

*Лекция:*

*ТЕМА 1. Взрывчатые  
вещества и заряды*

*ЗАНЯТИЕ 1. Взрывчатые  
вещества и их свойства*

# **Учебные и воспитательные цели:**

## **-ИЗУЧИТЬ:**

- задачи инженерного обеспечения боя, выполняемые с применением взрывчатых веществ;
- сущность, формы и реакции взрывчатых превращений;
- основные взрывчатые характеристики и способы их определения.

## **-ВОСПИТЫВАТЬ:**

- организованность, активность, усердие и старание, инициативу и смекалку при изучении дисциплины.

## *Учебные вопросы:*

- 1. Общие сведения о взрывчатых веществах**
- 2. Классификация взрывчатых веществ.**
- 3. Свойства и характеристики основных взрывчатых веществ, применяемых в войсках.**

# *Литература:*

- Руководство по подрывным работам. Воениздат. Москва. 1969.
- Взрывное дело. Часть первая. НВВИКУ. Кстово. 1997г.
- Б.А.Эпов. Основы взрывного дела (пособие). Воениздат. Москва. 1974.
- Т.М.Саламахин. Детонация взрывчатых веществ (лекция). Изд. ВИА. Москва. 1958.
- Т.М.Саламахин. Действия взрыва на элементы конструкций (лекция). Изд. ВИА. Москва. 1969.
- Физические основы механического действия взрыва и методы определения взрывных нагрузок (учебник). Изд. ВИА. Москва. 1974.
- Б.Н. Кутузов. Взрывные работы. Изд. Недра. Москва.

# ВВЕДЕНИЕ

**Взрыв** – внезапное изменение физического или химического состояния вещества, сопровождающееся крайне быстрым выделением или превращением энергии, которое приводит к возникновению движения среды.

```
graph TD; A[Взрыв] --- B[ядерный]; A --- C[физический]; A --- D[химический];
```

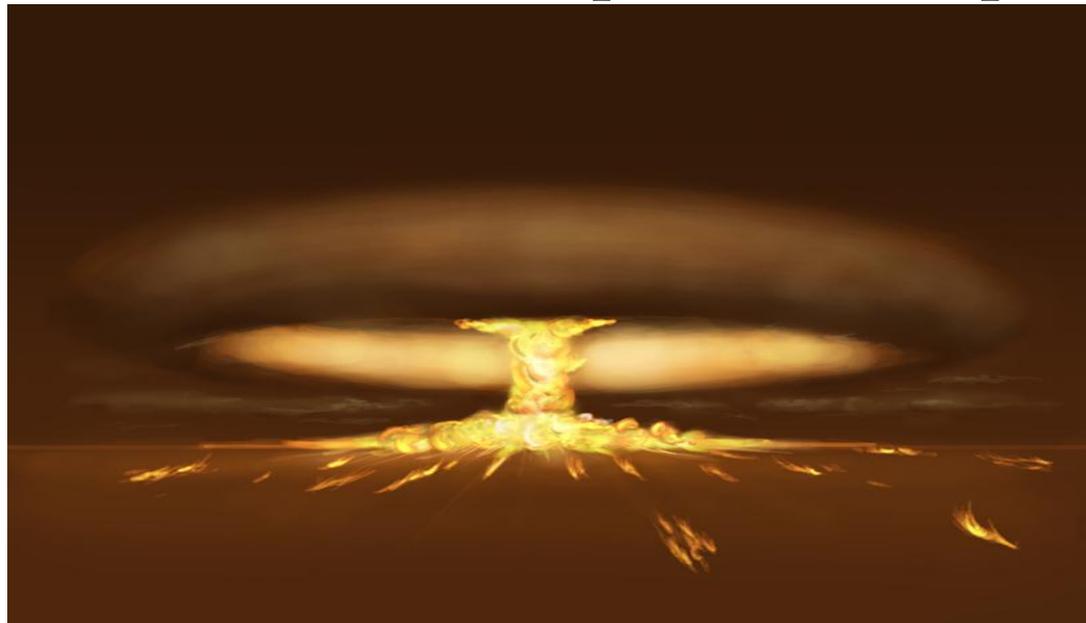
Взрыв

ядерный

физический

химический

**Ядерный взрыв** - основан на способности определенных изотопов тяжелых элементов урана или плутония к делению цепной реакцией, при котором ядра исходного вещества распадаются образуя ядра более легких элементов с освобождением энергии связи и элементарных частиц (протонов и нейтронов), входящих в состав атомного ядра. При делении всех ядер, содержащихся в 50 г урана или плутония, освобождается такое же количество энергии, как при взрыве 1000 т тротила.



**Физический взрыв** характеризуется только изменением физического состояния вещества без изменения его химического состава. Выделение энергии (тепловой, электрической, кинетической и др.) сопровождается при этом взрывными процессами (взрыв парового котла, баллона со сжатым или сжиженным газом).

**Химический взрыв** характеризуется чрезвычайно быстрым химическим превращением вещества или смеси в новые соединения.

**Пример** (взрыв газовой смеси кислород – водород, пропан – кислород, а также взрыв взрывчатого вещества).



# 1. Общие сведения о взрывчатых веществах.

## Взрывные работы ведутся:

- при устройстве ИЗ;
- для быстрого разрушения (взрывания) объектов;
- при устройстве проходов в ИЗ, завалах, обвалах и т.п.;
- при уничтожении невзорвавшихся боеприпасов;
- при разработке грунтов и скальных пород; - при выполнении задач по защите мостов и гидротехнических сооружений во время ледохода;
- для устройства майн при оборудовании переправ на замерзших водных преградах;
- для углубления дна рек и других водоемов и при выполнении других задач инженерного обеспечения.

# СУЩНОСТЬ, ВИДЫ И РЕАКЦИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ.

## а) Химические реакции взрывчатых превращений.

**Взрыв** — чрезвычайно быстрое химическое превращение, при котором выделяются тепло и большое количество газов, способных производить механическую работу разрушения и перемещения окружающей среды.

**Взрывчатые вещества** — химические соединения или механические смеси, которые под действием внешнего импульса (нагревание, удар, искра огня) способны взрываться.

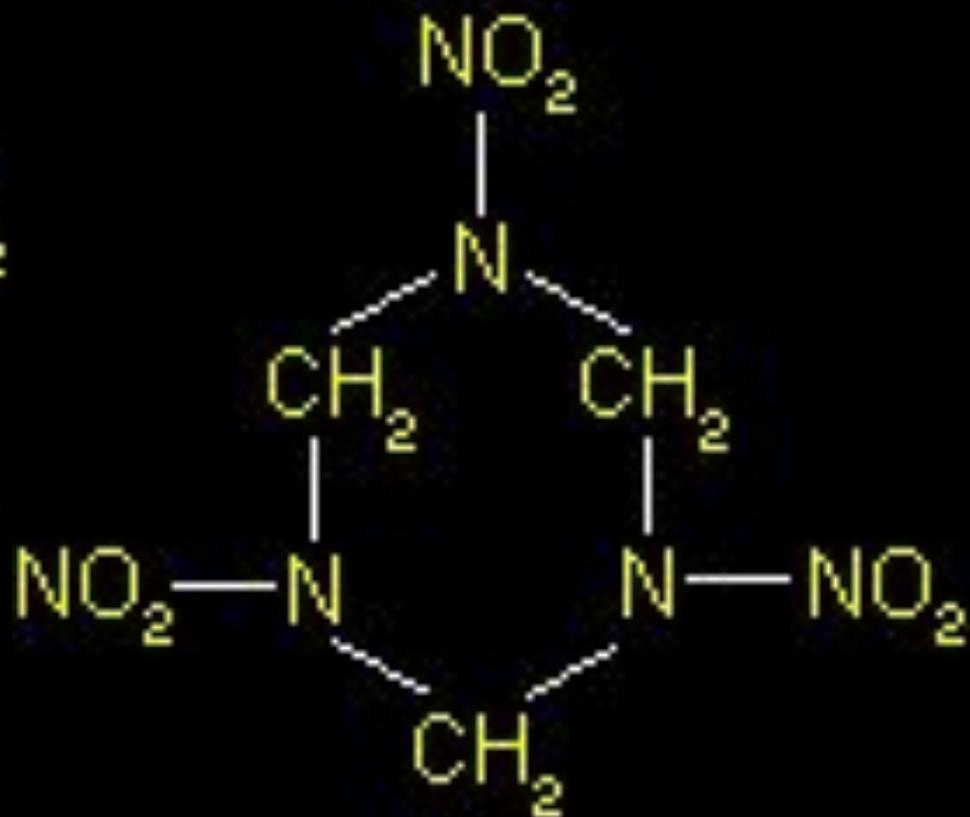
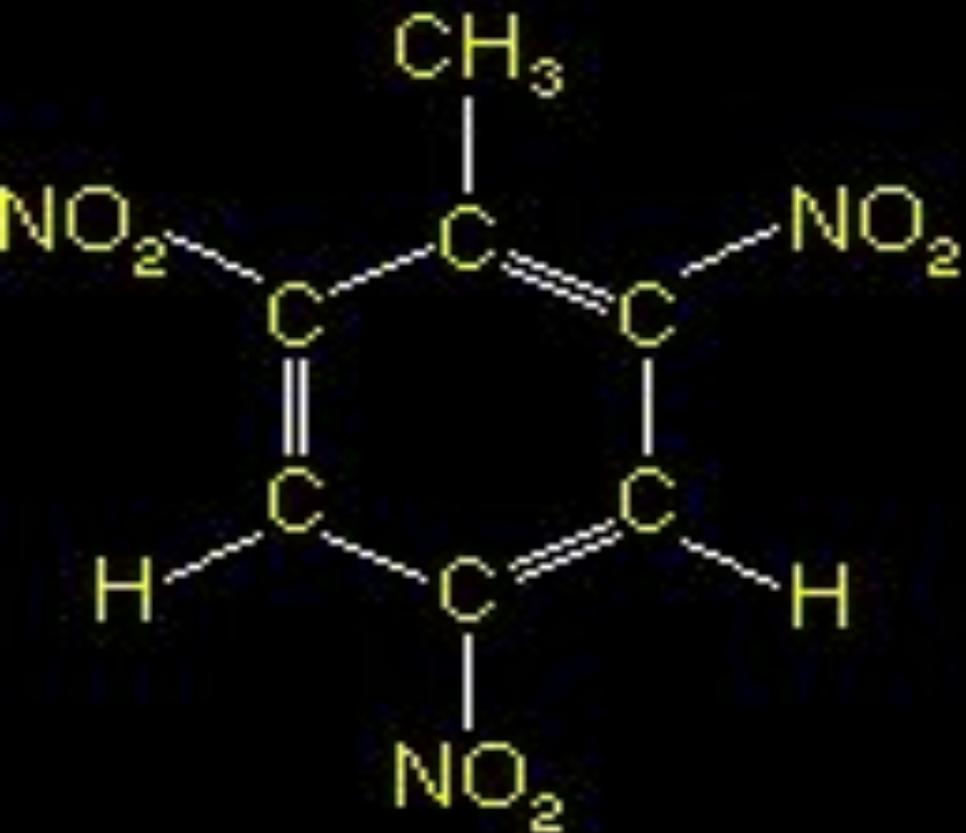
В войсках широко используется ВВ, такие как тротил, гексоген и черный порох. Тротил и гексоген относятся к индивидуальным взрывчатым веществам.



В отличие от тротила и гексогена черный порох состоит из механической смеси веществ: калиевой селитры (75%)  $KNO_3$ , древесного угля (15%) и серы (10%).

# Тротил

# Гексоген



## б) кислородный баланс и его влияние на содержание ядовитых газов образующихся при взрыве.

Кислородный баланс – отношение количества кислорода, содержащегося в составе ВВ, к его количеству, необходимому для полного окисления всех горючих компонентов этого ВВ, это отношение выражают в граммах избытка или недостатка кислорода на 1 г ВВ или в процентах.

Окислы азота наиболее опасны и коварны. При взрыве сначала образуется, бесцветная окись азота  $\text{NO}$  (плотность  $1,037 \text{ г/см}^3$ ), не имеющая запаха, которая при повышенной температуре легко реагирует с кислородом, переходя в двуокись  $\text{NO}_2$  – газ желто-бурого цвета с характерным запахом. Двуокись тяжелее воздуха (плотность  $1,58 \text{ г/см}^3$ ), легко абсорбируется горной породой и медленно выделяясь из нее во время уборки взорванной породы, может привести к отравлению людей.

Окись углерода – бесцветный газ со слабым запахом, легче воздуха, плохо растворим в воде. Способен абсорбироваться горной породой. При непродолжительном вдыхании окиси углерода появляются головная боль, тошнота, сонливость; при длительном вдыхании может наступить потеря сознания и удушье.

## в) сущность взрывчатого превращения.

**Теплота взрыва** – количество энергии, выделяющейся при взрывном превращении 1 кг ВВ.

1 кг тротила – 1010 килокалорий;

1 кг гексогена – 1290 килокалорий;

1 кг керосина – 1100 килокалорий;

1 кг термит – 10500 килокалорий;

**Скорость взрывчатого превращения  
около 7000 м/с.**

## Взрыв предполагает обязательное наличие трех факторов:

1. Практически мгновенной, со скоростью в несколько километров в секунду, незатухающей реакции, так что тепло не успевает отводиться в окружающую среду;
2. Выделения при взрыве большого количества тепла, в результате чего, продукты взрыва нагреваются до температуры 2,5 – 4,5 тысяч градусов С°;
3. Образование большого количества газообразных продуктов взрыва, давление которых достигает на поверхности заряда 400 000 кгс/см<sup>2</sup>, а иногда и более.

**При отсутствии хотя бы одного из этих факторов – взрыва не происходит.**

**Взрыв** – это чрезвычайно быстрое, самораспространяющееся химическое превращение вещества с образованием большого количества сильно нагретых и обладающих огромным давлением газов, которые расширяясь, способны произвести механическую работу (разрушение).

## г) Формы взрывчатых превращений.

Химическое взрывчатое превращение, свойственное обычным ВВ, может протекать в двух формах: **горения и детонации**.

**Горение** - процесс, обусловленный передачей энергии от одного слоя вещества к другому путем теплопроводности и диффузии нагретых газообразных продуктов взрыва.

**Детонация** – процесс, при котором взрывчатое химическое превращение возбуждается ударной волной, движущейся по массе ВВ со сверхзвуковой постоянной скоростью.

Взрывчатое превращение в форме детонации свойственно всем ВВ, кроме порохов.

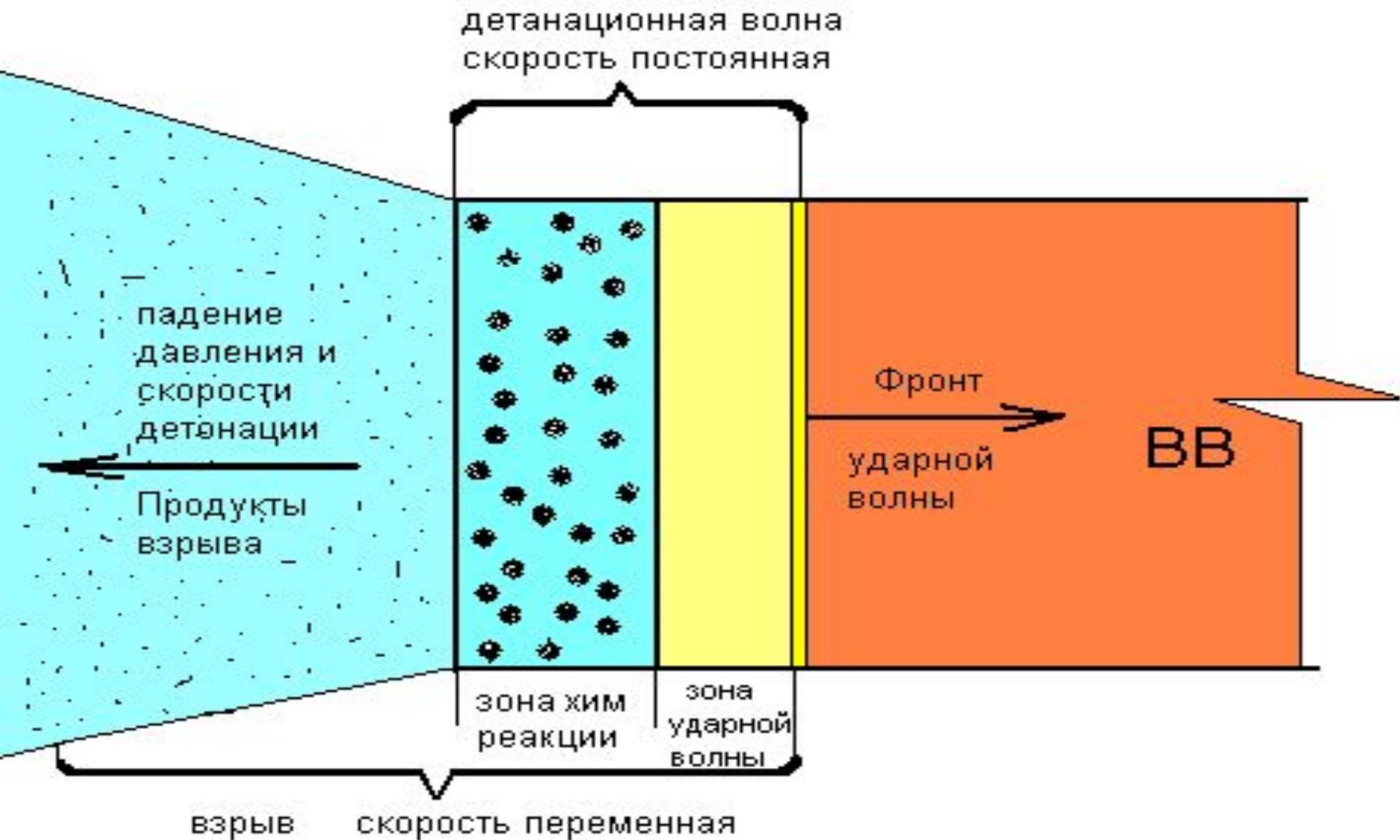
Чем выше давление при взрывчатом превращении, тем больше скорость ударной волны во ВВ.

**Пример:** Тротил – давление  $186000 \text{ кгс/см}^2$ , скорость –  $7000 \text{ м/с}$ ;

Тетрил – давление  $225400 \text{ кгс/см}^2$ , скорость –  $7460 \text{ м/с}$ ;

ТЭН – давление  $784000 \text{ кгс/см}^2$ , скорость –  $8340 \text{ м/с}$ .

# Схема детонации ВВ



## Факторы влияющие на скорость детонации:

- характеристика самого ВВ;
- диаметр заряда;
- условия взрывания;

### Два диаметра заряда

Критический

Предельный

Плотность ВВ тротил:

1 г/см куб. – 4720 м/с

1,3 г/см куб. – 6025 м/с

1,6 г/см куб. – 6960 м/с

# **Основные взрывчатые характеристики и способы их определения.**

**Взрывчатые вещества в зависимости от их  
природы и состояния обладают  
определенными взрывчатыми  
характеристиками:**

- чувствительность к внешним воздействиям;**
- энергия (теплота) взрывчатого превращения;**
- скорость детонации;**
- бризантность;**
- фугасность (работоспособность);**

**Чувствительностью ВВ** называется большая или меньшая способность их к взрывчатому превращению под влиянием внешних воздействий. Ее принято характеризовать минимальным количеством энергии, которое необходимо затратить для того, чтобы возбудить процесс взрывчатого превращения.

Возбуждение процесса взрывчатого превращения во взрывчатом веществе внешним воздействием называется **иницированием**.

### **Способы инициирования ВВ:**

- механический (удар, накол, трение);
- тепловой (искра, пламя, нагревание);
- электрический (накаливание, искровой разряд);
- химический (реакция с интенсивным выделением тепла);
- взрывом другого заряда ВВ (взрыв капсуля-детонатора или соседнего заряда).

## Под энергией (теплотой) взрывчатого

превращения понимают количество тепла, которое выделяется при взрыве 1 кг ВВ (выражается в ккал/кг).

Определение **скорости детонации** производится различными методами. Наиболее простой метод основан на сравнении известной скорости детонации детонирующего шнура со скоростью детонации испытуемого заряда (метод Дотриша). По этому методу скорость детонации определяется с точностью до 3 – 5%.

### Метод Дотриша

$$D = L * D_{ш} / 2h; \quad \text{м/с}$$

**D** - скорость детонации испытуемого заряда;

**D<sub>ш</sub>** - скорость детонации детонирующего шнура – 6500 м/с;

**L** - расстояние между концами детонирующего шнура в испытуемом заряде, м;

**h** - расстояние между риску и отметкой на свинцовой пластине, м.

Под **бризантностью** понимают способность ВВ дробить при взрыве соприкасающиеся с ним предметы (металл, горные породы и пр.)

Бризантность ВВ зависит от скорости его детонации: чем больше скорость детонации, тем больше (при прочих равных условиях) бризантность данного ВВ.

Проба Гесса

**Фугасность (работоспособность) ВВ**

характеризуется разрушением и выбросом материала той или иной твердой среды (чаще всего грунта), в которой происходит взрыв. Мерой фугасности служит объем воронки выброса, отнесенный к весу заряда испытуемого ВВ.

Проба Трауцля

- **ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА** – химические соединения или механические смеси, которые под действием внешнего импульса (нагревание, удар, искра огня) способны взрываться.

## По физическому состоянию ВВ могут быть:

Твердыми соединениями и их смесями  
(гексоген, тротил, аммонит)

Смесями жидких и твердых веществ  
(аммиачная селитра + жидкое горючее)

Смесями газов  
(метан + воздух, пары ацетона + кислород)

Смесями твердых или жидких веществ с газами

Жидкими веществами  
(нитроглицерин, нитроглицоль)

Смесями жидких веществ

## 2. Классификация взрывчатых веществ

- Взрывчатыми веществами называются химические соединения и их смеси, которые под влиянием определенных внешних воздействий способны к взрыву.

ВВ подразделяются на:

- Индивидуальные (тротил, гексоген, ТЭН и др.)
- Смеси (ТГ, аммониты, ТГА, динамоны, пластиты, А-IX-I, МС).

# Состав смесевых ВВ:

- Окислители;
- Горючие добавки;
- Сенсibilизаторы;
- Флегматизаторы;
- Стабилизаторы;

# По химическому составу:

- Нитросоединения (и их смеси) – тротил, гексоген, ТЭН, нитроглицерин и нитрогликолин, динитронафталин и др.
- Аммиачно-селитерные – аммиачная селитра, аммоналы, динамоны, аквалины, акваниты, граммониты и др.
- Нитроэфирные – (не более 15 % нитроглицерина или нитрогликолей): динамиты, детониты, перхлораты, астралиты и др.

# Войсковая классификация

По практическому применению,  
связанному с использованием свойств  
взрывчатые вещества:

- Иницирующие ВВ;
- Бризантные ВВ:
  - повышенной мощности;
  - нормальной мощности;
  - пониженной мощности;
- Метательные ВВ (пороха);
- Капсюльные составы;

# 3. Свойства и характеристики основных ВВ, применяемых в войсках

а) инициирующие ВВ обладают наибольшей чувствительностью к внешним воздействиям.

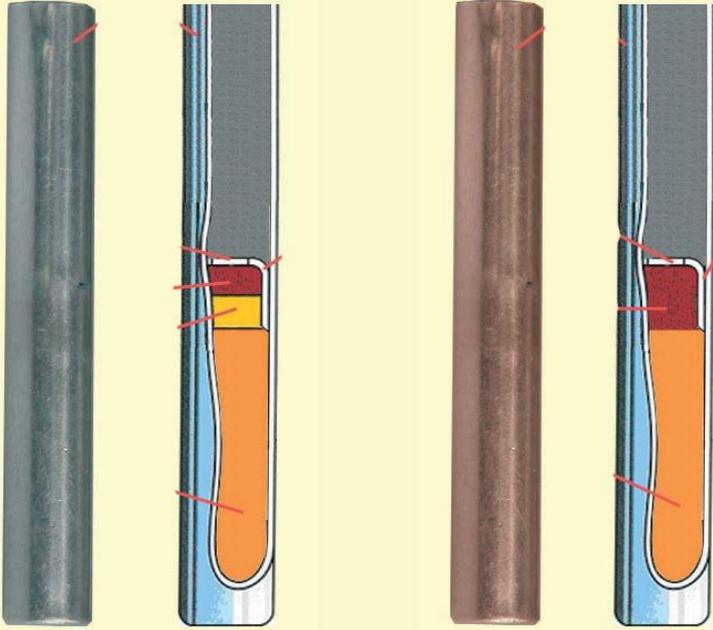
- Гремучая ртуть  $\text{Hg}(\text{ONC})_2$
- Азид свинца  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$
- Тенерес  $\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{O}_2\text{PbH}_2\text{O}$

б) бризантные ВВ от французского «briser» - дробить, разламывать.

Основные для снаряжения боеприпасов, производства взрывных работ.

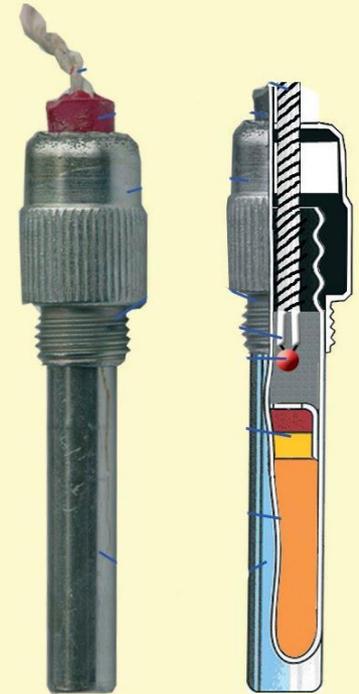
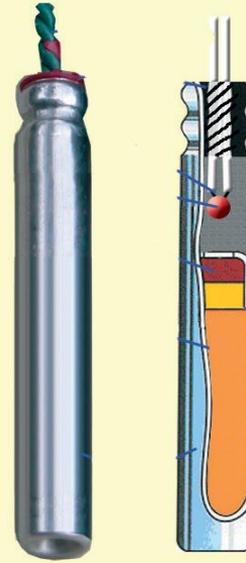
- Повышенной мощности – повышенная скорость детонации (7500-8000 м/с) и теплота взрыва (более 1000 ккал/кг)
- ТЭН  $C(CH_2ONO_2)_4$
- Гексоген  $C_3H_6(NO_2)_3N_3$
- Тетрил  $C_6H_2(NO_2)_3N(NO_2)CH_3$

# КД№8А КД№8М



ЭДП

ЭДП - Р

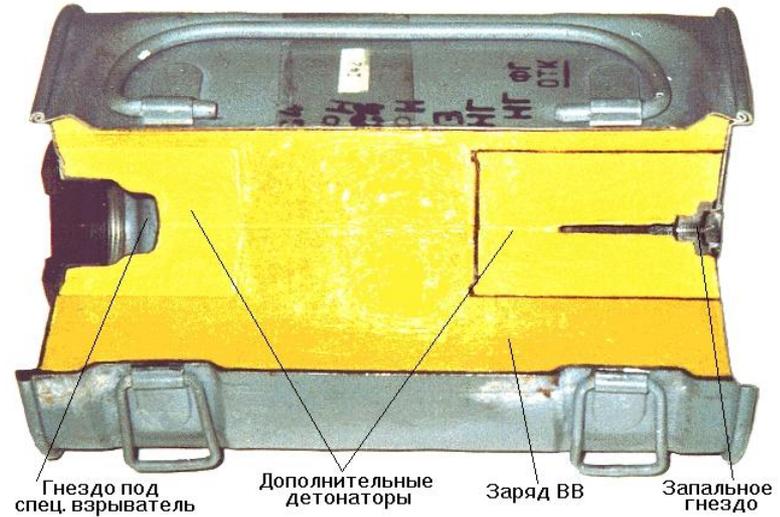


ДШВ

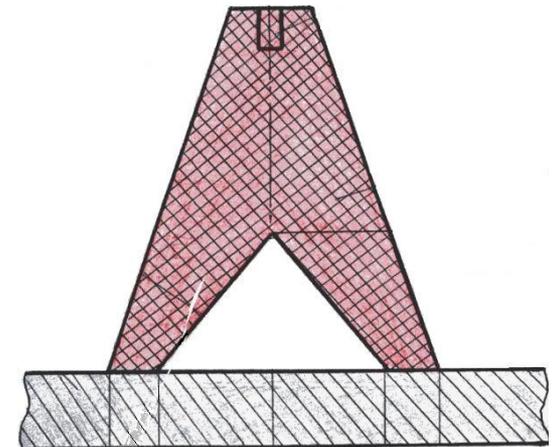
- Нормальной мощности – обладают большой стойкостью, выдерживают длительное хранение, мало чувствительны.
- Тротил  $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$
- Пикриновая кислота  $C_6H_2(NO_2)_3OH$
- Пластичное ВВ (пластит-4) – гексоген 80% пластификатор 20%.

# Тротил

ЗАРЯД СЗ-ЗА



# ПВВ-4



- Пониженной мощности – обладают пониженной бризантностью так как меньшие скорость детонации (не более 5000 м/с) и тепловыделение, равноценны по работоспособности.
- Аммиачная селитра  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$
- Аммониты (аммиачная селитра с тротилом А-50, А-80 и др.)
- Динамоны (аммиачная селитра с горючими добавками – торф, древесные опилки, мука сосновой коры и др.)
- Аммоналы (аммониты и динамоны с алюминиевой пудрой)

В) Метательные ВВ - основной формой взрывчатого превращения является горение.

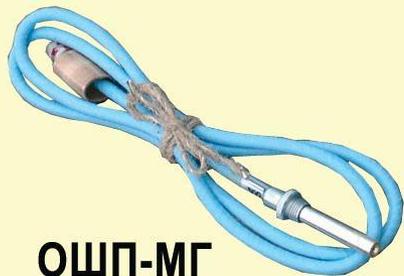
- Дымный (черный) порох  
70% калиевой селитры, 15 % древесного угля, 10% серы
- Бездымный порох получают растворением нитроцеллюлозы в спиртоэфирной смеси (пироксилиновые пороха) или в нитроглицерине (нитроглицериновые пороха)



**ОШП**



**ОШДА**



**ОШП-МГ**



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучив на данном занятии сущность, виды и реакции взрывчатых превращений, основные взрывчатые характеристики и способы их определения, классификацию и свойства основных ВВ, необходимо периодически освежать эти знания, так как кроме соблюдения общих мер предосторожности, многие, особенно ВВ применяемые в народном хозяйстве требуют соблюдения конкретных правил обращения с ними, основанных на знании их свойств. Несмотря на обилие рассмотренных ВВ, не все они применяются на взрывных работах в войсках. Основные из них (а значит требующие более тщательного изучения):

- это тротил и пластит-4 для изготовления зарядов;
- это тенерес (ТНРС), азид свинца, капсульные составы, ТЭН, гексоген, тетрил, черный порох в различных средствах взрывания;
- это смеси ПВВ-4; ПВВ-5, ТГ, А-ХІІ и другие в стандартных зарядах.

# Задание на самоподготовку

- РПР стр. 7-20 повторить материал, законспектировать таблицу, выучить свойства ВВ.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

