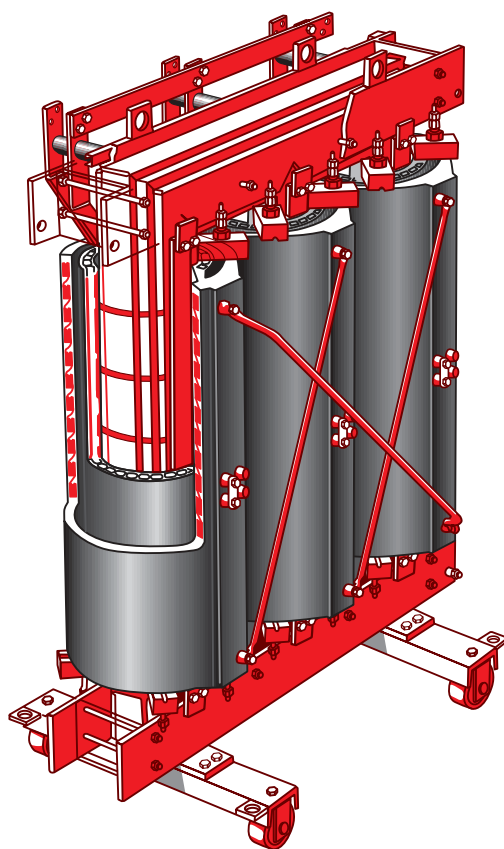


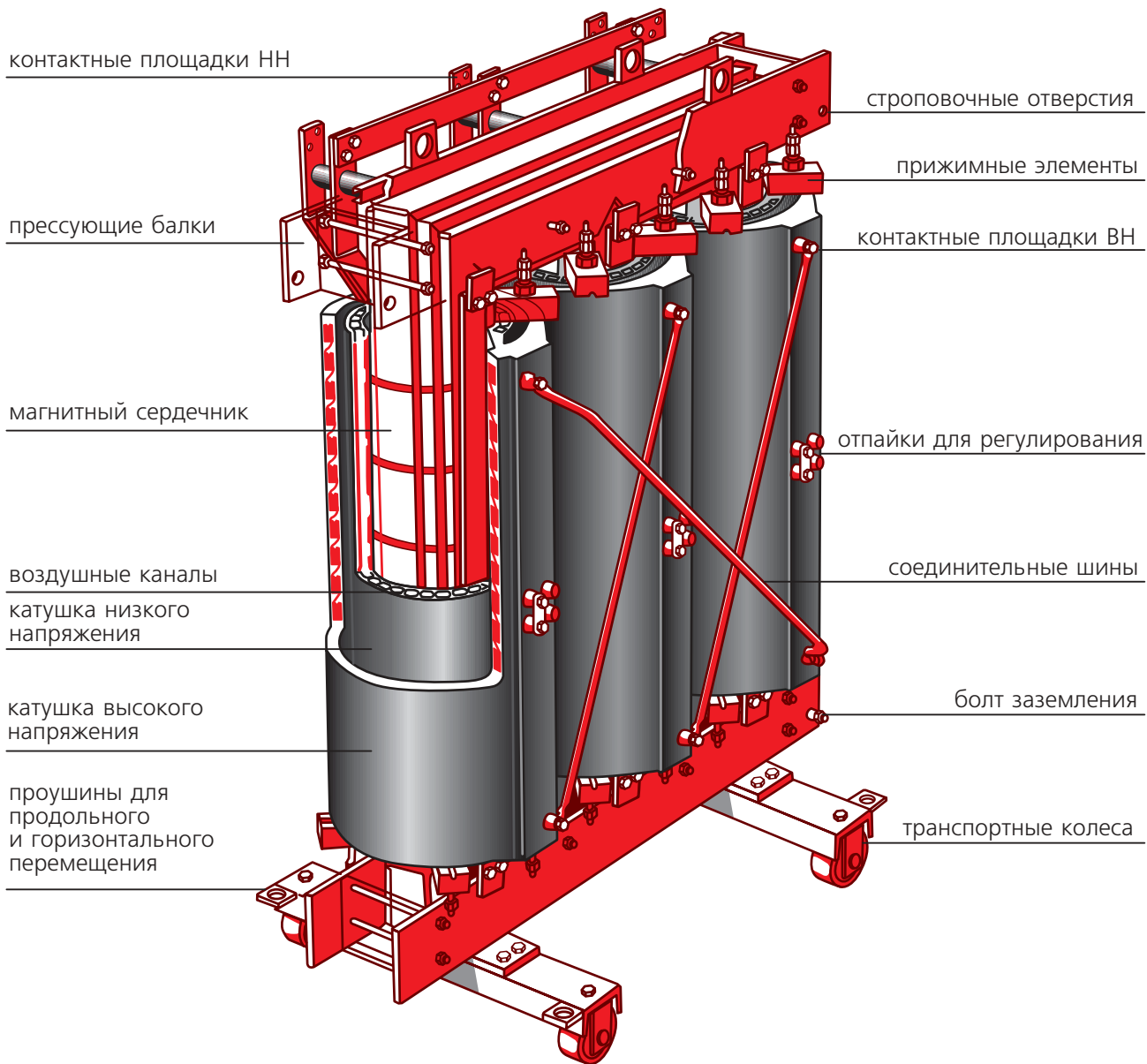
**Трансформаторы с литой изоляцией**







# Конструкция трансформатора



## Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

- мощность от 25 кВА до 16000 кВА;
- напряжение от 100 В до 35 кВ;
- материал обмоток – медь;
- степень защиты до IP56;
- естественное (AN) и принудительное охлаждение (AF);
- класс нагревостойкости ВН/НН – F/F;
- экологическая, климатическая и противопожарная классификации E2-C2-F1 соответственно.

### Описание конструкции трансформатора GDNN

Трансформатор состоит из следующих основных частей: остова и обмоток ВН и НН с их изоляцией. Остов трансформатора состоит из магнитопровода и ярмовых балок. Для изготовления магнитопровода применяются изолированные пластины из высококремнистой холоднокатаной стали. Особая технология резки и сборки по методу «step-lap» позволяет достичь значительных снижений потерь холостого хода и уровня шума. Ярмовые балки, изготовленные из прямого полосового железа, способствуют более эффективному отводу тепла. Прессующие ярмовые балки электрически соединены с заземляющим зажимом, расположенным в нижней части трансформатора. Для улучшения термодинамических и механических свойств трансформатора применяется специально разработанная усиленная конструкция несущей части.



Изоляция обмоток ВН и НН изготавливается на основе многокомпонентной смолы методом литья в вакууме. В качестве материала обмоток используются стойкая к перенапряжениям медь самого различного исполнения: провод круглого или прямоугольного сечения с лаковой изоляцией и медная фольга. В обмотках ВН и НН выполнены вентиляционные продольные каналы для обеспечения эффективного отвода тепла, выделяемого трансформатором в процессе эксплуатации.

Катушки трансформаторов фиксируются специальными полимерными блоками, обеспечивающими надежное крепление даже в очень сложных условиях транспортировки.

Катушка ВН имеет дополнительные отводы для регулирования напряжения. Изменяя положение переключки, можно добиться ступенчатого регулирования напряжения, например,  $\pm 2 \times 2,5\%$ ,  $\pm 5\%$ .

Кожух трансформатора представляет собой стальной корпус, имеющий вентиляционные отверстия для максимального отвода тепла.

В целях безопасного технического обслуживания трансформатора кожух оборудован дверью с внутренними замками и блокировкой.

Для контроля тепловых процессов трансформатора в обмотки НН вмонтированы терморезисторные датчики, сигналы от которых передаются на клеммник, расположенный на верхнем ярме.

Трансформатор укомплектован транспортными роликами, которые обеспечивают продольный и поперечный ход.

## Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

Мы обеспечиваем индивидуальный подход к изготовлению каждого трансформатора, что позволяет реализовать особые требования заказчика, а именно:

- изготовление трансформатора с заданными габаритными размерами;
- специальное исполнение трансформатора: регулировочные трансформаторы, трансформаторы для питания преобразователей, пусковые трансформаторы, испытательные и т.д.;
- изготовление трансформатора для эксплуатации при температуре окружающей среды от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ ;
- изготовление трансформатора для эксплуатации в запыленных местах (в том числе с токопроводящей пылью) и агрессивной среде;
- изготовление трансформатора во взрывозащищенном исполнении;
- комплектация трансформатора вентиляторами принудительного охлаждения с приборами автоматики;
- комплектация виброгасителями;
- комплектация трансформаторами тока и т.д.

При этом разработка проекта трансформатора осуществляется бесплатно.

Стандартная комплектация одного трансформатора:

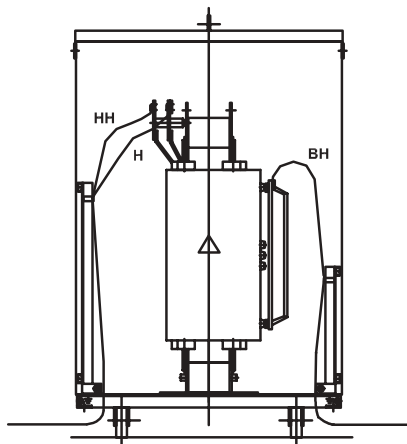
- транспортные колеса – 4 шт.;
- температурные датчики – 6 шт.;
- температурный блок защиты MSF-220K – 1 шт.;
- стандартное подключение трансформатора в кожухе по ВН и НН кабелем снизу.



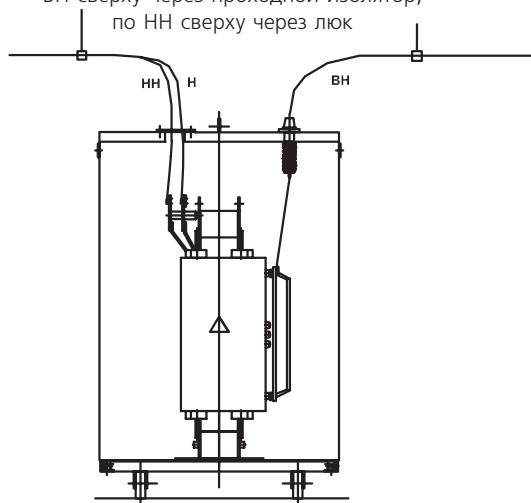
# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

Схемы подключения

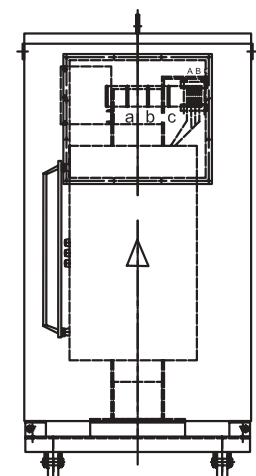
Присоединение кабеля по ВН и НН снизу через люки.



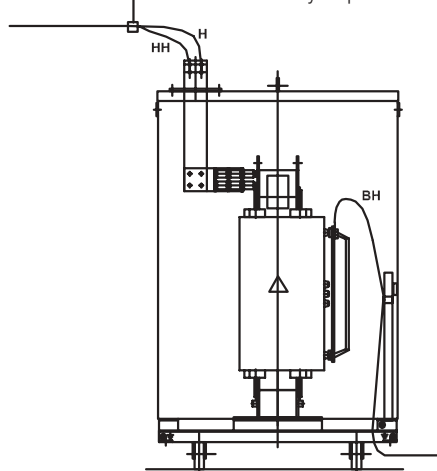
Присоединение кабеля по ВН сверху через проходной изолятор, по НН сверху через люк



Присоединение по ВН и НН шинами сбоку через изоляционные пластины.

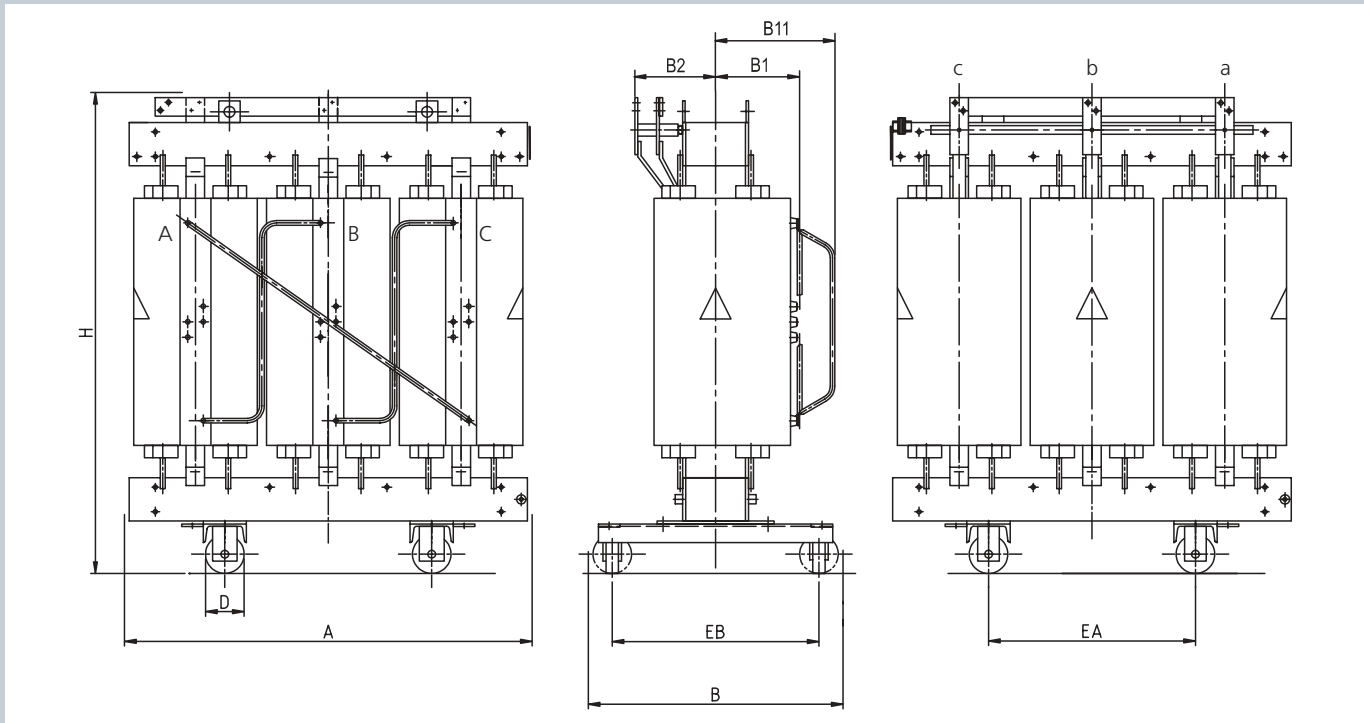


Присоединение кабеля по ВН сверху через проходной изолятор, по НН снизу через люк .



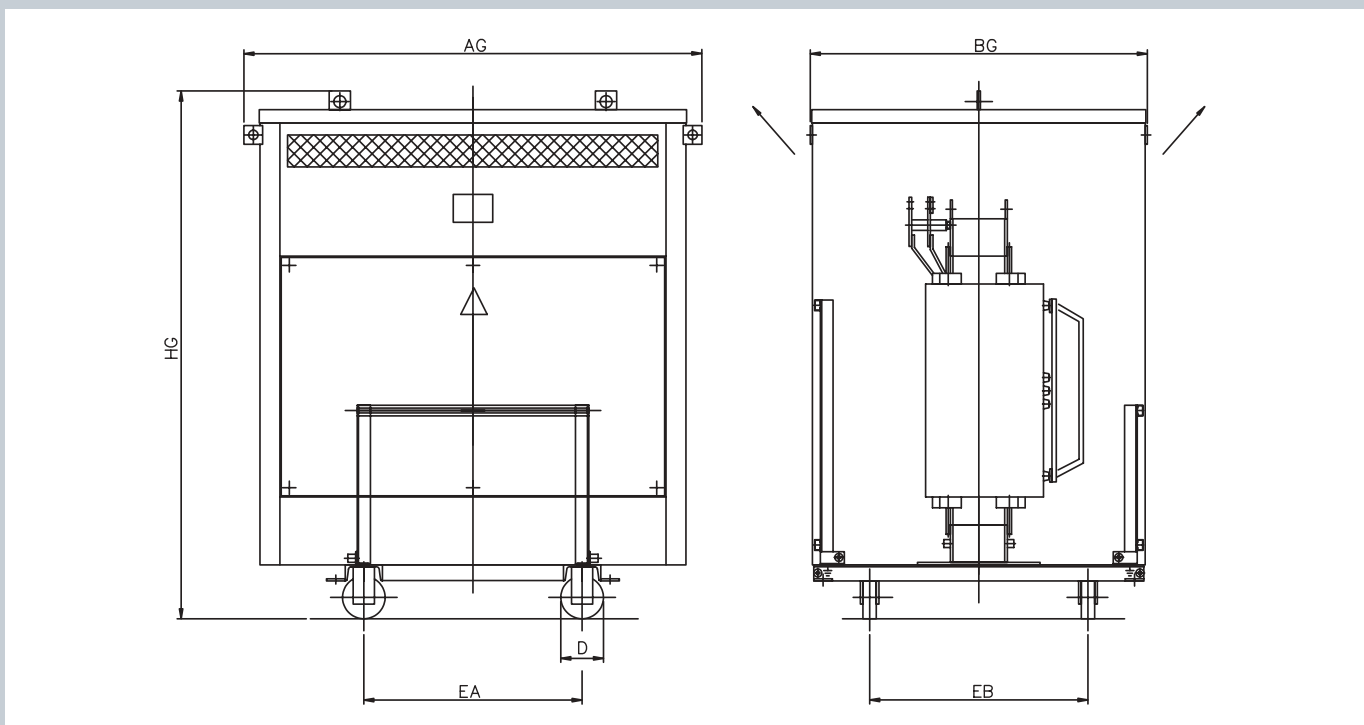
# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

Степень защиты IP00



8

Степень защиты IP23





**GDNN 100-630/12**

Номинальное напряжение	<b>10кВ</b>
Напряжение короткого замыкания	<b>4%</b>
Частота	<b>50Гц</b>
Соединение обмоток	<b><math>\Delta/y_n-11</math></b>
Переключение ответвлений	<b><math>\pm 2 \times 2,5\%</math></b>

**Стандартные потери**

Мощность	кВА	100	160	250	315	400	500	630
Потери короткого замыкания (75°C)	Вт	1750	2400	3000	3700	4300	5300	6400
Потери холостого хода	Вт	440	610	820	960	1150	1300	1500
Уровень акусти – ческой мощности	дБ(А)	46	48	50	51	51	51	52
Уровень шума	дБ	58	61	63	63	64	64	65

**Степень защиты IP00**

Длина, А	мм	950	1040	1100	1160	1280	1310	1310
Ширина, В	мм	670	700	720	820	820	820	850
Высота, Н	мм	1050	1120	1250	1265	1390	1430	1490
В1	мм	205	210	230	235	250	260	265
В11	мм	325	330	350	355	370	380	385
В2	мм	220	230	240	245	250	260	260
Расстояние между колесами, ЕА = ЕВ	мм	520	520	520	670	670	670	670
Диаметр колес, D	мм	125	125	125	125	125	125	125
Вес меди	кг	80	132	201	231	258	317	373
Общий вес	кг	450	630	890	1070	1330	1550	1800

**Степень защиты IP20**

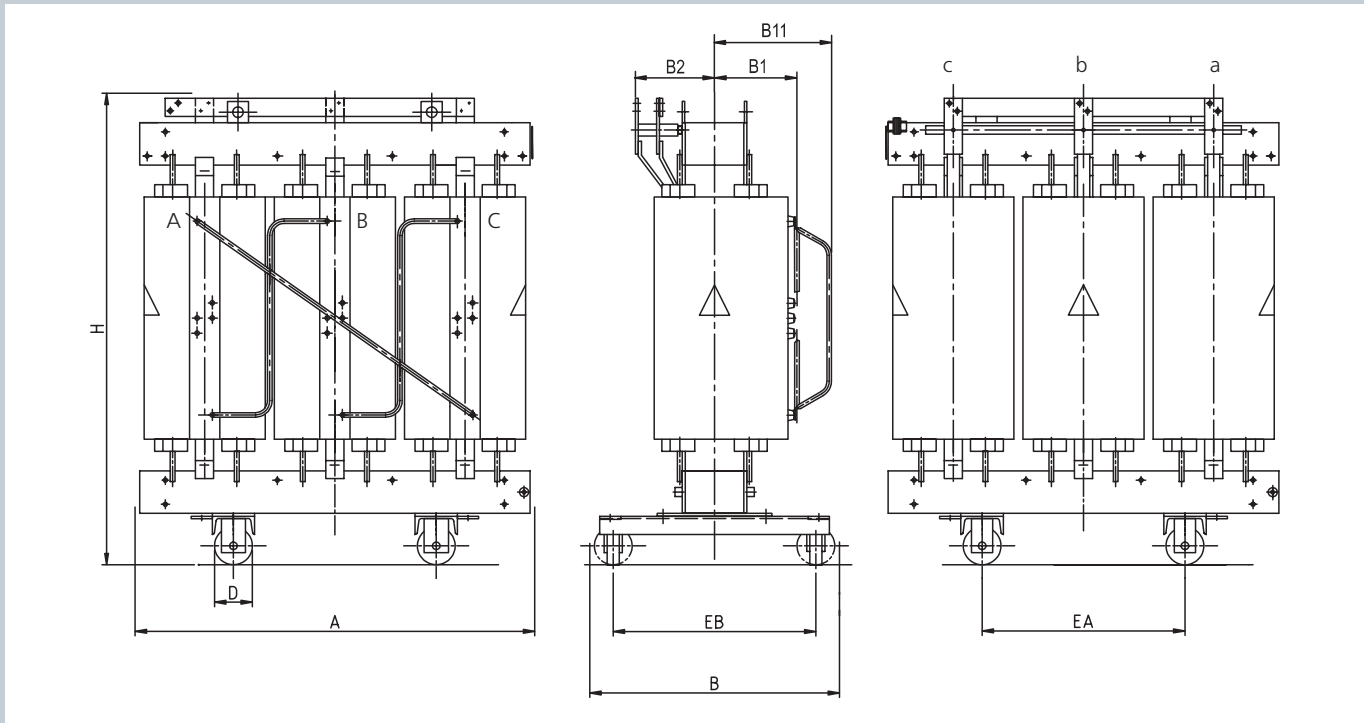
Длина, АG	мм	1490	1490	1490	1740	1740	1740	1990
Ширина, ВG	мм	1090	1090	1090	1190	1190	1190	1190
Высота, НG	мм	1510	1510	1510	1790	1790	1790	1840
Общий вес	кг	640	820	1080	1380	1580	1790	2070

**Степень защиты IP21 / IP23**

Длина, АG	мм	1490	1490	1490	1740	1740	1740	1990
Ширина, ВG	мм	1140	1140	1140	1200	1200	1200	1240
Высота, НG	мм	1710	1710	1710	1890	1890	1890	2060
Общий вес	кг	670	850	1110	1440	1610	1820	2100

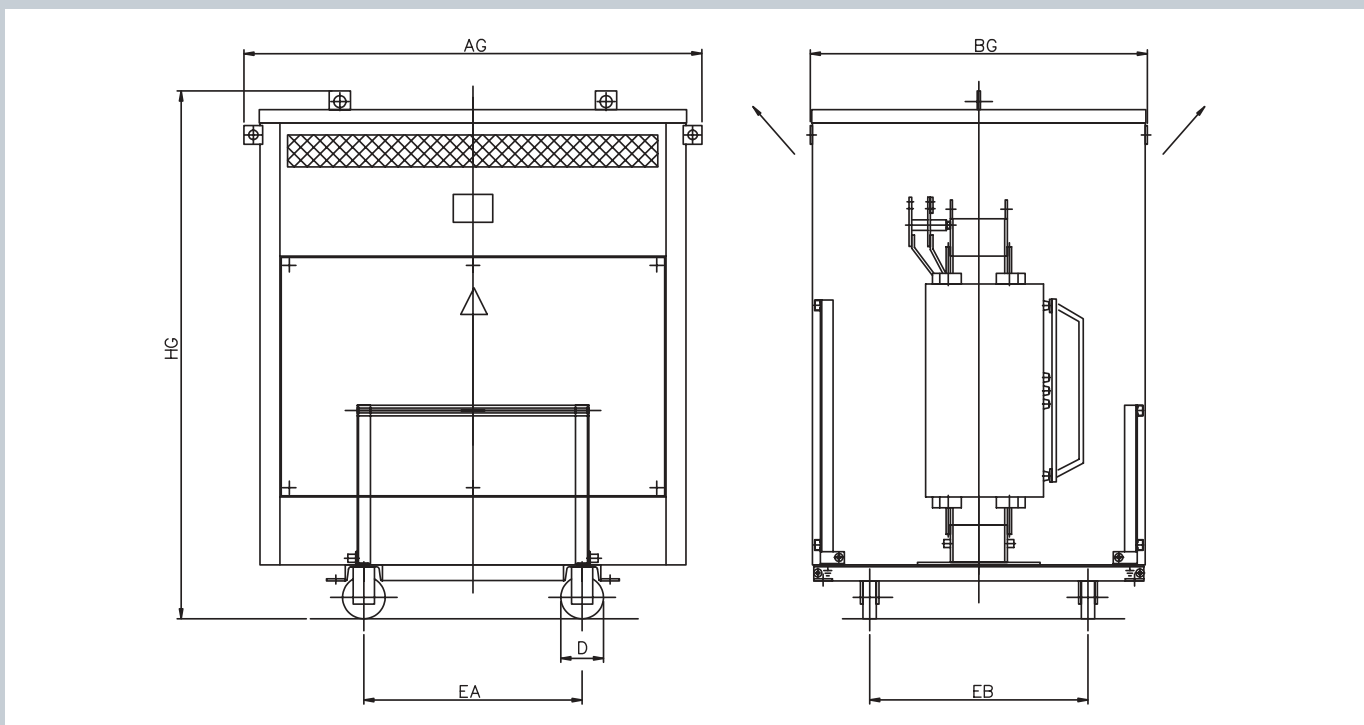
# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

Степень защиты IP00



10

Степень защиты IP23



# GDNN 630-3500/12

Номинальное напряжение	<b>10кВ</b>
Напряжение короткого замыкания	<b>6%</b>
Частота	<b>50Гц</b>
Соединение обмоток	<b><math>\Delta/y_n-11</math></b>
Переключение ответвлений	<b><math>\pm 2x2,5\%</math></b>

## Стандартные потери

Мощность	кВА	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	3500
Потери короткого замыкания (75°C)	Вт	6800	7600	8800	10800	12500	15200	19000	23000	26000
Потери холостого хода	Вт	1370	1700	2000	2350	2800	3420	4300	5500	6000
Уровень акустической мощности	дБ(А)	51	51	54	54	56	57	62	62	63
Уровень шума	дБ	64	64	68	68	70	72	77	77	78

## Степень защиты IP00

Длина, А	мм	1430	1520	1580	1700	1790	1820	1970	2090	2120
Ширина, В	мм	850	970	970	980	980	1250	1250	1250	1290
Высота, Н	мм	1490	1540	1630	1790	1850	2010	2060	2270	2380
В1	мм	280	300	315	320	345	345	390	410	420
В11	мм	400	420	435	440	465	465	510	530	540
В2	мм	260	260	275	270	295	295	320	320	330
Расстояние между колесами, EA = EB	мм	670	820	820	820	820	1070	1070	1070	1070
Диаметр колес, D	мм	125	125	125	160	160	160	160	160	200
Вес меди	кг	404	528	611	736	924	1068	1279	1593	1697
Общий вес	кг	1820	2280	2650	3160	3820	4440	5210	6440	7230

## Степень защиты IP20

Длина, AG	мм	1990	1990	1990	2240	2240	2490	2490	2490	2740
Ширина, BG	мм	1190	1190	1240	1340	1340	1440	1440	1440	1590
Высота, HG	мм	1840	1840	2000	2250	2250	2450	2450	2540	2660
Общий вес	кг	2070	2580	2950	3560	4220	4930	5700	7100	7900

## Степень защиты IP21 / IP23

Длина, AG	мм	1990	1990	1990	2240	2240	2490	2490	2490	2740
Ширина, BG	мм	1240	1240	1340	1440	1440	1590	1590	1590	1590
Высота, HG	мм	2060	2060	2130	2450	2450	2700	2700	2840	2900
Общий вес	кг	2100	2600	2980	3610	4270	4980	5750	7180	7940



При заказе размеры необходимо уточнять

## Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

### Требования к окружающей среде

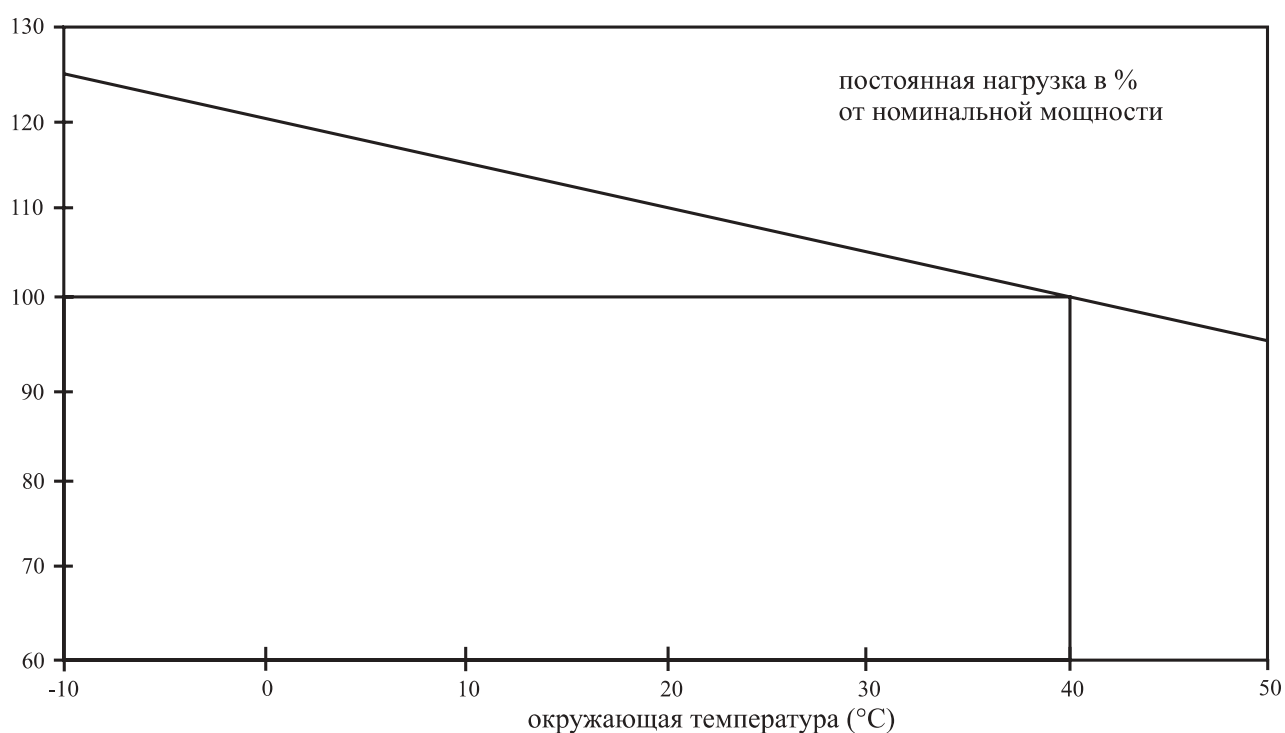
Стандартный трансформатор рассчитан для эксплуатации при следующих условиях:

- высота установки над уровнем моря: не более 1000м;
- максимальная окружающая температура: +40 °С;
- минимальная окружающая температура: -45°С;
- средняя дневная температура не выше: +30°С;
- в случае установки в помещении недопустимо выделение конденсата;
- трансформатор нельзя устанавливать в местах, где есть риск затопления.

### Особые требования для максимальных температур

Трансформатор может быть рассчитан и произведен для эксплуатации при температурах, превышающих +40°С.

Стандартные трансформаторы могут эксплуатироваться при температурах свыше +40°С с потерей выходной мощности. Понижение выходной мощности можно определить по приведенному графику.



# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

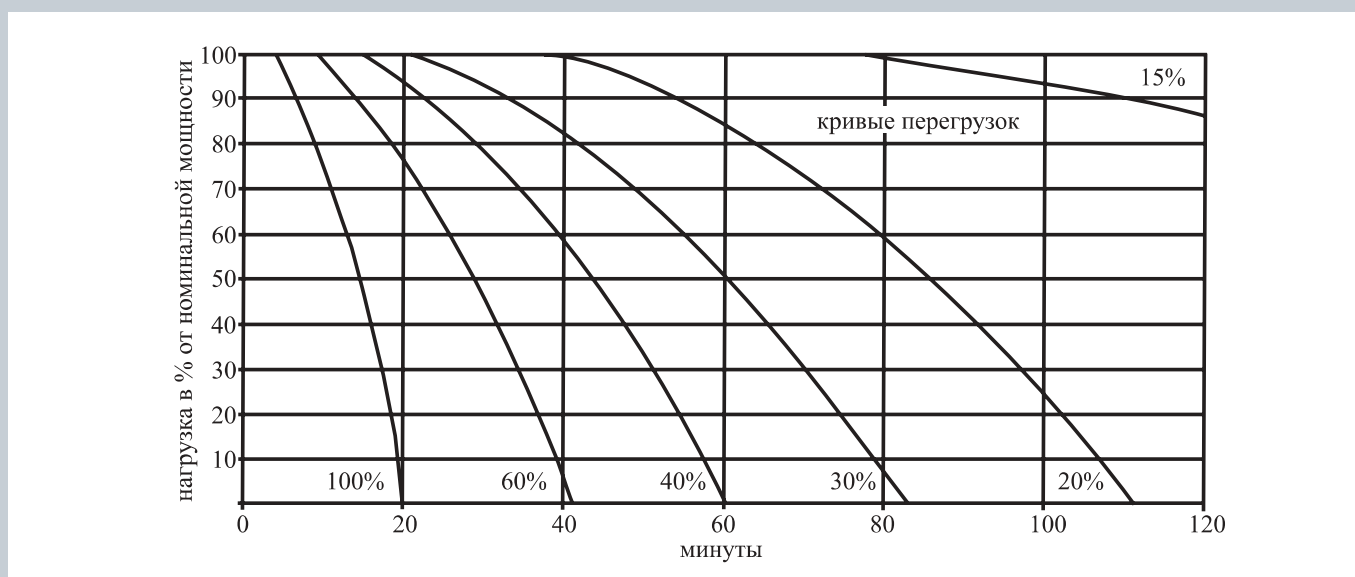
## Работа в условиях перегрузки

При соблюдении определенных условий трансформатор GDNN может кратковременно работать при перегрузке без уменьшения срока его службы. Перегрузка ограничивается только перегревом обмоток. Максимальная избыточная температура в 100°C для класса изоляции F достигается, только если окружающая температура составляет 40°C и трансформатор работает длительное время при номинальной нагрузке. Если окружающая температура ниже 40°C и/или предыдущая нагрузка меньше 100% от номинальной, температура обмотки также будет ниже допустимого максимума. Эта температурная разница может быть

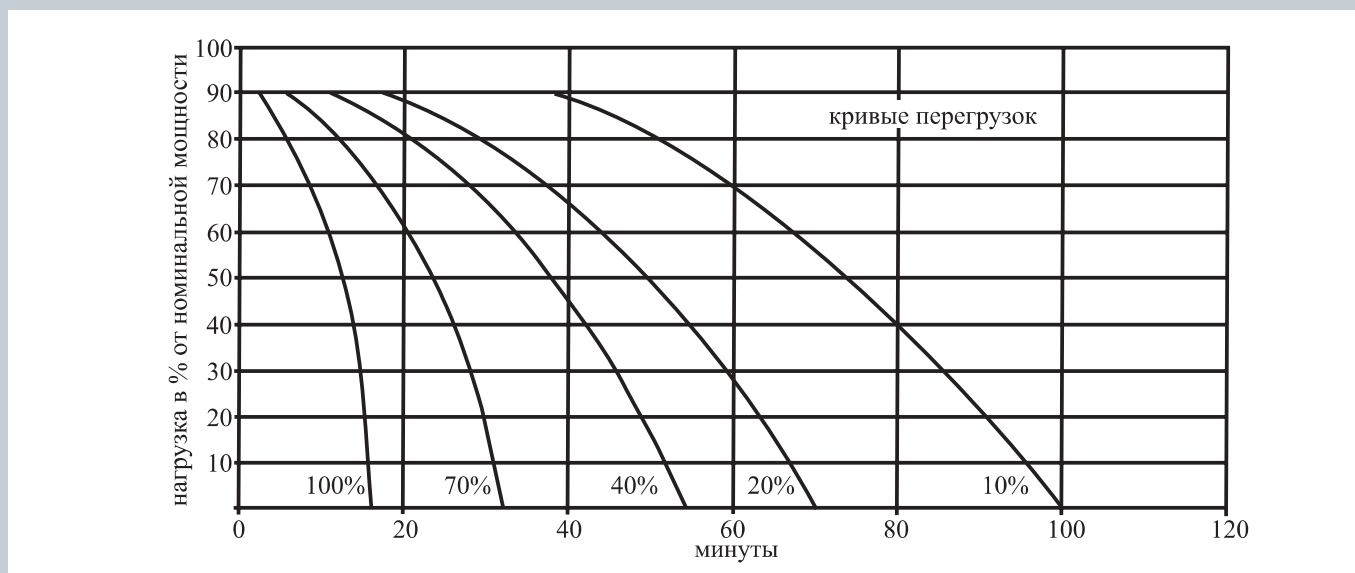
использована для кратковременной перегрузки. Длительность возможной перегрузки показана на следующих графиках, как функция предыдущей нагрузки и величины перегрузки. График применим к трансформаторам GDNN с выходной мощностью от 400 до 1600 кВА.

Превышение максимальной избыточной температуры вызывает передачу системой контроля температуры сигнала тревоги либо отключение трансформатора, если трансформатор перегружен дольше допустимого времени.

### Окружающая температура: 20°C



### Окружающая температура: 40°C



## Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

### Установка трансформатора без кожуха в помещении

При эксплуатации трансформатора без кожуха (степень защиты IP00) должна быть исключена возможность прямого контакта с токоведущими элементами. Во избежание поражения током нельзя прикасаться к обмоткам работающего трансформатора.

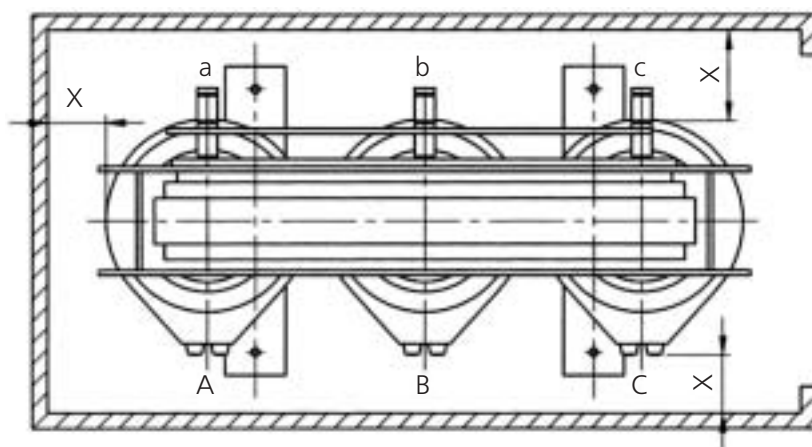
Степень защиты IP00 не предохраняет от воздействия влаги и пыли. По этой причине необходимо обеспечить,

чтобы трансформатор не имел прямого или косвенного контакта с водой и не подвергался воздействию прямого ультрафиолетового излучения. Вентиляция трансформаторной должна обеспечивать соответствующее удаление теплоизбытков.

Минимальный отступ от стен трансформаторной как функция напряжения может быть найден по таблице.

Um	LI	AC	Расстояние от стены	Расстояние от сетки
[кВ]	[кВ]	[кВ]	X[мм]	X[мм]
1,1	—	3	40	—
3,6	20	10	60	160
7,2	40	20	65	165
12	60	28	90	190
17,5	75	38	115	225
24	95	50	160	260
36	145	70	270	370

Применимо к высоте монтажа до 1000 м над уровнем моря.



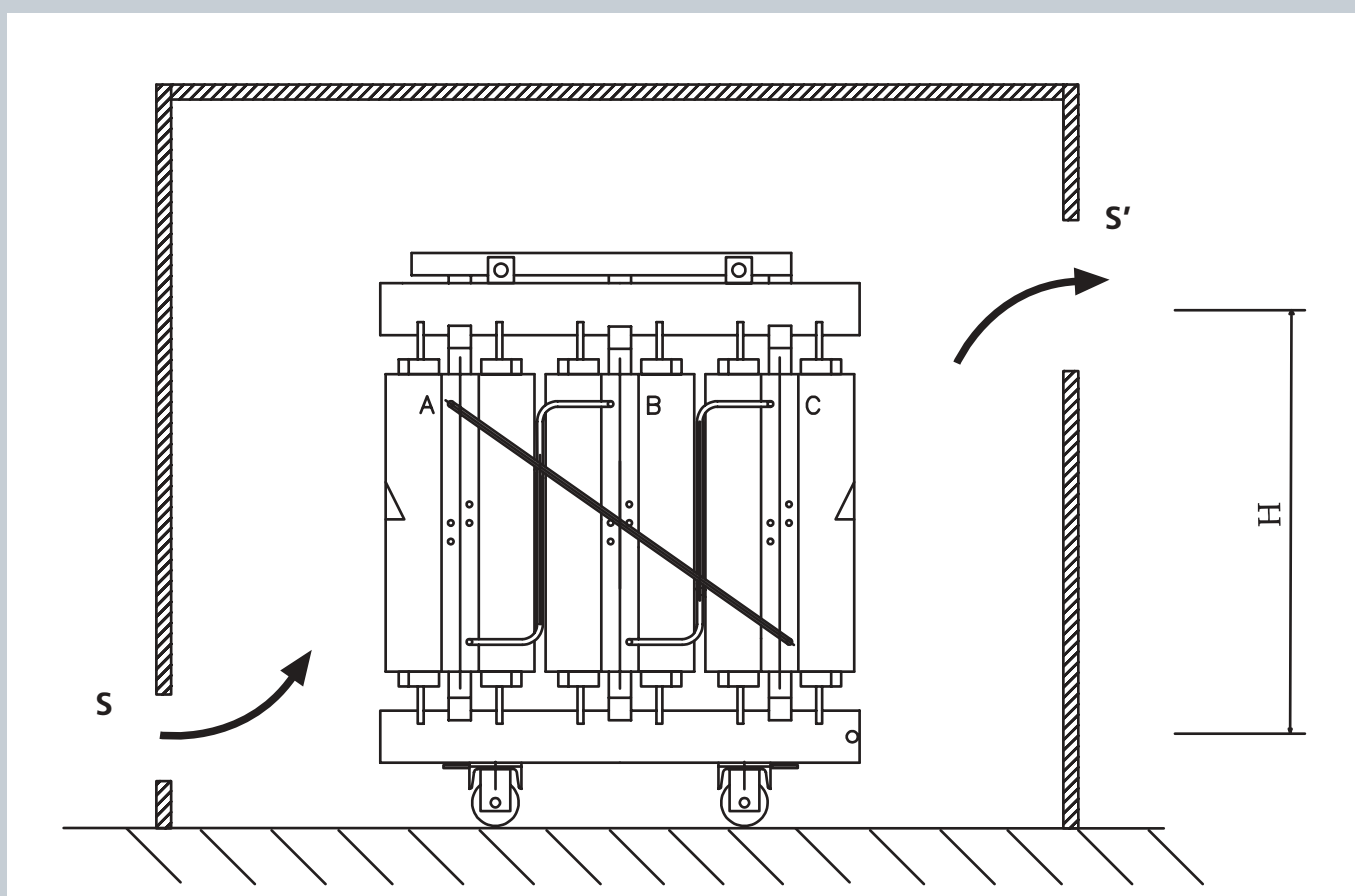
# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

## Вентиляция

Трансформаторы с литой изоляцией не требуют применения дополнительных систем охлаждения при правильной организации отвода тепла.

Правильно организованная система вентиляции включает в себя входное отверстие сечением **S** для впуска свежего воздуха, расположенное в нижней

части стены трансформаторной камеры и выходное отверстие сечением **S'** для выпуска воздуха, расположенного в верхней части противоположной стены на высоте **H** по отношению к выпускному отверстию. Следует отметить, что ограничение циркуляции воздуха сокращает длительную и кратковременную перегрузочную способность трансформатора.



### Расчет вентиляционных отверстий:

$$S = \frac{0.18P}{\sqrt{H}} \quad S' = 1.10 S$$

- P = Сумма холостых потерь и потерь короткого замыкания в кВт
- S = Свободная зона впускного отверстия для свежего воздуха в м<sup>2</sup>
- S' = Свободная зона выпускного отверстия в м<sup>2</sup>
- H = Разность уровней обоих вентиляционных отверстий в м

(Применимо к средней окружающей температуре 20 °С и максимальной высоте монтажа 1000 м над уровнем моря)

## Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

### Указания по упаковке, транспортировке, обращению и хранению

Стандартная упаковка трансформатора состоит из деревянного поддона (если вес трансформатора не превышает 2000 кг) и плотного полиэтиленового чехла.

Для сложных условий транспортировки мы предлагаем специальную деревянную упаковку облегченного (в виде обрешетки) или морского исполнения. Перевозку возможно осуществлять авто, ж/д и морским транспортом.

Для безопасных разгрузочно-погрузочных и транспортных операций трансформаторы оборудованы необходимыми приспособлениями: подъемные проушины (32), проушины для горизонтального и поперечного перемещения (33), и грузовыми петлями для обвязки (34).

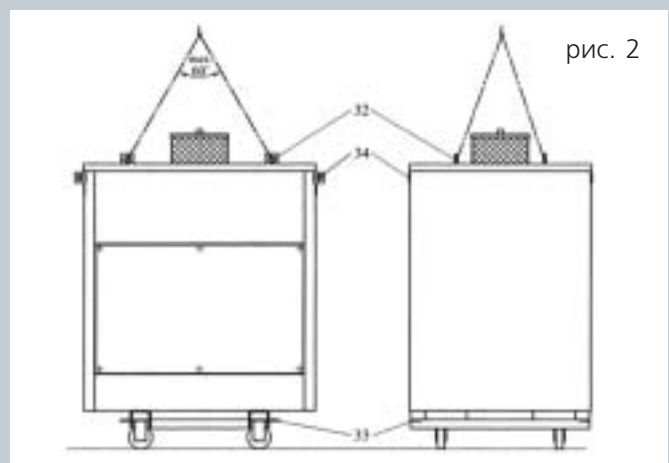
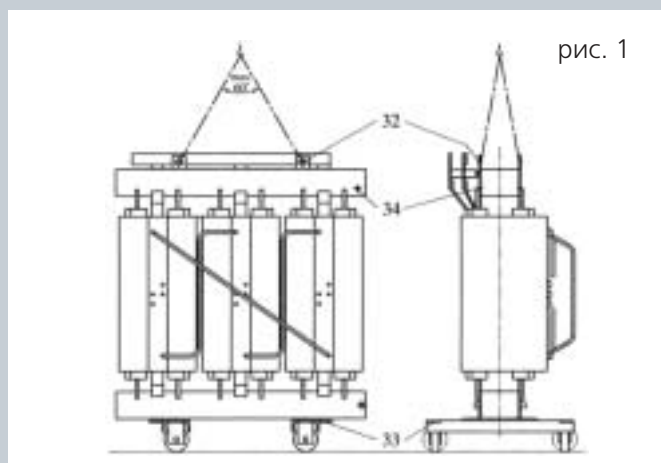
Во время транспортировки трансформатор должен быть надежно закреплен мягкими автомобильными

ремнями (не менее двух на один трансформатор) через грузовые петли для обвязки (34).

**Внимание! Разгрузки/погрузки автокарами следует избегать, так как это может привести к опрокидыванию оборудования.**

Разгрузки/погрузки краном следует осуществлять в соответствии с маркировкой на трансформаторе. Подъем осуществляется посредством строп, при этом используются четыре подъемные проушины (32) на крыше кожуха или две на верхнем ярме трансформатора (рис. 1). Угол между стропами не должен превышать 60°.

После транспортировки трансформаторы необходимо внимательно осмотреть на предмет повреждений и прочих отклонений от нормальных условий перед первым запуском в эксплуатацию. О любом повреждении необходимо сразу уведомить изготовителя.



Во время хранения трансформаторы должны быть защищены от попадания грязи, воды, климатических и химических факторов. Для хранения трансформато-



ров пригодны не отапливаемые, но сухие и чистые складские помещения. Трансформаторы могут храниться в заводской упаковке при температуре не ниже -50°C.



# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

## Указания по монтажу

До монтажа трансформатора необходимо ознакомиться с руководством «Техническое описание и инструкция по монтажу и эксплуатации».

После хранения трансформатор, в случае сильного запыления, необходимо очистить сжатым воздухом.. Для продольного и горизонтального перемещения трансформатор укомплектован транспортными роликами, которые поставляются в демонтированном виде. Для установки роликов необходимо приподнять трансформатор при помощи подъемных механизмов на высоту, превышающую высоту роликов. Затем установить ролики в необходимое положение. После чего необходимо опустить трансформатор на ролики и убрать подъемные механизмы.

Горизонтальная буксировка трансформатора в кожухе или без него, осуществляется при помощи троса за проушины (33), расположенные на опорной раме (рис. 1, 2 стр.16).

Трансформатор необходимо установить так, чтобы исключалась передача шума несущей конструкции.

При монтаже присоединения кабелем или шинами необходимо придерживаться минимальных отступов в соответствии с нормативными документами.

**Внимание! Перед подсоединением трансформатора проверьте соответствие электрических системных соединений и буквенного обозначения на фирменной табличке и/или принципиальной схеме, расположенных на трансформаторе и /или в технической документации, прилагаемой к нему.**

При затяжке контактных соединений на латунных втулках по стороне ВН, вмонтированных в катушки трансформатора, следует руководствоваться моментами сил, приведенными в таблице. 1. При креплении к контактным площадкам по стороне НН затянуть моментами сил, приведенными в таблице. 2.

Блок контроля температуры (БКТ) поставляется отдельно в комплекте с трансформатором. Монтаж БКТ производится согласно схеме подключения в прилагаемой технической документации.

Таблица. 1

Резьба	Номер ключа	Максимальное усилие, Нм
M6	10	7
M8	13	10
M10	17	20
M12	19	35
M16	24	90

Таблица. 2

Резьба	Номер ключа	Максимальное усилие, Нм
M10	17	40
M12	19	70
M16	24	140

## Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

### Термозащита трансформатора

Для обеспечения контроля температуры трансформаторов GDNN используется блок контроля температуры (БКТ) MSF 220K и шесть терморезисторных датчиков РТС, встроенных во вторичную обмотку. БКТ MSF 220K поставляется в двух вариантах – для работы от сети как постоянного, так и переменного тока.

Блок контроля температуры MSF 220K имеет два выходных сигнала:

1. **Сигнал «Предупреждение»** подается при достижении температуры вторичных обмоток трансформатора  $+140^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  и при нарушении питания блока.
2. **Сигнал «Тревога»** подается при достижении предельной температуры вторичных обмоток трансформатора  $+150^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

При комплектации трансформаторов GDNN вентиляторами принудительного охлаждения используется щит управления с блоком MSF 220V, где помимо

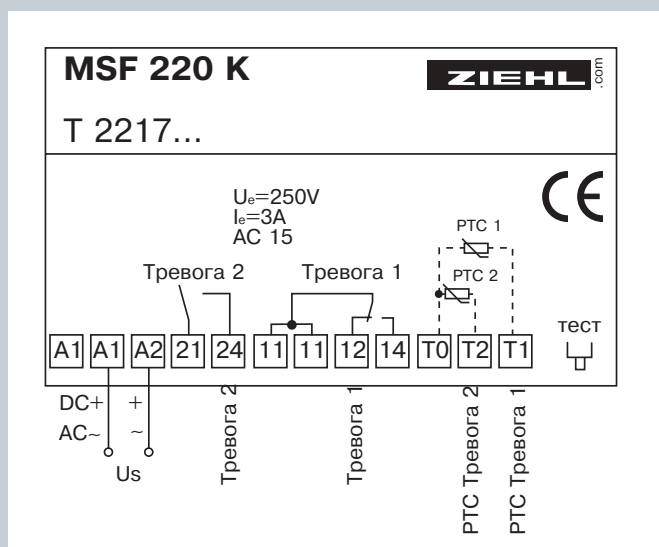
стандартных сигналов предупреждения и тревоги обеспечивается включение вентиляторов при достижении температуры обмоток  $120^{\circ}\text{C}$ . Щит и вентиляторы поставляются за дополнительную плату. При необходимости дополнительного контроля температуры сердечника или дистанционного отображения с последующей оценкой измеряемой температуры, наша компания предлагает комплектовать трансформаторы контролером TR 600, который может обеспечить мониторинг до шести различных точек измерения.

Для получения более полной технической консультации по устройствам тепловой защиты просим обращаться к специалистам нашей фирмы.

По особому требованию заказчика (за дополнительную плату) трансформатор может быть укомплектован:

- виброгасителями;
- трансформаторами тока;
- ограничителями перенапряжения.

### Схема подключения



# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией

## Экологическая, климатическая и противопожарная классификация

Трансформаторы GDNN отвечают международным требованиям Экологической Классификации E2, Климатической классификации C2 и Противопожарной Классификации F1.

Испытания были проведены на трехфазных сухих трансформаторах с литой изоляцией мощностью 400 кВА.

Остановимся на испытаниях подробнее.

### Испытания на проникновение влаги в соответствии с Экологической Классификацией E2.

Трансформатор был полностью погружен в бассейн с водой на 24 часа. Сразу же после этого было произведено испытание наведенным напряжением переменного тока.

**Результат:** пробои не наблюдались.

### Испытания на тепловой удар в соответствии с Климатической Классификацией C2.

Трансформатор был охлажден до температуры  $-25^{\circ}\text{C}$  в климат-камере, после чего был произведен тепловой удар посредством подачи тока силой, равной двойной величине номинального тока.

Фаза разогрева до достижения средних граничных температур ( в соответствии с классом изоляции F) длилась 51 минуту.

После охлаждения трансформатора до окружающей температуры, он был испытан наведенным и приложенным напряжением переменного тока.

**Результат:** пробои и разрушение изоляции не наблюдались.

### Испытания на огнестойкость в соответствии с Противопожарной Классификацией F1.

Испытания проводились на высоковольтной и низковольтной катушках и запасном сердечнике, соответствующим по техническим характеристикам оригинальному оборудованию. Элементы трансформатора были помещены на 20 мин. в огневую камеру с источником огня ( горящий этиловый спирт калорийностью 27 МДж/кг). Дополнительно для нагрева катушек использовался еще один тепловой источник в виде плоского вертикального теплоизлучателя (мощностью 24 кВт).

### Оценка результатов:

Максимальная температура в измерительной секции не достигала  $420^{\circ}\text{C}$ .

Через 45 минут после начала испытаний температура составляла  $87^{\circ}\text{C}$  и показывала устойчивую тенденцию к снижению.

Через 60 минут после начала испытаний температура была значительно ниже  $60^{\circ}\text{C}$ .

Остальные показатели горения были ниже максимально допустимых значений.

Все результаты данного испытания свидетельствуют о том, что пожар можно считать самозатухаемым.

# Трехфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией типа GDNN

## Испытания трансформаторов с литой изоляцией

### Контрольные испытания

- измерение сопротивлений обмоток постоянному току;
- измерение коэффициента трансформации и группы соединения обмоток;
- измерение импеданса на закороченном выходе и потерь короткого замыкания;
- измерение потерь холостого хода и тока холостого хода;
- испытания мощность-частота с приложенным напряжением;
- испытания наведенным напряжением;
- измерение частичного разряда;
- испытания переключателей ответвлений под нагрузкой (если установлены).

### Типовые испытания - по заказу, за счет заказчика

- испытания на повышение температуры;
- испытания на разряд молнии.

### Специальные испытания - по заказу, за счет заказчика

- определение емкости между обмотками и землей и межобмоточной емкости;
- измерение полного сопротивления/сопротивления нулевой последовательности трехфазных трансформаторов;
- проверка на безопасность коротких замыканий;
- определение уровня шума;
- измерение установочного сопротивления обмоток земле.

### Сертификация

Трансформаторы GDNN изготовлены в соответствии с системой качества, отвечающей международному сертификату ISO 9001.

Трансформаторы соответствуют всем российским и международным стандартам, регламентирующим производство сухих трансформаторов.

## Низковольтные контактные клеммы

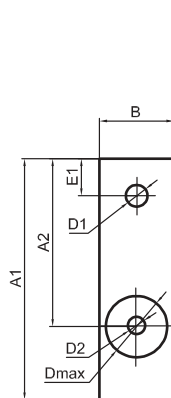


рис. 1

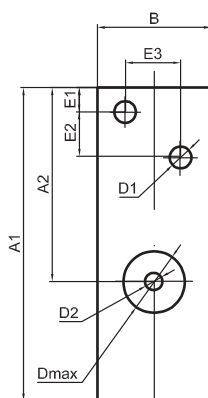


рис. 3

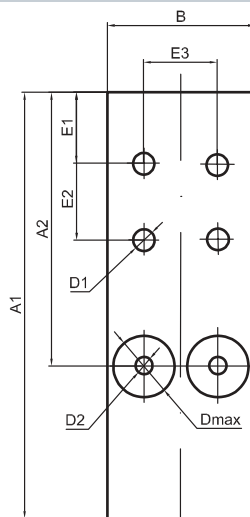


рис. 4

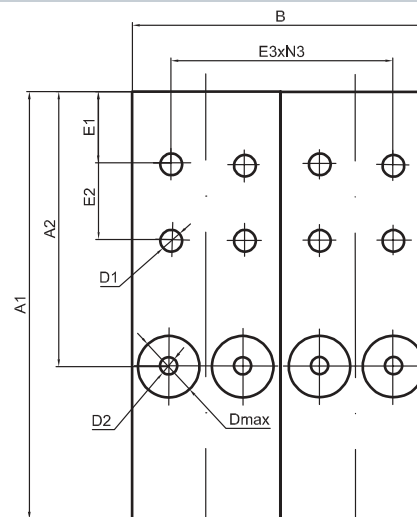


рис. 6

I (A)	B (мм)	S (мм)	Рис	A1 (мм)	A2 (мм)	D1 (мм)	D2 (мм)	E1 (мм)	E2 (мм)	E3 (мм)	N3	Dmax (мм)	Вес (кг)
200	25	5	1	130	70	11	11	32,5	--	--	--	80	0,14
630	40	10	1	145	85	14	11	20	--	--	--	80	0,52
1250	60	10	3	185	105	14	11	17	26	26	1	80	0,99
2000	100	10	4	215	115	14	11	20	40	50	1	40	1,91
3150	120	10	4	215	115	14	11	20	40	60	1	50	2,30
4000	200	10	6	215	115	14	11	20	40	50	3	40	3,83
6300	240	10	6	215	115	14	11	20	40	60	3	50	4,59