**1.5 Расчет внутрибаллистических характеристик РДТТ**

Для получения основных параметров РДТТ необходимо произвести расчёт внутрибаллистических характеристик.

Из результатов термодинамического расчёта выбранного топлива используются значения равновесной температуры продуктов сгорания 2634 К, показателя адиабаты 1,237.

Так же зададимся следующими значениями:

* коэффициент, учитывающий потери энергии на нагрев стенок КС и на неполноту сгорания твердого топлива –
* коэффициент потерь расхода сопла – . 0,96

По указанным в задании на проект данным определяются начальные газодинамические параметры.

; 338,917

Зная газодинамические параметры, определяется удельный импульс:

Определяется расход, масса топлива и площадь поверхности горения.

*Расчёт габаритов и массы заряда и корпуса:*

Определяется площадь и диаметр критического сечения.

Определяется площадь и диаметр выходного сечения сопла:

;

Определяются размеры заряда:

– максимальный свод.

Внутренний диаметр заряда принимаем равным ;

Так как в процессе выгорания работы РДТТ топливо выгорает неравномерно (имеются дигрессивные остатки), то сводом задаёмся меньше максимального значения. Примем: .

Форма, размеры и количество лучей «звезды», а также форма переднего и заднего днища подбирается исходя из условия постоянства площади горения в течение всего времени работы РДТТ. Так же задаёмся разгаром диаметра критического сечения величиной 0,2 *мм/с*.

В программном комплексе SolidWorks проводится построение заряда с учетом рассчитанных параметров и принятых допущений и определяется площадь горения в зависимости от величины сгоревшего свода.

Полученные данные используются для расчета разгара критического сечения, давления в КС, скорости горения топлива и времени работы РДТТ в зависимости от величины сгоревшего свода.

Расчёт диаметра критического сечения в зависимости от величины сгоревшего свода проводится следующим образом:



где - значение диаметра критического сечения в рассматриваемый момент времени,  - предыдущее значение диаметра критического сечения, 10 мм – шаг разбиения по своду, 0,2 – величина разгара критического сечения за 1 секунду работы двигателя,  - скорость горения топлива на предыдущем участке разбиения.

Далее вычисляется площадь критического сечения в рассматриваемый момент времени:



Полученные ранее значения используются для расчёта давления:



Скорость горения вычисляем по формуле:



Значение времени работы при данной величине сгоревшего свода определяется следующим образом:



Полученные результаты приведены в таблице 1.

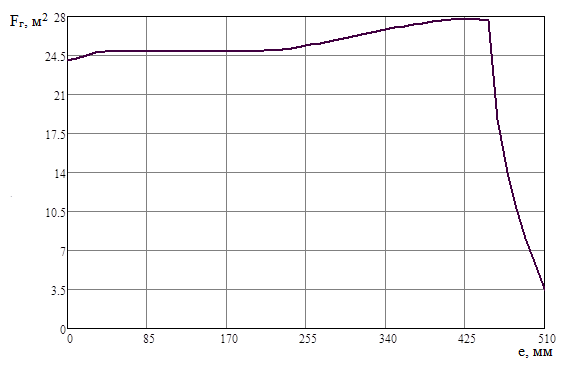
*Таблица 1.1 Внутрибаллистические характеристики в зависимости от величины сгоревшего свода*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| e, мм | Fг, м2 | Pk, МПа | U, мм/с | t, с |
| 0 | 24,01 | 13,119 | 7,448 | 0 |
| 10 | 24,27 | 13,263 | 7,468 | 1,343 |
| 20 | 24,53 | 13,406 | 7,487 | 2,682 |
| 30 | 24,8 | 13,557 | 7,507 | 4,017 |
| 40 | 24,84 | 13,542 | 7,505 | 5,349 |
| 50 | 24,85 | 13,506 | 7,5 | 6,682 |
| 60 | 24,86 | 13,469 | 7,496 | 8,015 |
| 70 | 24,87 | 13,433 | 7,491 | 9,349 |
| 80 | 24,88 | 13,397 | 7,486 | 10,684 |
| 90 | 24,88 | 13,354 | 7,48 | 12,02 |
| 100 | 24,89 | 13,318 | 7,475 | 13,357 |
| 110 | 24,89 | 13,276 | 7,47 | 14,694 |
| 120 | 24,89 | 13,233 | 7,464 | 16,033 |
| 130 | 24,89 | 13,191 | 7,458 | 17,373 |
| 140 | 24,89 | 13,149 | 7,452 | 18,714 |
| 150 | 24,89 | 13,107 | 7,447 | 20,056 |
| 160 | 24,88 | 13,058 | 7,44 | 21,399 |
| 170 | 24,88 | 13,016 | 7,434 | 22,743 |
| 180 | 24,86 | 12,961 | 7,427 | 24,088 |
| 190 | 24,85 | 12,913 | 7,42 | 25,434 |
| 200 | 24,83 | 12,858 | 7,412 | 26,782 |
| 210 | 24,92 | 12,878 | 7,415 | 28,131 |
| 220 | 24,96 | 12,864 | 7,413 | 29,48 |
| 230 | 25,05 | 12,884 | 7,416 | 30,829 |
| 240 | 25,17 | 12,924 | 7,422 | 32,177 |
| 250 | 25,31 | 12,977 | 7,429 | 33,524 |

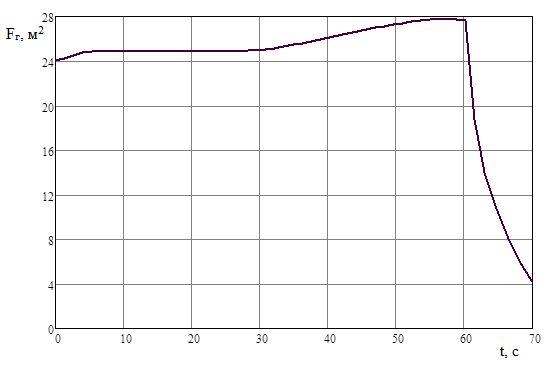
*Таблица 1.1 (продолжение)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| e, мм | Fг, м2 | Pk, МПа | U, мм/с | t, с |
| 260 | 25,46 | 13,037 | 7,437 | 34,871 |
| 270 | 25,62 | 13,104 | 7,446 | 36,215 |
| 280 | 25,79 | 13,176 | 7,456 | 37,558 |
| 290 | 25,97 | 13,256 | 7,467 | 38,899 |
| 300 | 26,14 | 13,328 | 7,477 | 40,238 |
| 310 | 26,32 | 13,407 | 7,487 | 41,576 |
| 320 | 26,49 | 13,479 | 7,497 | 42,912 |
| 330 | 26,67 | 13,557 | 7,507 | 44,245 |
| 340 | 26,83 | 13,622 | 7,516 | 45,578 |
| 350 | 26,99 | 13,686 | 7,524 | 46,908 |
| 360 | 27,14 | 13,744 | 7,532 | 48,237 |
| 370 | 27,28 | 13,795 | 7,539 | 49,565 |
| 380 | 27,41 | 13,839 | 7,544 | 50,891 |
| 390 | 27,53 | 13,876 | 7,549 | 52,217 |
| 400 | 27,63 | 13,899 | 7,552 | 53,541 |
| 410 | 27,71 | 13,91 | 7,554 | 54,865 |
| 420 | 27,76 | 13,9 | 7,552 | 56,189 |
| 430 | 27,77 | 13,864 | 7,548 | 57,513 |
| 440 | 27,73 | 13,796 | 7,539 | 58,838 |
| 450 | 27,6 | 13,669 | 7,522 | 60,165 |
| 460 | 18,72 | 8,176 | 6,649 | 61,494 |
| 470 | 13,98 | 5,549 | 6,059 | 62,998 |
| 480 | 10,74 | 3,908 | 5,57 | 64,649 |
| 490 | 8,1 | 2,685 | 5,09 | 66,444 |
| 500 | 5,76 | 1,707 | 4,565 | 68,409 |
| 510 | 3,6 | 0,915 | 3,931 | 70,599 |

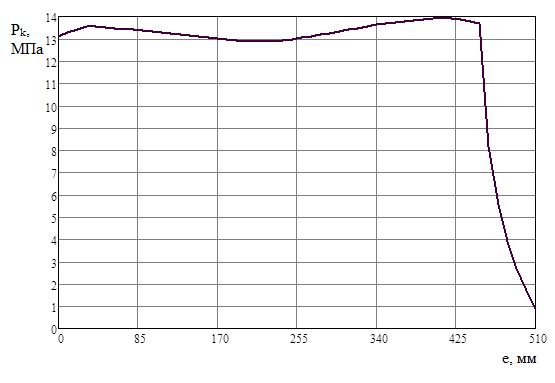
Полученные данные полностью удовлетворяют условиям ТЗ.



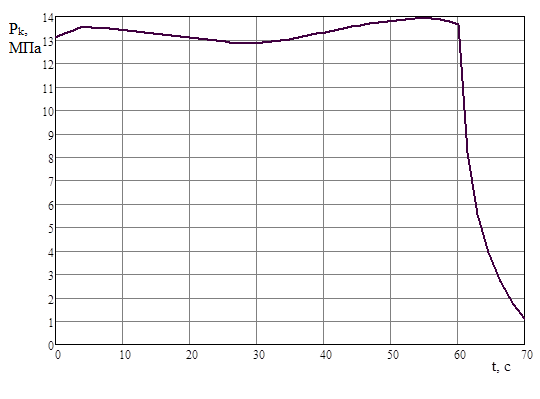
*Рисунок 1.1. Изменение площади поверхности горения заряда в зависимости от величины сгоревшего свода заряда ТРТ.*



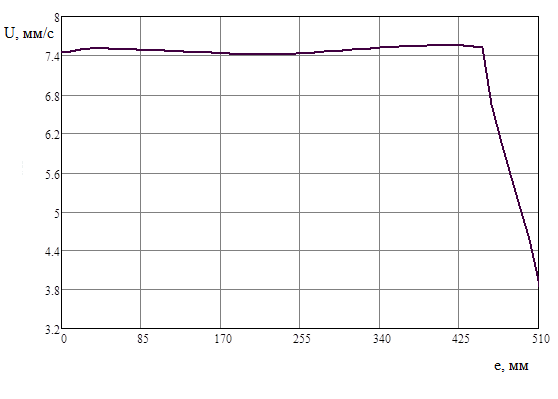
*Рисунок 1. 2. Изменение площади поверхности горения заряда ТРТ в зависимости от времени работы двигателя.*



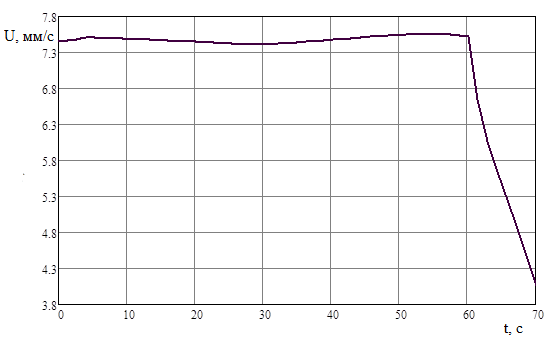
*Рисунок 1.3. Изменение давления в камере сгорания в зависимости от величины сгоревшего свода заряда ТРТ.*



*Рисунок 1.4. Изменение давления в камере сгорания в зависимости от времени работы двигателя.*



*Рисунок 1. 5. Изменение скорости горения заряда ТРТ от величины сгоревшего свода заряда ТРТ.*



*Рисунок 1.6. Изменение скорости горения заряда ТРТ в зависимости от времени работы двигателя.*