

# ПРОТИВОКЛОПНЕ ВОЂЕНЕ РАКЕТЕ

Др Милош Марковић, доцент

Универзитет у Београду  
Машински факултет

**Катедра за системе наоружања**

Новембар 1, 2019

## Шта представљају противоклопне вођене ракете?

Противоклопне вођене ракете, противтенковске вођене ракете, као што сам назив говори је вођена или самонавођена ракета са циљем да се онеспособи или уништи тешко оклопно возило (тенк).

## Да ли противоклопне ракете могу гађати друге типове циљева?

- Командно информационе системе, бункере;
- Артиљеријске јединице;
- Лака и средње оклопљена возила (пример извиђачког возила);
- Мале патролне чамце, бродове...

# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем управљања;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жirosкоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем **управљања**;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жirosкоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем **управљања**;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жirosкоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем **управљања**;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жirosкоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем **управљања**;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жirosкоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем **управљања**;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жirosкоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем **управљања**;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жироскоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

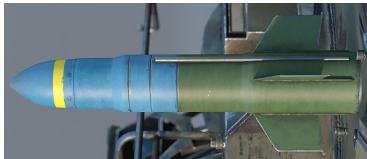
# Основни подсклопови вођене противоклопне ракете

- Подсистем **вођења**;
- Подсистем **управљања**;
- Подсистем **главе за самонавођење** (самонавођене ракете);
- Подсистем **бојеве главе са упаљачем**;
- **Ракетни мотор** (стартни ракетни мотор/маршевски ракетни мотор);
- **Аеродинамичке површине**;
- **Аутопилот** (контролер, акцелерометар, жirosкоп и један део управљања (актуатор));
- **Извор енергије**.

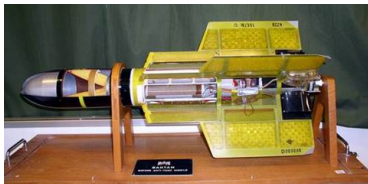
# Примери прве генерације противоклопних вођених ракета



(Malyutka ATGM)



(Swingfire ATGM)

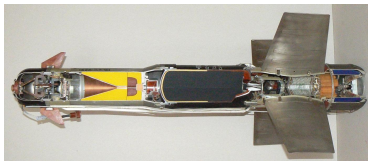


(Bantam AGTM)



(Cobra AGTM)

# Примери друге генерације противоклопних вођених ракета



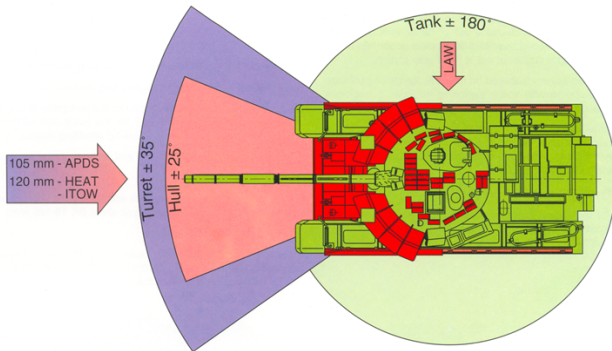
(Fagot ATGM)



(TOW ATGM)



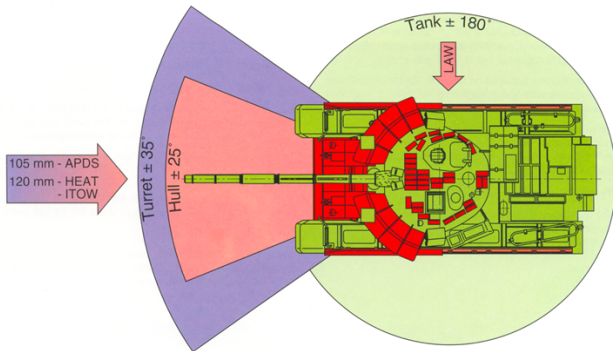
# Четири основна приступа тенку



Четири основна приступа противоклопне ракете тенку са ЕРО су:

1. Фронтални напад са угловима приступа  $q < 50^\circ$ ,
2. Бочни и кружни напад са угловима приступа  $q = 50^\circ \div 120^\circ$ ,
3. Напад од позади са угловима приступа  $q = 120^\circ \div 180^\circ$ ,
4. Напад из горње полусфере са свим приступним угловима.

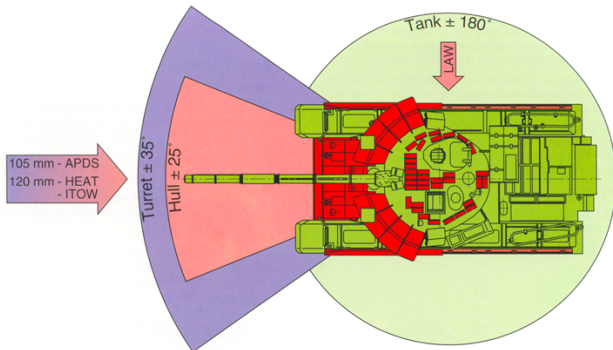
# Четири основна приступа тенку



Четири основна приступа противоклопне ракете тенку са ЕРО су:

1. Фронтални напад са угловима приступа  $q < 50^\circ$ ,
2. Бочни и кружни напад са угловима приступа  $q = 50^\circ \div 120^\circ$ ,
3. Напад од позади са угловима приступа  $q = 120^\circ \div 180^\circ$ ,
4. Напад из горње полусфере са свим приступним угловима.

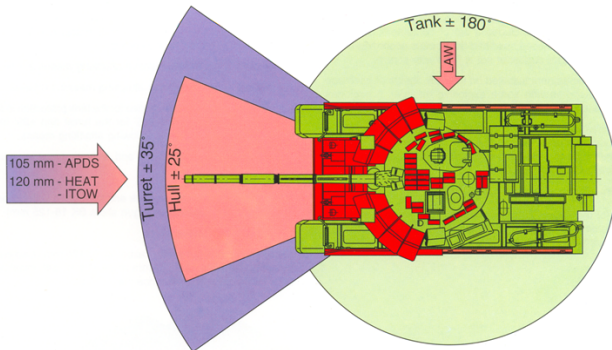
# Четири основна приступа тенку



Четири основна приступа противоклопне ракете тенку са ЕРО су:

1. Фронтални напад са угловима приступа  $q < 50^\circ$ ,
2. Бочни и кружни напад са угловима приступа  $q = 50^\circ \div 120^\circ$ ,
3. Напад од позади са угловима приступа  $q = 120^\circ \div 180^\circ$ ,
4. Напад из горње полусфере са свим приступним угловима.

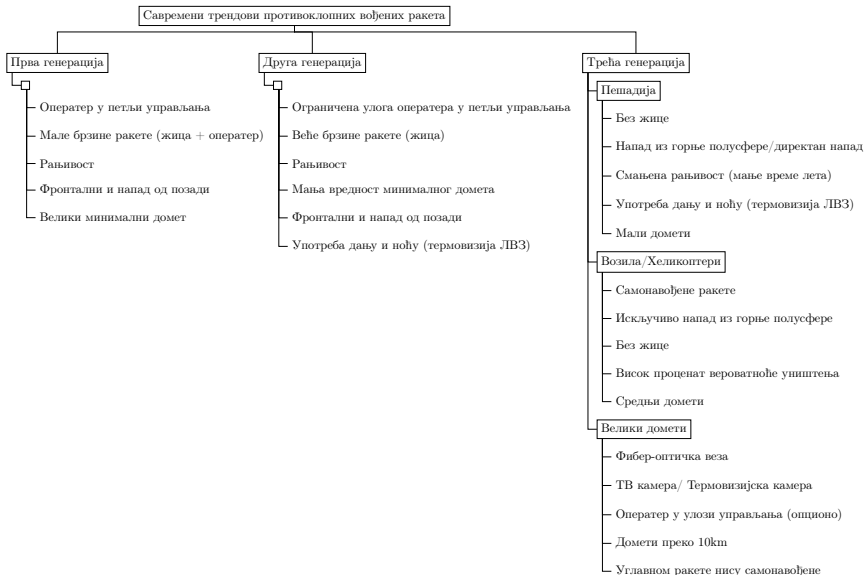
# Четири основна приступа тенку



Четири основна приступа противоклопне ракете тенку са ЕРО су:

1. Фронтални напад са угловима приступа  $q < 50^\circ$ ,
2. Бочни и кружни напад са угловима приступа  $q = 50^\circ \div 120^\circ$ ,
3. Напад од позади са угловима приступа  $q = 120^\circ \div 180^\circ$ ,
4. Напад из горње полусфере са свим приступним угловима.

# Савремени трендови противоклопних вођених ракета



# Прва генерација противоклопних ракета

Прва генерација ПОР поседује ручно управљање линије визирања циља и типични максимални домети су око 1.5-2 km. Недојаци ракета прве генерације:

1. Веома тешка улога оператера који мора симултано да прати и циљ и ракету у реалном времену, да генерише (горе-доле/лево-десно) команде путем joystick-а и преко везе (жица) шаље ракети. Вероватноћа поготка зависи од обучености и спремности оператера да у реалним условима изврши квалитетно вођење ракете.
2. Брзина одмотавања жице и време реаговања оператера у току вођења ракете зависе директно од брзине ракете у току лета која се креће око  $100 \div 180 m/s$ . Ракетни систем са оператером на бојном пољу су рањиви и изложени дејству непријатељске снаге због малих брзина.
3. Могућност напада се може извршити фронтално или од позади што смањује вероватноћу уништења.
4. Велика вредност минималне удаљености зависи од времена уочавања ракете кроз оптику и увођење ракете у тунел вођења, узимајући у обзир и ограничену могућност маневрисања у почетној фази лета.

# Прва генерација противоклопних ракета

Прва генерација ПОР поседује ручно управљање линије визирања циља и типични максимални домети су око 1.5-2 km. Недојаци ракета прве генерације:

1. Веома тешка улога оператера који мора симултано да прати и циљ и ракету у реалном времену, да генерише (горе-доле/лево-десно) команде путем joystick-а и преко везе (жица) шаље ракети. Вероватноћа поготка зависи од обучености и спремности оператера да у реалним условима изврши квалитетно вођење ракете.
2. Брзина одмотавања жице и време реаговања оператера у току вођења ракете зависе директно од брзине ракете у току лета која се креће око  $100 \div 180 m/s$ . Ракетни систем са оператером на бојном пољу су рањиви и изложени дејству непријатељске снаге због малих брзина.
3. Могућност напада се може извршити фронтално или од позади што смањује вероватноћу уништења.
4. Велика вредност минималне удаљености зависи од времена уочавања ракете кроз оптику и увођење ракете у тунел вођења, узимајући у обзир и ограничену могућност маневрисања у почетној фази лета.

# Прва генерација противоклопних ракета

Прва генерација ПОР поседује ручно управљање линије визирања циља и типични максимални домети су око 1.5-2 km. Недојаци ракета прве генерације:

1. Веома тешка улога оператера који мора симултано да прати и циљ и ракету у реалном времену, да генерише (горе-доле/лево-десно) команде путем joystick-а и преко везе (жица) шаље ракети. Вероватноћа поготка зависи од обучености и спремности оператера да у реалним условима изврши квалитетно вођење ракете.
2. Брзина одмотавања жице и време реаговања оператера у току вођења ракете зависе директно од брзине ракете у току лета која се креће око  $100 \div 180 m/s$ . Ракетни систем са оператером на бојном пољу су рањиви и изложени дејству непријатељске снаге због малих брзина.
3. Могућност напада се може извршити фронтално или од позади што смањује вероватноћу уништења.
4. Велика вредност минималне удаљености зависи од времена уочавања ракете кроз оптику и увођење ракете у тунел вођења, узимајући у обзир и ограничену могућност маневрисања у почетној фази лета.

# Прва генерација противоклопних ракета

Прва генерација ПОР поседује ручно управљање линије визирања циља и типични максимални домети су око 1.5-2 km. Недојаци ракета прве генерације:

1. Веома тешка улога оператера који мора симултано да прати и циљ и ракету у реалном времену, да генерише (горе-доле/лево-десно) команде путем joystick-а и преко везе (жица) шаље ракети. Вероватноћа поготка зависи од обучености и спремности оператера да у реалним условима изврши квалитетно вођење ракете.
2. Брзина одмотавања жице и време реаговања оператера у току вођења ракете зависе директно од брзине ракете у току лета која се креће око  $100 \div 180 m/s$ . Ракетни систем са оператером на бојном пољу су рањиви и изложени дејству непријатељске снаге због малих брзина.
3. Могућност напада се може извршити фронтално или од позади што смањује вероватноћу уништења.
4. Велика вредност минималне удаљености зависи од времена уочавања ракете кроз оптику и увођење ракете у тунел вођења, узимајући у обзир и ограничену могућност маневрисања у почетној фази лета.

# Друга генерација противоклопних ракета

Релативне предности друге генерације у односу на предходника је увођење полу-аутоматске петље управљања линијом визирања циља као и:

1. Од оператера се захтева само праћење циља. Од оператера се не захтева праћење ракете које се обезбеђује преко инфрацрвеног гониометра који генерише команде вођења а који се реализују аутоматски преко система на лансеру. Искључивањем оператера из петље вођења ракете повећава се вероватноћа погађања.
2. Могућност повећања брзине ракете од око  $150 \div 280 m/s$  постиже се елиминисањем оператера из вођења.
3. Редуковањем величине крила повећавањем брзине ракете доводи до могућности лансирања из цевних лансера и смањења поремећаја у првој фази лета.

# Друга генерација противоклопних ракета

Релативне предности друге генерације у односу на предходника је увођење полу-аутоматске петље управљања линијом визирања циља као и:

1. Од оператора се захтева само праћење циља. Од оператора се не захтева праћење ракете које се обезбеђује преко инфрацрвеног гониометра који генерише команде вођења а који се реализују аутоматски преко система на лансеру. Искључивањем оператора из петље вођења ракете повећава се вероватноћа погађања.
2. Могућност повећања брзине ракете од око  $150 \div 280 m/s$  постиже се елиминисањем оператора из вођења.
3. Редуковањем величине крила повећавањем брзине ракете доводи до могућности лансирања из цевних лансера и смањења поремећаја у првој фази лета.

# Друга генерација противоклопних ракета

Релативне предности друге генерације у односу на предходника је увођење полу-аутоматске петље управљања линијом визирања циља као и:

1. Од оператера се захтева само праћење циља. Од оператера се не захтева праћење ракете које се обезбеђује преко инфрацрвеног гониометра који генерише команде вођења а који се реализују аутоматски преко система на лансеру. Искључивањем оператера из петље вођења ракете повећава се вероватноћа погађања.
2. Могућност повећања брзине ракете од око  $150 \div 280 m/s$  постиже се елиминисањем оператера из вођења.
3. Редуковањем величине крила повећавањем брзине ракете доводи до могућности лансирања из цевних лансера и смањења поремећаја у првој фази лета.

## Мане друге генерације противоклопних ракета:

1. Иако је брзина ракете повећана на  $150 \div 280 m/s$ , још увек је максимално време лета на максималном домету  $10 \div 15s$  велико тако да су ракетни систем и посада и даље рањиви на бојном пољу.
2. Ако се узме у обзир лансирање са земље већи део ракета друге генерације врши напад фронтално или од позади што је и даље велики недостатак као и са првом генерацијом.

## Мане друге генерације противоклопних ракета:

1. Иако је брзина ракете повећана на  $150 \div 280 m/s$ , још увек је максимално време лета на максималном домету  $10 \div 15s$  велико тако да су ракетни систем и посада и даље рањиви на бојном пољу.
2. Ако се узме у обзир лансирање са земље већи део ракета друге генерације врши напад фронтално или од позади што је и даље велики недостатак као и са првом генерацијом.

## Мане друге генерације противоклопних ракета:

1. Иако је брзина ракете повећана на  $150 \div 280 m/s$ , још увек је максимално време лета на максималном домету  $10 \div 15s$  велико тако да су ракетни систем и посада и даље рањиви на бојном пољу.
2. Ако се узме у обзир лансирање са земље већи део ракета друге генерације врши напад фронтално или од позади што је и даље велики недостатак као и са првом генерацијом.

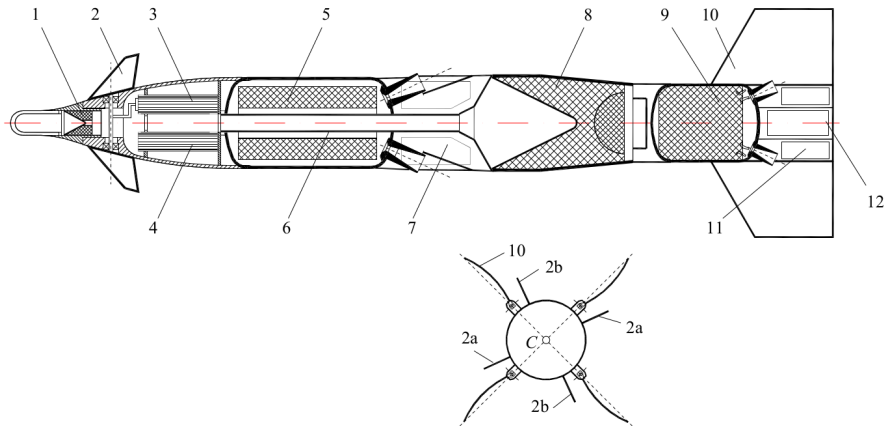
Мане друге генерације противоклопних ракета:

1. Иако је брзина ракете повећана на  $150 \div 280 m/s$ , још увек је максимално време лета на максималном домету  $10 \div 15s$  велико тако да су ракетни систем и посада и даље рањиви на бојном пољу.
2. Ако се узме у обзир лансирање са земље већи део ракета друге генерације врши напад фронтално или од позади што је и даље велики недостатак као и са првом генерацијом.

Мане друге генерације противоклопних ракета:

1. Иако је брзина ракете повећана на  $150 \div 280 m/s$ , још увек је максимално време лета на максималном домету  $10 \div 15s$  велико тако да су ракетни систем и посада и даље рањиви на бојном пољу.
2. Ако се узме у обзир лансирање са земље већи део ракета друге генерације врши напад фронтално или од позади што је и даље велики недостатак као и са првом генерацијом.

# Пример противоклопне ракете друге генерације



1-предчистач, 2-канари, 3- актуаторска јединица, 4-извор енергије, 5-стартни ракетни мотор, 6-струјна цев, 7-аутопилот, 8-основна бојева глава, 9-марш ракетни мотор, 10-стабилизатори, 11-ласерски пријемник, 12-трасер

# Трећа генерација противоклопних ракета

Предности ракета треће генерације су:

1. Самонавођене ракете са могућношћу напада из горње полусфере;
2. Смањена вредност минималног домета;
3. Веће вредности приступних углова у терминалној фази (повећање перформанси бојеве главе);
4. Смањена вредност коефицијента отпора како би се редуковала маса ракете имајући у виду захтеве за брзином што је директно у вези са перформансама погонске групе;
5. Ограничење у избору калибра ракете, виткости ракете  $L/D$  са аспекта практичности и конструктивних разлога;
6. Побољшане карактеристике тандем кумулативне бојеве главе против футуристичких оклопа и заштите;
7. Композитна структура у циљу смањења масе.

# Трећа генерација противоклопних ракета

Предности ракета треће генерације су:

1. Самонавођене ракете са могућношћу напада из горње полусфере;
2. Смањена вредност минималног домета;
3. Веће вредности приступних углова у терминалној фази (повећање перформанси бојеве главе);
4. Смањена вредност коефицијента отпора како би се редуковала маса ракете имајући у виду захтеве за брзином што је директно у вези са перформансама погонске групе;
5. Ограничење у избору калибра ракете, виткости ракете  $L/D$  са аспекта практичности и конструктивних разлога;
6. Побољшане карактеристике тандем кумулативне бојеве главе против футуристичких оклопа и заштите;
7. Композитна структура у циљу смањења масе.

# Трећа генерација противоклопних ракета

Предности ракета треће генерације су:

1. Самонавођене ракете са могућношћу напада из горње полусфере;
2. Смањена вредност миниманог домета;
3. Веће вредности приступних углова у терминалној фази (повећање перформанси бојеве главе);
4. Смањена вредност коефицијента отпора како би се редуковала маса ракете имајући у виду захтеве за брзином што је директно у вези са перформансама погонске групе;
5. Ограничење у избору калибра ракете, виткости ракете  $L/D$  са аспекта практичности и конструктивних разлога;
6. Побољшане карактеристике тандем кумулативне бојеве главе против футуристичких оклопа и заштите;
7. Композитна структура у циљу смањења масе.

# Трећа генерација противоклопних ракета

Предности ракета треће генерације су:

1. Самонавођене ракете са могућношћу напада из горње полусфере;
2. Смањена вредност минималног домета;
3. Веће вредности приступних углова у терминалној фази (повећање перформанси бојеве главе);
4. Смањена вредност коефицијента отпора како би се редуковала маса ракете имајући у виду захтеве за брзином што је директно у вези са перформансама погонске групе;
5. Ограничење у избору калибра ракете, виткости ракете  $L/D$  са аспекта практичности и конструктивних разлога;
6. Побољшане карактеристике тандем кумулативне бојеве главе против футуристичких оклопа и заштите;
7. Композитна структура у циљу смањења масе.

# Трећа генерација противоклопних ракета

Предности ракета треће генерације су:

1. Самонавођене ракете са могућношћу напада из горње полусфере;
2. Смањена вредност миниманог домета;
3. Веће вредности приступних углова у терминалној фази (повећање перформанси бојеве главе);
4. Смањена вредност коефицијента отпора како би се редуковала маса ракете имајући у виду захтеве за брзином што је директно у вези са перформансама погонске групе;
5. Ограничење у избору калибра ракете, виткости ракете  $L/D$  са аспекта практичности и контруктивних разлога;
6. Побољшане карактеристике тандем кумулативне бојеве главе против футуристичких оклопа и заштите;
7. Композитна структура у циљу смањења масе.

# Трећа генерација противоклопних ракета

Предности ракета треће генерације су:

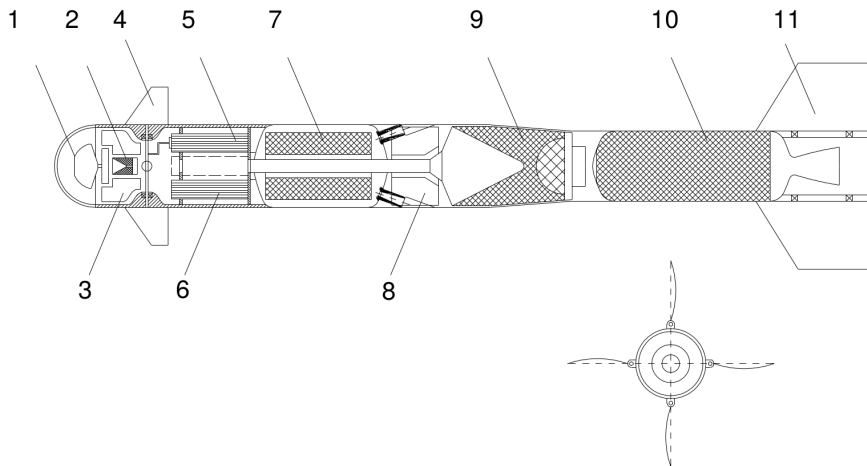
1. Самонавођене ракете са могућношћу напада из горње полусфере;
2. Смањена вредност миниманог домета;
3. Веће вредности приступних углова у терминалној фази (повећање перформанси бојеве главе);
4. Смањена вредност коефицијента отпора како би се редуковала маса ракете имајући у виду захтеве за брзином што је директно у вези са перформансама погонске групе;
5. Ограничење у избору калибра ракете, виткости ракете  $L/D$  са аспекта практичности и конструктивних разлога;
6. Побољшане карактеристике тандем кумулативне бојеве главе против футуристичких оклопа и заштите;
7. Композитна структура у циљу смањења масе.

# Трећа генерација противоклопних ракета

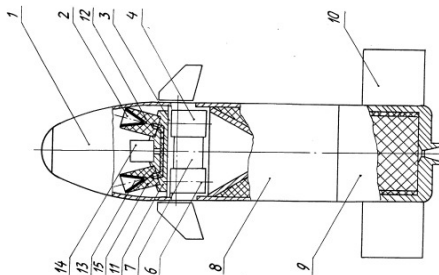
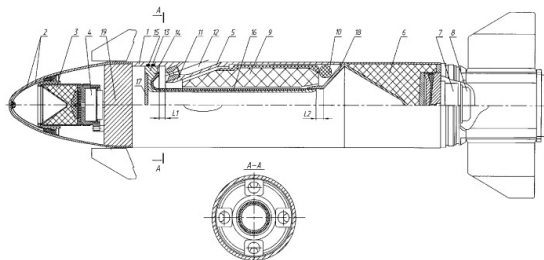
Предности ракета треће генерације су:

1. Самонавођене ракете са могућношћу напада из горње полусфере;
2. Смањена вредност миниманог домета;
3. Веће вредности приступних углова у терминалној фази (повећање перформанси бојеве главе);
4. Смањена вредност коефицијента отпора како би се редуковала маса ракете имајући у виду захтеве за брзином што је директно у вези са перформансама погонске групе;
5. Ограничење у избору калибра ракете, виткости ракете  $L/D$  са аспекта практичности и конструктивних разлога;
6. Побољшане карактеристике тандем кумулативне бојеве главе против футуристичких оклопа и заштите;
7. Композитна структура у циљу смањења масе.

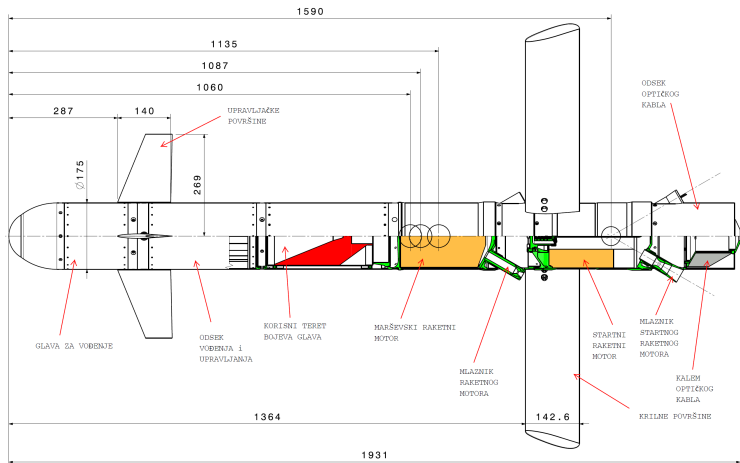
# Пример противоклопне ракете треће генерације



1-глава за самонавођење, 2-предчистач, 3- блок електронике главе за самонавођење, 4-канари, 5- актуаторска јединица, 6-извор енергије, 7-стартни мотор, 8-аутопилот, 9-основна бојева глава, 10-марш мотор, 11-стабилизатори



# Пример противоклопне ракете треће генерације



# Тактичко технички захтеви за противоклопни ракетни систем треће генерације

- **Глава за самонавођење и напад из горње полусфере.**
- Уништење свих типова оклопа укључујући **Експлозивно Реактивне Оклопе (ЕРО)**.
- Смањити минималан домет.
- Повећати **угао напада у терминалној фази** због повећања ефикасности бојеве главе.
- Цевно лансирање са могућношћу модуларног типа и интеграције на различите платформе.
- Смањити калибар ракете, дужину и **L/D** однос из практичних и аеродинамичких разлога.
- Разматрати диспозицију подсклопова.

# Тактичко технички захтеви за противоклопни ракетни систем треће генерације

- Глава за самонавођење и **напад из горње полусфере**.
- Уништење свих типова оклопа укључујући **Експлозивно Реактивне Оклопе** (ЕРО).
- Смањити минималан домет.
- Повећати **угао напада у терминалној фази** због повећања ефикасности бојеве главе.
- Цевно лансирање са могућношћу модуларног типа и интеграције на различите платформе.
- Смањити калибар ракете, дужину и **L/D** однос из практичних и аеродинамичких разлога.
- Разматрати диспозицију подсклопова.

# Тактичко технички захтеви за противоклопни ракетни систем треће генерације

- Глава за самонавођење и **напад из горње полусфере**.
- Уништење свих типова оклопа укључујући **Експлозивно Реактивне Оклопе** (ЕРО).
- Смањити минималан домет.
- Повећати **угао напада у терминалној фази** због повећања ефикасности бојеве главе.
- Цевно лансирање са могућношћу модуларног типа и интеграције на различите платформе.
- Смањити калибар ракете, дужину и **L/D** однос из практичних и аеродинамичких разлога.
- Разматрати диспозицију подсклопова.

# Тактичко технички захтеви за противоклопни ракетни систем треће генерације

- Глава за самонавођење и **напад из горње полусфере**.
- Уништење свих типова оклопа укључујући **Експлозивно Реактивне Оклопе** (ЕРО).
- Смањити минималан домет.
- Повећати **угао напада у терминалној фази** због повећања ефикасности бојеве главе.
- Цевно лансирање са могућношћу модуларног типа и интеграције на различите платформе.
- Смањити калибар ракете, дужину и **L/D** однос из практичних и аеродинамичких разлога.
- Разматрати диспозицију подсклопова.

# Тактичко технички захтеви за противоклопни ракетни систем треће генерације

- Глава за самонавођење и **напад из горње полусфере**.
- Уништење свих типова оклопа укључујући **Експлозивно Реактивне Оклопе** (ЕРО).
- Смањити минималан домет.
- Повећати **угао напада у терминалној фази** због повећања ефикасности бојеве главе.
- Цевно лансирање са могућношћу модуларног типа и интеграције на различите платформе.
- Смањити калибар ракете, дужину и **L/D** однос из практичних и аеродинамичких разлога.
- Разматрати диспозицију подсклопова.

# Тактичко технички захтеви за противоклопни ракетни систем треће генерације

- Глава за самонавођење и **напад из горње полусфере**.
- Уништење свих типова оклопа укључујући **Експлозивно Реактивне Оклопе** (ЕРО).
- Смањити минималан домет.
- Повећати **угао напада у терминалној фази** због повећања ефикасности бојеве главе.
- Цевно лансирање са могућношћу модуларног типа и интеграције на различите платформе.
- Смањити калибар ракете, дужину и **L/D** однос из практичних и аеродинамичких разлога.
- Разматрати диспозицију подсклопова.

# Тактичко технички захтеви за противоклопни ракетни систем треће генерације

- Глава за самонавођење и **напад из горње полусфере**.
- Уништење свих типова оклопа укључујући **Експлозивно Реактивне Оклопе** (ЕРО).
- Смањити минималан домет.
- Повећати **угао напада у терминалној фази** због повећања ефикасности бојеве главе.
- Цевно лансирање са могућношћу модуларног типа и интеграције на различите платформе.
- Смањити калибар ракете, дужину и **L/D** однос из практичних и аеродинамичких разлога.
- Разматрати диспозицију подсклопова.

# Технички захтеви за подсистеме противоклопне ракете треће генерације

- **Тандем кумулативна бојева глава.**
- **Композитна** структура у циљу смањења масе ракете.
- Безбедно руковање и складиштење ракете у свим условима.
- Чврсто гориво **бустер/марш мотора** у циљу обезбеђивања захтеваног профила брзине.
- **IIR/MMW** глава за самонавођење.
- **Термалне** батерије са малим временом активације и дугим временом складиштења за потребе напајања струјом.

# Технички захтеви за подсистеме противоклопне ракете треће генерације

- **Тандем кумулативна бојева глава.**
- **Композитна** структура у циљу смањења масе ракете.
  - Безбедно руковање и складиштење ракете у свим условима.
  - Чврсто гориво **бустер/марш мотора** у циљу обезбеђивања захтеваног профила брзине.
  - **IIR/MMW** глава за самонавођење.
  - **Термалне** батерије са малим временом активације и дугим временом складиштења за потребе напајања струјом.

# Технички захтеви за подсистеме противоклопне ракете треће генерације

- **Тандем кумулативна бојева глава.**
- **Композитна** структура у циљу смањења масе ракете.
- Безбедно руковање и складиштење ракете у свим условима.
- Чврсто гориво **бустер/марш мотора** у циљу обезбеђивања захтеваног профила брзине.
- **IIR/MMW** глава за самонавођење.
- **Термалне** батерије са малим временом активације и дугим временом складиштења за потребе напајања струјом.

# Технички захтеви за подсистеме противоклопне ракете треће генерације

- **Тандем кумулативна бојева глава.**
- **Композитна** структура у циљу смањења масе ракете.
- Безбедно руковање и складиштење ракете у свим условима.
- Чврсто гориво **бустер/марш мотора** у циљу обезбеђивања захтеваног профила брзине.
- **IIR/MMW** глава за самонавођење.
- **Термалне** батерије са малим временом активације и дугим временом складиштења за потребе напајања струјом.

# Технички захтеви за подсистеме противоклопне ракете треће генерације

- **Тандем кумулативна бојева глава.**
- **Композитна** структура у циљу смањења масе ракете.
- Безбедно руковање и складиштење ракете у свим условима.
- Чврсто гориво **бустер/марш мотора** у циљу обезбеђивања захтеваног профила брзине.
- **IIR/MMW** глава за самонавођење.
- **Термалне** батерије са малим временом активације и дугим временом складиштења за потребе напајања струјом.

# Технички захтеви за подсистеме противоклопне ракете треће генерације

- **Тандем кумулативна бојева глава.**
- **Композитна** структура у циљу смањења масе ракете.
- Безбедно руковање и складиштење ракете у свим условима.
- Чврсто гориво **бустер/марш мотора** у циљу обезбеђивања захтеваног профила брзине.
- **IIR/MMW** глава за самонавођење.
- **Термалне** батерије са малим временом активације и дугим временом складиштења за потребе напајања струјом.

# Димензиони захтеви противоклопних ракета треће генерације

- Избор калибра зависи од много фактора, и у већини случајева диктира димензионо пројектовање осталих подсистема. Увек мора постојати неколико решења. Може се десити да постоји захтев при максималној виткости  $L/D$  ракете.
- Могућа конфигурација чврстог ракетног горива која испуњава захтеве промене потиска у времену (површина сагоревања, брзина сагоревања, дебљина свода) и обезбеђивање максимума испуњености ракетне коморе.
- Аеродинамичке површине и њихова позиција на телу ракете зависе од захтеване вредности нормалног убрзања, захтева за стабилношћу током целог времена лета.
- Коначна конфигурација у поступку пројектовања верификује се и мења у зависности динамике лета (3DOF и 6DOF) и захтева који се пред ракетом постављају на самом почетку.

# Димензиони захтеви противоклопних ракета треће генерације

- Избор калибра зависи од много фактора, и у већини случајева диктира димензионо пројектовање осталих подсистема. Увек мора постојати неколико решења. Може се десити да постоји захтев при максималној виткости  $L/D$  ракете.
- Могућа конфигурација чврстог ракетног горива која испуњава захтеве промене потиска у времену (површина сагоревања, брзина сагоревања, дебљина свода) и обезбеђивање максимума испуњености ракетне коморе.
- Аеродинамичке површине и њихова позиција на телу ракете зависе од захтеване вредности нормалног убрзања, захтева за стабилношћу током целог времена лета.
- Коначна конфигурација у поступку пројектовања верификује се и мења у зависности динамике лета (3DOF и 6DOF) и захтева који се пред ракетом постављају на самом почетку.

# Димензиони захтеви противоклопних ракета треће генерације

- Избор калибра зависи од много фактора, и у већини случајева диктира димензионо пројектовање осталих подсистема. Увек мора постојати неколико решења. Може се десити да постоји захтев при максималној виткости  $L/D$  ракете.
- Могућа конфигурација чврстог ракетног горива која испуњава захтеве промене потиска у времену (површина сагоревања, брзина сагоревања, дебљина свода) и обезбеђивање максимума испуњености ракетне коморе.
- Аеродинамичке површине и њихова позиција на телу ракете зависе од захтеване вредности нормалног убрзања, захтева за стабилношћу током целог времена лета.
- Коначна конфигурација у поступку пројектовања верификује се и мења у зависности динамике лета (3DOF и 6DOF) и захтева који се пред ракетом постављају на самом почетку.

# Димензиони захтеви противоклопних ракета треће генерације

- Избор калибра зависи од много фактора, и у већини случајева диктира димензионо пројектовање осталих подсистема. Увек мора постојати неколико решења. Може се десити да постоји захтев при максималној виткости  $L/D$  ракете.
- Могућа конфигурација чврстог ракетног горива која испуњава захтеве промене потиска у времену (површина сагоревања, брзина сагоревања, дебљина свода) и обезбеђивање максимума испуњености ракетне коморе.
- Аеродинамичке површине и њихова позиција на телу ракете зависе од захтеване вредности нормалног убрзања, захтева за стабилношћу током целог времена лета.
- Коначна конфигурација у поступку пројектовања верификује се и мења у зависности динамике лета (3DOF и 6DOF) и захтева који се пред ракетом постављају на самом почетку.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$  .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

- Следећи тактичко-технички захтеви дефинисани у Министарству одбране:
  - а) Максимални домет  $R = 10 \text{ km}$  дефинисан брзином на циљу од  $V_{10} = 200 \text{ m/s}$ .
  - б) Маса бојеве главе  $10\text{kg}$ , могућност пробијања оклопа преко  $700\text{mm}$ .
  - в) Максимално време лета (ToF)  $\text{ToF} \leq 25 \text{ s}$ .
  - г) Врста лансирне платформе: лансирање са возила точкаша.
  - д) Тип лансера: модуларно, цевни лансер.
  - е) ...
  - ж) Тип вођења: самонавођена – модификована пропорционална навигација против стационарних циљева.
  - з) Тип главе за самонавођење: радарска глава/ласерска глава.
  - и) ...
  - ј) Кружни попречни пресек тела ракете.

# Разматрање брзине и домета у пројектовању противоклопне ракете

- Неопходна анализа закона вођења у првој итерацији са анализом перформанси ракетног мотора.
- Из предходне анализе наћи неколико оптиималних конфигурација и решења.
  - Постизање максималне вредности брзине након стартне фазе  $V_b$ , већи део лета је у пасивној фази.
  - Постизање максималне вредности брзине након стартне фазе  $V_b$ , након чега се брзина одржава већим делом лета маршевским моторо  $V_s = V_b$ .
- Свакоко познавајући домет може се лако кинематским путем приближно доћи до брзина које су потребне.
- Најбољи практични пример је употреба Матлаба за бржи долазак до оптималних решења.

- Анализа се ради искључиво у сектору за ракетне моторе.
- За велике домете предност је употреба интегралног ракетног мотора са два нивоа потиска (висока вредност потиска стартне фазе и ниска вредност маршевске фазе).
- Могућност коришћења два ракетна мотора, маса ракете доста већа.
- Треба истаћи да се најоптималније перформансе интегралног ракетног мотора добијају за однос стартне и маршевске фазе од:

$$F_B/F_S < 6 \quad (1)$$

- Већа вредност од предходно представљене резултује малим притисцима у маршевској фази или високој вредности притиска у бустер фази са великом масом ракетног мотора.
- Тип горива углавном се бира према захтевима као и вредност специфичног импулса.

## Основне компоненте кумулативне бојеве главе:

- Кумулативни левак;
- Експлозив;
- Детонатор;
- Девијатор.

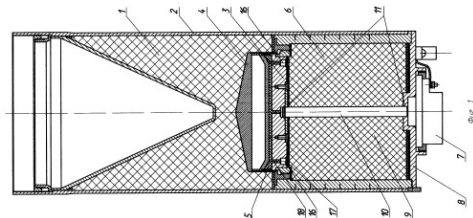


Figure 1: Кумулативна бојева глава са фрагментационим дејством

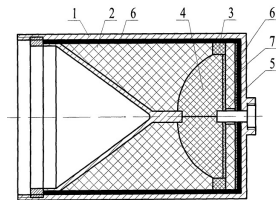


Figure 2: Кумулативна бојева глава 1

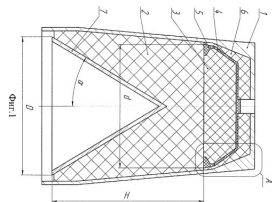
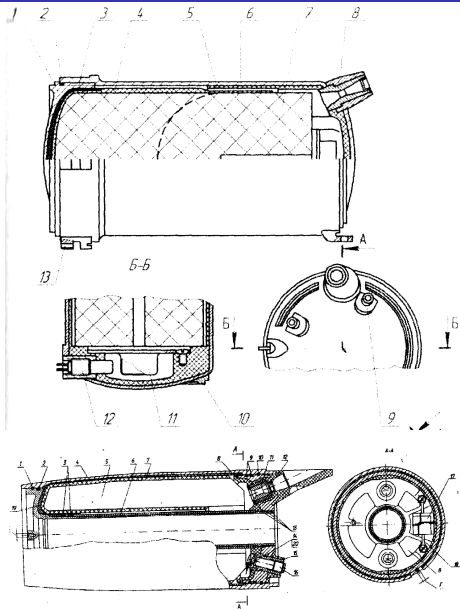
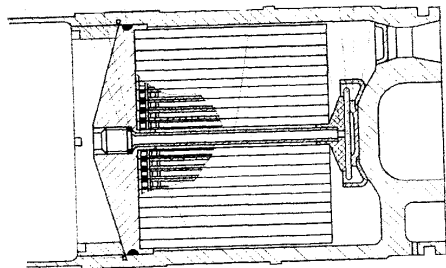
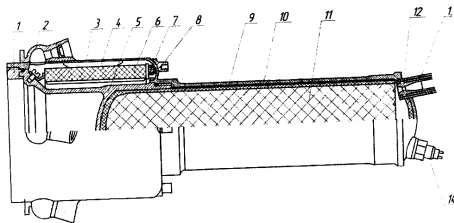


Figure 3: Кумулативна бојева глава 2

# Конфигурације ракетних мотора



# Оцена почетне масе и промене масе ракете у времену у почетној фази пројектовања

$$\frac{dV}{d\mu} = \frac{I_{sp}}{n_0 g} \left( -\frac{F}{\mu m_0} + g \sin \theta + \frac{1}{\mu m_0} C_D \frac{\rho V^2 S_{ref}}{2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{d\theta}{d\mu} = -\frac{I_{sp}}{n_0 g} \frac{1}{V} g \cos \theta \quad (3)$$

$$\frac{dh}{d\mu} = -\frac{I_{sp}}{n_0 g} V \sin \theta \quad (4)$$

$$\frac{dR}{d\mu} = -\frac{I_{sp}}{n_0 g} V \cos \theta \quad (5)$$