

УТВЕРЖДЕНО

Главный инженер

организации п/я А-3398

А.А.Зак

" 31 " 02 1981 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
РЕГУЛИРУЮЩИХ ПОВОРОТНЫХ ЗАТВОРОВ

РД РТМ 26-07-248-81

Вводится впервые

Приказом организации п/я А-3398 от " 2 " Сентября 1981 г.  
№ 112 срок действия установлен с " 1 " июля 1982 г.  
\* О ~~Срок действия продлен до 10.02.82~~ до " 1 " июля 1987 г.

\* Снято ограничение срока действия.

Настоящий руководящий технический материал (РД РТМ) распространяется на затворы поворотные дисковые Ду от 200 до 800 мм с различной формой дисков, работающих на любых однофазных ньютоновских жидкостях с любой температурой и давлением и на газах с коэффициентом сжимаемости не более 1, и устанавливает гидравлические характеристики, методику расчета гидродинамического момента на валу затвора и методику расчета бескавитационного режима работы затвора.

РД РТМ устанавливает гидравлические и гидродинамические характеристики поворотных затворов, работающих в режиме квадратичного сопротивления (область автомодельности), т.е. при числах Рейнольдса разных или больших  $2 \cdot 10^4$  ( $Re \gg 2 \cdot 10^4$ ).

Цифр № подп.	Подпись и дата	Взамены инициалов	Инициалы Зав.рук	Подпись и дата
73-82	Вынесен 14.07.82			

## I. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Гидравлические характеристики – это зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от угла поворота диска.

Гидродинамические характеристики – это зависимость коэффициентов момента и кавитации от угла поворота диска.

$\phi$  – коэффициент гидравлического сопротивления;

$m_d$  – коэффициент момента;

$K_c$  – коэффициент кавитации;

$\alpha$  – угол поворота диска;

Начало отсчета угла поворота диска производится от закрытого положения затвора

$Q$  – расход рабочей среды,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$D_y$  – диаметр условного прохода поворотного затвора, м;

$F_y$  – площадь, соответствующая условному проходу,  $\text{м}^2$ ;

$V_{cp}$  – максимальная скорость среды в подводящем трубопроводе, отнесенная к площади условного прохода,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$V_{cp,i}$  – скорость среды, отнесенная к площади условного прохода, при заданном угле поворота,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$\rho$  – плотность рабочей среды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$M_r$  – гидродинамический момент, Н·м;

$P_1'$  – абсолютное давление до затвора, Па;

$P_{нас.п.}$  – давление насыщенных паров жидкости при рабочей температуре, Па;

$\Delta P$  – перепад давления на затворе, Па;

$a$  – эксцентриситет, м;

$\frac{a}{D_y}$  – относительный эксцентриситет.

н/б №	Позиция	Взам.нбр №:
73-82	Затвор	14-6-82

## 2. ФОРМА И ХАРАКТЕРНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОВОРОТНЫХ ДИСКОВ

2.1. Основные размеры и форма дисков, для которых определены гидравлические и гидродинамические характеристики экспериментальным путем, приведены на рис.1 + 5

диск "чечевица" - рис.1;

диск "рыбий хвост" - рис.2;

диск "интегральный" - рис.3;

диск с отражателем - рис.4;

диск плоский с исподвижно закрепленной пластиною - рис.5

2.2. Диск (Рис.4) имеет 3 вида специальных отражателей, которые могут быть установлены под разным углом  $\Psi$ . Форма и размеры отражателей приведены на рис.6.

2.3. Все характеристические размеры приведены в относительных единицах к условному диаметру.

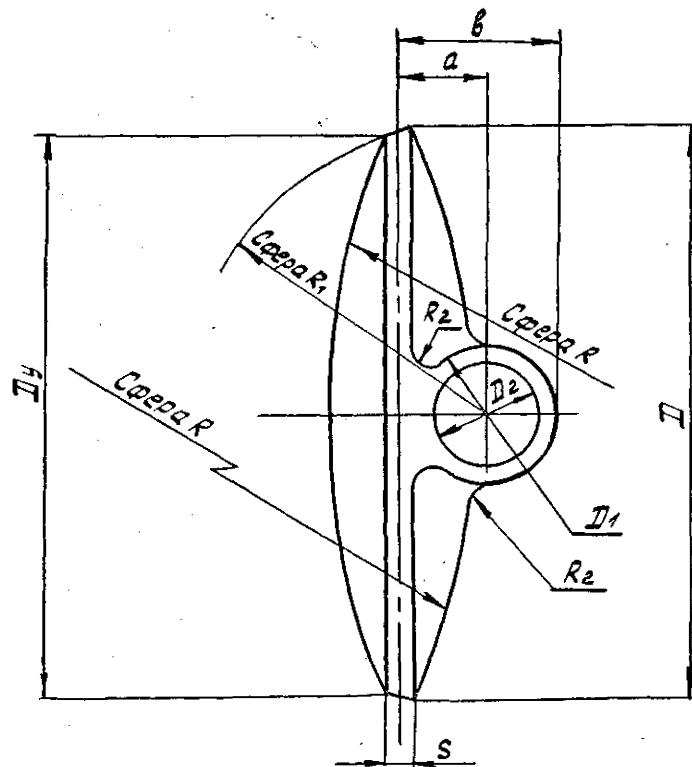
2.4. Направление вращения дисков при проведении экспериментов, относительно направления подачи рабочей среды приведены на рис.7.

## 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от угла поворота диска для различных исполнений дисков приведена на рис.8 + 15. Приведенные величины коэффициентов гидравлического сопротивления справедливы в диапазоне углов поворота от  $10^{\circ}$  до  $90^{\circ}$  в режиме квадратичного сопротивления.

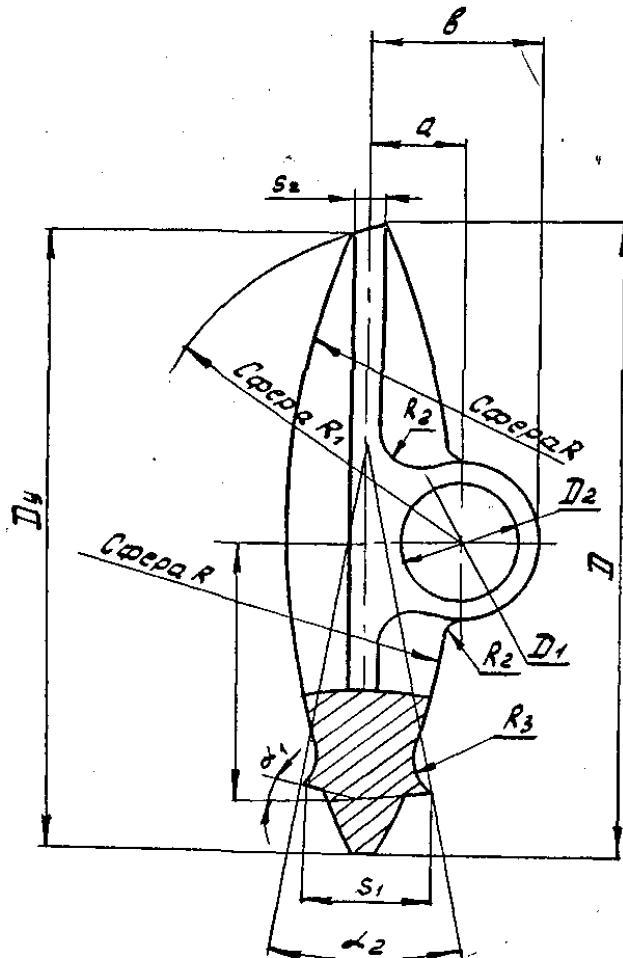
3.2. Зависимость коэффициента момента от угла поворота диска для всех исполнений дисков приведена на рис.16 + 23.

Избранные Показатели и данные	Виды дисков	Номер таблицы
23-82	Виды 14-82	



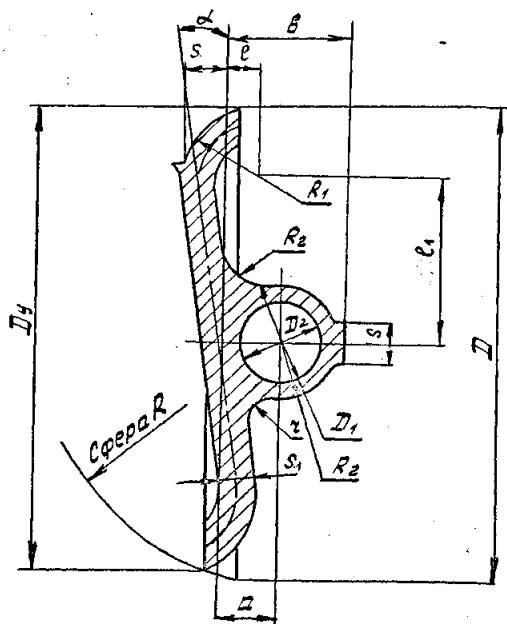
$a / D_y$	$b / D_y$	$s / D_y$	$D / D_y$	$D_1 / D_y$	$D_2 / D_y$	$R / D_y$	$R_1 / D_y$	$R_2 / D_y$
0,05	0,175		1,005				0,510	
0,06	0,205	0,04	1,016	0,25	0,18	1,30	0,514	0,05
0,10	0,225		1,017				0,518	
0,12	0,245	0,04	1,019	0,25	0,18	1,30	0,524	
0,15	0,275		1,025				0,534	0,05

Рис. I Форма и размеры диска формы "чечевица"



$a/D_y$	$b/D_y$	$s_1/D_y$	$s_2/D_y$	$s_3/D_y$	$\alpha_1^\circ$	$\alpha_2^\circ$	$D/D_y$	$D_1/D_y$	$D_2/D_y$	$R/D_y$	$R_1/D_y$	$R_2/D_y$	$R_3/D_y$
0,00	0,125						1,005				0,500		
0,05	0,175						1,005				0,510		
0,08	0,205	0,42	0,20	0,04	10	22	1,016	0,25	0,18	130	0,514	0,05	0,10
0,10	0,225						1,016				0,518		
0,12	0,245	0,42	0,20	0,04	10	22	1,019	0,25	0,18	130	0,524	0,05	0,10

Рис.2 Форма и размеры диска "рыбий хвост"



$a/D_y$	$b/D_y$	$e/D_y$	$s/D_y$	$b_1/D_y$	$s_1/D_y$	$s_2/D_y$	$\alpha^\circ$	$D/D_y$	$D_1/D_y$	$D_2/D_y$	$D_3/D_y$	$R/D_y$	$R_1/D_y$	$R_2/D_y$
0,00	0,125						15°30'	1,005				0,506		
0,05	0,175	0,075	0,12	0,344	0,08	0,093		1,005				0,510		
0,08	0,205						2°30'	1,016	0,25	0,18		0,514	0,132	0,05
0,10	0,225							1,047				0,518		
0,12	0,245	0,075	0,12	0,344	0,08	0,093	9°30'	1,019	0,25	0,18	0,524	0,132	0,05	

Рис.3 Форма и размеры диска "интегральной" формы

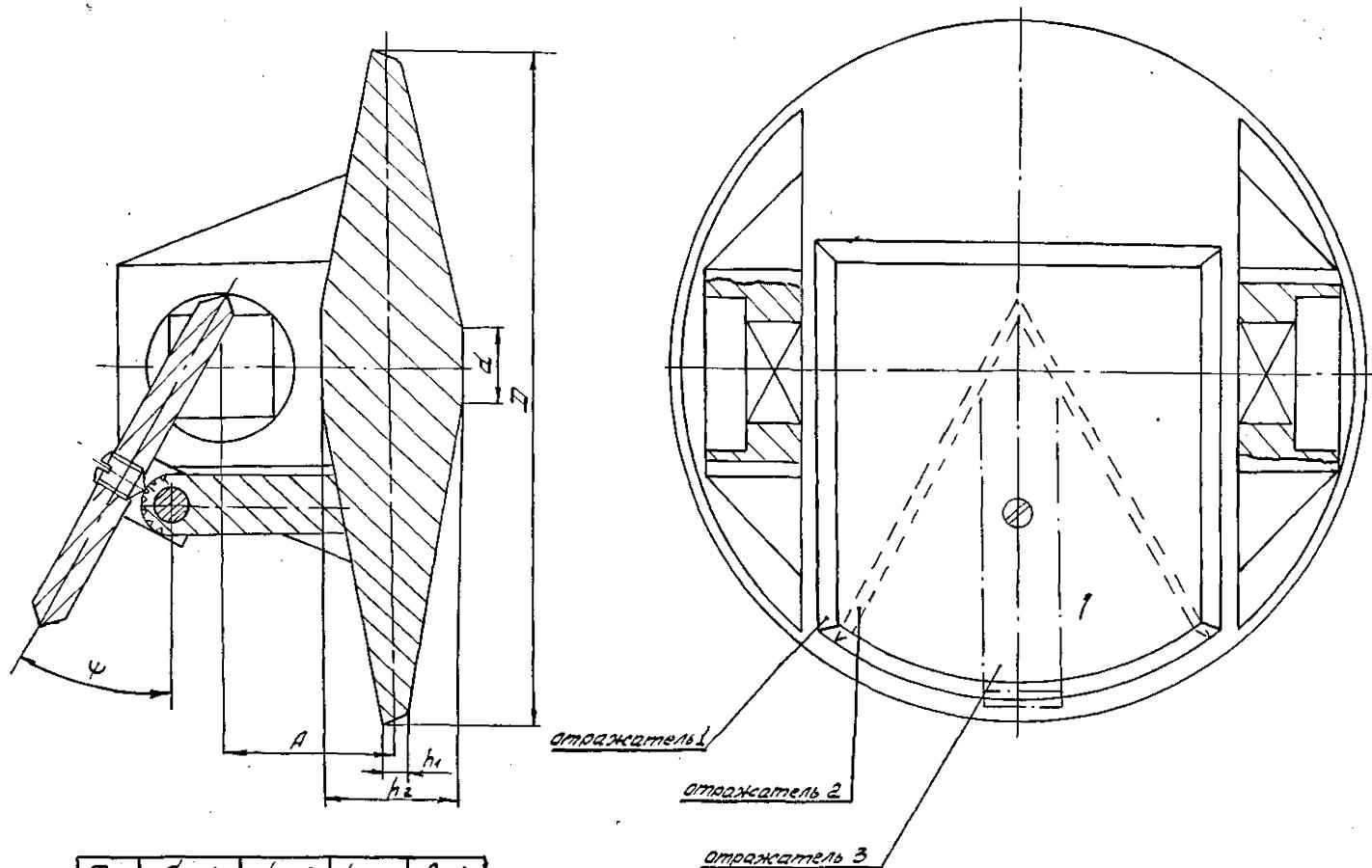
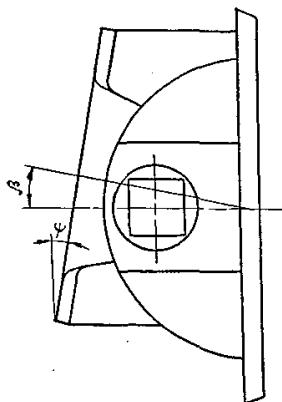
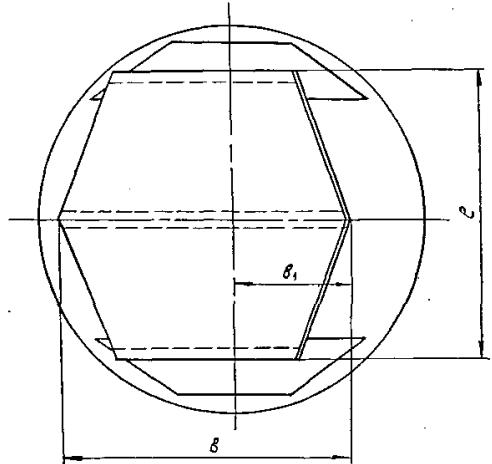
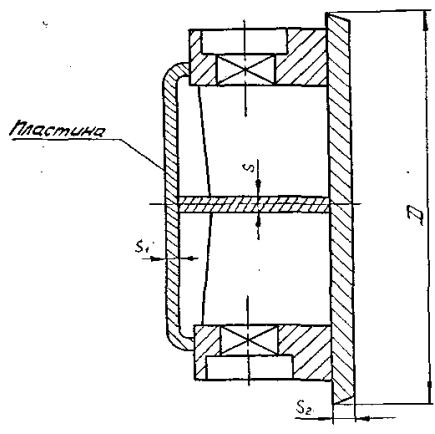


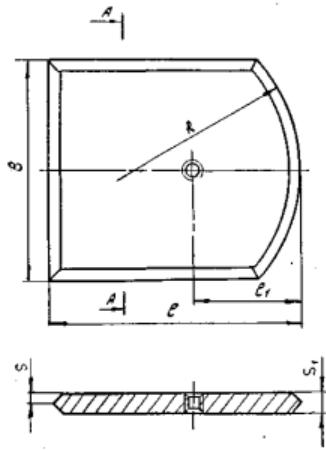
Рис.4. Форма и размеры  
диска с отражателем



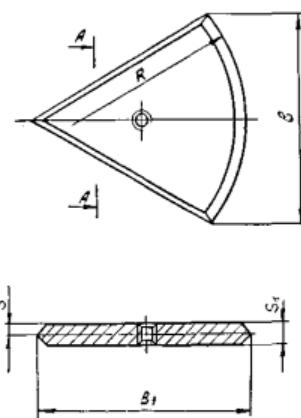
$D_1/D_2$	$h/D_2$	$s_1/D_2$	$\ell/D_2$	$\theta_1/D_2$	$\theta_2/D_2$	$\psi$	$s/D_2$	$\beta$
0.91	0.03	0.04	0.70	0.70	0.875	10°	0.04	10°

Рис.5. Форма и размеры диска  
плоского с неподвижно закрепленной пластиной

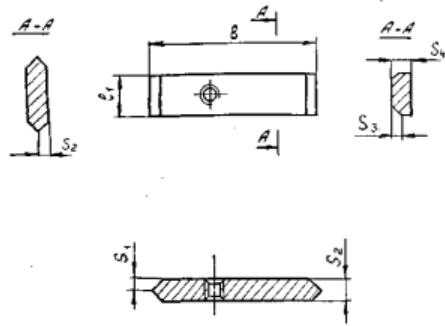
Отражатель №1



Отражатель №2



Отражатель №3



$\theta / D_1$	$\theta / D_2$	$\theta / D_3$	$S / D_1$	$S / D_2$	$S / D_3$	$R / D_2$
0,525	0,225	0,35	0,025	0,05	0,025	0,4

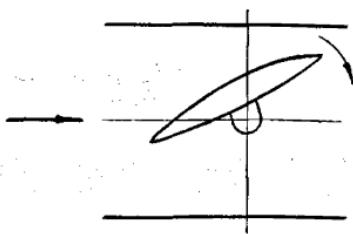
$\theta / D_1$	$\theta / D_2$	$S / D_1$	$S / D_2$	$S / D_3$	$R / D_2$
0,5	0,55	0,025	0,025	0,0225	0,4

$\theta / D_1$	$\theta / D_2$	$S / D_1$	$S / D_2$	$S / D_3$	$R / D_2$
0,45	0,26	0,025	0,025	0,025	0,05

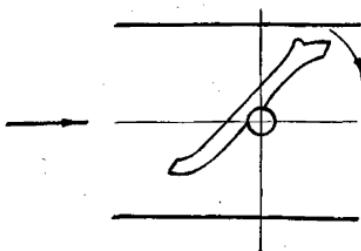
Рис. 6

## Формы дисков

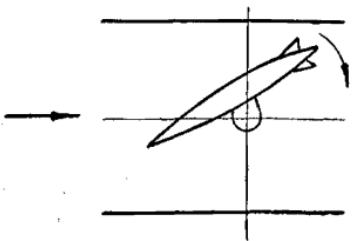
"чечевица"



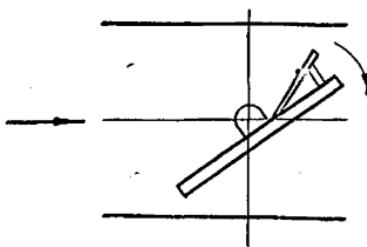
"интегральный"



"рыбий хвост"



с отражателем



с неподвижно закрепленной пластиной

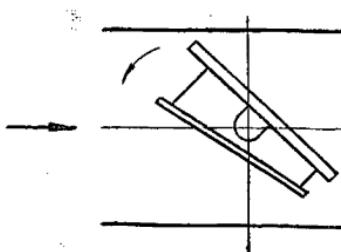
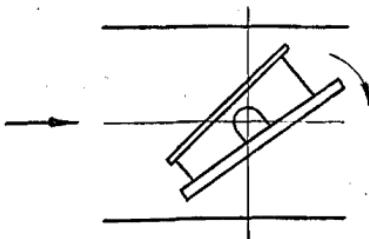
Вращение  
по часовой стрелкеВращение  
против часовой стрелки

Рис. 7 Направление вращения диска относительно направления подачи рабочей среды

Зависимость  $\zeta = f(\alpha)$  для диска  
формы "чечевица"

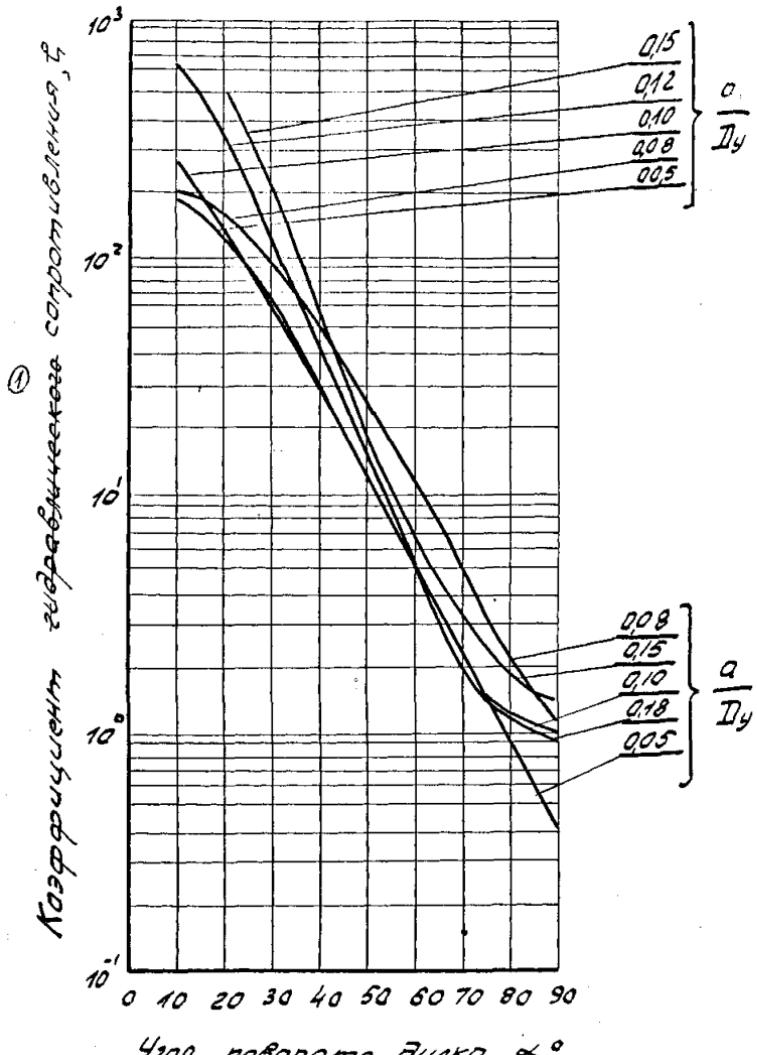


Рис. 8

Зависимость  $\zeta = f(\alpha)$  для диска  
формы "рыбий хвост"

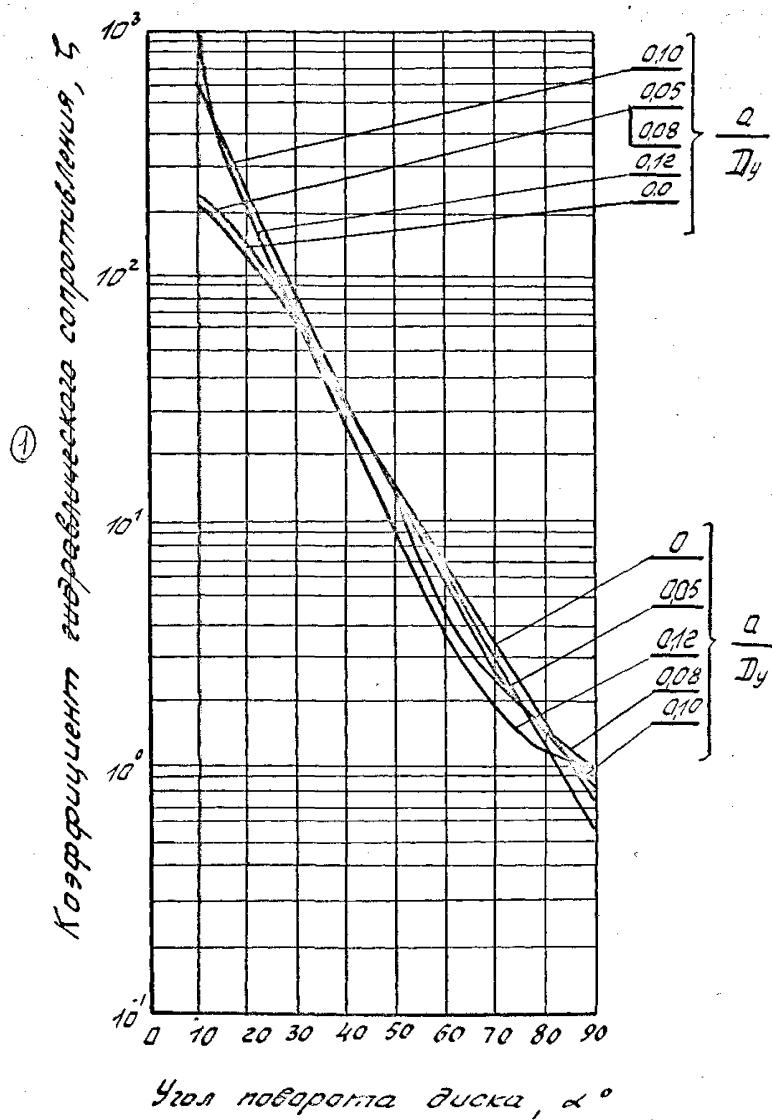


Рис.9

Зависимость  $\zeta = f(\alpha)$  для диска  
"интегральной" формы

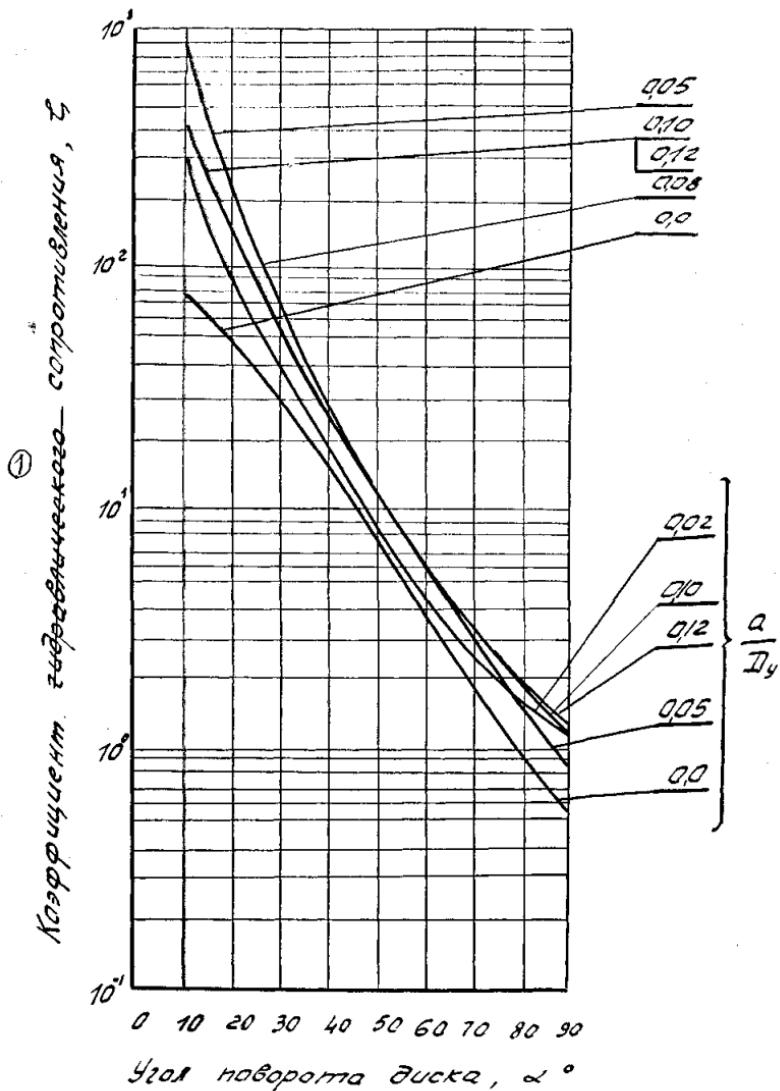


Рис. 10

Зависимость  $\tau_i = f(\omega^\circ)$  для диска  
с неподвижно закреплённой пластиной

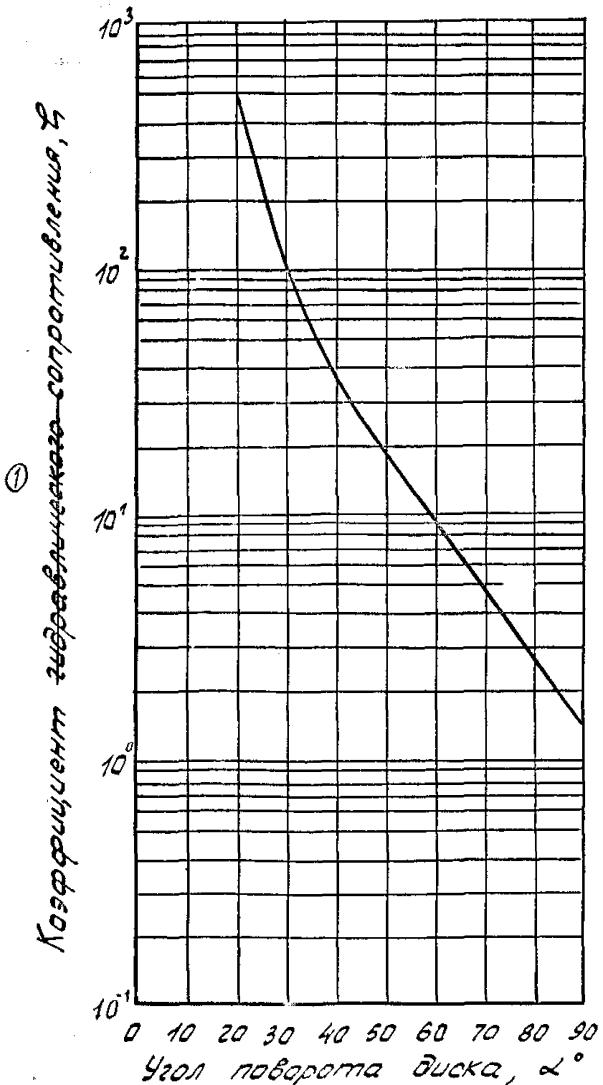


Рис. 11

Зависимость  $T_d = f(\alpha)$  для диска  
без отражателя

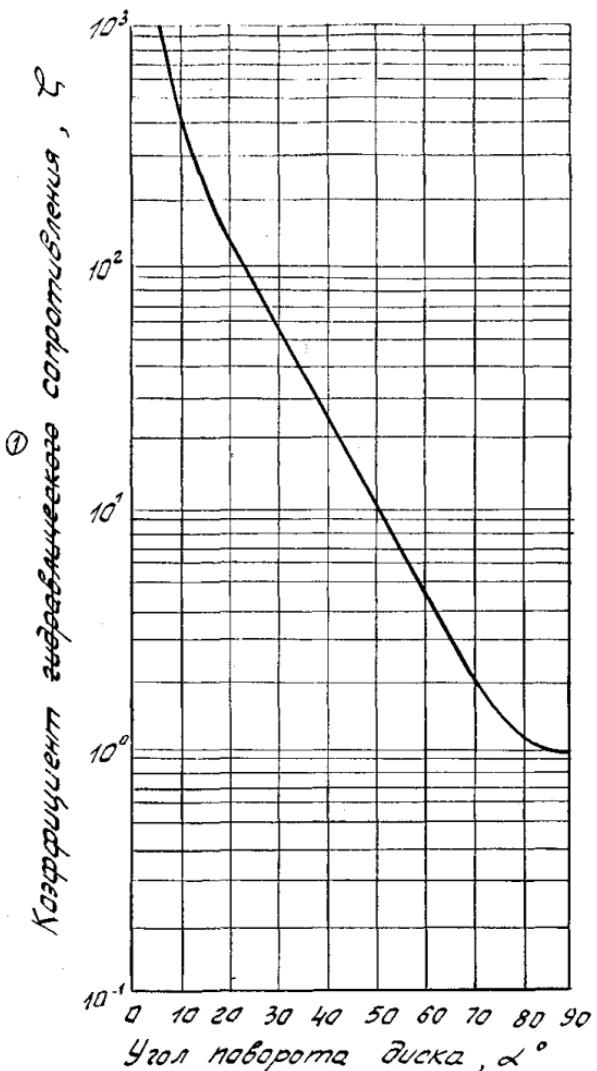


Рис. 12

РД РТМ 26-07-248-81  
Зависимость  $\tau = f(\omega)$  для  
диска с отражателем №1

Стр. 17

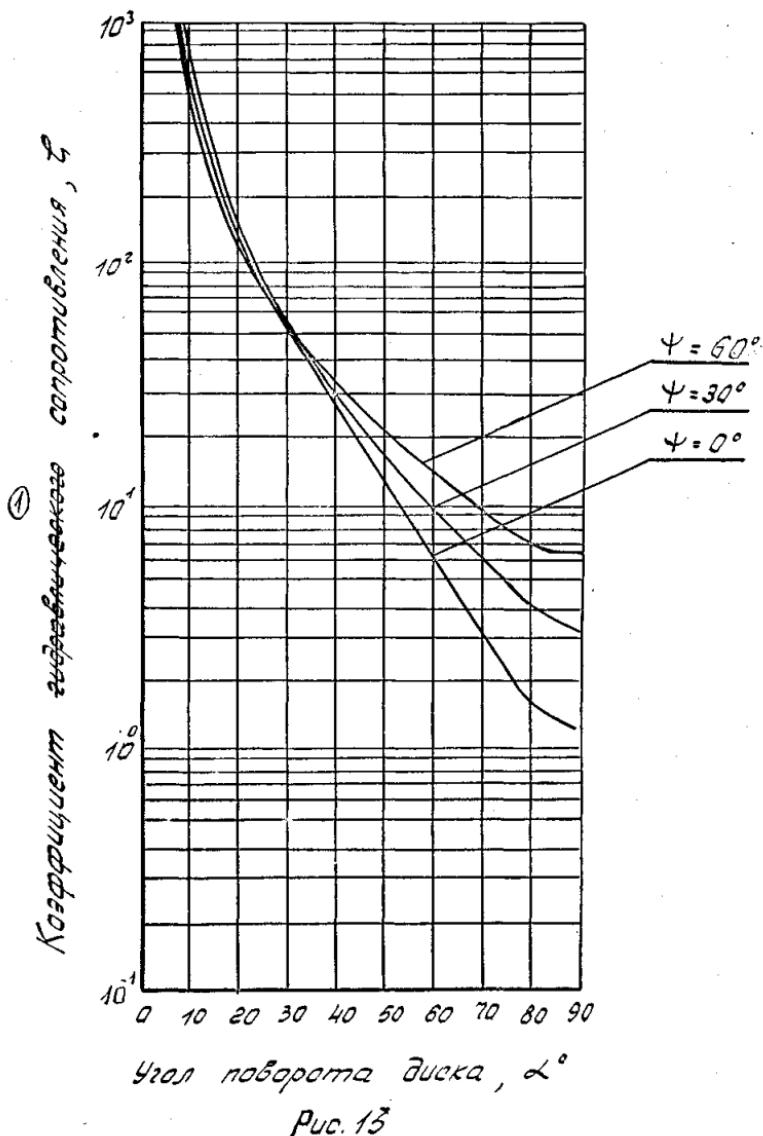


Рис. 13

Зависимость  $\varphi = f(\alpha)$  для диска  
с отражателем №2

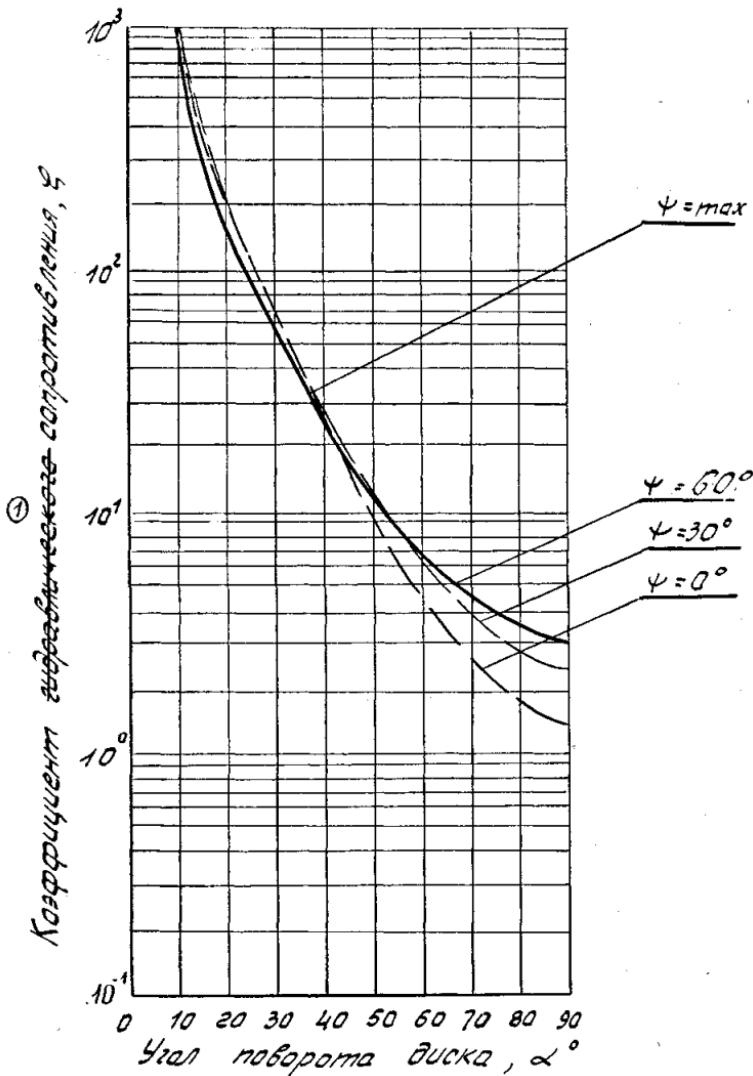


Рис. 14

Зависимость  $\zeta = f(\alpha)$  для диска  
с отражателем №3

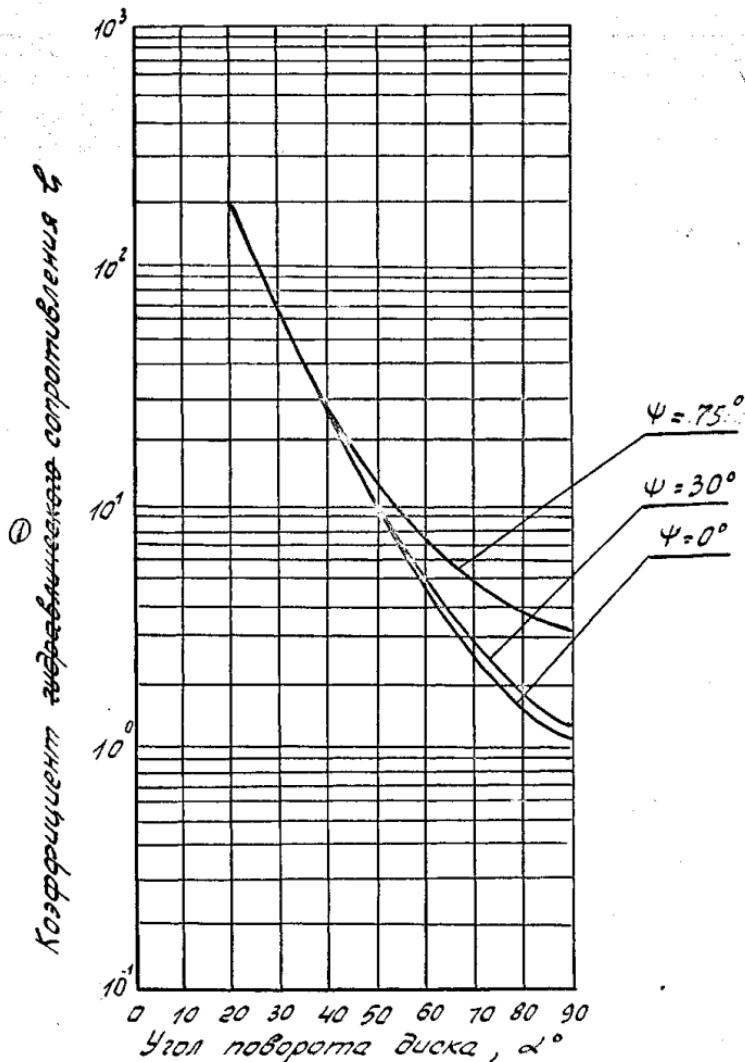


Рис. 15

Зависимость  $m_{2g} = f(\alpha^\circ)$   
для диска формы "чечевица"

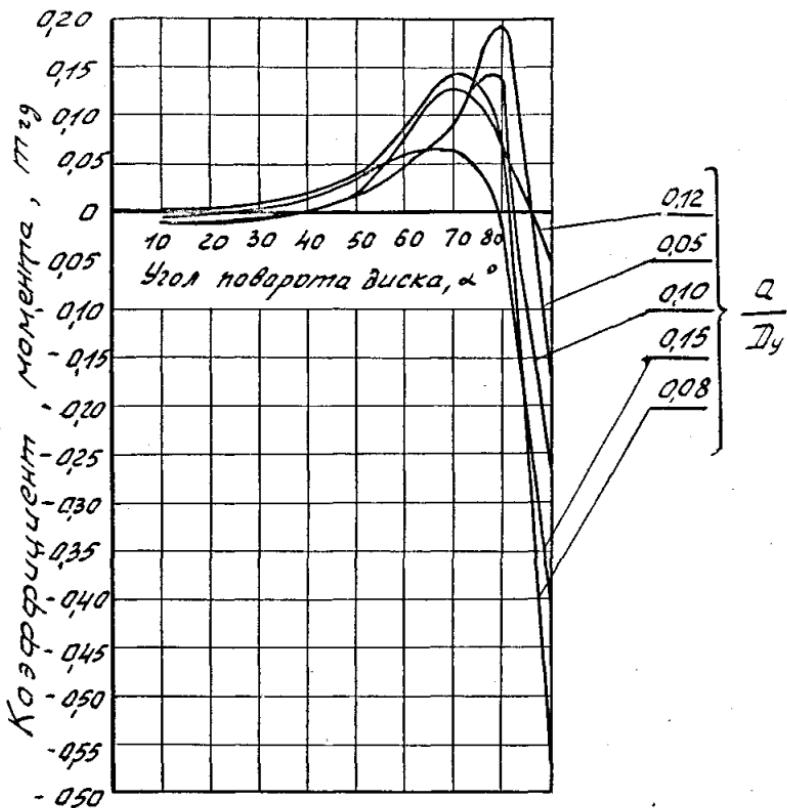


Рис. 16

Зависимость  $M_{129} = f(\alpha)$  для диска  
формы "рыбий хвост"

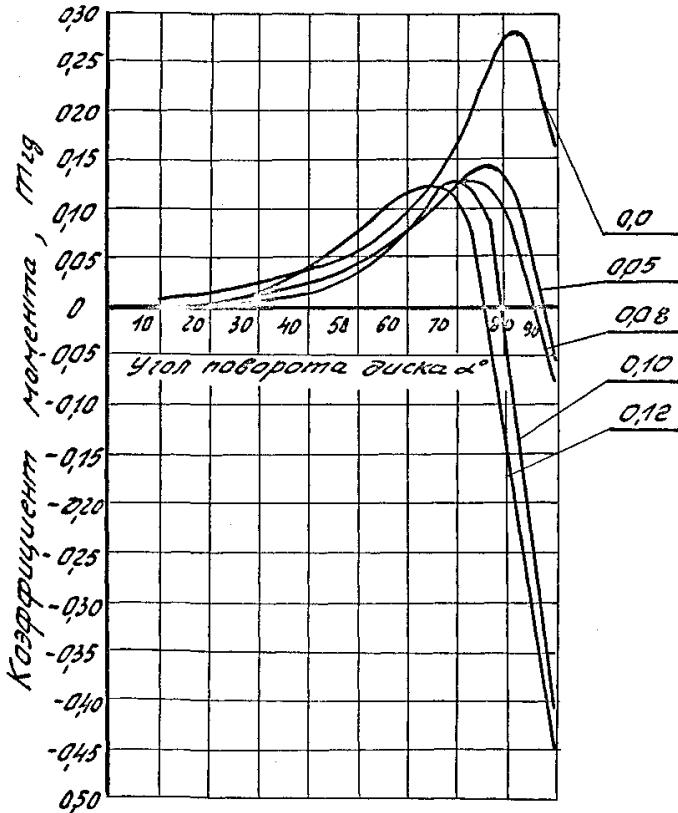


Рис. 17

1.4.1978-02-07-02-02  
Слайд 22

Зависимость  $M_{12} = f(\alpha)$   
для диска "интегральной"  
формы

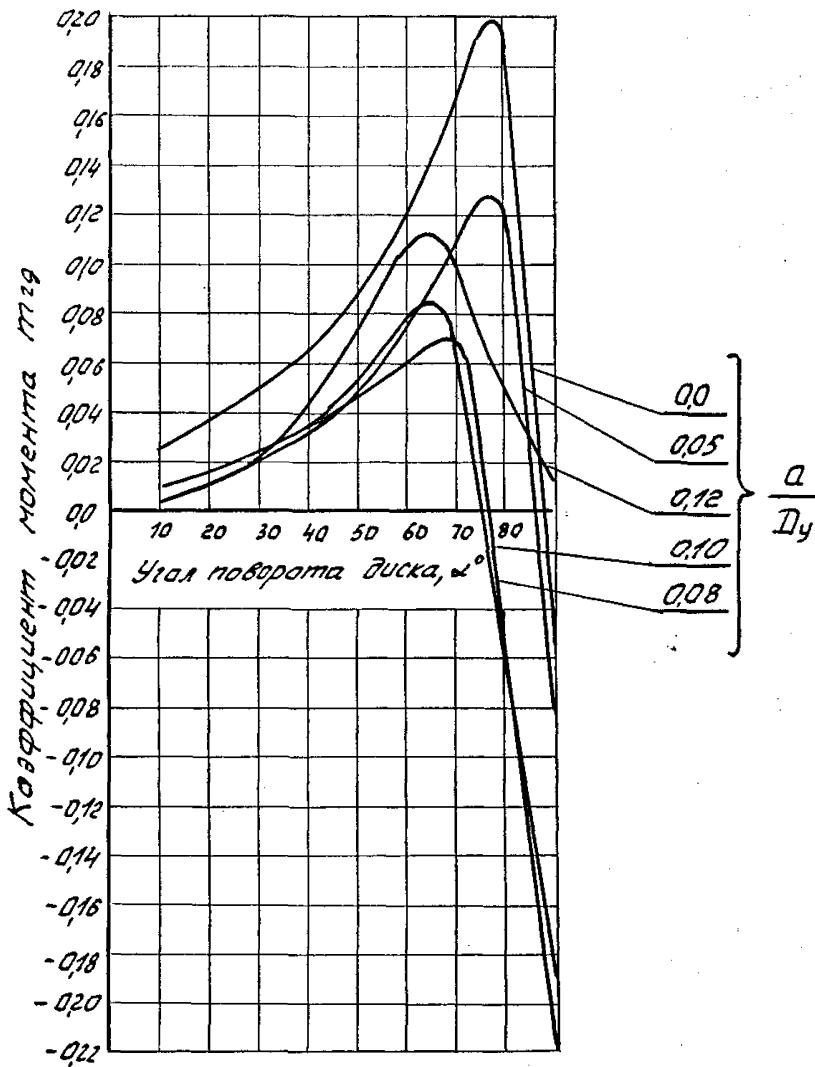


Рис. 18

Зависимость  $M_{2d} = f(\alpha)$  для диска

с неподвижно закрепленной пластиной

1-Вращение диска на открытие по часовой стрелке,

2-Вращение диска на открытие против часовой стрелки.

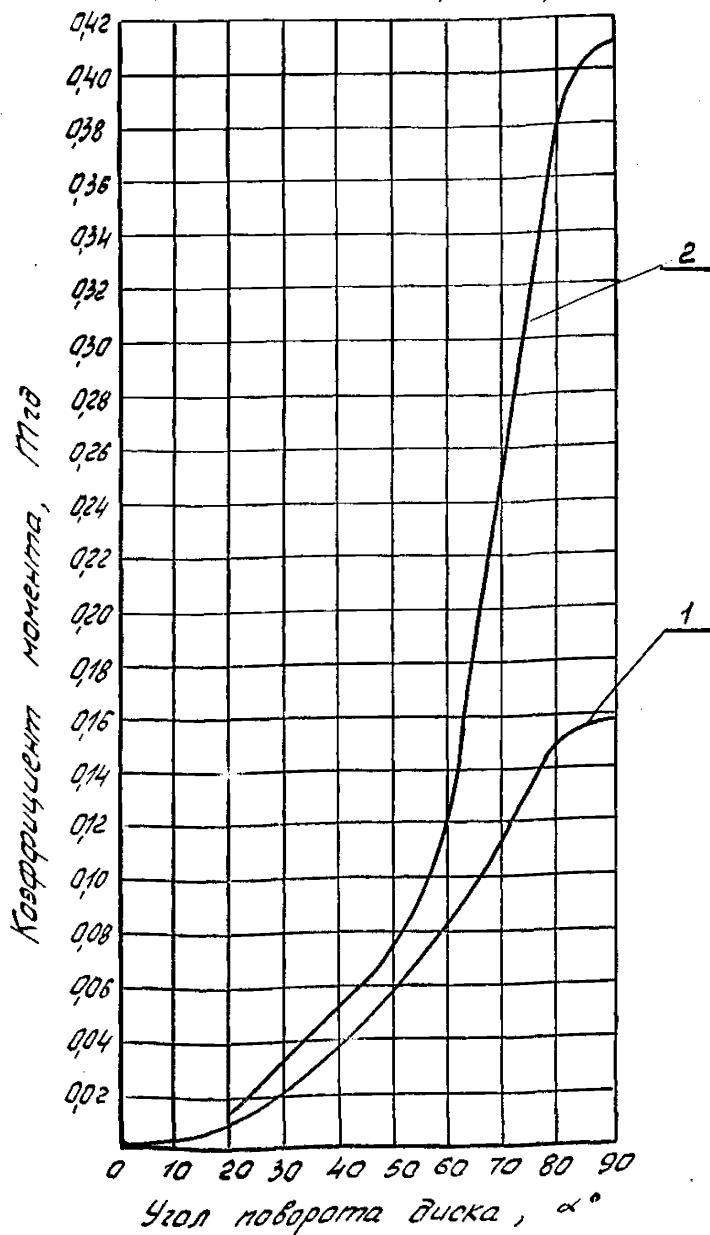


Рис. 19

Зависимость  $M_{2g} = f(\alpha^\circ)$  для диска  
без отражателя.

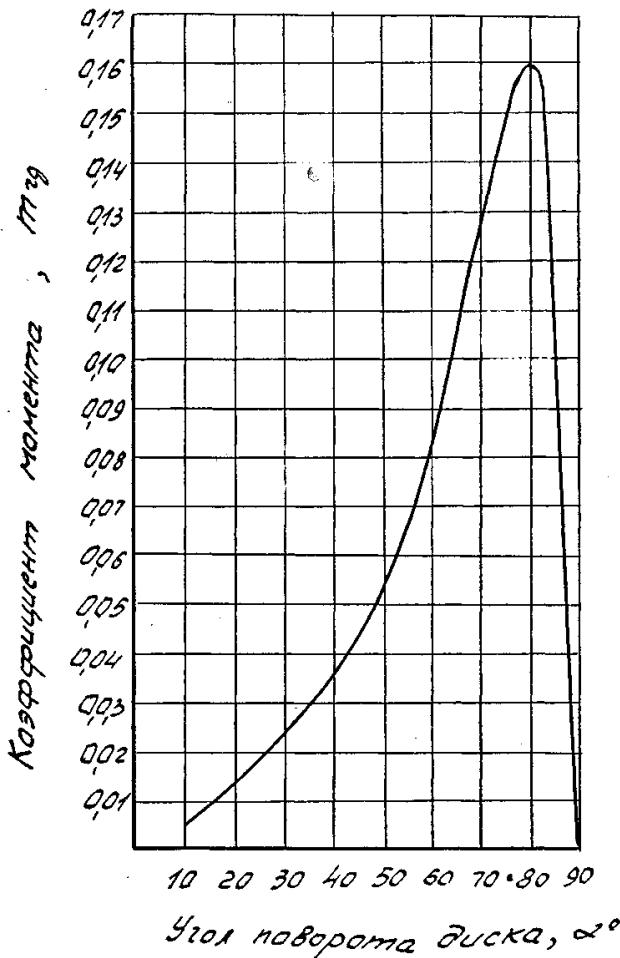


Рис. 20

Зависимость  $M_{22} = f(\alpha^\circ)$  для диска  
с отражателем №1

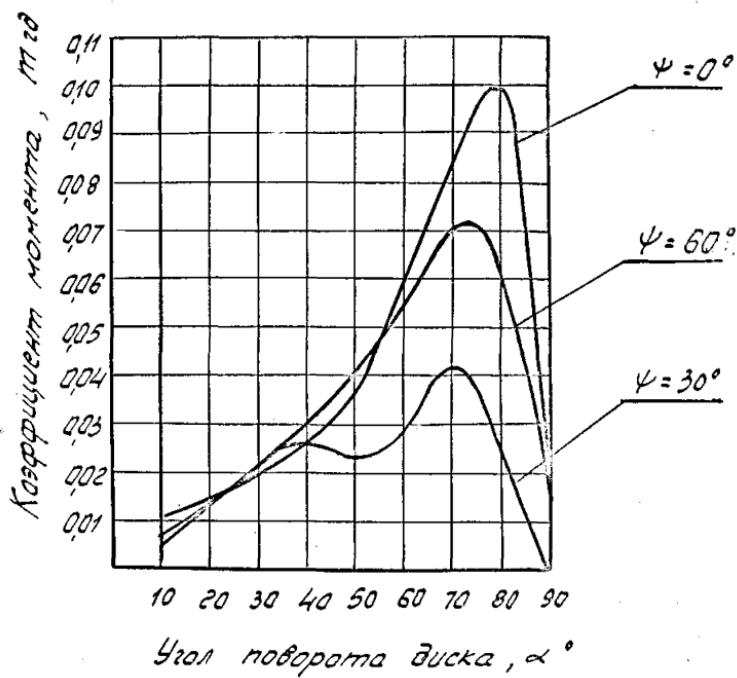


Рис. 2.1

Зависимость  $m_{\varphi} = f(\alpha)$  для диска  
с отражателем № 2

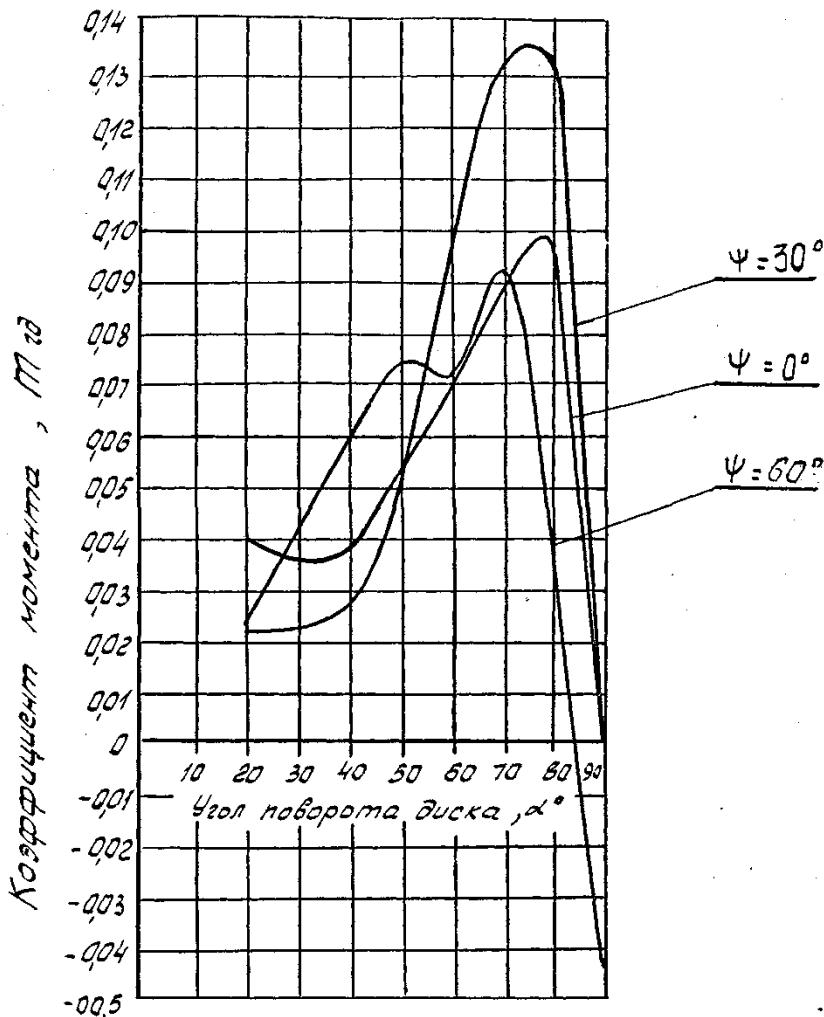


Рис. 22

Зависимость  $M_{2d} = f(\alpha^\circ)$  для диска  
с отражателем №3

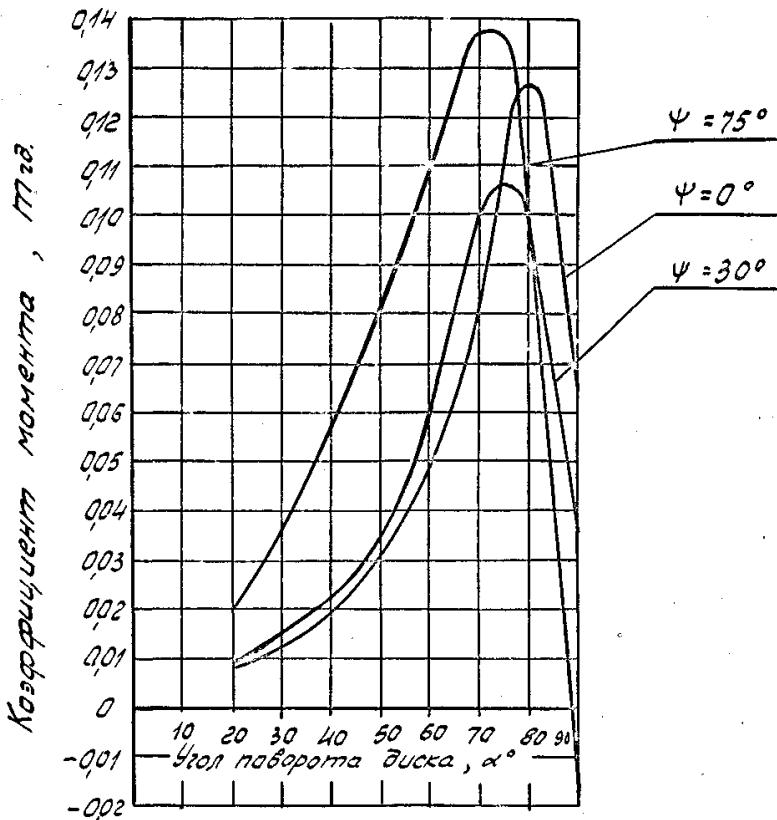


Рис. 23

3.3. Зависимость коэффициента момента от угла поворота диска для одного и того же положения отражателей №1, №2 и №3, т.е. когда угол  $\psi' = \text{const}$ , а также для этого же диска без отражателей приведена на рис. 24 + 26.

3.4. Величина гидродинамического момента для любого угла поворота определяется по формулам:

$$M_{r_i} = m_{r_i} \cdot D_y^3 \cdot \rho_i, \quad (1)$$

или

$$M_{r_i} = m_{r_i} \cdot D_y^3 \cdot \rho \cdot \frac{v_i^2}{2} \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что гидродинамический момент для заданного условного прохода и скорости рабочей среды (или расхода) является функцией коэффициента  $A = m_{r_i} \cdot \rho$ , т.е.  $M_r \sim f(A)$

Зависимость коэффициента  $A$  от относительного эксцентрикитета  $\frac{c}{D_y}$  при различных углах поворота дисков "чечевица", "рыбий хвост" и "интегральной" формы приведена на рис. 27 + 29, зависимость  $A$  от угла поворота диска - на рис. 30 + 32.

Зависимость коэффициента  $A$  от угла поворота для дисков с отражателями при различных положениях отражателей, а также диска с неподвижной пластиной приведены на рис. 33, 34.

Кроме того на рис. 35 для каждой формы диска приведены зависимости коэффициента  $A$  от угла поворота для минимальных значений  $A$ .

3.5. Величина перепада давления  $\Delta P_i$  для угла поворота определяется из формулы:

$$\frac{\Delta P_i}{\Delta P_{\min}} = a_0 + a_1 \alpha_i + a_2 \alpha_i^2 \quad (3)$$

3.6. Коэффициенты  $a_0, a_1, a_2$  а также минимальные значения коэффициентов гидравлического сопротивления для всех форм

Зависимость  $m_{22} = f(\alpha)$  для диска  
с отражателем при  $\psi = 60^\circ$

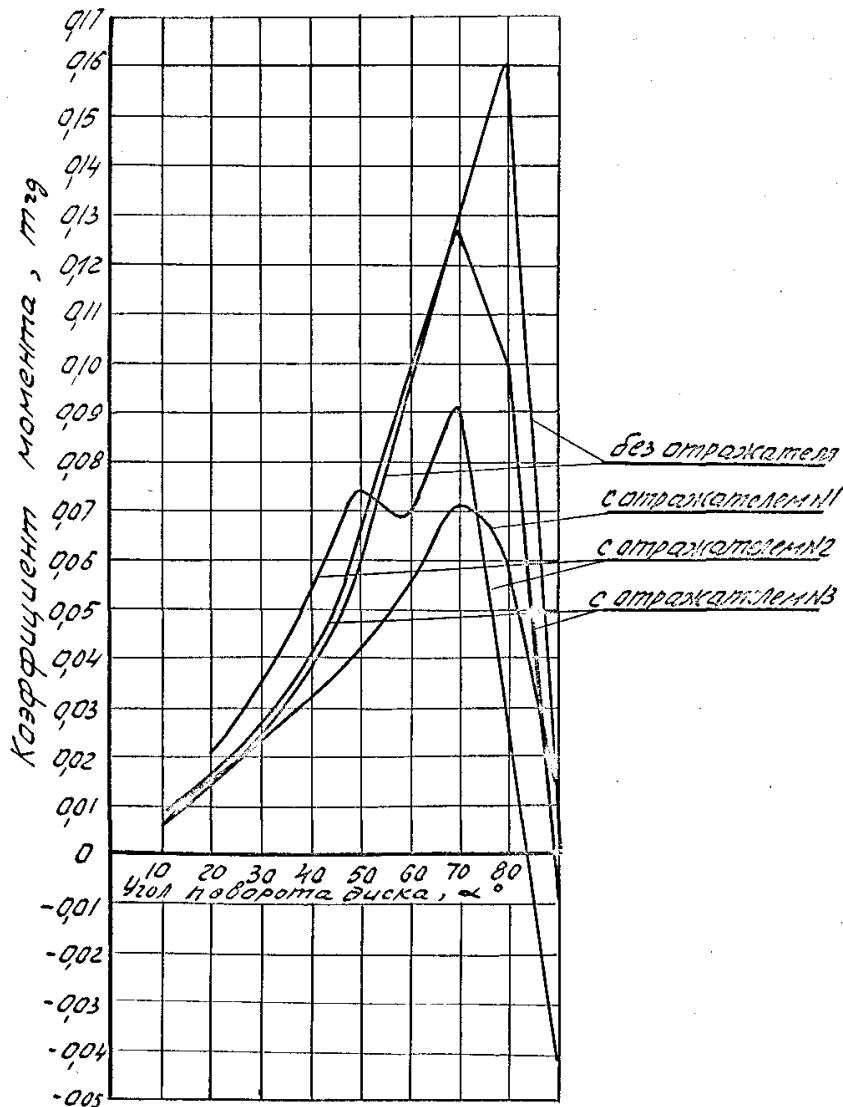


Рис. 24

Зависимость  $m_{2g} = f(\alpha')$

для диска с отражателями при  $\psi = 30^\circ$

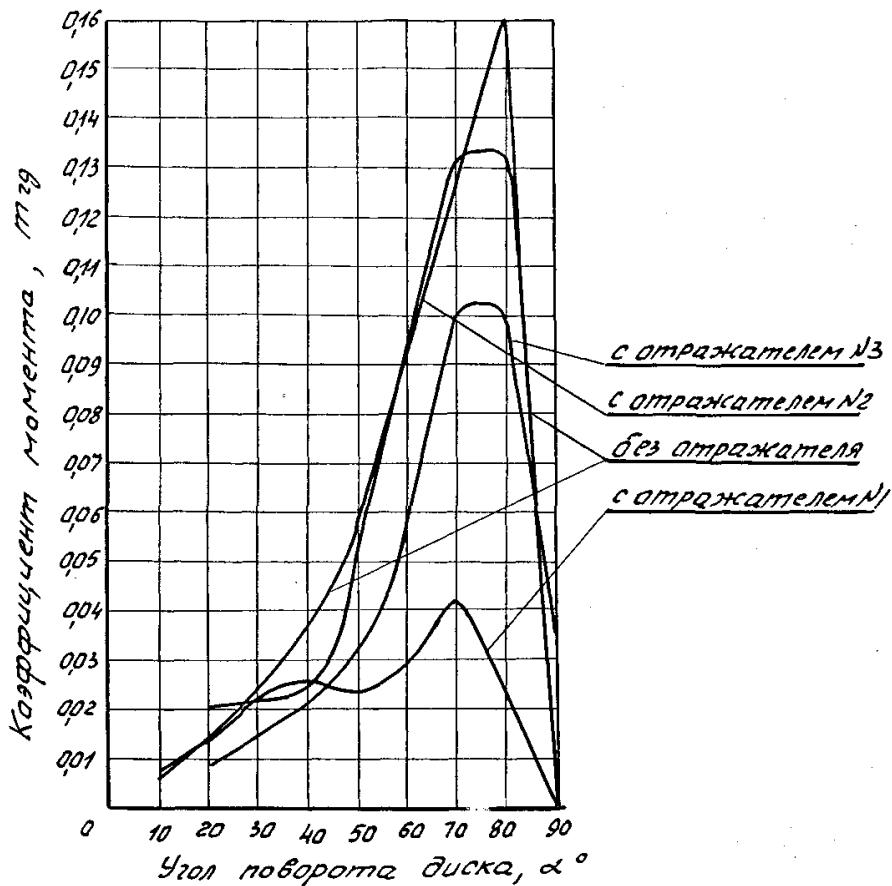


Рис. 25

Зависимость  $M_{2g} = f(\alpha^\circ)$  для диска  
с отражателем при  $\psi = 0$

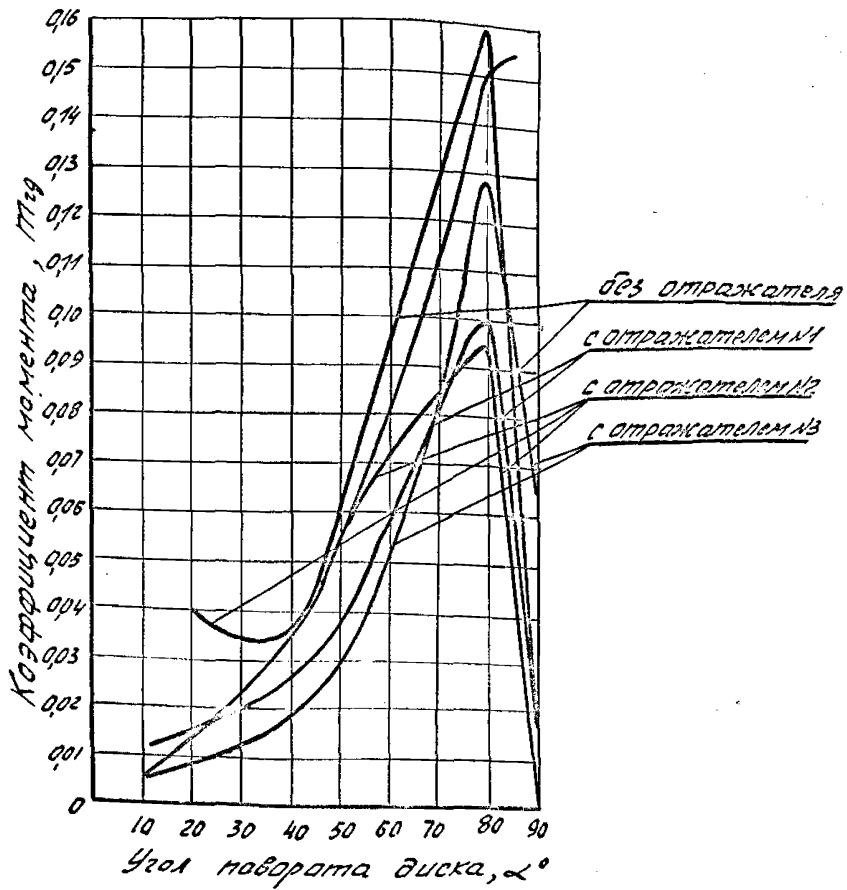


Рис. 26.

Зависимость  $A = f\left(\frac{a}{D_y}\right)$  для диска  
формы "чечевица"

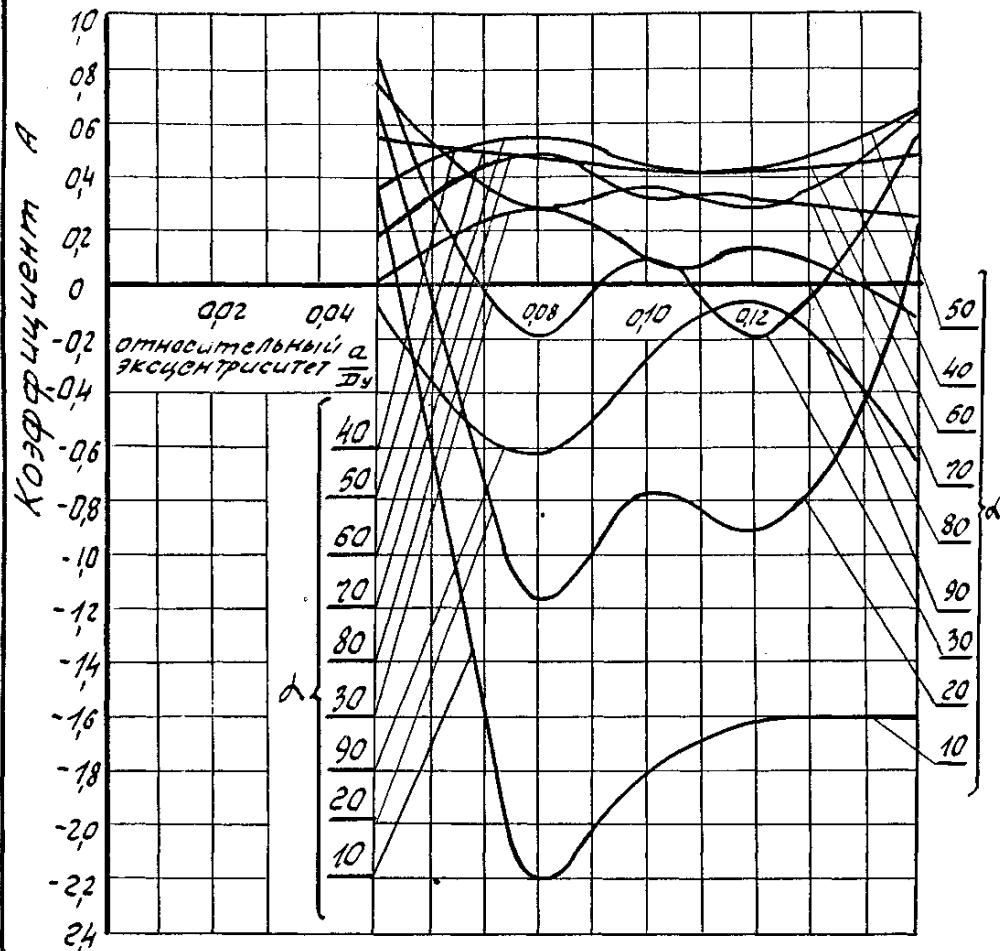


Рис. 27

Зависимость  $A = f\left(\frac{a}{D_y}\right)$  для выска  
формы "рыбий хвост"

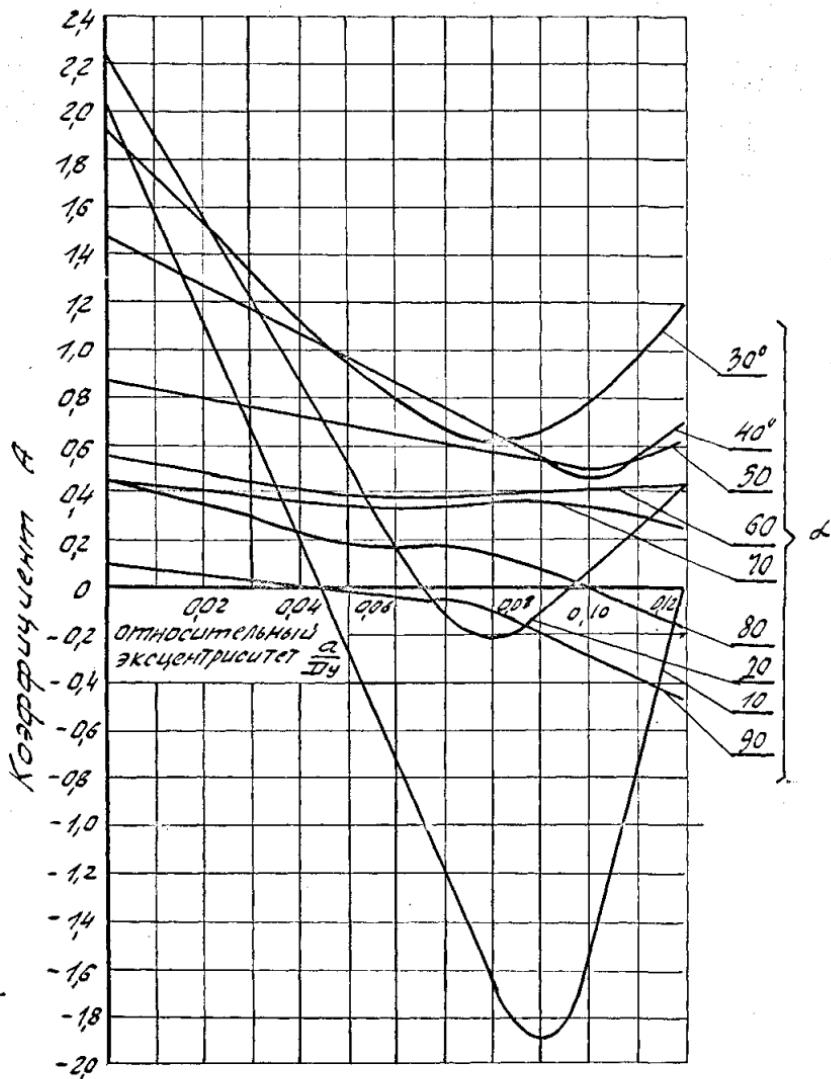


Рис. 28

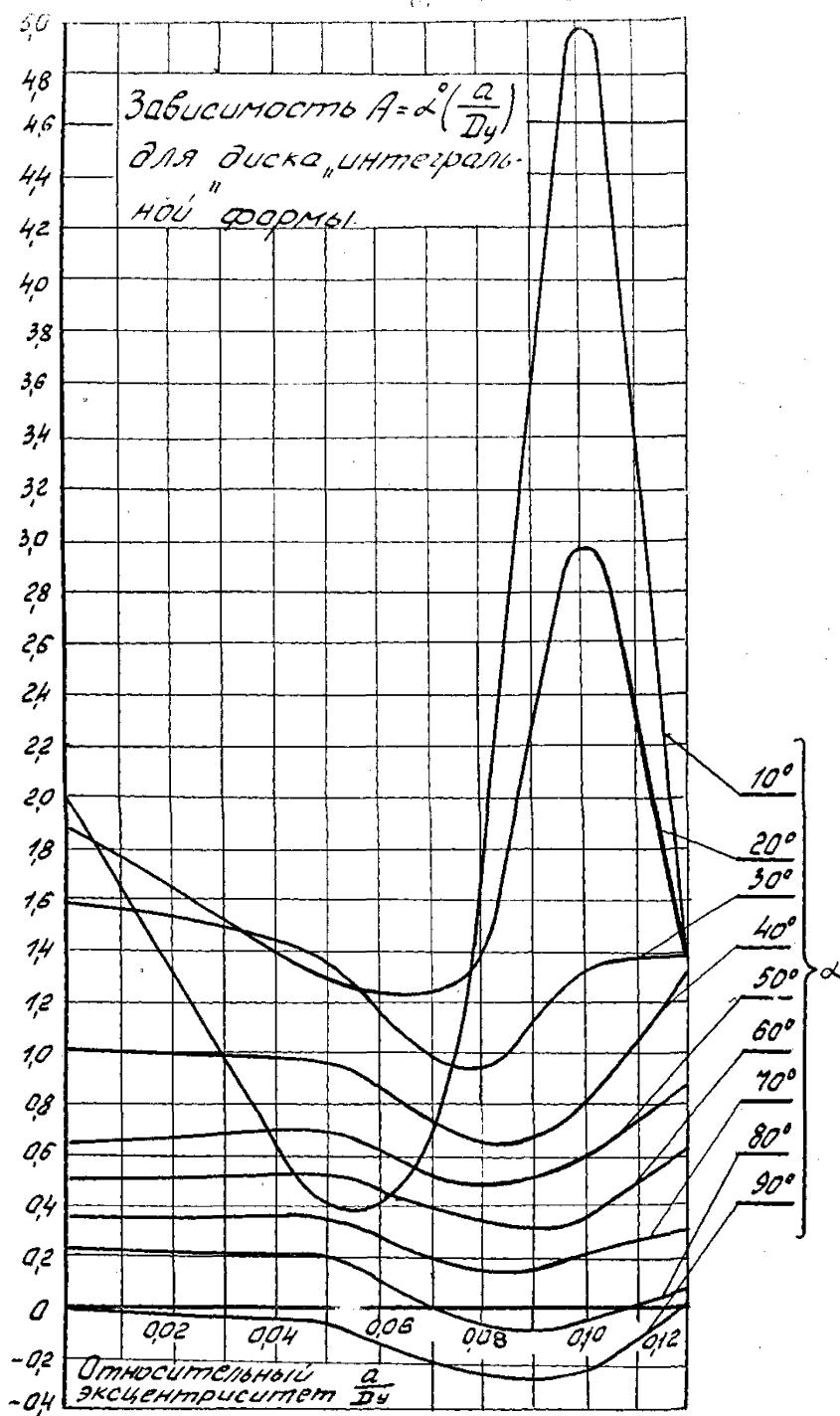
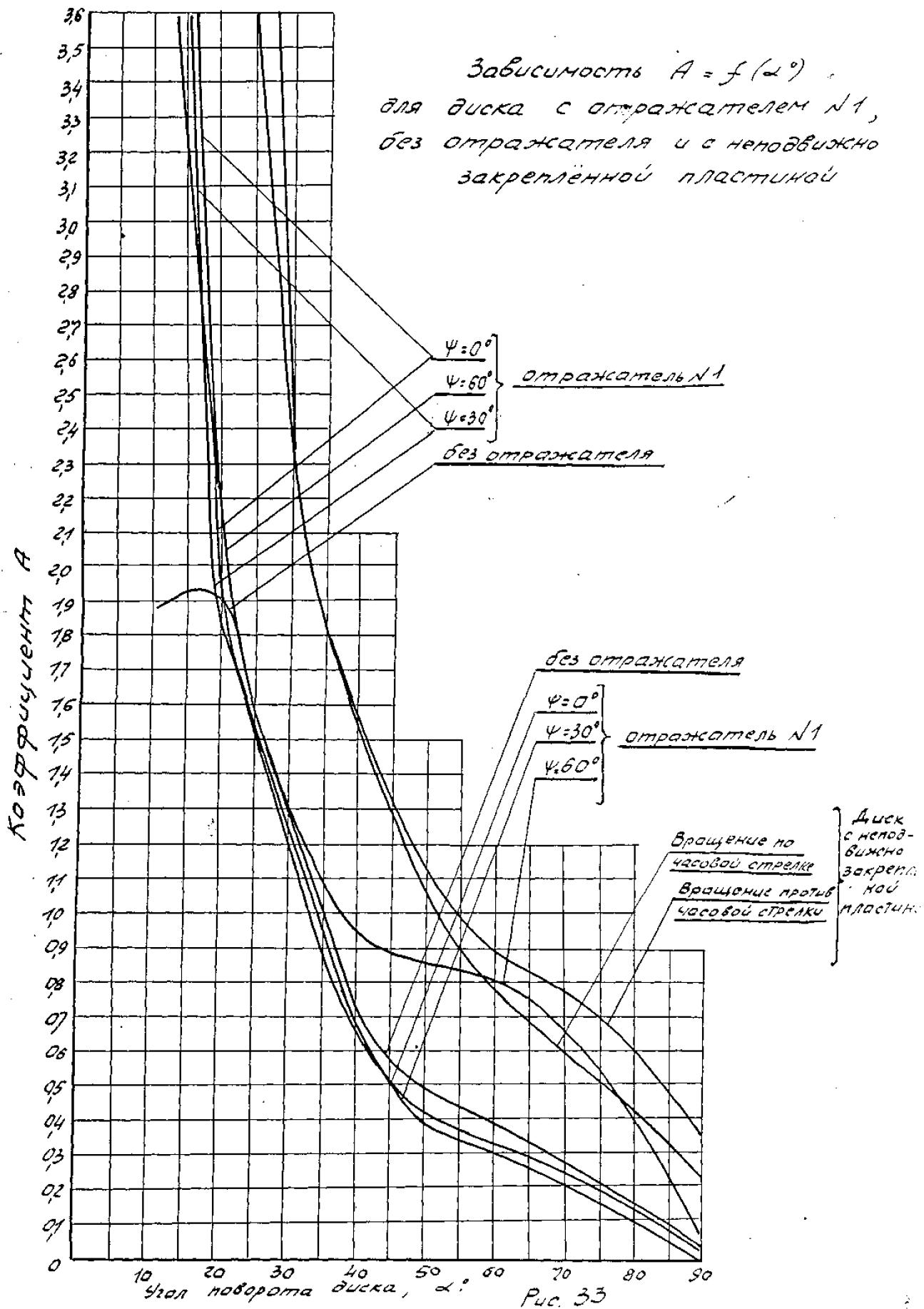
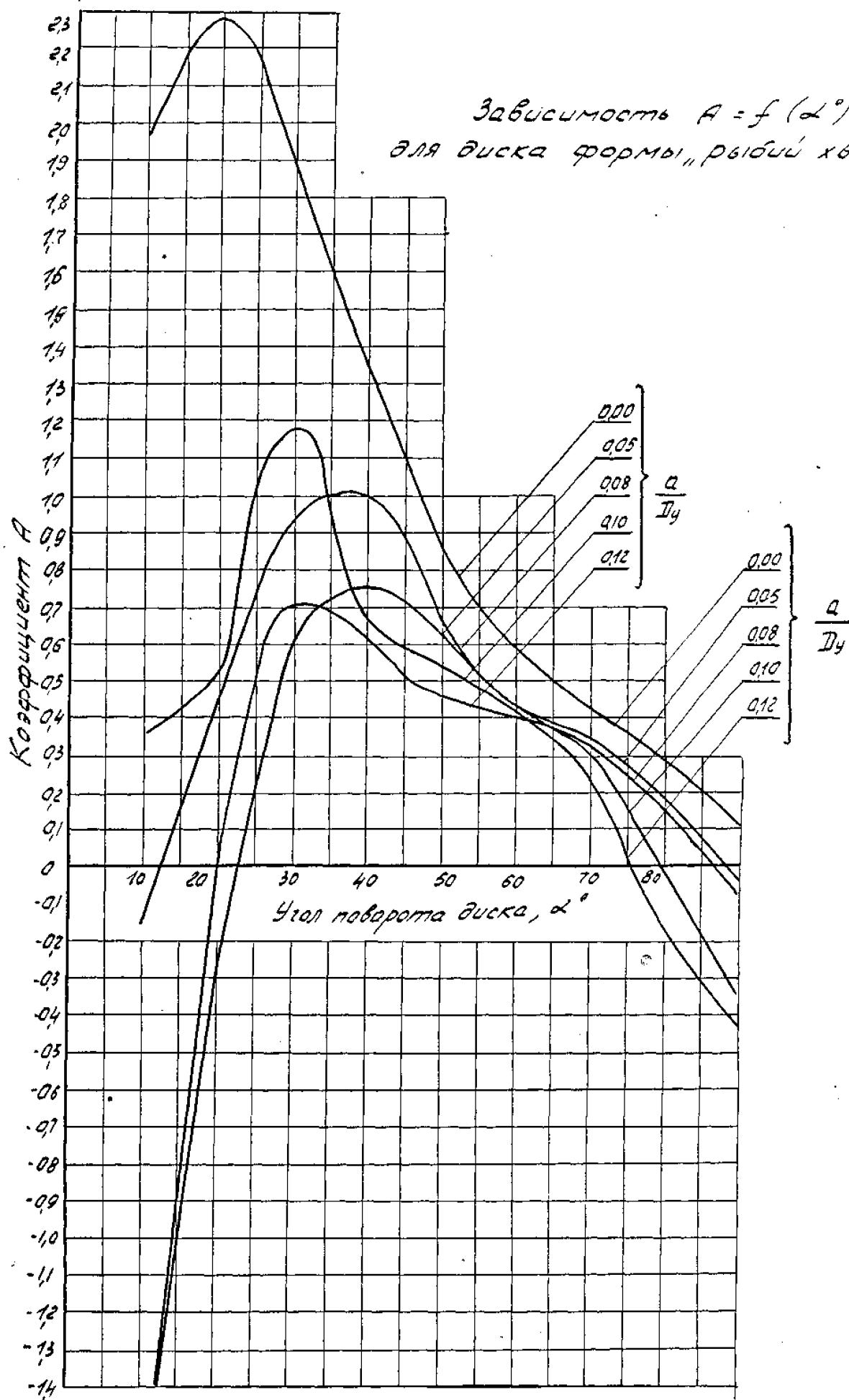
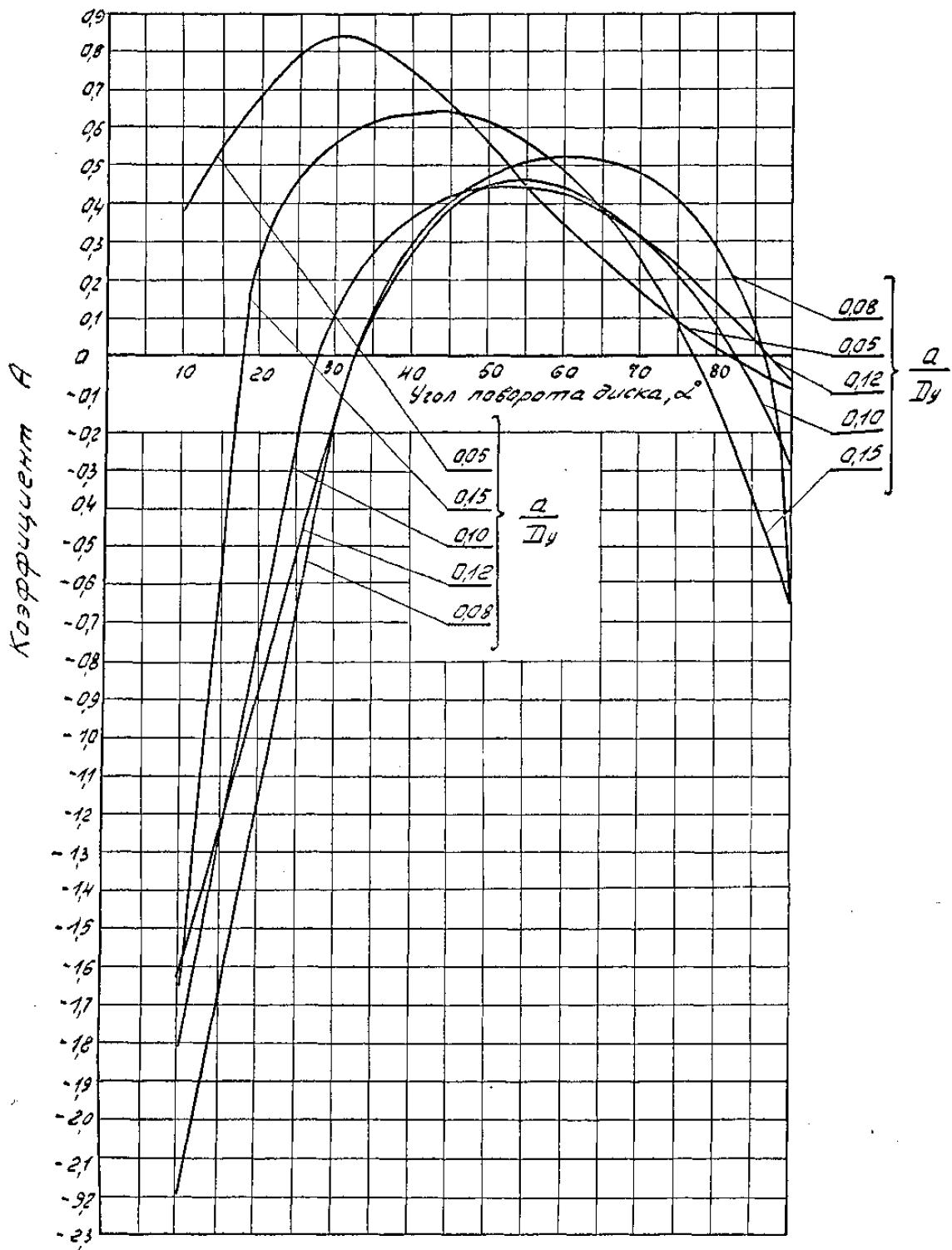


Рис. 29

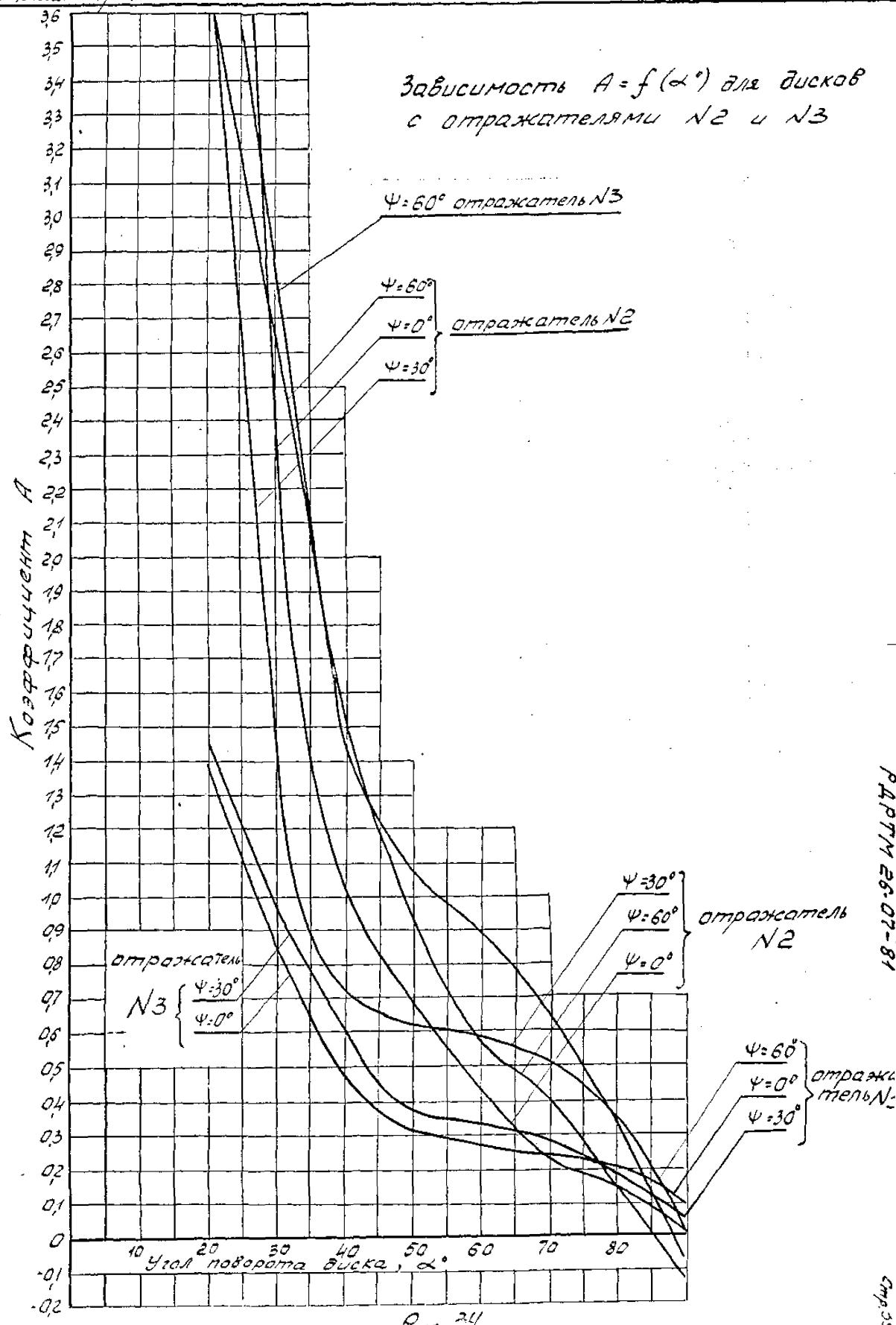




Зависимость  $A = f(\alpha^\circ)$   
для диска формы "чечевича"



78-82 Базам 19/6-82



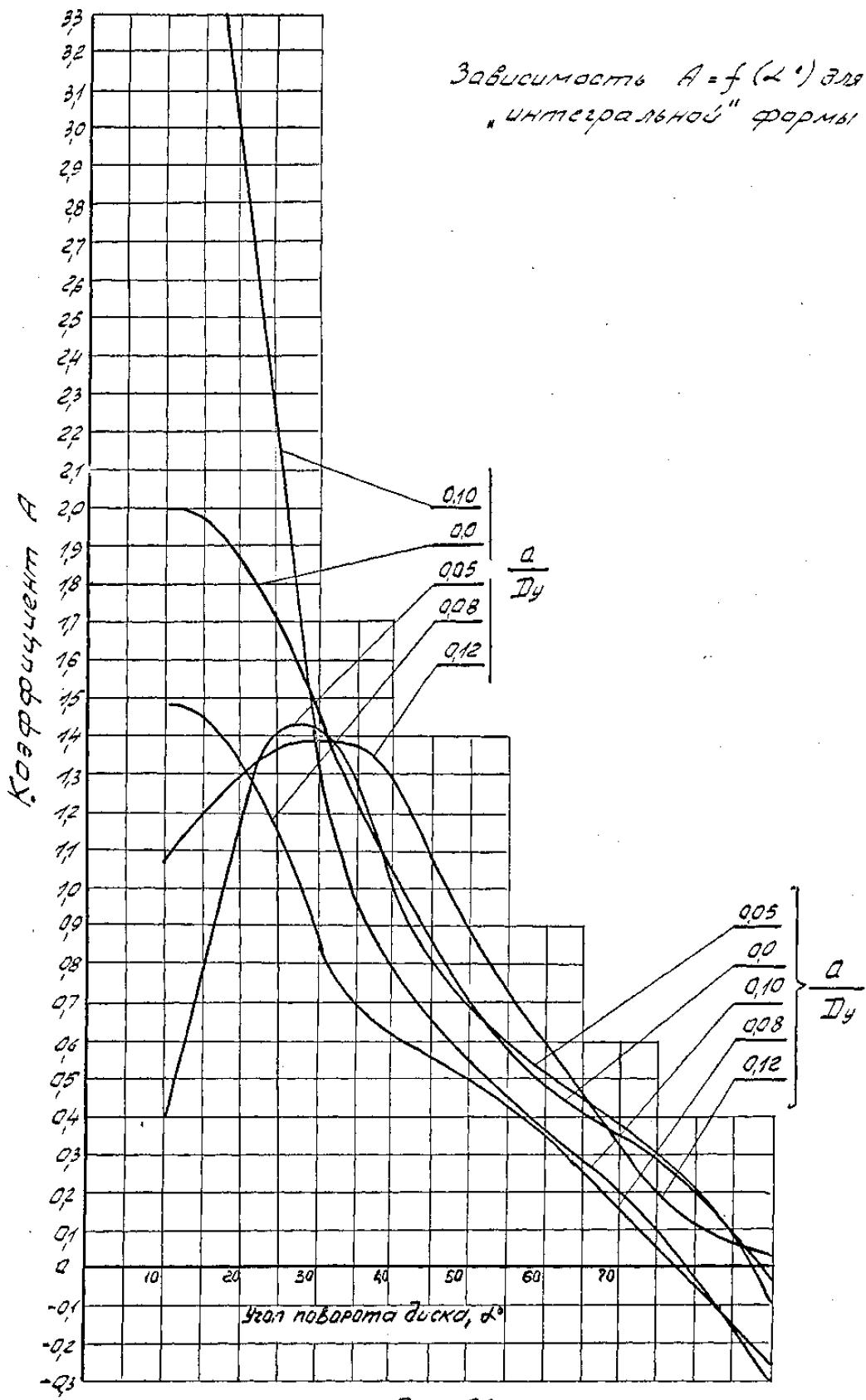


Рис. 32

Зависимость  $A = f(\alpha^\circ)$  для дисков с минимальными крутящими моментами

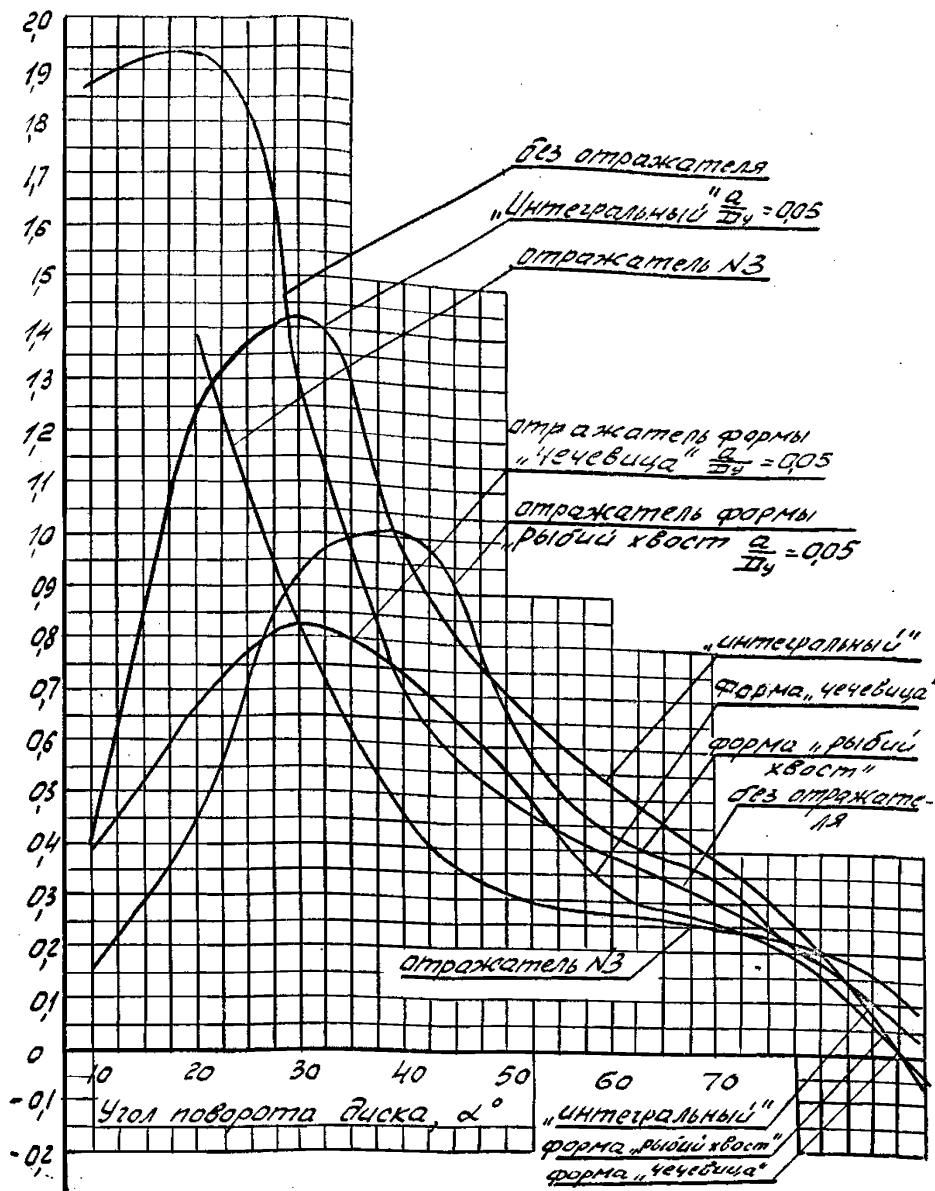


Рис. 35

поворотных дисков приведены в таблице.

3.7. Зависимость коэффициента кавитации от угла поворота диска приведена на рис.36.

#### 4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ (АЛГОРИТМ) РАСЧЕТА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОМЕНТА

4.1. Из графиков зависимости  $A = f(\alpha)$ , представленных на рис.30 + 35 и в таблице, в которой указаны минимальные коэффициенты гидравлического сопротивления, выбирается конструктивный вариант диска, подлежащий проектированию.

4.2. По заданному расходу рабочей среды определяется максимальная скорость в открытом положении по формуле:

$$V_{cr} = \frac{Q}{F_y} \text{, м/с} \quad (3)$$

4.3. По максимальной скорости рабочей среды и известной из таблицы величине минимального коэффициента гидравлического сопротивления рассчитывается перепад давления на полностью открытом затворе по формуле:

$$\Delta P_{min} = \xi_{min} \rho \frac{V_{cr}^2}{2} \text{, Па} \quad (4)$$

4.4. Для заданного угла поворота выбранного диска рассчитывается перепад давления из формулы:

$$\frac{\Delta P_i}{\Delta P_{min}} = \alpha_0 + \alpha_1 \alpha_i + \alpha_2 \alpha_i^2 \quad (5)$$

Коэффициенты  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  для всех дисков приведены в таблице.

4.5. Величина гидродинамического момента на валу затвора при заданном угле поворота определяется по формуле:

$$M_{re} = m_y D_y^3 \Delta P_i \text{, Нм} \quad (6)$$

Тип диска	$\frac{a}{D_s}$	$\Psi$	$l_{min}$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$
"Чечевица"	0,05	-	0,43	+217,43	- 5,28	+0,032
	0,08	-	1,15	+ 89,40	- 1,85	+0,009
	0,10	-	1,05	+ 97,91	- 2,53	+0,016
	0,12	-	0,95	+108,45	- 2,59	+0,015
	0,15	-	1,70	+ 79,62	- 2,01	+0,013
"Рыбий хвост"	0,00	-	0,65	+259,88	- 6,43	+0,040
	0,05	-	0,55	+183,97	- 4,49	+0,027
	0,08	-	0,90	+ 88,57	- 2,21	+0,014
	0,10	-	0,85	+115,86	- 3,05	+0,020
	0,12	-	0,95	+123,62	- 3,47	+0,024
"Интегральный"	0,00	-	0,55	+ 96,12	- 2,37	+0,015
	0,05	-	0,87	+106,05	- 2,56	+0,016
	0,08	-	1,30	+ 43,82	- 1,075	+0,007
	0,10	-	1,30	+ 48,37	- 1,15	+0,007
	0,12	-	1,40	+ 65,61	- 1,66	+0,011
Плоский	без отражателя	0,155	-	1,03	+226,12	- 6,74
	с отражателем № 1	0,155	0°	1,40	+156,91	- 4,53
		0,155	30°	3,40	+ 64,76	- 1,86
		0,155	60°	6,30	+ 33,04	- 0,91
	с отражателем № 2	0,155	0°	1,40	+226,80	- 6,77
		0,155	30°	2,20	+139,74	- 4,16
		0,155	60°	3,10	+ 91,42	- 2,71
	с отражателем № 3	0,155	0°	1,40	+206,17	- 6,14
		0,155	30°	1,40	+205,30	- 6,12
		0,155	75°	3,85	+ 78,77	- 2,34
	с неподвижно закрепленной пластиной	0,155	-	1,57	+395,07	-12,22
						+0,0899

Зависимость  $K_c = f(\alpha^\circ)$

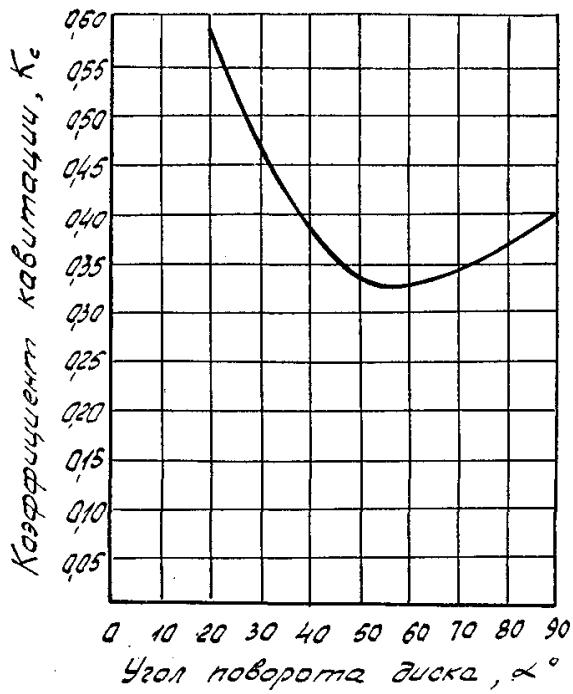


Рис. 36

## 5. РАСЧЕТ БЕСКАВИТАЦИОННОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ЗАТВОРА

5.1. Характеристикой бескавитационного режима работы принято считать максимальный перепад давления на арматуре, при котором еще не наступила кавитация. При этом за начало кавитации принимается момент отклонения от линейного закона зависимости расхода жидкости, проходящей через арматуры, от корня квадратного из перепада давления.

5.2. Допустимый перепад давления, обеспечивающий бескавитационное течение жидкости в затворе, определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{к.б}} = K_c (P_i' - P_{\text{наст.л}}), \text{ Па}$$

5.3. Коэффициент кавитации  $K_c$  определяется из графика рис.36.

5.4. Давление насыщенных паров жидкости при рабочей температуре определяется по теплофизическим справочникам.

Руководитель предприятия п/я Г-4745

С.И.Косых

Главный инженер

М.Г.Сарайллов

Главный инженер

предприятия п/я А-7899

О.Н.Шпаков

Заместитель главного инженера

предприятия п/я А-7899

Ю.И.Тарасьев

Заведующий отделом 161

Заведующий отделом 135

М.И.Власов

Заведующий отделом 153

О.Г.Крижановский

Руководитель темы

Ответственный исполнитель

В.Н.Воронов

Е.Г.Пинаева

И.А.Эссенсон

12-82 Рабоч. 14/1-82  
С.И.Косых  
18.8.81

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер документа	Подпись	Дата	Срок введения изменений
	измененных	замененных	новых	аннулированных				
№1	2					Рыб -	21.02.96	1.07.87.
*	2	Письмо №21/2-2-373 от 13.06.96 из Управления по развитию химического и нефтепромышленного машиностроения.			13.06.96	Рыб -	21.04.97	