

## ТРАНСФОРМАТОРЫ ТМГ

Трехфазные масляные трансформаторы ТМГ предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии в условиях наружной или внутренней установки умеренного (от плюс 40 до минус 45 °С) или холодного (от плюс 40 до минус 60 °С) климата. Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая пыли в концентрациях, снижающих параметры изделий в недопустимых пределах. Трансформаторы не предназначены для работы в условиях тряски, вибрации, ударов, в химически активной среде. Высота установки над уровнем моря не более 1000 м.

Номинальная частота 50 Гц. Регулирование напряжения осуществляется в диапазоне до  $\pm 5\%$  **на полностью отключенном трансформаторе** (ПБВ) переключением ответвлений обмотки ВН ступенями по 2,5 %.

**Согласно ГОСТ 11677, предельные отклонения технических параметров трансформаторов составляют: напряжение короткого замыкания  $\pm 10\%$ ; потери короткого замыкания на основном ответвлении  $+10\%$ ; потери холостого хода  $+15\%$ ; полная масса  $+10\%$ .**

Трансформаторы ТМГ **герметичного исполнения, без маслорасширителей.**

Температурные изменения объема масла компенсируются изменением объема гофров бака за счет упругой их деформации.

Для контроля уровня масла трансформаторы снабжаются маслоуказателем поплавкового типа.

Для предотвращения возникновения избыточного давления в баке сверх допустимого в трансформаторах мощностью от 16 до 63 кВ·А устанавливается предохранительный клапан.

Для контроля внутреннего давления в баке и сигнализации в случае превышения им допустимой величины в трансформаторах мощностью 100 кВ·А и выше, размещаемых в помещении, предусматривается по заказу потребителя установка электроконтактного мановакуумметра.

Для измерения температуры верхних слоев масла на крышке трансформаторов предусмотрена гильза для установки жидкостного стеклянного термометра.

Для измерения температуры верхних слоев масла и управления внешними электрическими цепями трансформаторы мощностью 1000 и 1250 кВ·А, предназначенные для эксплуатации в помещении или под навесом, по заказу потребителя комплектуются манометрическим сигнализирующим термометром.

**Вводы ВН трансформаторов класса напряжения 20 кВ снабжены изоляторами PPS штепсельного типа.**

Трансформаторы мощностью 630 кВ·А и выше комплектуются транспортными роликами для перемещения трансформаторов в продольном и поперечном направлениях.

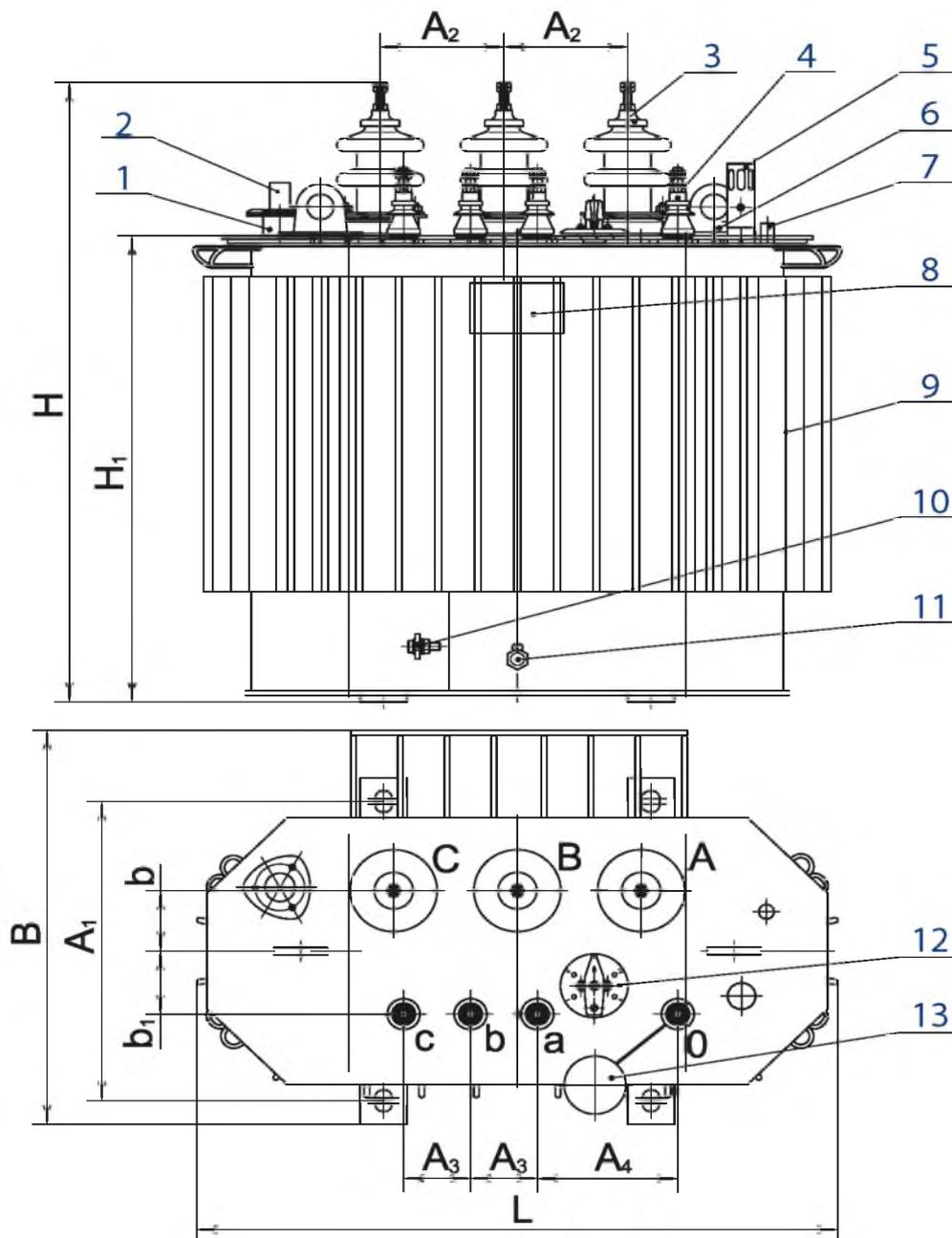
### Технические характеристики трансформаторов ТМГ мощностью 16 ... 63 кВ·А классов напряжения 6; 10; 15; 27,5 кВ

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВ·А	Номинальное напряжение, кВ		Схема и группа соединения обмоток	Потери, Вт		Напряжение к.з., %	Размеры, мм											Масса, кг	
		ВН	НН		х.х.	к.з.		L	B	H	H <sub>1</sub>	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	b	b <sub>1</sub>	масла	полная
ТМГ-16/10-У1(ХЛ1)	16	6; 10	0,4	У/УН-0 У/ЗН-11	85	440 500	4,5 5,0	800	520	890	630	400	350	200	100	150	85	85	63	230
ТМГ-25/10-У1(ХЛ1)	25	6; 10	0,23	У/УН-0 У/ЗН-11	115	600	4,5	800	520	930	670	400	350	200	100	150	85	85	63	240
-																				
ТМГ-25/15-У1		15	0,4	600 690	4,5 4,7	800	640	1060	670	400	350	270	100	150	85	85	63	280		
ТМГ-25/27,5-У1		27,5		У/УН-0	145	650	6,0	1100	800	1350	825	440	510	350	100	100	150	105	200	590
ТМГ-40/10-У1(ХЛ1)	40	6; 10	0,23	У/УН-0 У/ЗН-11	155	880	4,5	840	680	1000	740	400	350	185	100	150	90	90	85	300
-																				
ТМГ-40/15-У1		15	0,4	880 1000	4,5 4,7	165	840	560	1175	740	400	350	270	100	150	85	85	85	350	
ТМГ-63/10-У1(ХЛ1)	63	6; 10	0,23	У/УН-0 У/ЗН-11	220	1280	4,5	950	730	1020	740	400	400	185	100	100	95	95	125	420
-																				
ТМГ-63/15-У1(ХЛ1)		15	0,4	1280 1470	4,5 4,7		950	730	1175	740	400	400	260	100	100	95	95	125	420	

### Технические характеристики трансформаторов ТМГ мощностью 630... 1250 кВ·А класса напряжения 20 кВ

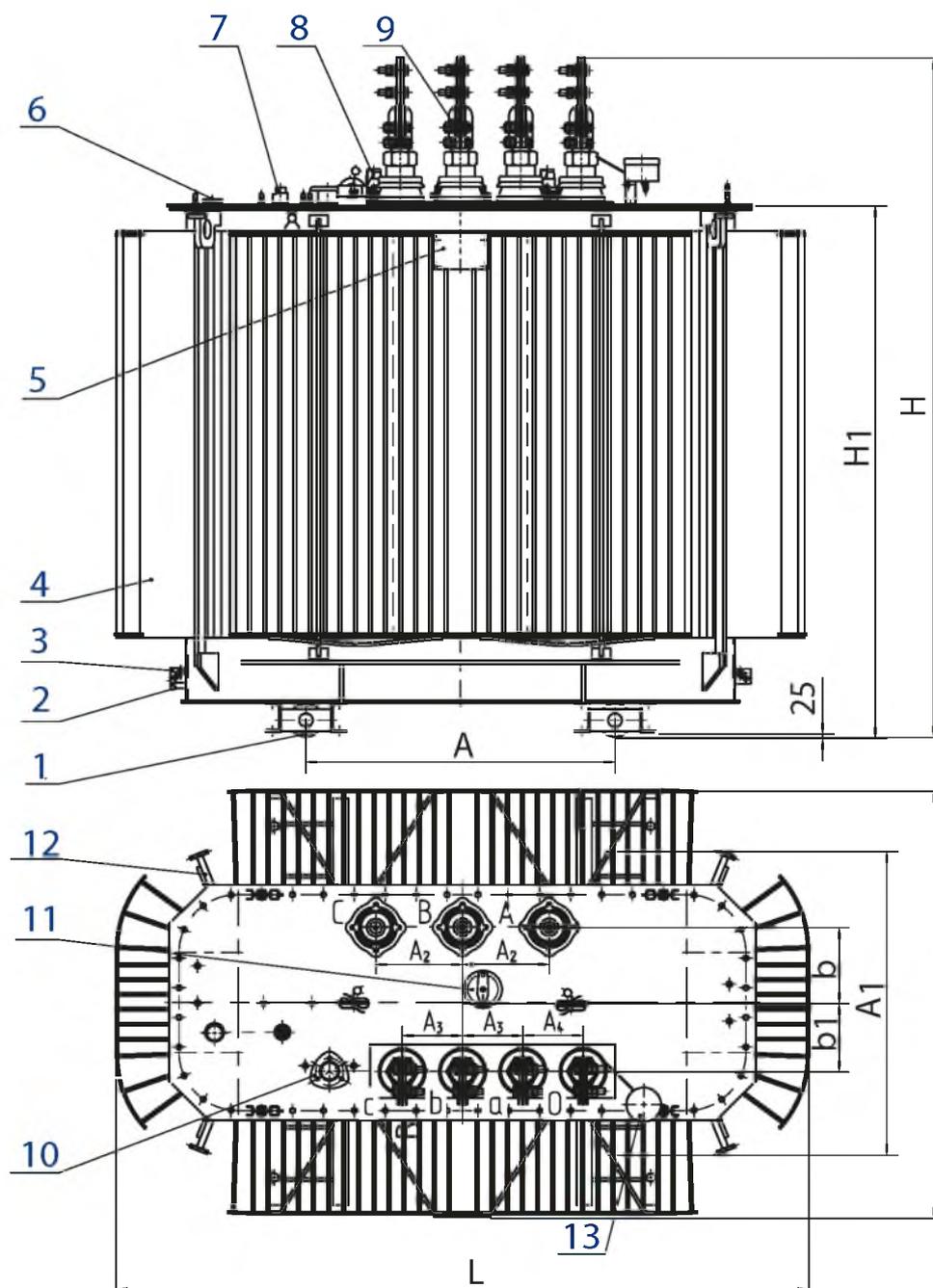
Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВ·А	Номинальное напряжение, кВ		Схема и группа соединения обмоток	Потери, Вт		Напряжение к.з., %	Размеры, мм											Масса, кг	
		ВН	НН		х.х.	к.з.		L	B	H	H <sub>1</sub>	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	b	b <sub>1</sub>	масла	полная
ТМГ-630/20-У2	630	20	0,4	Д/УН-11	1240	7600	5,5	1540	1000	1470	1170	820	820	265	150	150	170	170	570	2100
ТМГ-1000/20-У2	1000				1600	10800	5,5	1770	1100	1900	1450	820	820	230	135	135	185	205	830	3100
ТМГ-1250/20-У2	1250				1750	12000	6,0	1770	1100	1900	1465	820	820	230	160	160	185	205	875	3550

## Трансформаторы ТМГ мощностью 16 ... 63 кВ·А



- 1 - патрубок для заливки масла;
  - 2 - предохранительный клапан;
  - 3 - ввод ВН;
  - 4 - ввод НН;
  - 5 - маслоуказатель;
  - 6 - серьга для подъема трансформатора;
  - 7 - гильза термометра;
  - 8 - табличка;
  - 9 - бак\*;
  - 10 - зажим заземления;
  - 11 - пробка сливная;
  - 12 - переключатель;
  - 13 - пробивной предохранитель (устанавливается по заказу потребителя).
- \* - графика рисунка соответствует трансформатору мощностью 40 кВ·А

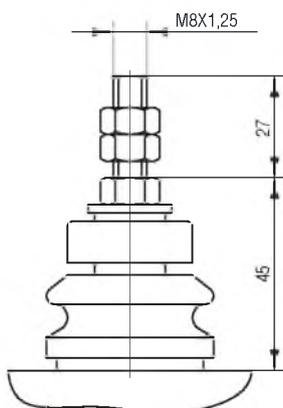
## Трансформаторы ТМГ мощностью 630 ... 1250 кВ•А



- 1-ролик транспортный;
- 2-пробка сливная;
- 3-зажим заземления;
- 4-бак\*;
- 5-табличка;
- 6-гильза для стеклянного термометра и термобаллона манометрического термометра;
- 7-маслоуказатель;
- 8-ввод ВН;
- 9-ввод НН;
- 10-патрубок для заливки масла;
- 11-переключатель;
- 12-серьга для подъёма трансформатора;
- 13-пробивной предохранитель (устанавливается по заказу потребителя).

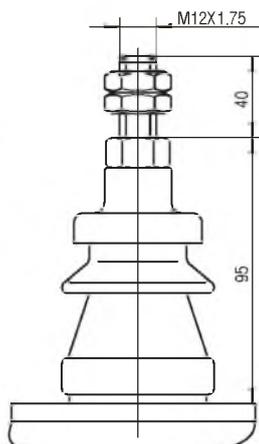
\* - графика рисунка соответствует трансформатору мощностью 1250 кВ•А

# Вводы НН для трансформаторов серий ТМГ, ТМГ11, ТМГСУ, ТМГСУ11, ТМГ12, ТМГ21, ТМЭГ, ТМБГ, ОМ, ОМГ, ОМП, ТМТО без контактных зажимов



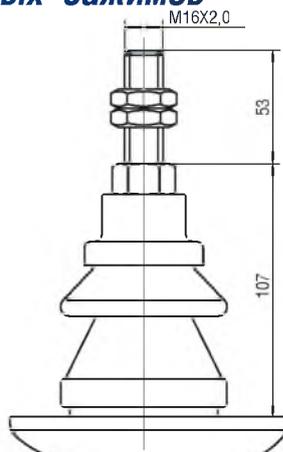
**ввод НН**

на номинальный ток 100 А



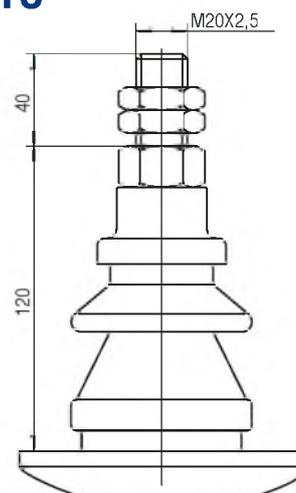
**ввод НН**

на номинальный ток 250 А



**ввод НН**

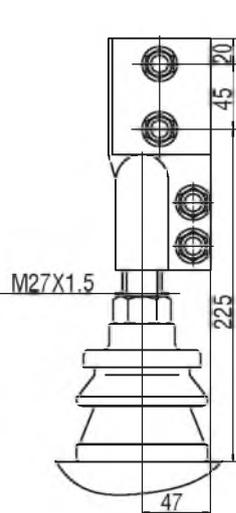
на номинальный ток 400 А



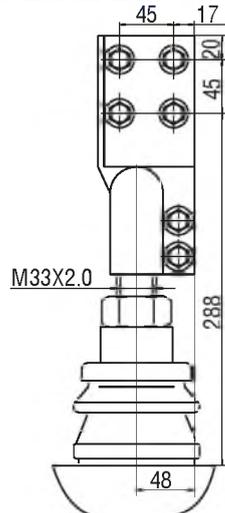
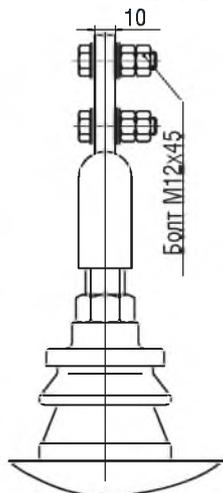
**ввод НН**

на номинальный ток 630 А

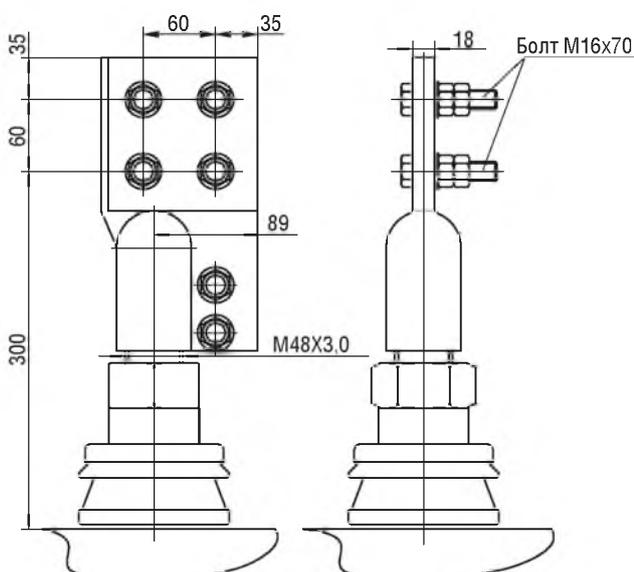
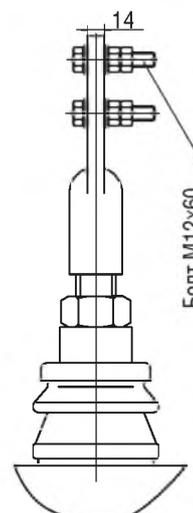
## с контактными зажимами



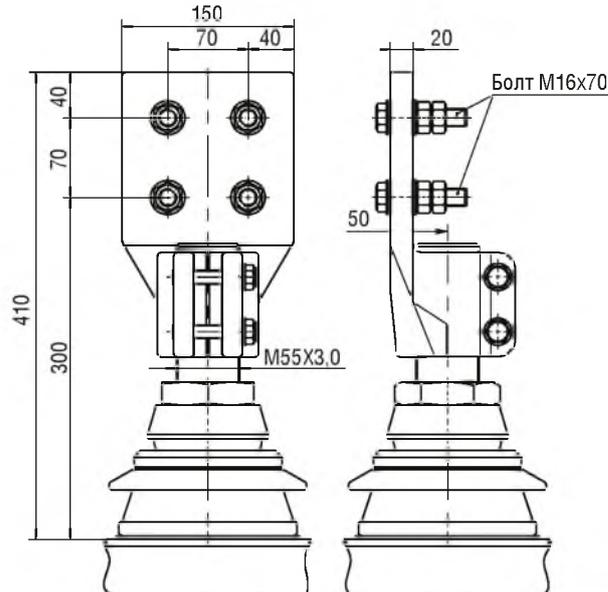
**ввод НН на номинальный ток 1000 А**



**ввод НН на номинальный ток 1600 А**

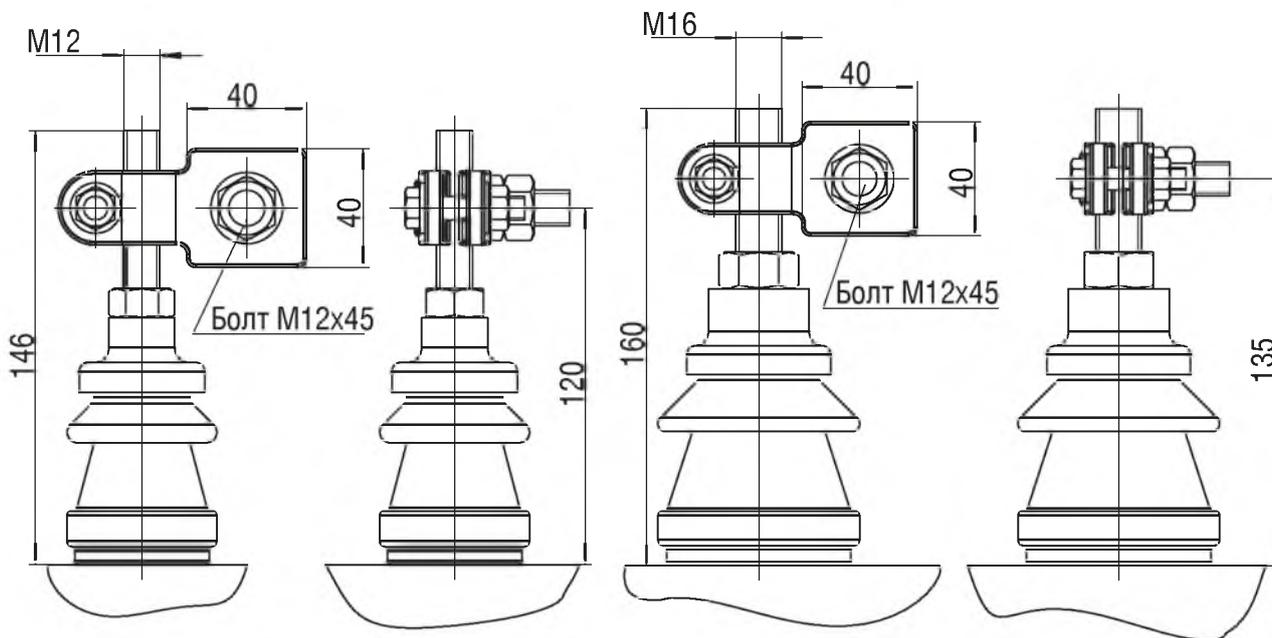


**ввод НН на номинальный ток 2500 А**



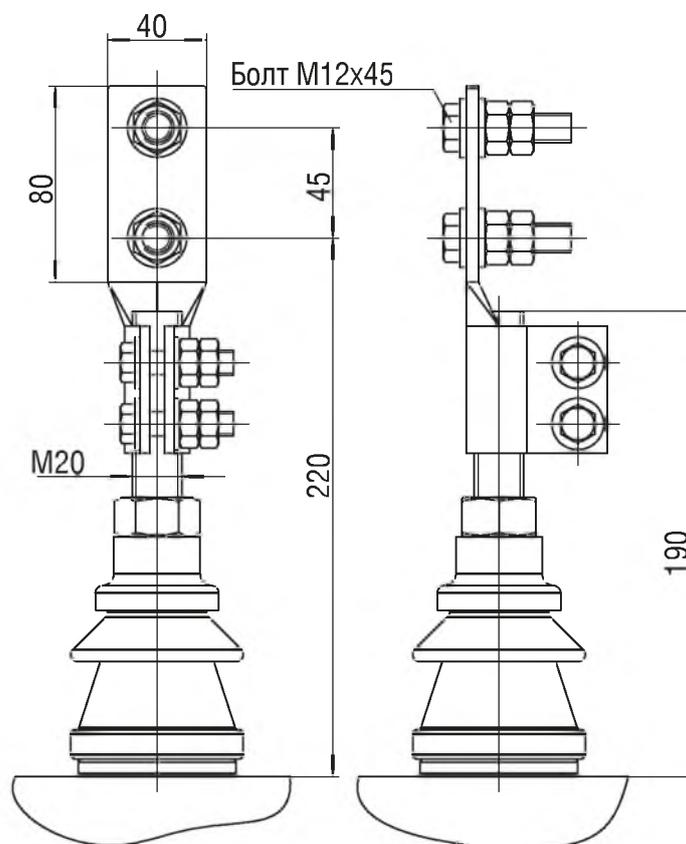
**ввод НН на номинальный ток 4000 А**

**По заказу потребителя вводы НН трансформаторов  
 мощностью 16...400 кВ·А  
 можно комплектовать контактными зажимами.**



**ввод НН на номинальный ток 250 А**

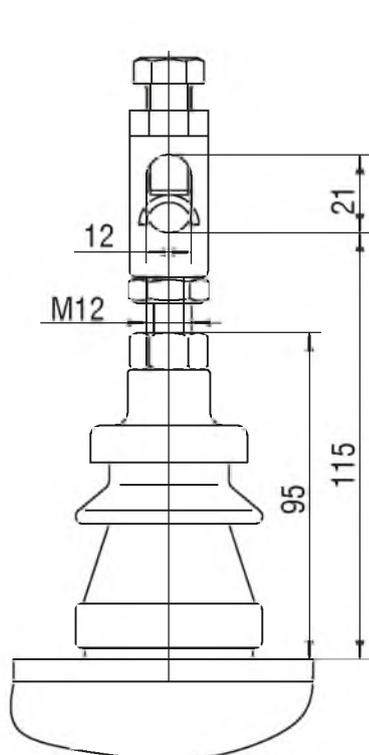
**ввод НН на номинальный ток 400 А**



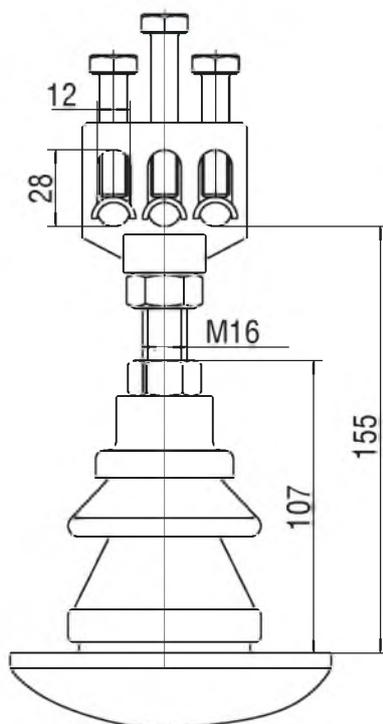
**ввод НН на номинальный ток 630 А**

## Вводы НН для трансформаторов серии ТМГН, ТМГНГ

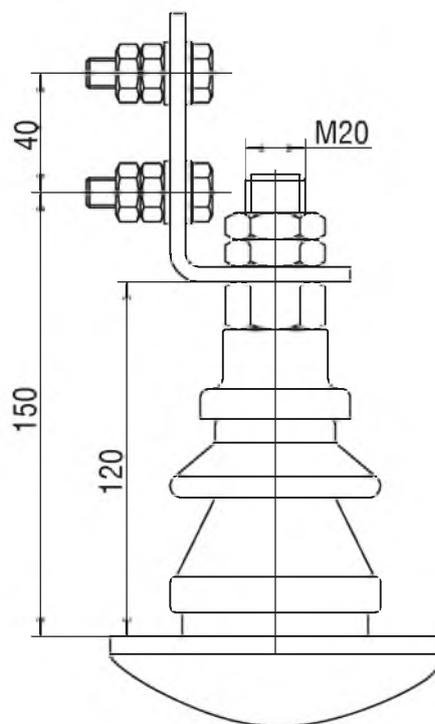
**с контактными зажимами**



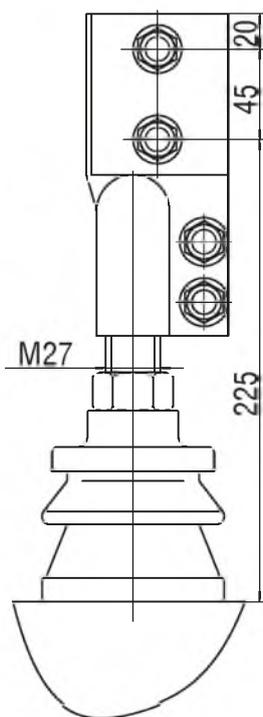
**ввод НН на  
номинальный ток 250 А**



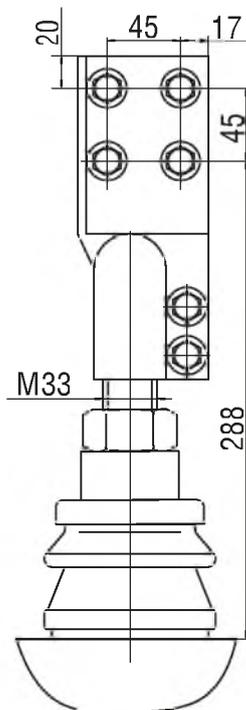
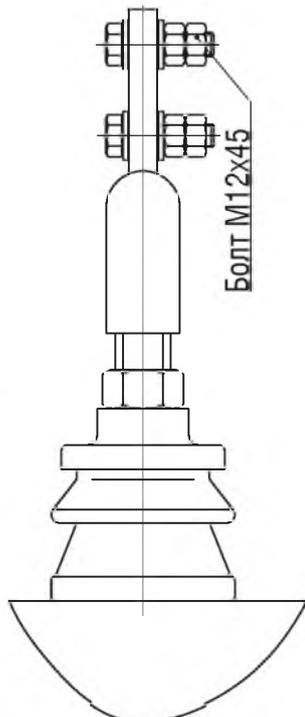
**ввод НН на  
номинальный ток 400 А**



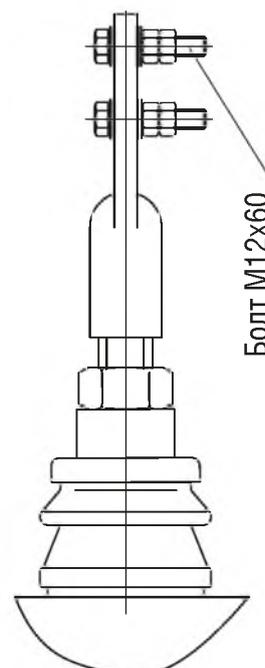
**ввод НН на  
номинальный ток 630 А**



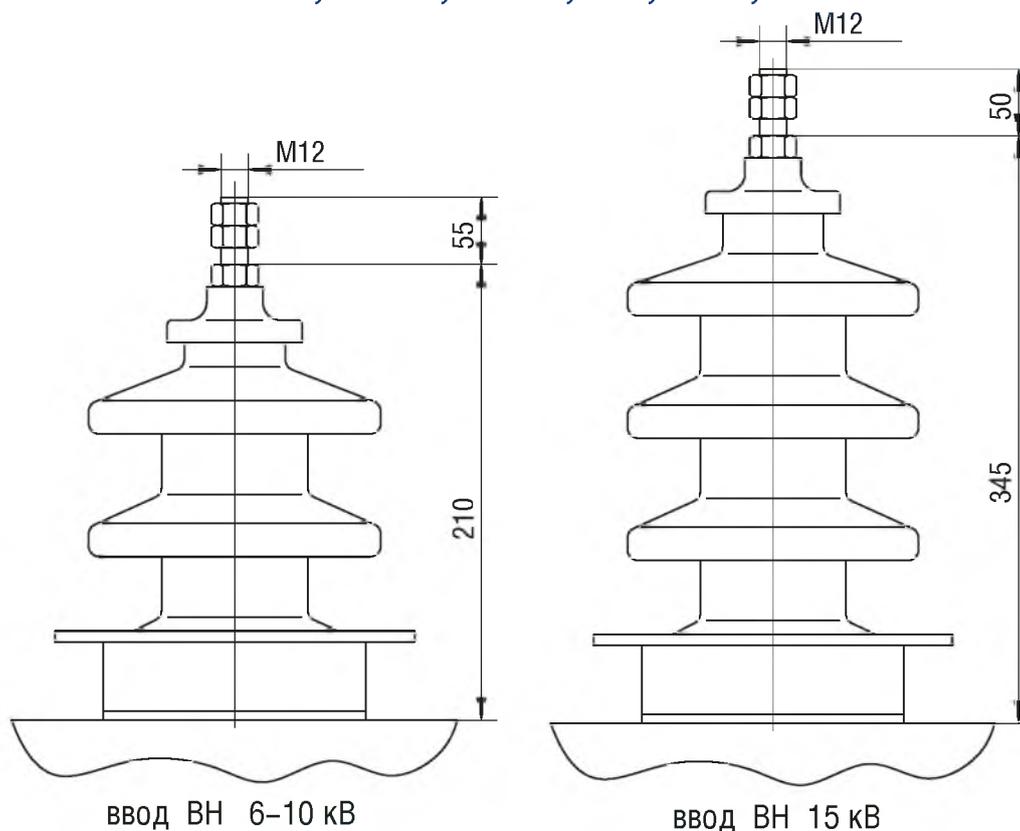
**ввод НН на номинальный ток 1000 А**



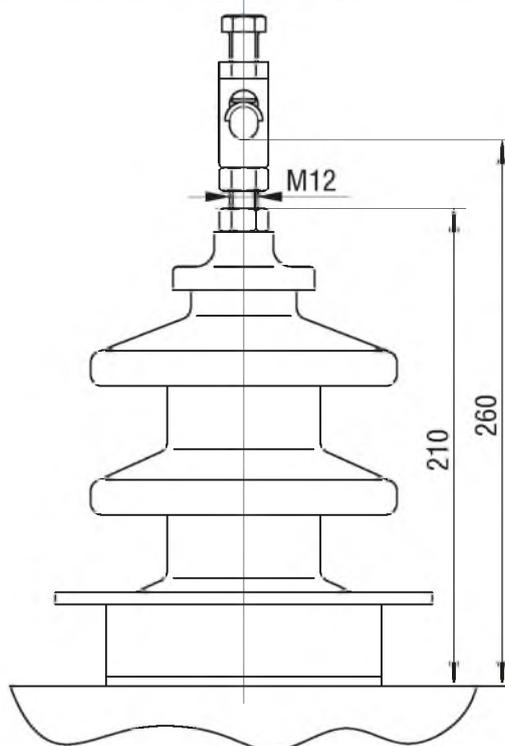
**ввод НН на номинальный ток 1600 А**



**Вводы ВН для трансформаторов  
серий ТМГ, ТМГ11, ТМГСУ, ТМГСУ11, ТМГ12,  
ТМГ21, ТМЭГ, ТМБГ, ОМ, ОМГ, ОМП**

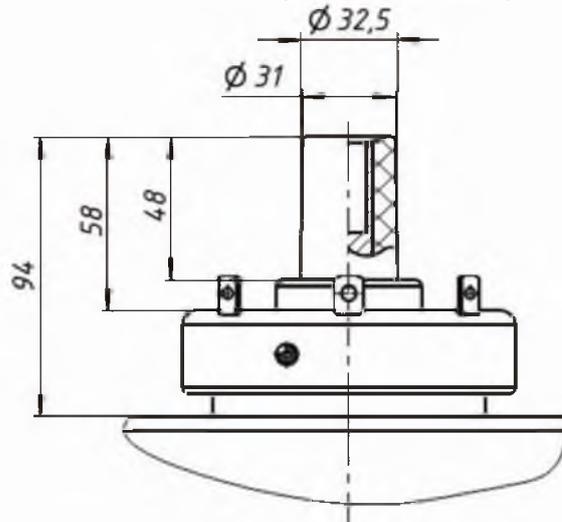


**Вводы ВН 6; 10 кВ для трансформаторов  
серии ТМПН, ТМПНГ  
с контактными зажимами**



# Вводы ВН для трансформаторов ТМГ-630/20-У2, ТМГ-1000/20-У2, ТМГ-1250/20-У2

Штепсельные проходные изоляторы с внешним конусом по EN 50180 тип А (или DIN 42538)



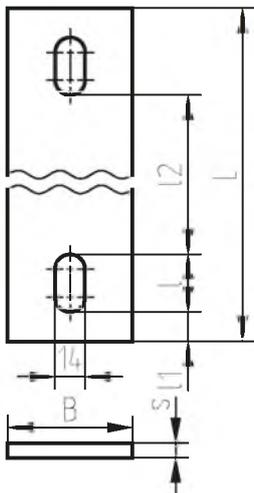
Для присоединения кабелей к изоляторам применяются адапторы: адаптор с изгибом (К)158LR или прямой адаптор (К)152SR.



Данные адапторы в комплект трансформатора не входят.

## Размеры отверстий под фундаментные болты

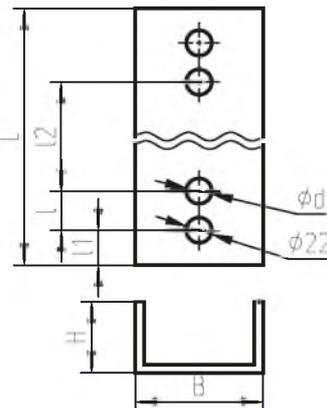
Трансформаторы ТМГ мощностью 16...63 кВ·А,  
ТМГСУ мощностью 25...63 кВ·А,



Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВ·А	L, мм	l, мм	l1, мм	l2, мм	S, мм	B, мм
ТМГ-16	16	390	22	9	328	8	50
ТМГ-25 ТМГСУ-25	25	390	22	9	328	8	50
ТМГ-40 ТМГСУ-40	40	390	22	9	328	8	50
ТМГ-63 ТМГСУ-63	63	440	22	9	378	8	50

Трансформаторы ТМГ11 мощностью 100...400 кВ·А,  
ТМГ12 мощностью 250...400 кВ·А, ТМГСУ11 мощностью 100...250 кВ·А

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВ·А	d, мм	L, мм	l, мм	l1, мм	l2, мм	H, мм	B, мм
ТМГ11-100 ТМГСУ11-100	100	18	570	36	24	450	40	80
ТМГ11-160 ТМГСУ11-160	160		680	46	19	550	40	80
ТМГ11-250 ТМГ12-250 ТМГСУ11-250	250		790	46	19	660	40	80
ТМГ11-400 ТМГ12-400	400							



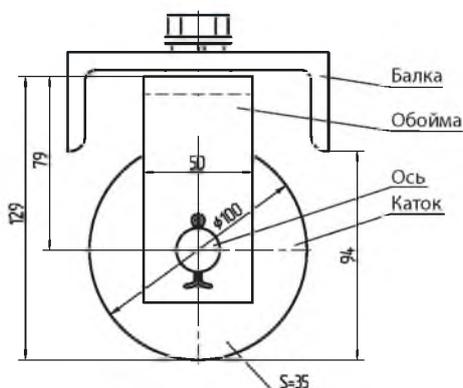
## АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛОВЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ типа ТМГ, ТМГ11, ТМГСУ, ТМГСУ11, ТМГ21

Значения скорректированного уровня звуковой мощности трансформаторов типа ТМГ, ТМГ11, ТМГСУ, ТМГСУ11, ТМГ21 не превышают нормы, установленные ГОСТ 12.2.024-87. Для трансформаторов мощностью не более 100 кВ·А значения скорректированного уровня звуковой мощности не нормируются.

Номинальная мощность трансформатора кВ·А	100	160	250	400	630	1000	1250	1600	2500
Корректируемый уровень звуковой мощности, дБА, не более	59	62	65	68	70	73	75	75	76

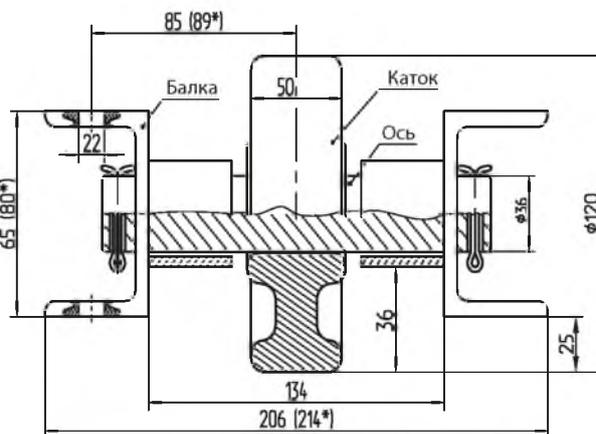
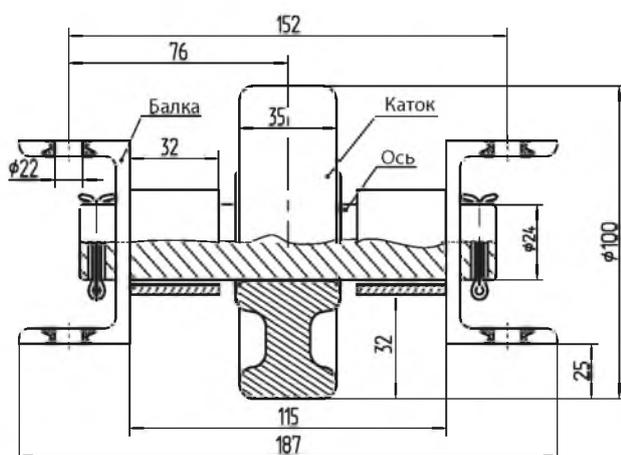
## РОЛИКИ ТРАНСПОРТНЫЕ

Для трансформаторов 160...400 кВ·А



Для трансформаторов 630 кВ·А

Для трансформаторов 1000...2500 кВ·А



\* - для 1250, 1600, 2500 кВ·А

## ПЕРЕГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ

### СИЛОВЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ МОЩНОСТЬЮ 16 ... 3200 кВ·А

Допустимые систематические нагрузки не вызывают сокращения нормируемого срока службы трансформатора, так как за продолжительность графика нагрузки обеспечивается нормальный или пониженный против нормального расчетный износ изоляции. Допустимые аварийные перегрузки вызывают повышенный по сравнению с нормальным расчетный износ витковой изоляции, что может привести к сокращению нормированного срока службы трансформатора, если повышенный износ впоследствии не компенсирован нагрузками с износом витковой изоляции ниже нормального.

Максимально допустимые **систематические нагрузки** и допустимые **аварийные перегрузки** масляных трансформаторов определяются в соответствии с табл. 1 и 2.

В таблицах приведены значения  $K_2$  и  $h$  для суточного прямоугольного двухступенчатого графика нагрузки трансформатора при различных значениях  $K_1$  и  $\theta_{охл}$ . Для промежуточных значений  $K_1$  и  $\theta_{охл}$  значение  $K_2$  следует определять линейной интерполяцией.

$\theta_{охл}$  - температура окружающей среды, °С;

$K_1$  - начальная нагрузка, предшествующая нагрузке или перегрузке  $K_2$  или нагрузка после снижения  $K_2$ , в долях номинальной мощности или номинального тока:

$$K_1 = S_1 / S_{ном} = I_1 / I_{ном}$$

$K_2$  - нагрузка или перегрузка, следующая за начальной нагрузкой  $K_1$ , в долях номинальной мощности или номинального тока,

$$K_2 = S_2 / S_{ном} = I_2 / I_{ном}$$

$h$  - продолжительность нагрузки  $K_2$  на двухступенчатом суточном графике нагрузки, ч.

В табл. 1 обозначение (+) указывает на то, что для данного режима нагрузки расчетное значение  $K_2 > 2,0$ , но допускается его любое значение в интервале  $1,5 < K_2 < 2,0$ .

Табл. 1 – Нормы максимально допустимых систематических нагрузок

h, ч	K <sub>2</sub> при значениях K <sub>1</sub> = 0,25...1,0							
	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<b><math>\theta_{охл} = - 20 \text{ }^\circ\text{C}</math></b>								
<b>0.5</b>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>1</b>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>2</b>	+	+	1.99	1.96	1.93	1.89	1.85	1.79
<b>4</b>	1.70	1.69	1.67	1.66	1.64	1.62	1.60	1.57
<b>6</b>	1.56	1.55	1.54	1.54	1.53	1.51	1.50	1.48
<b>8</b>	1.48	1.48	1.47	1.47	1.46	1.45	1.45	1.43
<b>12</b>	1.41	1.40	1.40	1.40	1.40	1.39	1.39	1.38
<b>24</b>	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
<b><math>\theta_{охл} = - 10 \text{ }^\circ\text{C}</math></b>								
<b>0.5</b>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>1</b>	+	+	+	+	+	+	+	1.95
<b>2</b>	1.95	1.92	1.90	1.87	1.83	1.79	1.75	1.69
<b>4</b>	1.62	1.61	1.60	1.58	1.56	1.54	1.52	1.48
<b>6</b>	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.42	1.40
<b>8</b>	1.41	1.41	1.40	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36
<b>12</b>	1.34	1.34	1.33	1.33	1.33	1.32	1.31	1.31
<b>24</b>	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23

h, ч	K <sub>2</sub> при значениях K <sub>1</sub> = 0,25...1,0							
	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<b>θ<sub>охл</sub> = 0 °C</b>								
0.5	+	+	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	1.99	1.91	1.8
2	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74	1.69	1.64	1.56
4	1.54	1.53	1.51	1.50	1.48	1.46	1.43	1.38
6	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.34	1.31
8	1.34	1.33	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.27
12	1.27	1.26	1.26	1.26	1.25	1.25	1.24	1.22
24	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
<b>θ<sub>охл</sub> = 10 °C</b>								
0.5	+	+	+	+	+	+	+	1.84
1	+	+	+	2.00	1.94	1.86	1.76	1.60
2	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63	1.58	1.51	1.40
4	1.46	1.44	1.43	1.41	1.39	1.36	1.32	1.25
6	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.27	1.24	1.20
8	1.26	1.26	1.25	1.24	1.23	1.22	1.20	1.17
12	1.19	1.19	1.18	1.18	1.17	1.16	1.15	1.13
24	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
<b>θ<sub>охл</sub> = 20 °C</b>								
0.5	+	+	+	+	+	1.98	1.81	1.00
1	+	1.97	1.92	1.87	1.80	1.71	1.57	1.00
2	1.66	1.63	1.60	1.56	1.51	1.45	1.35	1.00
4	1.37	1.35	1.34	1.32	1.29	1.25	1.19	1.00
6	1.25	1.24	1.23	1.21	1.20	1.17	1.13	1.00
8	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.13	1.09	1.00
12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.09	1.08	1.06	1.00
24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>θ<sub>охл</sub> = 30 °C</b>								
0.5	+	+	+	+	1.92	1.76	1.27	–
1	1.89	1.84	1.79	1.73	1.64	1.51	1.12	–
2	1.55	1.52	1.48	1.44	1.38	1.29	1.02	–
4	1.28	1.26	1.24	1.21	1.18	1.21	0.97	–
6	1.16	1.15	1.13	1.12	1.09	1.05	0.95	–
8	1.09	1.08	1.08	1.06	1.05	1.02	0.94	–
12	1.02	1.02	1.01	1.00	0.99	0.97	0.92	–
24	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	–

h, ч	K <sub>2</sub> при значениях K <sub>1</sub> = 0,25...1,0							
	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<b>θ<sub>охл</sub> = 40 °С</b>								
<b>0.5</b>	+	+	1.94	1.84	1.69	1.26	—	—
<b>1</b>	1.75	1.70	1.64	1.56	1.44	1.08	—	—
<b>2</b>	1.43	1.39	1.35	1.30	1.21	0.96	—	—
<b>4</b>	1.17	1.15	1.13	1.09	1.04	0.89	—	—
<b>6</b>	1.06	1.05	1.03	1.01	0.97	0.86	—	—
<b>8</b>	1.00	0.99	0.98	0.96	0.93	0.85	—	—
<b>12</b>	0.93	0.92	0.91	0.90	0.88	0.84	—	—
<b>24</b>	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	—	—

Табл. 2 – Нормы допустимых аварийных перегрузок

h, ч	K <sub>2</sub> при значениях K <sub>1</sub> = 0,25 – 1,0							
	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<b>θ<sub>охл</sub> = - 20 °С</b>								
<b>0.5</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>1</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>2</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>4</b>	1.90	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
<b>6</b>	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
<b>8</b>	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
<b>12</b>	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
<b>24</b>	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
<b>θ<sub>охл</sub> = - 10 °С</b>								
<b>0.5</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>1</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>2</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.90
<b>4</b>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.70	1.70	1.70
<b>6</b>	1.70	1.70	1.70	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
<b>8</b>	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
<b>12</b>	1.60	1.60	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>24</b>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>θ<sub>охл</sub> = 0 °С</b>								
<b>0.5</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>1</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>2</b>	2.00	2.00	2.00	1.90	1.90	1.90	1.90	1.80
<b>4</b>	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.60	1.60
<b>6</b>	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.50	1.50	1.50
<b>8</b>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>12</b>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>24</b>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

h, ч	K <sub>2</sub> при значениях K <sub>1</sub> = 0,25...1,0							
	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<b>θ<sub>охл</sub> = 10 °С</b>								
<b>0.5</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>1</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>2</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.90
<b>4</b>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.70	1.70	1.70
<b>6</b>	1.70	1.70	1.70	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
<b>8</b>	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
<b>12</b>	1.60	1.60	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>24</b>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>θ<sub>охл</sub> = 20 °С</b>								
<b>0.5</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>1</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.80	1.80
<b>2</b>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.70	1.70	1.70	1.60
<b>4</b>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40	1.40	1.40
<b>6</b>	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.30
<b>8</b>	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
<b>12</b>	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
<b>24</b>	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
<b>θ<sub>охл</sub> = 30 °С</b>								
<b>0.5</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90
<b>1</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.90	1.80	1.70
<b>2</b>	1.80	1.70	1.70	1.70	1.60	1.60	1.50	1.40
<b>4</b>	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30
<b>6</b>	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20
<b>8</b>	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
<b>12</b>	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
<b>24</b>	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
<b>θ<sub>охл</sub> = 40 °С</b>								
<b>0.5</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.70
<b>1</b>	2.00	1.90	1.90	1.90	1.80	1.70	1.60	1.40
<b>2</b>	1.60	1.60	1.60	1.50	1.50	1.40	1.30	1.30
<b>4</b>	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20	1.20	1.20
<b>6</b>	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10
<b>8</b>	1.20	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
<b>12</b>	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
<b>24</b>	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10

## ПРЕИМУЩЕСТВА ТРАНСФОРМАТОРОВ ТИПА ТМГ ПРОИЗВОДСТВА Минского электротехнического завода им. В.И. Козлова

Выпуск трансформаторов типа ТМГ освоен на Минском электротехническом заводе им.В.И.Козлова в 1986 году по лицензии и на оборудовании французской фирмы “Alstom Atlantic”.

В производстве трансформаторов типа ТМГ, как и в трансформаторах ведущих мировых фирм по производству трансформаторов, применен ряд технических решений, увеличивающих их надежность и снижающих эксплуатационные затраты.

- Трансформаторы изготавливаются в герметичном исполнении с полным заполнением маслом, без расширителя и без воздушной или газовой подушки.

- Контакт масла с окружающей средой полностью отсутствует, что исключает увлажнение, окисление и шламообразование масла.

- Перед заливкой масло дегазируется, заливка его в бак производится в специальной вакуумзаливочной камере при глубоком вакууме, что обеспечивает удаление из масла растворенного в нем воздуха, удаление из изоляции воздушных включений, тем самым предотвращается окисление масла, обеспечивается высокая электрическая прочность изоляции трансформатора.

- Масло в трансформаторах типа ТМГ Минского электротехнического завода им. В.И. Козлова (в отличие от трансформаторов типа ТМ, ТМЗ, ТМГ других производителей, у которых не осуществляется дегазация масла) практически не меняет своих свойств в течение всего срока службы трансформатора. Исключается необходимость проведения испытаний масла трансформаторов типа ТМГ как при их хранении, так и при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации (**“... Из герметизированных трансформаторов проба масла не отбирается.” Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Москва, 2003. Глава 1.8.16, п. 13).**

- Не требуется проведение профилактических, текущих и капитальных ремонтов в течение всего срока эксплуатации трансформатора.

***Трансформаторы других типов требуют дополнительного проведения испытаний трансформаторного масла в процессе хранения, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, проведения текущих и капитальных ремонтов .***

***Кроме того, трансформаторы ТМ дополнительно требуют проведения систематических осмотров для определения степени увлажнения сорбента воздухоосушителя. При насыщении сорбента влагой требуется его замена на новый (на приобретение которого требуется расход средств) или на регенерированный (на регенерацию требуется расход тепловой энергии).***

***В трансформаторах типа ТМЗ при хранении и эксплуатации необходимо систематически контролировать обязательное наличие избыточного давления азота (необходимо его подкачивать даже при наличии полной герметизации), так как возможно снижение давления азота за счёт поглощения его маслом.***

***Суммарные расходы на выполнение всех вышеизложенных работ в течение срока эксплуатации трансформаторов типа ТМ и ТМЗ достигают от 40 до 63 % полной стоимости трансформатора (в зависимости от его мощности).***

- Гофрированные баки трансформаторов типа ТМГ Минского электротехнического завода им. В.И. Козлова абсолютно безопасны и имеют высокую надежность. Избыточное давление в баках при эксплуатации трансформаторов не превышает 0,18 ... 0,23 кгс/см<sup>2</sup>.

***Перед запуском в серийное производство гофрированные баки трансформаторов типа ТМГ Минского электротехнического завода им.В.И.Козлова (в отличие от трансформаторов ТМГ других производителей) подвергаются механическим испытаниям на цикличность для подтверждения их ресурса работы/ на расчетный срок службы трансформатора - 30 лет (10000 циклов на воздействие максимального и минимального давлений).***

- Для ограничения давления в баках при перегрузках трансформаторы типа ТМГ Минского электротехнического завода им. В.И. Козлова мощностью от 16 до 63 кВ·А снабжаются предохранительным клапаном, в трансформаторах мощностью 100 кВ·А и выше возможна установка электроконтактного мановакуумметра, а в трансформаторах мощностью 630 кВ·А и выше возможна установка также и манометрического термометра ТКП-160. Для проверки уровня масла трансформаторы типа ТМГ всех мощностей снабжаются поплавковым маслоуказателем.

- Для регулирования напряжения трансформаторы снабжаются переключателями с автоматическим внутренним фиксатором положений и контактами оптимальной формы. Эти технические решения исключают выход из строя трансформаторов по причине короткого замыкания секций обмоток, и тем самым обеспечивается более высокая надежность трансформаторов Минского электротехнического завода им. В.И. Козлова по сравнению с трансформаторами, выпускаемыми другими производителями.

- Трансформаторы МЭТЗ им. В.И. Козлова соответствуют всем российским стандартам, стандартам МЭК, сертифицированы на соответствие требованиям безопасности нормативных документов Госстандартом России. Система качества предприятия сертифицирована международным органом по сертификации - "DEKRA", Германия - на соответствие МС ИСО 9001:2015 и национальным органом по сертификации - БелГИСС - на соответствие СТБ ISO 9001-2015.

***Около двух миллионов трансформаторов типа ТМГ производства Минского электротехнического завода им. В.И. Козлова надёжно и практически с нулевыми эксплуатационными издержками работают на промышленных объектах, в городских и сельских электросетях.***

***Настоящая статья имеет целью предупредить потребителей о появлении на рынке подделок герметичных трансформаторов.***

Несведущие потребители иногда полагают, что признаком герметичности трансформаторов является их исполнение в гофробаках. Однако это совершенно не так. Обязательными условиями качественного исполнения герметичных трансформаторов, помимо гофрированного бака, являются:

- 1. глубокая дегазация трансформаторного масла перед его заливкой;***
- 2. заливка масла под очень глубоким вакуумом.***

Если не будет выполняться ***первое условие***, то при разрезании внутри бака (при охлаждении трансформатора) из масла непременно начнётся удаление растворённого в нём воздуха и внутри бака под крышкой образуется воздушная подушка, что снизит надёжность вводов, а растворённый в масле воздух или образовавшаяся воздушная подушка будут приводить к его окислению.

Невыполнение второго условия ещё более усугубит проблему, т.к. из изоляции не будут удалены воздушные включения, что приведёт опятьтаки к окислению масла, а также к снижению электрической прочности главной и продольной изоляций.

Не все предприятия-изготовители трансформаторов располагают необходимыми технологиями для качественной обработки масла перед заливкой и технологиями заливки под глубоким вакуумом. Иными словами, наличие гофробака отнюдь ***не указывает*** на соответствие трансформатора герметичному исполнению.

Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова, располагающий необходимыми технологиями (фирмы “Альстом” и “Максеи” [Франция], “ГЕОРГ” [Германия], “Микафил” [Швейцария]), “LVD” [Бельгия], “Яскава” [Япония] рекомендует потребителям трансформаторов перед закупкой ***производить аудит*** на заводах-изготовителях.

***Минский завод также предупреждает о появлении на рынке Российской Федерации подделок с фальшивой паспортной табличкой Минского электротехнического завода им. В.И. Козлова.***