

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
"ЗАВОЛЖСКИЙ АВТОМОТОРНЫЙ ТЕХНИКУМ"**

# **Выпускная квалификационная работа (дипломный проект)**

**Выполнила:  
студентка группы АТ-16  
Плигина Екатерина Александровна  
Руководитель: Холодилов В.В.**

2020 год

# Тема выпускной квалификационной работы

Расчёт Р-4 бензинового двигателя

Исследовать конструкцию диска сцепления нажимного

## Исходные данные:

Эффективная мощность:

$$N_e = 106 \text{ кВт}$$

Частота вращения коленчатого вала:  $n = 4390 \text{ об/мин}$

Степень сжатия:

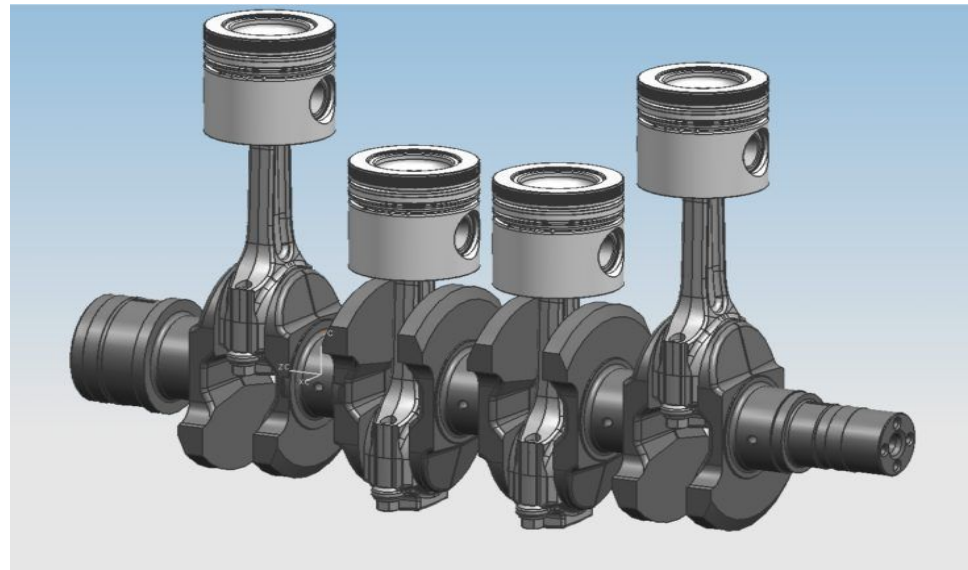
$$\varepsilon = 9,0$$

# Раздел 1

## «Описание двигателя»

### Кривошипно-шатунный механизм

Служит для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное и передачи крутящего момента на трансмиссию автомобиля .



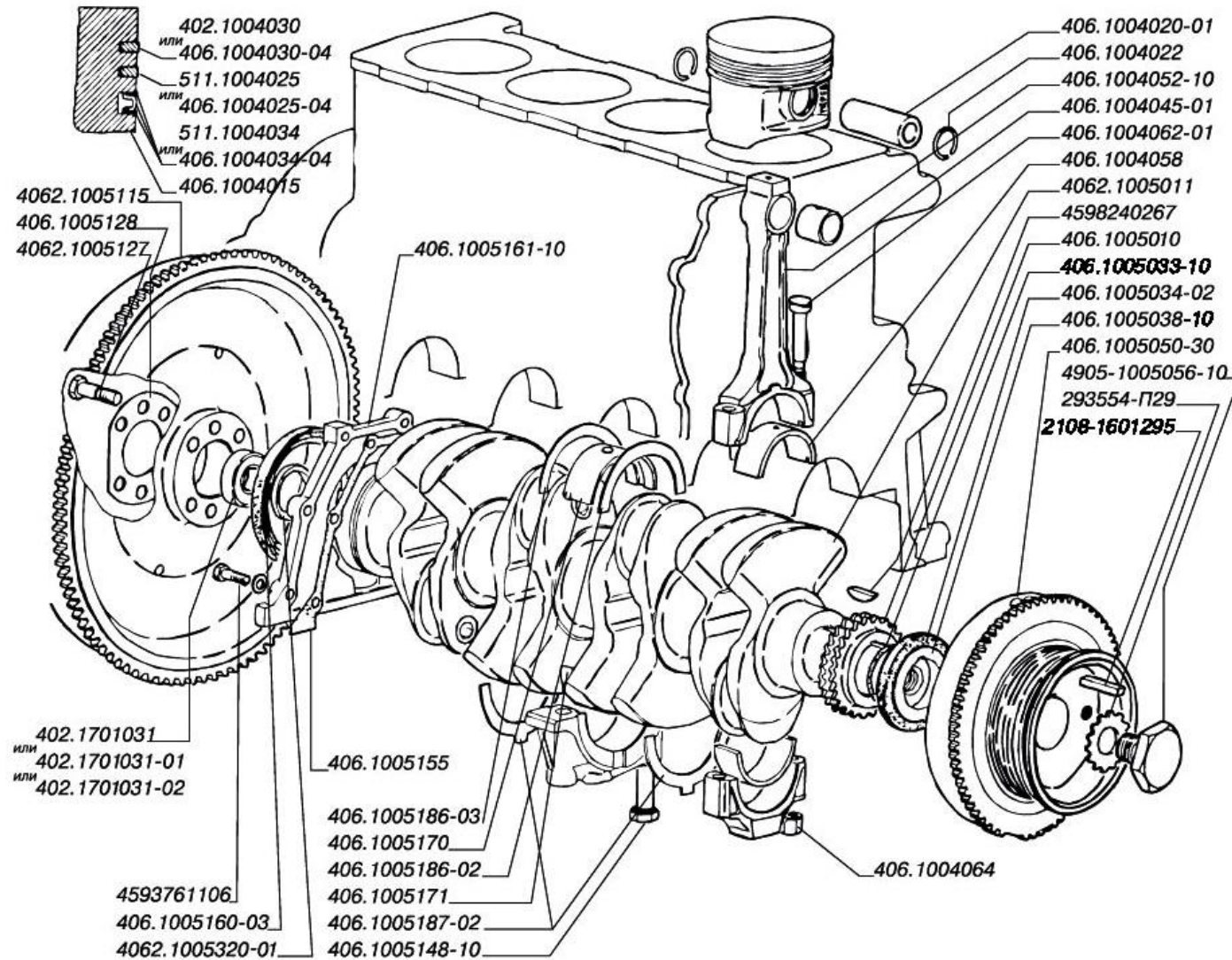
# Неподвижные детали

Служат основой двигателя



# Подвижные детали КШМ

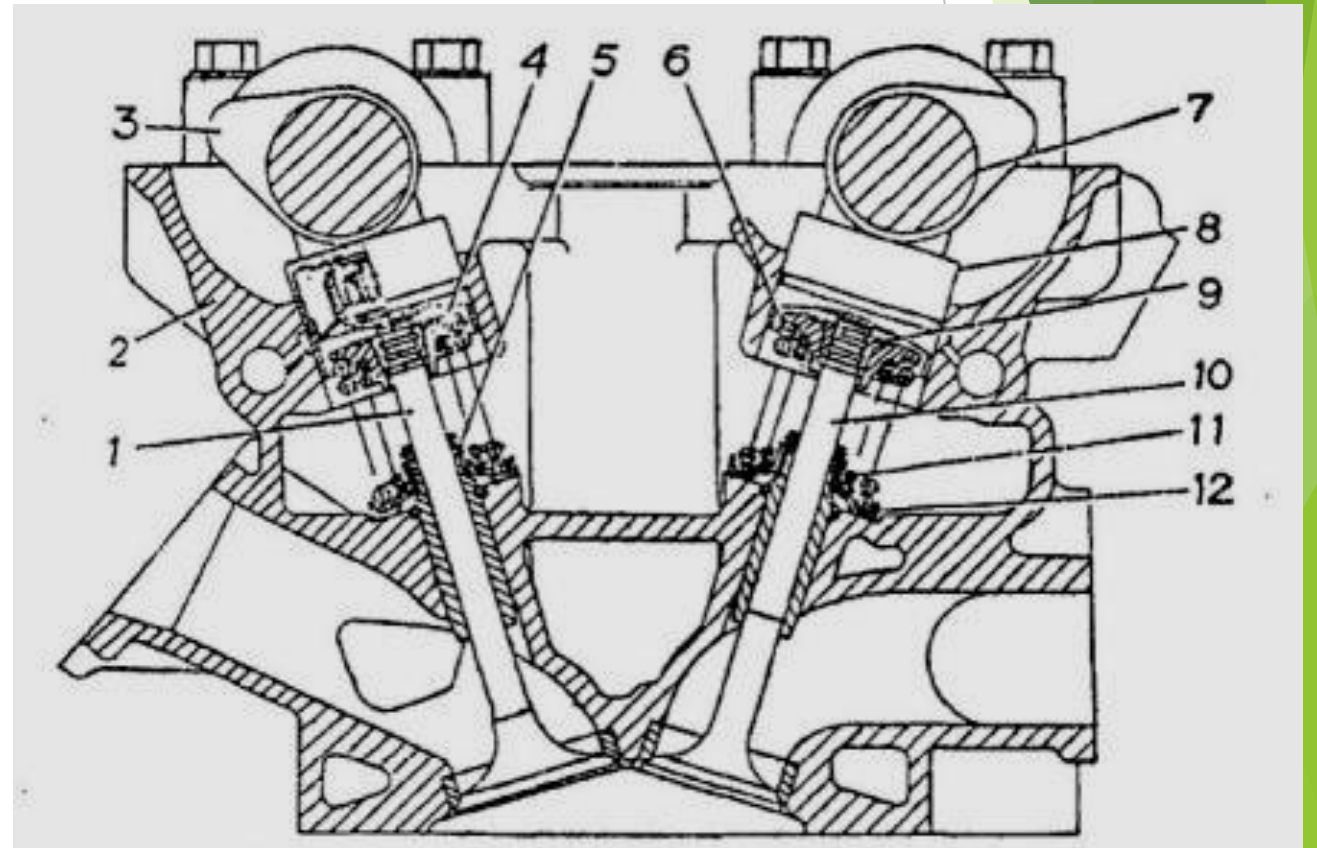
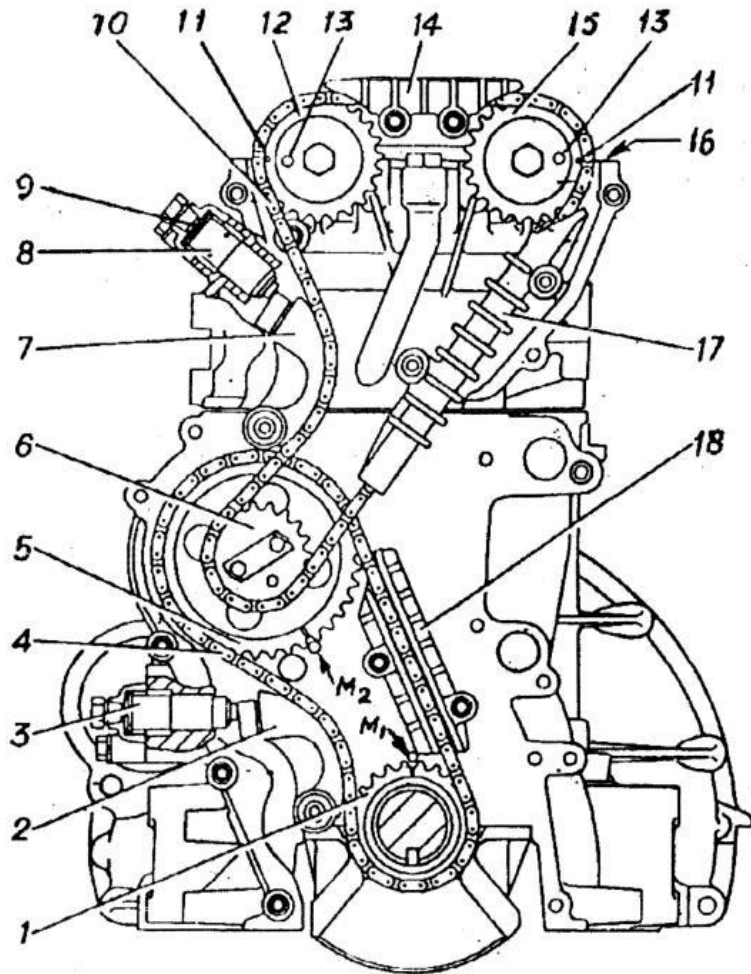
Выполняет преобразование теплоты в механическую энергию





# Газораспределительный механизм

ГРМ служит для своевременного открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов, а также для обеспечения фаз газораспределения.



# Основные системы двигателя

- **Система питания** - служит для образования топлива воздушной смеси, подачи ее внутри цилиндров
- **Система зажигания** - служит для образования тока низкого напряжения и распределения его по цилиндрам
- **Система охлаждения** - служит для отвода излишек тепла и поддержания оптимального температуры режима работы
- **Система смазки** - служит для подвода масла к трущимся поверхностям.
- **Система вентиляции картера** - предназначена для уменьшения выброса вредит веществ из картера двигателя в атмосферу
- **Комплексная микропроцессорная система управления двигателем (КМПСУД)** - служит для осуществления централизованного дозированного впрыска топлива

## Раздел 2

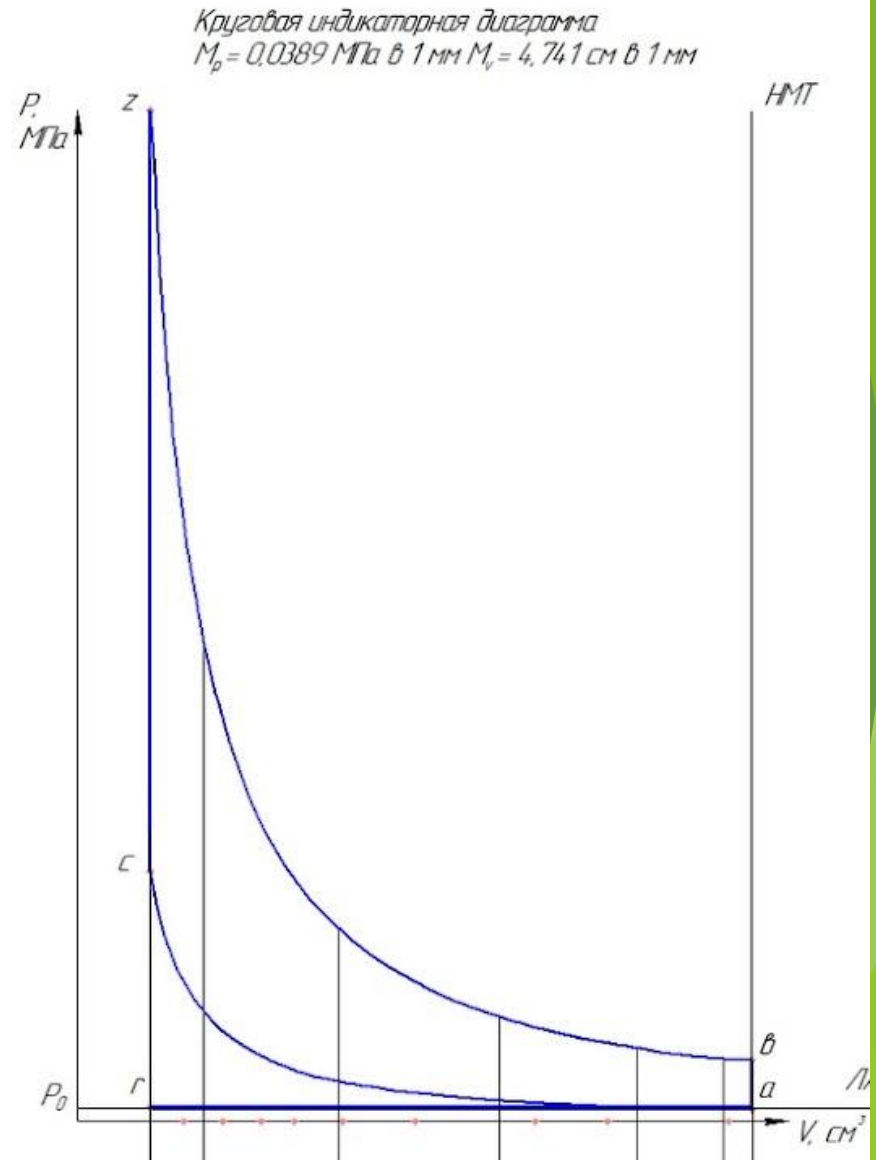
### «Тепловой расчет двигателя»

**Цель:** расчет процессов ДВС (впуск, сжатие, сгорание, расширение, выпуск) и построение круговой индикаторной диаграммы в координатах  $PV$



# Индикаторная диаграмма

это — график изменения давления газов в цилиндре двигателя в течение рабочего цикла в координатах  $PV$ .



# Тепловой баланс двигателя

Цель расчета: определение системы охлаждения исследуемого двигателя.

Обозначение	Состав теплового баланса	$Q, \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$	$q, \%$
$Q_o$	Общее количество теплоты, введенной в двигатель с топливом	289938	100
$Q_e$	Теплота, эквивалентная эффективной работе	110760	37,93
$Q_B$	Теплота, отданная охлаждающей среде	74560	25,72
$Q_r$	Теплота, унесенная с отработавшими газами	81744,69	28,19
$Q_{нс}$	Теплота, потерянная из-за неполноты сгорания топлива	0	0
$Q_{ост}$	Неучтенные потери	22874	7,89

## **Раздел 3**

### **«Внешняя скоростная характеристика»**

**На основании расчетов были построены кривые зависимости основных показателей для 4 режимов работы двигателя**

Ne - эффективная мощность

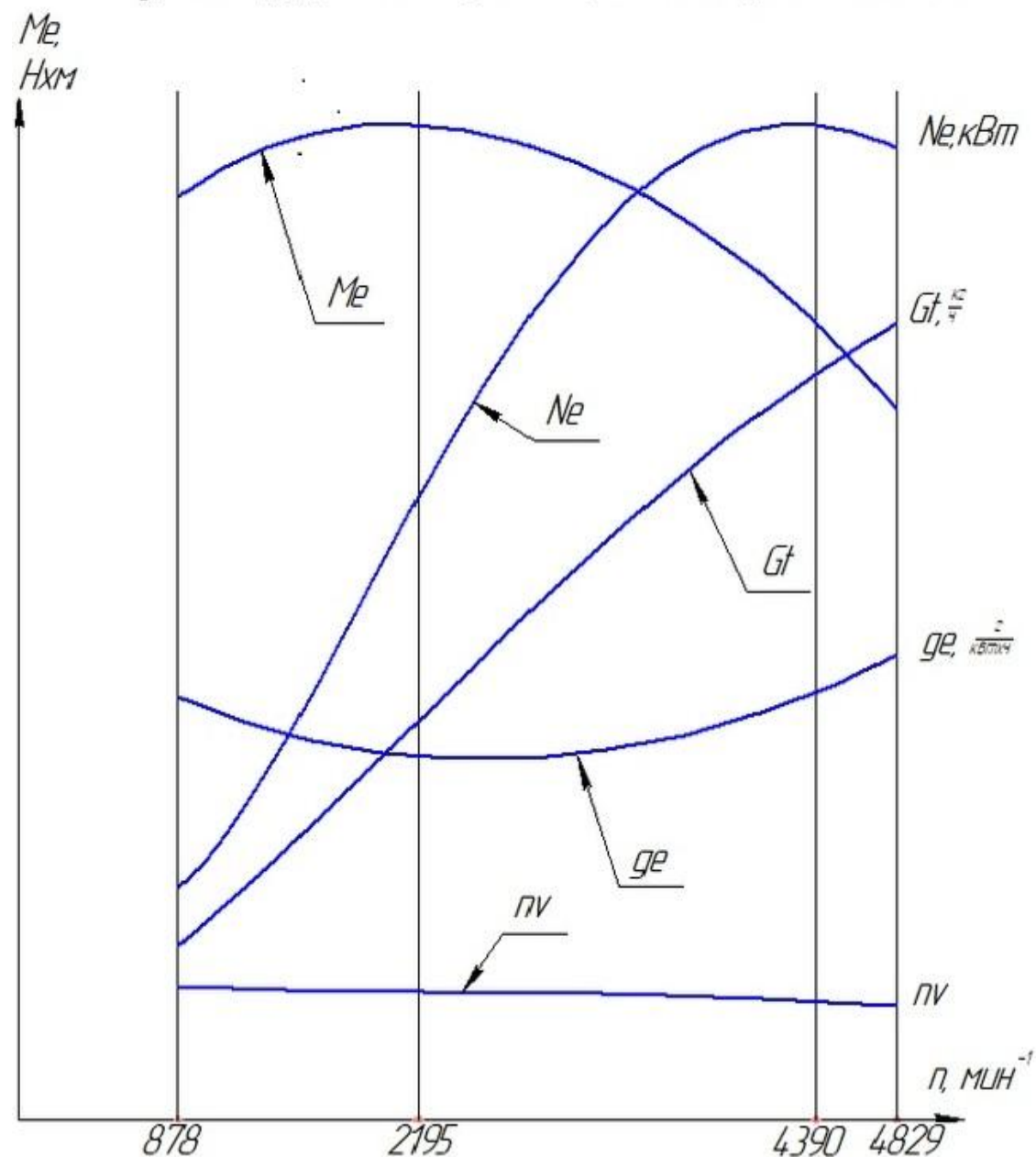
Me - крутящий момент

Gt - часовой расход топлива

ge - Удельный эффективный расход топлива

$\eta_v$  - коэффициент наполнения

$$M_n = 32.19 \text{ мин}^{-1} \text{ в } 1 \text{ мм}; M_{Ne} = 0.73 \frac{\text{кВт}}{\text{мм}}; M_{кр} = 2 \frac{\text{НхМ}}{\text{мм}};$$
$$M_{ge} = 3.340 \frac{\text{г}}{\text{кВтхч}} \text{ в } 1 \text{ мм}; M_{Gt} = 0.211 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \text{ в } 1 \text{ мм}; M_{\eta_v} = 0.0495 \text{ в } 1 \text{ мм}$$



# Раздел 4

## «Кинематика»

### Цель расчета:

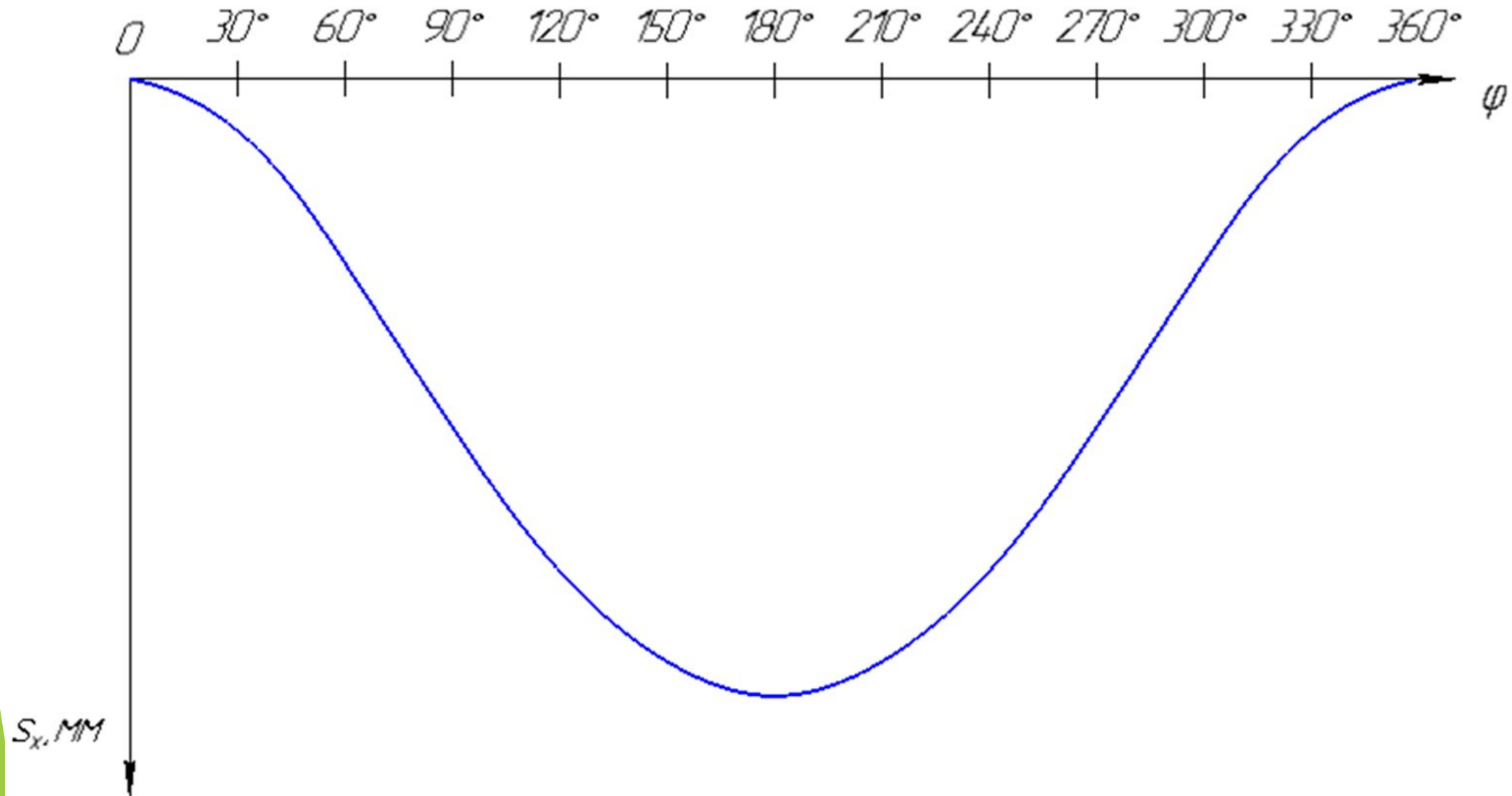
построение графиков (перемещения, скорости, ускорения поршня в масштабе)



## Перемещение поршня

$\varphi^\circ$	$\left[ (1 - \cos \varphi) + \frac{1}{\lambda} (1 - \cos \beta) \right]$	$S_x$ , мм	$\varphi^\circ$
0	0,0000	0	360
30	0,1715	8,06	330
60	0,6125	28,7	300
90	1,1500	70,05	270
120	1,6125	75,78	240
150	1,9035	89,46	210
180	2,0000	94	180

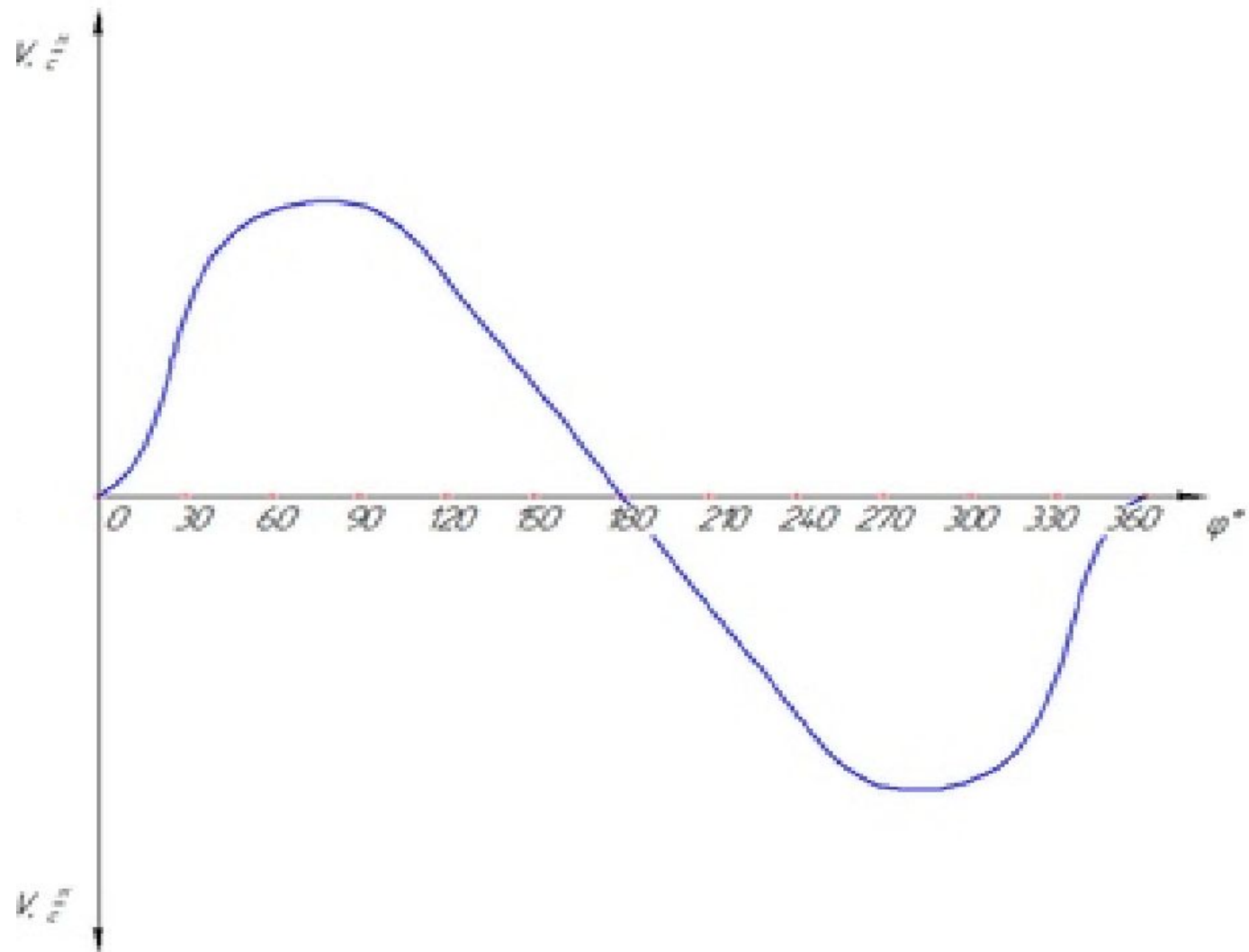
Перемещение поршня  $M_s=1:1$  ;  $M_\varphi=2^\circ$  в 1 мм



# Скорость поршня

$\varphi^\circ$	Знак	$(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi)$	$V_{\Pi}, \frac{M}{c}$	$V_{\Pi},$ мм	Знак	$\varphi^\circ$
0	+	0,0000	0	0	-	360
30	+	0,6299	13,60	37,88	-	330
60	+	0,9959	21,50	59,88	-	300
90	+	1,0000	21,59	60,13	-	270
120	+	0,7361	15,89	44,26	-	240
150	+	0,3701	7,9	22	-	210
180	+	0,0000	0	0	-	180

Скорость поршня  $M_{cr} = 0.359 \frac{m}{c} \approx 1 \text{ мс}$   $M_p = 2^\circ \approx 1 \text{ мс}$

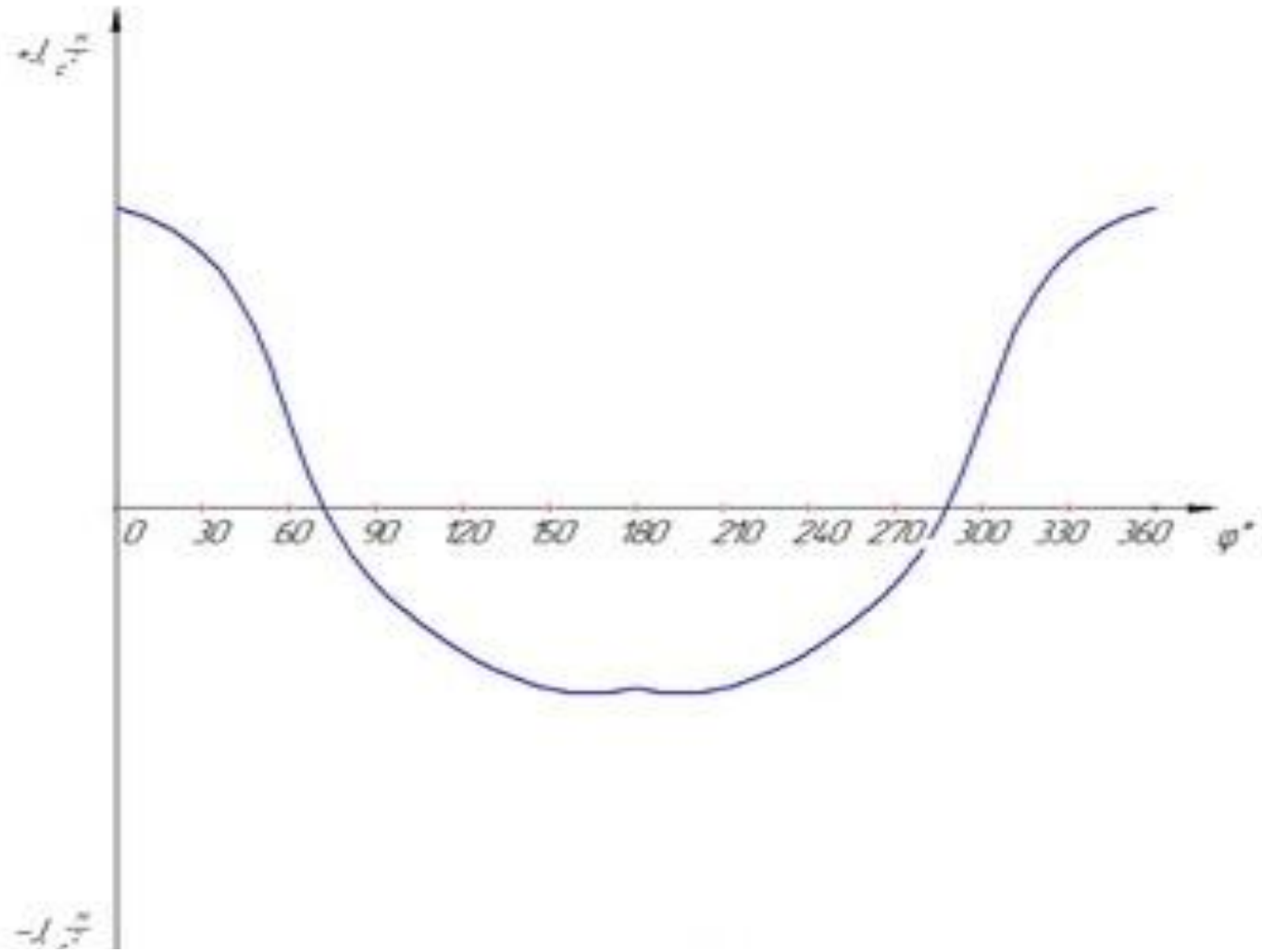


## Ускорение поршня

$\varphi^\circ$	Знак	$(\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$	$J, \frac{m}{c^2}$	$J, \text{ мм}$	Знак	$\varphi^\circ$
0	+	1,3000	11,797,6	60,00	+	360
30	+	1,0160	10077,9	51,25	+	330
60	+	0,3500	3471,7	17,65	+	300
90	-	0,3000	2975,7	15,13	-	270
120	-	0,5718	5671,8	28,8	-	240
150	-	0,7160	7102,1	36,12	-	210
180	-	0,7100	7042,6	35,81	-	180



Ускорение поршня  $M_1 = 196,62 \frac{m}{c^2}$  в 1 мм  $M_2 = 2$  в 1 мм



## Раздел 5 «Динамика»

### Цель расчета:

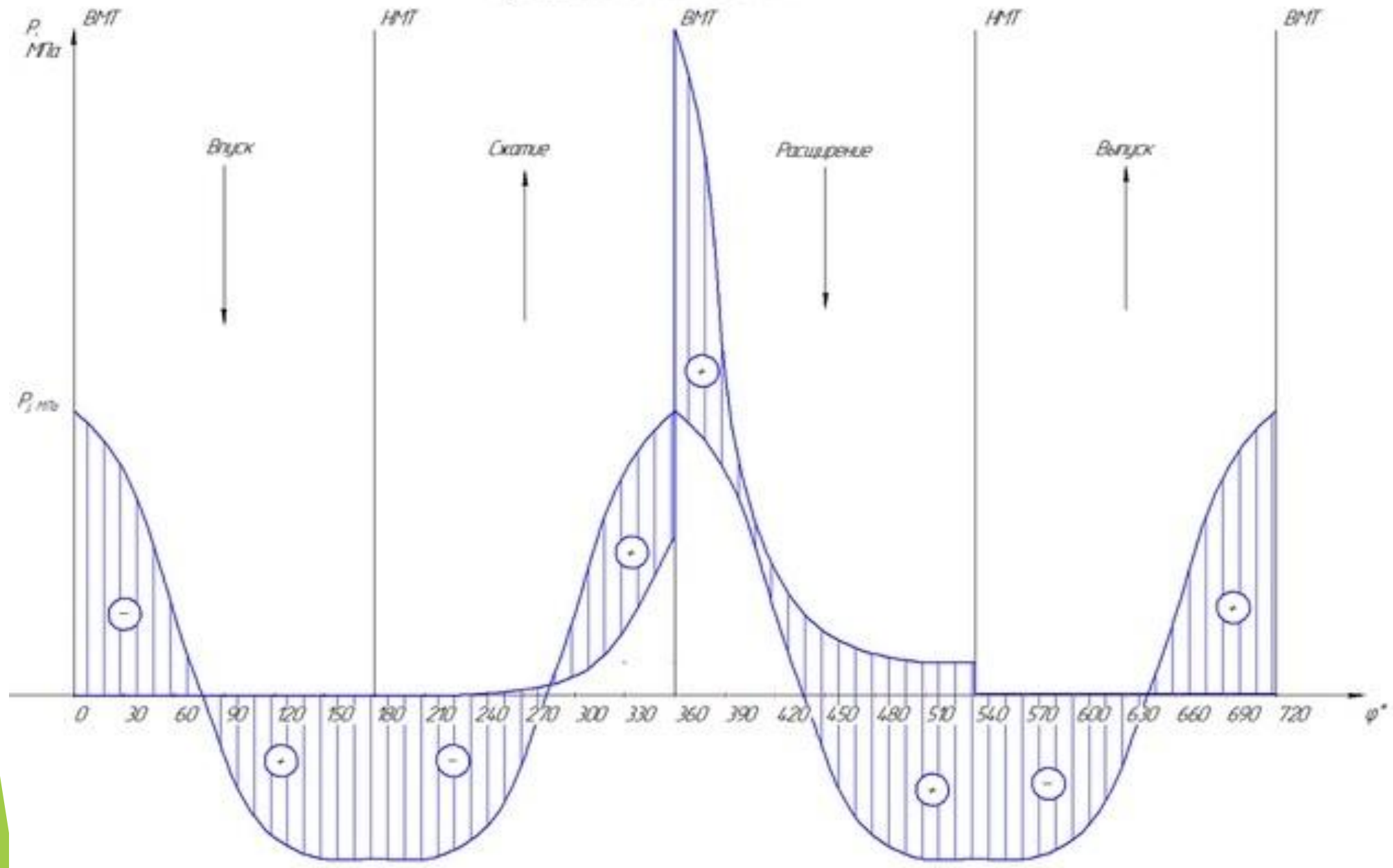
построение диаграммы движущих усилий в координатах

$P_f$  (газовая сила  $P_g$  + сила инерции  $P_j$ )

## Расчет силы инерции

$\varphi^\circ$	$J, \frac{M}{c^2}$	$P_j, \text{МПа}$	$P_j, \text{мм}$	$\varphi^\circ$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
0	+11797,6	-3,649	-56,69	360
30	+10077,9	-1,885	-48,45	330
60	+3471,7	-2,207	-56,73	300
90	-2975,7	+0,556	+14,29	270
120	-5671,8	+1,061	+27,27	240
150	-7102,1	+1,328	+34,13	210
180	-7042,6	+1,317	+33,85	180

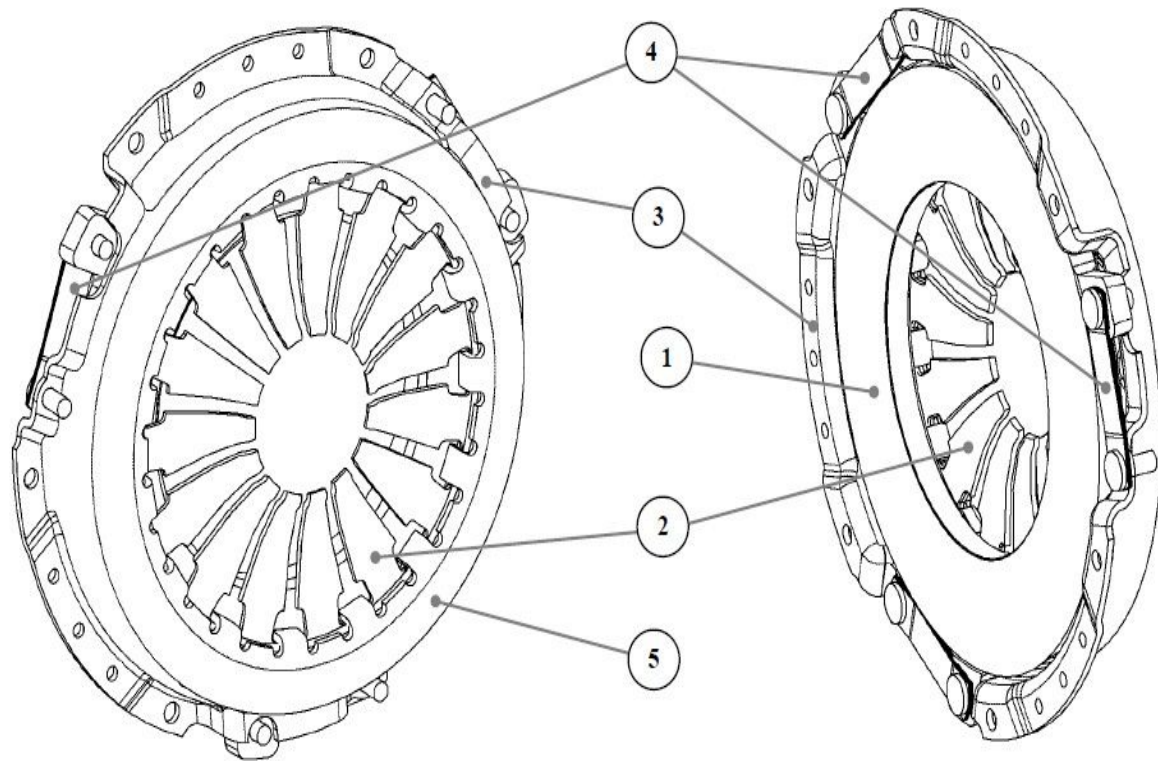
Диаграмма обжимных усилий  
 $M_0 = 0,0389 \text{ МПа}$  в 1 rev  $M = 2$  в 1 rev



# Раздел 6

## «Исследовательская часть»

**Цель:** изучить конструкцию диска сцепления нажимного ЗМЗ 4062.10



Нажимной диск сцепления. Общий вид.

1 – нажимной диск; 2 – диафрагменная нажимная пружина; 3 – кожух нажимного диска;  
4 – пластинчатые соединительные пружины; 5 – маркировка обозначения нажимного диска.

**Сцепление** - предназначено для кратковременного отсоединения двигателя от трансмиссии и плавного их соединения при переключении передач, а также предохранения элементов трансмиссии от перегрузок и гашения колебаний

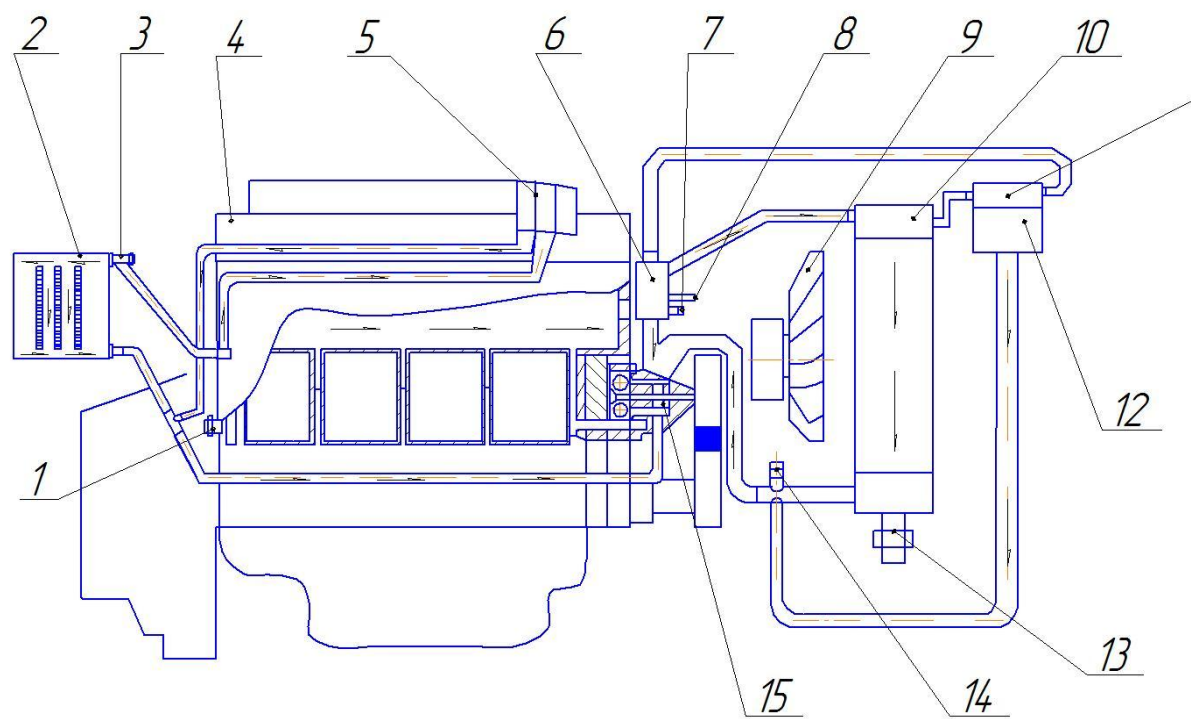


## Принцип работы

При нажатии на педаль сцепления привод сцепления перемещает вилку сцепления, которая воздействует на подшипник сцепления. Подшипник нажимает на лепестки диафрагменной пружины нажимного диска. Лепестки диафрагменной пружины прогибаются в сторону маховика, а наружный край пружина отходит от нажимного диска, освобождая его. При этом тангенциальные пружины отжимают нажимной диск. Передача крутящего момента от двигателя к коробке передач прекращается.

При отпускании педали сцепления диафрагменная пружина приводит нажимной диск в контакт с ведомым диском и через него в контакт с маховиком. Крутящий момент за счет сил трения передается от двигателя к коробке передач.

# Система охлаждения



# Раздел 7

## «Экономическая часть»

**Годовой экономический эффект**

$$Эг = 3052,6 \text{ руб.}$$

**Общий экономический эффект по сроку эксплуатации**

$$Эо = 61829 \text{ руб.}$$

Экономический эффект достигнут в результате увеличения пробега до капитального ремонта в результате более тщательного проведения ежедневного и сезонного технического обслуживания двигателя

## Раздел 8

### «Охрана труда при эксплуатации двигателей»

Для обеспечения безопасности труда необходимо обеспечить безопасность производственного оборудования и технологических процессов. Для этого имеющийся инструмент, технологическое оборудование должны соответствовать требованиям стандартов системы безопасности труда (ССБТ), норм и правил по охране труда и санитарным нормам.

**Спасибо за внимание!**

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a modern, layered effect against the white background.