

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Испытательной лаборатории  
ООО «СовЭлМаш»

*Семенов* А.Ю. Семенов

« 11 » 05 2020 г.

М.П.



## Сравнительный анализ результатов испытаний асинхронных двигателей серии АИР типоразмера 100L-6 со стандартными и совмещёнными обмотками

### 1 Объекты анализа

Аналізу подверглись результаты испытаний асинхронных двигателей серии АИР типоразмера 100L-6:

- 1) со стандартной обмоткой – АИР 100L-6 зав. № 5591907VER201878 (далее – ОК-1);
- 2) с совмещённой обмоткой – С2АД100L6еУ2 зав. № 200216001, двигатель-донор АИР 100L-6 зав. № 5581712VER607447 (далее – ОК-2).

Примечание – Результаты испытаний ОК-1 приведены в Приложении 1, ОК-2 – в Приложении 2.

### 2 Цель анализа

Исследование преимуществ и недостатков асинхронного двигателя серии АИР типоразмера 100L-6 с совмещёнными обмотками.

### 3 Результаты анализа

3.1 КПД ОК-2 при различных нагрузках (в диапазоне от 125 до 25 % номинальной нагрузки) выше КПД ОК-1 на 4,11 (при 50 % номинальной нагрузки) – 5,76 % (при 125 % номинальной нагрузки) в абсолютном выражении (на 5,16 – 7,37 % в относительном выражении).

3.2 КПД ОК-2 при номинальной нагрузке выше КПД ОК-1 на 4,75 % в абсолютном выражении (на 5,91 % в относительном выражении), энергоэффективность ОК-2 (класс IE3) выше энергоэффективности ОК-1 (класс IE2) на один класс.

3.3 Температура обмотки статора ОК-2 при различных нагрузках (в диапазоне от 125 до 25 % номинальной мощности) ниже температуры обмотки статора ОК-1 на 24,45 (при 25 % номинальной нагрузки) – 26,11 °С (при 125, 115, 100 % номинальной нагрузки) (на 28,18 – 29,06 %).

3.4 Кратность начального пускового вращающего момента ОК-2 выше кратности начального пускового вращающего момента ОК-1 на 0,51 (на 22,67 %).

3.5 Кратность начального пускового тока ОК-2 выше кратности начального пускового тока ОК-1 на 0,81 (на 15,34 %). Вместе с тем, кратность начального пускового тока ОК-2 не превышает значения, указанного в каталоге производителя двигателя-донора АИР 100L-6 (ниже на 6,31 %).

3.6 Кратность максимального вращающего момента ОК-2 выше кратности максимального вращающего момента ОК-1 на 0,84 (на 33,07 %).

3.7 Минимальный вращающий момент ОК-2 выше минимального вращающего момента ОК-1 приблизительно на 18,5 Н·м (на 44,5 %) (см. Приложение 3).

#### 4 Рекомендации

Учитывая превосходство ОК-2 по энергоэффективности и моментным характеристикам над ОК-1, ОК-2 рекомендуется для постановки на производство.

#### Приложения:

- 1 Протокол испытаний № 20042301 от 27.04.2020 (на 4 л.);
- 2 Протокол испытаний № 20022601 от 27.03.2020 (на 4 л.);
- 3 Графики механической характеристики ОК-1 и ОК-2 (на 1 л.).

Ведущий специалист



Я.О. Теплова

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Испытательной лаборатории  
ООО «СовЭлМаш»

А.Ю. Семенов



Дата испытания 23.04.2020

Номер отчета 20042301.1

Дата выпуска отчета 27.04.2020

### Описание двигателя

Номинальная мощность, кВт	2,2
Номинальное напряжение, В	380
Номинальный ток, А	5,60
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	935
Частота питания, Гц	50
Число фаз	3
Тип обмотки	звезда
Класс КПД по ГОСТ IEC 60034-30-1	—

Производитель	АО «Воронежский электромеханический завод»	
Модель	АИР 100L-6	
Зав. номер	5591907VER201878	
Режим работы по ГОСТ IEC 60034-1	S1	
Тип исполнения по ГОСТ Р МЭК 60034-7	IM2081	
Класс изоляции по ГОСТ Р МЭК 60085	F	

Двигатель-донор	
	—
	—
	—

### Условия перед испытаниями

Сопротивление обмотки $R$ , Ом	4,980±0,003
Исходная температура обмотки $\theta_0$ , °C	22,20
Температура окружающей среды $\theta_a$ , °C	22,2±0,3

### Испытание при номинальной нагрузке (п. 6.1.3.2.1 ГОСТ IEC 60034-2-1)

Сопротивление обмотки $R_N$ , Ом	6,290±0,013
Температура обмотки $\theta_w$ , °C	89,86
Температура охлаждающей среды $\theta_c$ , °C	22,4±0,3

**Испытание при различных нагрузках (п. 6.1.3.2.3 ГОСТ IEC 60034-2-1)**

						Сопротивление обмотки до испытания $R$ , Ом		6,290±0,013
Относит. выходная мощность, %	125	115	100	75	50	25		
Вращающий момент $T$ , Н·м	27,69±0,20	25,48±0,20	22,15±0,20	16,61±0,20	11,10±0,20	5,54±0,20		
Потребляемая мощность $P_1$ , Вт	3425,78±9,64	3134,41±9,20	2705,13±8,56	2031,65±5,30	1397,86±4,35	787,82±3,43		
Выходная мощность $P_2$ , Вт	2702,05	2506,51	2201,69	1677,07	1135,40	573,56		
Линейный ток $I$ , А	6,59±0,02	6,14±0,01	5,53±0,01	4,67±0,01	4,05±0,01	3,71±0,01		
Частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup>	931,84±0,09	939,38±0,09	949,19±0,09	964,17±0,10	976,78±0,10	988,65±0,10		
Напряжение на зажимах $U$ , В	377,83±0,87	378,67±0,87	379,43±0,87	379,41±0,87	379,95±0,87	380,66±0,87		
Частота питающей сети $f$ , Гц	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03		
Температура обмотки $\theta_w$ , °С	89,86	89,86	89,86	88,22	87,47	86,76		
						Сопротивление обмотки после испытания $R$ , Ом		6,230±0,013

**Испытание без нагрузки (п. 6.1.3.2.4 ГОСТ IEC 60034-2-1)**

								Сопротивление обмотки до испытания $R_0$ , Ом	6,230±0,013	
Относит. напряжение, %	110	100	95	90	60	50	40	30		
Потребляемая мощность $P_0$ , Вт	347,00±2,77	232,13±2,60	167,57±2,50	145,37±2,47	66,21±0,55	50,62±0,53	38,21±0,28	24,03±0,15		
Линейный ток $I_0$ , А	4,95±0,01	3,75±0,01	2,94±0,01	2,63±0,01	1,440±0,003	1,170±0,003	0,940±0,002	0,670±0,002		
Напряжение на зажимах $U_0$ , В	413,03±0,92	384,49±0,88	354,75±0,83	338,09±0,81	226,00±0,49	192,34±0,44	159,91±0,39	114,50±0,25		
Частота питающей сети $f$ , Гц	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03	50,00±0,03		
Температура обмотки $\theta_w$ , °С	86,76	85,81	84,87	83,92	82,98	82,03	81,09	81,08		
								Сопротивление обмотки после испытания $R_0$ , Ом		6,120±0,013

### Определение КПД (п. 6.1.3.3 ГОСТ IEC 60034-2-1)

Относит. выходная мощность скоррект., %	125	115	100	75	50	25
Скольжение скоррект. $s_0$	0,069	0,062	0,051	0,037	0,024	0,011
Входная мощность скоррект. $P_{1,0}$ , Вт	3430,80	3138,71	2708,52	2033,91	1399,40	788,98
Потери в стали $P_{\sigma}$ , Вт	74,15	75,27	77,16	79,63	82,26	85,29
Потери трения, вентил. скоррект. $P_{\text{тв}}$ , Вт	10,28	10,48	10,77	11,19	11,58	11,94
Добавочные потери от нагрузки $P_{\text{Л}}$ , Вт	49,84	42,21	31,90	17,94	8,00	2,00
Статорные потери скоррект. $P_{\text{с}}$ , Вт	413,28	358,76	291,02	207,54	156,09	130,98
Роторные потери скоррект. $P_{\text{р}}$ , Вт	202,42	166,69	119,98	64,05	27,25	6,51
Коэффициент мощности $\cos\varphi$	0,7900±0,0009	0,7800±0,0009	0,7400±0,0009	0,660±0,001	0,520±0,001	0,320±0,001
Коэффициент полезного действия $\eta$ , %	78,14	79,18	80,40	81,30	79,62	70,00

### Определение класса КПД (ГОСТ IEC 60034-30-1)

Класс КПД	IE1	IE2	IE3	IE4
Нормативный КПД $\eta_n$ , %	77,7	81,8	84,3	87,4
	Класс КПД			IE2

Допустимое отклонение КПД по ГОСТ IEC 60034-1, % от $(1-\eta)$	-15,0
Отклонение КПД, % от $(1-\eta)$	-7,7

### Определение начальных пусковых вращающего момента и тока (раздел 5 ГОСТ 7217)

Кратность начального пускового вращающего момента	2,25
Кратность начального пускового тока	5,28

### Определение максимального и минимального вращающих моментов (раздел 8 ГОСТ 7217)

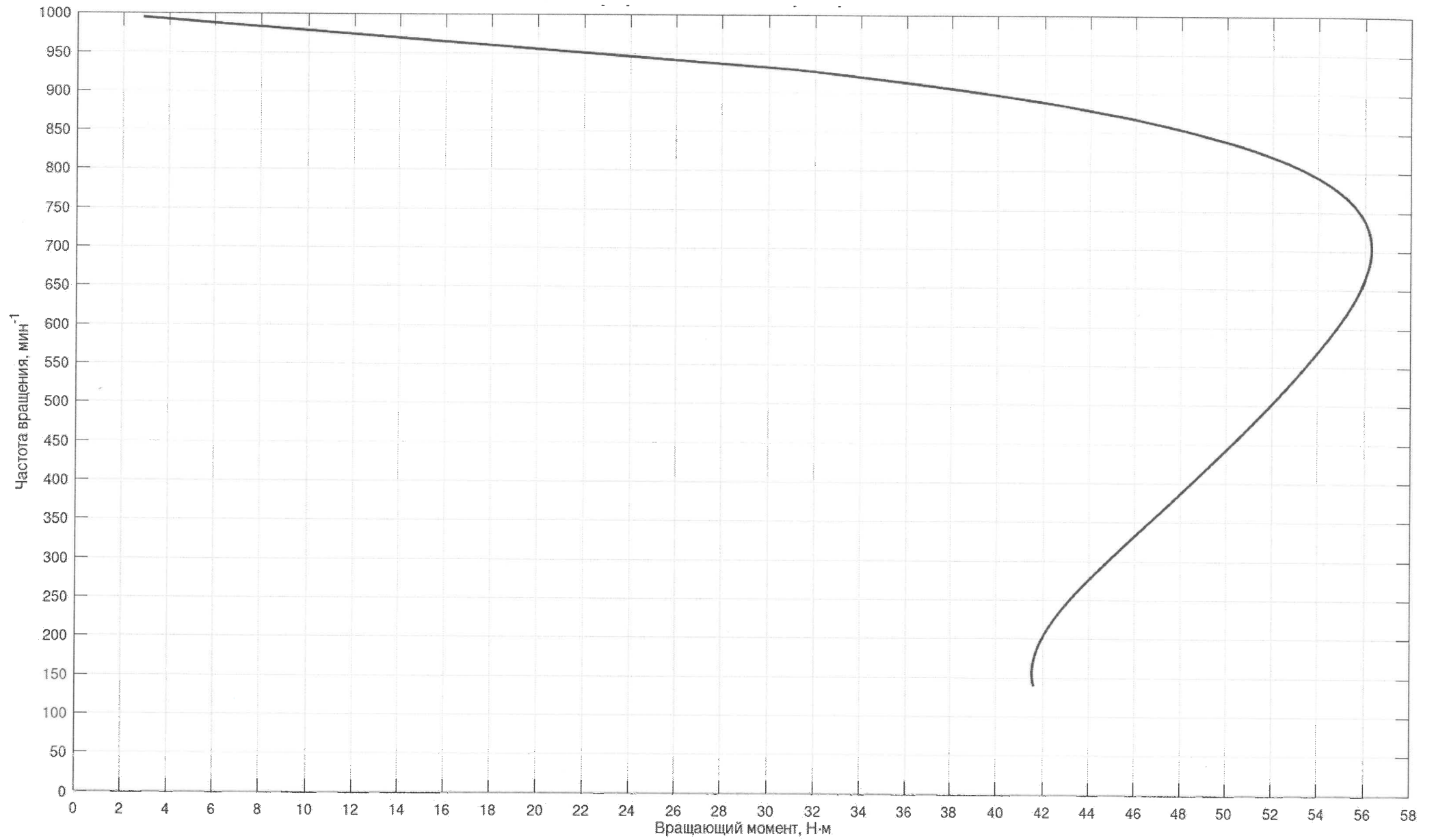
Кратность максимального вращающего момента	2,54
Кратность минимального вращающего момента	—

Ведущий специалист



Я.О. Теплова

### График механической характеристики





УТВЕРЖДАЮ  
Начальник Испытательной лаборатории  
ООО «СовЭлМаш»

А.Ю. Семенов



Дата испытания 26.02.2020

Номер отчета 20022601.1

Дата выпуска отчета 27.03.2020

### Описание двигателя

Номинальная мощность, кВт	2,2
Номинальное напряжение, В	380
Номинальный ток, А	5,34
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	958
Частота питания, Гц	50
Число фаз	3
Тип обмотки	совмещённая
Класс КПД по ГОСТ IEC 60034-30-1	IE3

Производитель	ООО «СовЭлМаш»	
Модель	С2АД100L6еУ2 ВДРШ.525522.001ТУ	
Зав. номер	200216001	
Режим работы по ГОСТ IEC 60034-1	S1	
Тип исполнения по ГОСТ Р МЭК 60034-7	IM2081	
Класс изоляции по ГОСТ Р МЭК 60085	F	

### Двигатель-донор

АО «Воронежский электромеханический завод»
АИР 100L-6
5581712VEP607447

### Условия перед испытаниями

Сопrotивление обмотки $R$ , Ом	3,570±0,003
Исходная температура обмотки $\theta_0$ , °C	22,00
Температура окружающей среды $\theta_a$ , °C	22,0±0,3

### Испытание при номинальной нагрузке (п. 6.1.3.2.1 ГОСТ IEC 60034-2-1)

Сопrotивление обмотки $R_N$ , Ом	4,150±0,003
Температура обмотки $\theta_w$ , °C	63,75
Температура охлаждающей среды $\theta_c$ , °C	21,6±0,3

**Испытание при различных нагрузках (п. 6.1.3.2.3 ГОСТ IEC 60034-2-1)**

							Сопротивление обмотки до испытания $R$ , Ом					
	125		115		100		75		50		25	
Относит. выходная мощность, %												
Вращающий момент $T$ , Н·м	27,40±0,20		25,21±0,20		21,93±0,20		16,45±0,20		10,97±0,20		5,48±0,20	
Потребляемая мощность $P_1$ , Вт	3214,31±9,32		2950,39±8,93		2564,26±8,35		1935,77±5,15		1327,56±4,24		737,27±3,36	
Выходная мощность $P_2$ , Вт	2711,19		2508,65		2200,53		1669,55		1125,96		568,25	
Линейный ток $I$ , А	6,30±0,01		5,90±0,01		5,34±0,01		4,52±0,01		3,87±0,01		3,47±0,01	
Частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup>	944,89±0,09		950,25±0,10		958,21±0,10		969,18±0,10		980,14±0,10		990,22±0,10	
Напряжение на зажимах $U$ , В	380,13±0,87		380,43±0,87		380,79±0,87		380,92±0,87		381,63±0,87		382,24±0,87	
Частота питающей сети $f$ , Гц	50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03	
Температура обмотки $\theta_w$ , °С	63,75		63,75		63,75		63,01		62,66		62,31	
							Сопротивление обмотки после испытания $R$ , Ом		4,150±0,003			
							Сопротивление обмотки после испытания $R$ , Ом		4,130±0,003			

**Испытание без нагрузки (п. 6.1.3.2.4 ГОСТ IEC 60034-2-1)**

								Сопротивление обмотки до испытания $R_0$ , Ом								
	110		100		95		90		60		50		40		30	
Относит. напряжение, %																
Потребляемая мощность $P_0$ , Вт	267,18±2,65		166,60±2,50		151,18±2,48		133,70±2,45		57,77±0,54		52,02±0,53		33,80±0,28		24,20±0,15	
Линейный ток $I_0$ , А	4,67±0,01		3,31±0,01		3,07±0,01		2,77±0,01		1,400±0,003		1,270±0,003		0,890±0,002		0,670±0,002	
Напряжение на зажимах $U_0$ , В	419,54±0,93		379,41±0,87		368,63±0,85		352,49±0,83		225,61±0,49		208,39±0,46		155,26±0,38		113,09±0,24	
Частота питающей сети $f$ , Гц	50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03		50,00±0,03	
Температура обмотки $\theta_w$ , °С	62,31		61,84		61,36		60,89		60,41		59,94		59,46		59,43	
								Сопротивление обмотки после испытания $R_0$ , Ом		4,130±0,003						
								Сопротивление обмотки после испытания $R_0$ , Ом		4,090±0,003						



**Определение КПД (п. 6.1.3.3 ГОСТ IEC 60034-2-1)**

Относит. выходная мощность скоррект., %	125	115	100	75	50	25
Скольжение скоррект. $s_0$	0,055	0,050	0,042	0,031	0,020	0,010
Входная мощность скоррект. $P_{1,0}$ , Вт	3218,24	2953,77	2566,94	1937,53	1328,70	738,07
Потери в стали $P_{fe}$ , Вт	77,29	77,79	78,94	80,59	82,89	84,99
Потери трения, вентил. скоррект. $P_{fw0}$ , Вт	11,90	12,07	12,31	12,68	13,04	13,38
Добавочные потери от нагрузки $P_{LL}$ , Вт	20,30	17,18	13,00	7,31	3,25	0,81
Статорные потери скоррект. $P_{s0}$ , Вт	249,55	218,87	179,29	128,46	94,17	75,71
Роторные потери скоррект. $P_{r0}$ , Вт	158,95	132,14	97,59	52,85	22,78	5,65
Коэффициент мощности $\cos\phi$	0,7700±0,0009	0,7600±0,0009	0,7300±0,0009	0,650±0,001	0,520±0,001	0,320±0,001
Коэффициент полезного действия $\eta$ , %	83,90	84,49	85,15	85,45	83,73	75,54

**Определение класса КПД (ГОСТ IEC 60034-30-1)**

Класс КПД	IE1	IE2	IE3	IE4
Нормативный КПД $\eta_n$ , %	77,7	81,8	84,3	87,4
			Класс КПД	IE3

Допустимое отклонение КПД по ГОСТ IEC 60034-1, % от $(1-\eta)$	-15,0
Отклонение КПД, % от $(1-\eta)$	+5,4

**Определение начальных пусковых вращающего момента и тока**  
(раздел 5 ГОСТ 7217)

Кратность начального пускового вращающего момента	2,76
Кратность начального пускового тока	6,09

**Определение максимального и минимального вращающих моментов**  
(раздел 8 ГОСТ 7217)

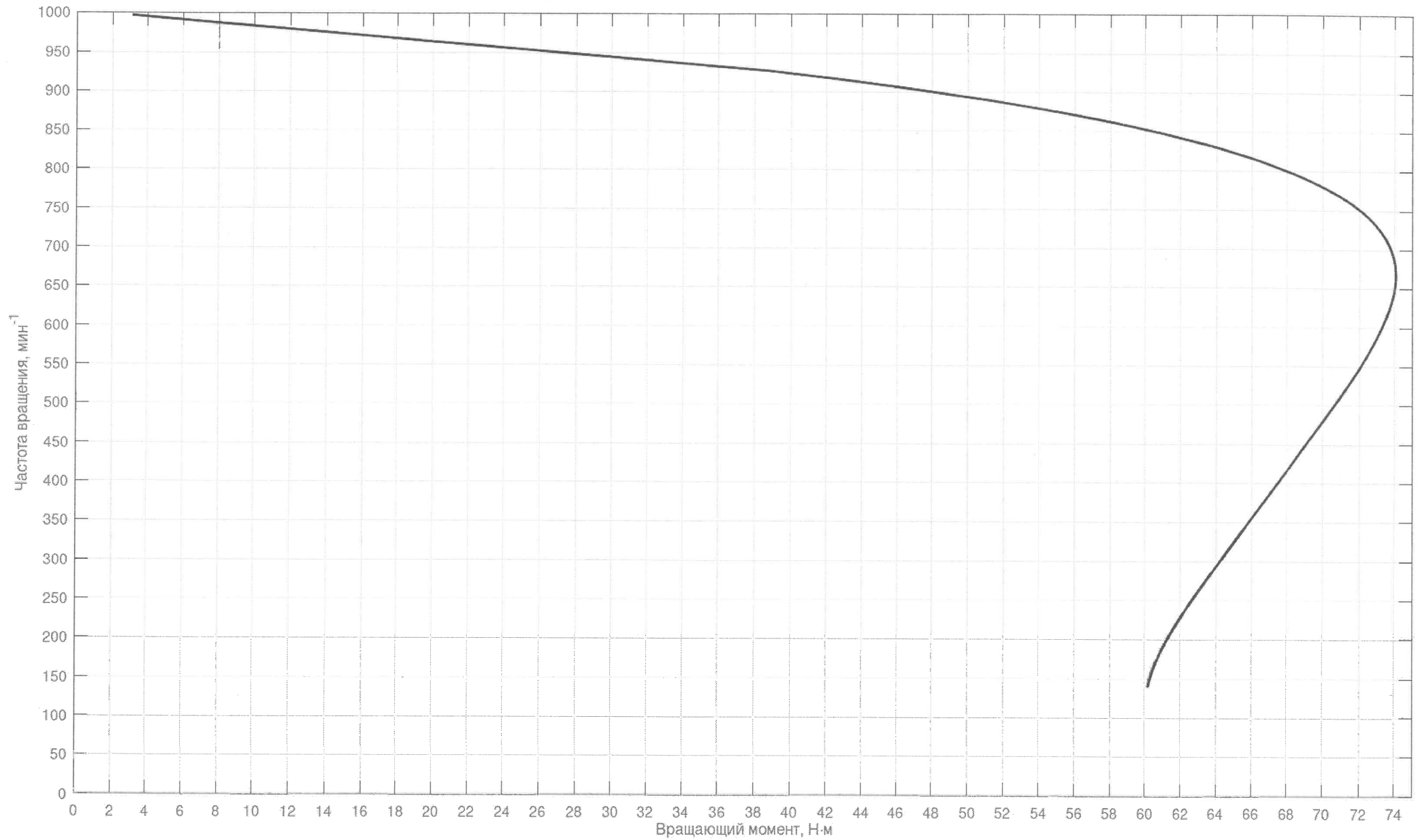
Кратность максимального вращающего момента	3,38
Кратность минимального вращающего момента	—

Ведущий специалист



Я.О. Теплова

### График механической характеристики



Графики механической характеристики ОК-1 (синий цвет) и ОК-2 (красный цвет)

