

Инженер Покаместов А.В.
Инженер Бобина А.В.
(ООО "НПП Профиль - Т")
Доктор техн.наук Бобин В.А.

**СОЗДАНИЕ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ,
ОПИСЫВАЮЩИХ РАБОТУ
ГИРОСКОПИЧЕСКОЙ
МЕЛЬНИЦЫ**

МОСКВА - 2009

**В академической среде России
проблемы разрушения, дробления и
измельчения горных пород
решались в работах**

**академиков В.В.Ржевского,
К.Н.Трубецкого, В.А.Чантурия,**

**члена-корреспондента АН СССР
В.И.Ревнивцева,**

докторов технических наук

**С.Е.Андреева, Л.И.Барона,
Л.Ф.Биленко, Л.А.Вайсберга,
С.Д.Викторова, А.С.Воронюка,
Г.П.Демидюка, Л.А.Красовского и
др.**

**Данные о добыче именных алмазах
Якутии
за период 1959-2001 гг. (АК АЛРОСА)**

- 1) крупные алмазы - 5-50 карат ($\bar{R}_{np} = 4,1 - 8,8$ мм)**
- 2) очень крупные - 50-100 карат ($\bar{R}_{np} = 8,9 - 11$ мм)**
- 3) гигантские - более 100 карат ($\bar{R}_{np} > 11,1$ мм)**

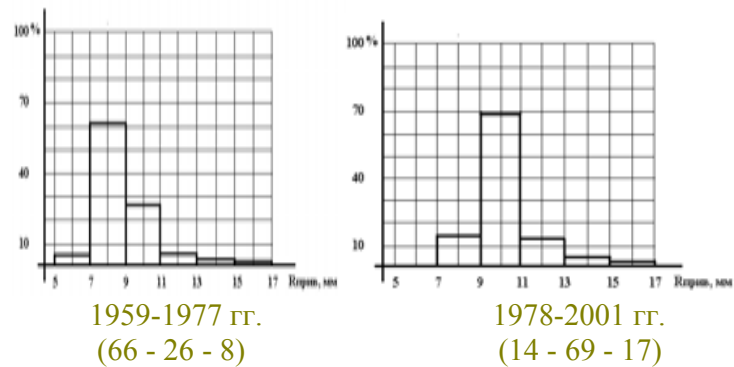


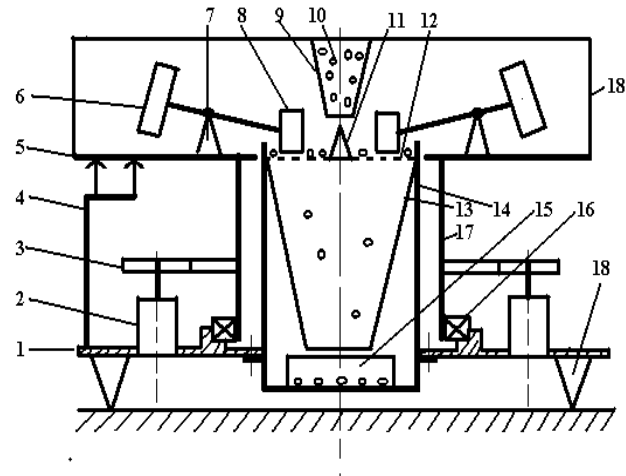
Рис.1. Гранулометрический состав именных алмазов, добытых за 1959-2001гг

**Прототипом
ГИРОСКОПИЧЕСКОЙ МЕЛЬНИЦЫ
является терочная мельница**



Рис. 2. Внешний вид экспериментального образца гироскопической мельницы ГМ с центральной загрузкой рудного материала

Рис. 3. Схематическое изображение ГМ2



1-основание; 2 - электродвигатели рабочей площадки; 3 - цилиндрический редуктор; 4 - токоподвод; 5 - рабочая площадка; 6 - маховик с двигателем(двухступенный гироскоп); 7 - система подвеса маховика; 8 - рабочий орган; 9 - конус центрального загрузочного устройства; 10 - рудный материал; 11 - центральный рассекатель; 12 - рабочая площадка; 13 - разгрузочный конус; 14 - цилиндр разгрузочного конуса; 15 - бункер; 16 - подшипник; 17 - цилиндр рабочей площадки; 18 - опора

Технические параметры гирскопической мельницы

Диапазон изменения ω - от 10 до 400 с⁻¹,

Диапазон изменения Ω - от 1 до 20 с⁻¹.

Момент инерции маховика - $J = 4 \times 10^{-5}$
кгм²

Диапазон изменения момента
гирскопических сил - от 4×10^{-4} до 0,32
Нхм.

Масса - 2,8 кг

Рудный материал - кимберлит, **пирротин**
(рудник "Комсомольский", г. Норильск),
медно-колчеданная руда Узельгинского
месторождения, **сфалерит** Дальнегорского
месторождения, **руда Олимпиадинского**
месторождения (Красноярский край),
куммингтонит - фракции 2 -3 мм

МОМЕНТ ГИРОСКОПИЧЕСКОЙ СИЛЫ:

$$M = J\omega\Omega\sin\alpha \quad (1)$$

где M - момент гироскопических сил; J - момент инерции маховика, ω - его угловая скорость вращения; Ω - угловая скорость вращения рабочей площадки; α - угол между ω и Ω

Система уравнений

Уравнения движения:

$$\rho(t) = \rho(t_0) = \rho_0 = L = \text{const}$$

$$d(I_\theta \Omega_\theta)/dt = M_{\theta g} + M_{\theta G}; \quad (2)$$

$$d(I_\varphi \Omega_\varphi)/dt = 0;$$

$$\text{где } I_\theta = mL^2; \Omega_\theta = d(\theta(t))/dt; M_{\theta g} = mgL\sin(\theta);$$

$$M_{\theta v} = 0; M_{\theta c} = 0; M_{\theta G} = I_\omega \Omega_\varphi \omega \sin(\theta);$$

$$d(I_\varphi \Omega_\varphi)/dt = 0; I_\varphi = mgL^2(\sin(\theta))^2$$

Граничные условия:

$$t_0 = t = t_k;$$

$$\varphi(t) = \varphi(t_0) = \varphi_0 = \text{const};$$

$$\theta(t_0) = \theta_0; \Omega_\theta(t_0) = \Omega_{\theta 0}.$$

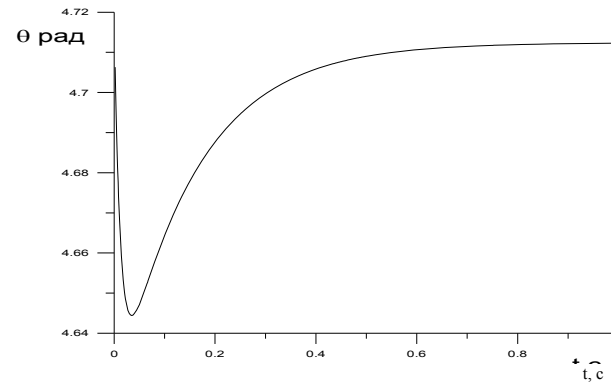
Программный продукт "Гиро"



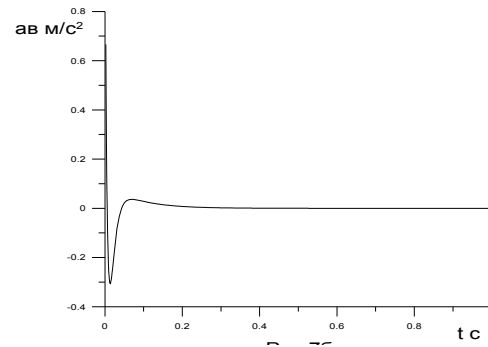
ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

1. **Угол качания** центробежного маятника θ в зависимости от времени t для апериодического процесса

Время затухания колебаний $T_k \sim 0.8$ с.



2. Зависимость **вертикального ускорения** a_B от времени t



**Технические характеристики ГМ
в сравнении с известными мельницами
типа "Титан" и СМД**

Параметры	Титан М-63	Титан М-125	Титан М-160	СМД-493Б	ГМ
Q, т/ч	1-3	3-15	10-55	0,2-10	$0,2 \times 10^{-3}$
N, кВт	110	305	850	55	24×10^{-3}
m, т	8	22	35	12,6	$2,8 \times 10^{-3}$
$\mathcal{E}=Q/N, \text{т/ч/кВт}$	0,009	0,01	0,012	0,0036	0,0014
$\mathcal{E}_{\text{уд}}=\mathcal{E}/m, \text{т/ч/кВт/т}$	0,0011	0,0045	0,00034	0,00029	3,02

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ:

- 1. Создана гироскопическая мельница - новая, не имеющая аналогов за рубежом, безударная техника для измельчения природных и техногенных материалов.**
- 2. Получен программный продукт по расчету усилий при работе гироскопической мельницы, описывающий работу мельницы в режиме реального времени.**
- 3. Разработаны научные основы технологии безударной переработки кимберлитов с учетом использования гироскопических мельниц, что повысит сохранность и выход крупных алмазов и в несколько раз снизит энергетические затраты на разрушение кимберлитов.**

1. эффективность работы гироскопической мельницы не хуже - 0,01 - 0,014 т/ч/кВт;

2. **повышение** величины **удельной эффективности** работы гироскопической мельницы по сравнению с существующими прототипами **на четыре порядка величины;**
снижение веса гироскопической мельницы по сравнению с существующими прототипами **в 1,2-1.3 раза.**