



алтйский государственный технический университет
им. Д. Ф. Устинова
факультет: Е «Оружие и систем вооружения»
кафедра: ЕЗ «Средства поражения и боеприпасы»

Дипломный проект

На тему: «57-мм бронебойный
подкалиберный

оперенный снаряд для нарезного орудия»

Студент: Руденко А.В.
Группа: Е311
Руководитель: Кравцов В.
О.

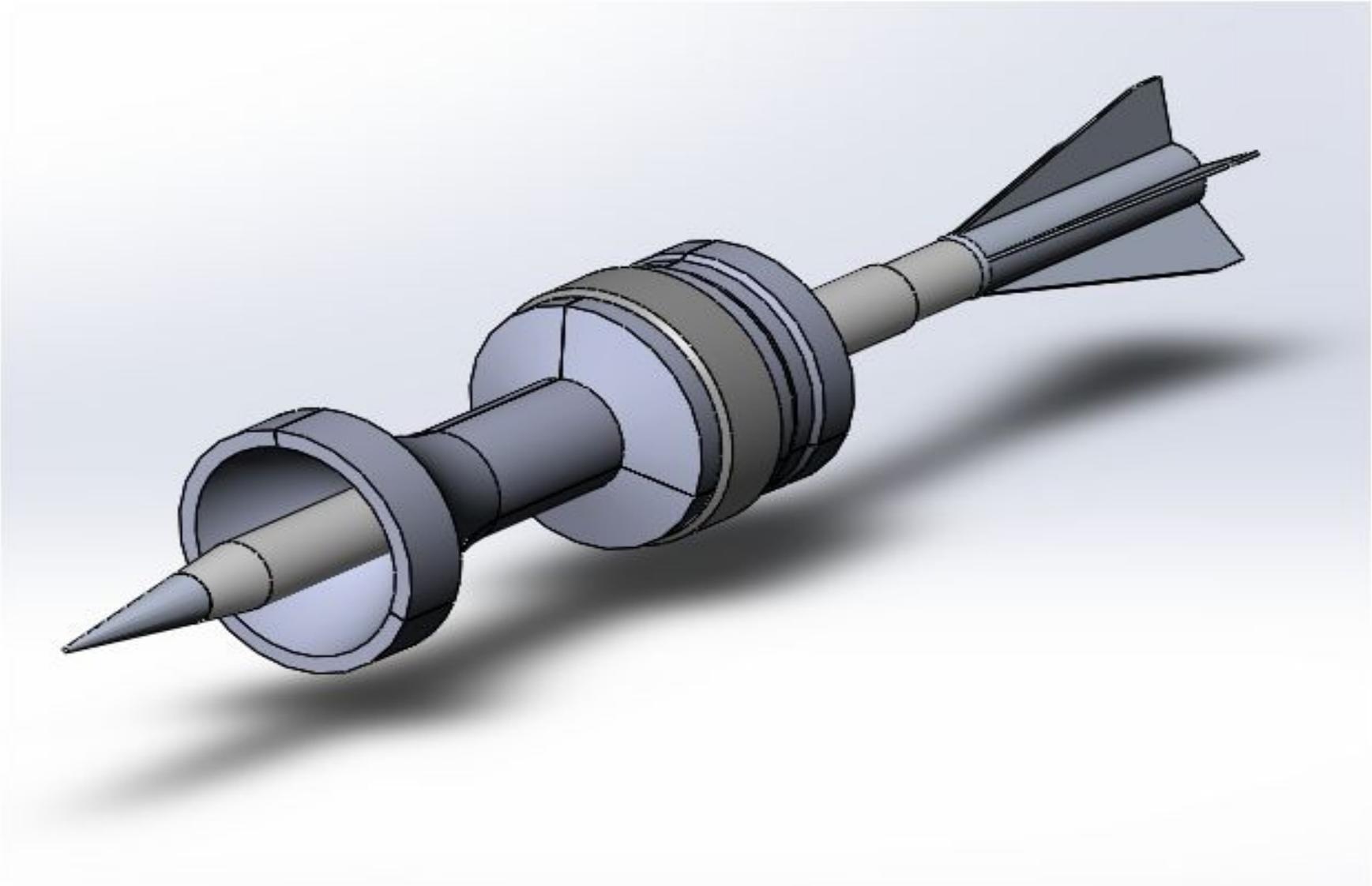
Санкт-
Петербург
2017

Целями и задачами данного дипломного проекта являются:

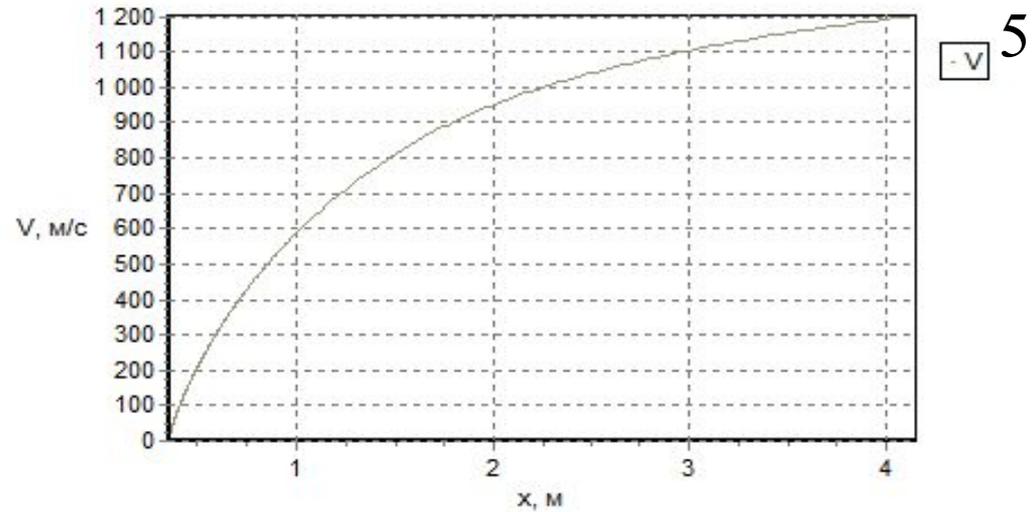
- Обоснование конструктивной схемы БОПС калибра 57 мм;
- Эскизное проектирование для нарезной артиллерийской системы;
- Расчеты основных характеристик функционирования БОПС;
- Разработка технологического процесса изготовления детали корпуса наконечника;
- Анализ и нормирование опасных и вредных производственных факторов при работе в помещении конструкторского бюро;
- Расчет системы освещения.

Опыт военных конфликтов последних десятилетий свидетельствует о том, что насыщенность боевых порядков образцами бронированной и легкобронированной техники непрерывно растет. Любое увеличение броневой защиты танка мгновенно вызывало форсирование работ по совершенствованию того или иного типа боеприпаса, предназначенного для поражения бронированных целей. Современные боевые машины различных классов в большинстве случаев оснащены орудиями калибра не более 30 мм. С учетом такого вооружения разрабатываются и средства защиты. Возможности 57-мм пушки способны серьезно изменить расклад сил на поле боя за счет значительного увеличения огневой мощи техники.

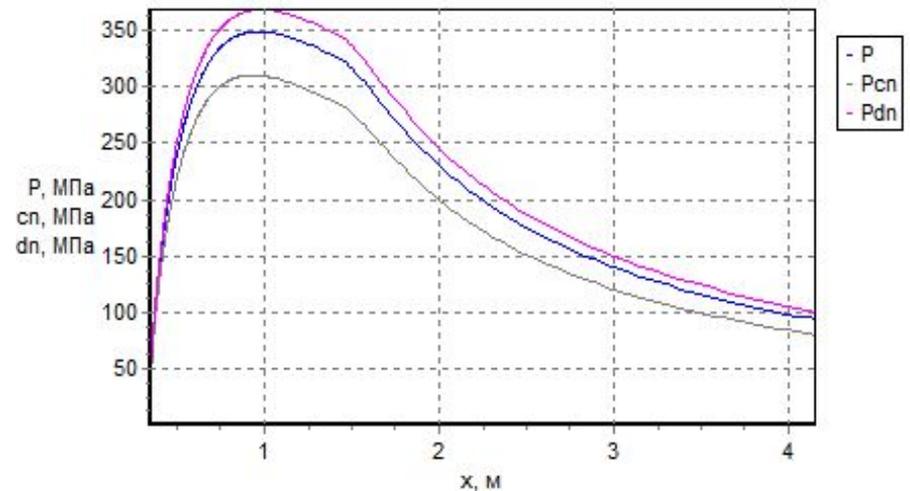
Облик конструкции рассматриваемого БОПС



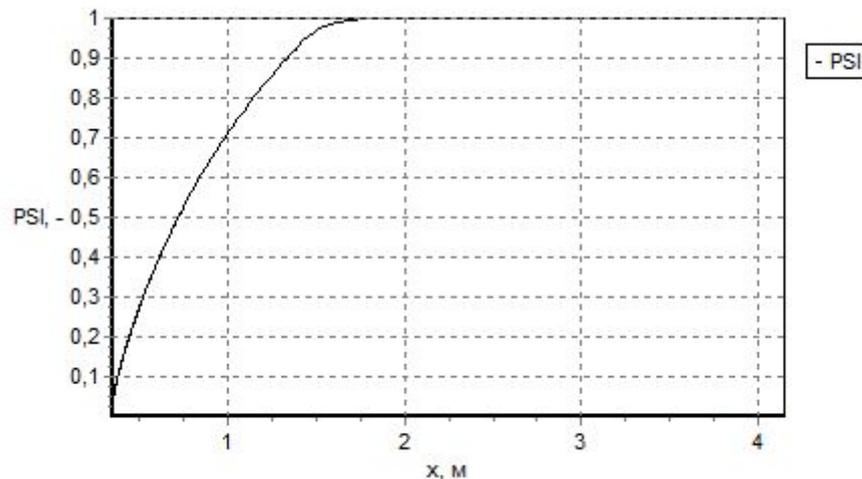
- Исходные данные:
- Масса снаряда, кг.....2,5;
- Калибр, м.....0,057;
- Масса метательного заряда, кг...1,5;
- Коэффициент учета нарезов....0,82;
- Коэффициент Слухоцкого.....1,02;
- Коэффициент теплового напряжения0,8;
- Объем зарядной камеры, дм^32,36;
- Температура метательного заряда, град.....15;
- Длина зарядной камеры, м. 0,35;
- Давление форсирования, Мпа...30;
- Коэффициент проскальзывания твердой фазы.....2;
- Путь снаряда, м.....3,8;



Зависимость скорости от координаты по стволу



Зависимость давления на дно снаряда, давления на дно канала ствола и среднебаллистическое давление от координаты по стволу



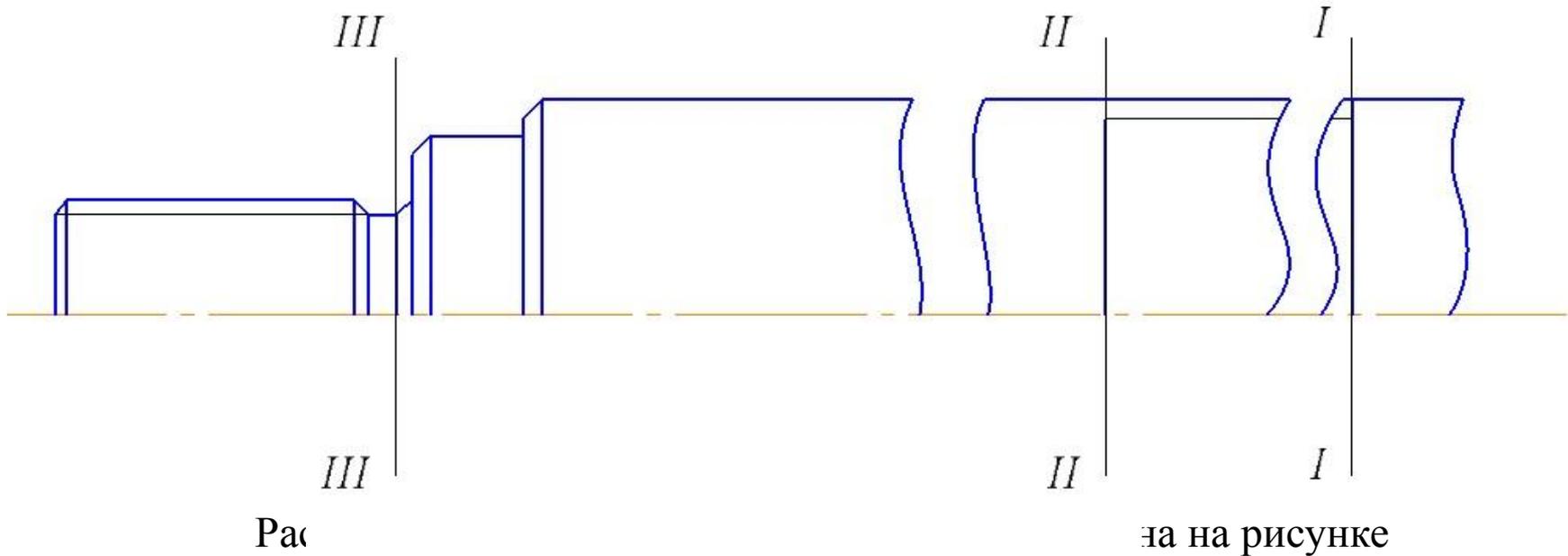
Зависимости относительной массы сгоревшего пороха от координаты по стволу

Некоторые полученные значения:

Максимальное среднебаллистическое давление P , Мпа.....	348;
Максимальное давление на дно снаряда $P_{\text{сн}}$, Мпа.....	310;
Максимальное давление на дно канала ствола $P_{\text{дн}}$, Мпа.....	368;
Скорость снаряда V , м/с.....	1203

Расчет прочности корпуса при выстреле

8



$$P_{\text{сн}} = \frac{1,12 \cdot P}{1 + 0,5 \frac{\omega}{G}} = \frac{1,12 \cdot 350000000}{1 + 0,5 \cdot \frac{1,2}{2,5}} = 316100000 \text{ Па}$$

Давление пороховых газов, действующее на снаряд при выстреле

В сечении I-I:

$$\sigma_{сжI-I} = \frac{P_{сн} \cdot \pi \cdot d_n}{4 \cdot G} \cdot \frac{q_{I-I}}{S_{I-I}} = 13,9 \text{ МПа}$$

В сечении II-II:

Растягивающее напряжение

$$\sigma_{рII-II} = \frac{N_{II-II}}{S_{II-II}} = 227 \text{ МПа}$$

В сечении III-III:

Растягивающее напряжение

$$\sigma_{рIII-III} = \frac{N_{III-III}}{S_{III-III}} = 264 \text{ МПа}$$

Условие прочности корпуса снаряда:

$$\sigma_{0,2} > \sigma_{сжIII-III}'$$

$$\sigma_{0,2} > \sigma_{сжII-II}'$$

Расчет проникания снаряда в металлическую преграду

$$V_{\text{встр}} = V \cdot e^{\left[\frac{(-S_{\text{мид}} \cdot L \cdot \rho_{\text{возд}} \cdot C_x)}{2 \cdot m} \right]}$$

Скорость встречи

$$x^{j+1} = x^j + \Delta t U^j;$$

глубину проникания ударника

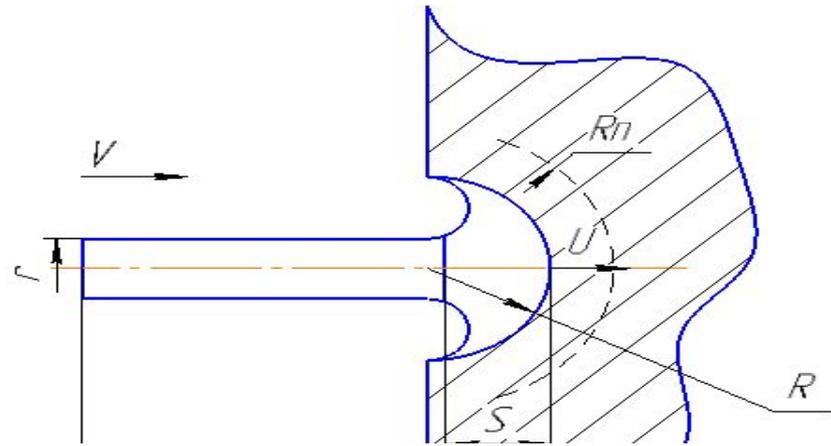
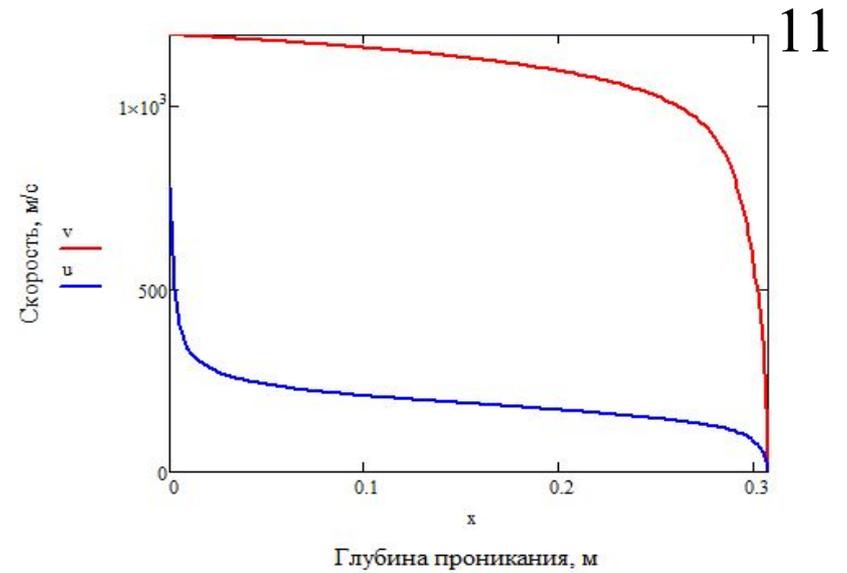
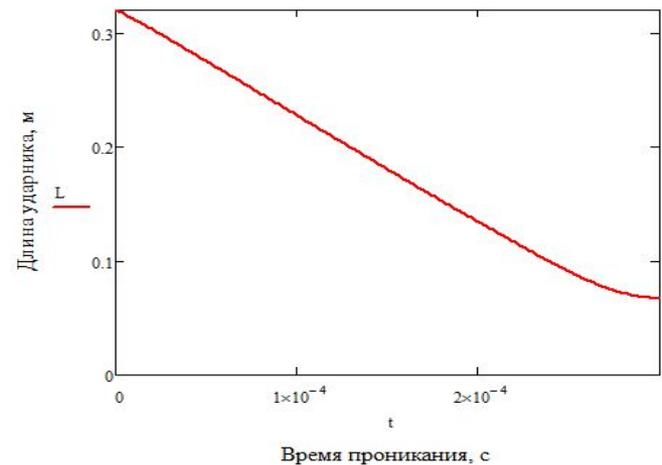


Схема взаимодействия ударника с преградой

Независимая переменная t, м/с	Скорость ударника, м/с	Скорость проникания, м/с	Длина ударника, м	Глубина проникания
0	1195	778.1	0.32	0
0.000002	1194.4	499.4	0.3188632	0.00239
0.000004	1193.7	402.4	0.3173588	0.00478
0.000006	1193.1	362.1	0.3157322	0.00716
0.000008	1192.4	337.8	0.3140448	0.00955
0.00001	1191.8	321.1	0.3123186	0.01193
0.000012	1191.1	308.3	0.3105646	0.01432
0.000014	1190.4	298.2	0.3087893	0.0167
0.000016	1189.7	289.8	0.306997	0.01908
0.000018	1188.9	282.8	0.3051908	0.02146
0.00002	1188.2	276.7	0.3033729	0.02384
0.000022	1187.5	271.3	0.301545	0.02621
0.000024	1186.7	266.6	0.2997086	0.02859
0.000026	1186.1	262.3	0.2978646	...



Зависимость скорости ударника и скорости проникания от времени



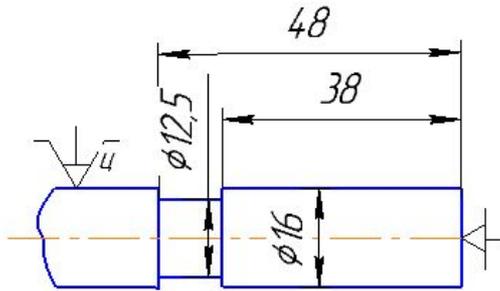
Зависимость изменения длины ударника от времени

Проникание снарядов разных калибров

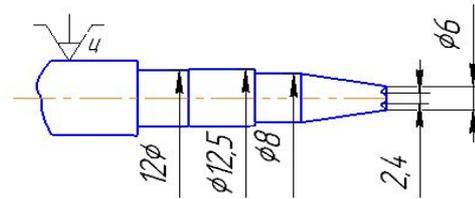
12

Калибр d , м	0,057	0,045	0,030
Диаметр активной части d_a , м	0,016	0,012	0,010
Длина снаряда L , м	320	239	192
Время t , с	0,0003	0,000218	0,00019
Наибольшая длина проникания X , м	0,307	0,22	0,17
Остаточная длина ударника L_0 , м	0,067	0,061	0,056

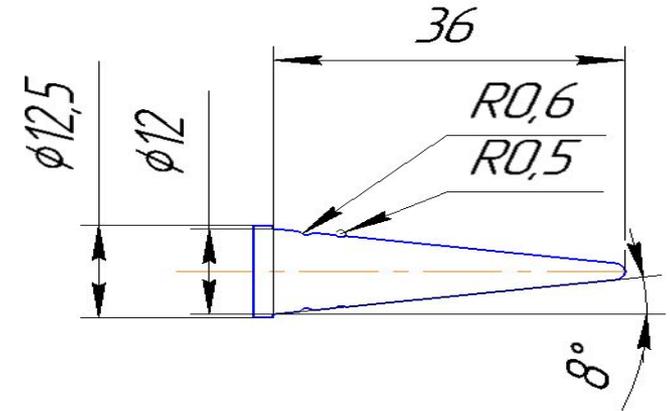
1. Точение заготовки



2. Протачивание прутка

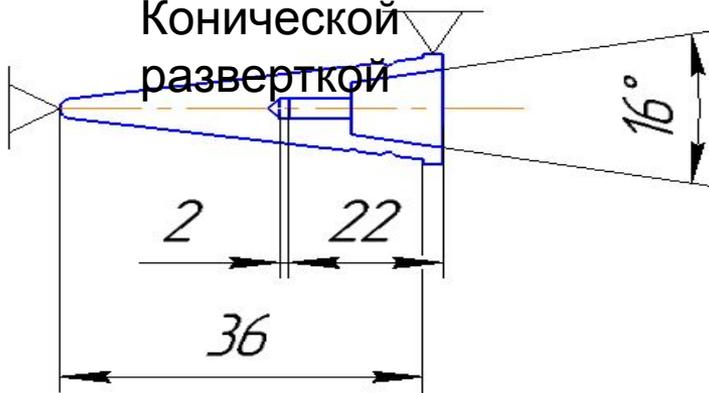


3. Точение конуса и радиусных канавок

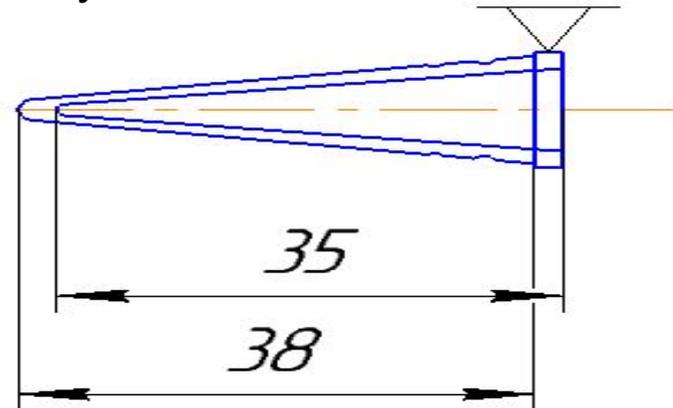


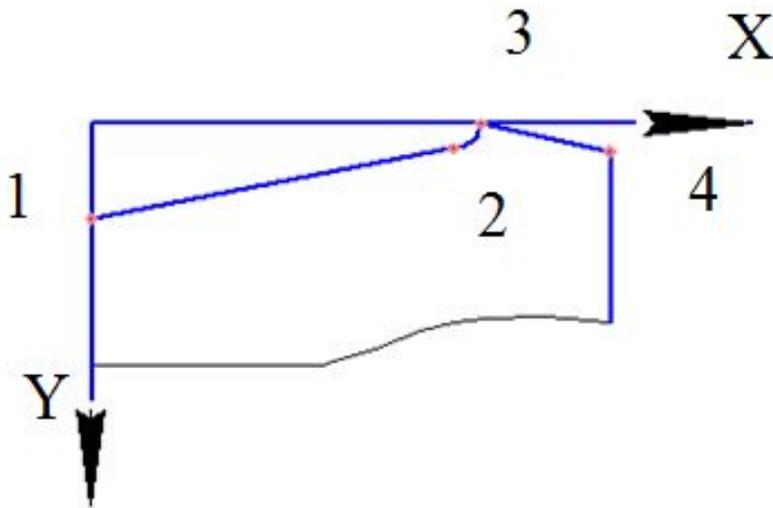
4. Растачивание конуса

Конической разверткой



5. Чистовое растачивание конуса





N	X	Y	X _c	Y _c	R
1	0	6	0	0	0
2	17	1,3	17	0	1,3
3	18,3	0	0	0	0
4	24	1,5	0	0	0

Профиль фасонного резца

Координаты точек профиля
резца

Расчет технологической себестоимости изготовления баллистического наконечника БОПС.

Общая формула технологической себестоимости.

$$C_T = C_{M+} + C_{Т.э.} + C_{з.п.} + C_a + C_p + C_{с.э.} + C_{M.в.} + C_H + C_{осн} + C_{зд}$$

Статьи затрат	Стоимость, руб.	Удельный вес затрат, %
C _м – затраты на основные материалы	0,89	0,4
C _{т.э.} – затраты на технологическую энергию	9	0,4
C _{зп} – заработанная плата	12,75	5,56
C _а – амортизация оборудования	0,04	0,02
C _р – затраты на текущий ремонт оборудования	9,91	4,32
C _{ме} – затраты на вспомогательные материалы	82,62	36,0
C _{пр} – затраты на эксплуатацию приспособления	0,71	0,3
C _{ин} – затраты на эксплуатацию режущего инструмента	3,68	1,6
C _{зд} – затраты по использованию производственных зданий	117,88	51,4
Общая стоимость:	229,47	100

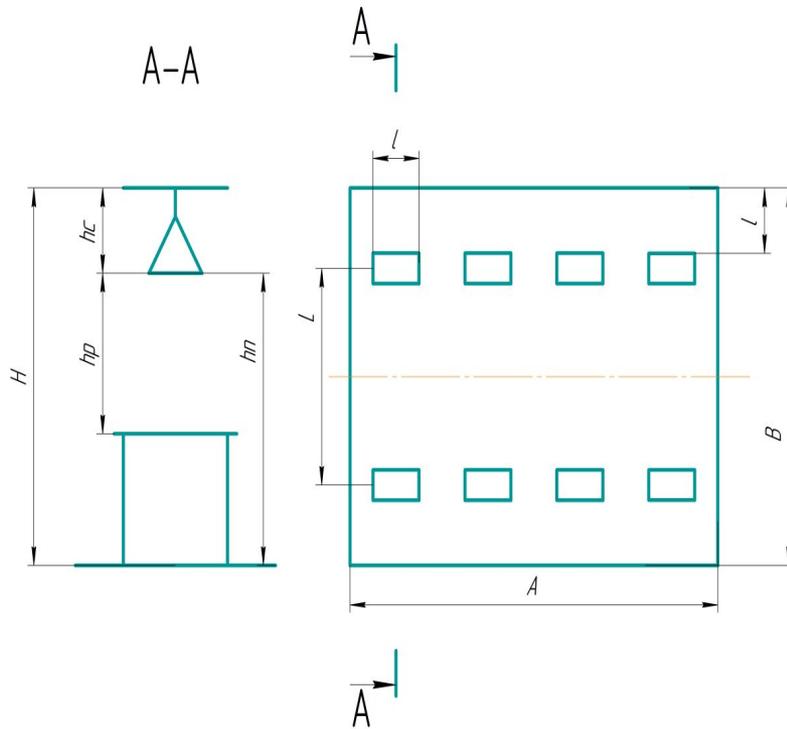


Схема
расположения
люминесцентных ламп в помещении

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} \cdot K \cdot S \cdot Z}{U_{\text{оу}}},$$

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 120 \cdot 1,1}{0,52} = 0,76 \cdot 10^5 \text{ Лм.}$$

Вычисление светового
потока

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{0,76 \cdot 10^5}{9600} = 7,9 \approx 8 \text{ шт.},$$

Необходимое количество
светильников

Заключение

- В результате ВКР была разработана конструктивная схема ВУ (Ведущего устройства), основанная на БОПС калибра 57 мм, обеспечивающая функционирование бронебойно оперенного подкалиберного снаряда на различных этапах жизненного цикла. Проведено расчетное обоснование в пользу выбранной схемы и сформированного облика
- Также был разработан технологический процесс изготовления детали баллистического наконечника и его себестоимость. В разделе «Охрана труда и окружающей среды» произведен анализ и нормирование ОВПФ и освещенность конструкторского бюро

Спасибо за внимание