.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Parfenov Victor Evgeniyevich, Senior Lecturer, e-mail xtoca@samgtu.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Kharizina Anna Mikhaylovna, student, e-mail xtoca@samgtu.ru

Department of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University, 443100, Molodogvardeyskaya St., 244, Samara, Russian Federation

Abstract: In the reaction of 3-methyl-5-trinitromethyltetrazolo[1,5-*a*]-1,3,5-triazin-7-one with alcohols in the presence of base, along with substitution of trinitromethyl group, 1,3,5-triazine ring cleavage was observed. In the absence of base, the trinitromethyl group was shown to be intact, and the reaction proceeded *via* the 1,3,5-triazine ring cleavage to give alkyl [1-((1-methyl-1*H*-tetazol-5-yl)imino)-2,2,2-trinitroethyl]carbamates.

БЕЗЭКИПАЖНЫЕ МОДУЛИ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Падури́н Серге́й Викто́рович, Яковле́в Анто́н Генна́дьевич

Специальное конструкторское бюро машиностроения,

640000, Россия, г. Курган, пр. Машиностроителей, 17

Падури́н С. В. e-mail skbm@skbm.ru

Яковле́в А. Г. e-mail skbm@skbm.ru

Адрес для корреспонденции: **Яковлев Антон Геннадьевич**, Специальное конструкторское бюро машиностроения, 640000, Россия, г. Курган, пр. Машиностроителей, 17, тел. (8-3522) 471-370.

Аннотация. Боевая машина пехоты является основным средством транспортировки и поддержки мотострелкового отделения. Широкий круг задач и целей подразумевает разнообразное вооружение. Повышение защищенности требует изолированного размещения боеприпасов. Наиболее перспективным является применение боевых модулей с дистанционным управлением, вооруженных многокалиберными установками. Основную сложность составляет разработка системы управления огнем.

Ключевые слова. Боевая машина пехоты, безэкипажный боевой модуль, система управления огнем.

Боевая машина пехоты (БМП) предназначена для транспортировки и огневой поддержки мотострелкового отделения на поле боя. Основным отличием от бронетранспортера (БТР) является превалирование боевых функций над транспортными.

Круг задач, возлагаемый на комплекс вооружения современных БМП достаточно широк. Оно должно обеспечивать поражение разнообразных целей:

- открыто расположенной и укрытой пехоты, в том числе в средствах индивидуальной защиты;
- небронированной техники и вооружения (грузовики, пусковые установки);
- легко-, средне- и сильнобронированной техники (БТР, БМП, танки);
- малоскоростных низколетящих воздушных целей (вертолеты, БПЛА);
- полевых фортификационных сооружений (ДОТ-ы, ДЗОТ-ы).

Примерами развития пушечного вооружения боевых бронированных машин является:

- оснащение БМП автоматической пушкой (АП) более крупного калибра (М2А4 «Бредли» (США), «Мардер-2», «Пума» (Германия), «Уориор» (Великобритания));

- оснащение БМП неавтоматической пушкой большого калибра (БМП KIFV (Южная Корея) с вариантами вооружения калибра 75-мм и 90-мм);
- оснащение БМП двумя пушками, например 100 мм орудием - пусковой установкой (ОПУ) и 30-мм АП (БМП-3, БМД-4М (Россия), БМП VN11 (Китай)).

Исходя из широкого спектра возможных целей наиболее оптимальным видится применение комплекса вооружения с крупнокалиберной неавтоматической и малокалиберной автоматической пушками, подобного установленному на БМП-3, БМД - 4М.

Большая часть боевых бронированных машин (БТР, БМП) в настоящее время имеет вооружение, установленное в обитаемых башнях. Одним из направлений дальнейшего совершенствования является автоматизация рабочих процессов боевой деятельности экипажей, в частности, применение безэкипажных боевых модулей (ББМ). Потребность в этом объясняется необходимостью максимальной защиты личного состава и улучшению эргономических качеств в процессе эксплуатации машины. Разработка ББМ в настоящее время ведется в России и за рубежом (США, Германия, Франция, Великобритания, Швеция и др.).

Основным недостатком разрабатываемых конструкций является невозможность физического доступа к установленному комплексу вооружения изнутри машины для пополнения боеукладки, исправления неполадок либо применения аварийных ручных органов управления.

Разрабатываемый в ОАО «СКБМ» боевой модуль с дистанционным управлением позволяет полностью изолировать обитаемый объём от вооружения и боезапаса, допуская ручное управление в аварийных ситуациях. Экипаж, размещенный в корпусе, получает информацию об окружающей обстановке при помощи систем технического зрения, включающих в себя теле- и тепловизионные каналы установленных прицелов и многофункциональные дисплеи.

При создании ББМ особое значение придается системе управления огнем (СУО), поскольку именно она обеспечивает возможность дистанционного применения вооружения.

Современная СУО представляет собой сложную систему, которая получает информацию от прицелов, дальномера, датчиков положения машины и блока оружия, систем глобального позиционирования, метеодатчиков и т. п. Обработывая полученные данные при помощи баллистического вычислителя, СУО выдает поправки для ведения огня, которые исполняются при помощи приводов наведения. Кроме того, в состав СУО входит стабилизатор, позволяющий вести эффективный огонь из вооружения как с места, так и с ходу.

Высочайшая сложность СУО, многообразие решаемых задач и разнородность составляющих её компонентов приводят к тому, что разработкой системы занимается широчайшая кооперация, включающая научно-исследовательские институты, научно-промышленные объединения и заводы.

Координирование этих работ требует высококвалифицированных широкопрофильных специалистов, имеющих представления о столь различных областях технических наук, как баллистика, электроника, теория автоматического управления и механика. Данные специалисты являются большой редкостью и обладают высокой ценностью, тем более в современных условиях при низком престиже инженерных специальностей в целом.

Повышенный интерес к разработке ББМ («СКБМ» Курган, АО «КБП» Тула, ЦНИИ «Буревестник» Н. Новгород, «Концерн Калашников» Ижевск и т. д.) показывает нам, что в ближайшее время ББМ станут стандартом в области боевых бронированных машин. Повышенная защищенность, легкость модернизации и возможность дальнейшей автоматизации будут определяющими факторами при выборе данного компоновочного решения. И именно превосходство в данной области будет определять эффективность той или иной боевой машины, в частности, БМП.

Библиографический список:

1. «Башни и вынесенные установки вооружения для бронированных боевых машин»// Military technology. – 2005. – №7. – С. 48 – 53.
2. Теория танка / Сергеев Л.В. – Москва: издание Академии БТВ, 1973.
3. Техника и вооружение, 2003 – 2016 гг.

REMOTELY CONTROLLED WEAPON STATIONS OF TRACKED VEHICLES

Sergey Padurin e-mail skbm@skbm.ru

Anton Yakovlev e-mail skbm@skbm.ru

SPECIAL DESIGN BUREAU OF MACHINE BUILDING

17, Mashinostroiteley Ave, Kurgan, 640000, Russia

Abstract. The infantry fighting vehicle is the main asset of motorized infantry squad transportation and support. The wide range of tasks and goals imply various weapons. Protection increase requires the isolated ammunition accommodation. The most promising is the use of the remotely controlled weapon stations armed with multi-caliber weapons. Fire control system development is most complex in this case.

Key words. Infantry Fighting Vehicle, Remotely Controlled Weapon Station, Fire Control System.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ КАК ОБЪЕКТ ПАТЕНТНОГО ПРАВА

Рузич Татьяна Олеговна, студент;

Жуков Евгений Александрович, научный руководитель

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (960)798-55-34

Рузич Т. О., e-mail alabama94@mail.ru

Жуков Е. А., e-mail joniz@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Жуков Евгений Александрович, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (960)798-55-34

В статье раскрываются понятие и признаки промышленного образца как дизайнерского решения внешнего вида изделий промышленного или кустарно-ремесленного производства. Определены критерии патентоспособности промышленных образцов: новизна и оригинальность. Анализируются отдельные изменения законодательства о промышленных образцах. Автором выделены наиболее значимые признаки, характеризующие промышленные образцы на современном этапе в соотношении с произведениями дизайна в авторском праве.

Ключевые слова: патентное право, промышленный образец, произведение дизайна, соотношение авторского и патентного права, новизна и оригинальность промышленного образца

На сегодняшний день любой материальный объект гражданского оборота обладает совокупностью потребительских характеристик, позволяющих ему конкурировать в условиях рыночной экономики. К таким характеристикам можно отнести соответствие изделия достижениям науки и техники, надежности, долговечности и экономичности. Помимо этого необходимо, чтобы изделие удовлетворяло запросы потребителей с точки зрения красоты и выразительности его формы, цвета, изящества отделки, простоты и удобства пользования, упаковки и требований моды. Эта задача решается с помощью определения внешнего вида изделия и как следствие охраны промышленных образцов.

Как отмечает В. Ю. Джермакян «в общепринятом смысле промышленный образец – это результат творческой деятельности, направленной на придание декоративности внешнему виду изделий массового производства, который удовлетворяет потребности потенциальных потребителей как в зрительной привлекательности изделий, так и в способности эффективно выполнять предназначенную им функцию» [1].

По своей сущности промышленный образец схож с объектами авторского права, изобразительным искусством, однако промышленный образец создается с целью массового тиражирования, то есть может быть многократно воспроизведен путем изготовления соответствующего изделия. Так, произведение дизайна является произведением изобразительного искусства, отражающим настроение, творческий замысел или художественное видение его автора, и не предполагает его промышленное использование, то есть, по сути, является единичным и спонтанным творческим объектом, тогда как промышленный образец создается целенаправленно – для художественного оформления серийных промышленных изделий.

Законодательство Российской Федерации определяет промышленный образец как решение внешнего вида изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства [2]. До внесения законом изменений эти положения формулировались несколько иначе: указывалось, что в качестве промышленного образца охраняется художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид [3].

Обоснованность изъятия из данного законодателем определения элемента художественного конструирования до сих пор остается предметом дискуссий на разных уровнях, поскольку посредством этого происходит еще большее сближение промышленного образца с объектами авторского и смежного с ним права.

К изделиям в данном случае могут быть отнесены любые изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, в частности, составные изделия, самостоятельные части изделий, в том числе компоненты для сборки в составные изделия, наборы совместно используемых изделий, интерьеры.

К самостоятельным частям изделий относятся их функционально самостоятельные части, видимые в процессе эксплуатации изделия. Например, новый и оригинальный контейнер для хранения лекарств, уникальный прибор для очистки овощей и т. д.

К составным изделиям следует относить изделия, состоящие из компонентов, предназначенных для сборки составного изделия. Составное изделие может быть подвергнуто разборке и повторной сборке.

К наборам относятся группы изделий, имеющих общее назначение и комплексное использование. Например, мебельный гарнитур, сервиз.

Также промышленные образцы можно разделить на объемные и плоскостные. Первые существуют в трехмерном пространстве, вторые – в двухмерном.

К существенным признакам промышленного образца относятся признаки, определяющие эстетические особенности внешнего вида изделия, в частности форма, конфигурация, орнамент, сочетание цветов, линий, контуры изделия, текстура или фактура материала изделия.

Для осуществления правовой защиты промышленных образцов необходимо установить его новизну и оригинальность. Изделие является новым, если совокупность его существенных признаков, нашедших отражение на изображениях изделия и приведенных в перечне существенных признаков промышленного образца, не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца (ст. 1352 ГК РФ).

Относительно оригинальности, промышленный образец является оригинальным, если его существенные признаки обусловлены творческим характером особенностей изделия, в частности, если из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца, неизвестно решение внешнего вида изделия сходного назначения, производящее на информированного потребителя такое же общее впечатление, какое производит промышленный образец, нашедший отражение на изображениях внешнего вида изделия.

Иначе говоря, оригинальность определяется исходя из соотношения представляемого образца с данными об уже известных, схожих по назначению.

Для целей фиксации и систематизации промышленных образцов существует Международная классификация промышленных образцов, которая в свою очередь состоит из:

- перечня классов (32 класса и 223 подкласса);
- алфавитного перечня наименования изделий, в котором промышленные образцы объединены с указанием соответствующих им классов и подклассов;
- пояснительных примечаний.

Таким образом, в соответствии с МКПО в качестве промышленных образцов могут быть зарегистрированы предметы одежды, машины и станки, приборы и инструменты, транспортные средства и подъемные устройства и т. д.

Исполнение государственной функции по организации приема заявок на промышленный образец и их рассмотрения, экспертизы и выдачи в установленном порядке патентов Российской Федерации на промышленный образец осуществляется Федеральной службой по интеллектуальной собственности (Роспатентом) с участием учреждений, находящихся в его ведении, к которым относится, в частности, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС).

Заявка на выдачу патента на промышленный образец должна содержать:

1. Заявление о выдаче патента с указанием автора промышленного образца и лица, на имя которого испрашивается патент, а также места жительства или места нахождения каждого из них;
2. Комплект изображений изделия, дающих полное детальное представление о внешнем виде изделия;
3. Описание промышленного образца;
4. Перечень существенных признаков промышленного образца;
5. Материалы, поясняющие сущность промышленного образца: чертеж общего вида изделия, эргономическая схема, конфекционная карта

(образец текстильных, трикотажных материалов, кожи, фурнитуры, отделки и т.п. для изготовления изделия).

Изображение внешнего вида изделия после обновления законодательства в 2014 г. стало основным источником информации о совокупности существенных признаков промышленного образца, которая в свою очередь используется для определения объема правовой охраны. Изображения должны быть четкими, ясными, безусловными, представленными на нейтральном фоне, и позволять без дополнительных разъяснений идентифицировать элементы внешнего вида изделия как на освещенных, так и на теневых сторонах.

Описание же должно в словесной форме раскрывать элементы внешнего вида изделия, представленного на изображении. В описании должно содержаться название образца, а так же должна присваиваться ему индекс рубрики действующей редакции МКПО. Описание должно содержать следующие разделы:

- назначение и область применения;
- аналоги промышленного образца;
- перечень изображений, дающих полное детальное представление о внешнем виде изделия;
- раскрытие сущности промышленного образца.

Таким образом, предоставив в патентное бюро все необходимые сведения об изделии, заявитель получает уникальное исключительное право на использование внешнего вида и защиту как в процессе экономической деятельности, так и непосредственно в суде.

Становление общепринятой практики фиксации права на промышленный образец, безусловно, внесет некоторые сложности в процесс регулирования гражданского оборота, однако, только посредством всесторонней защиты патентных прав представляется возможным развитие добросовестно конкурирующего рынка.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. В результате изменения законодательства была подчеркнута эстетическая, художественная сторона изделий для целей правовой охраны промышленных образцов. Тогда как конструкторские и эргономические (функциональные) свойства изделия отошли на второй план.

2. Промышленные образцы представляют собой, по сути, двойной объект правовой охраны:

- в авторском праве в качестве произведений дизайна, где акцент сделан на предоставлении защиты форме внешнего выражения, а не содержанию произведения;

- в патентном праве в качестве внешнего вида серийных изделий, в которых защита охватывает содержательные элементы (дизайнерское решение), не доступные обладателям авторских прав.

3. Основным источником информации о наличии совокупности существенных признаков промышленного образца по действующему закону стало изображение внешнего вида изделия, а не словесное описание, которое

влекло недостаточную определенность правовой охраны в силу различного смысла литературных слов и используемой терминологии.

Библиографический список:

1. Джермакян В.Ю. Комментарий к главе 72 "Патентное право" Гражданского кодекса РФ (постатейный). 4-е электронное изд., перераб. и доп. // СПС КонсультантПлюс. 2014.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 в ред. от 05.05.2014 [Электронный ресурс] // Справочная система «Консультант-плюс»
3. Федеральный закон от 12.03.2014 г. № 35-ФЗ "О внесении изменений в части первую, вторую и четвертую Гражданского кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации"// СПС КонсультантПлюс. 2014.

AN INDUSTRIAL DESIGN IS THE OBJECT OF A PATENT RIGHT

Ruzich Tatiana, student;

Zhukov Evgeny, Research Manager

Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx avenue, 20, tel. (960) 798-55-34

Ruzich T., e-mail alabama94@mail.ru

Zhukov E., e-mail joniz@yandex.ru

The article describes the concept and features of the industrial design as a design solution the appearance of an industrial or handicraft products manufacturing. The criteria for patentability of industrial designs: novelty and originality were identified. Some changes on industrial design law were analyzed. The author highlights the most significant features that characterize industrial designs at this stage in relation to the design works in copyright.

An industrial design is similar to the objects of art in copyright, but the industrial design is created for mass replication and can be repeatedly reproduced by making the appropriate product. The product is any product of industrial or handicraft production, in particular, composite products, separate parts of products and components for the assembly of the components in the product, a set of shared products, interiors. The main source of information about the presence of the essential features of the industrial design under the current law is the image of the appearance of the product, rather than a verbal description. Literary words were not certain because of the different understanding of the meaning of terminology.

Keywords: patent law, industrial design, product design, the ratio of copyright and patent law, the novelty and originality of the industrial design

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ ОТ ВЫСОКОТОЧНОГО ОРУЖИЯ

Самойлов Леонид Александрович

Новосибирское высшее военное командное училище, Россия,
630117, г. Новосибирск, ул. Иванова, 49 тел. 83833325045

Самойлов Л.А., email lena.samoylov.1958@mail.ru

Адрес для корреспонденции: **Самойлов Леонид Александрович**,
Новосибирское высшее военное командное училище, Россия,
630117 г. Новосибирск, ул. Иванова, 49, тел. 83833325045

Аннотация. Статья написана по материалам, опубликованным в средствах массовой информации, в которой рассматривается решения защиты объектов бронетанковой техники от высокоточного оружия. Показаны пути комплексирования системы защиты объектов бронетанковой техники от высокоточного оружия.

Ключевые слова: ОБТТ, комплексирование, защита

Требования, выдвигаемые к объектам бронетанковой техники (ОБТТ) на конкретном историческом этапе, постоянно изменяются, в зависимости от структуры и способа применения сухопутных войск и вооруженных сил в целом. Особенно остро эта проблема встала в наши дни, когда происходит переоценка роли и задач ОБТТ на поле будущего боя. Потребности обеспечения защищенности бронетехники от стремительно развивающихся противотанковых средств (ПТС) возможно только при рассмотрении всех проблем защиты в комплексе, при этом приоритет будет за применением активных средств противодействия и защиты и применении средств снижения заметности.

Демонстрационные опыты, проведенные в благоприятных условиях, позволили ряду фирм утверждать, что их разработки решают проблему защиты ОБТТ. Однако, более детальный анализ обычно показывает, что из-за сложности процесса защиты и многообразия существующих и перспективных ПТС невозможно обеспечить комплексную защиту, используя только один тип защитных средств. Необходимость интеграции систем защиты в едином комплексе индивидуальной защиты ОБТТ осознана специалистами ряда стран [1, 2].

В 2002 году такая задача была поставлена управлением МО США перед научными центрами сухопутных войск американской армии при определении облика перспективной боевой системы [3]. Противоречивость требований по массе и энергопотреблению систем защиты с одной стороны, эффективности их действия с другой диктуют крайне жесткие условия отбора. Обоснованное решение задачи комплексирования может дать только системный

многоуровневый подход, причем его основные черты примерно одинаковы у специалистов разных стран. [3].

Первым уровнем защиты считается комплекс мероприятий по снижению заметности ОБТТ, базирующийся на технологии STEALTH. Он должен уменьшить вероятность обнаружения ОБТТ техническими средствами разведки, работающими в различных спектральных диапазонах. Деформирующее окрашивание, установка искусственных масок, нанесение радиопоглощающих покрытий, оптимизация архитектуры ОБТТ, экранирование наиболее нагретых элементов моторно-трансмиссионного отделения помогают снизить контрастные характеристики ОБТТ на природных фонах. Способ защиты определяется характером атаки и типом атакующего средства. Сложные условия боевого контакта, а также конструктивные и организационные меры, используемые для снижения заметности действий противотанковых средств, крайне затрудняют работу сенсоров комплексов защиты. Комплексование дает возможность обеспечить необходимый для эффективной защиты поток информации [4].

Второй уровень защиты должны обеспечивать средства радио и оптико-электронного противодействия системам управления атакующих ПТС. Например, на ОБТТ «Леклер» это комплекс оптико-электронного противодействия (КОЭП). Основная цель постановки помех – снижение вероятности попадания атакующего боеприпаса в танк. Особенность данного уровня защиты в том, что на этом этапе в отражении атаки участвуют как средства снижения заметности (ССЗ), так и КОЭП. Только изменение обеих составляющих в соотношении «сигнал-шум» на входе сенсоров систем наведения ПТС приводит к отклонению боеприпаса от контура ОБТТ.

Третий уровень защиты предусматривает оснащение машины системами, предназначенными для силового воздействия непосредственно на атакующий боеприпас. Этот уровень лежит на границе контактной и неконтактной защиты. Воздействие на атакующий боеприпас происходит вне ОБТТ, но не исключает остаточного действия атакующего боеприпаса на ОБТТ уже после проведения цикла защиты. В качестве критерия качества обычно используется вероятность непробития броневой защиты после применения комплекса активной защиты, (КАЗ) т.к. достигаемый результат определяется совокупностью свойств КАЗ и брони ОБТТ. В значительной степени его эффективность зависит от качества контактной – динамической и броневой защиты [5,6].

Применение динамической защиты позволяет получить защиту, с массовой эффективностью превосходящей 1,7 - 3 раза (при защите от бронебойно-подкалиберного снаряда (БОПС)) традиционные материалы. Подобные характеристики практически не достижимы для обычных материалов, применяемых в структуре многослойной комбинированной защиты современных ОБТТ. Естественно, как и любое защитное устройство, динамическая защита имеет свои слабые стороны, которые зависят от технических решений, реализованных в конкретном образце. Однако, по мнению отечественных и зарубежных специалистов, динамическая защита

является наиболее перспективным направлением на пути совершенствования защиты ОБТТ. Но, применение даже наиболее совершенной динамической защиты в силу определенных причин, конструктивного характера, не обеспечивает радикального повышения выживаемости объекта на современном, насыщенном разнообразными противотанковыми средствами поле боя.

Динамическая защита использует энергию взрыва для воздействия на атакующий боеприпас, достигший ОБТТ. Установленный поверх брони плоский металлический контейнер содержит слой взрывчатого вещества и закрыт броневой крышкой толщиной до 25 мм. При ударе атакующего боеприпаса в крышку контейнера встречным подрывом его содержимого она выбрасывается навстречу. Это приводит к расфокусировке кумулятивной струи и ослаблению ее действия на броню. Разработаны образцы многослойных контейнеров, которые могут противодействовать тандемным кумулятивным боеприпасам [5]. Существует разработки, в которых подрыв заряда контейнера и выброс крышки происходят превентивно еще до контакта с боеприпасом по сигналам датчиков его подлета, т.к. появляется полная аналогия КАЗ.

Существуют модификации динамической защиты, например, украинский контейнер «Нож», которые способны воздействовать на пенетратор БОПС [7]. В такой контейнер уложены слои удлиненного кумулятивного заряда. Последовательно срабатывая при контакте пенетратора с контейнером, они рассекают пенетратор на несколько фрагментов до его удара по броне.

Дифференцированная по толщине многослойная броневая защита остается последним барьером на пути противотанковых боеприпасов.

Одним из эффективных методов пассивного противодействия является целенаправленное воздействие на оптические характеристики передающей среды «цель – ОЭЛ» путем постановки дымовых завес. Этот метод является в то же время наиболее обеспеченным техническими средствами постановки в виде различных дымогенераторов, артиллерийских снарядов и мин специальных авиационных приборов и т.д.

В настоящее время разработке аэрозольных средств защиты объектов ОБТТ придается все большее значение. Как считают за рубежом, главное их достоинство – универсальность применения (срытие как подвижных, так и стационарных объектов), высокая готовность к применению и незначительная стоимость.

Среди пассивных средств ОЭП широкое распространение получили средства одноразового применения (сбрасываемые или выстреливаемые). Так, например, за рубежом находится на вооружение такие системы как: «GALIX» (Франция) и др. В этих системах в качестве ложных тепловых целей (ЛТЦ) используется пиротехнический ИК трассер, излучающий тепловую энергию, эквивалентную излучению военной техники.

Эффективность пиротехнических смесей на основе красного фосфора обеспечивается небольшой скоростью горения при значительном удельном (на единицу массы состава) выходе дыма. Благодаря этим качествам в армиях

НАТО они используются для снаряжения преимущественно артиллерийских дымозажигательных снарядов. Однако зажигательное действие красного фосфора несколько ограничивает применение таких составов, особенно в системах самозащиты ОБТТ.

Как считают за рубежом, большинство дымообразующих веществ эффективны только в визуальном диапазоне и ближней части ИК диапазона, но теряют маскировочное действие в его остальной части, в которой работают современные ИК разведывательные системы. Но горение красного фосфора может служить и источником ИК излучения и тем самым ухудшить четкость изображения, формируемого тепловым прибором. [8].

Все описанные уровни защиты дополняют друг друга. Средства снижения заметности помогают избежать атаки ПТС и этим уменьшить поток атакующих боеприпасов. Умелая постановка помех средствами ОЭП сохраняет на этапах выдвижения и развертывания бронетанкового подразделения ресурс КАЗ и динамической защиты до момента сближения с противником на дальность действия ПТС ближнего боя.

С точки зрения размещения все перечисленные виды защиты являются конкурентными из-за ограничений по массе и энергопотреблению, а также противоречивости требований совместной компоновки на машине.

Таким образом, выбор структуры и параметров интегрированной системы защиты сводится, к задаче оптимизации, в которой критерием является вероятность поражения ОБТТ, граничные условия учитывают характеристики конкретных систем защиты и ограничения, накладываемые размещением на ОБТТ, а в расчет вводятся технические характеристики ПТС и систем защиты.

Библиографический список:

1. Воробьев И.Н., Киселев В.А. Высокоточное сражение // Военная мысль, 2006. №11. С. 15-18.
2. Тарасенко А. Комплексная защита бронетанковой техники. Украинский подход // Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра . 2007. №3. С. 34-38
3. Иванов О., Изюмов Д. Перспективная боевая система сухопутных войск США // Зарубежное военное обозрение. 2007. №3. С. 31-39.
4. Самойлов Л.А «Анализ и тенденции развития системы управления огнем образцов бронетанковой техники» // Труды XV Всероссийской научно-технической конференции г.Новосибирск, 23-25 апреля 2014г «Наука. Промышленность. Оборона». С. 550
5. Григорян В.А., Антипов А.П., Черепанов Н.В. Потенциальные возможности и реальное состояние пассивной броневой защиты БТТ от высокоточного оружия // Труды девятой всероссийской научно-практической конференции «актуальные проблемы защиты и безопасности». Т. 3. Бронетанковая техника и вооружение. СПб.: НПО Специальных материалов, 2006. С. 100-102.

6. Тарасенко А., Чепков И. Основные направления развития защитных устройств динамического типа // Техника и вооружение вчера, сегодня завтра. 2007. №5. С. 14-19. №7. С. 17-22.

7. International Defence Review. 2000, October. P. 13.

8. Самойлов Л.А. «Аэрозольные средства защиты БТВТ от систем ВТО»//ТРУДЫ. Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона», 20-22 апреля, 2011. С 556-557

INTEGRATION OF A WAY TO PROTECT ARMORED VEHICLES AGAINST HIGH WEAPONS

Samoilov Leonid Aleksandrovich

email lena.samoylov.1958@mail.ru

Novosibirsk Higher Military Command School, Russia, 630117Novosibirsk,
Ivanova str., 49, phone. тел. 83833325045

Abstract: The article is based on materials published in the mass media, which deals with solutions of protection of objects of armored vehicles from high-precision weapons. The ways of integration of systems of protection of objects of armored vehicles from high-precision weapons.

Keywords: OBT, integration, protection

**ПРИРОДА УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ВОЛН В
КУМУЛЯТИВНЫХ СТРУЯХ И ПРОБИТЫХ ПРЕГРАДАХ**

*Смеликов Владимир Георгиевич*¹, кандидат технических наук,
*Середа Николай Владимирович*¹, *Пирозерский Александр Сергеевич*¹,
*Лопатникова Татьяна Валерьевна*¹;
*Плотников Алексей Андреевич*²

¹АО «НПО «Базальт», 105318, г. Москва, ул. Вельяминовская, 32

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

Смеликов В.Г., Середа Н.В., Пирозерский А.С.,

Лопатникова Т.В., e-mail nts-bazalt@mail.ru

Плотников А.А., nrj104@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Смеликов Владимир Георгиевич,
АО «НПО «Базальт», 105318, г. Москва, ул. Вельяминовская, 32

Отмечается устойчивое повышение «культуры веса» кумулятивных зарядов противотанковых гранат, что подтверждается увеличением бронепробиваемости до 0,4 ... 1,3 мм на 1 г взрывчатого вещества. С целью наполнения энергетическим содержанием дислокационных механизмов больших пластических деформаций материалов облицовки при ударно-волновом нагружении предложено использовать электронно-ионный инструментарий, основанный на энергозатратном механизме действия процессов диссоциации, атомизации и ионизации давлением материалов кумулятивных облицовок при образовании струй, ударных ядер, осколков и при разрушении преград. Приведена оценка удельной энергии, потребной для атомизации броневой стали, что эквивалентно ~ 9 кДж/г, при которой обеспечивается разрушение или пробитие преграды. Смена сверхпластичности и сверхпрочности материала в струе носит пульсирующий характер из-за неодинаковой плазменной частоты ω_0 продольных колебаний заряженных частиц: ионов, электронов ... и конкуренции процессов атомизации и ионизации разной энергоемкости, чем обеспечивается шейкообразование в струе и что проявляется в виде своеобразного «молоткового эффекта» при пробитии преграды. В результате этой конкуренции происходит стратификация материала струи с расслоением его на кластеры с различной степенью ионизации и атомизации, что сопровождается генерацией упруго-пластических волн в струе и преграде.

Ключевые слова: «культура веса» кумулятивного заряда; диссоциация, атомизация, ионизация давлением материалов; электронно-ионный инструментарий; плазменная частота упруго-пластических волн; кластеры с разной степенью ионизации металла давлением; стратификация материала кумулятивной струи и преграды; «молотковый эффект»

1. Введение

Более чем полувековая практика разработки и производства кумулятивных зарядов (КЗ) противотанковых гранат (ПГ) с облицовками, полученными ротационной вытяжкой из медных (М1) листовых заготовок промышленной чистоты, подтверждает устойчивость увеличения бронепробиваемости с 3 до 8 калибров. При этом «культура веса» КЗ ПГ повысилась до пробития 0,4 ... 1,3 мм брони на 1 грамм ВВ, а выход металла в струю увеличен до 45 ... 75% от веса кумулятивной облицовки (КО) (рис. 1). С применением нагрева облицовок перед подрывом КЗ возможен рост бронепробиваемости до 10 ... 11 калибров заряда.



Рис. 1. Масса песта $49 \pm 3\%$ от массы КО

«Ограничение» кумуляции по Е.И.Забабахину [1] следует из недостижимости «бесконечной кумуляции из-за атомизма», роль которого была подчеркнута в [2], а практическая значимость для отраслевой науки и производства боеприпасов подтверждена детальными структурно-текстурными исследованиями в [3,4], которые вошли в сборник [5]. Недостигаемой остается и сплошность промышленных материалов и, следовательно, их идеальная адиабатичность или изоэнтропичность.

На фоне этих «недостижимостей» дислокационные механизмы больших пластических деформаций при ударно-волновом нагружении (УВН), изученные в 70-х годах прошлого века [4] могут быть дополнены или наполнены энергетическим содержанием.

2. Качественная и количественная оценка затрат энергии взрыва при образовании струй и ударных ядер.

В [5-6] представлены результаты анализа физических процессов взаимодействия электронной подструктуры с ионным остовом кристаллической решетки ударно-нагруженного металла. Предложено использовать электронно-ионный инструментарий, основанный на энергозатратном механизме действия процессов диссоциации, атомизации и ионизации давлением материалов кумулятивных облицовок при образовании струй, ударных ядер, осколков и при разрушении преград. Эти процессы сопровождаются изменением параметров кристаллических решеток из-за изменения атомных и ионных диаметров при интенсивной деформации материалов. На основе уравнения энергетического баланса качественная картина физических процессов, сопровождающих образование высокоскоростных кумулятивных струй низкотемпературной плазмы (для меди $\sim 400 \dots 1350^\circ\text{C}$) и ударных ядер,

дополнена количественной оценкой затрат энергии на диссоциацию молекул, ионизацию давлением атомов материалов струи, а также частичную атомизацию песта.

Уравнение энергетического баланса приобретает вид:

$$A \sum_{1}^k m_{BB} Q_{BB} = \sum_{1}^l m_n E_a + \sum_{1}^m m_c E_u + \sum_{1}^n m_d E_d,$$

где $A \leq 0,3$ - коэффициент отбора мощности КЗ;

m_{BB}, m_n, m_c, m_d - массы ВВ, песта, струи и диссоциированных металлов и примесей;

Q_{BB} - удельное энергосодержание ВВ, входящих в состав взрывчатой смеси КЗ;

E_a, E_u, E_d - удельные энергии атомизации, ионизации и диссоциации материала облицовки.

При этом учитывались доли компонентов и примесей в исходных материалах облицовок, а также удельное энергосодержание (4,2 ... 5,86 кДж/г) компонентов ВВ в кумулятивных зарядах с хорошей сходимостью баланса энергий. Приведена оценка удельной энергии, потребной для атомизации броневой стали, что эквивалентно ~ 9 кДж/г, при которой обеспечивается разрушение или пробитие преграды.

Кумулятивные струи (КС) или ударные ядра, являясь результатом трансформирования конических или сегментных облицовок, «демонстрируют» факторы (скорее факты) упругости объема и пластичности формы при их формоизменении и при взаимодействии с преградами. Синергизм или совместное действие этих факторов удерживает металл некоторое время в сверхпластичном состоянии (СПл) при образовании струи или, наоборот, сверхпрочном состоянии (СПр) основной ее части при пробитии и после пробития преграды (рис. 2).

Сближение вплоть до равенства или превышения динамических характеристик прочности $\sigma_{стр}^{дин} \geq \sigma_{прегр}^{дин}$ медной струи и броневой стали (до 1,5 ... 2,0 ГПа) при их контакте в режиме торможения струи носит периодический и волнообразный характер. Это остается зафиксированным в упруго-пластических волнах в КС (рис.2) и в пробитой преграде (рис. 3).

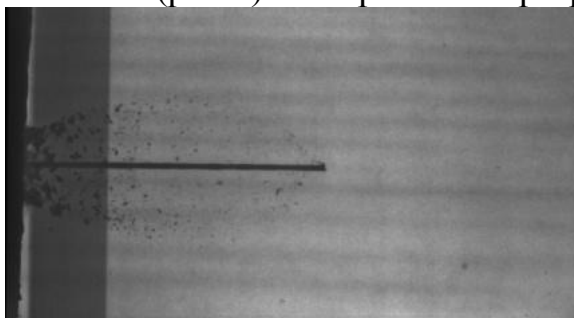


Рис. 2. Кумулятивная струя на выходе из стальной преграды толщиной 310 мм



Рис. 3. Упруго-пластические волны на поверхности преграды

Смена СПл и СПр в струе носит пульсирующий характер из-за неодинаковой плазменной частоты ω_0 продольных колебаний заряженных частиц: ионов, электронов ... и конкуренции процессов атомизации и ионизации разной энергоемкости при наличии электронного ветра как результата торможения КС при контакте с преградой, чем обеспечивается своеобразный «молотковый эффект» при ее пробитии.

Согласно справочным данным плазменная частота токовых волн ω_0 для металлов становится пропорциональной $n^{1/2}$, если за n принять концентрацию или плотность заряженных частиц, т.е. свободных электронов. Волнообразное взаимодействие электронов с положительно и отрицательно заряженными ионами отражается на изменении их отталкивательного потенциала и зависит от степени дефектности кристаллических решеток соударяемых материалов КС и преграды. Таким образом, КС – это не чистый поток несвязанных между собой ионов (атомов, например, меди без s-орбиталей) в виде «идеальной жидкости». Это многокомпонентная структура металлически связанных за счет перекрывания внешних электронных оболочек ионов, атомов и молекул, входящих в кластеры с соответствующей различной массой и с разной степенью ионизации, атомизации и диссоциации материала, включая примеси. По истечении полупериода ω_0 картина смены СПр на СПл изменяется на обратную, что иллюстрируется на рис. 4 в виде упруго-пластических волн в непробитой преграде.



Рис. 4. Упруго-пластические волны в непробитой преграде

Появление и рост электрического потенциала, возникающего при ударном сжатии металла (эффект Степанова - 1933 г.) [7], а также присутствие теплового, пондеромоторного и поверхностного эффектов, сопровождающих ударную деформацию в месте контакта струи и преграды могут быть отнесены

к вопросам для исследования и задачам адекватной физики, которые надо решать при условии применения промышленных материалов, в том числе меди, с примесями металлов (Ni, Sn, Zn, Al, Ag, Fe, Mo, Mg и др.), неметаллов (H, O, C, N, S, P и др.) и их соединений (гидридов, оксидов, карбидов, нитридов, сульфидов и др.). Применение таких «грязных» материалов обусловлено потребностями отраслевой науки и диктуется практикой производства любых кумулятивных зарядов, если учесть критерий «эффективность-стоимость».

Что касается электродинамических, гидродинамических, металлофизических и др. аспектов и особенностей поведения металлов при интенсивной деформации, то следует с учетом классических трудов обратиться к отечественным работам В.К.Григоровича, А.Г.Иванова, С.А.Кинеловского, Ю.В.Лисицына, В.Н.Минеева, М.А.Могилевского, Ю.А.Тришина, Ю.Н.Тюняева и др., а также к работам зарубежных исследователей Р.Эйчельбергера, Д.Кайнике, Д.Геринга и др. - см. библиографию к работе [7].

3. Результаты, эксперименты и выводы

В предположении, что в ударно-сжатой меди в месте контакта КС с преградой потенциал может быть высоковольтным, который обеспечивает э.д.с. до единиц вольт и, считая, что течение тока условно имеет направление от несжатой зоны металла к сжатой зоне, авторами подтверждена деформационная природа появления электрического потенциала в зоне контакта КС с преградой. В мишенной обстановке с устранением «кабельного эффекта» получены значения напряжения от 1,06 до 2,85 В. При этом появление сигнала фиксировалось с точностью до десятых долей мкс. Происходит своеобразная стратификация материала КС с расслоением его на кластеры с различной степенью ионизации и атомизации из-за конкуренции этих процессов и волнообразного взаимодействия электронного ветра с положительно и отрицательно заряженными ионами.

Изменение э.д.с. и наличие электрического потенциала в месте контакта КС с преградой, как свидетельство концентрации или изменения плотности заряженных частиц (электронов и ионов), является прямым доказательством наличия страт – зон, участков или объемных образований с различной степенью ионизации давлением материала КС. Это сопровождается генерацией упруго-пластических волн в преграде и проявляется в виде «молоткового эффекта» по всей длине КС и пробитого отверстия.

Библиографический список:

1. Забабахин Е.И. Кумуляция и устойчивость. Сб. научных статей. Снежинск, издательство РФЯЦ-ВНИИТФ, 1998, 112 с.
2. Физика взрыва / Под ред. Л.П.Орленко. - Изд.3-е, испр. - В 2 т. Т. - 1. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2004. -832 с.
3. Смеликов В.Г., Кузьмин С.М., Дзядух О.Ф., Зайцев В.П. Влияние направления раскатки на кумулятивный эффект. – Вопросы специального машиностроения. Сер.1. 1984 вып. 3 (118).

4. Смеликов В.Г., Кузьмин С.М., Зайцев В.П. Влияние режимов формоизменения кумулятивной облицовки и ее структуры на кумулятивный эффект – Вопросы специального машиностроения. Сер. 1, 1987, вып. 1 (164).
5. Смеликов В.Г. Устойчивость ограниченной кумуляции. -М.: Студия «Этника», 2016.-120 с.: ил.
6. Смеликов В.Г., Середа Н.В., Лопатникова Т.В., Плотников А.А. «Устойчивая» кумуляция и сверхпластичность. Вращение кумулятивных струй из облицовок, изготовленных ротационной вытяжкой //«Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы», 2014, №1.
7. Минеев В.Н., Иванов А.Г. Э.Д.С., возникающая при ударном сжатии вещества. -М., «Наука». Успехи физических наук. Том 119, вып.1, 1976, с.75-109.

УДК 623.4.023

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПЛЕКТА БОЕВОЙ ЭКИПИРОВКИ СОЛДАТА

*Солосин Александр Евгеньевич, курсант; Перистый Анатолий Петрович,
доцент*

Новосибирское высшее военное командное училище, 630117, Россия,
Новосибирск, ул. Иванова, 49

Солосин А.Е., email bassandbit24@gmail.com

Перистый А.П., email beezeeman24@gmail.com

*Адрес для корреспонденции: Солосин Александр Евгеньевич, Новосибирское
высшее командное училище, 630117, Россия, г. Новосибирск, ул. Иванова, 49,
тел. 8(383)332-50-45*

Аннотация

В данной статье собрана и систематизирована информация о комплектах боевой экипировки в период становления и развития в Вооруженных Силах Российской Федерации. Рассказана информация о его комплектности, особенностях и возможностях. Так же проведено сравнение с зарубежными аналогами в ходе которого выяснилось, что комплекты современной экипировки Российской армии, не только ни в чем не уступают, но и по ряду параметров превосходят их.

В данной статье показаны перспективные направления развития комплектов боевой экипировки солдат.

Показаны структурные преобразования и реформы, проведенные в устройстве модулей индивидуальной экипировки и комплекта в целом.

В статье раскрыты основные особенности устройства комплектов «Бармица», «Ратник», «Ратник-2» его состав, ряд качеств и возможностей влияющих на выполнение боевых задач.

Авторами проанализирована работа системы «Стрелец» которая входит в состав комплекта «Ратник».

Ключевые слова: БРОНЯ, РАТНИК, ЭКИПИРОВКА, КОМПЛЕКТ

Статья написана по материалам опубликованным в средствах массовой информации, о совершенствовании и развитии комплекта боевой экипировки солдата.

Понимая, что в современной войне, средства индивидуальной защиты, являются далеко не последним фактором для достижения победы, отечественные инженеры, в соответствии с утвержденной программой Генерального штаба «Боец 21-го века», спроектировали и создали в начале 2000 года, один из первых в нашей стране комплект индивидуальной броневой защиты «Бармица», который в дальнейшем был принят на вооружение Российской армии. Полная стоимость комплекта составила почти 2 миллиона рублей. В состав комплекта входит более 50 элементов, среди прочего это: «Борит-М» - защитный шлем, «Забрало» - бронезилет, защищающий бойца от осколков и от пули, выпущенной из пистолета ПМ, «Акведук» - портативная радиостанция и навигационное оборудование, автомат АК или «Абакан», либо пулемёт «Печенег», прибор ночного видения. В итоге вес полного комплекта составил более 40 кг, вести бой, имея на себе такой «груз» довольно сложная задача, даже для самых сильных и выносливых бойцов, не говоря уже о молодых и не тренированных призывниках. К примеру, вес бронезилета входящего в комплект «Бармица» составляет 15,5 кг. Единственное возможное в этом случае решение, это использование не всего комплекта полностью, а только некоторых его элементов.

В конечном итоге, недавно принятый на вооружение Российской Армии, комплект «Бармица» совершенно не соответствует требованиям современного боя. По плану, комплект должен был поставляться в войска, начиная с 2005 года, однако на сегодняшний день в войсках имеется не более 4% от запланированного количества.

На смену морально устаревшей «Бармице» пришел новый БКИЭ (боевой комплект индивидуальной экипировки) получившего название «Ратник, появились сведения о возможной закупке комплектов защитной экипировки FELIN. Комплект «Ратник», в лучшем случае, планировалось создать к 2015 году, поэтому для ускорения его разработки было принято решение приобрести иностранный образец. По заявлению генерала армии Н. Макарова, начальника генерального штаба Вооруженных Сил России, Министерство Обороны, запланировало приобретение нескольких комплектов производства французской компании Sagem. Вскоре небольшая партия комплектов FELIN была закуплена для последующего проведения их испытаний.

Несмотря на значительный скачок в технологическом плане, в армии главной боевой единицей остаётся солдат. От того, насколько хорошо он одет и оснащён современным оружием и вспомогательными средствами будет зависеть успех на поле боя, во время разведки, караула или патрулирования, а так же при столкновении с противником. Другими словами, современная боевая экипировка должна быть надёжной и многофункциональной, что в свою очередь благоприятно повлияет не только на моральный дух бойцов, но и существенно повысит оперативность при выполнении боевых задач. Универсальный солдат армии РФ. «Ратник» - это совокупность различных систем, которые обеспечивают солдата защитой, средствами связи и разведки. Весь комплект состоит из пятидесяти элементов и десяти подсистем, среди которых системы наведения на цель, спутниковая навигация и многое другое. Разработчики вложили много сил и средств, чтобы создать нечто уникальное и современное. Если верить многочисленным заявлениям и комментариям как научных сотрудников, так и представителей Министерства обороны, то боец в таком обмундировании станет «невидимкой», но при этом будет видеть всё вокруг себя. «Ратник» позволит обычному воину стать универсальным солдатом, который способен решить поставленные перед ним задачи. Другими словами, данный комплект позволит вывести обеспечение солдат российской армии на мировой уровень. Итак, «Ратник» обеспечивает надёжную защиту бойца от различных поражающих факторов, будь то стрелковое оружие, осколки гранат или огонь. Так же в комплект входит современная станция радиосвязи, которая позволяет объединять группу бойцов в единую сеть, электронные средства прицеливания, очки ночного видения и т.д. Это в свою очередь существенно повышает тактический уровень при выполнении тех или иных задач. Кроме этого, экипировка комплектуется стандартным набором военнослужащего, но в новом исполнении. Основу комплектов «Ратник» составляют бронежилеты, бронешлемы, боевой комбинезон, защитные очки, гарнитура с активной системой защиты слуха, комплект защиты локтевых и коленных суставов бойца, автоматы, снайперские винтовки, гранатомет, боеприпасы к ним, новый боевой нож, а также дневно-ночной прицельный комплекс, круглосуточные приборы разведки, унифицированные оптический и тепловизионный прицелы, малогабаритный бинокль и другие образцы. В общей сложности в состав комплектов боевой экипировки «Ратник» входит 59 элементов экипировки военнослужащих: стрелка, механика-водителя, разведчика и солдат иных специальностей. Все они условно разделены на элементы системы поражения, защиты, жизнеобеспечения, энергообеспечения и средства управления, связи и разведки.

Комплект современной боевой экипировки «Ратника» имеет сложное устройство. Он включает в себя, не только средства индивидуальной защиты бойца, но также и современные средства связи, вооружения, элементы АСУВ, индивидуальные средства маскировки и разведки. Можно с уверенностью сказать, что современный комплект боевой экипировки «Ратника» превосходит по всем параметрам предшествующие ему образцы.

¹Комплект современной боевой экипировки «Ратника» состоит из:

1. Комплекс разведки, управления и связи "Стрелец" и "Стрелец-М" .
2. Защитный комплект "Пермячка" и "Пермячка-М".
3. Одежда боевой экипировки военнослужащего «Ратник».
4. Система жизнеобеспечения.
5. Система наблюдения.
6. Система вооружения.
7. Специальный многослойный шлем 1-го класса защиты с керамическими бронепластинами.
8. Дополнительное оборудование:
 - элементы защиты от нелетального оружия (звуковое, слезоточивый газ, термическое и др.);
 - элементы защиты от оружия отравляющего воздействия;
 - фильтры очистки воды;
 - автономные источники тепла;
 - наборы средств энергообеспечения;
 - система медицинского контроля;
 - Аптечка;
 - Обнаружитель СВЧ облучения.

Российская боевая экипировка военнослужащего, «комплект солдата будущего». «Ратник» разработана ФГУП «ЦНИИТОЧМАШ». В работах по созданию экипировки второго поколения в рамках опытно-конструкторских работ «Ратник» задействовано более 50 предприятий промышленности. Генеральный конструктор экипировки – Владимир Николаевич Лепин.

²В состав «Ратника» входит несколько десятков элементов вооружения, в том числе:

- арамидный комбинезон из волокна «Алютекс» компании «Каменскволокно», способный выдержать попадание осколков гранат, мин или снарядов, а также обладает определённой огнеустойчивостью;
- комплект защиты включает в себя бронезилет ББ43 (с керамическими пластинами) класса защиты 6а в расширенной комплектации (вес – до 15 кг) или класса 5 в стандартной комплектации (вес – до 9 кг) по ГОСТ Р 51136-98, ГОСТ Р 51112-97, ГОСТ Р 50941-96. И многослойный шлем выдерживающий попадание pistolетной пули (по классу защиты 1) с расстояния 5-10 м.
- комплект оборудован системой управления «Стрелец», в составе которой средства связи, целеуказания, обработки и отображения информации, опознавания — позволяющей передавать информацию о местонахождении солдата на командный пункт;

- коммуникатор определяющий координаты бойца с помощью ГЛОНАСС и GPS, для решения задачи ориентирования на местности и целеуказания и других прикладных расчётов;
- наборы средств энергообеспечения;
- защитные очки, способные выдерживать попадания осколков размером 6 мм летящих со скоростью 350 м/с;
- щитки на коленные и локтевые суставы, фильтры очистки воды, автономные источники тепла;
- АК-12 или модернизированный АК других версий, оснащённый прицелом ночного видения и тепловизионной системой прицеливания;
- видеомодуль для стрельбы из укрытия, состоящий из нашлемного минимонитора и телевизионного прицела;
- коллиматорный прицел «Кречет» и другие приборы (в дополнение к прицелу может устанавливаться зрительная труба 3-х кратного увеличения либо монокуляр ночного видения «Лунь»);
- в систему жизнеобеспечения входят рюкзаки разного типа (универсальный рюкзак объёмом 50 литров, рейдовый ранец 10 литров;
- разгрузочный жилет с взаимозаменяемыми быстросъёмными элементами), маскировочные комплекты, складная теплоизолирующая прокладка, съёмный утеплитель для использования в зимнее время, вентилируемая футболка, жилет с отсеками для боеприпасов, коврик, плащ, шапочка, подшлемник, противомоскитная сетка;
- палатка, спальный мешок;
- активные наушники позволяющие общаться во время боя;
- нож «Шмель».

³С 2015 года началась разработка еще более совершенного комплекта экипировки, который придет на смену "Ратнику" в 2017 году. Он уже получил условное наименование - "Ратник-3"

Испытания "Ратника" проводились на базе 27-й отдельной мотострелковой бригады. Войсковые испытания «Ратника» проходили в 2012—2013 годах на базе 27-й отдельной мотострелковой бригады в подмосковном Алабино, а также в частях ВДВ во время учений «Кавказ». Они показали, что «Ратник» не только не уступает французской экипировке FELIN, но и по ряду параметров превосходит ее.

Государственные испытания, завершившиеся летом 2014 года, проходили в 12 войсковых частях.

Главнокомандующий Сухопутными войсками России генерал-полковник Олег Салюков сообщил, что в войска поступило 80 тысяч комплектов экипировки второго поколения «Ратник». Промышленность планирует поставлять ежегодно 70 тысяч комплектов.

Библиографический список:

1. Огневая подготовка мотострелковых подразделений, учебник, Москва, 2012г.
2. Журнал «Военная мысль», октябрь 2014г.
3. <http://ru.wikipedia.org>.
4. Вооружение мотострелкового батальона, учебник, Москва, 2013г.
5. Вооружение иностранных армий, учебник, Москва, 2013г.
6. <http://topwar.ru/41677-boevaya-ekipirovka-ratnik-na-podhode.html>

IMPROVEMENT SET COMBAT GEAR SOLDIER

Solosin Alexander Evgenevich, student; **Cirrus Anatoly Petrovich**, assistant professor

Novosibirsk Higher Military Command School, 630117, Russia, Novosibirsk, st. Ivanova, 49

Solosin A.E., email bassandbit24@gmail.com

Peristy A.P., email beezeeman24@gmail.com

Address for correspondence: **Solosin Alexander Evgenevich**, Novosibirsk Higher Command School, 630117, Russia, Novosibirsk, st. Ivanov, 49, tel. 8 (383) 332-50-

45

Annotation

In this article, we collect and systematize information on the set of combat equipment in the period of formation and development of the Armed Forces of the Russian Federation. It tells about its completeness, features and capabilities. As compared with foreign counterparts during which it became clear that the sets of modern equipment of the Russian army, not only in no way inferior, but also on a number of parameters exceed them.

This article shows the perspective directions of development kits combat equipment of soldiers.

Showing structural changes and reforms carried out in the apparatus individual equipment modules and set as a whole.

The article deals with the basic features of the device sets "Barmitsa", "Warrior" "Warrior-2" of its composition, a number of qualities and opportunities affecting the performance of combat missions.

The authors analyzed the work of the system "Sagittarius," which is part of a set of "Warrior".

Keywords: ARMOR, WARRIOR, EQUIPMENT, KIT

О РАСЧЁТЕ ТРАЕКТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА НА ПАРАШЮТНОЙ СИСТЕМЕ ОКС-4

Сташков Павел Евгеньевич, курсант; Шевченко Андрей Михайлович

¹ Новосибирское высшее военное командное училище, 630055, Россия,
г. Новосибирск, ул. Иванова, 49

Шевченко А. М., e-mail shevch@itam.nsc.ru

Адрес для корреспонденции: *Шевченко Андрей Михайлович*, Новосибирское высшее командное училище, 630117, Россия, г. Новосибирск, ул. Иванова, 49, тел. (383)332-50-45

Аннотация. Представлены методика, алгоритм и результаты расчёта траекторных параметров движения груза на трёхступенчатой парашютной системе типа ОКС-4 в рамках модели динамики материальной точки. Приведены результаты тестовых расчётов для грузов различной массы и скоростей десантирования.

Ключевые слова: парашютная система ОКС-4, расчёт траекторных параметров, уравнения движения

1. Введение

При десантировании грузов широкое применение нашли парашютные системы со стабилизирующим и тормозным парашютами. Примерами таких систем являются системы ПГ-125 или ОКС-4. Работа каждой из этих систем сопровождается последовательным вводом в действие стабилизирующего парашюта, тормозного парашюта и основного парашюта. Штатная эксплуатация ОКС-4 предполагает минимальную высоту десантирования не менее 150 м [1,2].

Целью настоящей работы является моделирование движения груза на трёхступенчатой парашютной системе типа ОКС-4. Работа является развитием исследований [3]. В ней представлены первые результаты по разработке методики расчёта в рамках модели динамики материальной точки и её тестирования для трёхступенчатой ПС. Примером такого подхода является работа [3], в которой расчёт траекторных параметров проводился с использованием уравнений движения материальной точки и данных натуральных экспериментов для определения эффективной площади сопротивления при наполнении и раскрытии купола парашюта. В настоящей работе рассматривается методика расчёта, не требующая экспериментальных данных. Моделирование наполнения и раскрытия купола осуществляется по упрощённой методике, предложенной в [5,6].

2. Расчётная модель

Взаимодействие и работа частей ОКС-4 серии 4 в воздухе при введении парашютной системы вытяжным звеном происходит в следующем порядке. После отделения груза вытяжное звено натягивается, выдёргивает шпильку-

чеку шнурового устройства и вводит в действие стабилизирующий парашют. Обрывной шнур, соединяющий вытяжное звено со стабилизирующим парашютом, обрывается. Вступивший в действие стабилизирующий парашют удаляется от груза. Затем под воздействием стабилизирующего парашюта и веса груза парашютная камера отходит от диафрагмы. Вступает в работу тормозной парашют, уменьшая скорость снижения груза. Вытягиваются стропы основного парашюта из сот парашютной камеры. Из камеры вытягивается купол основного парашюта с чехлом. Чехол стягивается с купола, происходит его наполнение и снижение груза на полностью раскрытом парашюте со скоростью до 7 м/сек.

Моделирование процесса проводим следующим образом.

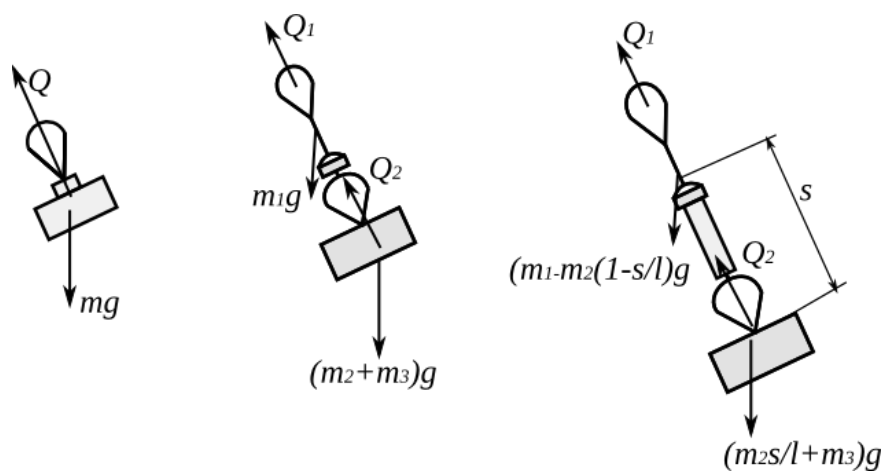


Рис. 1.

1 этап: груз отделяется и пролетает путь длиной 2.5 метра в действие вводится стабилизирующий парашют. Эту фазу моделируем как движение материальной точки под действием сил тяжести и силы сопротивления

$$\frac{dv}{dt} = -g \left(\sin \theta + \frac{v^2}{u^2} \right); \quad \frac{d\theta}{dt} = -\frac{g \cos \theta}{v}; \quad \frac{dx}{dt} = v \cos \theta; \quad \frac{dy}{dt} = v \sin \theta. \quad (1)$$

Здесь t – время, v , θ , x , y – соответственно скорость, угол наклона траектории и

координаты груза, $u = \sqrt{\frac{2mg}{C_x \rho S}}$ - скорость установившегося снижения, где C_x –

коэффициент сопротивления, ρ – плотность воздуха, m – масса, g – ускорение свободного падения, S – площадь купола. Система (1) интегрируется при начальных условиях:

$$v(0) = v_0; \quad \theta(0) = \theta_0; \quad x(0) = y(0) = 0; \quad (2)$$

2 этап - удаления груза с открытым тормозным парашютом на длину соединительного капронового шнура ШТКП-18-700. При этом нарушается жёсткая связь между стабилизирующим куполом и тормозным парашютом, камерой основного парашюта, грузом. Каждая из них движется по своему закону.

Уравнения (1) записываются отдельно для стабилизирующего парашюта и системы «груз - тормозной парашют - камера с основным куполом». Расчёт этапа заканчивается, когда удаление между объектами станет равным длине вытяжного звена, то есть 2.5 метрам.

3 этап - выход строп длиной 6.7 метров, снятие чехла длиной 4.1 метра, и выход купола. Для тела 1 масса в любой момент времени складывается из массы стабилизирующего парашюта m_1 , массы чехла с камерой и оставшейся частью строп и основного купола $[m_1 - m_2 \cdot (1 - s/l)]$. Масса тела 2 — это масса груза m_3 и часть вышедших строп и основного купола $[m_3 + m_2 \cdot s/l]$.

Здесь $l = l_0 + R_0$, где l_0 – длина строп, R_0 – радиус купола в раскрытое, m_2 – масса строп и основного купола. В результате получается две системы уравнений, аналогичных (1): по четыре уравнения для тела 1 и тела 2. При этом отличаются только первые уравнения системы (1), которые имеют вид для тела 1

$$\left(m_1 + m_2 \cdot \left(1 - \frac{s}{l}\right)\right) \frac{dv_1}{dt} = -Cx_1 \frac{\rho v_1^2}{2} S_1 - (m_1 + m_2 \cdot (1 - s/l)) \cdot g \cdot \sin \theta_1 + v_1 \cdot m_2 \cdot \frac{s}{l}.$$

и для тела 2

$$\left[m_3 + m_2 \cdot \frac{s}{l}\right] \frac{dv_3}{dt} = -Cx_3 \frac{\rho v_3^2}{2} S_3 - (m_3 + m_2 \cdot \frac{s}{l}) \cdot g \cdot \sin \theta_3 + v_3 \cdot m_2 \cdot \frac{s}{l}.$$

Этап заканчивался, когда расстояние между грузом и парашютом станет равным длине строп и длине вытянутого основного купола $s = l_0 + R_0$.

4 этап – наполнение купола и движение на основном куполе. Расчёт раскрытия купола проводился по методике, предложенной в [5,6], которая была использована и более подробно описана в [3].

3. Результаты и обсуждение

Проведены тестовые расчёты для грузов массой 60 и 150 кг при скорости десантирования 30 и 50 м/с. На рис. 2а показана зависимость скорости груза от времени, на рис 2б – траектории для всех четырёх рассмотренных случаев.

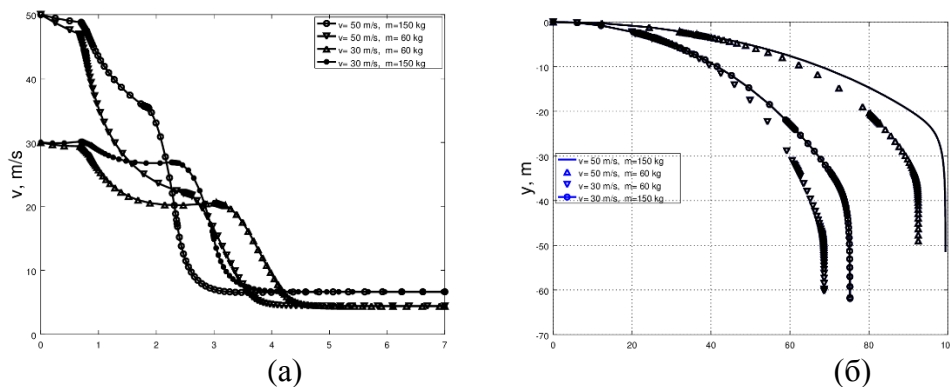


Рис. 2. Результаты расчётов для грузов массой 60 и 150 кг при скорости десантирования 30 и 50 м/с: (а) зависимость скорости от времени; (б) траектория.

Анализ полученных результатов и сопоставление с имеющимися данными о функционировании ПС ОКС-4 [1,2] показал следующее. Расчётные данные качественно отражают изменение скорости груза вдоль траектории. Однако, по результатам расчёта время выхода на режим установившегося снижения занижено. Соответственно расчётные значения потери высоты также получаются меньше натуральных. Это свидетельствует о необходимости доработки алгоритма расчёта. Необходимо, также привлечение данных натуральных экспериментов.

4. Выводы

Разработана методика расчёта траекторных параметров движения груза на трёхступенчатой парашютной системе типа ОКС-4. На её основе составлен алгоритм и выполнена программная реализация. Выполнена первая серия тестовых расчётов. Показано, что методика расчёта нуждается в доработке с целью адекватного моделирования динамики работы системы ОКС-4.

Для валидации метода расчёта требуется получение натуральных экспериментальных данных, видеосъёмки процесса с покадровой обработкой.

Библиографический список:

1. Герасименко И.А. Воздушно-десантная подготовка. - М.: Военное изд-во, 1985.
2. Бледных В.В., Гербер А.Г. Парашютно-десантная тара (ПДУР-47 серии 4, ПДММ-47 серии 3 и 2, УПДММ-65) материальная часть и подготовка к десантированию. Учебное пособие. Новосибирск, НВВКУ, 2007.
3. Деннер И.В., Шевченко А.М. Моделирование движения груза на двухступенчатой парашютной системе. Наука. Промышленность. Оборона: Труды XIII всероссийской научно-технической конференции (Новосибирск, 19-20 апреля 2012 г.) – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – С. 179-180.
4. Трямкин А.В., Скиданов С.Н. Исследование процесса наполнения парашютных систем // Труды МАИ. – 2001. - № 3.
5. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов. – М.: Машиностроение, 1965.
6. Френч К.Е. Наполнение парашютов // Ракетная техника и космонавтика, - 1963. - Т.1. - №11. С. 198-202.

ON SIMULATION OF TRAJECTORY PARAMETERS OF THE FOREBODY WITH PARACHUTE SYSTEM OKS-4

Stashkov P.E., Shevchenko A.M.

Novosibirsk High Military All Command Academy, 630117, Russia,
Novosibirsk, Ivanova, 49

Shevchenko A. M., e-mail shevch@itam.nsc.ru

Annotation

The computation technique and algorithm to simulate the trajectory parameters of the forebody motion with the parachute system OKS-4 was performed. Computational results for the forebodies of different mass and different initial velocities are presented.

Keywords

Parachute system OKS-4, simulation of trajectory parameters, equations of motion

УДК 621.9.016

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ ФОРМ ДЛЯ ТРОТИЛОВЫХ БЛОКОВ

Тринёва Екатерина Сергеевна, студентка; *Губин Сергей Григорьевич*

Бердский политехнический колледж

Россия, Новосибирская область, г. Бердск ул. Островского, 97,

тел. (383-41) 5-15-60,

Губин С.Г., E-mail ognewik61@mail.ru

Тринёва Е.С., E-mail 1996cat@mail.ru

Процесс литья пластмасс под давлением является одним из широко используемых методов. В статье рассматриваются различные виды литья. Литьё под давлением происходит под разным уровнем давления. В статье рассмотрена без отходная технология литья полимерных корпусов для производства гражданской продукции. Удаленный облой и бракованная продукция направляются на повторную переработку и в дальнейшем используется для изготовления продукции.

Ключевые слова: Инжекционное литье; интрузия; литьё под давлением; пресс-формы; формирующие полости; полимеризация.

Литье пластмасс под давлением является одним из самых эффективных и

широко используемых методов литья пластмассы.

Главный принцип литья пластмасс под давлением - это преобразование пластмассы до вязко текучей консистенции, позволяющей легко заполнять необходимую форму, и протекать по каналам литьевого оборудования. Заполнение заранее определенной формы происходит при впрыске или обычном перемещении расплавленной горячей массы пластмассы, где принимает определенную конфигурацию и становится твердой. Для изготовления разных видов изделий применяются различные виды пластмасс, режимы литья и формы, которые регулируются и легко меняются. Что позволяет получать желаемые изделия различные не только по форме, но и по их свойствам. [1] Этим методом получают изделия массой от нескольких граммов до нескольких килограммов с толщиной стенок 1—20 мм (чаще 3—6 мм).

Процесс литья под давлением происходит под разным уровнем давления, наиболее часто изготовление деталей происходит при 80-140 МПа. Применение сверхвысокого давления может быть обусловлено изготовлением продукции с высокими прочностными характеристиками. Также сверхвысокое давление способствует наиболее точной передаче размеров деталей изделия. Выбор необходимого уровня давления зависит от следующих факторов: степень вязкости и расплавленность пластмассы, пресс-формы, желаемого результата и других. [2]

Для изготовления полимерных корпусов (см. рис.1) для снаряжения тротильных блоков БТП-100П/ БТП-250П / БТП-500П/ БТП-1000П на НЗИВ используется литьё пластмассы под давлением. Литье пластмасс под давлением является одним из самых эффективных и широко используемых методов литья пластмассы.

Пресс-формы в точности соответствуют тому изделию, которое необходимо получить. Получение изделия путем литья пластмасс под давлением невозможно без применения пресс-формы. Процесс производства пресс-формы достаточно долгий, сложный и дорогостоящий. Обусловлено это уникальностью каждой отдельной пресс-формы, высоким качеством обработки поверхностей в форме и повторением сложной геометрии изготавливаемого изделия.

Когда форма заполнена, под более высоким давлением подается небольшое количество материала, необходимого для окончательного формирования изделия, и компенсирующего усадку. Применение самых различных технологий в литье изделий из пластмасс позволяет получать качественный и желаемый результат.



Рис. 1 Полимерные корпуса

Существует несколько видов литья пластмасс под давлением, каждый из них имеет определенные преимущества и применяется для улучшения качества того или иного изделия. [3]

- Простое в формы. При простом литье жидкая композиция или расплав заливаются в формы (подогреваемые) и отвердевают в результате реакций полимеризации, поликонденсации. Примером служат получение органического стекла и декоративных изделий из полиметилметакрилата.
- Инжекционное литье позволяет получать изделия с минимально тонкими стенками либо, наоборот, с очень толстыми. Изделия, полученные при инъекционном литье, обладают меньшей усадкой.
- Интрузия, как один из видов литья пластмасс под давлением, применяется при изготовлении изделий с толстыми стенками. Принцип данного метода заключается во впрыске в форму меньшего количества материала, чем требуется. Заполнение пресс-формы происходит текучей пластмассой, в процессе создания изделия, но под низким давлением.

Технология изготовления полимерных корпусов

Основными технологическими параметрами процессов литья под давлением являются температура расплава T_p , температура формы T_f , давление литья $P_{л}$, давление в форме P_f , время выдержки под давлением $t_{впд}$, время охлаждения $t_{охл}$ или время отверждения в форме $t_{отв}$ для терморезактивных материалов.[2] Литьем под давлением перерабатываются как термопластичные, так и терморезактивные материалы, но при этом тип материала определяет специфику физико-химических процессов, сопровождающих нагревание и перевод в твердое состояние этих видов пластмасс. Технологическая схема процесса приведена на рис 2. Анализ процесса литья под давлением может быть проведен по следующим составляющим: перевод материала в вязкопластичное состояние —> подача его в зону дозирования —> накопление расплава —> течение расплава в системе «сопло—форма» —> течение расплава в каналах формы и формующей полости —> формирование структуры изделия.

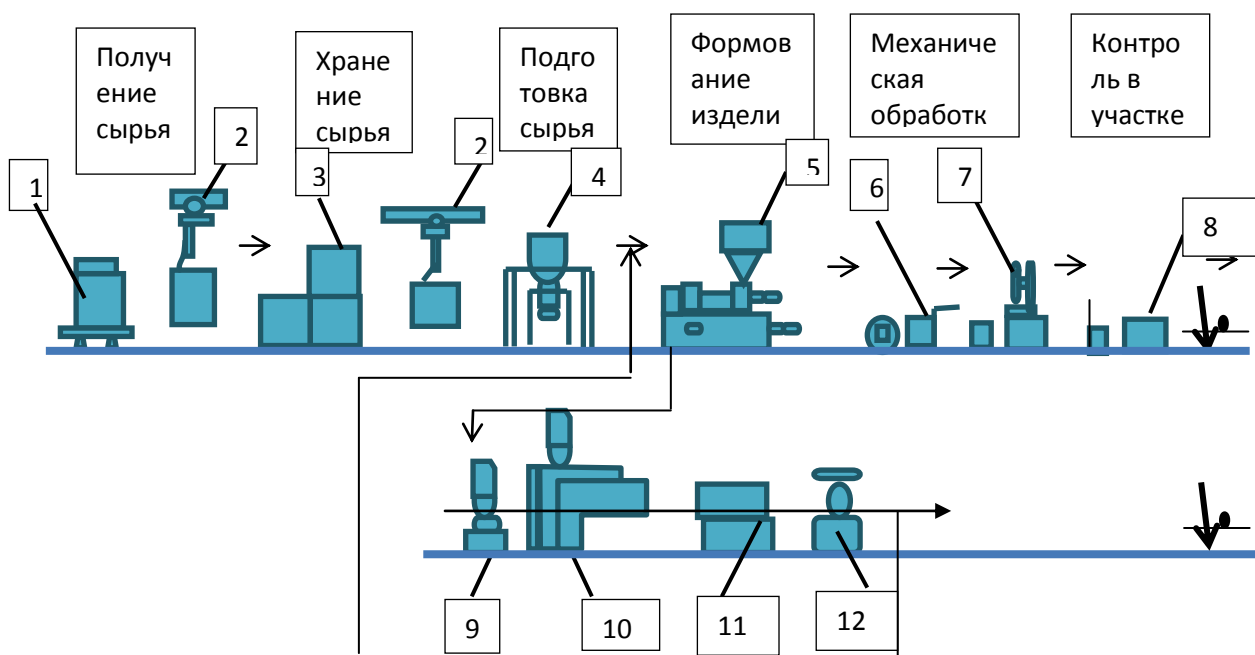


Рис. 2 Технологическая схема литья под давлением:

1 — вагон (полувагон, цистерна); 2 — подвесная кран-балка; 3 — склад материала; 4 — вакуумная сушилка; 5 — литьевая машина; 6 — транспортер; 7 — станок механической обработки; 8 — стол упаковки; 9 — дробилка; 10 — экструдер; 11 — охлаждающая ванна; 12 — гранулятор

Данная технология позволяет наладить безотходную технологию производства. Удаленный облой и бракованная продукция направляются на повторную переработку (см. рис. 2 поз. 9 – 12). Переработанный материал вновь поступает на место хранения сырья (см. рис. 2 поз.3) и в дальнейшем используется в изготовлении основной продукции.

Использование данной технологии на НЗИВ доказало, возросло качество и снизилась себестоимость конечного продукта, что увеличило его спрос потребителями.

Библиографический список:

1. Видгоф Н.Б. Основы конструирования литьевых форм для термопластов. М.: Машиностроение, 1979.: 261 с.
2. Крыжановский, В. К. Производство изделий из полимерных материалов: учеб. пособие / В. К. Крыжановский [и др.]. – СПб.: Профессия, 2004. – 464 с.: ил.
3. Шерышев, М.А. Технология переработки термопластичных листов и пленок в объемные изделия [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология переработки пластических масс и эластомеров» / М. А. Шерышев; Рос. хим.-технолог. ун-т им. Д. И. Менделеева. - М., 2004. – 156 с.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PRESSING THE FORMS FOR TROTYL BLOCKS

Trinyova Ekaterina Sergeyevna, student; *Gubin Sergey Grigoryevich*

Berdsk polytechnical college

Russia, Novosibirsk region, Berdsk, Ostrovsky St., 97,

ph. (383-41) 5-15-60,

Gubin S.G., E-mail of ognewik61@mail.ru

Trinyova E.S., E-mail of 1996cat@mail.ru

A process of molding of plastic under pressure is one of widely used methods. The different types of molding are considered in the article. Molding under pressure happens under the different level of pressure. Without waste technology of molding of polymeric cases for production of civil production is considered in the article. Remote bark and the rejected production are going for repeated processing and further it is used for producing of the production.

Keywords: Injection molding; intrusion; molding under pressure; compression molds; the forming cavities; polymerization.

**СЕКЦИЯ: РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА. СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

УДК 681.2.083

**АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ЦИФРОВОГО
ДИАГРАМООБРАЗОВАНИЯ В ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ
РЕШЕТКАХ**

*Адушинова Мария Александровна^{1,2}, магистрант.; Коваленко
Александр Сергеевич¹, магистрант; Слободяненко Александр
Александрович¹, магистрант; Семенихин Виктор Семенович²,
канд. техн. наук, начальник сектора*

¹Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 3462623

²Акционерное общество «НИИ измерительных приборов – Новосибирский
завод имени Коминтерна»

630015, Россия, г.Новосибирск, ул.Планетная, д.32

Адушинова М.А. bloodmari@mail.ru

Слободяненко А.А. sepwood@gmail.com

Коваленко А.С. rockstaaz@yandex.ru

*Адрес для корреспонденции: Адушинова Мария Александровна,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, e-mail 94mary94@mail.ru*

Аннотация - В рамках данной статьи был математически промоделирован процесс формирования диаграммы направленности с учетом особенностей фазированной антенной решетки и цифровой антенной решетки. На основе полученных данных проведен анализ преимуществ цифрового диаграмообразования с точки зрения адаптации к помехам и основных характеристик фазированной антенной решетки.

Ключевые слова - Фазированная антенная решетка, диаграмма направленности, цифровое диаграмообразование, моделирование, фазовращатель, помеха, адаптация.

С каждым поколением требования к радиолокационным системам растут, поэтому новейшее радиоэлектронное оборудование должно обладать высокой помехозащищенностью, многофункциональностью и рядом других характеристик, которые могут быть реализованы путем перехода от аналоговых фазированных антенных решеток (ФАР) к цифровым (ЦАР).

Так как практически вся выгода цифрового диаграмообразования (ЦДО) заключается именно в приеме и обработке принятого сигнала, в работе математически моделируются физические процессы, протекающие в приемной линейной антенной решетке с учетом некоторых ее особенностей.

Схемы построения ЦДО рассматриваются в [1]. В аналоговых схемах сдвиг фаз осуществляется при помощи фазовращателей, затем все сигналы суммируются и формируют диаграмму направленности (ДН). В ЦДО исключаются фазовращатели с сумматором, а сигнал оцифровывается [2]. Затем вычисляется задержка и сигналы суммируются математически. Такой подход ведет за собой ряд преимуществ, связанных с гибкостью цифровой обработки. Это максимально упрощает решение задачи адаптивного подавления помех.

Стоит отметить еще одно преимущество, связанное с точностью построения ДН в заданном направлении. Фазовращатели имеют свою разрядность, около 3х – 4х разрядов. А значит, они могут повлиять на точность ДН. На рис. 1 представлена ДН при направлении главного луча, совпадающего с нормалью. Т. е. при таком положении луча фазовращатели не используются, и отсутствуют искажения ДН, а значит, ее можно считать идеальной.

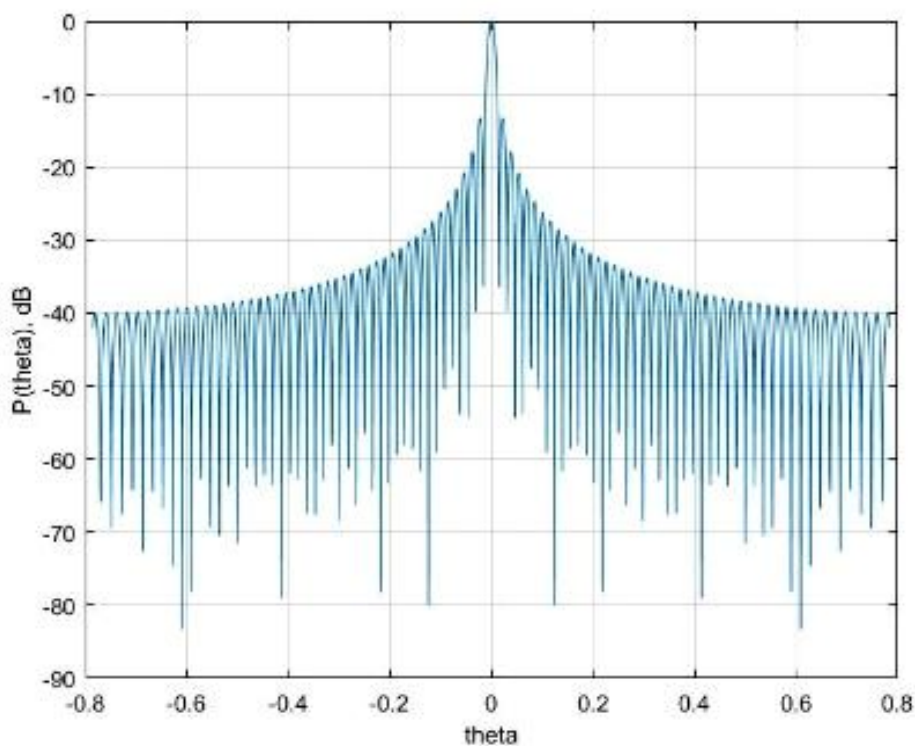


Рис. 1. ДН при перпендикулярном луче

На рис. 2 показаны рассчитанные графики ДН с учетом разрядности фазовращателя - 4 разряда, и разрядности вычислительного процессора - 16 разрядов.

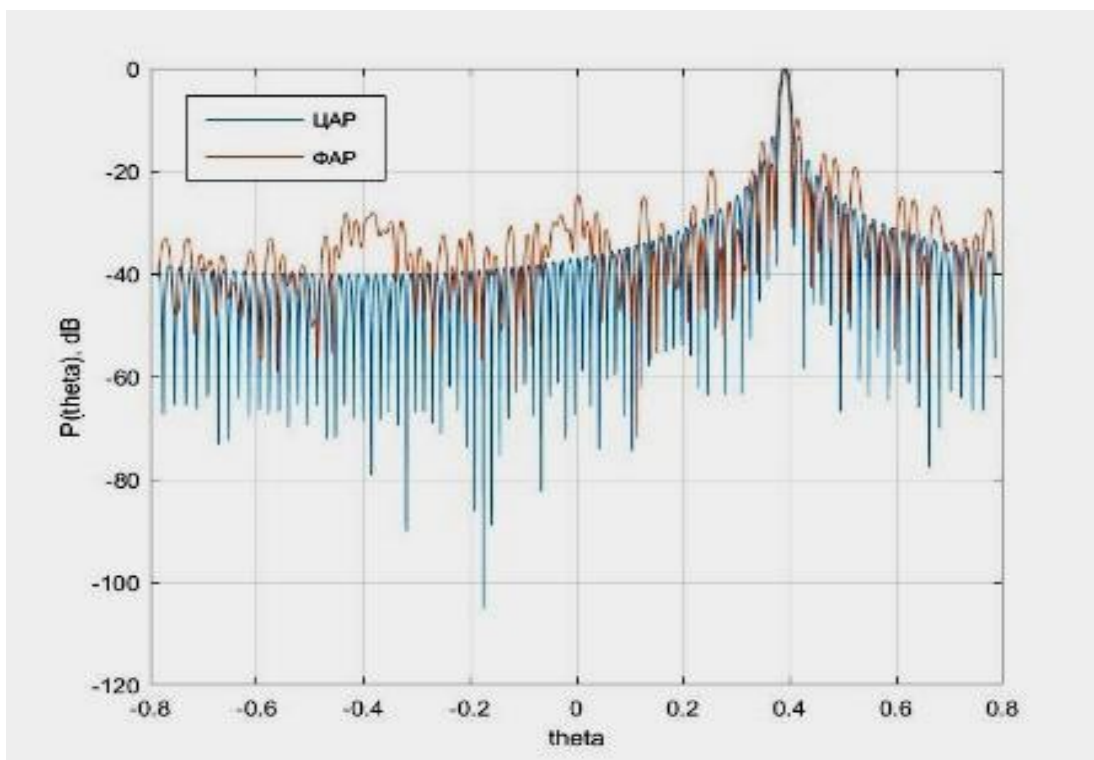


Рис. 2. ДН при отклоняющемся луче

Если сравнить полученные диаграммы с ДН ФАР при нулевом отклонении главного луча, то увидим, что уровень боковых лепестков (УБЛ) ДН ЦАР на рис. 2 такой же, как на рис. 1, а у ДН ФАР они заметно отклоняются. Конечно на практике такая погрешность позволяет системам с ФАР функционировать на должном уровне, но избавившись от погрешностей в боковых лепестках мы можем максимально точно решить проблему адаптивного формирования ДН в направлении помехи.

Данный метод защиты от помех уже неоднократно рассматривался в различных публикациях в математическом представлении, но так и не был реализован из-за сложности вычислений, которые трудно реализовать с элементной базой ФАР. Но вычислительные процессоры ЦАР будут рассчитаны на сложные математические операции, что позволит оптимизировать ДН в условиях применения активных помех. Такой подход позволит избавляться от любого количества помех и позволит сэкономить на применяемых на данный момент автокомпенсаторах, которые ставятся на станцию с ФАР с в определенных количествах.

Библиографический список:

1. Активные фазированные антенные решетки. Под ред. Д. И. Воскресенского. М.: радио и связь. 2004. – с. 110 – 122.
2. Адушинова М. А. Наука. Промышленность. Оборона. Применение аналого-цифрового преобразования при формировании диаграммы направленности ф фазированных антенных решетках. – Новосибирск «НГТУ» 2015. – с. 5 – 9.

THE ADVANTAGES OF PHASED ANTENNA ARRAYS DIGITAL BEAMFORMING

Adushinova Maria Alexandrovna¹²,

Graduate student, e-mail, bloodmari@mail.ru

Semenikhin Viktor Semyonovich²,

Ph.D. (Engineering), Head of Sector

Slobodyanenko Alexander Alexandrovich¹,

Graduate student, e-mail, sepwood@gmail.com

Kovalenko Alexander Sergeevich¹

Graduate student, e-mail, rockstaaz@yandex.ru

¹*Novosibirsk State Technical University*

20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia

²*JSC “NPO NIIP-NZiK”*

32, Planetnaya St., Novosibirsk, 630015, Russia

Abstract - The article describes the phased array antennas digital beamforming advantages in the jamming, chaff, and noise target detection. The phase of the radiation from each element may be electronically controlled to form a beam pointing in any desired direction within about 60° of the array broadside direction. This allows rapid, electronic beam steering. Planar arrays often generate pencil beams, although the beam cross section may be elliptical if the array is not circular or square. phased-array antennas, which generate fanbeams, are occasionally used. . This article has model results of directivity pattern forming process in view of its features

Keywords - Phased array antenna, radiation pattern, digital beamforming, simulation, jamming, adaptation, phase shifter

КОМБИНИРОВАННАЯ ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ

Андреев Сергей Андреевич, аспирант;
Буднов Степан Александрович, аспирант;
Добрынченко Валентина Васильевна, студент;
Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС;
Макаренко Юлия Андреевна, студент; Матвеева Валентина Витальевна,
студент; Спитченко Анатолий Михайлович, студент
Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20
Добрынченко В.В. Nomer47@mail.ru, Легкий В.Н. sniios@mail.ru

Аннотация

Рассмотрена концепция построения комбинированной оптоэлектронной системы обнаружения поверхностных объектов, состоящая из активной системы ближней локации дальномерного типа и пассивного оптоэлектронного координатора на основе многоэлементного фотоприемного устройства. Обоснован выбор основных компонентов системы.

Ключевые слова

Обнаружение, оптоэлектронная система, поверхностные цели, контраст, координаты, расстояние, комплекс, эффективность.

Введение

Комбинированная оптоэлектронная система обнаружения цели (КСО) находится на носителе и предназначена для определения момента выдачи команды на работу по обнаруживаемому объекту.

КСО включает в себя два блока: лазерная дальномерная система (ДС), которая служит для измерения расстояния между системой обнаружения и объектом, и многоэлементное фотоприемное устройство, реагирующее на контраст и координаты обнаруживаемого объекта [1,2].

Применение в комбинированной системе ДС позволяет обеспечить срабатывание КСО на оптимальном расстоянии для заданных объектов.

Эффективность КСО в составе высокоточных комплексов определяется вероятностью эффективного действия:

$$P_{эфф}(H/U_i, D_j) = \iint_{U_i, D_j} G_{\hat{e}}(H/U_i, x, y) \cdot f(H/U_i, D_j) \cdot dH.$$

Здесь:

U_i - параметры условий встречи, например, типа объекта, величиной промаха за счет реальной точности системы управления, скорости сближения, наличие помех;

D_i - случайные параметры, характеризующие работу КСО, например, собственные шумы фотоприемника, помеховые и фоновые сигналы, нестабильность потенциала, технологический разброс параметров компонентов КСО и т.д.;

$G_K(H/U_i, x, y)$ - координатный закон воздействия;

$f(H/U_i, D_j)$ - условная плотность распределения точки срабатывания КСО.

Ошибка КСО, обусловленная случайными параметрами U_i и D_j , может привести к следующим потерям эффективности действия элемента комплекса с КСО по объекту:

- ложные срабатывания на траектории за счет помех определяют нулевое значение $P_{эфф} = 0$,

- снижение эффективности действия комплекса из-за дестабилизирующих факторов (свойства объекта, состояние атмосферы, угол подхода и др.) зависит от величины промаха, т.е. определяется точностью управления.

Соответственно вероятность выполнения задачи описывается выражением:

$$P_B = 1 - \iint_{U_i, D_j} f(U_i, D_j) \cdot P_{ЛТ}(U_i, D_j) [1 - P_{эфф}(H/U_i, D_j)] dH dU dD - \\ - \iint_{U_i, D_j} f(U_i, D_j) \cdot P_{ПР}(U_i, D_j) [1 - P_{эфф}(H=0)] dU dD \rightarrow \max.$$

$f(U_i, D_j)$ - совместная плотность распределения случайных параметров U_i, D_j .

$P_{ЛТ}(U_i, D_j)$ - вероятность появления ложных тревог на траектории при условии надежной работы КСО;

$P_{ПР}(U_i, D_j)$ - вероятность пропуска сигнала объекта;

$P_{эфф}(H/U_i, D_j)$ - вероятность эффективного действия всего комплекса, при штатном срабатывании КСО в заданной области принятия окончательного решения;

$P_{эфф}(H=0)$ - вероятность эффективного действия комплекса при отказе (отсутствии) КСО, когда срабатывает контактный сенсор.

Влияние точности системы управления (внешней или в составе КСО) – одного из параметров условий встречи и промаха при сближении с объектом иллюстрируется на рис.1. При заданном эллипсе рассеяния системы управления 30x20 м эффективность элемента с КСО (высота срабатывания $5 \pm 0,7$ м) наиболее резко снижается при максимальном промахе 30 м (кривая 1).

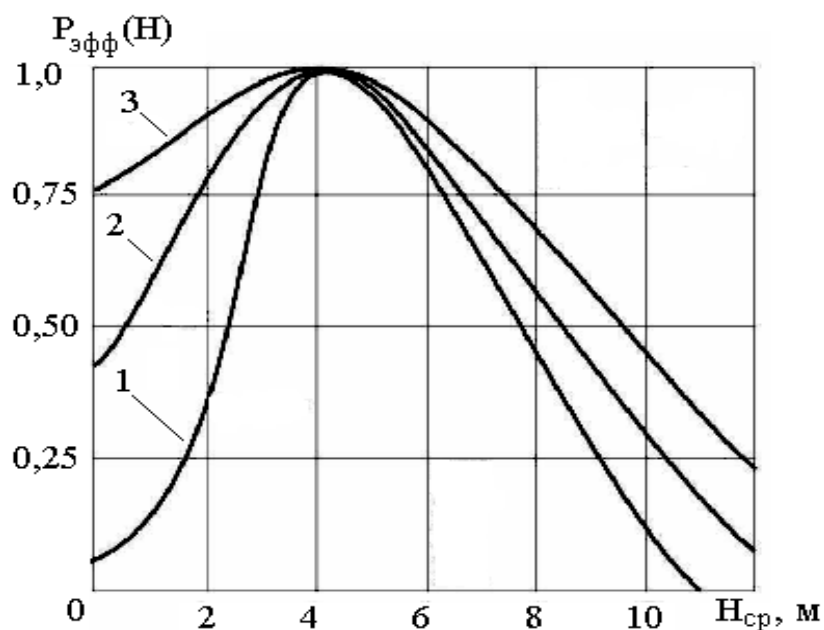


Рис.1. Зависимость вероятности эффективного действия комплекса от расстояния срабатывания по объекту:
 1 - максимальный промах в горизонтальной плоскости 30м, 2 – промах 15м, 3 - промах 5м

Минимизация промаха обеспечивает многоэлементное фотоприемное устройство, реагирующее на контраст и координаты обнаруживаемого объекта. Оптимальное расстояние срабатывания обеспечивается лазерной системой ближней локации с импульсным принципом дальнометрии [1,2].

Библиографический список:

1. Легкий В.Н., Топорков В.Д. Лазерные системы ближней локации: Оптоэлектронные датчики. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.-152с.
2. Легкий В.Н., Галун Б.В., Санков О.В. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения. - Новосибирск: 2011, 455 с.

COMBINED OPTOELECTRONIC DETECTION SYSTEM

*Andreev Sergey Andreevich, Post-graduate Student;
 Budnov Stepan Aleksandrovich, Post-graduate Student;
 Dobrynchenko Valentina Vasilievna, Student; Legkiy Valdimir Nikolaevich,
 D.Sc. (Engineering), Associated Professor snios@mail.ru; Makarenko Julia
 Andreevna, Student; Spitchenko Anatoly Mikhailovich, student
 Novosibirsk State Technical University
 20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia*

Abstract: Discusses the concept of building a combined optoelectronic system of detection of surface objects, comprising an active short-range location system type

rangefinder and passive optoelectronic coordinator on the basis of multi-element photodetector device. The choice of the main components of the system. Minimization of the penalty provides a multi-element photodetector, responsive to the contrast and the coordinates of the detected object. Optimal sensing distance is provided with a laser system near the location of the pulsed ranging principle.

Keywords: Detection, optoelectronic system, surface targets, contrast, coordinates, distance, complex, efficiency.

УДК 004.932

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОПОДОБНЫХ ФРАГМЕНТОВ МОНОХРОМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Борисова Ирина Валентиновна кандидат техн. наук, доцент каф. АИУС;
Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС;
Кравец Сергей Александрович, аспирант; Матвеева Валентина Витальевна,
студент; Непомнящая Виктория Владимировна, студент*

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623, rene_sans@mail.ru

Рассматривается метод автоматического обнаружения объектов, как выделение на монохромном изображении областей, близких по своим свойствам к эталонному фрагменту, выбранному оператором. Метод основан на представлении каждой точки изображения как направления доминирующей ориентации ее локальной окрестности. В зависимости от своей ориентации окрестности разделяются на классы. Таким образом, происходит переход от яркостного представления к псевдоизображениям, на которых выполняется селекция. Оптимизация параметров процедуры селекции выполняется по методу эффекта отскока.

Ключевые слова: обработка изображений, селекция, сегментация, эффект отскока, фасетная модель

1. Введение

Рассмотрим задачу селекции объектоподобных областей как выделение на монохромном изображении областей, близких по своим свойствам к эталонному фрагменту, т.е. разделения изображения на “фоновую” и “объектную” составляющие. Общий смысл предлагаемого здесь подхода - привести изображение к виду, когда фоновые и объектоподобные области изображения максимально разделены в пространстве признаков и ввести правило разделения областей. При этом предполагается отсутствие каких-либо априорных знаний об исходных данных.

Алгоритмы сопоставления изображений, использующие непосредственно полутоновую информацию, например, корреляционные методы, очень сильно зависят от изменения яркости. Изменение освещенности одной и той же сцены может привести к несопоставимости изображений. Избавиться от яркостной зависимости позволяет описание изображений в терминах фасетной модели [1].

Фасет представляет собой наклонную плоскость, ближайшую к локальной окрестности рассматриваемой точки изображения, в смысле некоторого критерия (например, метода наименьших квадратов). Фасет составляет с горизонтальной плоскостью двугранный угол и характеризуется величиной угла наклона (другими словами, степенью анизотропии) и ориентацией в плоскости координат. Будем считать, что угол наклона и ориентация каждого фасета совпадают со степенью анизотропии и доминирующей ориентацией локальной окрестности, для которой он построен. При этом, каждой точке изображения соответствуют преобладающая локальная ориентация окрестности и степень анизотропии.

Разделим окрестности изображения на условные группы (классы) в зависимости от их доминирующей ориентации. Номер класса окрестности рассматриваемой точки изображения принимается в качестве признака этой точки. Таким образом, формируется псевдоизображение, каждая точка которого кодируется номером класса окрестности. Для дискретных изображений, заданных на квадратной решетке, естественно использовать направления ориентации окрестностей, составляющие углы 0 , $\pi/4$, $\pi/2$, $3\pi/4$ с горизонталью.

Подобный подход, использующий кодировку яркостного изображения ориентациями окрестностей, применяется в последнее время очень часто. В частности, в основе известного запатентованного дескриптора SIFT [2] также лежит поиск направлений градиентов яркости в локальных окрестностях.

Величина угла наклона фасета и его ориентация в плоскости координат могут быть получены различными методами, в том числе при обработке окрестности изображения пространственными дифференциальными операторами, например, Собела, Превитт, трех- или пятиградационным оператором [3].

2. Процедура селекции

Для сравнения двух псевдоизображений, закодированных номерами классов окрестностей, требуется задание меры близости, основанной на поэлементном сравнении (компарации). При сравнении изображений разного размера в режиме двухкоординатного сканирования и использовании компарационной функции образуется компарационная матрица (КМ). Предположим, что признаки, описывающие эталон и текущий фрагмент изображения, имеют случайные равновероятные значения. Когда эталон сравнивается с фрагментом фона, значения элементов КМ являются количеством случайных совпадений элементов эталона и фона. Тогда

вероятность совпадения классов окрестностей в M точках будет иметь биномиальное распределение:

$$P(M, W, p) = \binom{W}{M} p^M q^{W-M}, \quad (1)$$

где W - размер фрагментов; p - вероятность совпадения классов в точке; q - вероятность несовпадения; $p+q=1$.

Выделение на исходном изображении областей, близких по своим свойствам к заданному объекту, приводит к разделению фрагментов изображения на три группы: объектоподобные, фоновые и необъектоподобные фрагменты. Объектоподобными являются фрагменты близкие к эталонному фрагменту по своей геометрической структуре (в терминах фасетной модели). Фоновые фрагменты имеют случайные совпадения с эталоном. Необъектоподобные фрагменты - это фрагменты, не схожие по геометрической структуре с эталоном и имеющие малое количество совпадений в точках.

Таким образом, КМ для реального изображения следует рассматривать как композицию трех множеств элементов. Одно из них соответствует фоновым областям изображения и его распределение близко к биномиальному. Второе множество элементов соответствует объектоподобным областям и имеет некоторое распределение, отличное от биномиального (в пределе оно является дельта-функцией) и смещенное вправо по оси M . Третье необъектоподобное распределение смещено влево по оси M относительно биномиального.

Для того чтобы выделить объектоподобные и необъектоподобные элементы КМ, необходимо сравнить между собой реальное распределение значений элементов КМ и теоретическое (биномиальное) распределение для такого же количества значений. На рис. 1 приведены гистограммы K^r и K^t для реального и теоретического распределений соответственно. По оси абсцисс отложено число совпадений элементов фрагмента и эталона. По оси ординат - число таких фрагментов. Интервал значений числа совпадений разбит на три части: a , b , c . Наличие объектоподобных и необъектоподобных областей приводит к тому, что в интервалах b и c значения реальной гистограммы больше значений теоретической гистограммы (за исключением "хвостов"). "Лишние" фрагменты образуют области B и C . Поскольку гистограммы построены по одному и тому же количеству точек, в интервале a значения теоретической гистограммы больше значений реальной гистограммы. Область D является областью случайных совпадений. "Недостающие" фрагменты образуют область A . Среднее значение числа совпадений на интервале a обозначим как \bar{i} .

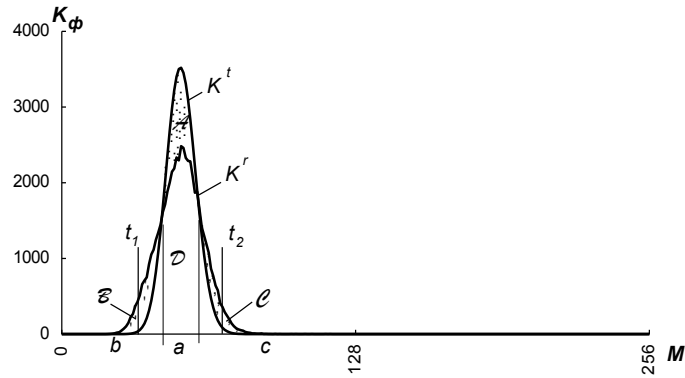


Рис. 1. Теоретическая и экспериментальная гистограммы

Количество фрагментов в области B обозначим n_B , количество фрагментов в области C - n_C . Общее количество совпадений для фрагментов из B и C :

$$s_B = \sum_{i \in b} f(K_i^r - K_i^t)i, \quad s_C = \sum_{i \in c} f(K_i^r - K_i^t)i, \quad f(x) = \begin{cases} x, & \text{àñèè } x > 0; \\ 0, & \text{àñèè } x \leq 0. \end{cases} \quad (2)$$

Затем определяем пороги t_1 и t_2 для нахождения необъектоподобных и объектоподобных фрагментов:

$$n_B \bar{i} - s_B \leq \sum_{i=0}^{t_1} K_i^r i, \quad s_C - n_C \bar{i} \leq \sum_{i=t_2}^W K_i^r i. \quad (3)$$

Неравенство в (3) приходится вводить в связи с дискретностью точек отсчета. Пороги t_1 и t_2 разделяют области случайных и неслучайных совпадений с эталоном. Интервал $[t_1, t_2]$ соответствует зоне неопределенности, непригодной для принятия решения.

Для систем автоматической селекции величину \bar{i} можно определять как среднее между модой реальной гистограммы и модой теоретической гистограммы.

Для более точной селекции объектоподобных областей фоновая и объектная составляющие распределения значений элементов КМ должны быть максимально разделены. Для этого вводится еще один класс окрестностей – изотропные, т.е. окрестности, которые не имеют четко выраженной ориентации. Для выделения таких окрестностей анализируется угол наклона фасета (степень анизотропии) и применяется технология эффекта отскока [3].

Точный вид критерия анизотропности зависит от способа определения параметров фасета. В частности, если используются масочные операторы сопоставления с эталоном (трех- или пятиградационный), он имеет следующий вид:

$$\begin{cases} |G_n|/|G_m| < Q - \text{àíèçîððîüü} & \text{îñòü ;} \\ |G_n|/|G_m| \geq Q - \text{èçîððîüüîñ} & \text{òü} \end{cases} \quad G_m = \max_{i=1,4}(|G_i|), \quad (4)$$

где G_i – градиентные функции по направлениям, направление n перпендикулярно направлению m .

Найдем порог Q . При пороге $Q=1$ класс изотропных окрестностей отсутствует и распределение (1) имеет максимум в точке W/C (C – количество анизотропных классов). При $Q<1$ начинает формироваться класс изотропных окрестностей, максимум распределения (1) смещается влево по оси M до точки $W/(C+1)$, соответствующей некоторому порогу Q_0 . Дальнейшее уменьшение порога Q приводит к преобладанию изотропных окрестностей и максимум начинает смещаться вправо по оси M вплоть до W при $Q=0$. Порог Q_0 называется точкой отскока.

3. Экспериментальные результаты

Поскольку КМ формируется в режиме двухкоординатного сканирования, для каждого объекта выделяется несколько расположенных рядом объектоподобных фрагментов (“пятно”). Рассматривая функцию компарации эталона с самим собой, получаем предельный размер этого пятна, который используется для дополнительной проверки верности обнаружения объекта.

Для выделения нескольких объектов, схожих с эталоном, пики КМ сортируются по убыванию и, после уточнения местоположения, объекты одновременно или последовательно предлагаются оператору. Пример селекции приведен на рис. 2. Номера соответствуют порядку выделения объектов.

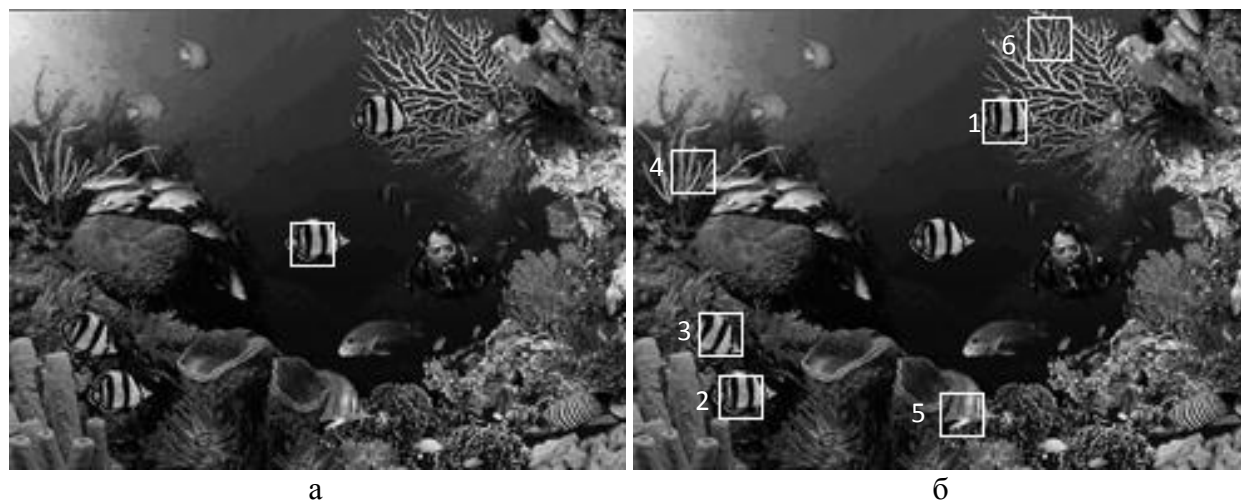


Рис.2. Результаты селекции: а – изображение и эталон; б – найденные объектоподобные фрагменты

4. Выводы

Предложенная процедура селекции применима даже в тех случаях, когда эталон и изображение отличаются по яркостям друг от друга, когда они получены от датчиков, работающих в различных спектральных диапазонах и т.п. В качестве эталонов могут использоваться как реальные изображения, так и синтезированные и графические изображения. Данный подход опирается

только на свойства самого изображения и дает возможность выделять на изображении области с заданной конфигурацией эталонных объектов. Кроме того, как выбор оптимальных параметров, так и сама процедура селекции выполняются автоматически.

Библиографический список:

1. Haralick R.M., Watson L. A Facet Model for Image Data // Computer Graphics and Image Processing.-1981.-Vol.15, № 2.-P.113-129.
2. Panchal P. M., Panchal S. R., Shah S. K. A Comparison of SIFT and SURF// International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering.- 2013.- Vol. 1, Issue 2.- P.323-327.
3. Борисова И.В. Цифровые методы обработки информации: учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 139с.

**AUTOMATIC SELECTION OF OBJECT-LIKE REGIONS IN
MONOCHROME IMAGES**

Borisova Irina Valentinovna Ph.D. (*Engineering*) Associate Professor;
Legkiy Valdimir Nikolaevich, D.Sc. (*Engineering*), Associated Professor;
Kravets Sergei Aleksandrovich, Post-graduate Student;
Matveeva Valentina Vitalyevna, Student;
Nepomnyashchaya Victoria Vladimirovna, Student

Novosibirsk State Technical University, 20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk,
630073, Russia, (383)3462623

Abstract. A method of automatic selection is considered that is based on a representation of every pixel as the direction of the dominant orientation of its vicinity. Vicinities are divided into classes depending on their orientation. Thus, the original gray-scale image is transformed to a pseudoimage in which the selection procedure is carried out. The optimization of the parameters of the selection procedure is performed with the use of the rebound effect method. This method can be effectively used for solving image processing problems that match fragments of an image analyzed with a reference image. The main idea of the approach is to transform the image to a form in which background regions and regions that are similar to the reference image are best separated in the space of features. This makes it possible automatically to find the best parameters for solving a particular problem of image processing. No a priory assumptions about initial data are made and no parameters specified.

Keywords: image processing, selection, segmentation, rebound effect, facet model.

СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОСОПРОВОЖДЕНИЯ ЦЕЛЕЙ

*Борисова Ирина Валентиновна кандидат техн. наук, доцент каф.
АИУС;*

*Яковлев Григорий Дмитриевич, магистрант; Кравец Сергей
Александрович, аспирант; Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук,
зав. каф. АИУС*

Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия,

г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел.(383)3462623

studentmmf@gmail.com

Рассматривается задача автосопровождения объекта, находящегося на сложном естественном фоне. Возможно кратковременное заслонение объекта элементами фона. Кроме того, возможно изменение общей яркости изображения, а также его частей, в том числе, появление элементов фона, совпадающих по яркости с объектом. Предлагаются методы выделения формы объекта по фрагменту реального изображения и обнаружение цели в каждом кадре видеопоследовательности. Для достижения устойчивого сопровождения применяется набор признаков объекта и особое правило перезаписи эталона - динамическая мера близости.

Ключевые слова: обработка изображений, сегментация, метод Отсу, мультипороговая обработка, межклассовая дисперсия.

1. Введение

Сегментация изображения на фон и цель облегчает дальнейшую обработку, включая автосопровождение и распознавание образов. Мы рассмотрим эффективный метод пороговой сегментации для выделения формы объекта.

Поиск порога, разделяющего точки изображения на два класса, является важной частью задачи сегментации для обнаружения цели. Однако непосредственное использование гистограмм первого порядка может не давать желаемых результатов. Особенно это касается изображений, содержащих сложный фон и малоконтрастную цель. Одним из методов, позволяющих обрабатывать такого рода изображения, является метод Отсу [1] или дискриминантный критерий, основанный на поиске максимума межклассовой дисперсии.

В случае бинаризации, порог p разделяет точки изображения на два класса – фон C_0 и объект C_1 . Отсу описал межклассовую дисперсию как

$$\sigma_B^2(p) = \omega_0(\mu_0 - \mu)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu)^2, \quad (1)$$

где ω_0, ω_1 - вероятности того что случайная точка принадлежит соответствующему классу, μ_0, μ_1, μ – средний уровень яркости класса C_0, C_1 и всего изображения соответственно.

Оптимальный порог выбирается таким образом, чтобы межклассовая дисперсия была максимальной:

$$p^* = \arg \max_p \sigma_B^2(p). \quad (2)$$

Кривая дискриминантной функции более гладкая по сравнению с исходной гистограммой яркости. Результаты исследований показали, что данный метод дает лучшие результаты по сравнению с локальным сглаживанием и спектральной фильтрацией гистограмм [2].

Однако, для изображений со сложным неоднородным фоном, сегментации на два класса недостаточно для качественного выделения объекта.

Расширение метода Отсу для мультипороговой обработки было предложено в [3]. Изображение разделяется на M классов C_1, \dots, C_M , причем число классов задается заранее. Оптимальный порог должен максимизировать межклассовую дисперсию $\sigma_{BC}^2(p)$:

$$\{p_1^*, p_2^*, \dots, p_{M-1}^*\} = \arg \max_{p_1, p_2, \dots, p_{M-1}} \sigma_{BC}^2(p_1, p_2, \dots, p_{M-1}), \quad (3)$$

$$\sigma_{BC}^2(p_1, p_2, \dots, p_{M-1}) = \sum_{i=1}^{M-1} \omega_i (\mu_i - \mu)^2, \quad (4)$$

где ω_i и μ_i - вероятность и среднее значение для класса C_i .

Авторы алгоритма, предложенного в [3], ограничились разбиением на пять классов. Увеличение числа классов вызывает экспоненциальный рост продолжительности вычислений. Увеличение числа классов с меньшими вычислительными затратами возможно за счет выполнения операций разбиения и слияния областей, полученных на предыдущем шаге обработки [4].

Дальнейшие исследования направлены на поиск быстрого алгоритма оптимальной сегментации с учетом пространственного распределения пикселей. Так, например, в [5] пороговая обработка объединяется с техникой реклассификации выделенных подмножеств пикселей, для получения оптимальной сегментации выполняются операции слияния и коррекции для любых множеств пикселей.

2. Выделение формы объекта

Рассмотрим задачу автосопровождения объекта, причем объект находится на сложном естественном фоне и имеет низкий контраст относительно фона. Элементы фона могут заслонять объект на некоторое время. Общая яркость изображения, а также его частей, может изменяться. Для таких изображений алгоритмы сопоставления изображений, использующие непосредственно полутоновую информацию, например, корреляционные методы, оказываются неэффективными. Мы предлагаем использовать для автосопровождения в качестве признака форму объекта.

Предварительную сегментацию выполним мультипороговым дискриминантным методом. С увеличением числа порогов повышается качество сегментации, увеличивается значение межклассовой дисперсии. Но данный метод требует многопараметрической оптимизации, поэтому с ростом порогов увеличивается и время обработки. Для дальнейшей работы была выбрана сегментация с тремя порогами (рис.1).

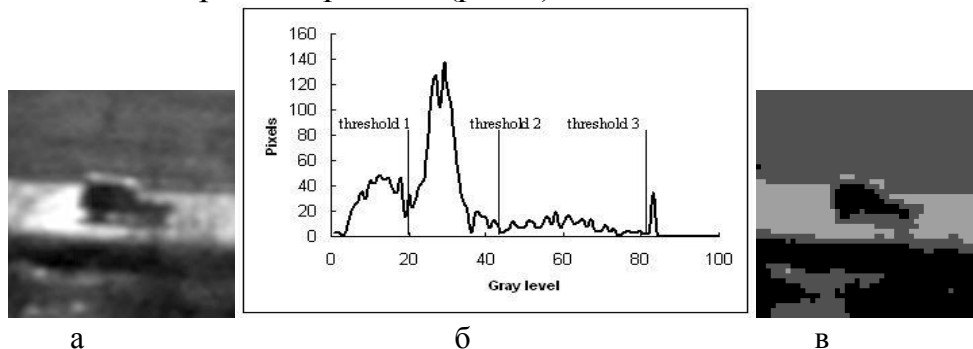


Рис. 1. Сегментация по мультипороговому критерию:
 а – исходное изображение, б - гистограмма исходного изображения,
 в – результат сегментации с 3 порогами ($\sigma^2_{BC}=0.51$)

Будем считать, что первый эталонный фрагмент уже имеется. Это фрагмент реального изображения, который указал оператор или выделила система обнаружения. Для него выполнена предварительная сегментация. Далее необходимо найти сегмент изображения, соответствующий объекту. При обработке первого эталона выбирается сегмент, расположенный ближе к центру фрагмента. Точкам этого сегмента присваивается значение 1, остальным – значение 0.

Поскольку объект и фон могут иметь точки с одинаковыми значениями яркости, в выбранном сегменте кроме объекта присутствуют точки фона. Для того чтобы их удалить производится проверка на связность отсчетов, движение осуществляется от центра фрагмента по спирали. Тем самым удаляются отдельные пятна, не связанные с центральным объектом. Критерием остановки является отсутствие отсчетов, принадлежащих объекту за один «виток» спирали. Результаты обработки приведены на рисунке 2в.

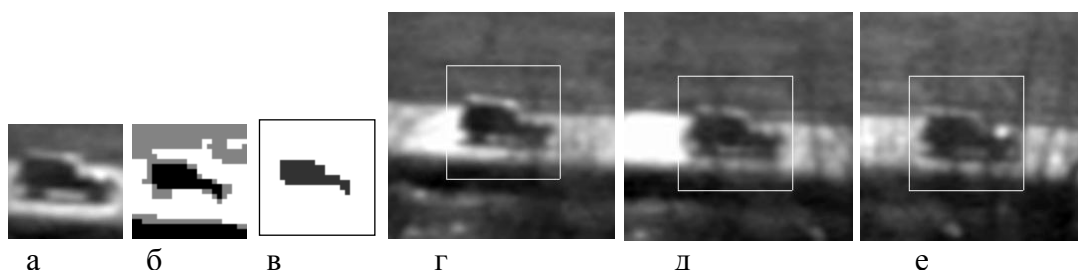


Рис. 2. Процедура поиска объекта с перезаписью эталона: а – начальный эталон, б - сегментированный эталон, в – бинарная маска, г-е – кадры с найденным объектом

3. Сопровождение объекта

В текущем кадре формируется зона поиска, в пределах которой ведется поиск объекта. Будем считать, что в поле зрения системы находится один

объект. Сегментация проводится по всей зоне поиска, поскольку аппаратная реализация не позволяет проводить обработку отдельно каждого фрагмента, соответствующего размерам эталона.

После формальной сегментации по дискриминантному критерию, вообще говоря, неизвестно какой именно сегмент яркости соответствует объекту. Поэтому проводится процедура выделения всех связанных «пятен», для каждого из которых вычисляются площадь и геометрические размеры. Для дальнейшей обработки остаются только пятна с размерами, соответствующими эталонным.

Если фрагмент сегментированной зоны поиска содержит объект, соответствующий эталонному, то должны выполняться следующие условия:

а) объект совпадает с бинарной маской в большинстве точек;

б) границы объекта и границы эталона незначительно отличаются друг от друга.

Бинарные изображения границ объекта и эталона легко получить из соответствующих сегментированных изображений. Для определения близости границ будем использовать хорошо известную метрику Chamfer Distance [6]. Для каждого пикселя одного контурного изображения вычисляется расстояние до ближайшего пикселя другого контурного изображения и суммируются все найденные расстояния.

Ближайшую границу на изображении можно найти с помощью преобразования Distance Transform [6]. Матрица, соответствующая изображению, заполняется следующим образом: в местах контура ставятся нули, а в остальных точках – число пикселей до ближайшего контура. Далее, найденная матрица совмещается с эталонной границей и суммируются все значения матрицы, соответствующие границам эталона.

Оба введенных условия входят в функцию меры близости между эталоном и текущим фрагментом зоны поиска:

$$I(x, y) = \left(R - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M u(i, j) \cdot U_{xy}(i, j) \right) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M b(i, j) \cdot B_{xy}(i, j), \quad (5)$$

где $u(i, j)$ – бинарная маска эталона размером $N \times M$, $b(i, j)$ – бинарная граница эталона, R – количество ненулевых элементов в маске эталона, $U_{xy}(i, j)$ – текущий сегментированный фрагмент с координатами в зоне поиска (x, y) , $B_{xy}(i, j)$ – фрагмент матрицы расстояний до границ с координатами в зоне поиска (x, y) .

Локация объекта производится по минимуму функции $I(x, y)$. Обновление эталона происходит после каждого кадра.

Описанный алгоритм проиллюстрирован на рисунке 2, приведена последовательность кадров с обнаруженными объектами.

Для более устойчивого слежения и возможности продолжать автосопровождение объекта в том случае, когда видна лишь часть объекта или он на некоторое время совсем пропадает из поля зрения, используется динамическая мера близости (ДМБ) [2]:

$$S(i, j, 1) = 1, \quad 1 \leq S(i, j, t) \leq K \quad \forall i \in [1, N], \forall j \in [1, M]$$

$$S(i, j, t+1) = \begin{cases} S(i, j, t) + \tau_1, & \text{if } u(i, j, t) = u(i, j, t+1); \\ S(i, j, t) - \tau_2, & \text{if } u(i, j, t) \neq u(i, j, t+1) \end{cases}, \quad (6)$$

где $\tau_1, \tau_2 > 0$ - постоянные величины, число t определяет количество перезаписей эталона, $u(i, j, t)$ – маска эталона на шаге t , K - пороговое значение.

Смысл динамической меры близости состоит в том, что элементы эталона, не изменяющие свое значение от кадра к кадру, будут иметь больший "вес" по сравнению с остальными. При устойчивом слежении в случае динамической цели элементы матрицы S , соответствующие объекту, будут иметь большие значения, нежели фоновые элементы. При исчезновении объекта матрица S некоторое время сохраняет информацию о нем. Через некоторое количество кадров, определяемое величинами τ_1 и τ_2 , информация об объекте стирается из кратковременной памяти, если объект снова не появится в поле зрения следящей системы. Значения матрицы S могут неограниченно расти, поэтому необходимо ограничить их рост пороговым значением K . Это число определяется количеством сравнений эталона, после которого получается установившаяся матрица.

4. Выводы

Рассмотренный метод сегментации изображений и автосопровождения объектов эффективен, если параметры движения объекта и носителя, на котором установлен датчик изображений, обеспечивают сопоставимость кадров в темпе перезаписи эталона.

При совместном использовании признаков формы и контура, а также применении динамической меры близости было достигнуто устойчивое сопровождение объектов, в том числе при заслонении препятствиями.

Данный метод не исключает применения яркостной корреляции, которая может проводиться в пределах выделенной эталонной формы, а также использования характерных геометрических признаков объектов.

Библиографический список:

1. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms // IEEE Transactions on systems, MAN, and CYBERNETICS.- 1979.- Vol. SMC-9, №. 1.- P. 62-66.
2. Борисова И.В. Сегментация и автосопровождение объектов на сложном подстилающем фоне // Оптический журнал.- 2011.- т.78, №5.- С.27-30.
3. Liao P.S., Chen T.S., Chung P.C. A fast algorithm for multilevel thresholding // J. Inf. Sci. Eng.- 2001.- Vol. 17 (5).-P. 713–727.
4. Zhang Y. Fast Segmentation for the Piecewise Smooth Mumford-Shah Functional // International Science Index, Physical and Mathematical Sciences.- 2008.- Vol. 2 (9).-P. 677-682.
5. Харинов М.В. Обобщение трех подходов к оптимальной сегментации цифрового изображения // Труды СПИИРАН.- 2013.- Вып. 2(25).- С.294-316.

6. Borgefors G. Distance transformations in digital images // Computer Vision, Graphics, and Image Processing.- 1986.- Vol. 34(3).- P. 344–371.

IMAGE SEGMENTATION FOR USE IN TARGET TRACKING SYSTEMS

Borisova Irina Valentinovna Ph.D. (Engineering) Associate Professor;
Yakovlev Grigory Dmitrievich, Graduate students; ***Kravets Sergei Aleksandrovich***, Post-graduate Student; ***Legkiy Valdimir Nikolaevich, D.Sc.***
(Engineering), Associated Professor

Novosibirsk State Technical University, 20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk,
630073, Russia, (383)3462623

Abstract. In this paper we consider an effective thresholding method to obtain the target's shape. Our target is located on a complex natural background. Target has a low contrast relatively to the background, moreover, some background elements and target can have the same brightness. The target shape is formed by multilevel thresholding based on the between-class variance maximization. The extracted shape is used for target detection in a sequence of video frames. When used together the signs of shape and the contour, as well as the application of dynamic proximity measure, was achieved stable tracking of objects, including the occlusion by obstacles.

Keywords: image processing, image segmentation, multilevel thresholding, Otsu method, between-class variance.

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Буднов Степан Александрович, аспирант; Андреев Сергей Андреевич, аспирант; Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС; Сероштанов Кирилл Владимирович, студент

Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия, Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20

Почта: stepan_budnov@mail.ru

Тел.: 8-903-999-46-69, 383-3462623

Аннотация: в работе рассмотрены проблемы пороговой чувствительности приемных каналов оптико-электронных средств при наблюдении объектов в сложных фоновых условиях. Дается обзор физико-математических подходов к оптимизации приема и обработки оптических сигналов и изображений. Показаны пути реализации методов обработки сигналов.

Ключевые слова: оптико-электронные средства, приемный канал, динамический диапазон, пороговая чувствительность, статистические характеристики излучения.

Оптико-электронные средства (ОЭС) используются при решении задач наблюдения в различных условиях освещенности.

В настоящее время имеет место противоречие между возможностями телевизионной техники и случайными условиями наблюдения объектов и природных явлений. Для расширения потенциальных возможностей ОЭС необходимо обеспечить расширение динамического диапазона телевизионных систем как при регистрации мощных сигналов, так и в сторону регистрации слабых и сверхслабых сигналов, а также обеспечить прием сигналов на фоне интенсивных помех.

Проблема регистрации сигналов и изображений сводится к обнаружению и определению параметров малоразмерных и малоконтрастных объектов при величине отношения сигнал/шум менее 5.

Возможные пути расширения динамического диапазона ОЭС:

1. Снижение порога чувствительности в устройствах первичной обработки информации путем усовершенствования отдельных узлов системы.
2. Согласование динамического диапазона систем с уровнем оптических сигналов путем применения спектральных и нейтральных фильтров.
3. Совершенствование алгоритмов обработки информации с учетом статистических характеристик принимаемых сигналов.

В основе каждого из направлений лежит строгое физико-математическое описание модели приема и обработки оптических сигналов.

Для описания оптических сигналов в различных условиях наблюдения необходимо использовать различные модели. Выбор основных физических принципов и подходов, являющихся основой для составления математических моделей сигналов в различных условиях, должен осуществляться с учетом характеристик описываемых сигналов (например, диапазон интенсивностей) и фоновой, шумовой и помеховой обстановки.

В ОЭС используются аналоговые и цифровые методы обработки сигналов, которые включают в себя пространственно-координатные и пространственно-спектральные преобразования. На каждом из этапов преобразований принимаемый стохастический сигнал может изменять свои статистические характеристики. Это приводит к изменениям точности определения параметров сигналов.

Опыт научно-прикладных исследований, проводимых на протяжении последних десятилетий, показывает, что основные технические характеристики многих существующих оптико-электронных приборов могут быть существенно улучшены путем применения современных физико-математических методов приема и обработки оптических сигналов, основанных на стохастико-детерминированной обработке сигналов.

Характеристики ОЭС могут быть оптимизированы за счет алгоритмов обработки сигналов на основе более полного математического описания сигналов и применения современных цифровых технологий при реализации этих алгоритмов. Например, чувствительность и качество изображения, разрешающая способность и дальность видения наблюдательного прибора, использующего электронно-оптический преобразователь, может быть увеличена в несколько раз.[1-2]

Описание оптических сигналов в оптико-электронных системах можно проводить с различных позиций: с позиции геометрической оптики, с позиции волновой теории, с позиции корпускулярной (фотонной) оптики. Можно сделать вывод, что математическое описание сигналов в оптико-электронных системах может строиться с использованием различных представлений о структуре оптического излучения и механизмах его взаимодействия с элементами оптического тракта. Так для оценки пространственного положения сигналов в плоскости фотоприемника могут использоваться положения геометрической оптики, пространственное распределение сигнальной компоненты от объекта описывается с помощью волновых представлений о структуре и свойствах оптического излучения и аппарата теории дифракции электромагнитных волн.[3]

Основой для математической модели, составленной на базе стохастико-детерминированного описания является представление оптического излучения в виде случайного потока, который описывает кванты света, совершающие броуновское движение в условиях турбулентной атмосферы. При распространении электромагнитных волн в среде со случайными крупномасштабными неоднородностями из-за эффекта неоднократного рассеяния, флуктуации оптического поля возрастают, и их характеристики

могут описываться статистической теорией, основанной на законах аномальной диффузии.

Взаимодействие с оптическим звеном оптико-электронного прибора можно представить, как взаимодействие двух независимых стохастических потоков. При этом известные методы согласования динамического диапазона входного оптического излучения и фоточувствительных элементов требуют отдельного изучения в части изменения статистики входного излучения.[4]

Применение негауссовых изотропных распределений для расчета математической модели приема и обработки оптических сигналов позволяет в значительной степени уменьшить ошибки при обнаружении сигналов.

Учет последовательно изменяющейся статистики на всех этапах преобразования излучения позволит создать основу для синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения оптических сигналов в ОЭС.

В последнее время достижения в области телевизионной техники стали широко использоваться для обнаружения объектов, в том числе и в условиях сумерек и ночью.

Существующие низкоуровневые ТВ-системы для работы в сумерках и ночью выполнены главным образом на основе ЭОП, экран которых с помощью волоконно-оптической детали или линзовой оптики переноса стыкован с ПЗС-матрицей передающей ТВ-камеры. Ее принцип действия основан на преобразовании ближнего инфракрасного излучения в видимое и усилении низких уровней яркости, создаваемых на наблюдаемом объекте и окружающей его местности за счет свечения ночного неба, звезд и луны.

Для практического построения схемы телевизионного прибора ночного видения необходимо знать его суммарное увеличение Γ_{Σ} (крат), равное отношению углового размера изображения, наблюдаемого через прибор объекта, к угловому размеру самого объекта и определяется по формуле:

$$\Gamma_{\Sigma} = (f_{об}/f_{ок}) \Gamma_{ТВ}(1)$$

где $f_{об}$, $f_{ок}$ — фокусное расстояние объектива и окуляра соответственно, мм; $\Gamma_{ТВ}$, $\Gamma_{ок}$ — увеличение ТВ-системы (ТВ-камера + ТВ-монитор) и окуляра соответственно, крат.[5]

Низкоуровневые телевизионные (НТВ) системы обеспечивают дистанционную передачу изображения и его дублирование, допускают цифровую обработку изображения в реальном масштабе времени, введение текстовой, символьной и цифровой информации в электронном канале, обеспечивают удобство наблюдения, но имеют небольшую дальность действия.

Обобщенной характеристикой любой системы является вероятность визуализации объекта P_S

$$P_S = P_{ор} \times P_{об} \times P_p'(2)$$

Где $P_{ор}$, $P_{об}$, P_p' - вероятность ориентирования, обнаружения и распознавания объекта соответственно.

$$P_{ор} = P_{ор1}(E, t, \Pi) + P_{ор2}(DT, t, \Pi) - P_{ор1,2}'(3)$$

$$P_{об} = P_{об1}(D, E, t, \Pi) + P_{об2}(DT, D, t, \Pi) - P_{об1,2}'(4)$$

$$P_p = P_{p1}(D, E, t, t, \Pi) + P_{p2}(DT, D, t, t, \Pi) - P_{p1,2'}(5)$$

Где P_{op1} и P_{op2} - вероятность ориентирования на местности для коротковолнового канала (например, канал с ЭОП или низкоуровневый ТВ) и соответственно – тепловизионный длинноволновый ИК канал.

Выводы

Специфика расчета многоканальных систем состоит в выборе углового разрешения отдельных каналов, обеспечивающих меньшее снижение $P_{об}$ и P_p для каждого канала в отдельности по сравнению с требуемой, если каналы имеют близкие дальности действия. Вероятность ориентирования повышается при использовании многоканального ПНВ. Если каналы имеют слишком большую разницу в дальности действия, то между ними перераспределяются функции по величине угла поля зрения. Канал с большей дальностью действия реализуется как более узкопольный, а канал с меньшей дальностью действия – широкопольный. Преимущество данного принципа построения - в упрощении системы в целом, в повышении $P_{об}$ и P_p , а, следовательно, в уменьшении времени на решение задачи [6].

Библиографический список:

1. Сравнительный анализ вероятностного и детерминированного методов ослабления световых потоков // Радиотехника: Всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. – 1998. – Вып. 108. – С. 27-33.
2. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Алгоритмы обнаружения сигналов в оптико-электронных системах мониторинга космического пространства // Радиотехника: Всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. – 2003. – Вып. 132. – С. 7-13.
3. Лытюга А.П. Обработка астрономических телевизионных изображений для обнаружения космических объектов в дневное время // 2-я Междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы информатики и моделирования». – Харьков, 2002. – С. 27.
4. Последетекторная обработка сигналов в астрономических телевизионных системах / А.И. Стрелков и др. // Теория и техника передачи, приема и обработки информации: 10-я Юбил. межд. науч. конф. (Харьков – Туапсе, 28 сент. – 1 окт. 2004 г.). – Харьков: ХНУРЭ, 2004. – С. 249-250.
5. Волков В.Г. Физико-технические основы построения телевизионных приборов ночного видения; Спецтехника, 2002.
6. Волков В.Г. Повышение эффективности разработок приборов ночного видения; Спецтехника, 2005.

PROCESSING OF OPTICAL SIGNALS IN OPTOELECTRONIC DEVICES

Budnov Stepan Aleksandrovich, Post-graduate Student; Andreev Sergey Andreevich, Post-graduate Student; Legkiy Valdimir Nikolaevich, D.Sc. (Engineering), Associated Professor; Seroshtanov Kirill Vladimirovich, Student

Novosibirsk State Technical University

Mail: stepan_budnov@mail.ru

Phone: 8-903-999-46-69

In article are considered problems threshold sensitivity of receiving channels of optoelectronic devices during observation of objects. Are described physical and mathematical approaches to the description of optical signals receiving and processing. Is shown possibility of realization methods of signals.

Key words: optoelectronic devices, receiving channel, dynamic range, threshold sensitivity, statistical characteristics of light.

УДК 004.031.2

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ

Демидов Дмитрий Евгеньевич, студент; Читава Александр Романович; студент, Фисун Иван Дмитриевич, студент

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623

Адрес для корреспонденции: Демидов Дмитрий Евгеньевич, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623

streaks-free.77@mail.ru

Аннотация

Основной целью системы безопасности оборонного предприятия является предотвращение угроз:

- разглашение, утечка и доступ к источникам режимной информации;
- нарушения работы технических средств обеспечения научно-производственной деятельности;
- хищение финансовых и материально-технических средств;
- уничтожение имущества и ценностей.

Автономная система безопасности предприятия с комплексной обработкой данных средств контроля предназначена для предотвращения совокупности угроз за счет комплексирования и интегрирования подсистем

Ключевые слова: Системы безопасности, комплексная система безопасности, ИСО «Орион», протокол RSTP.

1. Введение

Задача исследования – научное обоснование и реализация автономной системы безопасности оборонного предприятия (НИИ с числом работающих более пятисот человек) с комплексной обработкой информации сенсоров наблюдения и средств контроля.

Принципы организация и функционирования системы безопасности:

-Комплексный подход – защита всех ресурсов от всех возможных угроз всеми доступными законными средствами и методами при способности системы к развитию.

-Надежность всех зон безопасности с учетом вероятности реализации угрозы.

-Оперативность + Непрерывность. Упреждающий алгоритм действия на основе анализа и прогнозирования угроз безопасности.

-Законность мероприятий и сертифицированные средства.

-Разумная достаточность. Критерий «Эффективность / Стоимость».

-Централизация управления + Компетентность.

2. Методы повышения эффективности системы

Авторами предложено применить методы повышения эффективности всей системы за счет комплексирования и интегрирования подсистем, аналогично подходу разработчиков бортовых информационно - управляющих систем комплексов высокоточного оружия.

1.Метод интегрирования. Подсистемы А, В должны быть более информативными и надежными за счет интегрирования в них информации из подсистем С, Д, Е.

2. Метод комплексирования. Целесообразно возложить частично функцию подсистемы А также на подсистемы В, С.

Критерий оптимизации системы - «эффективность / стоимость»

В бортовых автономных информационных и управляющих системах основная составная часть – сенсоры, работающие на различных физических принципах. Далее для принятия решения используется вторичная обработка сигналов и информации в элементах процессорной платформы.

Предлагается на первом этапе исследования оптимизировать состав и характеристики двух данных компонентов.

В качестве сертифицированного оборудования и программного обеспечения, пригодного для дальнейшего модульного наращивания в качестве ядра выбрана интегрированная система охраны (ИСО) «Орион».

Система обеспечивает:

- модульную структуру, позволяющую оптимально оборудовать распределенные объекты;
- защиту информационных потоков режимного объекта;
- Контроль и управление доступом (управление преграждающими устройствами типа шлагбаум, турникет, ворота, шлюз, дверь и т. п.);
- Видеонаблюдение и видеоконтроль охраняемых объектов всего предприятия;
- Взаимодействие с инженерными системами зданий;
- Сбор, обработку, передачу, отображение и регистрацию извещений о состоянии шлейфов инфраструктуры (охранная, тревожная и пожарная сигнализации);
- Защищенный протокол обмена по каналу связи между приборами и ядром.

3. Отказоустойчивость системы.

При интегрировании ИСО «Орион» в локальную вычислительную сеть (ЛВС) необходимо организовать отказоустойчивость системы. Для решения этой проблемы решено использовать кольцевую топологию ЛВС на основе протокола RSTP, позволяющего, при обрыве линии связи, восстановить работоспособность менее чем за одну секунду.

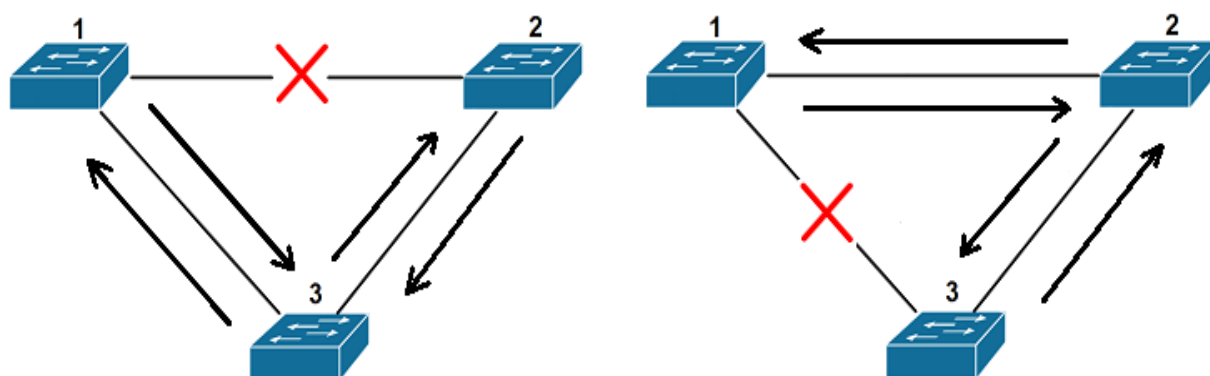


Рисунок 1. Принцип работы протокола RSTP

Основной особенностью RSTP является возможность устранения петель в топологии произвольной ЛВС, в которой есть один или более сетевых мостов, связанных избыточными соединениями. RSTP автоматически блокирует соединения, которые в данный момент для полной связности коммутаторов являются избыточными.

4. Вывод

На небольших по размеру или сложности объектах ИСО «Орион» ограничивается применением нескольких приборов контроля в автономном режиме работы. При этом возможности системы определяются функциональными возможностями каждого прибора. Так можно реализовать системы охранной и пожарной сигнализации, несложные системы контроля и управления доступом и оповещения о пожаре, локальную автоматику газового и порошкового пожаротушения. Интеграция в этом случае ограничена простой передачей сигналов от одной системы к другой с помощью релейных выходов приборов. Пользователь может управлять такими системами непосредственно в месте установки приборов с помощью встроенных или подключаемых устройств: кнопок и считывателей. Все приборы, как правило, монтируются в одном защищаемом помещении.

Разрабатываемая система представляет собой совокупность аппаратных и программных средств для организации систем контроля доступа, видеонаблюдения, диспетчеризации объектов, автоматического пожаротушения, отвечающих требованиям предприятий оборонной отрасли.

Библиографический список:

1. www.bolid.ru
2. Тим Паркер, Каранжит Сиян «TCP/IP для профессионалов». Санкт-Петербург 2004 год.
3. www.akvilona.ru

STANDALONE SYSTEM SECURITY DEFENSE COMPANIES WITH COMPLEX INFORMATION PROCESSING OF SENSORS MONITORING AND CONTROLS

Demidov D.E, Student.; Chitava A.R., Student; Fisun I.D., Student

Novosibirsk State Technical University, prospect of Karl Marks, 20,

tel. 383-3462623, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

e-mail streaks-free.77@mail.ru

Abstract

The system «ORION» allows to organize the complex security system. Advantages of the system: the formation of a single information space, long-term storage of event information with the possibility of further interpretation and analysis, comprehensive provision of information a duty officer and other responsible persons, the separation of powers of the responsible persons in taking decisions and access to information, support common technology database administration, support of interfaces to communicate with external systems, automated control of the system.

When integrating Orion to a local area network (LAN) it is necessary to organize the tolerance of the system. To solve this problem I recommend to use a ring topology LAN using RSTP Protocol

Keywords: Complex security system, automated control of the system, ORION, RSTP, ring topology.

УДК 004.031.2

КОНСТРУКЦИЯ СВЧ АНТЕННОГО МОДУЛЯ

Демидов Дмитрий Евгеньевич, аспирант, Фисун Иван Дмитриевич, аспирант, Читава Александр Романович, аспирант

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623

*Адрес для корреспонденции: Читава Александр Романович, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623
alexandrchitava92@yandex.ru*

Аннотация – Конструкции функциональных СВЧ устройств для малогабаритных бортовых систем ближней локации должны отвечать повышенным требованиям к механической стойкости и к электромагнитной совместимости. Проектируется интегральный СВЧ модуль, работающий в приеме-передающем режиме в составе активной фазированной антенной решетки с использованием микрополосковой технологии. Рассмотрены особенности конструирования бортовых СВЧ модулей

Ключевые слова: Схема питания, модуль СВЧ, экранирование, микрополосковая технология

Введение

Широко используются микроэлектронные устройства СВЧ, полосковые и микрополосковые линии передачи, в том числе выполненные на них фазовращатели, коммутаторы, вентили и т.д.

Фазированные антенные решетки – перспективные антенные системы, т.к. позволяют осуществлять быстрый обзор пространства, многофункциональный режим работы, комплексирование радиосредств, адаптацию к реальной радиообстановке, предварительную обработку сверхвысокочастотных сигналов и т.д.

Назначение и принцип действия интегрального модуля

Основной конструктивной особенностью модулей является то, что они размещаются в полотне решетки и соединяют элементы антенного полотна с блоками формирования сигнала. Таким образом, габаритные размеры модуля ограничены. Малые габариты модуля, а также требования его радиоэкранирования, стойкости к механическим и климатическим воздействиям, накладывают существенное ограничение на схемотехнические и конструктивные решения.

В состав модуля входят коаксиально-полосковый переход, кольцевой делитель мощности, управляемый фазовращатель, усилитель мощности, циркулятор, проходной фазовращатель. Так как модуль работает в приемопередающем режиме, то возможно изменение последовательности подключения элементов схемы.



Рис 1. Типовая конструкция модуля

Модульный принцип конструирования СВЧ устройств

В радиоэлектронной аппаратуре модулем называют типовой функциональный узел, предназначенный для сборки в общую компоновку, имеющий габаритный и присоединительные размеры, обеспечивающие взаимозаменяемость модулей данного типа (рис. 1).

Модульная конструкция обеспечивает достаточную механическую прочность, электромагнитную экранировку и защиту от окружающей среды.

Конструктор решает сколько функций должен выполнить модуль. Исходя из принципов миниатюризации и увеличения степени интеграции, топологию схемы модуля целесообразно выполнять на одной диэлектрической подложке. В таком многофункциональном модуле уменьшается число соединений отдельных узлов, что упрощает технологию изготовления и увеличивает надежность. Однако недостатками такого многофункционального модуля является:

- низкая преемственность разработок, поскольку возможности стандартизации в этом случае ограничено;

- испытание, настройка элементов схемы и выявления причин брака отдельных элементов, входящих в сложную интегральную схему (ИС) СВЧ;
- размещение на одной подложке большого числа элементов, что приводит к многочисленным паразитным связям, а из-за большой площади подложки возрастают размеры корпуса, что увеличивает вероятность паразитных резонансов корпуса;
- изготовление крупных керамических подложек фотолитография по большим площадям обычно дают пониженный выход горных изделий.

Для решения задачи предлагается использовать компромиссный метод конструирования. Конструкция сложного интегрального модуля при этом представляет собой сборку из ряда функциональных модулей или отдельных плат, установленных в сменных отсеках корпуса, разделенных экранирующими. Такое разделение модуля на отдельные узлы позволяет проводить испытание и наладку их перед сборкой. При этом достигается стандартизация функциональных модулей, используемых в интегральном устройстве.

При разработке конструкции модуля этого же эксплуатационного назначения возможна изменения в конструкции и в технологии изготовления. При применении других способов формообразования корпуса, увеличивается трудоемкость операции изготовления корпуса, потребуется закупка новой оснастки, ухудшается качество и выполненных деталей функции. Это повлечет дополнительные затраты на производство модуля. При использовании более дешевых материалов для изготовления модуля, ухудшается его электрические параметры, что не допустимо, так как модуль может выйти из строя при воздействии дестабилизирующих факторов.

Выводы

Разработан приемно-передающий модуль СВЧ, отвечающий требованиям, предъявляемым к бортовой аппаратуре. Предложено модульное исполнение СВЧ устройства, его экранирование, проведено исследование аналогичных конструкций модулей СВЧ, разработана микрополосковая подложка.

Библиографический список:

1. Справочник по расчету конструированию СВЧ полосковых усилителей /С.И. Норзаев, В.К. Имуль, Ю.Н. Игнатъев, 2006
2. Матсон Э. А. и др. Конструкции и расчет микросхем и микроэлементов ЭВА: [Учеб. Пособие для радиотехн. спец вузов] – Мн: Выш. Школа, 2001 .
3. Волен М.Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре – 2 – е изд-е, перераб. и доп. – М: Радио и связь. 2003
4. ОСТ 92-9555-82. Электрорадиоэлементы и блоки герметизированные. Методы испытаний на герметичность.

THE MICROWAVE Tx/Rx MODULE DESIGN

Chitawa Alexander Romanovich, Post-graduate Student
Demidov Dmitry Evgennievich, Post-graduate Student
Fisun Ivan Dmitrievich, Post-graduate Student
*6Novosibirsk State Technical University
20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia*

Abstract - A set of design documentation in accordance with the technical specifications had been developed. During the work the topology of the circuit boards corresponding to the schematic circuit diagram was designed. The board consists of pre-arranged and arranged elements, printed film elements (resistors), and microstrip lines. Boards are produced by photochemical method, and by thin-film technology with subsequent photolithography. This method allows achieve the parameters of the elements with an accuracy of 20 microns.

The design of the hull type and selected case material was developed, and assembly and forming method is injection molding with subsequent processing.

Keywords – feeding network, shielding, Microwave Tx/Rx Module, microstrip technology

УДК 62-543.2: 624.191.94

СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЕМ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Гиривой Дмитрий Вадимович¹, магистрант; к.т.н. Русский Евгений Юрьевич²,

¹Новосибирский государственный технический университет, пр. Карла Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073, Россия

²Институт горного дела СО РАН, Красный проспект, 54, Новосибирск, 630091, Россия

Гиривой Д. В., email girivoydima@rambler.ru

Русский Е. Ю., email geomining@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Гиривой Дмитрий Вадимович, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Аннотация: в статье выполнено описание типового участка системы и представлена суточная потребность расхода воздуха на станции метрополитена в течение суток. Рассмотрены функциональная и структурная схемы работы вентилятора, проведены расчеты для преобразователя частоты, пропорционального регулятора, рассчитаны показатели станционного

вентилятора. Исходя из полученных данных, построены асимптотическая и желаемая логарифмические амплитудно-частотные характеристики. Также был проведен синтез алгоритмов автоматического управления проветриванием станции метрополитена и получена новая передаточная функция регулятора с учетом изменения суточной потребности в расходе воздуха на станции.

Ключевые слова: станция метрополитена, станционный вентилятор, преобразователь частоты, функциональная и структурная схема работы вентилятора, синтез алгоритмов управления

Метрополитен является одним из наиболее совершенных видов городского транспорта, способного справиться с высокой интенсивностью пассажиропотока. Вентиляция – важнейшая система жизнеобеспечения метрополитенов. Эксплуатационные показатели метрополитена в значительной степени зависят от эффективности и конструктивного совершенства его системы вентиляции, на которую большое влияние оказывают как интенсивность перевозок, так и метеорологические и гидрогеологические условия города, в котором он расположен. Постоянно возрастающий пассажиропоток ведет к увеличению частоты движения поездов и как следствие – к выделению и накоплению на станциях и в тоннелях значительного количества вредных веществ в виде избыточного тепла, газовых выделений, пыли и т.п. Своевременное удаление вредных веществ и подача требуемого количества свежего воздуха зависит от работы систем вентиляции. Поэтому, тоннельной вентиляции метрополитена отводится важная роль по поддержанию требуемого состояния микроклимата, в том числе и по поддержанию теплового баланса в подземных сооружениях.

Таким образом, анализ работы вентиляционной системы метрополитена и учет всех ее особенностей позволяет выполнить синтез алгоритмов системы управления тоннельными вентиляторами и обеспечить безопасность, экономичность и эффективность проветривания станций метро.

Типовой участок метрополитена мелкого заложения приведен на рис. 1.

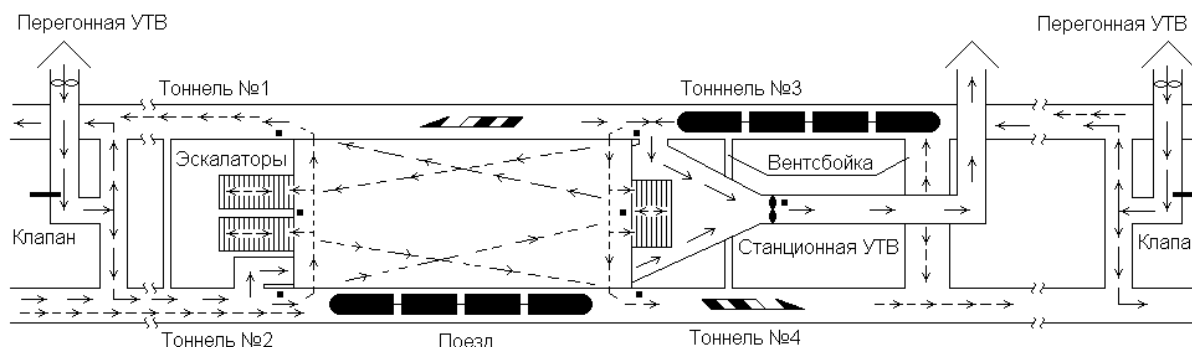


Рис. 1. Схема типового участка метрополитена мелкого заложения: \rightarrow - направление движения воздуха, вызванное работой станционного вентилятора; $- \rightarrow$ - направление движения воздуха, вызванное действием поездов; \blacksquare - места установки датчиков давления; \dashrightarrow - направление движения поездов

Участок включает в себя станцию с размещенной на ней стационарной установкой тоннельной вентиляции (УТВ) и два полуперегона с перегонными УТВ.

Расчетная суточная потребность воздуха приведена на рис. 2. Без суточного регулирования вентиляторных агрегатов при их круглосуточной работе со 100% расчетной производительностью перерасход энергии составит, примерно, 42% [1].

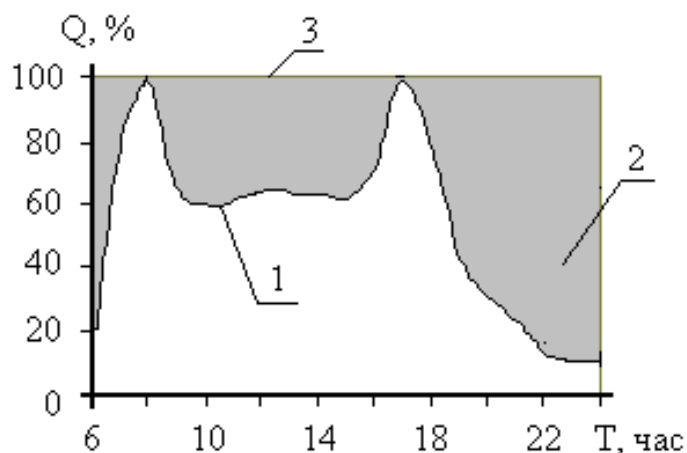


Рис. 2. Суточное изменение требуемого расхода воздуха на станции метрополитена: 1 – требуемый расход воздуха; 2 - избыточный расход воздуха; 3 – расход воздуха, подаваемый нерегулируемым вентилятором

Для уменьшения перерасхода энергии целесообразно изменять производительность стационарных вентиляторов не чаще одного раза в час [2].

Система автоматического управления (САУ) стационарным вентилятором с изменением скорости вращения приводного электродвигателя предназначена для управления режимами работы вентилятора при помощи изменения частоты его вращения в зависимости от текущих потребностей в воздухе на станции метро.

Функциональная схема САУ стационарного вентилятора показана на рис. 3.



Рис. 3. Функциональная схема системы автоматического управления производительностью стационарного вентилятора: Р- регулятор; ПЧ - преобразователь частоты питающего напряжения; АО – аэродинамический объект (вентиляционная сеть)

На основе функциональной схемы САУ стационарным вентилятором с изменением частоты вращения приводного электродвигателя строится структурная схема (рис. 4).

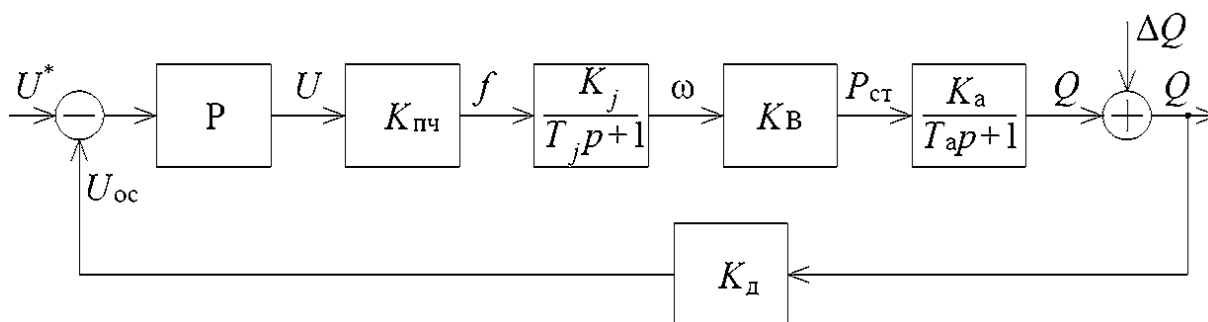


Рис. 4. Структурная схема системы автоматического управления производительностью стационарного вентилятора: U^* – сигнал задания желаемой производительности вентилятора.

В данной работе рассматривается обобщенный преобразователь частоты.

Передаточная функция ПЧ представляется в виде [3, 4]

$$W_{\text{ПЧ}}(p) = \frac{f(p)}{U(p)} = K_{\text{ПЧ}},$$

Сигнал управления U , подаваемый на вход ПЧ находится в диапазоне от 0 до 10 В. Частота тока статора электродвигателя f может меняться в пределах от 0 до 50 Гц.

$$K_{\text{ПЧ}} = \frac{50}{10} = 5$$

Используя полученные данные нами была построена желаемая и асимптотическая ЛАЧХ.

ЛАЧХ объекта, регулятора и желаемая ЛАЧХ приведены на рис. 5.

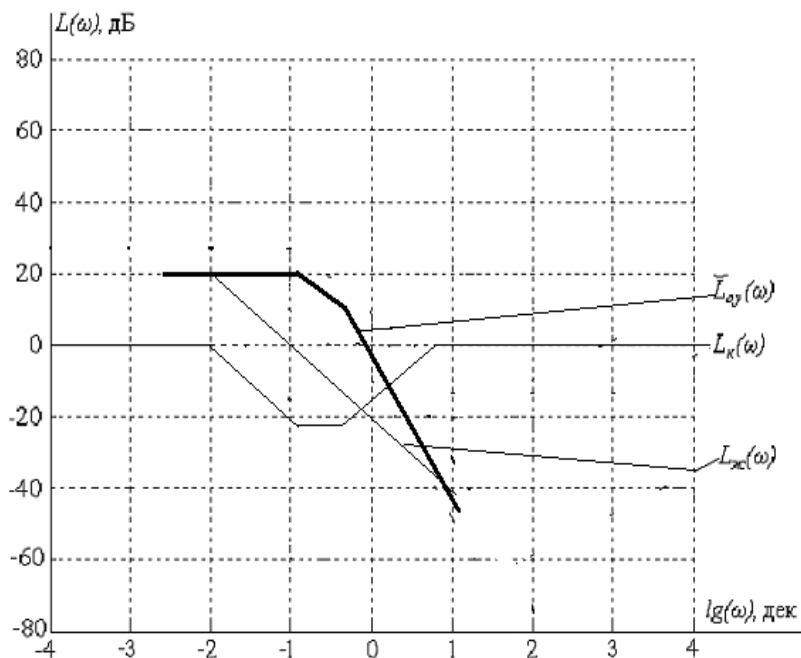


Рис.5. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики.

В результате синтеза системы управления была получена передаточная функция регулятора:

$$W_k(p) = \frac{10 \cdot (9,1 \cdot p + 1)(2,17p + 1)}{(100 \cdot p + 1)(0,17 \cdot p + 1)}$$

Таким образом, алгоритмы управления вентиляционным оборудованием, полученные на основе синтеза системы автоматического управления тоннельным вентилятором, позволяют регулировать производительность вентиляторов в течение суток, что позволяет значительно сократить расходы электроэнергии на вентиляцию, а также повысить надежность систем вентиляции в чрезвычайных ситуациях.

Библиографический список:

1. Красюк А.М. Тоннельная вентиляция метрополитенов / А.М. Красюк. – Новосибирск: Наука, 2006. – 164 с.
2. Зедгенизов Д.В. Новый подход к управлению проветриванием метрополитенов мелкого заложения // Горный информационно-аналитический бюллетень. Тематическое приложение "Безопасность". М. МГГУ. – 2005. – С. 312 – 323.
3. Зедгенизов Д.В., Красюк А.М., Попов Н.А., Чигишев А.Н. Анализ способов регулирования режима работы тоннельных осевых вентиляторов // Метро. - 2000. - № 5 - 6. - С. 23-27.
4. СНиП 32-08: Метрополитены. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 45 с.

ANALYSIS OF WORK OF VO SERIES MINE AXIAL FANS IN EMERGENCY MODE

*Girivoy D. V.*¹, postgraduate, girivoydima@rambler.ru

¹Novosibirsk state technical university, prospect Karla Marksa, 20, Novosibirsk, 630073, Russia

Russky E. Yu., PhD, senior researcher, geomining@mail.ru

Institute of mining SB RAS, Krasnyj prospect, 54, Novosibirsk, 630091, Russia

Abstract: in article the description of a standard site of system is executed and the daily requirement of an air consumption of at subway station within a day is presented. Functional and structural schemes of fan operation are considered, calculations for the converter of frequency, the proportional regulator are carried out, indicators of the station fan are calculated. Proceeding from the obtained data, are constructed asymptotic and desirable decibel log frequency characteristic. Also synthesis of automatic control algorithms of subway station airing has been carried out and new transfer function of the regulator taking into account change of daily need for an air consumption on stations is received.

Keywords: subway station, station fan, frequency converter, function and block diagram of fan operation, synthesis of control algorithms

ВИЗИРНЫЙ КАНАЛ АКТИВНО-ИМПУЛЬСНОГО ПРИБОРА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УГРОЗ ПРОТИВНИКА

Голицын Александр Андреевич^{1,2}; Сейфи Наталья Андреевна²

¹ Филиал Института Физики полупроводников СО РАН «Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 2/1

² Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Голицын А.А., e-mail: aag-09@yandex.ru

Сейфи Н.А., e-mail: natalia_nsk@inbox.ru

Адрес для корреспонденции: Голицын Александр Андреевич, Филиал ИФП СО РАН «КТИПМ», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 2/1

Сообщается о разработке визирного канала на базе ПЗС-фотоприемника для активно-импульсного прибора наблюдения или прибора обнаружения оптических систем. Приводится краткое описание.

Ключевые слова: активно-импульсный прибор, ПЗС-матрица, лазерный излучатель, обработка изображений

Активно-импульсными приборами наблюдения называются приборы, имеющие в своей конструкции синхронно работающие фотоприемник и импульсный излучатель (используемый для подсветки сцены), причем фотоприемник получает изображение с некоторой задержкой относительно срабатывания излучателя, и тем самым воспринимает отраженный от интересующих оператора объектов свет излучателя, отсекая свет, отраженный от объектов, находящихся ближе заданного расстояния, например, от частиц пыли или тумана, различных предметов, блики которых могут отвлекать наблюдателя. Примеры и принцип действия активно-импульсных приборов наблюдения подробно описаны в [1, 2].

В настоящей работе описывается визирный канал активно-импульсного прибора наблюдения, разработанный на основе ПЗС-фотоприемника. В перспективе изделие может быть использовано в составе прибора обнаружения на местности оптических приборов и систем противника.

Визирный канал состоит из объектива, платы фотоприемника, с расположенной на ней ПЗС-матрицей и необходимыми вспомогательными элементами, платы видеообработки, лазерного излучателя с объективом и основания, на котором все эти элементы закреплены. Для удобства наблюдения дополнительно к каналу может быть подключен либо микромонитор, либо изображение может быть передано на персональный компьютер по USB-шине.

Основные элементы канала реализованы программно на базе реконфигурируемого модуля [3], аппаратно представляющего собой работающие в паре программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС) и сигнальный процессор, с подключенными к ним внешними элементами быстродействующей памяти. Структурная схема реконфигурируемого модуля изображена на рис. 1.

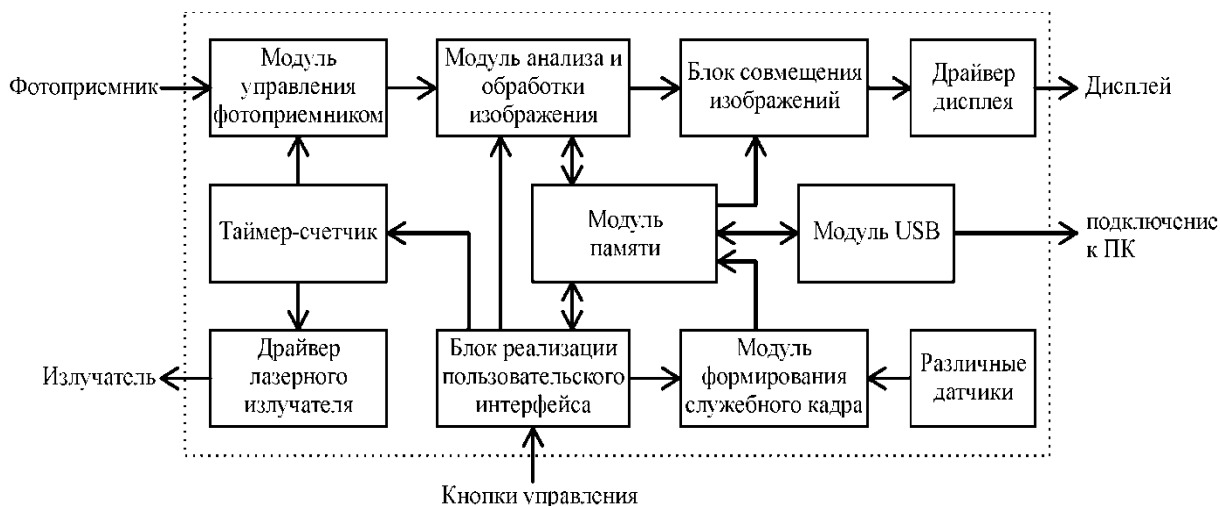


Рис. 1. Структурная схема платы видеообработки визирного канала

В задачи модуля входит контроль состояния прибора, получение с помощью внешнего интерфейса или кнопок управления команд оператора и их выполнение, а также управление периферийными модулями прибора – дисплеем, фотоприемным устройством и излучателем. Помимо управления излучателем и фотоприемной матрицей модуль получает с фотоприемной матрицы изображение наблюдаемой сцены «как есть», затем производит все необходимые обработки полученного изображения для того, чтобы это изображение стало пригодным для наблюдения, не зависимо от начальной яркости наблюдаемой сцены.

При необходимости модуль «склеивает» полученное изображение с изображением служебного кадра, в котором содержатся изображения различных индикаторов, меню и текстовая информация, и выдает итоговое изображение на дисплей. Таким образом, модуль обеспечивает весь цикл типичной обработки видеоизображения, начиная с первичной обработки на выходе матричного сенсора и до вывода видеоданных на устройство отображения и на внешние устройства [3].

В качестве фотоприемника в составе визирного канала используется ПЗС-матрица форматом 1280×960 элементов (ICX445 производства Sony), а в качестве излучателя полупроводниковый лазер (905 нм) с импульсной мощностью 200 Вт (при длительности импульса 100 нс и частоте импульсов 10 кГц).

Для реализации активно-импульсного метода работы – синхронизированной работы излучателя и фотоприемника используется электронный затвор ПЗС-матрицы.

Внешний вид всей конструкции представлен на рис. 2.

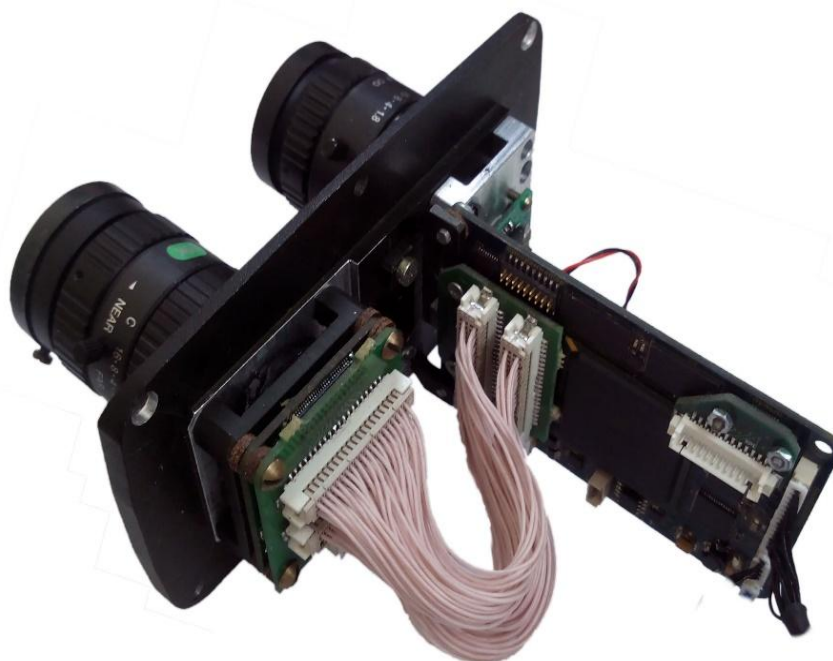


Рис. 2. Внешний вид визирного канала

Основными достоинствами канала являются относительно небольшие размеры, высокая чувствительность (не хуже 0.005 лк), малое энергопотребление и возможность расширения функциональности путем написания дополнительных программных модулей без изменения аппаратной части электроники изделия.

В настоящее время канал проходит апробацию в Конструкторско-технологическом институте прикладной микроэлектроники в качестве лабораторного стенда для исследования недокументированных возможностей ПЗС-фотоприемника с электронным затвором. В дальнейшем полученные результаты исследований помогут на его базе разработать активно-импульсный прибор наблюдения в сложных условиях либо прибор обнаружения потенциальных угроз противника, работающий по принципу лазерного локатора.

Библиографический список:

1. Горобец В. А., Кабанов В. В., Кабашников В. П., Кунцевич Б. Ф., Метельская Н. С., Шабров Д. В. Активно-импульсные системы видения и алгоритмы определения расстояний до объектов // Журнал прикладной спектроскопии. – 2014. – Т. 81. – № 2. – С. 283-291.
2. Голицын А. В., Журавлев П. В., Журов Г. Е., Корякин А. В., Чихонадских А. П., Шлишевский В. Б., Яшина Т. В. Псевдобинокулярный двухканальный прибор обнаружения потенциальных угроз // Известия ВУЗов. Приборостроение. – 2009. – Т. 52. – № 6. – С. 27–34.

3. Голицын А. А., Сейфи Н. А., Электронный модуль цифровой обработки изображения для устройства круглосуточного наблюдения // Вестник Новосиб. гос. ун-та. Серия: Физика. – 2012. – Т. 7. – вып. 3. – С. 129–136

THE SURVEILLANCE CHANNEL OF THE ACTIVE-PULSE DEVICE DETECTING POTENTIAL THREATS

Alexandr A. Golitsyn^{1,2}

Natalya A. Seifi²

¹ Design and Technology Institute of Applied Microelectronics (Branch of The Institute of Semiconductor Physics), 630090, Russia, Novosibirsk, Lavrentev av, 2/1

² Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Marksa str, 20

The article reports about the development of the surveillance channel base on CCD image sensor for active-pulse surveillance device or for optics-detecting system. The description is also given.

Keywords: active-pulse device, CCD image sensor, laser emitter, image conversion

МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ

Коваленко Александр Сергеевич, магистрант; Шебалкова Любовь Васильевна, старший преподаватель; Слободяненко Александр Александрович, магистрант; Ромодин Валерий Борисович, канд. техн. наук, доцент

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Коваленко А.С., e-mail, rockstaaz@yandex.ru

Шебалкова Л.В., e-mail, shebalkova@corp.nstu.ru

Слободяненко А.А., e-mail, sepwood@gmail.com

Ромодин В.Б., e-mail, romodin@ngs.ru

Адрес для корреспонденции: Коваленко Александр Сергеевич, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. +73833462623

Аннотация – В данной работе рассматривается процесс разработки и электродинамического моделирования четырехэлементной линейно-поляризованной антенной решетки, работающей в Ка-диапазоне, для применения в системах ближней локации. Разработка базируется на микрополосковых излучателях. Решетка из 4 элементов была смоделирована и оптимизирована в САПР Ansoft HFSS; полоса пропускания составила 2.4 ГГц с центральной частотой 37.5 ГГц. Максимальный коэффициент усиления 18.3 дБ, ширина диаграммы направленности по уровню половинной мощности составляет 34.5°, уровень боковых лепестков не превышает -13.2 дБ.

Ключевые слова – антенны, микрополосковые решетки, локационные системы

В высокотехнологичном производстве, самолетостроении, аэрокосмической отрасли, спутниковой связи и оборонной промышленности, где размер, стоимость, и простота монтажа и производства, а также массогабаритные характеристики, микрополосковые антенные решетки (МΠΑР) представляют собой идеальный вариант для применения.

Преимуществами МΠΑР являются:

– малые габариты, при этом размер дискретного излучателя зависит от длины волны λ и диэлектрической проницаемости материала подложки ϵ_r , и примерно составляет $\lambda/2\sqrt{\epsilon_r}$);

– низкая эффективная площадь рассеяния (ЭПР) при рационально установленных микрополосковых излучателях (МПИ) на самолеты или ракеты

за счет миниатюризации габаритов антенны и снижения мощности вторичного излучения;

- возможность установки на изогнутые поверхности [1].

Помимо этого, МПАР имеют стабильные параметры при массовом производстве: резонансную частоту, тип поляризации, форму диаграммы направленности и значение импеданса. Относительно узкая полоса пропускания ограничивает использование микрополосковых антенн в широкополосных системах, однако в данное время уже существуют и продолжают разрабатываться способы её увеличения, а со значительным увеличением частоты полоса пропускания становится шире. Потери мощности могут быть минимизированы с помощью применения подложек с низким уровнем диэлектрических потерь [2].

Материалом для изготовления МПАР является диэлектрическая подложка с металлизированным верхним и нижним слоем толщиной h . Марку подложки следует выбирать исходя из рабочей частоты МПАР. Основной сложностью при изготовлении МПАР является требование к высокой точности изготовления, т.к. ширина полосков W лежит в диапазоне десятых долей миллиметра и уменьшается пропорционально увеличению рабочей частоты.

Принцип действия микрополосковой антенны основан на резонансе моды TM_{10} в объеме под излучателем. Исходя из этого, следует учитывать, что электрическая длина L излучателя увеличивается, излучатель с каждой стороны вызывает смещение частоты на ΔL . Таким образом вводится понятие эффективной диэлектрической проницаемости ϵ_{reff} . Формула для расчета ΔL приведена ниже (1).

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 * \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3)(W/h + 0.264)}{(\epsilon_{reff} - 0.258)(W/h + 0.8)} \quad (1)$$

Эффективная диэлектрическая проницаемость аппроксимируется по формуле (2).

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \quad (2)$$

Ниже представлены формулы для расчета ширины (3) и длины (4) микрополоскового излучателя.

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \sqrt{\epsilon_r + 1}} \quad (3)$$

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff} \mu_0 \epsilon_0}} - 2\Delta L, \quad (4)$$

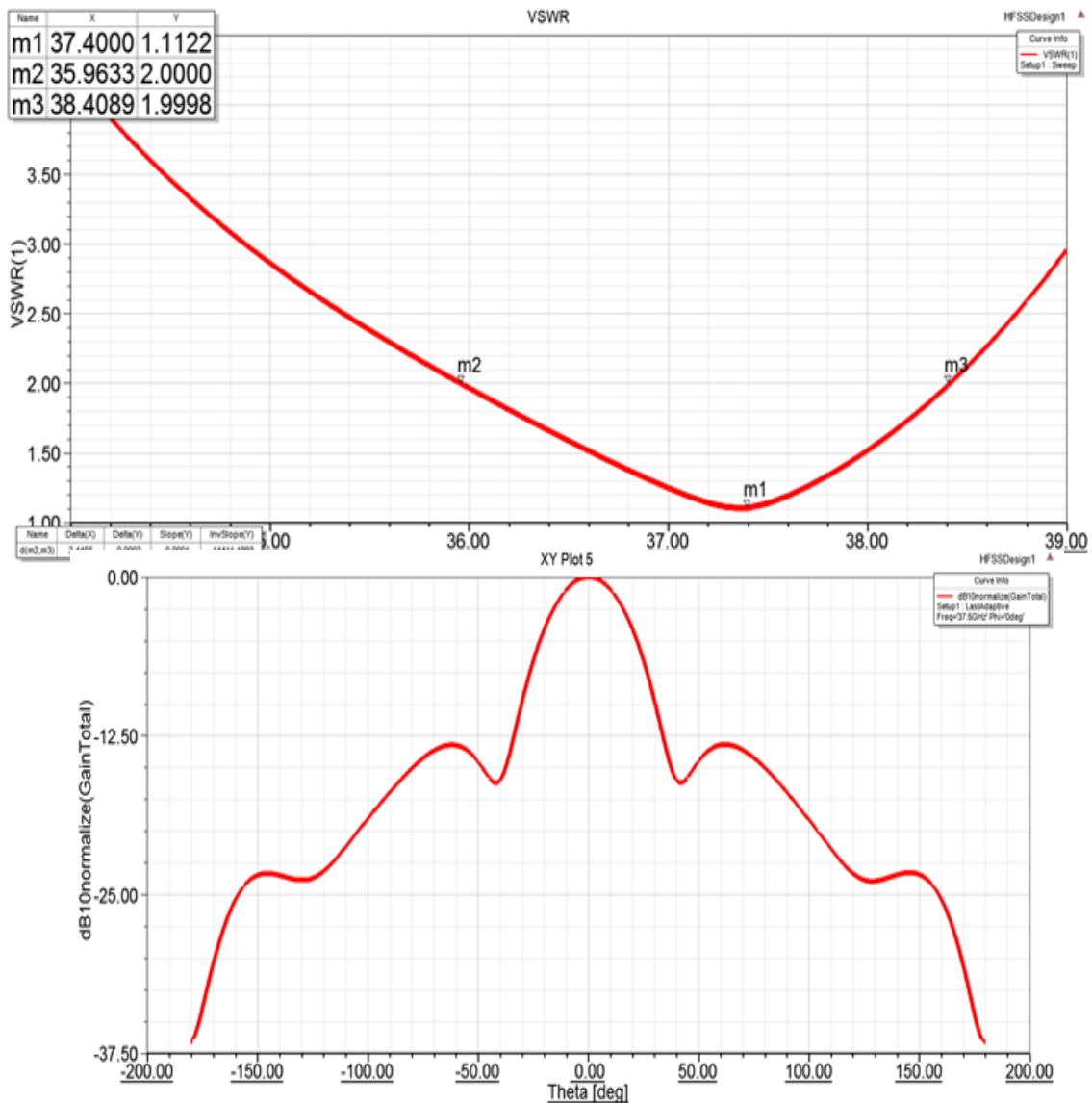
где f_r – резонансная частота.

Для реализации проекта была выбрана подложка Rogers 5880/Duroid с диэлектрической проницаемостью 2.2 и толщиной диэлектрического слоя 0.381 мм.

С помощью электродинамического моделирования была получена МПАР, работающая на частоте 38.5 ГГц. Использована подложка Rogers 5880/Duroid (ϵ_r

= 2.2, $\delta=0.0009$). Коэффициент стоячей волны по напряжению составляет не более 2 в полосе частот ± 2.4 ГГц, минимальное значение КСВН = 1.1 находится на частоте 37.4 ГГц. Ширина диаграммы направленности (ДН) по уровню половинной мощности составляет 34.5° , уровень боковых лепестков - 13.2 дБ.

На рис. 1 показан график зависимости коэффициента стоячей волны по напряжению от частоты, на рис. 2 – главное сечение диаграммы направленности, на рис. 3 – трехмерная диаграмма направленности МПАР.



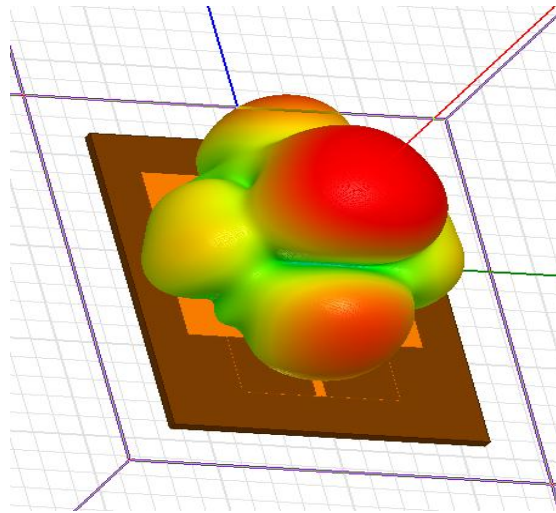


Рис. 3. Трехмерная ДН модели

Выводы:

В настоящее время появился новый класс целей – беспилотные летательные аппараты и малоразмерные высокоскоростные крылатые и противокорабельные ракеты. Решения, полученные в результате работы, позволяют создать бортовые системы для обнаружения этих объектов.

Неконтактные датчики цели работают в ближней зоне, характеристики антенн должны обеспечивать достоверное обнаружение цели в заданном направлении. Датчик должен за миллисекунды обнаружить цель и своевременно выдать команду на срабатывание БЧ, а так же необходимо отстроиться от активных помех противника.

Эффективность комплексов вооружения определяется необходимым количеством ракет или боеприпасов для поражения цели. Применение полученных решений предполагает, что достаточно использовать 1-2 ракеты вместо 4-8. Можно обеспечить обнаружение с заданной вероятностью таких целей, как БПЛА и скоростные малоразмерные ракеты.

Библиографический список:

1. Constantine A. Balanis Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd Edition. – Hoboken, New Jersey: Wiley, 2005.
2. A. G. Derneryd, Linearly Polarized Microstrip Antennas, *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. AP-24, No. 6, pp. 846–851, November 1976

DESIGN OF MICROSTRIP ARRAY ANTENNA FOR AIRBORNE APPLICATIONS

Kovalenko Alexander Sergeevich

Graduate student, e-mail, rockstaaz@yandex.ru ;

Shebalkova Lyubov Vasilievna,

Senior Lecturer, e-mail, shebalkova@corp.nstu.ru ;

Slobodyanenko Alexander Alexandrovich,

Graduate student, e-mail, sepwood@gmail.com ;

Romodina Valerij Borisovich, e-mail, romodin@ngs.ru

Novosibirsk State Technical University

20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract - In high performance aircrafts, spacecraft's, satellite and missile applications where size, aerodynamic, cost, and ease of installation are limiting constraints, microstrip patch antennas are ideal this paper considers the design of 4-element linearly polarized Ka-Band Phased Array Antenna for airborne and spaceborne SAR payload. The design is based on Microstrip Patch antenna. The array of 4 elements was optimized on Ansoft HFSS; a total bandwidth of 2.4 GHz was achieved at the center frequency of 37.5 GHz with a peak gain of 18.3 dB ; HPBW of 34.5° and side lobe suppression of -13.2dB.

Keywords – antenna, microstrip array, location systems

УДК 621.384.3

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Кравец Сергей Александрович, аспирант;

Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС;

Шумейко Владимир Александрович, старший преподаватель;

Яковлев Григорий Дмитриевич, магистрант

*Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия,*

г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623

Легкий В.Н., e-mail snios@mail.ru

Аннотация

На текущий момент разработаны множество методов обнаружения и классификации объектов. Некоторые методы не были реализованы в серийных устройствах из-за высоких требований к вычислительным ресурсам. Но с развитием микроэлектроники и вычислительных средств

исследования и разработки в данной области ведутся активно. В данной работе анализируются методы обнаружения и классификации заданных объектов, в частности с использованием нейронных сетей, на изображении в видимом (ТВ) и инфракрасном (тепловизионном) спектрах для решения задач навигации и управления,

Ключевые слова: изображение, объект, компьютерное зрение, обнаружение, классификация, нейронные сети.

Введение

Для различных следящих систем одной из важнейшей для решения задачи, является задача компьютерного зрения. Компьютерное зрение - это технология обнаружения, отслеживания и классификации объектов, когда обрабатываются изображения «в цифрах». В данной работе описывается первый этап проекта исследования системы обнаружения и классификации объектов на тепловизионном изображении – анализ методов выделения на изображении областей, схожих по признакам с целевыми объектами и классификация объектов, например, с использованием корреляционных методов, дескрипторов и искусственных нейронных сетей. После обоснования выбора алгоритма предстоит второй этап – реализация устройства.

Задача обнаружения и классификации разделяется на подзадачи, которые решаются обособленно.

- Задача предварительной обработки изображения, - решает проблему низкого качества изображения из-за физических особенностей сканирующего устройства. Саму задачу работы с объектом на изображении можно разбить на три класса: обнаружение, классификация и распознавание.

- Задача обнаружения цели заключается в отделении объекта от фона и решается в зависимости от получаемой информации. Например, на инфракрасном изображении информация состоит из матрицы значений температур, получаемых с фоточувствительных элементов, которую можно представить в виде изображения в градациях серого. Для данного случая можно использовать методы адаптивной бинаризации изображения по порогу или по энтропии изображения.

Анализ методов

- Задача классификации объекта заключается в распределении обнаруженных объектов по заданным классам. В качестве примера можно привести задачу соотнесения объектов на самолеты и вертолеты и подобное. В частности данную задачу пытаются решать с помощью модели искусственных нейронных сетей. Основываясь на результатах в открытых источниках можно сделать вывод, что задача решается при использовании данной модели.

На первом этапе исследуются алгоритмы выделения объектов на сложном фоне. В данных алгоритмах как допустимо использования некоторых эталонных данных, так и допустимо использования признаков,

полученных с самого изображения. В качестве примера можно привести следующий алгоритм.

Метод основан на представлении каждой точки изображения как направления доминирующей ориентации ее локальной окрестности [1]. В зависимости от своей ориентации окрестности разделяются на классы. Таким образом, происходит переход от яркостного представления к псевдоизображениям, на которых выполняется селекция. Процедура селекции выполняется по методу эффекта отскока. Окрестности изображения разделяются на условные группы (классы) в зависимости от их доминирующей ориентации. Номер класса окрестности рассматриваемой точки изображения принимается в качестве признака этой точки.

Подобный подход, использующий кодировку яркостного изображения ориентациями окрестностей, широко применяется в последнее время. В частности, в основе алгоритма SIFT.

Выделение на исходном изображении областей, близких по своим свойствам к заданному объекту, приводит к разделению фрагментов изображения на три группы: объектоподобные, фоновые и необъектоподобные фрагменты. Причем объектоподобные и необъектоподобные фрагменты определяются по порогу:

$$n_B \bar{i} - s_B \leq \sum_{i=0}^{t_1} K_i^l i, \quad (1)$$

$$s_C - n_C \bar{i} \leq \sum_{i=t_2}^w K_i^r i \quad (2)$$

Неравенство в (1) и (2) вводится в связи с дискретностью точек отсчета. Пороги t_1 и t_2 разделяют области случайных и неслучайных совпадений с эталоном. Интервал $[t_1, t_2]$ соответствует зоне неопределенности, непригодной для принятия решения.

Для систем автоматической селекции величину можно определять как среднее между модой реальной гистограммы и модой теоретической гистограммы.

По экспериментальным результатам, приведенные в работе [1] можно сделать вывод, что алгоритм пригоден для обработки изображений в градациях серого, но требуется предварительная обработка изображения для получения как можно четкого очертания объекта.

Далее исследуется модель искусственной нейронной сети, в особенности ее возможности по классификации. В открытых источниках доступны работы, в которых рассматривается классификация объектов, иногда различных по своей природе и характеристикам. В этих работах для испытаний различных архитектур были собраны различные наборы данных изображений (dataset) такие как MNIST, CIFAR-10, CIFAR-100 и другие. На данных тестах были поставлены задачи классификации от 10 до 100 объектов, на чем можно сделать предварительные выводы по возможностям данного математического метода.

Математическая модель нейронной сети хоть и была обусловлена строением биологического мозга, в котором своеобразным вычислительным элементом является нейрон, но принципиально они отличаются. В математической модели также существует определение нейрона, как вычислительного элемента. Он вычисляет взвешенную сумму входных сигналов с других нейронов, вычисляет значение некоторой заданной функции от полученного результата и передает далее результат следующим нейронам. В качестве примера можно привести одну из самых первых моделей сети – Модель МакКаллока-Питса, в которой нейрон считается бинарным элементом. Модель нейрона представлена на рис.1 [2].

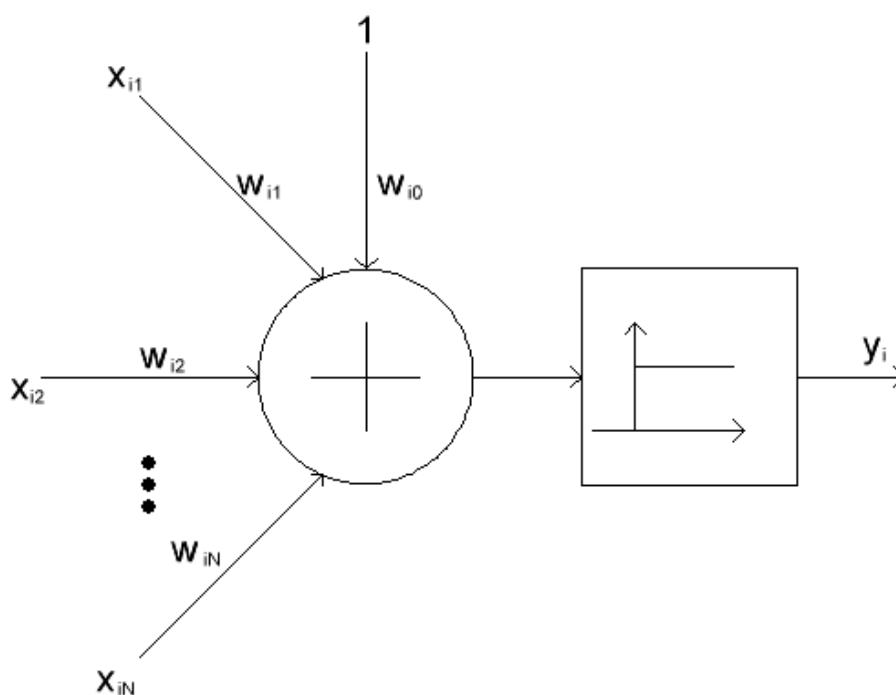


Рис.1. Модель нейрона МакКаллока-Питса

На основе данного простейшего вычислительного элемента составляются различные архитектуры нейронных сетей.

Для решения этой задачи предлагается использовать классические модели нейронных систем, такие как многослойный персептрон и сигмовидные сети, которые описаны выше, и специализированные на обработке изображений, такие как сверточные сети [3]. По проведенным исследованиям можно сказать, что классические архитектуры на текущий момент неэффективно решают задачу распознавания.

Можно выделить некоторые особенности искусственных нейронных сетей, которые могут вызвать проблемы в реализации:

1. При возрастании размера изображения, значительно увеличивается размер нейронной сети.
2. Для сети с большой вместительности требуется большая тренировочная выборка, что приводит к увеличению времени обучения.

3. Требование к решению следующих проблемных вопросов:

-Распараллеливание вычислений.

-Относительная устойчивость к повороту и сдвигу распознаваемого изображения.

-Возможно обучение при помощи классического метода обратного распространения ошибки.

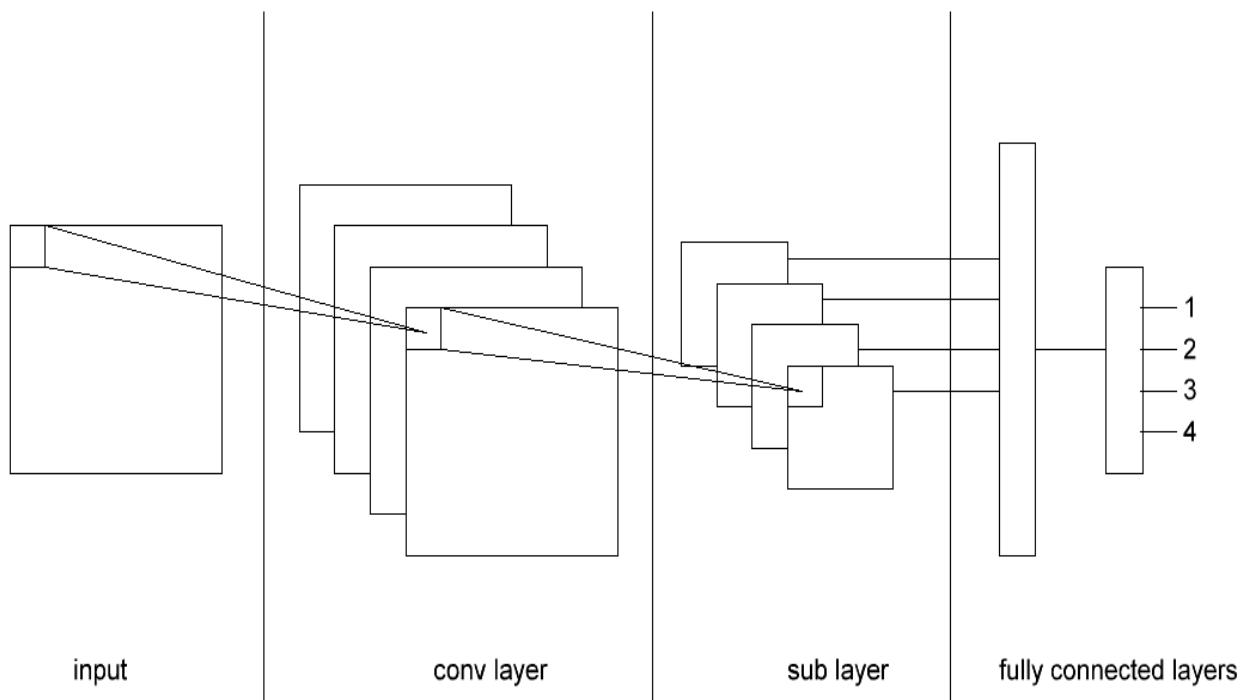


Рис.2. Пример архитектуры сверточной нейронной сети

В архитектуре на рис.2, в отличие от классических архитектур, в процессе работы применяется операция свертки и субдискретизации [4]. Суть данных операций заключается в извлечении признаков из изображения и уменьшении пространственной. Т.е. входное изображение фактически проходит операцию пространственной фильтрации и уменьшается в заданное количество раз. Для обучения сети обычно используется самая распространенная функция среднеквадратической ошибки и градиентные методы.

Задача классификации сопряжена с задачей обнаружения и автосопровождения, которая в свою очередь является трудоемкой. Для решения задачи сопровождения требуется обновлять эталон от кадра к кадру. При этом, существует возможность частичного заслонения объекта элементами фона (дым, облака, стая птиц, кустарник), что может повлечь за собой срыв сопровождения ввиду присоединения к эталону объекта элементов фона.

На втором этапе планируется получить настроенную сверточную нейронную сеть и реализовать ее в устройстве. Для проведения данного этапа был подобран материал по реализации данных алгоритмов в бортовых

системах. Предполагается рассмотреть два примера реализаций. Первая схема соответствует кольцевой архитектуре, а вторая соответствует реализации сети с одним входом для весовых коэффициентов [5], рис.3.

Пример реализации сети с одним входом для весов показан на рис.4.

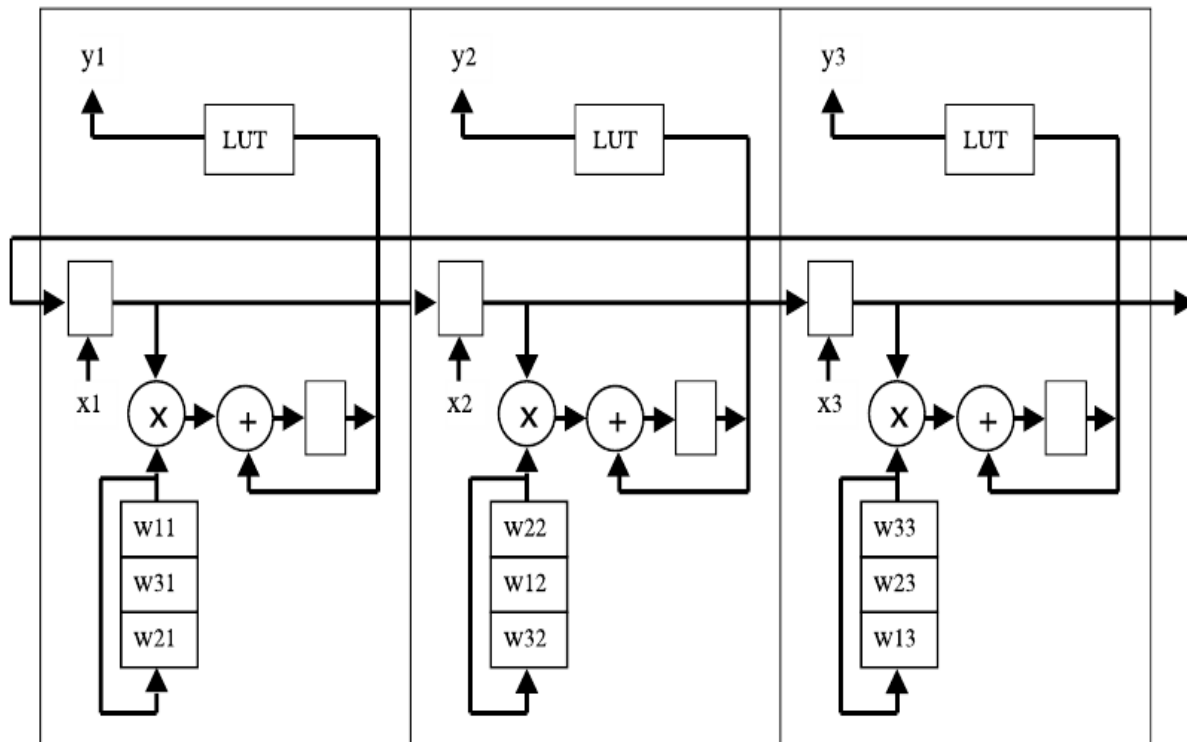


Рис.3. Пример реализации кольцевой архитектуры нейронной сети

Выводы

Рассмотрены алгоритмы распознавания и классификации поверхностных и аэродинамических объектов, обнаруживаемых на тепловизионных изображениях, которые могут быть реализованы нейросетевыми методами в бортовых системах.

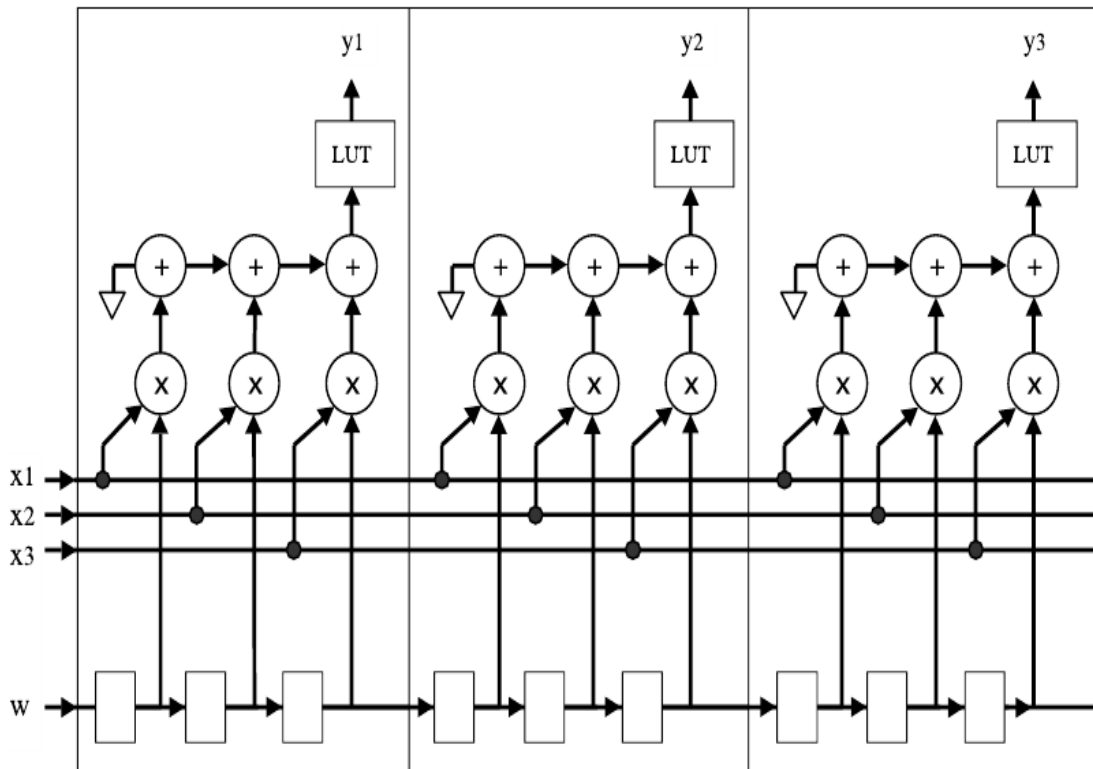


Рис.4. Пример реализации сети с одним входом для весов

Библиографический список:

1. «Автоматическое обнаружение объектоподобных фрагментов монохромных изображений». Борисова И.В., Легкий В.Н., Кравец С.А. и др. - См. данный сборник трудов, XVII Всероссийской научно-технической конференции «НПО–2016», НГТУ, 2016г.
2. Осовский С. «Нейронные сети для обработки информации». Пер. с польского И.Д.Рудинского. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 344 с.: ил. - ISBN 5-279-02567-4.
3. Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio and P. Haffner: «Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition», Proceedings of the IEEE, 86(11):2278-2324, November 1998
4. «Visualizing and Understanding Convolutional Networks» M.D. Zeiler, R. Fergus ECCV 2014 (Honourable Mention for Best Paper Award), Arxiv 1311.2901 (Nov 28, 2013)
5. «Volnei A. Pedroni. Circuit Design with VHDL». MIT Press. Includes bibliographical references and index. ISBN 0-262-16224-5

DEVELOPMENT OF PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF SYSTEM OF RECOGNITION OF OBJECTS

*Kravets Sergey Aleksandrovich, postgraduate student;
Legkiy Valdimir Nikolaevich, D.Sc. (Engineering), Associated Professor;
Shumeiko Vladimir Aleksandrovich, Senior Lecture;
Yakovlev Grigory Dmitrievich, Graduate students*

Novosibirsk state technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Avenue, 20

Abstract

Currently, there were developed many methods of detecting and classifying objects. Some methods have not been implemented in mainstream devices of its time due to high computational requirements. But with the development of microelectronic elements makes sense to resume the study of some trends in this area. In this work, searching for methods of detecting and classifying objects in an image in the visible (TV) and infrared (thermal imaging) spectra for solving problems of targeting weapons of various basing, in particular using artificial neural networks.

Keywords: computer vision, detection, classification, artificial neural network.

УДК 621.396

МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ СИСТЕМ БИОРАДИОЛОКАЦИОННОГО ПОИСКА

Круглова Анна Александровна, магистрант; Перевозчиков Василий Владимирович, магистрант; Шебалкова Любовь Васильевна, старший преподаватель

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. +73833462623

Круглова А.А., e-mail, nkruglva@rambler.ru

Шебалкова Л.В., e-mail, shebalkova@corp.nstu.ru

Адрес для корреспонденции: Шебалкова Любовь Васильевна, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. +73833462623

Аннотация – в статье рассмотрены вопросы проектирования доплеровских систем обнаружения живых людей за преградами и укрытиями, а также в завалах после природных и техногенных катастроф, влияние сердечной и дыхательной и сердечной деятельности на фазу отраженного сигнала, описаны преимущества микрополосковых антенн, применяемых в подобных системах.

Ключевые слова – Антенная решетка, микрополосковая антенна, обнаружение за преградами, биорадиолокация

Биорадиолокация - это метод дистанционного обнаружения и диагностики людей или животных, в том числе за оптически непрозрачными препятствиями, основанный на модуляции радиолокационного сигнала колебательными движениями и перемещениями органов биологического объекта [1].

Одной из областей применения биорадиолокации является обнаружение людей под завалами при чрезвычайных ситуациях.

Микроволновые обнаружители могут определять признаки жизни человека бесконтактным способом и имеют большой диапазон обнаружения по сравнению с другими способами.

Радиочастотный сигнал $S_T(t)$ излучается в сторону грудной клетки, а отраженный от нее сигнал $S_R(t)$ конвертируется в смесителе. Излученный и отраженный сигналы можно выразить как [2]:

$$\begin{aligned} S_T(t) &= A_T \cos(2\pi f t + \varphi), \\ S_R(t) &= A_R \cos\left[2\pi f \left(t - \frac{2d(t)}{c}\right) + \varphi\right] = A_R \cos\left[2\pi f t - \frac{4\pi f}{c} d(t) + \varphi\right], \end{aligned} \quad (1)$$

где f , c , φ и $d(t)$ – частота колебаний, скорость излучаемого сигнала (света), фаза излучаемого сигнала и время прохождения дистанции от антенны до грудной клетки; A_T и A_R амплитуды излученного и принятого сигналов.

Расстояние $d(t)$ можно выразить как:

$$d(t) = n(t)\lambda + l(t), \quad (2)$$

где $n(t)$ – целое число, λ – длина волны излучаемого сигнала и $l(t)$ – расстояние меньше значения λ .

После того как принятый сигнал фильтруется после конвертации в смесителе сигнал на выходе фильтра нижних частот $D(t)$ можно записать как

$$D(t) = A_D \cos\left[\frac{4\pi f}{c} n(t)\lambda + \frac{4\pi f}{c} l(t) + \varphi\right] = A_D \cos\left[\frac{4\pi f}{c} l(t) + \psi(t)\right], \quad (3)$$

где A_D амплитуда конвертированного сигнала. Фазовый сдвиг ψ равен:

$$\psi(t) = 4\pi n(t) + \varphi. \quad (4)$$

Фаза $\psi(t)$ является функцией расстояния между антенной и грудной клеткой. Когда тело неподвижно или перемещается меньше, чем на длину волны, фаза $\psi(t)$ постоянна, так как $n(t)$ постоянно.

Сердечная и дыхательная активность человека приводит к небольшим движениям грудной клетки. Ее перемещения во время сердцебиения составляют 0,04...1,2 мм, и параметр $l(t)$ несет информацию об сердечной и дыхательной деятельности неподвижного человека.

Чувствительность доплеровского радиолокационного датчика для малых перемещений может быть определена как:

$$S[\psi(t)] = \frac{\partial D(t)}{\partial \Delta(t)} = -A_D \frac{4\pi f}{c} \sin\left(\frac{4\pi f}{c} l(t) + \psi(t)\right). \quad (5)$$

Как видно из этого уравнения, чувствительность уменьшается на определенном расстоянии между антенной и грудной клеткой.

Однако трудно выделить признаки жизни, если человек совершает быстрые случайные движения. Для таких случаев используются специальные сенсоры, которые исключают влияние случайных движений на диагностируемые признаки жизни. Основным элементом радиолокационного обнаружителя является антенная система. Ширина диаграммы направленности антенной системы для обеспечения площади обнаружения порядка 1,5 x 1,5 м на дальности 1,5...2 м должна составлять 45° x 45°.

Наиболее оптимальным для создания антенной системы представляется применение антенной решетки микрополосковых излучателей (МПИ). МПИ представляет собой плоскую металлизированную структуру ограниченных размеров, отделенную от заземленной плоскости тонким слоем СВЧ диэлектрика с малыми потерями (рис.1).

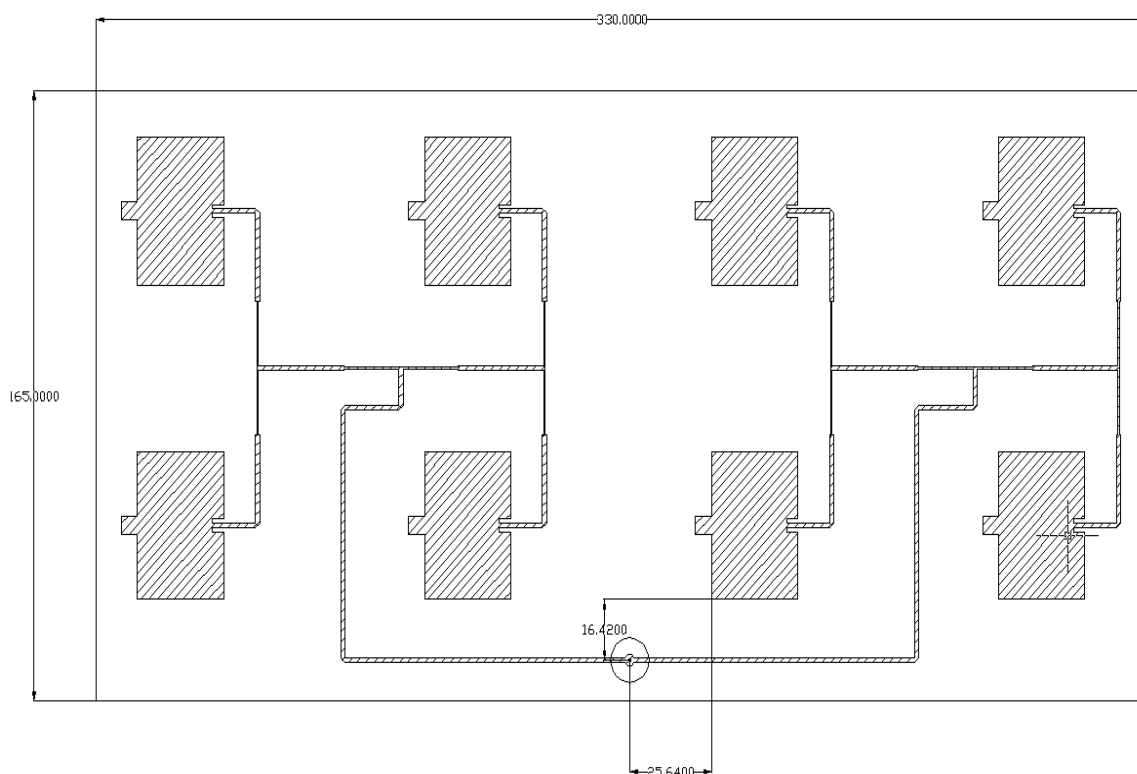


Рис.1. Экспериментальный образец антенной решетки

Основными преимуществами микрополосковой антенной решетки (МАПР) являются:

- оптимальные массо-габаритные характеристики, практическое отсутствие продольного размера (толщина антенны может составлять от долей миллиметра до нескольких миллиметров, более сложный по конструкции МПИ занимает меньшую площадь по сравнению с другими типами антенн (зеркальных, рупорных, вибраторных).

- наличие собственной жесткости у антенной подложки при возможности конформной установки на любую, в том числе и неплоскую, поверхность, легко позволяет объединять несколько МПИ в антенные решетки;

- возможность реализации самых разнообразных требований к пространственным и поляризационным свойствам поля излучения за счет относительной свободы выбора формы излучателя и геометрии решетки. Микрорешетчатые антенны способны излучать электромагнитные поля с линейной, круговой и эллиптической поляризацией [3];

- допускаются удобные конструктивные решения для обеспечения работы в двух- или многочастотных режимах;

- сравнительно низкая стоимость и высокая повторяемость параметров при изготовлении с помощью современной технологии печатных плат СВЧ;

- высокие аэродинамические и температурные и механические характеристики.

Микрорешетчатые излучатели, объединённые в решетку, позволяют создать антенную систему радиолокационного обнаружителя, людей за непроницаемой преградой при чрезвычайных ситуациях.

Библиографический список:

1. Биорадиолокация / Коллективная монография под ред. А.С. Бугаева, С.И. Ивашова, И.Я. Иморева – М./Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010. 398с.

2. Шебалкова Л. В. Микроволновые и ультразвуковые сенсоры: учеб. пособие / Л. В. Шебалкова, В. Н. Легкий, В. Б. Ромодин; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. - 172 с.

3. Микрорешетчатые антенны / Б. А. Панченко, Е. И. Нефёдов – М./Изд. «Радио и связь». 1986. 144 с.

MICROSTRIP ANTENNA ARRAY FOR THROUGH WALL IMAGING SYSTEM

Kruglova Anna Alexandrovna

Graduate student, e-mail, nkruglova@rambler.ru;

Perevozchikov Vasily Vladimirovich Graduate student;

Shebalkova Lyubov Vasilievna,

Senior Lecturer, e-mail, shebalkova@corp.nstu.ru

Novosibirsk State Technical University

20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract - Special operations in an urban environment need accurate and reliable real-time information for successful execution of their missions. Information about the number of people and their location inside a room is critical in determining the necessary tactical planning. The article describes the basic principles of handheld tactical through-wall detection system and microstrip antenna array features.

Keywords – Antenna array, microstrip antenna, through wall imaging, human location

УДК 378.147.88

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ БАЗОВОГО УЧЕБНОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРОНИКА-СХЕМОТЕХНИКА ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ ОПК

Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС;

Литвиненко Сергей Алексеевич, инженер;

Санков Олег Валерьевич, старший преподаватель

Новосибирский государственный технический университет,

Литвиненко С.А. darron@ngs.ru

Легкий В.Н. snijos@mail.ru

Новосибирский государственный технический университет

Адрес для корреспонденции: Новосибирский государственный
технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20,
тел. 383-3462623, (905)955-96-69

Рассматривается целесообразность и методика использования популярной платформы серии ArduinoMega2560, устройства сбора данных USB 6009 и образовательной платформы NI ELVIS II от компании National Instruments (NI)(США) при подготовке специалистов для предприятий оборонно-промышленного комплекса. В процессе работы с новыми комплектами студенты получают дополнительные знания и умения, получают базовый опыт ведения разработок и применения многофункциональных электронных устройств.

Ключевые слова: подготовка специалистов ОПК, устройства сбора данных ArduinoMega 2560, USB 6009, NI ELVIS II.

Электроника, микросхемотехника, микроэлектроника и т.п. дисциплины целевой подготовки (высокоточное оружие, авионика, боеприпасы) требуют современной материальной базы. Производители электронных компонентов и измерительной техники постоянно совершенствуют элементную базу и аппаратуру для работы с ней. Все большую роль в бортовых системах играют цифровые устройства. В предыдущей статье авторы обобщили параметры микроконтроллерных комплектов с широкими функциональными возможностями [1]. В данной работе рассматривается целесообразность и приемы использования популярной платформы серии ArduinoMega2560 [2], устройства сбора данных USB 6009 [3] и образовательной платформы NI ELVIS

II [4] от компании National Instruments (NI)(США). Конструкции устройств приведены на рис. 1.



а б в
Рис. 1: а – ArduinoMega 2560, б – USB 6009, в – NI ELVIS II

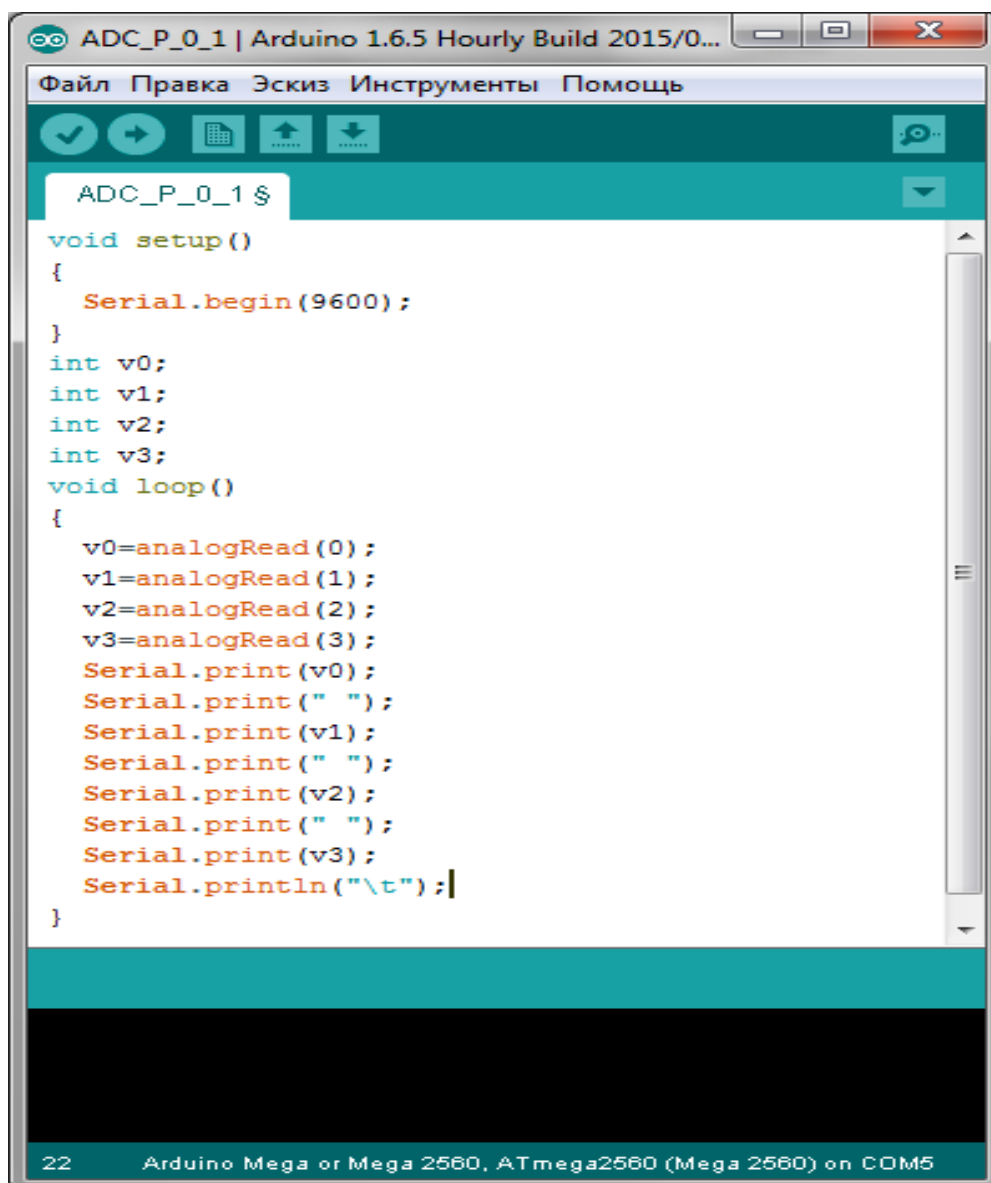
Технические возможности устройств предполагают расширение дополнительными модулями у ArduinoMega 2560 (цена от 5\$) до лабораторной станции ELVIS II (стоимость от 1100 \$). Устройство сбора данных USB 6009 (около 380\$) в этом ряду относится к линейке бюджетных устройств с повышенной стоимостью. Приборы от NI комплектуются готовыми программными модулями для среды визуального программирования LabView.

ArduinoMega 2560 и USB 6009 схожи по функционалу, но имеют как плюсы, так и минусы. Технически ArduinoMega 2560 позволяет вести сбор данных в диапазоне от 0 до +5В, для частных случаев возможно измерение отрицательных напряжений, но использовать такую возможность на практике удастся не всегда. По большинству характеристик ArduinoMega 2560 уступает USB 6009, но ее стоимость обеспечивает доступность и возможность детального изучения основ электроники, как на занятиях так и самостоятельно.

Лабораторная станция ELVIS II является функционально завершенной образовательной платформой, т.е. позволяет имитировать тестовые сигналы, считывать показания, производить тестирование радиоэлементов и устройств по достаточно сложным алгоритмам в пределах полосы пропускания устройства. Исследования на высоких частотах невозможны из-за аппаратного ограничения полосы пропускания и требуют наличия дополнительных измерительных приборов.

Для повышения возможностей ArduinoMega 2560 предлагается работа в среде визуального программирования LabView. Для исследования большинства элементарных электронных элементов (диоды, транзисторы) достаточно 4-х аналоговых каналов устройства. Микроконтроллер Arduino программируется минимально необходимым кодом для работы по шине USB и передачи

информации от 4-х аналоговых входов. На рис. 2 приведен пример программы для 4-х вольтметров.



```
ADC_P_0_1 $
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
int v0;
int v1;
int v2;
int v3;
void loop()
{
  v0=analogRead(0);
  v1=analogRead(1);
  v2=analogRead(2);
  v3=analogRead(3);
  Serial.print(v0);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(v1);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(v2);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(v3);
  Serial.println("\t");
}
22 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM5
```

Рис. 2. Программный код для 4х каналов АЦП

Приведенный код является универсальным и позволяет проводить исследования вольтамперных характеристик полупроводников (ВАХ), исследовать работу электронных схем по постоянному току. При необходимости измерения напряжений более 5 вольт в схему следует ввести делитель напряжения и учесть его в программе LabView. На рис. 3 приведен пример виртуального прибора и программный код для снятия ВАХ транзистора. Пример реализован для стенда на базе ArduinoMega 2560.

На рис. 4 приведен пример программного кода, реализованный для стенда на базе USB 6009. Программный код максимально упрощен в обоих случаях для понимания алгоритма работы и по мере освоения курсов модернизируется и усложняется.

Ключевой особенностью применения систем сбора данных USB 6009 и ArduinoMega 2560 является возможность построения визуальных характеристик в процессе измерения. Значительное количество полученных данных и автоматизация процесса измерения позволяет автоматически строить непрерывный график, и работа студента сводится к анализу изучаемого процесса, а не к получению простых табличных данных.

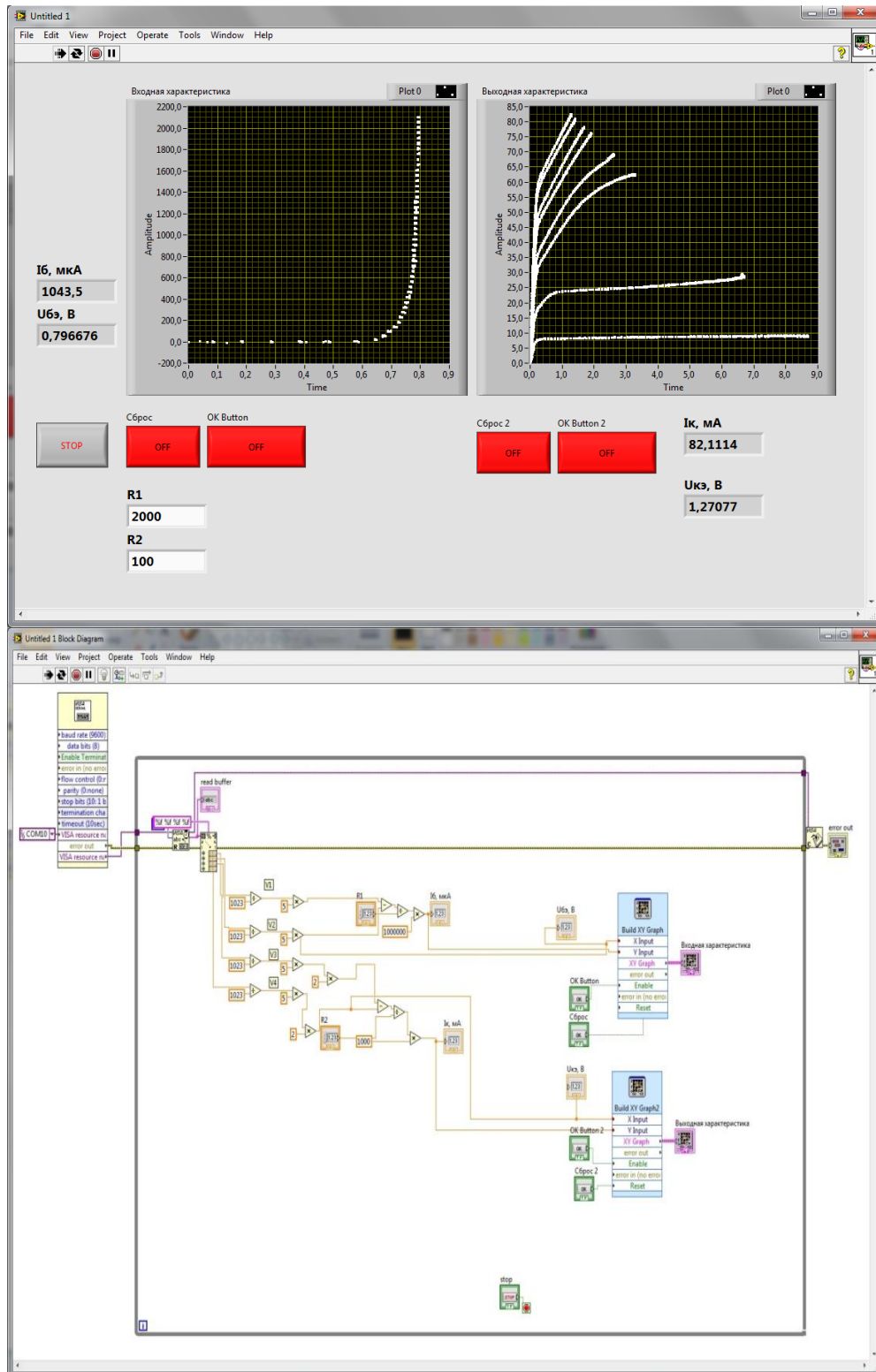


Рис. 3. ВАХ транзистора, и программный код стенда на базе ArduinoMega 2560

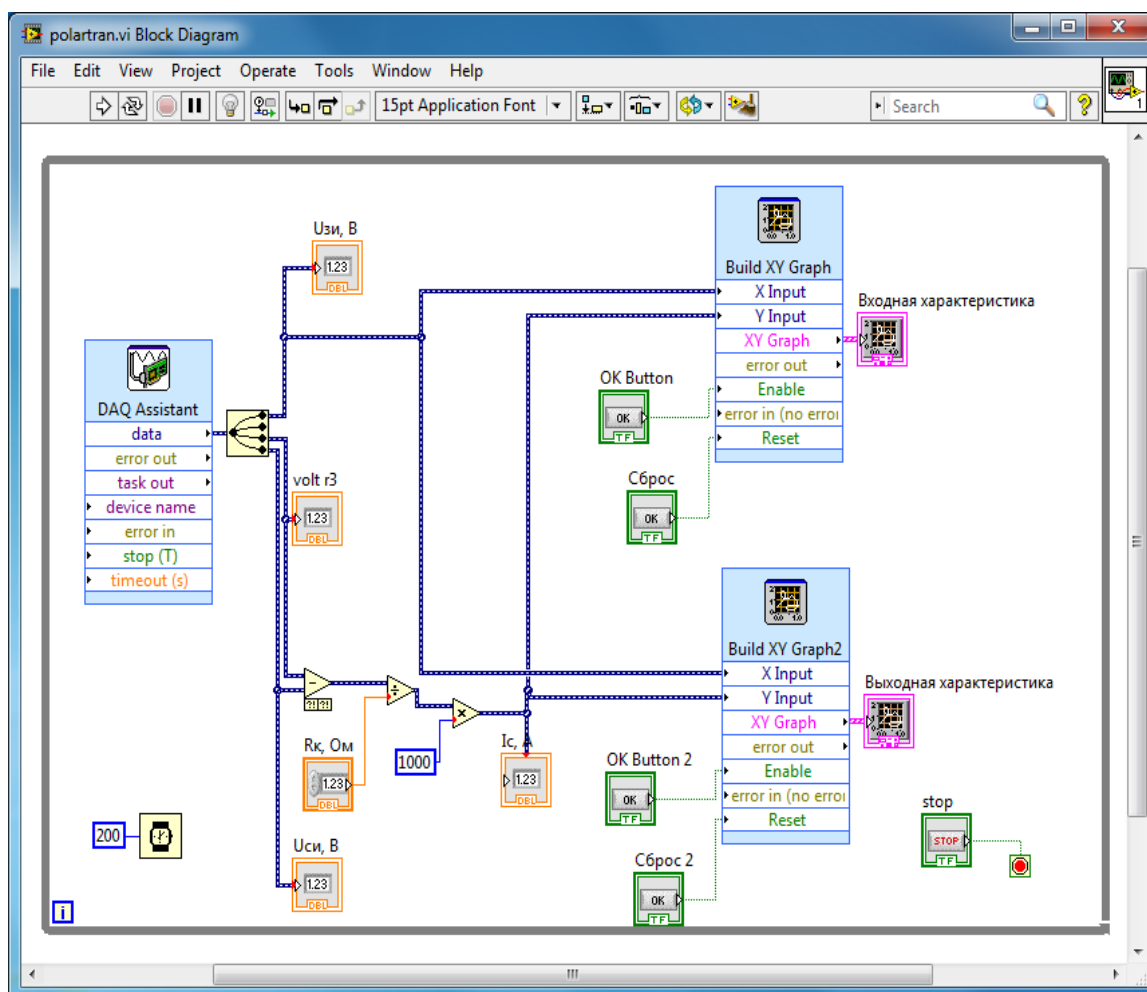


Рис. 4. Пример программного кода, стенд на базе USB 6009

В подготовке специалистов для предприятий ОПК доступные современные измерительные системы играют решающую роль. В процессе работы с новыми комплектами студенты получают дополнительные знания и умения, в частности чтение технической литературы на иностранных языках, развитие логического мышления, получают базовый опыт ведения разработок и применения многофункциональных электронных устройств.

Библиографический список:

1. Наука. Промышленность. Оборона : труды 15 Всерос. науч.-техн. конф., – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. – С. 405–408.
2. <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560>
3. ftp://ftp.ni.com/pub/branches/russia/daq/ni_usb_6008_6009.pdf
4. ftp://ftp.ni.com/pub/branches/russia/ni_elvis/ni_elvis_2_user_guide.pdf

TRAINING TECHNIQUE OF BASIC EDUCATIONAL PERIOD “ELECTRONICS-CIRCUIT TECHNIQUE” OF DEFENSE INDUSTRY COMPLEX INTENTIONAL LEARNING

Legkiy Valdimir Nikolaevich, D.Sc. (Engineering), Associated Professor;
Litvinenko Sergey Alekseevich, Research Engineer;
Sankov Oleg Valerevich, Senior Lecturer
Novosibirsk State Technical University, 20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk,
630073, Russia, (383)3462623, (905)955-96-69

Abstract. The expediency and application methods of popular platform family ArduinoMega2560, data acquisition unit USB 6009, NI ELVIS II of National Instruments (NI) (USA) company in process of intentional learning specialist in defense industry complex are considered. In process of training with new complete sets students are gain the extra knowledge and skills, projects realization and multifunctional electronic devices application basic experience.

Keywords: defense industry complex intentional learning, data acquisition unit ArduinoMega 2560, USB 6009, NI ELVIS II.

УДК 621.396

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЕННЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС
Семенов Василий Тимофеевич, старший преподаватель
Ващенко Никита Александрович, магистрант
Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел.383-3462623
Легкий В.Н. snios@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются тенденции развития военных и транспортных систем спутниковой связи на примере ряда проектов России, США и Китая. Комплекс цифровой связи Ku - диапазона на базе отечественных группировок космических аппаратов предназначен для авиапассажиров, поездов, водного транспорта и позволит в движении обеспечить телефонные переговоры, видеоконференцсвязь, доступ в интернет, прием ТВ-сигнала. Следует учитывать специфику полярного региона и северных территорий РФ по обеспечению надежной связью транспортных маршрутов и их обороны. Системы спутниковой связи США и Китая предназначены для обеспечения высокоскоростной передачи и распространения больших объемов данных,

видео, изображений и другой информации в режиме реального времени на летательные аппараты, подводные лодки, корабли, наземные транспортные средства тактического звена управления армии.

Ключевые слова: Космические аппараты, системы спутниковой связи, летательные аппараты, корабли, наземные транспортные средства, цифровая связь.

В интересах обороны и освоения территорий в развитых странах активно ведутся исследования и разработки в областях радиотехники и радиоэлектроники по направлениям: системы спутниковой и тропосферной связи; радионавигационные системы; современные технологии для радиоэлектронной аппаратуры. Интенсивная деятельность России по освоению природных ресурсов северного полярного региона и по обеспечению надежной обороны северных территорий РФ может быть успешной при условии организации надежной связи путем предоставления мультисервисных услуг мобильным пользователям использование спутниковых радиолиний С (4-8 ГГц) и Х (8-12 ГГц) диапазонов, организуемых с использованием малогабаритных носимых (перевозимых) станций [1].

Разработки ОАО «МНИИРС» направлены на создание абонентского терминала, представляющего собой комплекс цифровой связи (КЦС) с использованием Ku - диапазона 10,7 – 12,75 ГГц для летательных аппаратов, поездов, водного транспорта на базе отечественных группировок космических аппаратов, который позволит обеспечить в движении прохождение необходимого объема телефонных переговоров, организацию видеоконференцсвязи, доступа в интернет, приема ТВ-сигнала и др. [2].

Состав базового комплекса цифровой связи:

- земная станция спутниковой связи Ku – диапазона;
- навигационная система;
- маршрутизатор линии высокоскоростной передачи данных (ЛВПД);
- коммутатор Ethernet ЛВПД;
- мультисвитч;
- ноутбук.

Комплекс цифровой связи для обеспечения широкополосного доступа к мультимедийным услугам пассажиров на подвижных объектах, имеет возможность использовать не только ресурсы космических аппаратов (КА), расположенных на геостационарной орбите (ГСО), но и рассчитан для работы с перспективными спутниками, находящимися на высокоэллиптических орбитах (ВЭО). Использование ресурса КА на ВЭО позволит обеспечить доступ пассажиров к мультимедийным услугам при нахождении объектов в арктических широтах.

КЦС предполагает:

- подключение нескольких источников Ethernet (не менее 2-х станций спутниковой связи, GSM-связи, другие внешние источники Ethernet);

- подключение оконечных устройств для обеспечения видеоконференцсвязи, доступа в интернет, IP-телефонии, просмотра телевидения, прослушивание радио;

- обеспечение пассажирам просмотра видеофильмов, прослушивание музыки, доступа к компьютерным играм.

Управление работы КЦС осуществляется с ноутбука оператора. Для каждого вида подвижного объекта учитываются конструктивные особенности эксплуатации КЦС и разрабатываются рекомендации по его использованию.

Акционерным обществом «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф.Решетнева» разработан космический аппарат связи с высокой пропускной способностью для создания широкополосной сети спутниковой связи «RGS-B» [3]. В составе КА используется многоствольный бортовой ретрансляционный комплекс (БРТК) с высокоэнергетическими стволами прямой ретрансляции в диапазонах С (4-6 ГГц) и Ка/Q (20-44 ГГц).

Характеристики КА сети спутниковой связи «RGS-B» близки к характеристикам космических аппаратов новейших зарубежных систем спутниковой связи.

В США с 2007 года разворачивается система спутниковой глобальной широкополосной магистральной связи WGS (Wideband Global Satcom), включающая 6 спутников на ГСО, работающих в диапазонах частот 7/8, 20/40 ГГц с пропускной способностью не менее 2,2 Гбит/с каждый, являющейся аналогом российской сети спутниковой связи «RGS-B» [3]. На базе системы WGS развивается подсистема глобального вещания GBS, предназначенная для обеспечения высокоскоростной передачи и распространения больших объемов данных, видео, изображений и другой информации в режиме реального времени широкому кругу потребителей на малогабаритные абонентские терминалы, включая летательные аппараты, подводные лодки, корабли, наземные транспортные средства тактического звена управления армии США.

Разработка, изготовление и эксплуатация систем спутниковой связи (ССС) является приоритетным направлением развития современной техники. В США военную спутниковую связь делят на три направления: защищенную, широкополосную и узкополосную [4].

Защищенная спутниковая связь обеспечивается системой «Милстар». В настоящее время для ее замены создается СССР нового поколения – АЕНФ.

Обеспечение помехозащищенности достигается с помощью псевдослучайной перестройки рабочей частоты в широком частотном диапазоне, узкой диаграммой направленности и ее адаптацией к источнику радиопомех, криптографической стойкости.

Система защищенной спутниковой связи нового поколения АЕНФ на базе шести космических аппаратов за счет внедрения новых разработок, в том числе за счет аппаратуры высокоскоростной передачи данных, будет иметь возможности, значительно отличающиеся от «Милстар».

Для замены находящейся в эксплуатации системы широкополосной спутниковой связи DSCS разрабатывается система связи WGS, создаваемая для

повышения эффективности и надежности управления оперативно-тактическими группировками Вооруженных Сил. В ходе первого этапа ее развертывания и эксплуатации были подтверждены высокие характеристики бортовой аппаратуры, в том числе надежность и помехозащищенность.

Узкополосная спутниковая связь типов FLTSAT и UFO будет замещаться создаваемой для ее замены системой нового поколения MUOS. Цель замены - повышение пропускной способности и обеспечения связи в движении. При этом были применены технологии построения сетей мобильной сотовой связи третьего поколения. Пропускная способность всей системы значительно превышает возможности действующей спутниковой связи.

В Китае военная спутниковая связь создается по трем направлениям:

- стратегическая защищенная связь в рамках программы "Шэньтун",
- тактическая - "Фэнхо",
- ретрансляция данных - "Тяньлянь".

Также проводятся работы по внедрению систем подвижной связи, функционирующей в S- и УВЧ-диапазонах на базе геостационарных и низкоорбитальных искусственных спутников Земли [5].

Системы "Шэньтун" и "Фэнхо" решают задачи обеспечения защищенной связью руководства страны, командования Народно-освободительной армии Китая (НОАК), штабов и органов управления различного уровня, стационарных и подвижных объектов на территории Китая и всей Юго-Восточной Азии. Общая пропускная способность этих систем оценивается на уровне 2 Гбит/с.

Система "Тяньлянь" должна обеспечивать управление разведывательными спутниками, космическими кораблями, прием данных от них, а также от самолетов дальнего радиолокационного обнаружения, беспилотных летательных аппаратов и надводных кораблей ВМС НОАК.

Оконечные устройства подвижной спутниковой связи планируется к 2020 году иметь во всех военных частях и подразделениях вплоть до отдельного общевойскового батальона, роты береговой охраны и подразделений специального назначения.

В дальнейшем разработка национальных ССС военного назначения в Китае будет происходить по следующим приоритетам:

- повышение пропускной способности и помехозащищенности бортовых ретрансляторов,
- увеличение срока службы ИСЗ,
- внедрение современных стандартов спутниковой связи,
- защита от электромагнитных импульсов и оружия направленного действия.

Учитывая тенденции развития систем спутниковой связи в странах с развитой космической инфраструктурой, можно сделать вывод о необходимости российским организациям и предприятиям, занимающимся проектированием, изготовлением и эксплуатацией радиосвязного оборудования самое пристальное внимание уделять развитию помехозащищенных, скоростных и малогабаритных ССС.

Библиографический список:

1. В.И. Шинкарев, 2И.А. Липатов и др. Особенности обеспечения спутниковой связи по высокоскоростным трактам в X диапазоне в районе Северного Полюса. // Системы связи и радионавигации : сб. тезисов – Красноярск : АО «НПП «Радиосвязь», 2015. – с.6-10.

2. А.В. Нестеров, Ю.В. Булыгина Разработка и создание технологии производства высокоэффективного комплекса цифровой связи для обеспечения широкополосного доступа к мультимедийным услугам пассажиров на летательных аппаратах, поездах, водном и автомобильном транспорте // Системы связи и радионавигации : сб. тезисов – Красноярск : АО «НПП «Радиосвязь», 2015. – с.37-40.

3. В.И. Шинкарев, И.А. Липатов. Оценка соответствия характеристик космического комплекса сети «RGS-B» требованиям помехоустойчивости и возможности его применения в сложной электромагнитной обстановке для организации спутниковой связи и информационного обмена подвижных абонентов // Системы связи и радионавигации : сб. тезисов – Красноярск : АО «НПП «Радиосвязь», 2015. – с.11-17.

4.Р.Свитов. Состояние и перспективы развития американских военных систем спутниковой связи // Зарубежное военное обозрение. - 2013. №12. - с. 63-68.

5. В. Доброходов. Системы спутниковой связи Китая (2016)// Зарубежное военное обозрение. -2016, №2, с. 65-67.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MILITARY TRANSPORT AND SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

Legkiy Valdimir Nikolaevich, D.Sc. (Engineering), Associated Professor;

Semenov Vasily Timothteovich Senior Lecture;

Vashchenko Nikita Aleksandrovich, Graduate student

Novosibirsk State Technical University

20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia, sniios@mail.ru

Abstract - Discusses satellite communications system in Russia, USA and China. Complex digital communication based on groups of spacecraft designed for planes, trains, and water transport. Provided telephone conversations, videoconferencing, Internet access, reception of TV signal in motion. Taken into account the specificity of the polar region and the Northern territories of the Russian Federation. Ensured reliable communications and defense transportation routes. Satellite communication systems in the U.S. and China are designed to provide high-speed communication and dissemination of large amounts of data, videos, images and other information in real time on aircraft, submarines, ships, ground vehicles control the army. Focuses on the development of noise-immune, high-speed and compact communication systems.

Keywords – Spacecraft, satellite communication systems, aircraft, ships, ground vehicles, digital communication.

УДК 534.6.08

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА, СОЗДАВАЕМОГО НА МЕСТНОСТИ ПРИ ЗАХОДЕ САМОЛЕТА НА ПОСАДКУ

*Макаренко Юлия Андреевна, Добрынченко Валентина Васильевна,
к.т.н. Русский Евгений Юрьевич*

Новосибирский государственный технический университет,
20, пр-т К. Маркса, г. Новосибирск, 630073, Российская Федерация
Julie.Makarenko@mail.ru Nomer47@mail.ru Geomining@mail.ru

Рассмотрены требования к измерительной системе, применяемой для измерения шума самолета при заходе на посадку, а так же методика определения шума самолета на местности. Во введении показана потребность разработки нового измерительного комплекса. В теоретической части рассмотрены состав и требования к контрольно-измерительной аппаратуре. Описывается методика проведения измерений с помощью новых комплексов. Делается вывод, что существующие измерительные комплексы могут быть доработаны.

Ключевые слова: измерение шума, шум самолета, посадка, микрофон, измерительный комплекс.

Введение

Данная работа направлена на разработку требований к измерительной системе, применяемой для измерения шума самолета при заходе на посадку, а также на рассмотрение методики проведения исследований шума.

Существуют специальные стандарты, устанавливающие максимально допустимые уровни авиационного шума на территориях жилой застройки вблизи существующих аэродромов и аэропортов, а так же вокруг проектируемых аэродромов и аэропортов при взлете, пролете и посадке самолетов и вертолетов, при опробовании двигателей на аэродромах при производстве полетов, а также устанавливающие методы измерения авиационного шума. Это такие стандарты как: ИКАО (Международная организация гражданской авиации) и ГОСТ. [1]

Поэтому необходимы измерительные комплексы, которые могут отслеживать авиационный шум, создаваемый самолетом на местности. Существующие комплексы для данных измерений достаточно устарели и в большинстве своем разработаны и произведены за рубежом.

Теория

Согласно ГОСТ комплекс для измерения шума самолета должен включать в себя: [2]

- микрофонную систему с ветрозащитным экраном
- записывающую и воспроизводящую систему для хранения измеренных данных по шуму в целях проведения последующего анализа
- анализирующую систему
- систему калибровки

Микрофонная система. Измерения акустических нагрузок проводятся конденсаторным микрофоном, устанавливаемым таким образом, чтобы центр чувствительного элемента находился на высоте 1,2 м над уровнем земли. Чувствительный элемент располагается в плоскости, определяемой траекторией полета.

Записывающая и воспроизводящая система. Записывающая и воспроизводящая система, такая как компьютерная система или другое устройство постоянного хранения данных, используется для хранения данных о сигналах звукового давления для последующего анализа. Звук, создаваемый самолетом, записывается таким образом, чтобы сохранялась полная запись акустического сигнала.

Анализирующие системы. Анализирующие системы выдают значения звукового давления в третьоктавных полосах в зависимости от времени.

Система калибровки. Точность измерений акустических нагрузок зависит от точности калибровки всей измерительной системы. Для этой цели в практике используют звуковые калибраторы. Калибровка и проверка измерительной системы проводится с учетом требований сертификационного центра. Калибровочные поправки обычно включают поправки на влияние окружающей среды.

Методика проведения испытаний

Методика определения характеристик шума обычно включает в себя методику проведения летных испытаний, условия измерения, расчет по результатам измерений, корректировку данных, полученных при испытаниях, а также представленных результатов испытаний. [3]

Эти испытания состоят обычно из серии взлетов и посадок (по требованиям ИКАО – не менее 6), при выполнении которых производятся измерения в точках: по курсу посадки (рис.1 и рис.2), а также сбоку ВПП (взлетно-посадочная полоса) для проверки асимметрии звукового поля иногда проводят измерения в точках, расположенных с противоположной стороны от оси ВПП.

Так как шум планера самолета на местности сопоставим с шумом двигателя только на режиме посадки, то программа исследований будет направлена на оценку комплекса для измерения шума самолета только на режиме посадки. В связи с этим можно выработать схему для проведения испытаний (рис.1, рис.2).

За контрольную точку на траектории снижения выбирается точка на осевой линии ВПП, находящаяся на расстоянии 2000 м от порога ВПП под траекторией снижения на посадку. На ровной местности расстояние между этой точкой и глиссадой в 3° , пересекающей ось ВПП на расстоянии 300 м за ее порогом, равно 120 м (рис.1, рис 2).

Исходная методика захода на посадку определяется следующим образом [4]:

- снижение самолета производится по глиссаде с углом наклона 3° ;
- снижение на посадку производится при установившейся скорости полета не менее $1,3V_s+20$ [км/ч], которая выдерживается для нормальной посадки. (V_s – скорость сваливания при постоянной конфигурации самолета).

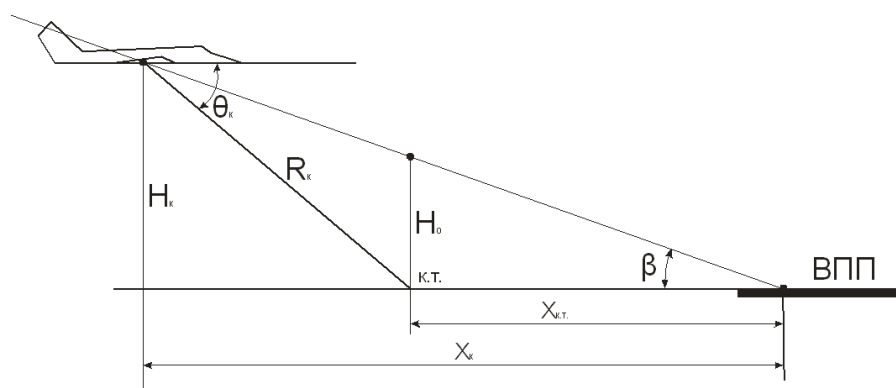


Рис.1. Расположение составляющих измерительного комплекса относительно ВПП и самолета, заходящего на посадку. $\beta=3^\circ$ – угол наклона глиссады, θ_k – угол падения звуковой волны, H_k – высота самолета в момент входа в глиссаду, $X_k=7400$ м – расстояние между самолетом в момент входа в глиссаду и точкой начала выравнивания, к.т. – контрольная точка, точка измерения шума самолета, R_k – расстояние между к.т. и самолетом в момент входа в глиссаду, $H_0=120$ м – высота самолета в момент измерения уровня шума, $X_{к.т.}=2000$ м – расстояние между к.т. и точкой начала выравнивания

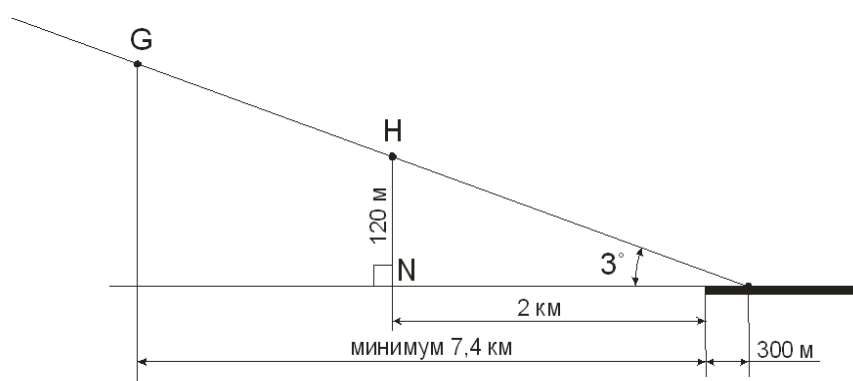


Рис.2. Расположение составляющих измерительного комплекса относительно ВПП и самолета, заходящего на посадку. G – расположение самолета в момент входа в глиссаду (не менее 7,4 км), Н – расположение самолета при проведении измерений, N – расположение микрофона измерительной системы (2 км до торца ВПП)

Выводы

Контроль авиационного шума на территориях вблизи аэропортов осуществляется при помощи аэродромных систем контроля шума,

представляющих собой комплекс автоматических или автоматизированных средств измерения, передачи, регистрации и обработки информации о характеристиках воздействующего шума.

С помощью доработки существующих требований к рассматриваемой измерительной системе, а так же разработки программы проведения исследований шума для таких систем, можно добиться улучшения работы измерительных комплексов и их точности измерения и обработки данных.

Библиографический список:

1. Государственный комитет СССР по стандартам. Государственный стандарт союза ССР. Самолеты пассажирские и транспортные. Метод определения уровней шума, создаваемого на местности. ГОСТ 17229-85. – Москва, 1986, 5-10 стр.

2. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки. – Москва, Стандартиформ, 2007, 20 стр, 25 стр.

3. <http://aquagroup.ru/normdocs/5763>

4. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Межгосударственный стандарт. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения. ГОСТ 22283-2014. – Москва, 2014, 8-10 стр.

MEASURING COMPLEX FOR RESEARCH OF A NOISE GENERATED BY AIRCRAFT

Makarenko Yulia Andreevna, BSc (Engineering), NSTU,
Julie.Makarenko@mail.ru

Dobrynchenko Valentina Vasilievna BSc (Engineering), NSTU
Nomer47@mail.ru

Ruskiy Evgeniy Yurevich, D.Sc. (Engineering) Associate Professor NSTU
Geomining@mail.ru

Novosibirsk state technical university, Russian Federation, Novosibirsk,
630073, avenue K. Marksa 20

Abstract: This article will address the requirements of the measuring system used for measuring noise of aircraft during landing. Will address the method of determining the noise of an aircraft on the ground. The introduction will consider the need to develop a new measuring complex. The theoretical part will be considered part and requirements for the test equipment. It is also necessary to consider the measurement technique using such complexes. The conclusions show that the existing measuring systems may be improved.

Keywords: measurement of noise, noise of aircraft, noise during landing, microphone, measuring complex.

СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТИВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Николаев Павел Андреевич, магистрант; Слободяненко Александр Александрович, магистрант; Ющенко Валерий Павлович, доктор техн. наук, доцент

Новосибирский государственный технический университет
Адрес для корреспонденции: *Николаев Павел Андреевич, Ющенко Валерий Павлович*, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623, (913)467-28-23

Николаев П.А., e-mail dismail30@mail.ru

Аннотация: Рассматривается динамический объект «Прямоточный воздушно-реактивный двигатель - носитель». Для объекта с целью минимизации времени переходного процесса рассчитывается регулятор: модальным методом синтеза и методом разделения движения.

Ключевые слова: динамический объект, система управления, метод разделения движений, модальный метод, переходный процесс.

Прямоточный воздушно-реактивный двигатель как объект регулирования

Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД, англоязычный термин — Ramjet) — является относительно простым в классе воздушно-реактивных двигателей (ВРД) по устройству. ПВРД относится к типу двигателей прямой реакции, в которых тяга создается исключительно за счёт реактивной струи, истекающей из сопла.

ПВРД широко применяется как маршевый двигатель в крылатых ракетах, а также в летательных аппаратах большой дальности. Рабочий процесс ПВРД зависит от числа Маха (M) полета. Чтобы изменить скорость и соответственно число M полета, необходимо изменить подачу топлива (G_T) в двигатель. Таким образом, объектом регулирования здесь является ПВРД с летательным аппаратом - носителем. Входным воздействием такого объекта служит подача топлива G_T , выходом – число M . Линеаризованное уравнение динамики объекта ПВРД – летательный аппарат:

$$T \frac{dM_{отн}}{dt} + M_{отн} = K_T G_T, \quad 1)$$

где T – постоянная времени; $M_{отн}$ – относительная величина числа M полета; G_T - относительный расход топлива; K_T – коэффициент усиления двигателя.

Передаточная функция имеет следующий вид:

$$W_{MG_T}(p) = \frac{k_T}{Tp + 1} \quad 2)$$

Для реальных ПВРД $k_T = 20$, $T=1c$. Также учитывая внутреннюю динамику двигателя вводится апериодическое звено с малыми значениями k и T ($k=1$, $T=0.1c$).

Объект управления, описываемый в виде дифференциальных уравнений в форме Коши, имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -10x_1 - 11x_2 + 10u \\ y = 20x_1 \end{cases} \quad 3)$$

Далее выполняется моделирование объекта управления. Из результатов численного моделирования находится время переходного процесса t_n и перерегулирование σ ($t_n = 3c$, $\sigma = 0\%$), рис. 1.

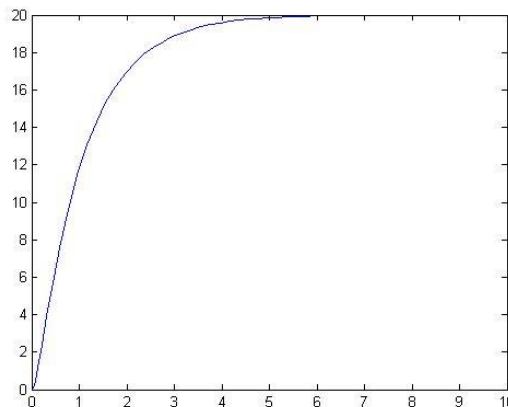


Рис.1. Результат графического моделирования ОУ без регулятора

С целью устранения длительного переходного процесса и получения желаемого времени переходного процесса рассчитан регулятор методом разделения движений и модальным методом.

Расчет регулятора на основе модального метода синтеза

В данном методе используется взаимосвязь между показателями качества переходных процессов в динамической системе и размещением корней характеристического полинома этой системы. Требуется обеспечить устойчивое состояние равновесия системы и заданные показатели качества переходных процессов путем выбора коэффициентов матрицы обратной связи K .

Управление будет осуществляться по следующему закону:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases} \quad 4)$$

В качестве желаемых параметров качества к переходному процессу задается $t_n = 1c$; $\sigma = 0\%$.

Из объекта управления в форме Коши (3) можно выделить: собственную матрицу объекта (A), матрицу управлений (B), матрицу выхода (C).

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -10 & -11 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 10 \end{bmatrix}; \quad C = [20 \quad 0].$$

Характеристический полином замкнутой системы:

$$A_{\text{зам}}(p, K) = \det(pI - A - B * K) = p^2 + p[11 - 10K_2] + 10 - 10K_1 \quad 5)$$

Формируем желаемый характеристический полином исходя из желаемого времени переходного процесса и перерегулирования:

$$\eta = \frac{3}{t_{\pi}} = 3; \quad \mu = \frac{-\pi}{\ln(0)} = 0$$

Так как требуется нулевое перерегулирование, выбираем реальные корни: $p_1 = -3; p_2 = -12$.

$$A_{\text{зам}}^{\text{жел}}(p) = (p+3)(p+12) = p^2 + 15p + 36 \quad 6)$$

Основное расчетное соотношение для вычисления K:

$$A_{\text{зам}}(p, K) = A_{\text{зам}}^{\text{жел}}(p) \quad 7)$$

Таким образом из последнего соотношения определяются коэффициенты обратной связи: $K_1 = -2.6; K_2 = -0.4$.

$$D = \frac{-1}{C * [A + BK]^{-1} B} = 0.18. \quad 8)$$

На рис. 2 представлена структурная схема регулятора с ОУ. Результат численного моделирования объекта управления с регулятором приведен на рис.3.

Расчет регулятора на основе метода разделения движений

Зададим требования к времени переходного процесса и перерегулированию:

$$t_{\pi} = 1 \text{ с}; \quad \sigma = 0\%.$$

Объект управления:

$$\ddot{y} = -11\dot{y} - 10y + 200u = f(y, \dot{y}, \ddot{y}) + gu; \quad 9)$$

Эталонная модель:

$$T^2 \ddot{y} + a_1^d T \dot{y} + y = b_1^d T \dot{r} + r \quad 10)$$

Уравнение регулятора:

$$\mu^2 \ddot{u} + d_1 \mu \dot{u} = k_0 \left\{ \frac{1}{T} (-a_1^d \dot{y}) + \frac{1}{T^2} (r - y) - \ddot{y} \right\} \quad 11)$$

Выбираются параметры регулятора: $K_0 = g^{-1} = \frac{1}{200} = 0.005$.

Исходя из $t_{\pi} = 1$ с, определяется $T = \frac{t_{\pi}}{5} = \frac{1}{5}$.

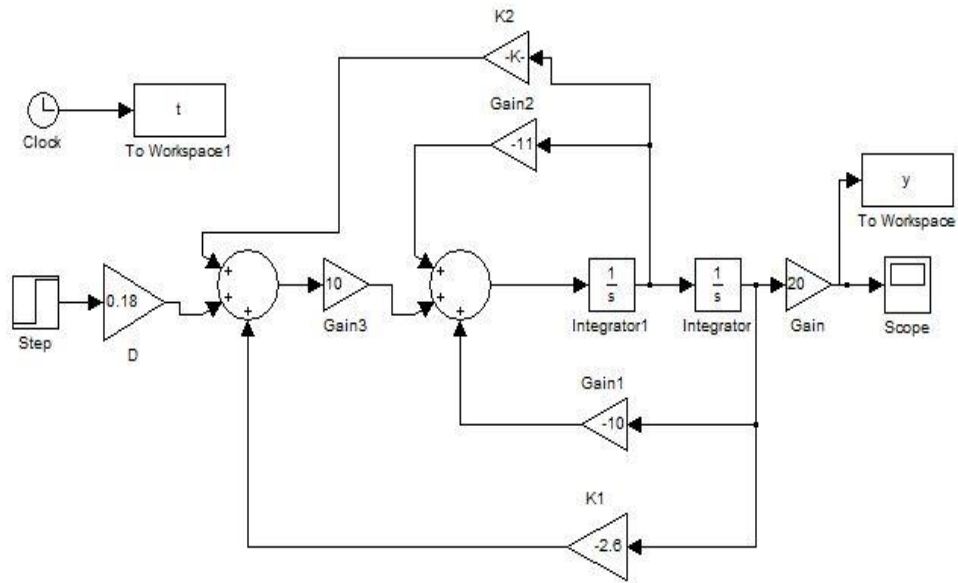


Рис. 2. Структурная схема ОУ с регулятором рассчитанным модальным методом

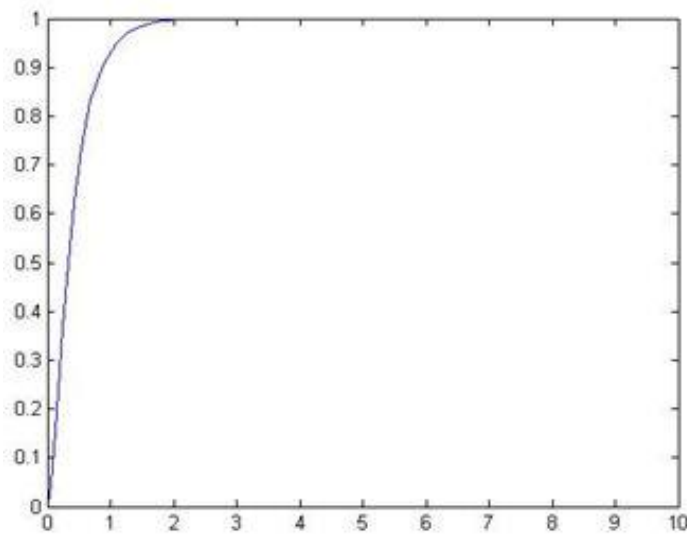


Рис.3. Результат численного моделирования ОУ с регулятором, рассчитанным модальным методом синтеза

Применяется условием разделения темпов движения: $\mu \leq \frac{T}{50} \leq \frac{1}{250}$.

Переход к структурной схеме регулятора:

$$\ddot{u} + a_1 \dot{u} = b_2 \ddot{y} + b_1 \dot{y} + b_0 y + c_0 r. \quad (12)$$

При переходе производные переносятся в одну часть, а остальные члены в другую и происходит интегрирование, процедура продолжается до тех пор, пока не останется производных.

При этом выполняется обозначение сгруппированных частей:

$$b_0 y + c_0 r = \dot{u}_2 \quad 13)$$

$$u_2 - a_1 u + b_1 y = \dot{u}_1 \quad 14)$$

$$u - b_2 y = u_1 \quad 15)$$

Таким образом, получается система уравнений:

$$\begin{cases} u = u_1 + b_2 y \\ \dot{u}_1 = u_2 - a_1 u + b_1 y \\ \dot{u}_2 = b_0 y + c_0 r \end{cases} \quad 16)$$

На рис. 4 изображена структурная схема объекта управления с регулятором, построенным по системе уравнений (11).

Выбираются коэффициенты:

$$a_1 = \frac{d_1}{\mu} = 500; \quad b_2 = -\frac{k_0}{\mu^2} = -312.5; \quad b_1 = -\frac{k_0 a_1^d}{T \mu^2} = -3125;$$

$$b_0 = -\frac{k_0}{T^2 \mu^2} = -7812.5; \quad c_0 = \frac{k_0}{T^2 \mu^2} = 7812.5$$

Результат численного моделирования объекта управления с регулятором приведен на рис. 5.

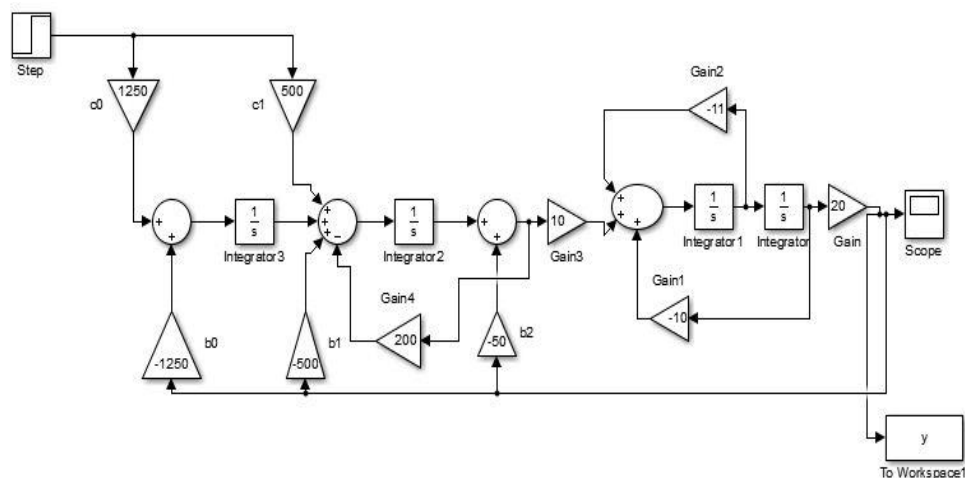


Рис.4. Структурная схема ОУ с регулятором рассчитанным методом разделения движений

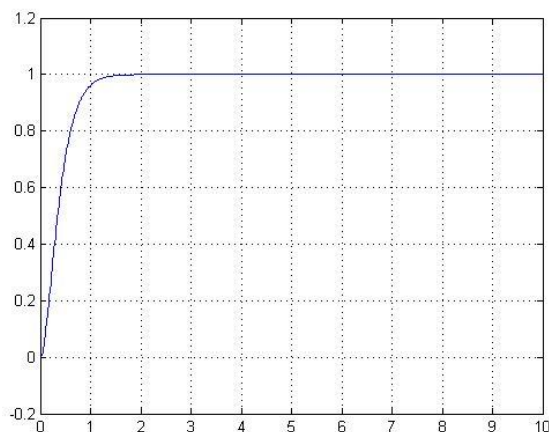


Рис.5. Результат численного моделирования ОУ с регулятором рассчитанным методом разделения движений

При построении регулятора в качестве математического аппарата были применены как методы классической теории автоматического управления, так и современной теории автоматического управления. Под современными методами понимаются методы, интенсивно развиваемые в последние два десятилетия и в настоящее время внедряемые в практику инженерных расчетов и создания новых систем, включающие аппарат синтеза систем автоматического управления в пространстве состояний. Классическая теория основана на операторном методе описания динамических систем и устанавливает связь между множествами входных и выходных сигналов.

С помощью модального метода синтеза удалось получить регулятор, который снижает время переходного процесса до 1,1с и нулевое перерегулирование, при этом желаемое время переходного процесса 1 секунда. Применение модального метода сильно ограничено порядком дифференциальных уравнений описывающих объект управления, поскольку расчеты усложняются при росте порядка системы.

В отличие от модального метода синтеза, с помощью метода разделения движений удалось получить регулятор позволяющий получить желаемое время переходного процесса равное одной секунде. При использовании данного метода значительно сокращается необходимое количество расчетов, его можно применять для систем высокого порядка. Также данный метод применим к нелинейным системам, в то время как модальный метод применим только к линейным системам.

Библиографический список:

1. Добронравов О. Е., Кириленко Ю. И. Основы автоматического регулирования, автоматы и системы управления летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1965. -450 с.
2. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. - К.: «Радіоаматор», 2008. - 972 с.
3. Черкасов Б.А. Автоматика и регулирование воздушно-реактивных двигателей. М.:Машиностроение, 1965.-398 с.

4. Kim D.P. Automatic Control. Theory Nonlinear and Multivariable System.- Seoul: Harnol, 2000. -558p.

SYNTHESIS OF A CONTROL SYSTEM OF THE JET ENGINE

Nikolaev Pavel Andreevich, Graduate student, e-mail: dismail30@mail.ru
Slobodyanenko Alexander Alexandrovich, Graduate student,;
Yushchenko Valeriy Pavlovich, D.Sc. (Engineering), Associated Professor;
Novosibirsk State Technical University, 20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk,
630073, Russia, (383)3462623

Abstract - In work the dynamic object of "Ramjet" is considered. For dynamic object of "Ramjet" the regulator by a modal method of synthesis and motion separation method for the purpose of minimization of time of transition process is calculated.

Keywords - dynamic object, control system, motion separation method, modal method, transient.

УДК 629.7.05

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ БОРТОВОГО ВАРИОМЕТРА ЗА СЧЕТ ФИЛЬТРАЦИИ ДАННЫХ С БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

Перевозчиков Василий Владимирович, магистрант;
Круглова Анна Александровна, магистрант;
Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС.
Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623
Перевозчиков В.В., e-mail stormik_db@mail.ru;
Круглова А.А., e-mail nkruglva@mail.ru; Легкий В.Н., e-mail snios@mail.ru

Аннотация

Современная электронная элементная база позволяет создавать малогабаритные, недорогие и достаточно эффективные для бортового применения решения. Однако в электронных сенсорах для получения точных значений измерения необходимо компенсировать влияние шумов. В работе рассмотрены алгоритмы фильтрации барометрических данных с датчика давления BMP180 и исследовано их эффективность для повышения точности измерения высоты бортовым вариометром.

Ключевые слова: сглаживающий фильтр, алгоритм скользящего среднего, алгоритм медианного среднего, алгоритм экспоненциального сглаживания, фильтр Калмана

Введение

Для построения вариометра был взят микроконтроллер ATmega328 и датчик барометрического давления BMP180. Диапазон измеряемых значений: 300 – 1100 ГПа с разрешением 0.02 ГПа. Время отклика – 5 мс.

Как видно из характеристик, датчик позволяет получать данные давления с точностью, соответствующей разрешению по высоте до 15 см.

Проблема заключается в том, что полученные данные прыгают с большой амплитудой вокруг некоторого значения (рис.1), и в таком виде не годятся для работы. Чтобы можно было применять полученные данные для измерения скорости подъема/спуска, их необходимо предварительно фильтровать.

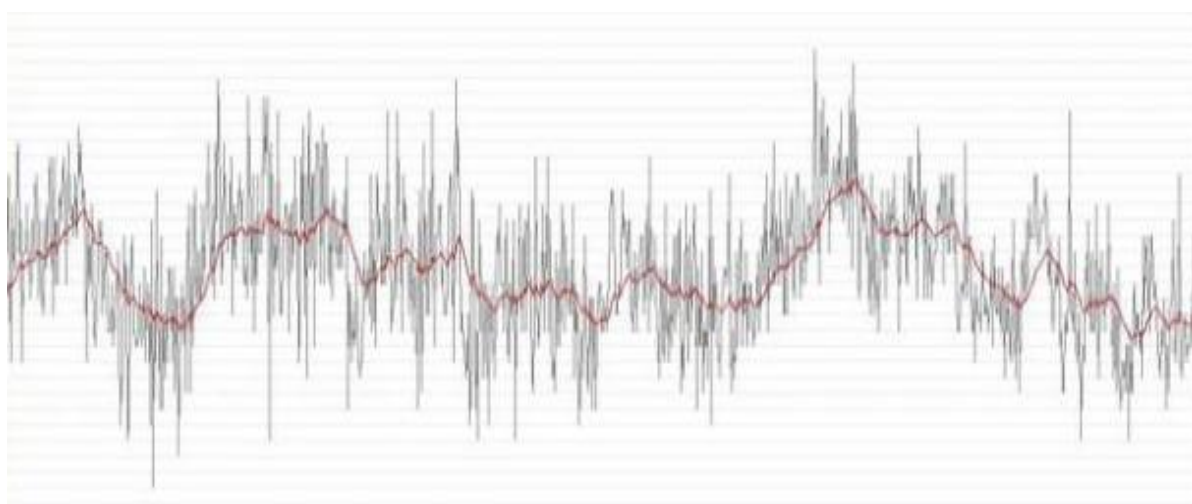


Рис. 1. Показания неподвижно лежащего на столе датчика

Алгоритм скользящего среднего

Первым простейшим способом фильтрации является взятие среднего арифметического предыдущих значений — алгоритм скользящего среднего. Производится n замеров, все полученные значения суммируются, и затем сумма делится на n . [1] Для оценки количества измерений была написана вспомогательная программа, через которую были получены значения с датчика и подсчитана погрешность в зависимости от количества измерений. На рисунке 2 показан результат работы программы.

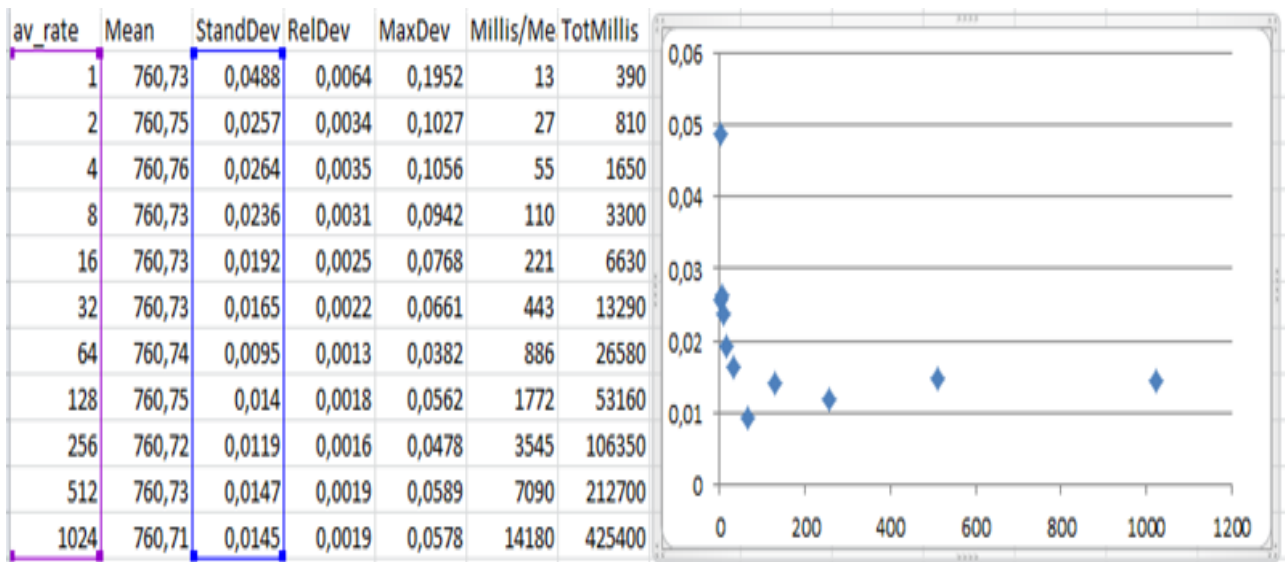


Рис. 2. Результат работы программы, где *av_rate* — количество измерений; *Mean* — полученное среднее значение в мм. рт. ст; *StandDev* - стандартное отклонение; *RelDev* — Относительная ошибка, % от измеряемой величины; *MaxDev* — Теоретическое значение максимальной разницы между двумя замерами, с вероятностью 95% (то есть, максимальный отскок от среднего $\pm 0.5 \text{MaxDev}$); *Millis* — время, затраченное на расчет среднего значения, миллисекунды; *TotMillis* — время, прошедшее с начала измерения, миллисекунды.

Как видно, осреднение хорошо помогает вплоть до 16-32 испытаний на замер, дальнейшее увеличение даже до 1000 измерений не дает прироста точности. При этом на 16 испытаний уходит 220 миллисекунд, а на 32 - соответственно 440 мс. Таким образом, ошибку можно уменьшить, увеличивая количество отсчетов, но будет также расти затраченное время на получение данных. Учитывая то, что отфильтрованные данные затем еще нужно будет обработать, прибор получается инерционным. Несомненно, можно использовать более мощный микроконтроллер и датчик, с меньшим временем отклика, однако это не решит проблему полностью.

Таким образом, чем шире сглаживающий интервал, тем более плавным будет график результирующей функции. С другой стороны, увеличение сглаживающего интервала приводит к временному сдвигу усредненной функции относительно исходной.

Метод медианного сглаживания

Для решения задачи можно применить метод медианного сглаживания. В основе данного метода лежит вычисление скользящей медианы [1]. Для того чтобы найти значение скользящей медианы в точке t , необходимо вычислить медиану значений ряда в интервале времени $[t - v, t + v]$. Полученное значение называется $(2v + 1)$ -точечной скользящей медианой. Основное достоинство медианного сглаживания – устойчивость к наличию выбросов.

В качестве недостатка данного метода следует отметить, что по своей природе оценка медианного сглаживания является достаточно грубой характеристикой. К тому же для оценки текущего значения необходимо знать v предыдущих значений и v следующих, что увеличивает инерционность в вариометра.

Метод экспоненциального сглаживания

Для более скорого вычисления усредненного значения возникает необходимость использовать более «быстрые» методы фильтрации. Одним из таких методов является экспоненциальное сглаживание [1,2]. Данный метод – один из простейших и наиболее распространённых методов выравнивания временного ряда. Экспоненциальное сглаживание можно представить как фильтр, на вход которого последовательно поступают члены исходного ряда, а на выходе формируются текущие значения экспоненциальной средней. Пусть $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_T\}$ – исходный временной ряд, тогда простое экспоненциальное сглаживание определяется рекуррентной формулой:

$$S_t = a * y_t + (1 - a) * S_{t-1}; a \in (0; 1) \quad (1)$$

где S_t – сглаженный ряд (экспоненциальное среднее); y_t – значение временного ряда в момент t ; a – коэффициент сглаживания.

Когда эта формула применяется рекурсивно, то каждое новое сглаженное значение вычисляется как взвешенное среднее текущего наблюдения из сглаженного ряда. Очевидно, результат сглаживания зависит от параметра a . Если $a = 1$, то предыдущие наблюдения полностью игнорируются. Если $a = 0$, то игнорируются текущие наблюдения. Значения $a \in (0; 1)$ дают промежуточные результаты.

Экспоненциальную среднюю S_t можно выразить через значения временного ряда Y :

$$S_t = a * \sum_{i=0}^{\infty} (1 - a)^i * y_{t-i} \quad (2)$$

Таким образом, величина S_t оказывается взвешенной суммой всех членов ряда. Причём веса уменьшаются экспоненциально в зависимости от давности наблюдения относительно момента времени t . Это и объясняет, почему величина S_t названа экспоненциальной средней.

Главное достоинство прогнозной модели, основанной на экспоненциальном сглаживании, состоит в том, что она способна последовательно адаптироваться к новому уровню процесса без значительного реагирования на случайные отклонения.

При практическом использовании метода экспоненциального сглаживания возникает две проблемы: выбор коэффициента сглаживания a , который в значительной степени влияет на результаты и определение начального значения S_0 . С одной стороны, для сглаживания случайных отклонений величину a нужно уменьшать. С другой стороны, для увеличения веса новых измерений нужно увеличивать.

Экспоненциальное сглаживание можно представить как фильтр, на вход которого в виде потока последовательно поступают члены исходного ряда, а на выходе формируются значения экспоненциальной средней. Причём экспоненциальная средняя S_t имеет то же математическое ожидание, что и исходный ряд, но меньшую дисперсию. При высоком значении a дисперсия экспоненциальной средней незначительно отличается от дисперсии ряда Y . Чем меньше a , тем в большей степени сокращается дисперсия экспоненциальной средней (то есть подавляются колебания исходного ряда).

Фильтр Калмана

Более «мощным» способом фильтрации является Алгоритм Калмана. Задача такой фильтрации состоит в том, что, зная неверные показания сенсора z_k , необходимо найти хорошее приближение для истинного значения x_k . [3,4] Это хорошее приближение мы будем обозначать как x_k^{opt} . За координату x_k может отвечать все что угодно (температура, влажность...), а член, отвечающий за контроль системы извне обозначим за u_k . Уравнения для координаты и показания сенсора будут выглядеть так:

$$\begin{aligned}x_{k+1} &= x_k + u_k + \xi_k \\ z_k &= x_k + n_k\end{aligned}\quad (3)$$

- u_k - это известная величина, которая контролирует эволюцию системы. Мы ее знаем из построенной нами физической модели.
- Ошибка модели ξ_k и ошибка сенсора n_k — случайные величины. И их законы распределения не зависят от времени (от номера итерации k).
- Средние значения ошибок равны нулю: $E \xi_k = E n_k = 0$.
- Сам закон распределения случайных величин может быть нам и не известен, но известны их дисперсии σ_ξ^2 и σ_n^2 . Заметим, что дисперсии не зависят от k , потому что законы распределения не зависят от него.
- Предполагается, что все случайные ошибки независимы друг от друга: какая ошибка будет в момент времени k совершенно не зависит от ошибки в другой момент времени k' .

Представим, что на k -ом шаге мы нашли отфильтрованное значение с сенсора x_k^{opt} , которое хорошо приближает истинную координату системы x_k . Уравнение, контролирующее изменение нам неизвестной координаты:

$$x_{k+1} = x_k + u_k + \xi_k \quad (4)$$

Еще до получения данных с сенсора, можно предположить, что на шаге $k + 1$ система эволюционирует согласно этому закону и сенсор покажет значение, близкое к $x_k^{opt} + u_k$. На шаге $k + 1$ мы будем иметь неточное показание сенсора z_{k+1} . Идея Калмана состоит в том, что чтобы получить наилучшее приближение к истинной координате x_{k+1} , надо выбрать золотую середину между показанием z_{k+1} неточного сенсора и $x_k^{opt} + u_k$ — предсказанием того, что ожидалось от него получить. Показанию сенсора дается вес K а на предсказанное значение остается вес $(1 - K)$:

$$x_{k+1}^{opt} = K * z_{k+1} + (1 - K) * (x_k^{opt} + u_k) \quad (5)$$

Коэффициент K называют коэффициентом Калмана. Он зависит от шага итерации, поэтому правильнее было бы писать K_{k+1} , но мы далее будем опускать его индекс. Необходимо выбрать коэффициент Калмана K таким, чтобы получившееся оптимальное значение координаты x_{k+1}^{opt} было бы наиболее близко к истинной координате x_{k+1} . В общем случае, чтобы найти точное значение коэффициента Калмана K , нужно минимизировать ошибку:

$$e_{k+1} = x_{k+1} - x_{k+1}^{opt} \quad (6)$$

Используем уравнения (3), чтобы переписать выражение для ошибки, минимизируем среднее значение от квадрата ошибки, приравняем производную к нулю (чтобы выражение принимало минимальное значение), а затем подставим в выражение для среднеквадратичной ошибки $E(e_{k+1}^2)$ минимизирующее ее значение коэффициента K_{k+1} , и получим итерационную формулу, для вычисления коэффициента Калмана:

$$E(e_{k+1}^2) = \frac{\sigma_\eta^2(Ee_k^2 + \sigma_\eta^2)}{Ee_k^2 + \sigma_\xi^2 + \sigma_\eta^2} \quad (7)$$

На практике очень часто бывает, что ничего не известно о физической модели того процесса, что фильтруется. В такой непростой ситуации все незнание модели движения можно включить в случайную величину ξ_k :

$$x_{k+1} = x_k + \xi_k \quad (8)$$

Такая система уже не удовлетворяет тем условиям, которые мы налагали на случайную величину ξ_k . В этом случае теория фильтра Калмана не применима. Не обращая внимания на этот факт, применим формулы, подобрав коэффициенты σ_ξ^2 и σ_η^2 . Как показано выше, коэффициент Калмана K_k с увеличением номера шага k всегда стабилизируется к значению K_{stab} . Будем считать этот коэффициент константой, и подбирать только его. Это допущение почти ничего не изменит, однако в итоге все очень упростит:

$$x_{k+1}^{opt} = K_{stab} * z_{k+1} + (1 - K_{stab}) * x_k^{opt} \quad (9)$$

На рис.3 показаны отфильтрованные двумя разными способами данные с сенсора, при условии того, что ничего не известно о физике явления. Первый способ - со всеми формулами из теории Калмана. А второй - упрощенный, без времязатратных алгоритмов.

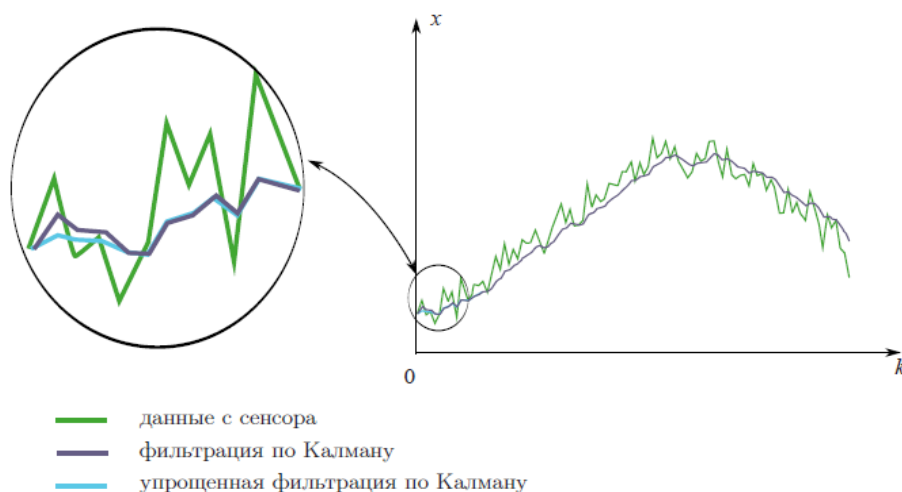


Рис.3. Сравнение применения полного алгоритма Калмана и упрощенного

Полученная формула представляет собой не что иное, как алгоритм экспоненциального сглаживания.

Вывод

Таким образом, из рассмотренных алгоритмов для поставленной задачи лучше всего подходит алгоритм экспоненциального сглаживания — он работает быстрее метода плавающего среднего и медианного сглаживания, и при этом он менее избыточен, чем алгоритм Калмана, и требует значительно меньше вычислительных ресурсов микроконтроллера для его реализации. Более того, данный алгоритм позволяет осуществлять фильтрацию системы, поведение которой заранее не известно.

Библиографический список:

1. Грешилов А.А., Стакун В.А., Стакун А.А. Математические методы построения прогнозов. - М.: Радио и связь, 1997.- 112 с.
2. Грешилов А.А. Математические методы принятия решений: учебное пособие (с расчетными программами на оптическом диске) / А.А.Грешилов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.- 647с.
3. Колос М.В., Колос И.В. Методы оптимальной линейной фильтрации / Под ред. В.А.Морозова. - М.: Изд-во МГУ, 2000. - 102 с.
4. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. - М.: Радиотехника, 2003.- 400с.

IMPROVING ACCURACY OF ONBOARD VARIO BY FILTERING DATA FROM BAROMETRIC SENSOR

Perevozchikov Vasily Vladimirovich, Graduate student, e-mail stormik_db@mail.ru; Kruglova Anna Alexandrovna Graduate student, e-mail nnkruglva@rambler.ru; Legkiy Valdimir Nikolaevich, D.Sc. (Engineering), Associated Professor sniios@mail.ru;

Novosibirsk State Technical University, 20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia, (383)3462623.

Abstract

Modern electronics allows us to create simple, cheap and effective enough solutions for civil use. However, it is quite common situation in fiscal electronics when it is necessary to put considerable effort to fight with the noise for accurate values. In this paper we will consider filtering algorithms with data from the BMP180 barometric pressure sensor and we will compare them with respect to the application for the construction of the vario.

Keywords: smoothing filter, moving average smoothing, running medians smoothing, exponential smoothing, Kalman filter

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАВИННЫХ ФОТОДИОДОВ В РЕЖИМЕ ГЕЙГЕРА В СИСТЕМАХ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сероштанов Кирилл Владимирович, студент;

Батурин Андрей Геннадьевич, начальник лаборатории АО «НИИЭП»;

Буднов Степан Александрович, аспирант;

Андреев Сергей Андреевич, аспирант;

Легкий Владимир Николаевич, доктор техн. наук, зав. каф. АИУС

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623, (905)955-96-69

Сероштанов К.В, seroshtanov.kirill@gmail.com Легкий В.Н. sniiios@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению перспектив применения лавинных фотодиодов (ЛФД) в оптимальном режиме и в режиме Гейгера в системах двойного назначения. Анализируется высокий коэффициент усиления, наличие темнового счета, формирование послеимпульсов и наличие времени нечувствительности, а также необходимость применения схем гашения. Предлагаются решения по оптимизации параметров фотоприемных устройств с ЛФД. Приводятся примеры применения ЛФД в качестве фотоприемников для высокоинформативных дальномерных систем и для трехмерной визуализации объектов.

Ключевые слова: Оптическая локация, высокоинформативные дальнометры, трехмерная визуализация. лавинные фотодиоды, оптимальный режим, чувствительность, температурный диапазон, режим Гейгера, схема гашения, послеимпульсы, время нечувствительности.

Развитие измерительной и военной техники предполагает обеспечение достоверности обнаружения, идентификации заданных объектов и их сопровождения.

Оптическая локация обеспечивает высокую разрешающую способность и информативностью (размеры, форма, ориентация цели).

Идеология построения высокоинформативных дальномерных систем предложена на кафедре Автономных информационных и управляющих систем НГТУ [1].

Основным элементом оптического локатора является фотоприемное устройство (ФПУ). В качестве ФПУ могут использоваться матрицы фотодиодов как обычных, так и лавинных. Однако, из-за шума фотодиодов регистрация слабых оптических сигналов, а значит и дальность действия ограничена.

Обнаружительную способность можно повысить, используя матрицы ЛФД в режиме Гейгера.

Интерес авторов представляют исследования по оптимизации режима работы ЛФД в режиме Гейгера и матриц на их основе для адаптации автономных бортовых систем к изменяющимся в широких пределах температуре и интенсивности фонового излучения.

ЛФД в режиме Гейгера — это фотоприемник, работающий при обратном напряжении выше пробивного, при этом достигается высокий уровень усиления фототока.

Принцип действия ЛФД в режиме Гейгера основывается на эффекте ударной ионизации, при приложении напряжения смещения выше напряжения пробоя. В этом случае увеличение населенности в области высокой напряженности поля носит экспоненциальный характер, а значит обратный ток также возрастает. При этом сопротивление потерь диода обеспечивает отрицательную обратную связь, снижающую напряжения на диоде до пробивного, в результате диод переходит в установившийся режим работы. Если ток в установившемся режиме не слишком мал (меньше нескольких десятков микроампер), то он продолжает протекать в течение неопределенного времени. Таким образом, под воздействием поглощения единичного фотона инициируется лавинный процесс, который вызывает рост тока в диоде до значения, ограниченного сопротивлением потерь диода и сопротивлением нагрузки [2].

Отличительные особенности ЛФД в режиме Гейгера для основных характеристик:

- Усиление. В теории может достигать бесконечности, но на практике, в силу ряда факторов, например, наличия сопротивления потерь, а также высокого уровня темнового счета, при большем усилении, составляет порядка 10^5 раз.

- Температура эксплуатации. Для поддержания работоспособности устройства необходимо поддерживать определенный уровень температуры, при котором влияние темнового счета наименьшее.

- Темновой счёт. Представляет собой генерацию электронов под воздействием температуры. Такие электроны запускают лавинный процесс не отличимый от лавинного процесса при обнаружении фотона. Это может привести к ложному срабатыванию и невозможности, в течение некоторого периода времени (времени нечувствительности) регистрировать поступающие на фотодиод фотоны [3]. Уменьшить влияние темнового счета позволяют различные схемы гашения, в первую очередь схемы активного гашения.

- Схемы гашения. Схемы, обеспечивающие остановку лавинного процесса и сброса напряжения на ЛФД до начального значения.

- Время нечувствительности. Это время, обусловленное гашением лавинного процесса, в течение которого детектирование не может быть осуществлено. Для пассивного гашения оно составляет несколько микросекунд, для активного гашения - наносекунды [3].

- Послеимпульсы - это импульсы, возникающие под воздействием носителей, образованных в предыдущий лавинный процесс, захваченных

примесными ловушками и выпущенными из них через определенный промежуток времени. Такой носитель может инициировать лавинный процесс, неотличимый от того, что возникает при обнаружении фотона. Вероятность послеимпульса тем больше, чем большее напряжение выше пробойного прикладывается к диоду.

В настоящее время, ЛФД в режиме Гейгера применяются в ладарах. Так в компанией Selex ЕХ разработан и испытан ладар, приемное устройство которого выполнено на основе матрицы ЛФД в режиме Гейгера размером 32x32 элемента. Ладар обеспечивает точность получения сведений о дальности и глубине с точностью 0,04 м [4].

В Лаборатории Линкольна Массачусетского Технологического Института разработан ладар с трехмерной визуализацией, разрешение которого составляет несколько сантиметров, он имеет в своем составе тысячи пикселей фотоприемников, а также полностью захватывает 3D изображение за один лазерный импульс.

Эксперименты с высокочувствительной камерой и с ЛФД-ФПУ показали, что по изображениям, полученным с помощью 3D ладара значительно проще обнаружить цель, чем по растровым изображениям [5]. Изображения, полученные с помощью описываемого устройства, представлены на рис. 1.

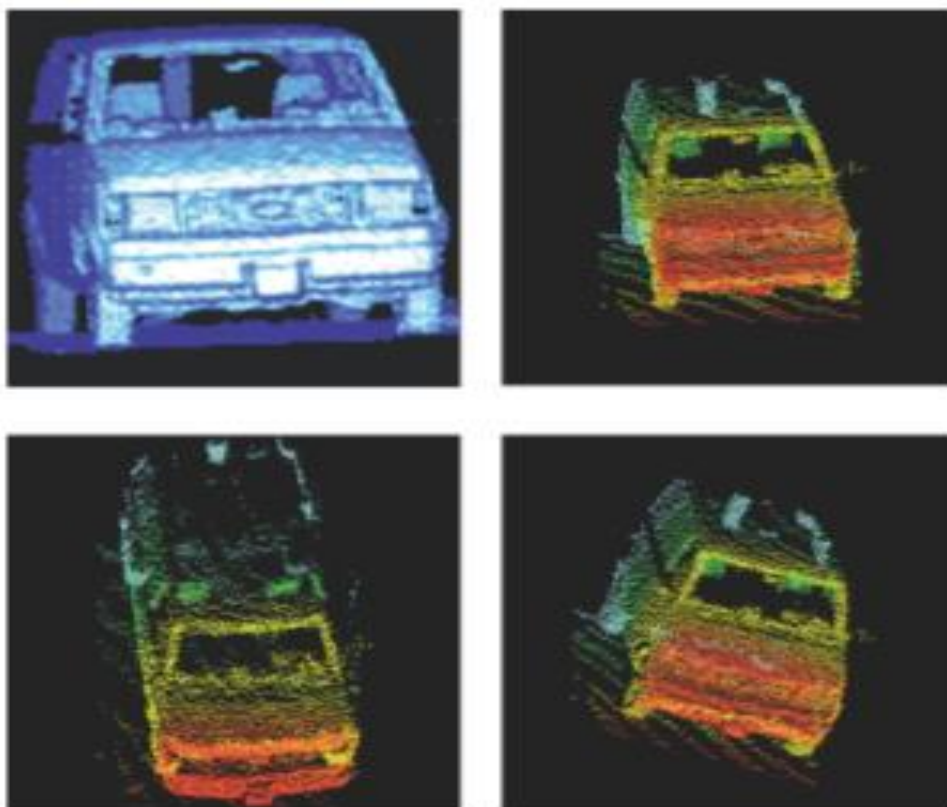


Рис. 1. Растровое изображение и изображения 3D ладара 128x128 пикселей при съёмке минивэна с расстояния 60 м

Если импульс лазерного передатчика физически способен проникать через пассивные помехи (дым, туман, облачность, осадки, листва), то

представляется возможным использование матриц ЛФД для локации с трехмерной визуализацией целей. Подобные устройства могут быть использованы для установки на головки самонаведения, для идентификации целей, навигации автономных роботов и средств передвижения, для наблюдения и топографирования

Применение ЛФД в режиме Гейгера в бортовых системах позволит получить высокую достоверность обнаружения и распознавания объектов путем трехмерной визуализации за счет чувствительности ФПУ к единичным фотонам при низком уровне шумов.

Работоспособность ФПУ в широком диапазоне температур и воздействии фона предлагается обеспечить за счет применения схемы автоподстройки напряжения смещения рабочей точки ЛФД, максимизирующей отношение сигнал/шум ФПУ с учетом его инерционности [6]. Разработанная схема автоподстройки обеспечивает автоматическое регулирование напряжения смещения (20-150В) с точностью несколько милливольт.

Библиографический список:

1. Патент РФ № 22545457 от 20.06.05 г. Высокоинформативный распознающий дальномер. Легкий В.Н., Плешакова Е.В.

2. Brian F. Aull, Andrew H. Loomis, et al. «Geiger-Mode Avalanche Photodiodes for Three-Dimensional Imaging,» Lincoln Laboratory Journal 13 November 2, 2002. pp 335-350.

3. Laser Components, SAP-Series Silicon Geiger Mode Avalanche Photodiode.

4. Robert Lamb «Long-range 3D imaging lidar» Spie Newsroom 10.1117/2.1201404.005422.

5. Marius A. Albota, Brian F. Aull, Daniel G. Fouche, et al. «Three-Dimensional Imaging Laser Radars with Geiger-Mode Avalanche Photodiode Arrays» Lincoln Laboratory Journal 13 (2), 2002. pp 351-370.

6. Легкий В.Н., Топорков В.Д. Лазерные системы ближней локации: Оптоэлектронные датчики. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.-152с.

SPECTS OF GEIGER MODE AVALANCHE PHOTODIODES APPLICATION IN TWOFOLD FUNCTION SYSTEMS

Kirill Vladimirovich Seroshtanov, Student, seroshtanov.kirill@gmail.com;

Andrey Gennadjevich Baturin, Head of Laboratory, JSC “NIIEP”;

Stepan Aleksandrovich Budnov, Post-graduate Student;

Sergey Andreevich Andreev, Post-graduate Student;

***Valdimir Nikolaevich Legkiy, D.Sc. (Engineering), Associated Professor
sniios@mail.ru***

Novosibirsk State Technical University

20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract - The article focuses on optimal mode and Geiger mode avalanche photodiodes (GM APD) long-range application in twofold function systems. Characteristic features of GM APD were considered. A high gain, dark counts, afterpulsing forming and dead time were analyzed. The quenching circuits application for GM APD performance improving was described. The ranging and 3D imaging systems examples of GM APD applications in photodetectors are present. Such photodiodes application in twofold function systems provide future high sensitive devices with low noise level.

Keywords - optical detection and ranging, high-information ranging, 3D imaging, avalanche photodiodes, optimal mode, sensitivity, temperature range, Geiger mode, dark counts, quenching circuit, afterpulsing, dead time

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БОРТОВЫХ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Слободяненко Александр Александрович, магистрант;

Адушинова Мария Александровна, магистрант;

Коваленко Александр Сергеевич, магистрант

Новосибирский государственный технический университет

630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Слободяненко А.А. sepwood@gmail.com

Адушинова М.А. bloodmari@mail.ru

Коваленко А.С. rockstaaz@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Слободяненко Александр Александрович,
Россия, г.Новосибирск, ул. Блюхера, д.30, стр. 1, 609, тел. (983)304-31-14

Аннотация: В статье описаны наиболее важные проблемы построения бортовых фазированных антенных решеток для систем ближней локации, а также приведены частичные способы их решения

Ключевые слова: Фазированная антенная решетка, бортовая фазированная антенная решетка, система ближней локации, проблемы построения бортовых фазированных антенных решеток

В системах ближней локации (СБЛ) для ракет класса «поверхность - воздух» и «воздух - воздух» широкое применение находят сканирующие антенные системы. Они служат для передачи и приема сигнала в определенном направлении, обеспечивая тем самым выдачу информации о взаимном расположении ракеты и цели.

На сегодняшний день в СБЛ используют антенные системы с электромеханическим способом качания луча. При этом способе механическому вращению, перемещению подвергается фазоуправляющий элемент тракта антенны, а в самой антенне не производятся какие-либо механические манипуляции. Данный способ позволяет производить перемещение луча за время порядка нескольких единиц миллисекунд.

Рост диапазона скоростей и высот полета целей требует от антенных систем СБЛ быстрого безынерционного качания луча в пространстве, что позволит мгновенно производить согласование области срабатывания СБЛ с областью воздействия на цель. Приоритетным направлением в разработке такой антенной системы является проектирование бортовой фазированной антенной решетки осуществляющей качание луча электрическим способом. Электрический способ перемещения луча основан на физическом эффекте интерференции. Когда расположенные рядом источники излучают энергию одновременно на одной и той же частоте, то исходящие из этих источников

волны складываются. Характер взаимодействия волн от двух разнесенных в пространстве источников зависит от сдвига фаз между этими волнами. Таким образом, для сканирования луча достаточно изменять только распределение фаз источников излучения. Поскольку управление лучом не связано с механическими перестройками, перемещение луча в пределах всей зоны обзора занимает всего несколько микросекунд.

Однако при проектировании бортовой фазированной антенной решетки приходится сталкиваться с определенными трудностями обусловленными спецификой работы и размещения антенной системы на ракете. Так как в фазированной антенной решетке управление диаграммой направленности (качение луча) предусматривает использование в цепи питания каждого излучающего элемента фазовращатель, необходимо наличие дополнительных энергоресурсов. При ограниченных мощностях бортовых энергопитающих систем, система слежения за положением диаграммы, блок управления должны иметь высокие электрические характеристики, обеспечивающие работу элементов управления диаграммой направленности при наименьшем потреблении энергии от бортового источника. Использование цифровых электронно-вычислительных машин (ЭВМ) построенных на основе электронных схем с высокой степенью интеграции позволит минимизировать затраты энергии на управление диаграммой направленности. В структуру команд управляющей ЭВМ хорошо вписывается дискретный фазовращатель, фазовый сдвиг, которого задается двоичным кодом [1].

Применение дискретных фазовращателей в свою очередь приводит ошибкам установления положения луча антенны в пространстве, а также к незначительному увеличению уровня боковых лепестков. В дальнейшем применение дополнительных элементов (фазовращатели, бортовая ЭВМ) участвующих в формировании диаграммы направленности повлечет за собой увеличение массогабаритных характеристик, что для бортовой антенной системы является неприемлемым.

Вариантом решения проблемы может послужить использование в фазированной антенной решетке многоканальных интегрированных приемных и передающих модулей (ППМ) с использованием технологии LTCC-керамики. Благодаря использованию новых и перспективных материалов, таких как низкотемпературно совместно обжигаемая керамика (LTCC), композитные материалы эти модули обладают рекордно малыми массогабаритными характеристиками. Модуль включает в себя: антенный излучатель, аттенюатор, дискретный фазовращатель.

Непосредственное использование всех элементов ППМ в фазированной антенной решетке не является возможным, в связи с тем что все излучающие элементы совмещаются с корпусом антенны, а это в свою очередь ведет к воздействию на ППМ большой температуры (200-300°C) на которую данный модуль не рассчитан. Проблема термостойкости элементов бортовой фазированной решетки требует отдельного исследования для практической реализации таких антенн для систем ближней локации.

Библиографический список:

1. Маркова Г. Т., Чаплина А. Ф. Сканирующие антенные системы СВЧ, т. II, / пер. с англ. под ред. Г. Т. Маркова, А. Ф. Чаплина. Изд-во Советское радио, 1969. - 431 с.: ил.
2. Воскресенский Д. И., Степаненко В. И., Филиппов В. С. и др. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учеб. пособие для вузов / Д. И. Воскресенский, В. И. Степаненко, В. С. Филиппов и др. Под ред. Д. И. Воскресенского. 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2003. - 632 с.: ил.
3. Вендик О.Г. Антенны с немеханическим движением луча: Введение в теорию. М.: Сов. радио, 1965. 360 с.

PRINCIPLES OF CONSTRUCTION BOARD PHASED ARRAYS

*Slobodyanenko A.A., Student sepwood@gmail.com;
Adushinova M.A., Student bloodmari@mail.ru; Kovalenko A.S., Student
rockstaaz@yandex.ru*

Novosibirsk State Technical University, prospect of Karl Marks, 20,
tel. (913)005-48-19, Novosibirsk, 630073, Russian Federation.

Abstract: The article describes the most important issues of building airborne phased array antennas for the purpose of non-contact sensors, and provides partial remedies.

Keywords: Phased array antenna, onboard phased array antenna, systems locations near, the problem of constructing airborne phased array antennas .

УДК 621.396

ФАЗИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ ДЛЯ СИСТЕМ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ

Слободяненко Александр Александрович, магистрант; Ромодин Валерий Борисович, канд. техн. наук, доцент; Коваленко Александр Сергеевич, магистрант; Шебалкова Любовь Васильевна, старший преподаватель Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623

*Коваленко А.С., e-mail, rockstaaz@yandex.ru
Шебалкова Л.В., e-mail, shebalkova@corp.nstu.ru
Слободяненко А.А., e-mail, sepwood@gmail.com
Ромодин В.Б., e-mail, romodin@ngs.ru*

Адрес для корреспонденции: Слободяненко Александр Александрович, Россия, г.Новосибирск, ул. Блюхера, д.30, стр. 1, 609, тел. (983)304-31-14

Аннотация: В статье рассматривается использование фазированной антенной решетки в неконтактных датчиках цели. Проводится оценка реализуемости заданных параметров фазированной антенной решетки, и определяются требования к ее элементам. Освещается вопрос влияния дискретности фазирования на основные характеристики фазированной антенной решетки.

Ключевые слова: Фазированная антенная решетка, дискретное фазирование, неконтактный датчик цели.

В современных ракетах класса «поверхность - воздух» и «воздух - воздух» широкое применение находят сканирующие антенные системы. Особый интерес среди них представляют антенные системы, используемые в системах ближней локации (СБЛ). Они служат для передачи и приема сигнала в определенном направлении, обеспечивая тем самым выдачу на ракету информации о взаимном расположении ракеты и цели.

Увеличение относительных скоростей носителей, повышение требований к точности и времени отклонения диаграммы направленности (ДН), а так же необходимость создания универсального датчика для различных типов целей требует изыскания новых путей построения антенных систем СБЛ. Приоритетным направлением в разработке таких антенных систем является проектирование бортовой фазированной антенной решетки (ФАР) осуществляющей качение луча электрическим способом.

Анализ возможности построения фазированной антенной решетки проводится применительно к следующим характеристикам:

- ширина главного луча ДН $2\Delta\theta_{0,7} = 5^\circ$,
- уровень боковых лепестков (УБЛ) не более -25 дБ,
- максимальный угол сканирования $\theta_{max} = 30^\circ$,
- рабочая частота 10ГГц.

При анализе ФАР следует заметить, что характеристики ФАР, такие как уровень боковых лепестков и ширина главного луча зависят от множества параметров и условий, при которых УБЛ и $2\Delta\theta_{0,7}$ неизбежно будут ухудшаться. Это необходимо учитывать при проектировании ФАР поэтому в работе задается заведомо меньший УБЛ и ширина главного луча $qdB = -30dB$ и $2\Delta\theta_{0,7} = 4^\circ$.

Амплитудное распределение берется Дольф-Чебышевское на уровень боковых лепестков -30дБ. Длина антенны определяется из выражения (1).

$$2\Delta\theta_{0,7} = \frac{0,636*\lambda}{L} * \sqrt{0,36 + 0,693 * \ln \frac{1}{q} + \frac{q^2}{2} * \ln \frac{1}{q}} \quad (1)$$

где λ - длина волны, L - длинна ФАР,

$q = \frac{1}{10^{\frac{qdB}{-20}}}$ -требуемый уровень боковых лепестков[1].

При $2\Delta\theta_{0,7} = 4^\circ$ $\frac{L}{\lambda} = 15,12$; выбирая число элементов $N=24$, имеем $\frac{d}{\lambda} = 0,63$

Условие отсутствия дифракционного лепестка (2) дает $\frac{d}{\lambda} = 0,641$ и $\frac{L}{\lambda} = 15,4$

$$\frac{d_{max}}{\lambda} \leq \frac{1 - \frac{1}{N}}{1 + \sin(\theta_{max})} \quad (2)$$

Рассчитанная диаграмма направленности для ФАР состоящей из 24 излучателей с Дольф-Чебышевским амплитудным распределением показана на рис. 1.

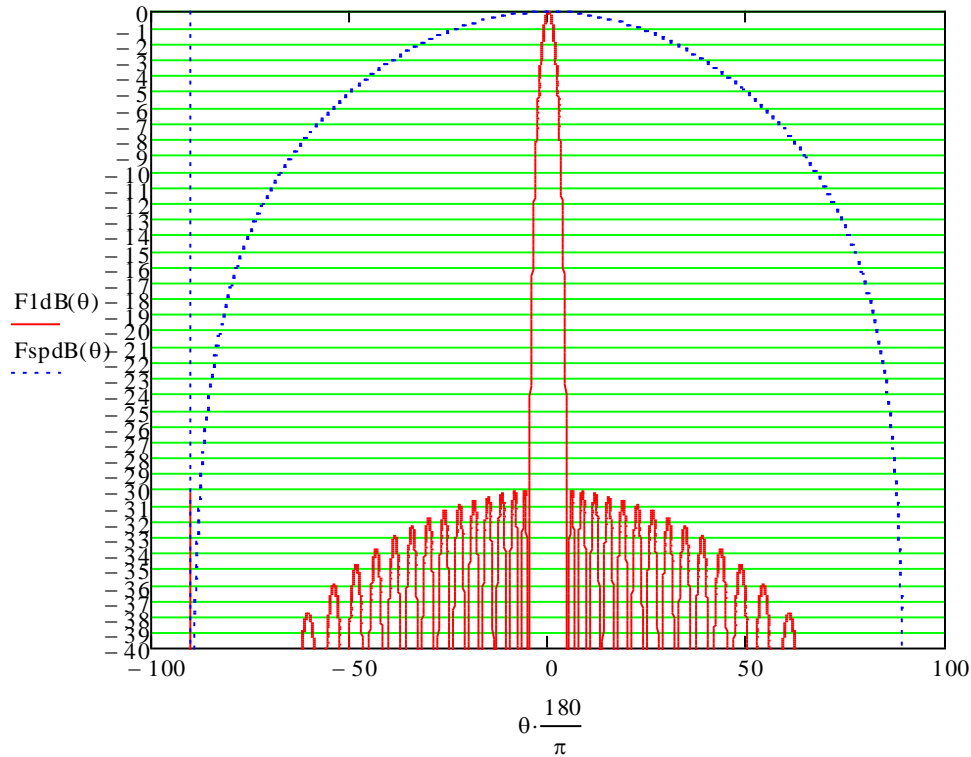


Рис.1 Логарифмическая ДН ФАР, описываемая полиномом Чебышева.
Пунктиром изображена ДН одиночной щели.

Дискретное фазирование приводит к росту УБЛ, а также к неточности установки главного максимума диаграммы направленности ФАР. Дискрет фазы выбирается из учета максимального допустимого роста боковых лепестков (3) и минимальной дискретности перемещения луча при сканировании.

$$\delta_{\max} = 20 \lg \left(\frac{1}{\frac{2\pi}{\Delta\Phi} - 1} \right) \quad (3)$$

где $\Delta\Phi$ – дискрет фазы.

Исходя из требований к уровню боковых лепестков $qdB = -30dB$, определяется $\Delta\Phi \geq 2\pi/32$. Данный дискрет фазирования обеспечивает пятиразрядный фазовращатель.

Максимальная величина ошибки установки луча определяется формулой (4).

$$\delta\theta_{\max} = \Delta\theta_0 * \frac{\Delta\Phi}{2\pi}, \quad (4)$$

где $\Delta\theta_0$ – ширина луча по нулевому уровню.

Для рассчитанной решетки ширина луча по нулевому уровню составляет $\Delta\theta_0 \cong 22^\circ$. Расчёт формулы (4) дает значение $\delta\theta_{\max} = 0.7^\circ$.

Значение ошибки установки луча в дальнейшем позволит найти предельно допустимую среднеквадратичную фазовую ошибку в фазовращателе.

Для этого используется аппарат теории вероятности. Предполагается, что разброс фаз подчинен нормальному закону. Вероятность того, что смещение луча не превысит максимальной ошибки установки луча, определяется как:

$$P_{(\delta\theta < \delta\theta_{max})} = 2\Phi\left(\frac{\delta\theta_{max}}{\sigma\theta}\right), \quad (5)$$

где $\Phi(x)$ – интеграл вероятности, $\sigma\theta$ – среднеквадратичная величина относительного смещения главного луча диаграммы направленности.

При $P_{(\delta\theta < \delta\theta_{max})} = 0,9$ среднеквадратичная величина относительного смещения луча равна $\sigma\theta = 0.54^\circ$

Величина среднеквадратичной фазовой ошибки фазовращателя, рассчитываемая по формуле (6), равна $\sigma\varphi = 1.5^\circ$.

$$\sigma\varphi = \frac{2 \cdot \sigma\theta}{3 \cdot a}, \quad (6)$$

где $a = 0.25$ – коэффициент соответствующий параллельной схеме включения фазовращателей.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о возможности реализации фазированной антенной решетки для СБЛ с заданными характеристиками, а также сформировать основные требования к фазовращателю ФАР:

- число разрядов фазовращателя не менее 5,
- среднеквадратичная фазовая ошибка $1,5^\circ$.

Библиографический список:

1. Воскресенский Д. И., Грановская Р. А., Гостюхин В. Л., Филиппов В. С. и др. Антенны и устройства СВЧ: Расчет и проектирование антенных решеток и их излучающих элементов: Учебное пособие для вузов / Д. И. Воскресенский, Р. А. Грановская, В. Л. Гостюхин, В.С. Филиппов и др. Под ред. Воскресенского Д. И. М.: «Советское радио», 1972.-320с.
2. Вендик О.Г. Антенны с немеханическим движением луча: Введение в теорию. М.: Сов. радио, 1965. 360 с.

PHASED ARRAY SYSTEMS LOCATIONS NEAR

Kovalenko Alexander Sergeevich

Graduate student, e-mail, rockstaaz@yandex.ru;

Shebalkova Lyubov Vasilievna,

Senior Lecturer, e-mail, shebalkova@corp.nstu.ru;

Slobodyanenko Alexander Alexandrovich,

Graduate student, e-mail, sepwood@gmail.com;

Romodina Valerij Borisovich, e-mail, romodin@ngs.ru

Novosibirsk State Technical University

20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract: The article discusses the use of a phased array antenna in a non-contact sensors goal. An evaluation of the feasibility of the set parameters phased array antenna, and defines the requirements for its elements. Along the way, it highlights the question of the effect of discreteness of phasing on the main characteristics of the phased array antenna.

Keywords: Phased array antenna, discrete phasing, proximity sensor targets

ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА КРУГОВОГО ОБЗОРА

Спитченко Анатолий Михайлович, студент; Добрынченко Валентина Васильевна, студент; Макаренко Юлия Андреевна, студент
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20,

Спитченко А. М., email anatolij.sp@yandex.ru, *Добрынченко В.В.*
Nomer47@mail.ru, *Макаренко Ю.А.* Julie.Makarenko@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Спитченко Анатолий Михайлович
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Аннотация

Системы кругового обзора применяются для решения задач обзора и ориентирования при построении систем слежения, пространственной ориентации, видеонаблюдения и в некоторых других случаях. В этих областях требования к оптическим системам могут быть такими, что угол обзора должен образовать кольцевую зону 360 градусов, либо сферу (полусферу). В данной работе проектируется система кругового обзора на 360 градусов для применения в качестве источника навигационных данных для ориентации движущейся платформы в пространстве. Основой системы являются инфракрасные датчики расстояния и контроллер Arduino UNO.

Ключевые слова: Круговой обзор, измерение расстояния, инфракрасный датчик расстояния, Arduino

1. Введение

Для разработчиков оптических и оптоэлектронных систем актуальна задача расширения углового поля [1,2]. Разработки в данном направлении привели к созданию сверхширокоугольных объективов с углом поля зрения более 83° («Рыбий глаз», ректиilinearные (ортоскопические) объективы). Требования к оптическим системам могут быть такими, что угол обзора должен образовать кольцевую зону 360 градусов, либо сферу (полусферу).

Целью данной работы является построение системы обзора на 360 градусов для применения в качестве источника навигационных данных для ориентации движущейся платформы в пространстве. Автономная платформа перемещается в пространстве. Управляющий работой платформы контроллер должен уметь ориентироваться в пространстве. Система кругового обзора измеряет расстояние до окружающих объектов препятствий и передаёт данные контроллеру, на основе которых принимается решение о дальнейшем движении. В данной работе проектируется оптическая система кругового обзора на основе микроконтроллера Arduino UNO и совместимых датчиков, а также разрабатывается программное обеспечение.

2. Разработка устройства

Для разработки оптоэлектронной системы кругового обзора в первую очередь необходимо выбрать электронные компоненты. Для реализации подобных устройств используют компоненты систем машинного зрения, в частности матрицы фотоэлементов [1]. В нашем случае предъявлено требование – система должна ориентироваться в том числе и при отсутствии видимого света. Данное требование достигается за счет использования инфракрасных датчиков расстояния (измеряющих расстояние при помощи инфракрасного излучения). Для получения информации о расстоянии до окружающих предметов не обязательно применять матрицу фотоэлементов, достаточно установить несколько датчиков, обеспечивающих нужные углы обзора, как показано на рис. 2. Каждый из датчиков имеет собственный угол обзора и максимальный диапазон расстояний. По заявленным характеристикам для решения задачи наиболее подходят датчики GP2Y0A710K0F – с углом обзора в 40 градусов, максимальным измеряемым расстоянием от 1 до 5 метров и датчик IR-08H с углом обзора в 40 градусов и максимальным расстоянием срабатывания до 1 метра.

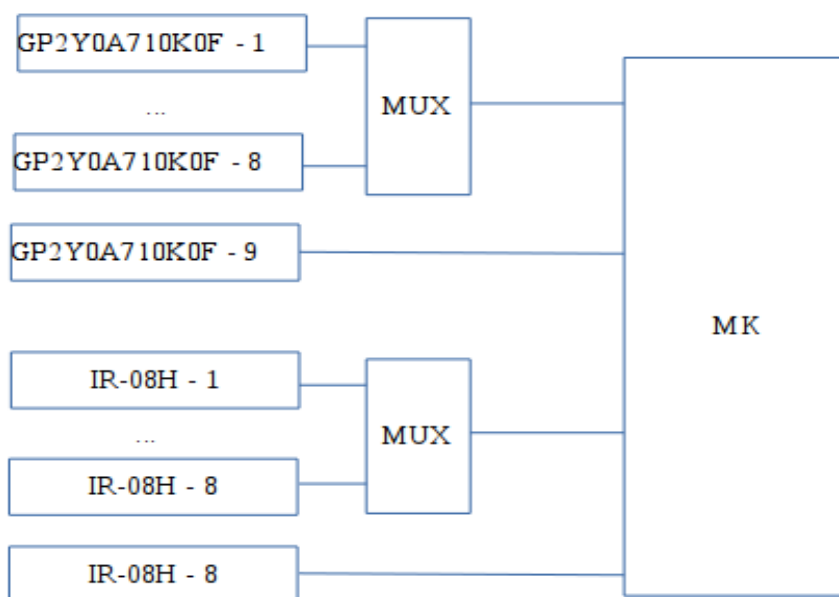


Рис. 1. GP2Y0A710K0F – инфракрасные датчики расстояния, IR-08H – инфракрасные датчики препятствия (расстояния), MUX – мультиплексор, МК - микроконтроллер

Так как для обеспечения максимального угла кругового обзора при использовании датчика GP2Y0A710K0F – с углом обзора в 40 градусов требуется 9 датчиков, а количество входных каналов МК ограничено 6 каналами, то требуется установить мультиплексор (например GD4051B – 8 канальный мультиплексор) [2], аналогично подключим и датчики IR-08H для охвата зоны видимости до 1 метра (рис. 1).

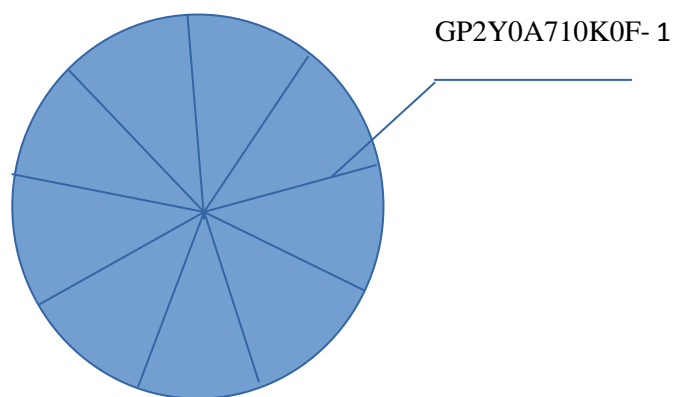


Рис. 2. Диаграмма углов обзора инфракрасных датчиков GP2Y0A710K0F

Для использования выбранных датчиков, их необходимо откалибровать, т.к. они имеют нелинейную характеристику преобразования (зависимость выходной величины напряжения от измеренного расстояния) Для датчика IR-08Н, являющегося “датчиком препятствия” для калибровки необходимо изменить сопротивление подстроечного резистора. В таблице 1 экспериментальным путем подобраны значения сопротивлений для различных расстояний. Так как инфракрасный сигнал по-разному (с разным коэффициентом отражения) отражается от различных препятствий (выделяют светлые и темные объекты), то необходимо рассчитать сопротивления, например, для черного и белого препятствий. На рис. 3 представлен график зависимости измеренного расстояния для белого и черного объекта от сопротивления подстроечного резистора.

Таблица

R, Ом	l для белого тела, см	l для черного тела, см
114	27	14
131	19	6
288	9	2
483	6	0
1127	3	0.1

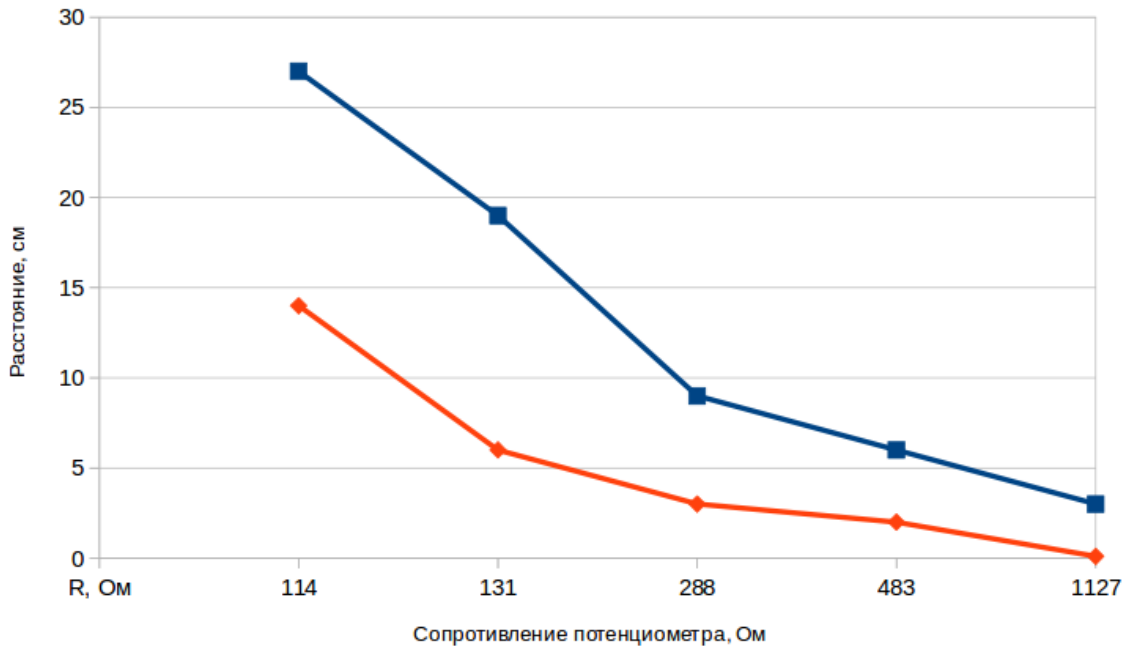


Рис. 3. Зависимость измеренного расстояния от значения подстроечного сопротивления датчика IR-08Н

3. Разработка программного обеспечения

Программное обеспечение контроллера поочередно переключает измерительные каналы датчиков (при этом заранее известно какой из датчиков за какой угол обзора отвечает) и сохраняет в памяти значение измеренного расстояния. Если расстояние с датчика дальнего обзора (от 1 метра) не получено, то снимается сигнал препятствия с датчика IR-08Н. Алгоритм работы системы представлен на рис. 4.



Рис. 4. Алгоритм работы

Результат работы алгоритма (исходные данные для построения маршрута) приведены в таблице 2.

Таблица 2

Перемещение относительно предыдущей точки, см	Начальный угол (направление, движения относительно предыдущей точки), град	Угол измерения, град	Измеренное расстояние, см
0	0	0	20
30	5	10	15
...

На основе хранимых в ней данных программное обеспечение позволяет построить карту обзора в точке местонахождения.

4. Выводы

Выбранная элементная база подходит для системы кругового обзора на 360 градусов, и как было установлено экспериментально, по своим характеристикам позволяет решать задачу ориентирования в пространстве. Алгоритм работы и разработанное программное обеспечение обеспечивают данные для системы навигации (сама задача ориентирования выходит за рамки данной работы). Также разработано программное обеспечение для визуализации результатов (построения карты).

Библиографический список:

1. Легкий В.Н., Галун Б.В., Санков О.В. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2011. 450 с.

2. Ширнин В.Я.; Дондуков А.Н.; Качалин В.А.; Рыбин С.В.; Ворохобко М.С.; Левин Е.И.; Лень Н.А.; Потрахова Г.И.; Фесенко В.Н. - патент "Широкопольная инфракрасная система кругового обзора" <http://ru-patent.info/21/85-89/2189049.html>

CIRCULAR SCANNING OPTO-ELECTRONIC SYSTEM

*Spitchenko Anatoly Mikhailovich, Dobrinchenko Valentina Vasilievna,
Makarenko Julia Andreevna*

Students

e-mail: anatolij.sp@yandex.ru, Nomer47@mail.ru, Julie.Makarenko@mail.ru

Novosibirsk State Technical University

20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract - Circular scanning involves the examination of a space volume for possible targets of interest by intelligence data collection, target detection, identification and location, weapon guidance and control systems. The scanning sector covers 360 degrees in azimuth and forms hemisphere. 360 azimuth degrees scanning opto-electronic system for navigation data of moving platform is described in this paper. This system is based on infrared range sensors and Arduino UNO controller. The platform is moved in space volume and has to be guided without visible light. This condition is achieved by infrared range sensors application. The photocell matrix performance is changed by a set of infrared sensors. These sensors ensure search angle and range requirements. The sensor calibration process is describe in this article. The calibration resistor nominals adjusted with different ranges were defined in experimental research. Controller driver switches measurement channels in series and collect range and angle data. System soft can create a surveillence map in platform location.

Keywords - Circular scanning, range measurement, infrared range sensor, controller

УДК 623.454.25

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

*Фисун Иван Дмитриевич, аспирант; Читава Александр Романович;
аспирант, Демидов Дмитрий Евгеньевич, аспирант*

*Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия, г.Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623*

*Адрес для корреспонденции: Фисун Иван Дмитриевич, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623*

xfisunx@gmail.com

Аннотация

Виброустойчивость, устойчивость к воздействию постоянных ускорений, и т. д. – это способность аппаратуры выполнять заданные функции с

требуемыми параметрами до, после и при (т.е. во время воздействия) соответствующем внешнем воздействии. Современная и перспективная бортовая электронная аппаратура (БЭА) эксплуатируется в широчайшем диапазоне частот как правило, без "провалов" нагрузочной кривой. Нагрузочная кривая не охватывает низкочастотного диапазона транспортной вибрации, а поскольку при многочасовом транспортировании БЭА подвергается вибрации на частотах в единицы Гц, создание системы виброизоляции с резонансной частотой f_0 ниже нижнего значения частоты диапазона транспортной вибрации попросту невозможно, отсюда необходим расчет коэффициента динамичности.

Ключевые слова

Виброустойчивость, система виброизоляции, коэффициент динамичности, бортовая аппаратура.

Введение. Суть известных принципов виброзащиты сводится к следующим положениям:

- собственные резонансы бортовой электронной аппаратуры (БЭА) должны находиться в частотных областях минимумов амплитуд ("провалов") нагрузочной кривой (так называемый метод "отпечатков пальцев");
- системы виброизоляции (СВИ), применяемые в БЭА, должны иметь резонансную частоту ниже минимальной частоты нагрузочной кривой; каких-либо жестких ограничений на величину коэффициента динамичности k_w при резонансе не оговаривалось.

Специальная БЭА эксплуатируется в широком диапазоне частот, как правило, без "провалов" нагрузочной кривой. Нагрузочная кривая не охватывает низкочастотного диапазона вибрации носителя. Поскольку при транспортировании и эксплуатации БЭА подвергается воздействию вибрации на частотах в единицы Гц, создание СВИ с резонансной частотой f_0 ниже нижнего значения частоты диапазона транспортной вибрации невозможно.

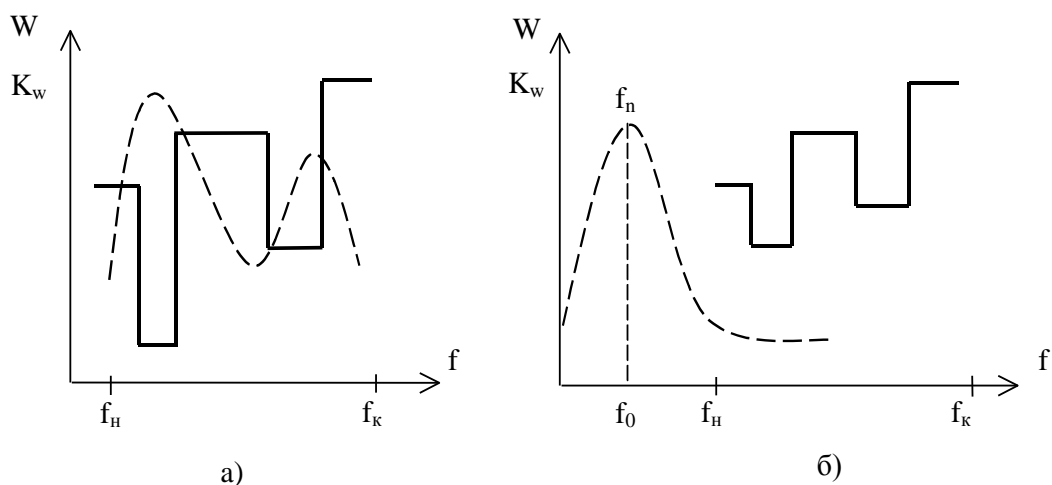


Рис. 1. Нагрузочная кривая и АЧХ БЭА

Текущие принципы построения систем виброизоляции

1. Виброзащита по методу "отпечатков пальцев" применима лишь для конструкций простой формы, имеющие ограниченную и ярко выраженную зону резонансов, частотная область которых намного уже области частот воздействующих вибронагрузок.

2. Для сложной БА, представляющей собой составную структуру со многими степенями свободы, конструктор должен ориентироваться на СВИ БЭА со следующими параметрами: резонансная частота СВИ в области 60 – 120 Гц;

3. Коэффициент динамичности при резонансе СВИ не должен превышать 10.

Обоснование области резонанса СВИ – в использовании требования системы стандартов по созданию БЭА по обеспечению отсутствия конструктивных резонансов БЭА до 40 Гц. Обоснование величины K_w – в анализе реальных требований по виброустойчивости и вибропрочности БЭА с учетом транспортных вибраций: на частотах ниже 60 Гц реально заданные виброускорения ниже гарантируемых предельно допустимых для электрорадиоэлементов примерно на порядок.

Методика оценки коэффициента динамичности СВИ на этапе проектирования.

Определение жесткости упругих элементов на основании конструктивных параметров в первом приближении можно аналитически определить, таким образом, еще на стадии графического проектирования.

На стадии проектирования конструктором задаются либо вычисляются следующие параметры:

X_{my} – максимальное перемещение элементов конструкции при чисто упругих деформациях;

X_{max} – максимальное возможное перемещение ("ход") элементов СВИ;

P_{my} – усилие, соответствующее перемещению;

P_{max} – максимальная (предельная) нагрузка на СВИ.

P_{max} оценивается по эксплуатационным требованиям, а X_{max} легко оценивается после эскизной проработки СВИ, X_{my} и P_{my} с определенной точностью могут быть рассчитаны по упрощенной реологической модели системы.

Известно, что коэффициент динамичности k_w при резонансе связан с коэффициентом поглощения энергии ψ следующим образом:

$$k_w = \frac{2\pi}{\psi}$$

В свою очередь, ψ определяется из гистерезисной петли для системы с сухим трением как отношение площади полупетли гистерезиса $S_{0,5}$ к произведению (P_{max}, X_{max}) т.е.:

$$\psi = \frac{S_{0,5}}{P_{max} X_{max}}$$

Для определения ψ на стадии эскизного проектирования предлагается следующая идеализация гистерезисной полупетли.

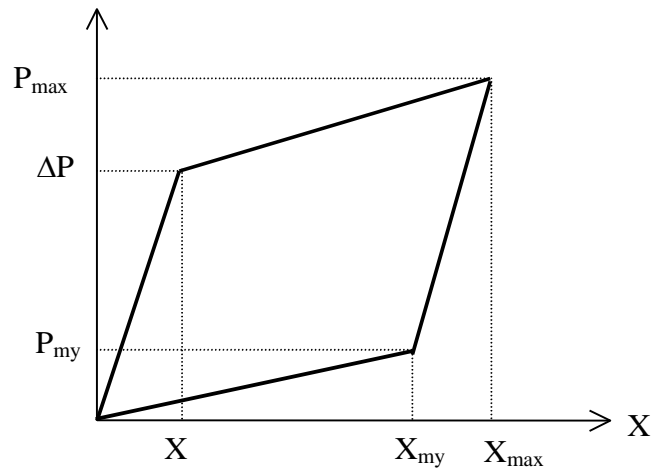


Рис. 2. Гистерезисная петля системы с сухим трением

$$\Delta P = P_{\max} - P_{\text{my}};$$

$$\Delta X = X_{\max} - X_{\text{my}}.$$

P_0 , оценивается по эксплуатационным требованиям, а X_0 легко оценивается после эскизной проработки СВИ, X_n и P_n с определенной точностью могут быть рассчитаны по упрощенной реологической модели системы.

Основой подобной идеализации является принятое упрощенное представление реальных кривых с участками "упругость – трение" и "трение – упругость" ломаными линиями, показанными на рис. пунктирами.

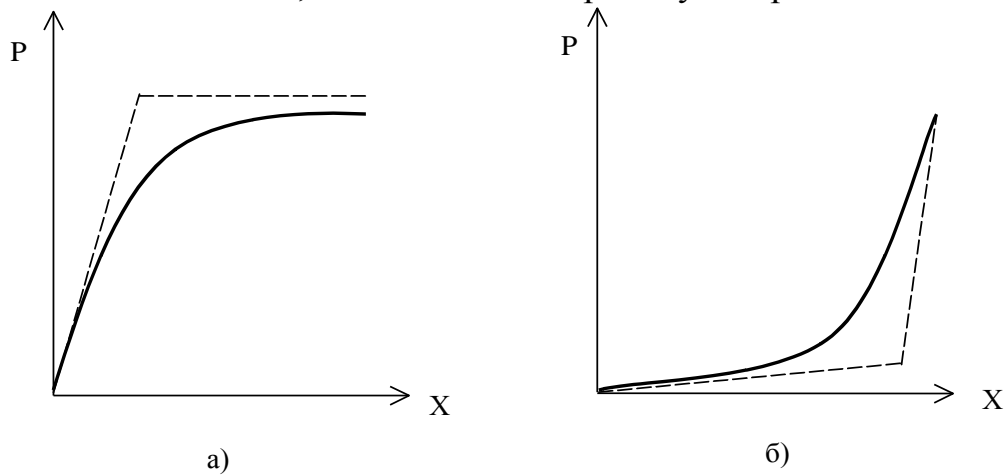


Рис. 3. Идеализация гистерезисных кривых

После несложных алгебраических выкладок получаем:

$$S_{0.5} = P_{\max} X_{\text{my}} - P_{\text{my}} X_{\text{my}},$$

откуда следует, что $\tilde{\psi} = \alpha_x - \alpha_p$,

$$\text{где } \alpha_x = \frac{x_{\text{my}}}{x_{\max}}; \alpha_p = \frac{P_{\text{my}}}{P_{\max}}.$$

Знак "тильда" над ψ указывает о приближенности оценки коэффициента поглощения энергии в СВЧ в связи с предложенной идеализацией гистерезисной полупетли.

Окончательно получаем:

$$k_w = \frac{2\pi}{(\alpha_x - \alpha_p)}$$

Формула дает завышенную оценку k_w , однако это идет "в плюс" конструктору, т.к. обычно стремятся к снижению усиления колебаний при резонансе. Для более обобщенного анализа гистерезисных зависимостей, а именно, случая негармонических колебаний, когда петля может принимать различные формы, необходимо рассчитывать площадь путем интегрирования зависимостей. В таких случаях предлагаемая методика будет существенно облегчать расчет коэффициента динамичности, поскольку требует более простых вычислений.

На рис.4-6 приведены примеры конструкции БЭА разных поколений [2,4,5].

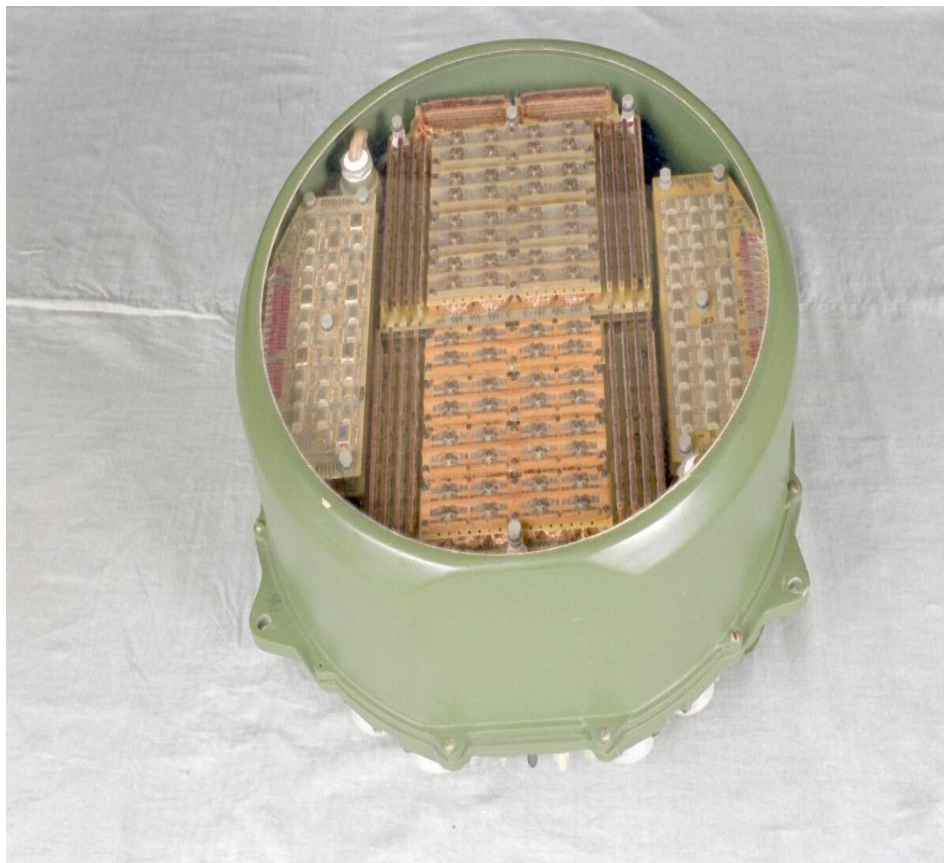


Рис. 4. Пример конструкции цифрового блока 80х годов



Рис. 5. Бортовая аппаратура 80-90х годов

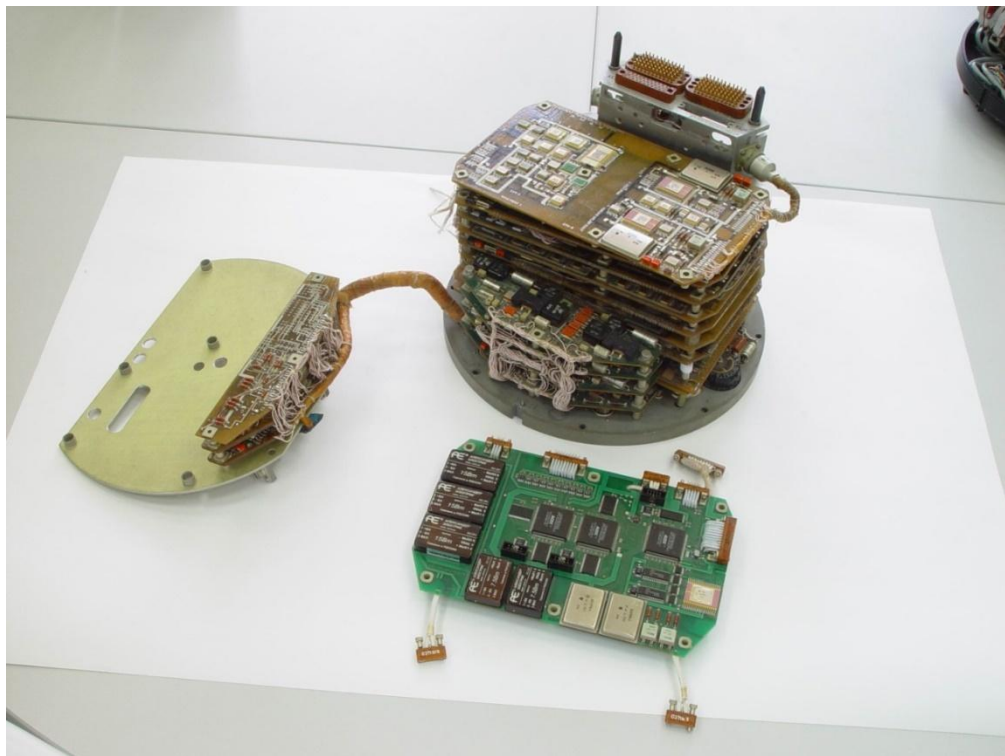


Рис. 6. Бортовой вычислитель (до 2000г. и после 2010г.)

Выводы

Из приведенных примеров видно, что по мере развития элементной базы в БЭА увеличивается количество и плотность монтажа БИС и цифровых микросхем (ПЛИС, контроллеры, процессоры), требующих качественной виброизоляции. Для современных бортовых систем следует уделить серьезное внимание расчету резонансной частоты СВЧ и коэффициента динамичности.

Также не стоит забывать про расчет резонансной частоты системы виброизоляции, а также недопустимость применения метода «отпечатков пальцев», исходя из того, что в бортовой электронной аппаратуре спектр нагрузочной кривой охватывает как высокие, так и низкие частоты.

Библиографический список:

1. www.lces.ru/vibracionnye-ispytania
2. Эдвабник В.Г., Конструкторско-технологические решения и методики расчета надежности бортовой электронной аппаратуры. Новосибирск 2015 год.
3. www.helpiks.org
4. Легкий В.Н., Топорков В.Д. Лазерные системы ближней локации: Оптоэлектронные датчики. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.-152с.
5. Легкий В.Н., Галун Б.В., Санков О.В. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2011. 450 с.

FEATURES OF CONSTRUCTING ONBOARD ELECTRONIC DEVICES

Fisun I.D., Post-graduate Student; Chitava A.R., Post-graduate Student; Demidov D.E., Post-graduate Student

Novosibirsk State Technical University, prospect of Karl Marks, 20,
tel. 383-3462623, Novosibirsk, 630073, Russian Federation
e-mail xfisunx@gmail.com

Abstract

Vibro-stability is the ability of device to do all its functions with requirement parameters before, after and while external load. Modern and perspective onboard electronic hardware is used in wide frequency range, and as a rule, without any failures in load curve. Load curve does not affects low-frequency range of transport vibration, and while many hours of transporting onboard hardware is affected by vibration at the very low frequency. Creation of vibro-stability system with its resonance frequency f_0 below the lowest value of frequency of transport vibration is simply impossible, that's way calculation coefficient of dynamism is required.

Keywords

Vibro-stability, vibration isolation, coefficient of dynamism, onboard devices.

УЧЕТ УГЛОВОЙ ШИРИНЫ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРЫ

Ющенко Валерий Павлович, доктор техн. наук, проф. каф. АИУС;
Николаев Павел Андреевич, магистрант;
Шумейко Владимир Александрович, старший преподаватель каф.
АИУС

Новосибирский государственный технический университет, 630073,
Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 383-3462623
jwp@aport2000.ru

Аннотация

На примере реконструкции точечного объекта с применением апертурного синтеза по отраженному траекторному доплеровскому сигналу путем моделирования определяется влияние угловой ширины диаграммы направленности пьезодатчика в азимутальной плоскости на качество реконструкции изображения точечного объекта.

Ключевые слова: Траекторный доплеровский сигнал, синтезированная апертура, диаграммы направленности, реконструкция, ультразвук.

1. Введение

Реконструкция изображения объектов при монохроматическом зондировании на акустических волнах в водной среде с помощью синтезированной апертуры представляет интерес для томографирования биологических объектов. Достоинством использования монохроматического сигнала является отсутствие дисперсионных искажений, проявляющихся в размывании изображения. Использование апертурного синтеза позволяет достичь радиального разрешения за счет фокусировки синтезированной апертуры на заданную дальность. Сбор информации т.е. регистрация траекторного доплеровского сигнала осуществляется доплеровским локатором, движущимся по прямолинейной траектории мимо точечного объекта с постоянной известной скоростью. Движение локатора позволяет осуществить апертурный синтез. Корреляционная обработка и реконструкция изображения изложены в работах [1-5]

Пояснения к моделированию.

Нужно учесть угловую ширину диаграммы направленности пьезодатчика в плоскости, перпендикулярной к траектории относительного движения, то есть в азимутальной плоскости как показано на рис. 1. В идеальном случае она должна быть нулевой и эта диаграмма подобно тонкому диску должна рассекать объект плоскостью этого диска. Однако используемый датчик имеет далеко не

дискообразную диаграмму. Сектор излучения в плоскости, перпендикулярной плоскости диска составлял около 20° (рис.1).

В соответствии с рисунком 1 вид траекторного сигнала и его спектр будут зависеть от глубины погружения стержня, диаметр которого 3 мм. Смоделируем влияние глубины погружения стержня.

Представим стержень многоточечной моделью длиной 5см, у которой точки расположены в ряд вдоль стержня через 1,3 х 1. При этом не будем учитывать отражение ультразвуковой волны от границы двух сред воздуха и воды. Можно предположить, что отражения от границы двух сред не улучшат результаты реконструкции реальных объектов. Этот дополнительный отрицательный фактор можно исключить или ослабить за счет сужения сектора излучения пьезодатчика с 20° до 5° . Другой путь заключается в том, чтобы эксперименты проводить на глубине, подальше от поверхности воды.

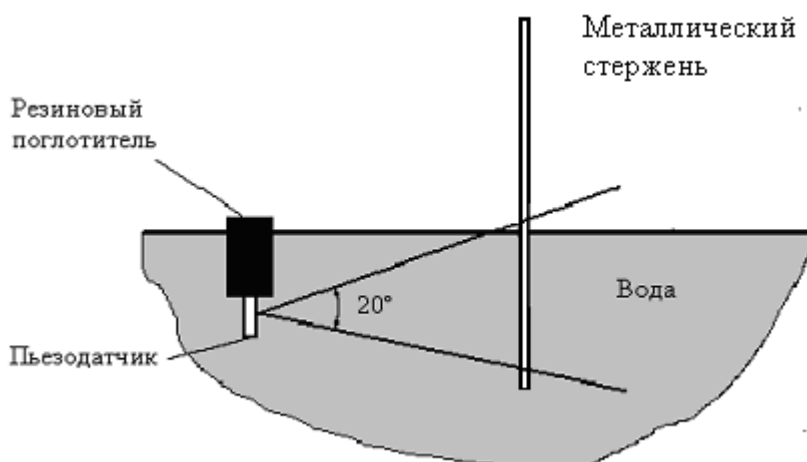


Рис. 1. Учет угловой ширины диаграммы направленности пьезодатчиков в плоскости, перпендикулярной траектории

Вернемся к модели, учитывающей недискообразный вид диаграммы пьезодатчика. Если бы диаграмма была в виде тонкого диска, то при сечении ею стержня картина сечения имела бы вид круга, диаметр которого равен толщине стержня. Но так как модель стержня представляет собой тонкую нить из близко расположенных точек, то картина сечения будет представлять собой точку. Результаты реконструкции точечного объекта известны [1,4] (рис.2) Изображение точки имеет вид восьмерки.



Рис.2– Изображение реконструированного одноточечного объекта

Ниже на рис.3,а представлен траекторный доплеровский сигнал от точечного объекта, а на рис. 3,б изображён спектр этого сигнала.

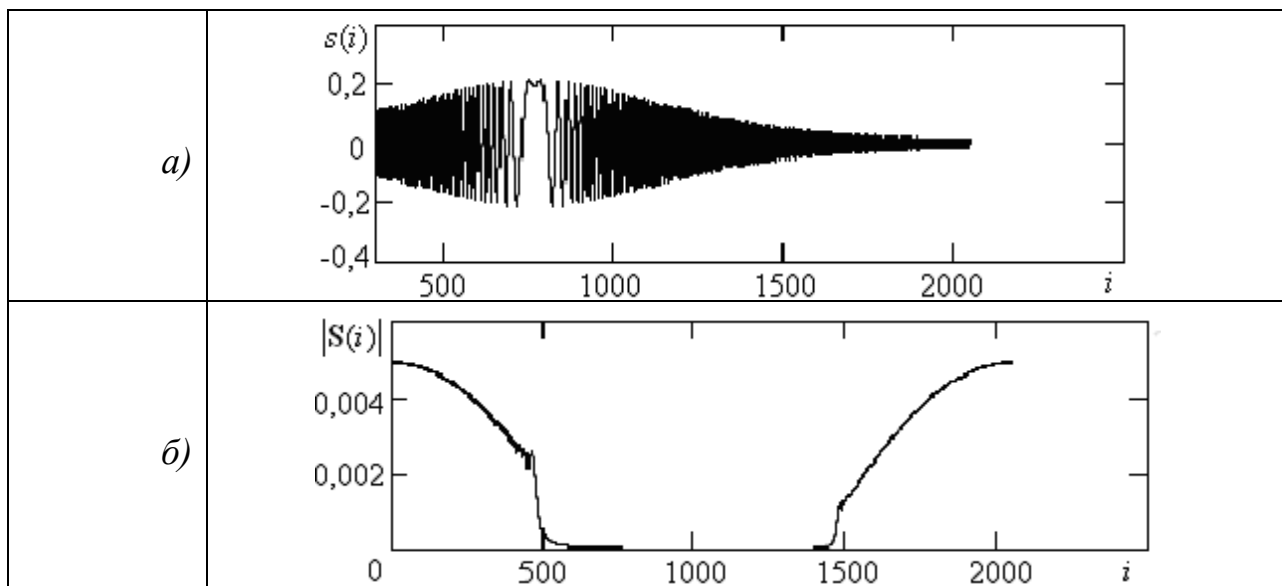


Рис.3 – Расчетные данные: а) траекторный сигнал одноточечного объекта; б) спектр траекторного сигнала

3. Результаты моделирования.

На рис. 4 представлен траекторный сигнал и его спектр, полученные с помощью многоточечной модели стержня, в виде вертикально выстроенных точек.

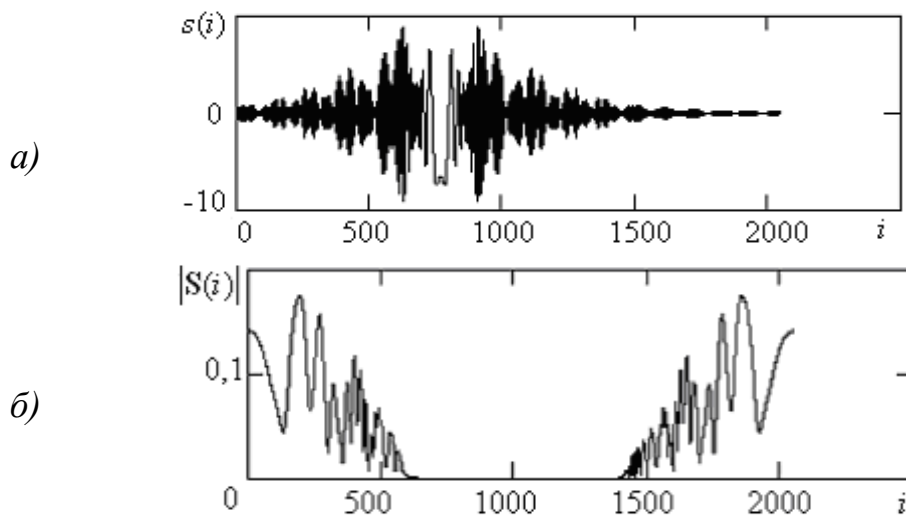


Рис.4. Результаты моделирования: а) траекторный сигнал от стержня отвертки, рассчитанный по многоточечной модели; б) спектр траекторного сигнала

Траекторный сигнал для модели можно рассчитать по формулам:

$$s(t) = e^i \frac{A}{R_i^2} \cos\left(\frac{4\pi R_i}{1}\right); \quad (1)$$

$$R_i = \sqrt{(x_c - vt)^2 + a^2 + (Di)^2}, \quad (2)$$

где A – не принципиальная постоянная; x_c – длина синтезированной апертуры; a – промах; D – расстояние между точками многоточечной модели стержня отвертки; v – относительная скорость; $i = 1, 2, 3, \dots, 30$ – номера точек модели; t – текущее время, R_i – текущее расстояние от i -й точки модели до локатора.

Таким образом, учтена длина стержня и «недискообразная» диаграмма пьезодатчика. На траекторном сигнале и его спектре по результатам моделирования протяженности стержня появилась заметная изрезанность (рис.3,*a* и рис.4,*a*). Эту изрезанность можно назвать флюктуациями. Сигнал с флюктуациями (рис.4,*a*) стал походить на реальный сигнал.

Теперь осталось выяснить, как скажется протяженность стержня на изображении его сечения после реконструкции. На рис.5,*a* показано изображение модели стержня в сечении.

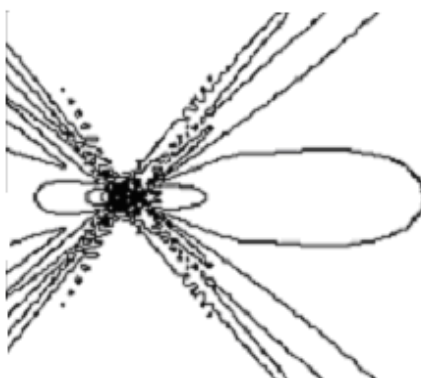


Рис. 5. Результаты модельной реконструкции: *a*) сечение стержня отвертки, построенная по траекторному сигналу (рис.4,*a*)

Выводы

1. Результаты моделирования стержня (рис.5) показали, что его протяженность приводит к флюктуациям огибающей траекторного сигнала, появлению «усов» на изображении и к размыванию границ изображения объекта.

2. При проектировании томографа нужно стремиться обеспечить диаграмму направленности пьезодатчика с минимальным угловым расхождением в азимутальной плоскости.

Библиографический список:

1. Ющенко, В. П. Доплеровское сканирование структуры объекта с помощью синтезированной апертуры [Текст] / В.П.Ющенко // Приборы и техника эксперимента. – 2001. – № 2. – С.41–45.

2. Ющенко В.П. Восстановление внутренней структуры гомогенных объектов с включенной неоднородностью [Текст] / В.П.Ющенко // Автометрия. – 2005. – Т. 41, № 1. – С. 50–57.

3.Ющенко В.П. Интерференцию можно устранить [Текст] / В.П.Ющенко // Научн. вестник. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000.- № 1 (8).-С.185–192.

4.Ющенко В.П. Метод построения изображения объекта по доплеровскому сигналу с помощью синтезированной апертуры [Текст] /

В.П.Ющенко // Научн. вестник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – № 3. – С.36–49.

5.Ющенко, В.П. Сопоставление двух методов когерентной томографии [Текст] / В.П. Ющенко // Радиотехника и электроника. – 2004. – №2. – С.196–205.

THE ACCOUNT OF ANGULAR WIDTH OF THE DIAGRAM OF THE ORIENTATION AT RECONSTRUCTION OF THE IMAGE BY MEANS OF THE SYNTHESIZED

Yushchenko Valery Pavlovich, the doctor техн. Sciences, the prof;

Nikolaev Pavel Andreevich, Graduate student;

Shumeiko Vladimir Aleksandrovich, Senior Lecture

Novosibirsk state technical university, 630073, Russia,

Novosibirsk, Charles Marx's avenue, 20, bodies.(383 3462623

jwp@aport2000.ru

Abstract. On an example of reconstruction of dot object with application of aperture synthesis on reflected Trajectory the Doppler signal by modelling influence of angular width of the diagramme of an orientation пьезодатчика in an azimuthal plane on quality of reconstruction of the image of dot object is defined.

Keywords Trajectory the Doppler signal, the synthesised aperture, orientation diagrammes, reconstruction, ultrasound.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ: КОНСТРУКЦИЯ И ДЕЙСТВИЕ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСОВ.....5

1. Аксенов Никита Алексеевич, Губин Сергей Григорьевич

Бердский Политехнический Колледж

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ ШТОКОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ БОЕПРИПАСОВ.....5

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRESSING RODS FOR SPECIAL MUNITIONS.....10

2. Волгин Андрей Александрович, Козлова Юлия Анатольевна

Новосибирский государственный технический университет

ПРАВОВОЙ РЕЖИМ СЛУЖЕБНЫХ ИЗОБРЕТЕНИЙ.....10

LEGAL REGIME OF EMPLOYEE INVENTIONS.....14

3. Вандышев Артём Максимович, Смагин Константин Владимирович, Заводова Татьяна Евгеньевна, Стыров Алексей Вадимович, Хмельников Евгений Александрович

Нижнетагильский технологический институт, филиал Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФУГАСНОСТИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ТРОТИЛА.....14

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY OF ESTIMATION OF HIGH-CAPACITY OF EXPLOSIVES BASED ON TNT.....19

4. Гилев Александр Александрович, Суслов Дмитрий Валентинович

Новосибирское высшее военное командное училище

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТАКТИКУ ДЕЙСТВИЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ.....20

DEVELOPMENT OF MODERN WEAPONS OF DESTRUCTION AND ITS EFFECT ON THE TACTICS OF THE ACTIONS OF THE UNITS.....24

5. Голицын Александр Андреевич

Филиал Института Физики полупроводников СО РАН «Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники»

ВАРИАНТЫ И СПОСОБЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПРИЦЕЛОВ ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ.....25

VARIANTS AND METHODS TO IMPROVE DIGITAL SIGHTS FOR FIREARMS.....30

6. Горовой Сергей Алексеевич Новосибирское высшее военное командное училище	
СОЗДАНИЕ ЛУЧШЕЙ В МИРЕ ТЯЖЁЛОЙ БМП НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ «АРМАТА».....	30
THE CREATION OF THE WORLD'S BEST HEAVY IFV BASED ON THE PLATFORM «ARMATA».....	34
7. Губин Сергей Григорьевич Бердский политехнический колледж	
СИНХРОННО СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-СИГНАЛИЗАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА «РАДИОБАРЬЕР».....	35
SYNCHRONOUS- NETWORK PROTOCOL OF RECONNAISSANCE – SIGNAL COMPLEX “RADIOBARYER”.....	40
8. Гуськов Анатолий Васильевич, Корнаков Евгений Александрович, Милевский Константин Евгеньевич Новосибирский государственный технический университет	
ФОРМООБРАЗОВАНИЕ УДАРНЫХ ЯДЕР.....	41
FORMATION OF THE EXPLOSIVELY FORMED PROJECTILE.....	46
9. Гуськов Анатолий Васильевич, Долматов Алексей Сергеевич, Милевский Константин Евгеньевич Новосибирский государственный технический университет	
УВЕЛИЧЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОБИТИЯ КУМУЛЯТИВНЫХ ПЕРФОРАТОРОВ.....	46
INCREASING DEPTH PIERCING OF CUMULATIVE PUNCHERS.....	51
10. Еловигов Владимир Сергеевич, Смагин Константин Владимирович, Заводова Татьяна Евгеньевна, Стыров Алексей Вадимович, Хмельников Евгений Александрович Нижнетагильский технологический институт, филиал Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина	
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ И У ЦЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОРОСТНОЙ ВИДЕОСЪЕМКИ.....	52
DEVELOPMENT OF METHOD FOR DETERMINING VELOCITY OF MOVEMENT OF AMMUNITION THE INITIAL LAUNCH PHASE AND ABOUT THE TARGET USING THE SPEED VIDEOGRAPHY.....	56
11. Иньшин Юрий Юрьевич, Тетерин Иван Васильевич Новосибирское высшее военное командное училище	
СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ГРАНАТОМЕТОВ.....	57
THE CREATION AND DEVELOPMENT OF AUTOMATIC GRENADE LAUNCHERS.....	59

- 12. Купцов Андрей Владимирович, Цыганок Виктор Николаевич**
Новосибирское высшее военное командное училище
УСТРОЙСТВО И БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МИНОМЕТОВ.....60
DEVICE AND COMBAT USE OF MORTARS.....66
- 13. Кожевников Евгений Александрович, Гидаспов Александр Александрович, Постнов Станислав Иванович, Янзин Семен Александрович**
Самарский государственный технический университет
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРА ПОВЫШЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....66
THE IMPROVEMENT OF METAL CYLINDRICAL CONFINEMENT OF HIGH-SAFETY ELECTRIC BLASTING CAP.....70
- 14. Кондратенко Павел Константинович, Попов Александр Геннадьевич, Нурмухаметов Андрей Тагирович, Тараканов Андрей Михайлович, Ганигин Сергей Юрьевич**
Самарский государственный технический университет
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСКОЛОЧНОГО ПОЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ГОТОВЫХ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПОДРЫВЕ БОЕПРИПАСА.....71
MODELING THE FRAGMENTATION OF THE FIELD AND DETERMINING THE RATE OF READY DAMAGING ELEMENT AT BLASTING AMMUNITION.....75
- 15. Новичкова Екатерина Петровна, Денисова Анастасия Антоновна, Тувышева Наталья Викторовна, Немкова Любовь Александровна, Губин Сергей Григорьевич**
Бердский политехнический колледж
15 СЛОЕВ ВОЕННОГО ОБМУНДИРОВАНИЯ.....75
15 LAYERS OF MILITARY REGIMENTALS.....80
- 16. Ольхова Тамара Ивановна, Губин Сергей Григорьевич**
Бердский политехнический колледж
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ УКУПОРКИ ДЛЯ БОЕПРИПАСОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ.....81
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PRESSING SEALING FOR SMALL ARMS AMMUNITION.....85

17. Орлов Максим Юрьевич, Богомолов Геннадий Николаевич НИИ Томский государственный университет ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЗРЫВНОМ НАГРУЖЕНИИ.....86 STUDY OF NATURAL MATERIAL UNDER EXPLOSIVE LOADING....90	
18. Поляков Максим Владимирович, Бояринцев Сергей Анатольевич Новосибирское высшее военное командное училище СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ САМОВЫТАСКИВАНИЯ БРМ – 1К.....91 PERFECTION OF MEANS SELF-EXTRACTOR BRM-1.....95	
19. Иванов Родион Сергеевич Новосибирский государственный технический университет БОЕПРИПАС С УДАРНЫМ ЯДРОМ.....96 THE MUNITION WITH THE SHOCK CORE.....101	
20. Хребтова Мария Сергеевна, Гуськов Анатолий Васильевич, Милевский Константин Евгеньевич Новосибирский государственный технический университет НОВЫЙ ТИП ВЕДУЩЕГО ПОЯСКА.....101 THE NEW TYPE OF LEADING BANDS.....107	
21. Вольф Нина Андреевна, Зезюлинский Ярослав Сергеевич, Гуськов Анатолий Васильевич, Яковлева Юлия Павловна Новосибирский государственный технический университет АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРВИЧНОЙ РЕАКЦИИ.....107 ANALYSIS OF VALUES OF PRIMARY REACTION.....112	
СЕКЦИЯ: ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ.....113	
1. Бакиров Альберт Ревальевич, Попов Александр Геннадьевич, Кондратенко Павел Константинович, Нурмухаметов Андрей Тагирович Самарский государственный технический университет ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАЗРЫВНЫЕ ЗАРЯДЫ.....113 THE RESEARCH OF MECHANIC PROCESS OF STRIKING IMPACT ON EXPLOSIVE CHARGES.....116	

2. Гуськов Анатолий Васильевич, Кузнецов Егор Алексеевич, Милевский Константин Евгеньевич, Родионов Андрей Иванович Новосибирский государственный технический университет	
ЗВЕЗДООБРАЗНЫЙ УДАРНИК ДЛЯ БРОНЕБОЙНОГО ОПЕРЁННОГО ПОДКАЛИБЕРНОГО СНАРЯДА	117
THE STAR-SHAPED DRUMMER FOR AN ARMOR-PIERCING FIN STABILIZED DISCARDING SABOT.....	122
3. Заломленков Владимир Александрович, Гидаспов Александр Александрович, Бахарев Владимир Валентинович, Парфенов Виктор Евгеньевич, Харизина Анна Михайловна Самарский государственный технический университет	
РАСКРЫТИЕ ЦИКЛА 1,3,5-ТРИАЗИНА В РЕАКЦИЯХ 3-МЕТИЛ-5-ТРИНИТРОМЕТИЛТЕТРАЗОЛО[1,5-<i>a</i>]-1,3,5-ТРИАЗИН-7-ОНА СО СПИРТАМИ.....	122
1,3,5-TRIAZINE RING CLEAVAGE IN REACTIONS OF 3-METHYL-5-TRINITROMETHYLTETRAZOLO[1,5-<i>a</i>]-1,3,5-TRIAZINE-7-ONE WITH ALCOHOLS.....	126
4. Падури́н Серге́й Викторович, Яковлев Антон Геннадьевич Специальное конструкторское бюро машиностроения, г. Курган	
БЕЗЭКИПАЖНЫЕ МОДУЛИ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН.....	127
REMOTELY CONTROLLED WEAPON STATIONS OF TRACKED VEHICLES.....	129
5. Рузич Татьяна Олеговна, Жуков Евгений Александрович Новосибирский государственный технический университет	
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ КАК ОБЪЕКТ ПАТЕНТНОГО ПРАВА.....	130
AN INDUSTRIAL DESIGN IS THE OBJECT OF A PATENT RIGHT.....	134
6. Самойлов Леонид Александрович Новосибирское высшее военное командное училище	
КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ ОТ ВЫСОКОТОЧНОГО ОРУЖИЯ.....	135
INTEGRATION OF A WAY TO PROTECT ARMORED VEHICLES AGAINST HIGH WEAPONS.....	139

7. Смеликов Владимир Георгиевич, Серeda Николай Владимирович, Пирозерский Александр Сергеевич, Лопатникова Татьяна Валерьевна, Плотников Алексей Андреевич

АО «НПО «Базальт», МГТУ им. Н.Э.Баумана

ПРИРОДА УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ВОЛН В КУМУЛЯТИВНЫХ СТРУЯХ И ПРОБИТЫХ ПРЕГРАДАХ.....140

8. Солосин Александр Евгеньевич, Перистый Анатолий Петрович

Новосибирское высшее военное командное училище

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПЛЕКТА БОЕВОЙ ЭКИПИРОВКИ СОЛДАТА.....145

IMPROVEMENT SET COMBAT GEAR SOLDIER.....150

9. Сташков Павел Евгеньевич, Шевченко Андрей Михайлович

Новосибирское высшее военное командное училище

О РАСЧЁТЕ ТРАЕКТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА НА ПАРАШЮТНОЙ СИСТЕМЕ ОКС-4.....151

ON SIMULATION OF TRAJECTORY PARAMETERS OF THE FOREBODY WITH PARACHUTE SYSTEM OKS-4.....155

10. Тринёва Екатерина Сергеевна, Губин Сергей Григорьевич

Бердский политехнический колледж

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ ФОРМ ДЛЯ ТРОТИЛОВЫХ БЛОКОВ.....155

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PRESSING THE FORMS FOR TROTYL BLOCKS.....159

СЕКЦИЯ: РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ.....160

1. Адушинова Мария Александровна¹², Коваленко Александр Сергеевич¹, Слободяненко Александр Александрович¹, Семенихин Виктор Семенович²

¹Новосибирский государственный технический университет

²Акционерное общество «НИИ измерительных приборов – Новосибирский завод имени Коминтерна»

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ЦИФРОВОГО ДИАГРАМООБРАЗОВАНИЯ В ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ.....160

THE ADVANTAGES OF PHASED ANTENNA ARRAYS DIGITAL BEAMFORMING.....163

2. Андреев Сергей Андреевич, Буднов Степан Александрович, Добрынченко Валентина Васильевна, Легкий Владимир Николаевич, Макаренко Юлия Андреевна, Матвеева Валентина Витальевна, Спитченко Анатолий Михайлович
Новосибирский государственный технический университет
КОМБИНИРОВАННАЯ ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ.....164
COMBINED OPTOELECTRONIC DETECTION SYSTEM.....166
3. Борисова Ирина Валентиновна, Легкий Владимир Николаевич, Кравец Сергей Александрович, Матвеева Валентина Витальевна, Непомнящая Виктория Владимировна
Новосибирский государственный технический университет
АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОПОДОБНЫХ ФРАГМЕНТОВ МОНОХРОМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....167
AUTOMATIC SELECTION OF OBJECT-LIKE REGIONS IN MONOCHROME IMAGES.....172
4. Борисова Ирина Валентиновна, Яковлев Григорий Дмитриевич, Кравец Сергей Александрович, Легкий Владимир Николаевич
Новосибирский государственный технический университет
СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОСОПРОВОЖДЕНИЯ ЦЕЛЕЙ173
IMAGE SEGMENTATION FOR USE IN TARGET TRACKING SYSTEMS.....178
5. Буднов Степан Александрович, Андреев Сергей Андреевич, Легкий Владимир Николаевич, Сероштанов Кирилл Владимирович
Новосибирский государственный технический университет
ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ.....179
PROCESSING OF OPTICAL SIGNALS IN OPTOELECTRONIC DEVICES.....183
6. Демидов Дмитрий Евгеньевич, Читава Александр Романович, Фисун Иван Дмитриевич
Новосибирский государственный технический университет
АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ.....183
STANDALONE SYSTEM SECURITY DEFENSE COMPANIES WITH COMPLEX INFORMATION PROCESSING OF SENSORS MONITORING AND CONTROLS.....186

7. Демидов Дмитрий Евгеньевич, Фисун Иван Дмитриевич, Читава Александр Романович

Новосибирский государственный технический университет

КОНСТРУКЦИЯ СВЧ АНТЕННОГО МОДУЛЯ.....187

THE MICROWAVE Tx/Rx MODULE DESIGN.....190

8. Гиривой Дмитрий Вадимович¹, Русский Евгений Юрьевич²

¹Новосибирский государственный технический университет

²Институт горного дела СО РАН

**СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОВЕТРИВАНИЕМ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА.....190**

ANALYSIS OF WORK OF VO SERIES MINE AXIAL

FANS IN EMERGENCY MODE.....194

9. Голицын Александр Андреевич^{1,2}; Сейфи Наталья Андреевна²

¹ Филиал Института Физики полупроводников СО РАН «Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники»,

²Новосибирский государственный технический университет

**ВИЗИРНЫЙ КАНАЛ АКТИВНО-ИМПУЛЬСНОГО ПРИБОРА
ОБНАРУЖЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УГРОЗ ПРОТИВНИКА.....195**

**THE SURVEILLANCE CHANNEL OF THE ACTIVE-PULSE DEVICE
DETECTING POTENTIAL THREATS.....198**

**10. Коваленко Александр Сергеевич, Шебалкова Любовь Васильевна,
Слободяненко Александр Александрович, Ромодин Валерий Борисович**

Новосибирский государственный технический университет

**МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ БОРТОВЫХ
СИСТЕМ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ.....199**

**DESIGN OF MICROSTRIP ARRAY ANTENNA FOR AIRBORNE
APPLICATIONS.....203**

**11. Кравец Сергей Александрович, Легкий Владимир Николаевич,
Шумейко Владимир Александрович, Яковлев Григорий Дмитриевич**

Новосибирский государственный технический университет

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ.....203**

**DEVELOPMENT OF PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF SYSTEM OF
RECOGNITION OF OBJECTS.....210**

- 12. Круглова Анна Александровна, Перевозчиков Василий Владимирович, Шебалкова Любовь Васильевна**
Новосибирский государственный технический университет
МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ СИСТЕМ БИОРАДИОЛОКАЦИОННОГО ПОИСКА.....210
MICROSTRIP ANTENNA ARRAY FOR THROUGH WALL IMAGING SYSTEM.....213
- 13. Легкий Владимир Николаевич, Литвиненко Сергей Алексеевич, Санков Олег Валерьевич**
Новосибирский государственный технический университет
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ БАЗОВОГО УЧЕБНОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРОНИКА-СХЕМОТЕХНИКА ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ ОПК.....214
TRAINING TECHNIQUE OF BASIC EDUCATIONAL PERIOD “ELECTRONICS-CIRCUIT TECHNIQUE” OF DEFENSE INDUSTRY COMPLEX INTENTIONAL LEARNING.....219
- 14. Легкий Владимир Николаевич, Семенов Василий Тимофеевич, Ващенко Никита Александрович**
Новосибирский государственный технический университет
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЕННЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ219
TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MILITARY TRANSPORT AND SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS.....223
- 15. Макаренко Юлия Андреевна, Добрынченко Валентина Васильевна, Русский Евгений Юрьевич**
Новосибирский государственный технический университет
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА, СОЗДАВАЕМОГО НА МЕСТНОСТИ ПРИ ЗАХОДЕ САМОЛЕТА НА ПОСАДКУ.....224
MEASURING COMPLEX FOR RESEARCH OF A NOISE GENERATED BY AIRCRAFT.....227
- 16. Николаев Павел Андреевич, Слободяненко Александр Александрович, Ющенко Валерий Павлович**
Новосибирский государственный технический университет
СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТИВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ.....228
SYNTHESIS OF A CONTROL SYSTEM OF THE JET ENGINE.....234

- 17. Перевозчиков Василий Владимирович, Круглова Анна Александровна, Легкий Владимир Николаевич**
Новосибирский государственный технический университет
**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ БОРТОВОГО ВАРИОМЕТРА
ЗА СЧЕТ ФИЛЬТРАЦИИ ДАННЫХ С БАРОМЕТРИЧЕСКОГО
ДАТЧИКА.....234**
**IMPROVING ACCURACY OF ONBOARD VARIO BY FILTERING DATA
FROM BAROMETRIC SENSOR.....240**
- 18. Сероштанов Кирилл Владимирович, Батурин Андрей Геннадьевич, Буднов Степан Александрович, Андреев Сергей Андреевич, Легкий Владимир Николаевич**
Новосибирский государственный технический университет
**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАВИННЫХ ФОТОДИОДОВ В
РЕЖИМЕ ГЕЙГЕРА В СИСТЕМАХ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....241**
**SPECTS OF GEIGER MODE AVALANCHE PHOTODIODES
APPLICATION IN TWOFOLD FUNCTION SYSTEMS.....245**
- 19. Слободяненко Александр Александрович, Адушинова Мария Александровна, Коваленко Александр Сергеевич**
Новосибирский государственный технический университет
**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БОРТОВЫХ ФАЗИРОВАННЫХ
АНТЕННЫХ РЕШЕТОК.....246**
PRINCIPLES OF CONSTRUCTION BOARD PHASED ARRAYS.....249
- 20. Слободяненко Александр Александрович, Ромодин Валерий Борисович, Коваленко Александр Сергеевич, Шебалкова Любовь Васильевна**
Новосибирский государственный технический университет
**ФАЗИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ ДЛЯ СИСТЕМ БЛИЖНЕЙ
ЛОКАЦИИ.....249**
PHASED ARRAY SYSTEMS LOCATIONS NEAR252
- 21. Спитченко Анатолий Михайлович, Добрынченко Валентина Васильевна, Макаренко Юлия Андреевна**
Новосибирский государственный технический университет
ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА КРУГОВОГО ОБЗОРА.....253
CIRCULAR SCANNING OPTO-ELECTRONIC SYSTEM258
- 22. Фисун Иван Дмитриевич, Читава Александр Романович, Демидов Дмитрий Евгеньевич**
Новосибирский государственный технический университет
**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ
УСТРОЙСТВ.....258**
**FEATURES OF CONSTRUCTING ONBOARD
ELECTRONIC DEVICES.....264**

23. Ющенко Валерий Павлович , Николаев Павел Андреевич, Шумейко Владимир Александрович

Новосибирский государственный технический университет

УЧЕТ УГЛОВОЙ ШИРИНЫ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРЫ.....265

THE ACCOUNT OF ANGULAR WIDTH OF THE DIAGRAM OF THE ORIENTATION AT RECONSTRUCTION OF THE IMAGE BY MEANS OF THE SYNTHESIZED269

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Наука Промышленность Оборона

Труды XVII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

г. Новосибирск, 20-22 апреля 2016 г.

Том 2

Под редакцией *С.Д. Саленко*

Компьютерная верстка: *Вольф Н.А.*

Подписано в печать 16.06.2016 г. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная
Тираж 100 экз. Уч.-изд.л. 16,5. Печ.л. 17,75. Заказ № 937

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
Тел: (383)-346-31-87