

Преобразователи частоты *SIMOVERT MASTERDRIVES* *Vector Control* фирмы *Siemens*

Преобразователи частоты *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control* фирмы *Siemens* выпускаются 12 типоразмеров мощностью от 2.2 до 2300 кВт в блочном исполнении (серия 6SE70) и шкафном исполнении (серия 6SE71). Блоки компактного исполнения с воздушным охлаждением имеют степень защиты *IP20*, встраиваемого – *IP00*. Преобразователи с водяным охлаждением выпускаются со степенью защиты до *IP65*. Шкафное исполнение поставляется со стандартной степенью защиты *IP20*.

В преобразователях блочного исполнения могут использоваться следующие модули:

- выпрямительный блок с 6-пульсной схемой для одно- и много-двигательного электропривода;
- инвертор на *IGBT*-транзисторах;
- блок выпрямления/рекуперации, состоящий из двух встречно-параллельных 6-пульсных тиристорных преобразователей, обеспечивающий передачу энергии в обоих направлениях (работа в 4-х квадрантах);
- независимый блок выпрямления/рекуперации (независимый входной инвертор *AFE*) для работы в 4-х квадрантах;
- блок торможения.

Преобразователи шкафного исполнения для работы в 1-м квадранте выпускаются с 6-пульсной схемой выпрямления (от 37 до 1500 кВт) и с 12-пульсной схемой (от 200 до 1500 кВт). Преобразователи шкафного исполнения для работы в 4-х квадрантах выпускаются с 6-пульсной схемой выпрямления/рекуперации (от 37 до 1500 кВт) или с независимым входным инвертором (от 37 до 1200 кВт).

Стандартное программное обеспечение преобразователя позволяет реализовать два вида управления: скалярное с использованием и без использования датчика обратной связи по скорости и векторное управление частотой (без датчика скорости), скоростью (с датчиком скорости) и моментом.

Технические характеристики блоков серии 6SE70 с воздушным охлаждением приведены в табл. 1 – 8. Технические характеристики преобразователей серии 6SE71 шкафного исполнения даны в табл. 9 – 12. На рис. 1 – 3 приведены зависимости допустимого длительного тока преобразователей и поправочных коэффициентов от частоты коммутации, температуры окружающей среды и высоты установки над уровнем моря.

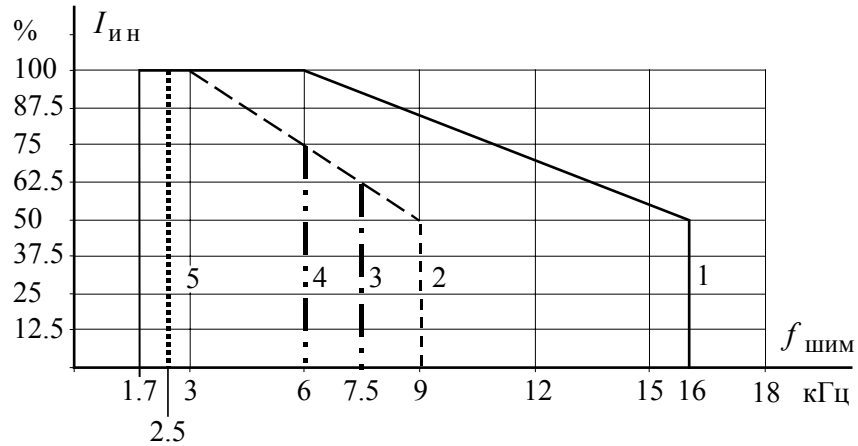


Рис. 1. Зависимость допустимого длительного тока преобразователей SIMOVERT MASTERDRIVES от частоты коммутации: 1 – $P \leq 55$ кВт; 2 – $P = 75\text{--}90$ кВт; 3 – $P = 110\text{--}132$ кВт; 4 – $P = 160\text{--}250$ кВт; 5 – $P \geq 315$ кВт

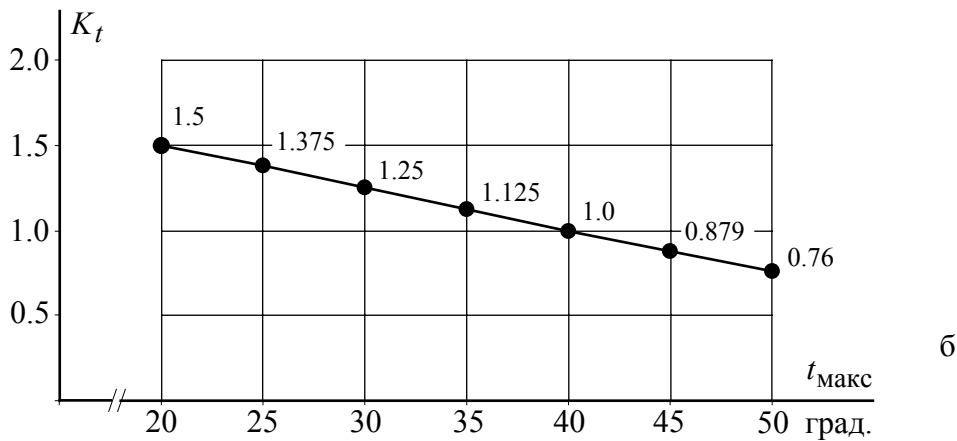
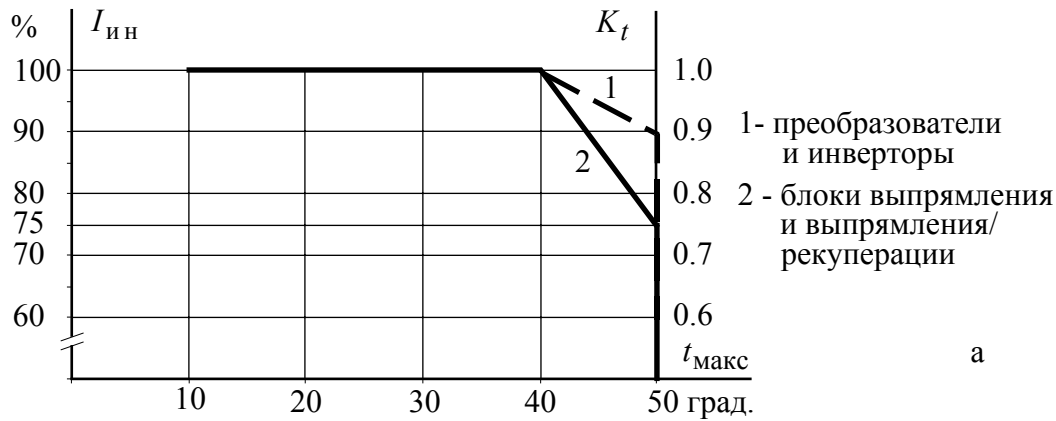


Рис. 2. Зависимость допустимого длительного тока преобразователей SIMOVERT MASTERDRIVES от температуры окружающей среды для высоты установки над уровнем моря: а – до 1000 м; б – от 1000 м до 4000 м

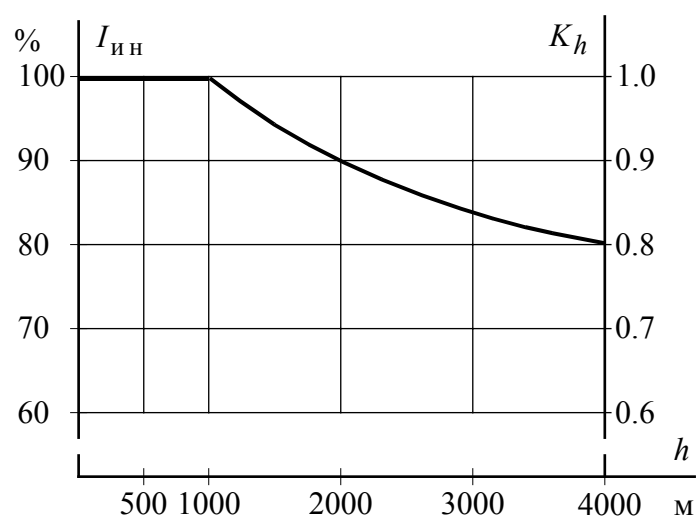


Рис. 3. Зависимость допустимого длительного тока преобразователей SIMOVERT MASTERDRIVES от высоты установки над уровнем моря

Таблица 1

Общие технические характеристики преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control* блочного исполнения серии 6SE70

Напряжение питания $U_{1л}$, В	$3 \times (380 \div 480)_{+10\%}^{-15\%}$
Напряжение звена постоянного тока U_0 , В	$(510 \div 650)_{-15\%}^{+10\%}$
Выходное напряжение, В: – преобразователя – инвертора	$3 \times (0 \div U_{1л})$ $3 \times (0 \div 0.75 \cdot U_0)$
Частота питающей сети, Гц	$(50 \div 60) \pm 6\%$
Выходная частота, Гц: – $U/f = const$; – $U = const$	$0 \div 200$ $8 \div 300$
Частота ШИМ, кГц: – минимальная; – максимальная *); – заводская уставка	1.7 16 2.5
Базовый ток нагрузки, А	0.91 × номинальный выходной ток
Ток перегрузки, А	1.36 × ном. выходной ток в теч. 60 с; 1.6 × ном. выходной ток в теч. 30 с
Время цикла, с	300
Коэффициент мощности: – по первой гармонике; – полный	≥ 0.98 $0.93 \div 0.96$
КПД	$0.96 \div 0.98$

Примечание к табл. 1: в зависимости от мощности (см. рис. 1).

Таблица 2

Параметры преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control*
 блочного исполнения серии 6SE70

Типоразмер	Макс. мощность двигателя, кВт	Номинальный выходной ток, А	Базовый ток нагрузки, А	Ток перегрузки ^{1*} , А	Номинальный ток звена пост. тока, А	Потребляемый ток, А	Потери при 2.5 кГц, кВт	Примерный вес, кг
7016	2.2	6.1	5.6	8.3	7.3	6.7	0.11	8
7018	3	8	7.3	10.9	9.5	8.8	0.12	8
7021	4	10.2	9.3	13.9	12.1	11.2	0.16	8
7021	5.5	13.2	12	18.0	15.7	14.5	0.16	12
7021	7.5	17.5	15.9	23.9	20.8	19.3	0.21	12
7022	11	25.5	23.2	34.8	30.4	38.1	0.34	24
7023	15	34	30.9	46.4	40.5	37.4	0.47	24
7023	18.5	37.5	34.1	51.2	44.6	41.3	0.60	35
7024	22	47	42.8	64.2	53.9	51.7	0.71	35
7026	30	59	53.7	80.5	70.2	64.9	0.85	35
7027	37	72	65.5	98.3	85.7	79.2	1.06	35
Типоразмер	Макс. мощность двигателя, кВт	Номинальный выходной ток, А	Базовый ток нагрузки, А	Ток перегрузки ^{1*} , А	Номинальный ток звена пост. тока, А	Потребляемый ток, А	Потери при 2.5 кГц, кВт	Примерный вес, кг
7031	45	92	84	126	110	101	1.18	55
7031	55	124	113	169	148	136	1.67	65
7031	75	146	133	199	174	160	1.95	65
7031	90	186	169	254	221	205	2.17	65
7032	110	210	191	287	250	231	2.68	155
70.32	132	260	237	355	305	286	3.40	155
7033	160	315	287	430	375	346	4.30	165
7033	200	370	337	503	440	407	5.05	180
7035	250	510	464	694	607	561	7.1	400
7036	315	590	537	802	702	649	8.2	400
7037	400	690	628	938	821	759	10.2	460

Примечание к табл. 2: в течение 30 с.

Таблица 3

Параметры преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control* блочного исполнения серии 6SE70 с параллельным подключением блоков

Типоразмер	Макс. мощность двигателя, кВт	Номинальный выходной ток, А	Базовый ток нагрузки, А	Ток перегрузки ¹⁾ , А	Номинальный ток звена пост. тока, А	Потери при 2.5 кГц, кВт	Примерный вес, кг
7041 ¹⁾	900	1630	1483	2217	1940	22.5	1040
7041 ²⁾	900	1630	1483	2217	1940	22.5	1400
7042 ¹⁾	1300	2470	2248	3359	2940	27.5	1350

Примечания к табл. 3: 1 – комплектация инвертора без уравнивающего реактора; 2 – комплектация инвертора с уравнивающим реактором.

Таблица 4

Общие технические характеристики блоков независимого выпрямления/рекуперации *AFE* серии 6SE70 преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control*

Напряжение питания $U_{1л}$, В	$3 \times (380 \div 480)_{-20\%}^{+55\%}$
Выходное напряжение (диапазон регулирования напряжения в звене постоянного тока), В: – минимальное; – максимальное; – заводская уставка	$1.5 \times \sqrt{2} \cdot U_{1фн}$ 740 600 для блоков компактного исполнения; 632 для встраиваемых блоков и блоков шкафного исполнения
Частота питающей сети, Гц	$(50 \div 60) \pm 10\%$
Базовый ток нагрузки, А	$0.91 \times$ номинальный выходной ток
Ток перегрузки, А	$1.36 \times$ ном. выходной ток в теч. 60 с; $1.6 \times$ ном. выходной ток в теч. 30 с
Время цикла, с	300
Коэффициент мощности: – по первой гармонике; – полный	1 > 0.99
КПД	> 0.98

Таблица 5

Параметры блоков независимого выпрямления/рекуперации *AFE* серии 6SE70 преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control*

Типоразмер	Номинальная мощность, кВт	Кратковременная мощность ^{*)} , кВт	Номинальный входной ток, А	Базовый ток нагрузки, А	Кратковременный входной ток, А	Потери, кВт
7021	6.8	11	10.2	9.2	16.3	0.14
7021	9	14	13.2	11.9	21.1	0.18
7021	12	19	17.5	15.8	28.0	0.24
7022	17	27	25.5	23	40.8	0.34
7023	23	37	34	31	54	0.46

Окончание табл. 5

Типоразмер	Номинальная мощность, кВт	Кратковременная мощность ^{*)} , кВт	Номинальный входной ток, А	Базовый ток нагрузки, А	Кратковременный входной ток, А	Потери, кВт
7024	32	51	47	42	75	0.63
7026	40	53	59	53	94	0.79
7027	49	78	72	65	115	0.98
7031	63	100	92	83	147	1.06
7031	85	135	124	112	198	1.44
7031	100	159	146	131	234	1.69
7031	125	200	186	167	298	2.00
7032	143	228	210	189	336	2.42
7032	177	282	260	234	416	3.00
7033	214	343	315	284	504	3.64
7033	250	400	370	333	592	4.25

Примечание к табл. 5: при $\cos \varphi = 1$ и напряжении питания 400 В.

Таблица 6

Общие технические характеристики блоков выпрямления/рекуперации серии 6SE70 преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control*

Напряжение питания, В: – двигательный режим; – генераторный режим	$3 \times (380 \div 480)_{+10\%}^{-15\%}$ $3 \times (455 \div 576)_{+10\%}^{-15\%}$
Выходное напряжение звена постоянного тока, В	$510 \div 650_{+10\%}^{-15\%}$
Частота питающей сети, Гц	$(50 \div 60) \pm 6\%$
Базовый ток нагрузки, А	0.91 × номинальный выходной ток
Ток перегрузки, А	1.36 × ном. выходной ток в теч. 60 с; 1.6 × ном. выходной ток в теч. 30 с
Время цикла, с	300
Длительность перегрузки, с	60 (20 % от времени цикла)
Коэффициент мощности: – по первой гармонике; – полный	≥ 0.98 $0.93 \div 0.96$
КПД	$0.99 \div 0.995$

Таблица 7

Параметры блоков выпрямления/рекуперации серии 6SE70 преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control*

Типоразмер	Максимальная мощность, кВт	Номинальный выходной ток, А	Базовый выходной ток нагрузки, А	Ток перегрузки в звене постоянного тока, А	Входной ток, А	Потери при 2.5 кГц, кВт
7022	7.5	21	19	29	18	0.16
7024	15	41	37	56	36	0.20
7028	37	86	78	117	74	0.31
7031	75	173	157	236	149	0.69
7032	90	222	202	302	192	0.97
7033	132	310	282	422	269	1.07
7033	160	375	341	510	326	1.16
7034	200	463	421	630	403	1.43
7036	250	606	551	823	526	1.77
7038	400	621	747	1117	710	3.29
7041	500	1023	931	1391	888	3.70
7041	630	1333	1213	1813	1156	4.86
7041	800	1760	1620	2421	1542	6.24

Таблица 8

Параметры блоков торможения и тормозных сопротивлений преобразователей серии 6SE70 SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control

P_{20} , кВт	P_3 , кВт	P_{DB} , кВт		R , Ом	Блок торможения		Тормозное сопротивление	
		внешнее	встроенное		Типоразмер	Вес	Типоразмер	Вес
5	7.5	1.25	0.16	80	7018-0ES87-2DA0	6	7018-0ES87-2DC0	6
10	15	2.5	0.32	40	7021-6ES87-2DA0	6	7021-6ES87-2DC0	11.5
20	30	5	0.63	20	7023-2EA87-2DA0	11	7023-2EA87-2DC0	17
P_{20} , кВт	P_3 , кВт	P_{DB} , кВт		R , Ом	Блок торможения		Тормозное сопротивление	
		внешнее	встроенное		Типоразмер	Вес	Типоразмер	Вес
50	75	12.5	–	8	7028-0EA87-2DA0	11	7028-0EA87-2DC0	27
100	150	25	–	4	7031-6EB87-2DA0	18	7031-6EB87-2DC0	47
170	255	42.5	–	2.35	7032-7EB87-2DA0	18	7032-7EB87-2DC0	103

Примечания к табл. 8: 1 – напряжение звена постоянного тока $510 \div 650 \text{ В} \begin{matrix} -15\% \\ +10\% \end{matrix}$; 2 – порог срабатывания: включение 774 В, выключение 673 В.

Таблица 9

Общие технические характеристики преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control* серии 6SE71 шкафного исполнения

Напряжение питания $U_{1л}$, В	$3 \times (380 \div 480)_{-15\%}^{+10\%}$
Выходное напряжение, В:	$3 \times (0 \div U_{1л})$
Частота питающей сети, Гц	$(50 \div 60) \pm 6\%$
Выходная частота, Гц: – $U/f = const$; – $U = const$	$0 \div 200$ $8 \div 300$
Частота ШИМ	Рис. 5.13
Базовый ток нагрузки, А	0.91 × номинальный выходной ток
Ток перегрузки, А	1.36 × ном. выходной ток в теч. 60 с; 1.6 × ном. выходной ток в теч. 30 с
Время цикла, с	300
Длительность перегрузки, с	60
Коэффициент мощности: – по первой гармонике; – полный	≥ 0.98 $0.93 \div 0.96$
КПД	$0.97 \div 0.98$

Таблица 10

Параметры преобразователей *SIMOVERT*
MASTERDRIVES Vector Control серии 6SE71 шкафного исполнения
 для одноквадрантного управления

Типоразмер	Максимальная мощность двигателя, кВт	Номинальный выходной ток, А	Базовый ток нагрузки, А	Ток перегрузки ¹⁾ , А	Входной ток, А	Потери при 2.5 кГц, кВт	Примерный вес, кг
6-пульсная схема выпрямления							
7131	45	92	84	126	101	1.3	250
7131	55	124	113	169	136	1.9	300
7131	75	146	133	199	160	2.1	310
7131	90	186	169	254	206	2.4	320
7132	110	210	191	287	231	3	420
7132	132	260	237	355	286	3.6	430
7133	160	315	287	430	346	4.5	450
7133	200	370	337	503	407	5.2	500
7135	250	510	464	694	561	7.4	750
7136	315	590	537	802	649	8.6	750
7137	400	690	628	938	759	10.7	800
7138	500	860	782	1170	946	16	1420
7141	630	1100	1000	1496	1190	18.7	1550
7141	710	1300	1183	1768	1430	2.3	1800
12-пульсная схема выпрямления							
7136	250	510	464	694	281	7.8	1100
7137	400	690	628	838	390	11.4	1150
7138	500	860	782	1170	473	16.9	1440
7141	630	1100	1000	1496	596	19.3	2190
7141	710	1300	1183	1768	715	21.1	2400

Таблица 11

Параметры преобразователей *SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control* серии 6SE71 шкафного исполнения для четырехквadrантного управления

Типоразмер	Максимальная мощность двигателя, кВт	Номинальный выходной ток, А	Базовый ток нагрузки, А	Ток перегрузки ¹⁾ , А	Входной ток, А	Потери при 2.5 кГц, кВт	Примерный вес, кг
6-пульсная схема выпрямления							
7131	45	92	84	126	101	1.3	250
7131	55	124	113	169	136	1.9	300
7131	75	146	133	199	160	2.1	310
7131	90	186	169	254	206	2.4	320
7132	110	210	191	287	231	3	420
7132	132	260	237	355	286	3.6	430
7133	160	315	287	430	346	4.5	450
7133	200	370	337	503	407	5.2	500
7135	250	510	464	694	561	7.4	750
7136	315	590	537	802	649	8.6	750
7137	400	690	628	938	759	10.7	800
7138	500	860	782	1170	946	16	1420
7141	630	1100	1000	1496	1190	18.7	1550
7141	710	1300	1183	1768	1430	2.3	1800
Независимый блок выпрямления/рекуперации							
7131	45	92	84	126	92	2.8	400
7131	55	124	113	169	124	3.5	600
7131	75	146	133	199	146	4.1	600
7131	90	186	169	254	186	4.4	620
7132	110	210	191	287	210	5.7	900
7132	132	260	237	355	260	7.1	920
7133	160	315	287	430	315	8.7	940
7133	200	370	337	503	270	10.3	950
7135	250	510	464	694	510	14.3	1500
7136	315	590	537	802	590	16	1600
7137	400	690	628	938	690	20	1700
7138	500	860	782	1170	860	28.4	2300
7141	630	1100	1000	1496	1100	31.7	2400
7141	710	1300	1183	1768	1300	34.5	3300

Таблица 12

Погрешности поддержания скорости и момента
преобразователей частоты
SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control

Режим управления	Скалярное управление без датчика скорости	Управление частотой (векторное управление без датчика скорости)	Управление скоростью (векторное управление с датчиком скорости $n_{dc} > 1024$)	Управление моментом
Дискретность цифрового задания	0.001 Гц			0.1%
Дискретность аналогового задания	$\frac{f_{\max}}{2048}$ Гц			
Погрешность поддержания скорости: – при $n > 0.1n_{\text{дв.н}}$ – при $n < 0.05n_{\text{дв.н}}$ – при ослабленном потоке	$0.2 \cdot s_H \%$ $s_H \%$ –	$0.1 \cdot s_H \%$ $s_H \%$ $\frac{f_i}{f_H} \cdot s_H \%$	0.0005 % 0.001 % 0.001 %	–
Погрешность поддержания момента: – при постоянном потоке; – при ослабленном потоке	– –	<2.5 % при $n > 0.05n_{\text{дв.н}}$ <5 %	<2.5 % при $n > 0.01n_{\text{дв.н}}$ <5 %	<2.5 % при $n > 0.01n_{\text{дв.н}}$ <5 %
Пульсации момента	–	<2 %		
Постоянная времени контура регулирования скорости	–	25 мс при $n > 0.02n_{\text{дв.н}}$	20 мс	–
Постоянная времени контура регулирования момента	–	≈ 5 мс при $n > 0.1n_{\text{дв.н}}$	≈ 5 мс	≈ 5 мс

Примечания к табл. 12: 1. Проценты указаны относительно номинальной скорости или момента двигателя; 2. Величины погрешности представляют собой средние значения на интервале времени примерно 10 с.