



ПРОТОН
ПЕРМСКИЕ МОТОРЫ

Публичное акционерное общество «Протон - Пермские Моторы»



Студент гр.

Руководитель от кафедры РКТЭС: доцент Петрова Е. Н.

Руководитель от предприятия: главный технолог Целищев А.А.

Цель и задачи проекта

Цель – оценка достаточности запаса топлива в ДУ ГЧ и в ДУ элементов для обеспечения доставки элементов по заданным адресам.

Конструирование РДТТ

- Калибр двигателя $D_K = 1,8 \text{ м}$
- Давление в двигательной установке $P_K = 6 \text{ МПа}$
- Давление на срезе соплового блока $P_a = 1,04 \text{ МПа}$
- Удельный импульс $J_{уд} = 266 \text{ с}$
- Вес топлива $m_T = 40 \text{ т}$
- Количество щелей в заряде $n=8$
- Показатель адиабаты $k=1.16$

Таблица 2 Ожидаемые характеристики двигателя

№ топлива				1	2	3
№ топлива	1	2	3	0.006189	0.00597	0.006302
$aA_1, \text{л/с}$	0.006189	0.00597	0.006302			
$J_p, \text{кг/с}$	419.73	424.78	402.40			
$U, \text{мм/с}$	18.82	28.86	13.57			
$r, \text{с}$	18.04	11.77	25.03			
№ топлива	1	2	3	419.73	424.78	402.40
$aA_1, \text{л/с}$	0.006189	0.00597	0.006302			
$J_p, \text{кг/с}$	419.73	424.78	402.40			
$U, \text{мм/с}$	18.82	28.86	13.57			
$r, \text{с}$	18.04	11.77	25.03			
№ топлива	1	2	3	18.82	28.86	13.57
$aA_1, \text{л/с}$	0.006189	0.00597	0.006302			
$J_p, \text{кг/с}$	419.73	424.78	402.40			
$U, \text{мм/с}$	18.82	28.86	13.57			
$r, \text{с}$	18.04	11.77	25.03			
№ топлива	1	2	3	18.04	11.77	25.03
$aA_1, \text{л/с}$	0.006189	0.00597	0.006302			
$J_p, \text{кг/с}$	419.73	424.78	402.40			
$U, \text{мм/с}$	18.82	28.86	13.57			
$r, \text{с}$	18.04	11.77	25.03			

Расчет поверхности горения

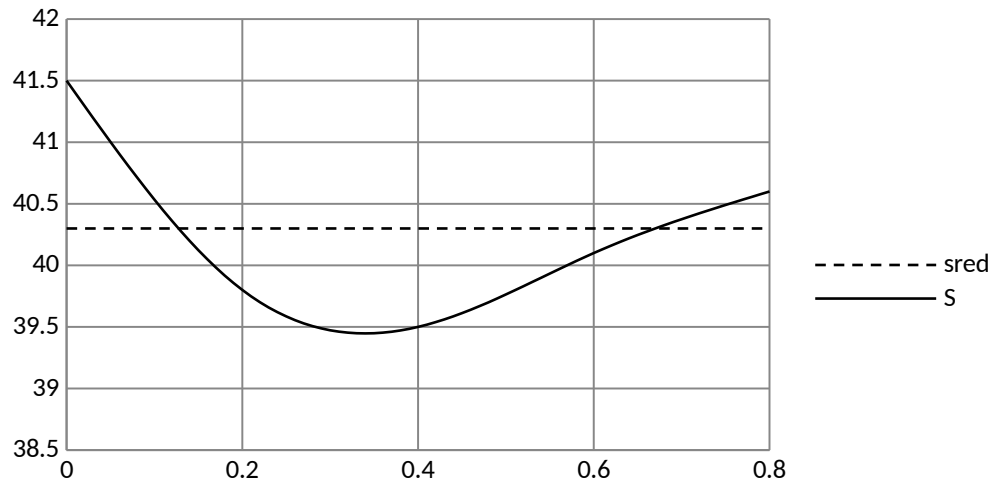


Рис.2. Зависимость поверхности горения от
величины горящего свода

Табл.3. Зависимость поверхности горения от величины горящего свода

е, см					0	13,5	33,3	75
е, см	0	13,5	33,3	75				
S, cm ²	416280	399550	392360	408180	416280	399550	392360	408180

Расчет внутрибаллистических характеристик

Таблица 11 Результаты вычислений для температуры -50 С

	Мат. ожидание	Ср.кв.откл.
Время выхода на режим, сек.	10.721	12.64
Время работы, сек.	54.137	1.0321
Время спада давления, сек.	0.59881	0.023819
Полное время работы, сек.	54.736	1.0122
Среднее давление, атм.	60.78045	2.057515
Максимальное давление, атм.	83.74641	3.021153
Среднее усилие, кгс	2.2516E005	7024.1
Максимальное усилие, кгс	3.1693E005	10398
Импульс изделия, с	1.8888E005	4.3145E005
Полный импульс, с	1.8942E007	4.3472E005
Средняя температура в КС, К	452.55	11.614
Максимальная температура в КС, К	474.67	13.837

Расчет заряда на прочность

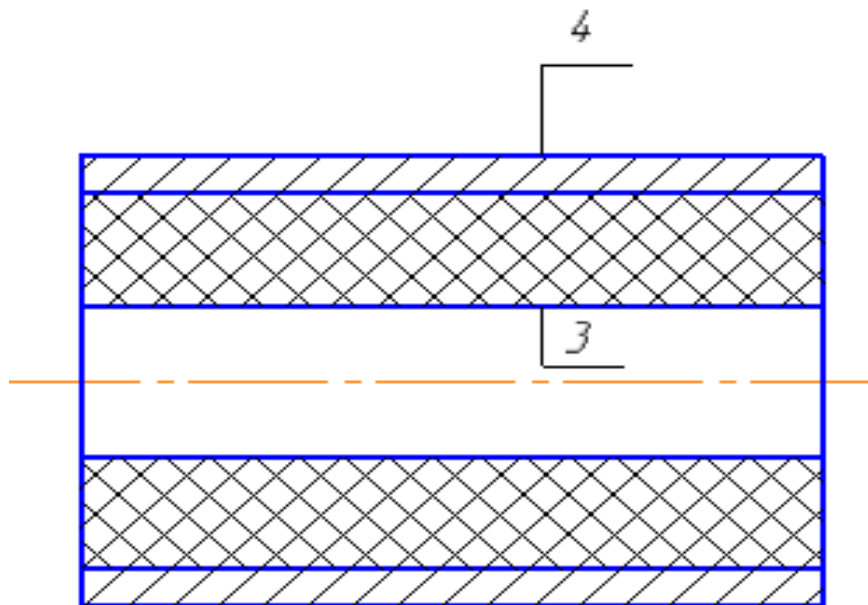


Рис.15. Схема расчета заряда.

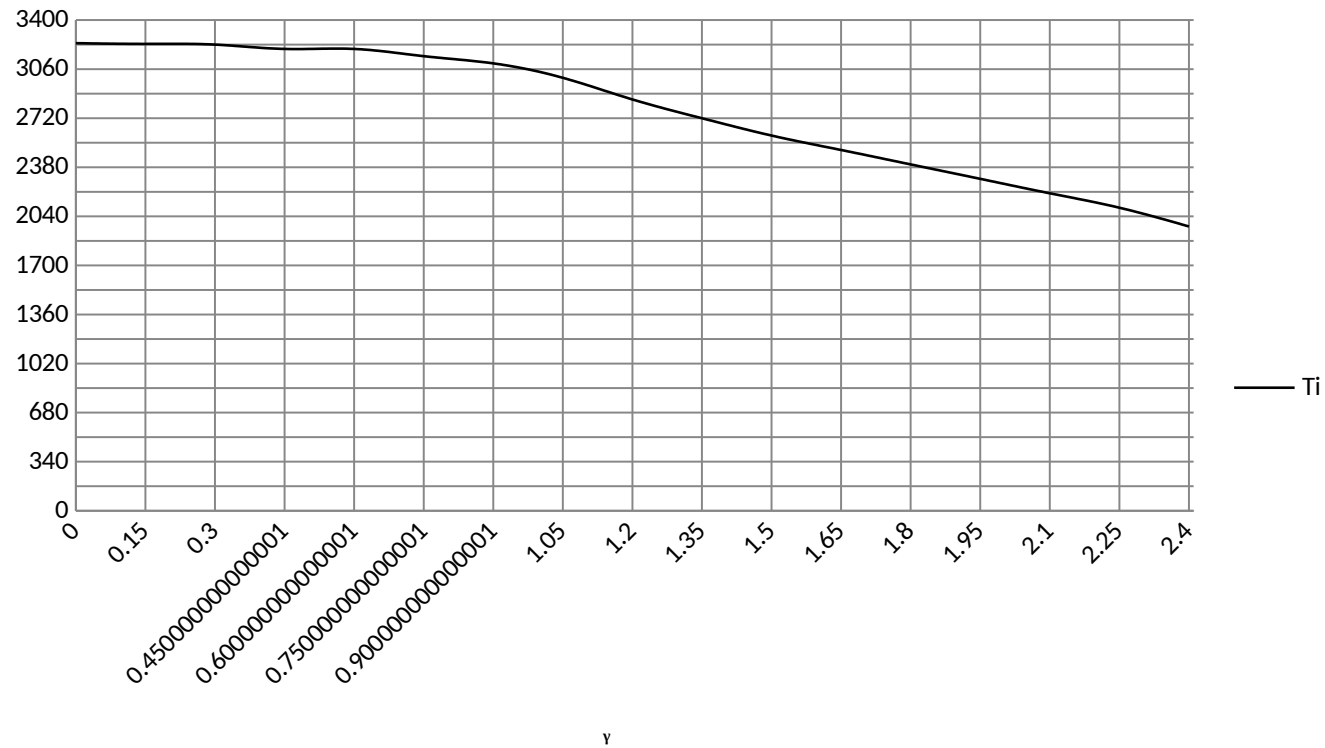


Рис.16 Зависимость статической температуры от приведенной скорости
газового потока.

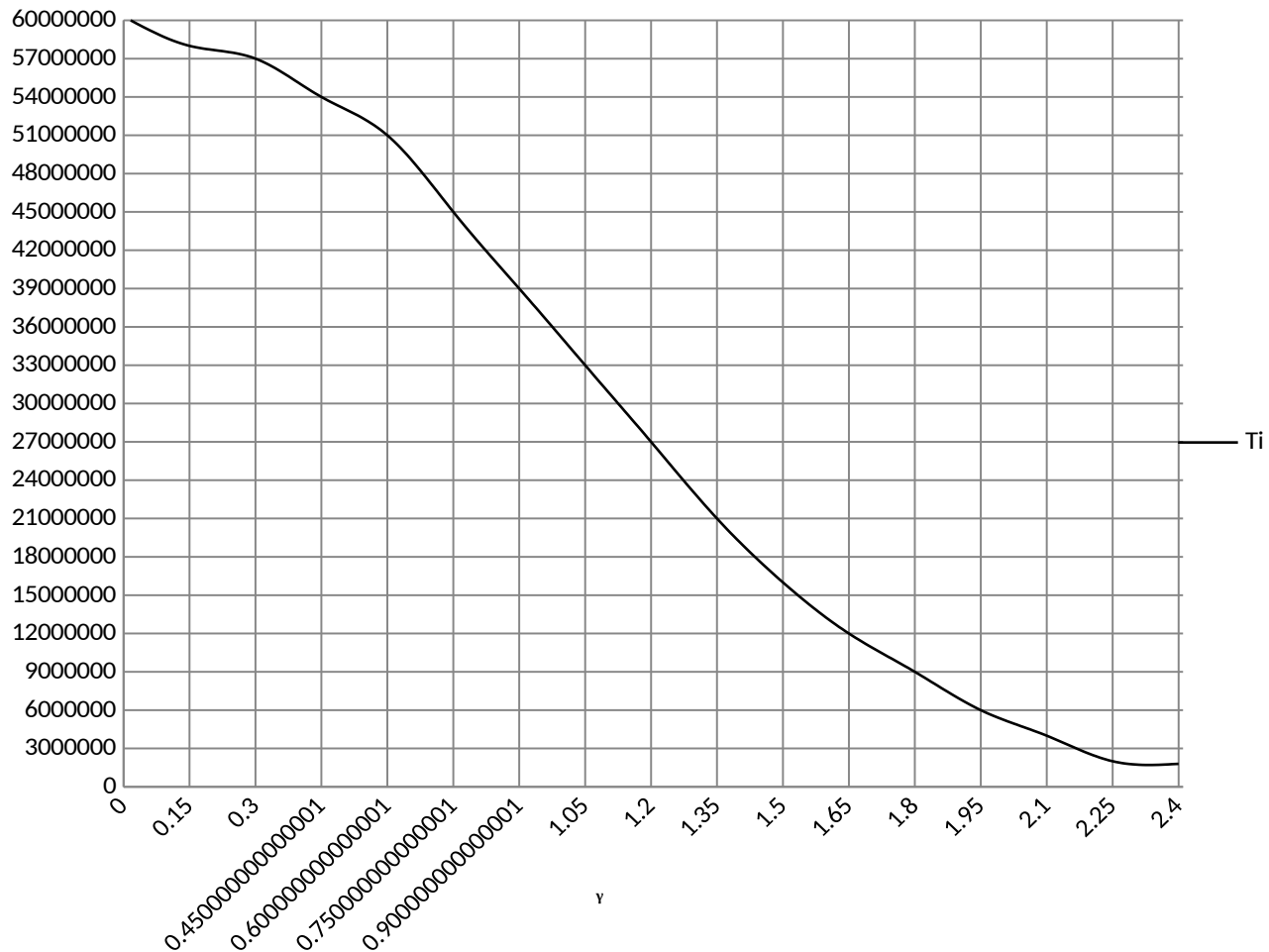


Рис.17 Зависимость статического давления
от приведенной скорости газового потока.

- Необходимо:
- посредством индивидуальных ДУ элементов обеспечить такое движение каждого из них, при котором элемент попадает в цель (по заданному адресу) на поверхности Земли (схемы ЛЕСЕНКА и ЕЛОЧКА);
- *посредством только одной ДУ ГЧ* обеспечить такое движение ГЧ, которое обеспечивает обход заданных адресов с доставкой по каждому из них заданного количества элементов; при этом наличие на элементах ДУ запасов топлива не предусмотрено (схема ЗМЕЙКА)
- оценить потребное время процесса разведения элементов и необходимый для этого запас топлива при различных начальных и текущих условиях движения как ГЧ, так и каждого отделяемого элемента;
- оценить потребное время процесса разведения элементов на АУТ ГЧ и необходимый для этого запас топлива при различных начальных и текущих условиях движения ГЧ и режимах работы ДУ.

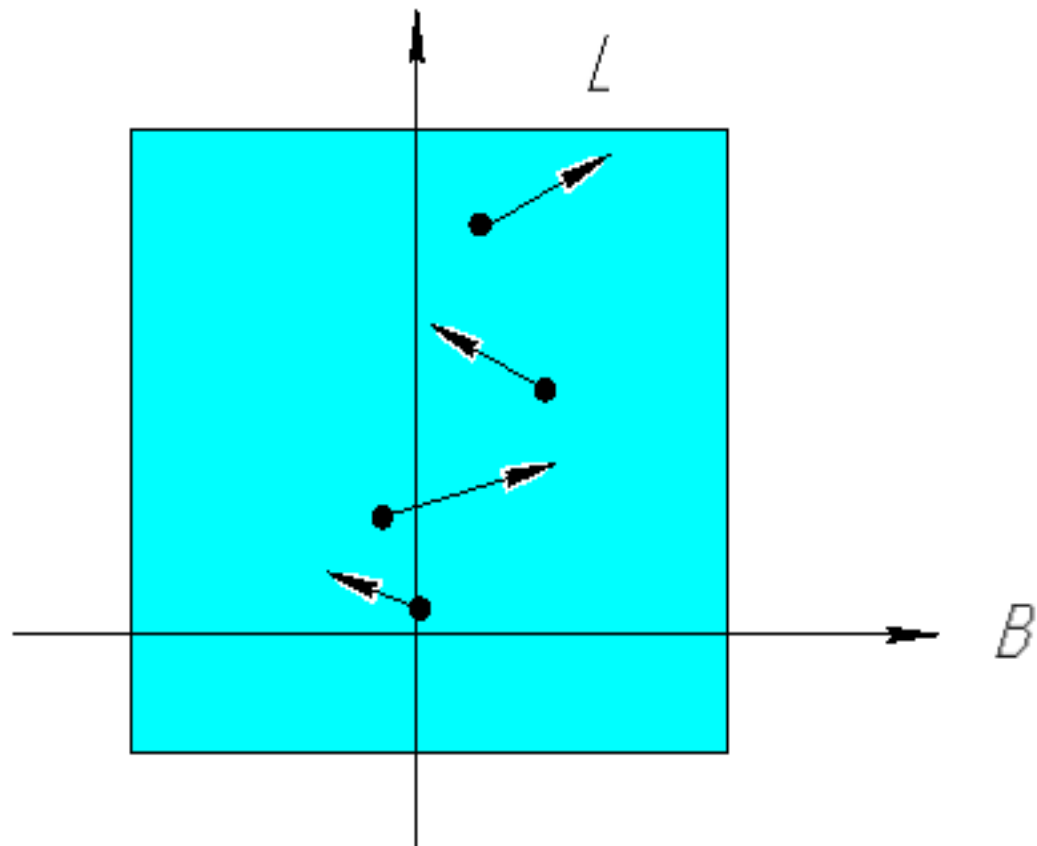
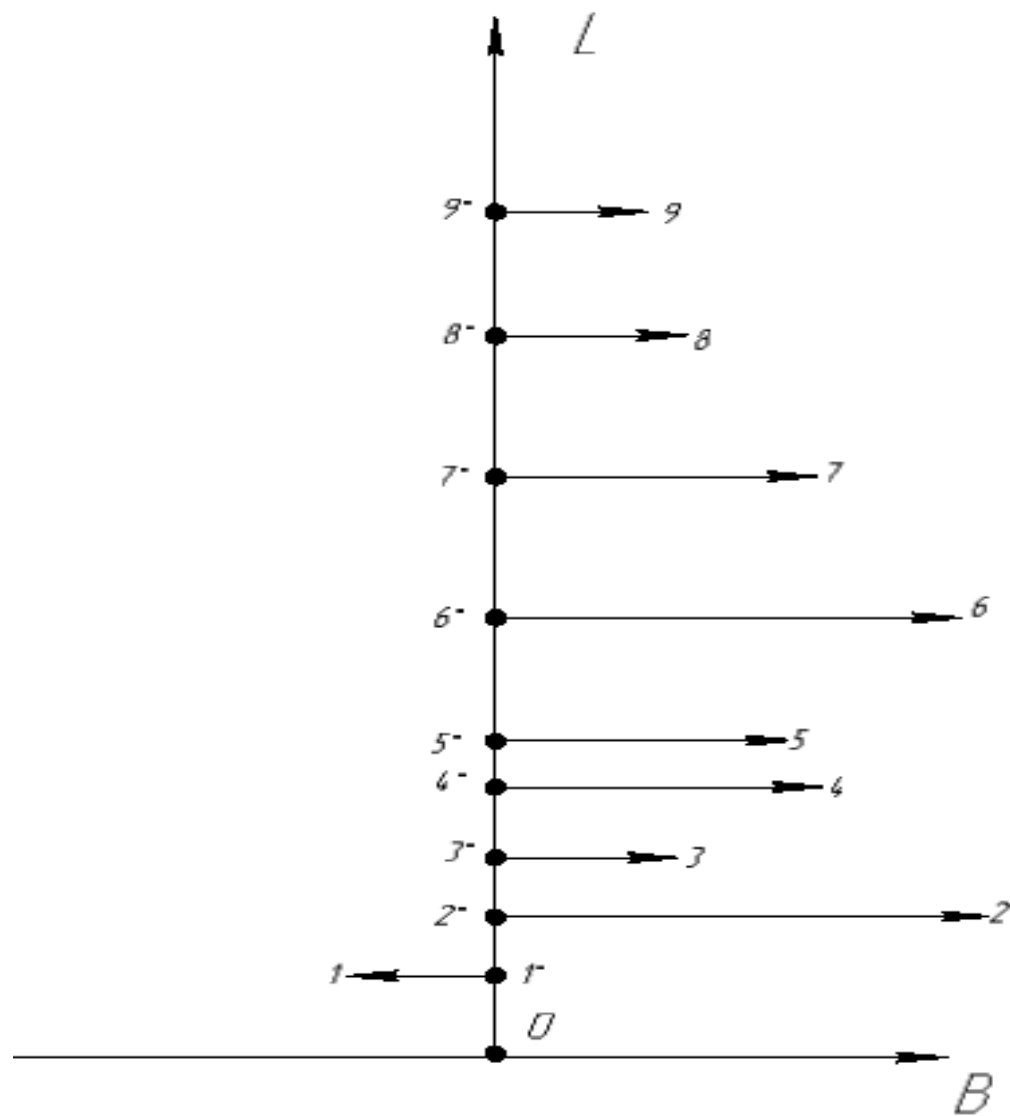


Рисунок 1 - Последовательность разведения элементов



(Направления движения элементов – бокового отклонения B)

Рис. 2.1 Схема разведения типа «ЛЕСЕНКА»

Прирост координаты x на участках

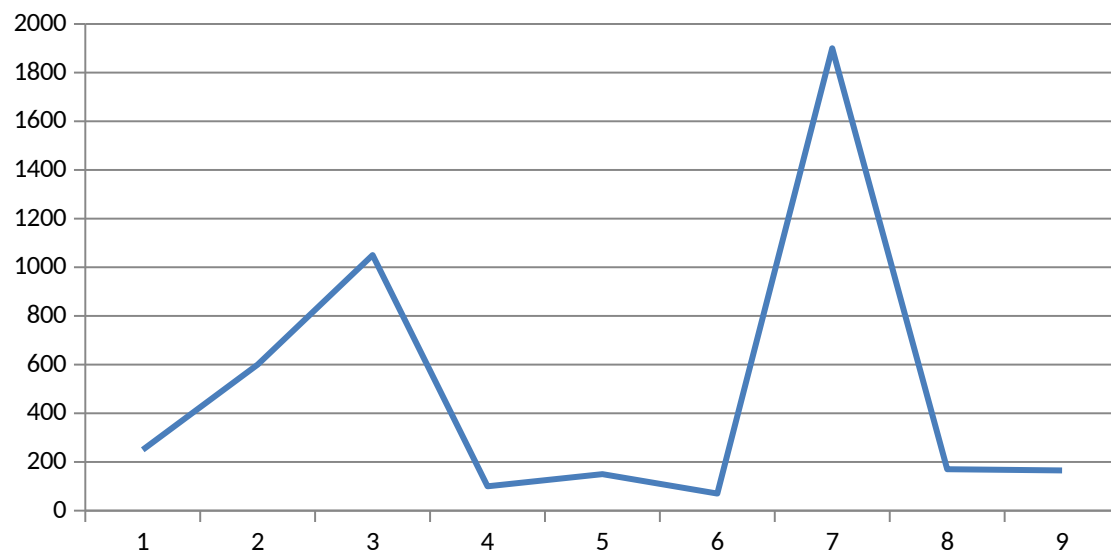


Рис. 3.1

Прирост координаты z на участках

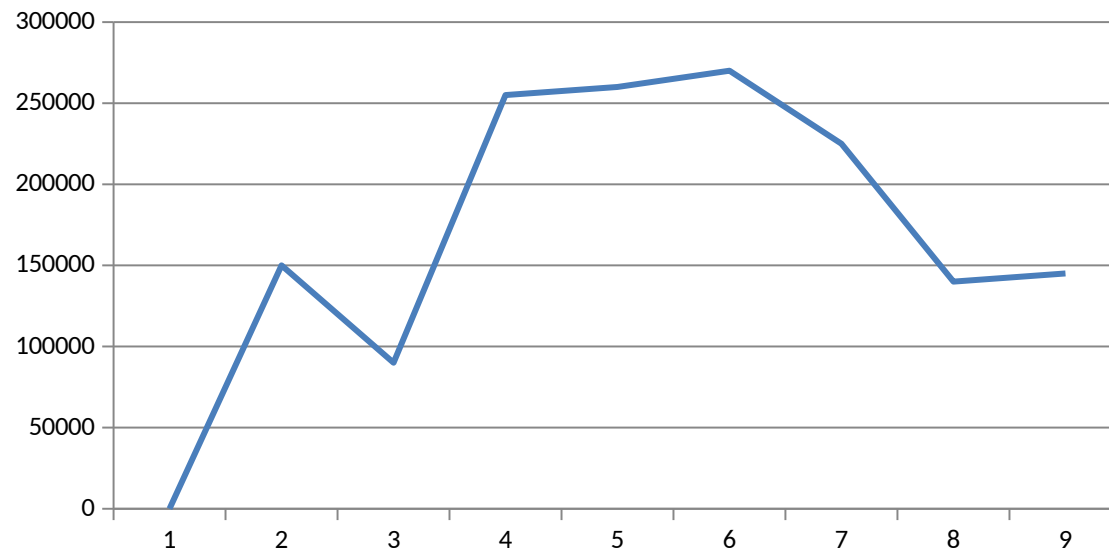


Рис. 3.2

Расчет индекса доходности

- $ИД = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T \frac{\Delta S_t}{(1+E)^t}$
- $ИД = \frac{1}{41907} \left(\frac{3813843.05}{(1+0.1)^1} + \frac{3813843.05}{(1+0.1)^2} + \frac{3813843.05}{(1+0.1)^3} + \frac{3813843.05}{(1+0.1)^4} + \frac{3813843.05}{(1+0.1)^5} \right) = 344.99$

Технологическо-экономические показатели производства

Показатели	Обозначение	Базовый вариант	Новый вариант
Цена материала, руб.	S	216000	47800
Трудоемкость изготовления, час	T	140 905,7	150
Масса корпуса, кг	M	0,75	911,6
Коэффициент объемного заполнения	k		0,95

Расчет сопротивления заземляющего устройства

Полученное сопротивление заземляющего устройства не должно превышать допустимого значения $R_{з.у.} < R_{з.д.}$.

$$R_{з.у.} = \frac{R_{\Sigma} \cdot R_{\Pi}}{R_{\Sigma} + R_{\Pi}} + R_{з.П} = \frac{8,75 \cdot 28,62}{8,75 + 28,62} + 0,9 = 7,97 \text{ Ом.}$$

Оборудование, подлежащее защитному заземлению

- Защитному заземлению в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 подлежат металлические части электроустановок (с изолированной нейтралью), доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты, обеспечивающих электробезопасность.
- Защитное заземление следует выполнять:
- при номинальном напряжении 300 В и выше переменного тока и 440В и выше постоянного тока - во всех случаях;
- при номинальном напряжении от 42 В до 300 В переменного тока и от 110 В до 440 В постоянного тока при работах в условиях с повышенной опасностью и особо опасных;
- во взрывоопасных помещениях заземление выполняется независимо от значения напряжения.

Производственная санитария и гигиена труда

- Важное значение имеет разработка и внедрение физиологически обоснованных режимов труда и отдыха лиц, подвергающихся воздействию вибрации, а также обеспечение их средствами индивидуальной защиты.
- Для защиты рабочего от воздействия общей вибрации применяют обувь с амортизирующими подошвами.
- Общие технические требования на специальную виброзащитную обувь введены ГОСТ 12А.024-16. Значительное внимание уделено защите рук от вибраций, мероприятия по которой изложены в ряде стандартов.
- Например, требования ГОСТ 12.4.002-74, ГОСТ 12.4.20-75 распространяются на средства индивидуальной защиты рук работающего от вибрации, защитные свойства которых обеспечиваются применением упругодемпфирующих материалов.
- Для борьбы с шумом на пути его распространения устанавливают звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции, а также глушители аэродинамических шумов. Их следует проектировать в соответствии с указаниями СНиП П-12-77. Допустимый уровень звука 80 дБА.

Заключение

- Двигатель РДТТ является основной функциональной частью баллистической ракеты стратегического назначения. Его параметры увязываются с параметрами ракеты.
- Проанализировав новый вариант изготовления двигателя, можно сделать вывод о том что, не смотря на увеличение трудоемкости изготовления, экономия средств от изготовления корпуса из нового материала остается весьма существенной (381384305 руб.).
- Из проведенных расчетов получили следующие значения экономических показателей: $\Delta\text{ЧДД} = 14415558.77\text{руб.}$, $\text{ид} = 344.99 \text{ руб./руб.} > 1$
- Так как $\Delta\text{ЧДД} > 0$ и $\text{ИД} > 1$, проект является экономически целесообразным.

протон
ПЕРМСКИЕ МОТОРЫ

Спасибо за внимание!

