



---

**ELETTROMECCANICA COLOMBO**

**ТРАНСФОРМАТОР  
ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫЙ  
СМОЛОЙ**



**Edizione 06/2001**



## **1.0 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

## **2.0 ТРАНСПОРТИРОВКА**

## **3.0 ПРИЕМКА**

## **4.0 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ**

4.1 Подъем

4.2 Передвижение

## **5.0 ХРАНЕНИЕ**

## **6.0 МОНТАЖ**

6.1 Минимальный воздушный зазор

6.2 Температура окружающей среды и рабочая температура

6.3 Отвод тепла, создаваемого трансформатором

6.4 Сверхвысокие напряжения

6.5 Соединения

## **7.0 ПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

7.1 Предварительная проверка

7.2 Сверхвысокие нагрузки

7.3 Контроль температуры

7.4 Включение под напряжение

## **8.0 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ**

## **9.0 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ**



## 1.0 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В настоящем руководстве описаны условия эксплуатации, техобслуживания, пуска и безопасности залитых смолой трансформаторов, отвечающих нормам СЕI 14-7, 14-8, и 14-12, с тем, чтобы не допустить их использования не по назначению.

### 1.1 Идентификация частей

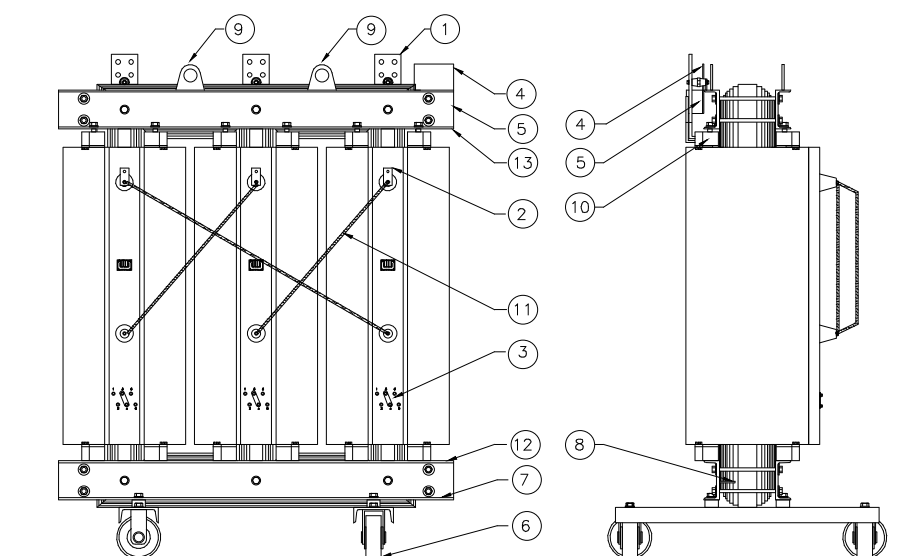


Рис. 1



| N° | Наименование                                |
|----|---|
| 1  | Выводы ВТ (низкого напряжения)              |
| 2  | Выводы МТ (среднего напряжения)             |
| 3  | Пластины регулировки первичного напряжения  |
| 4  | Щиток с техническими данными                |
| 5  | Коробка со вспомогательной аппаратурой      |
| 6  | Колеса свободного хода                      |
| 7  | Соединения для горизонтального передвижения |
| 8  | Зажимы заземления                           |
| 9  | Рым-болты для вертикального подъема         |
| 10 | Блоки зажима катушек                        |
| 11 | Соединительные шины векторных групп         |
| 12 | Нижние якоря                                |
| 13 | Верхние якоря                               |

## 2.0 ТРАНСПОРТИРОВКА

Чтобы избежать повреждения при транспортировке, необходимо тщательно закрепить трансформаторы тросами или подходящими бандажами, используя для этого крюки, находящиеся на машине.



**НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ не перевозите трансформаторы с установленными на них колесами!**



### 3.0 ПРИЕМКА

При доставке к месту назначения, прежде чем сгрузить машину, необходимо внимательно проверить, не была ли она повреждена при транспортировке.

Если при осмотре обнаружится, что машина повреждена или что налицо ненормальное движение, необходимо действовать следующим образом:

- a) отметить на документах транспортировщика, с указанием даты и с подписью, что товар получен в поврежденном или некомплектном состоянии
- b) если трансформатор двигался по грузовику, включить краткое сообщение об условиях расчаливания ? ammaggiò и крепления
- c) потребовать немедленного осмотра на месте со стороны страхового инспектора транспортировщика
- d) составить формальное требование о возмещение ущерба транспортировщиком
- e) предварительно передать по факсу нашей фирме письменное сообщение об имевших место неполадках.



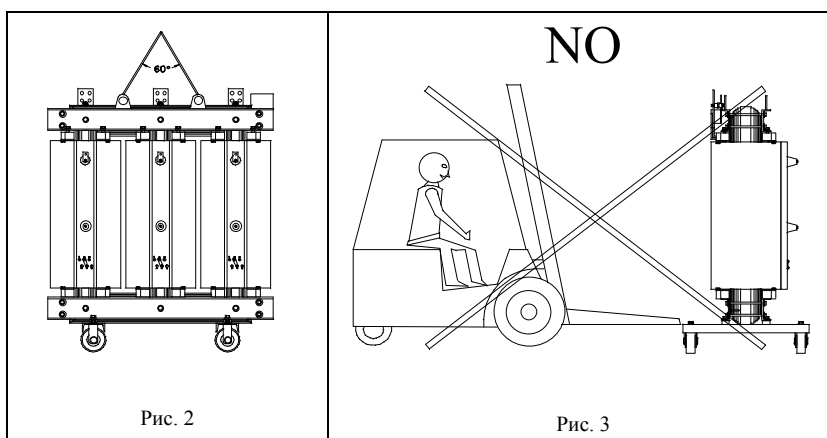
## 4.0 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

### 4.1 Подъем

При подъеме необходимо использовать 4 подъемных рым-болта, которые находятся на верхнем якоре (рис. 2), и тросы, способные выдержать поднимаемый вес (вес машины указан на табличке с техническими данными) и достаточно длинные для того, чтобы максимальный угол между ними составлял  $60^\circ$ .



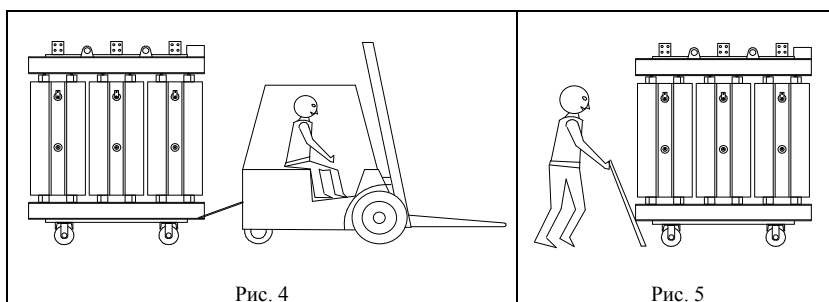
**НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ не используйте вилочные погрузчики для подъема снизу (рис. 3), так как магнитный сердечник, выступающий из нижних якорей, может сделать машину неустойчивой и привести к ее падению. Кроме того, сердечник может быть неисправимо поврежден.**




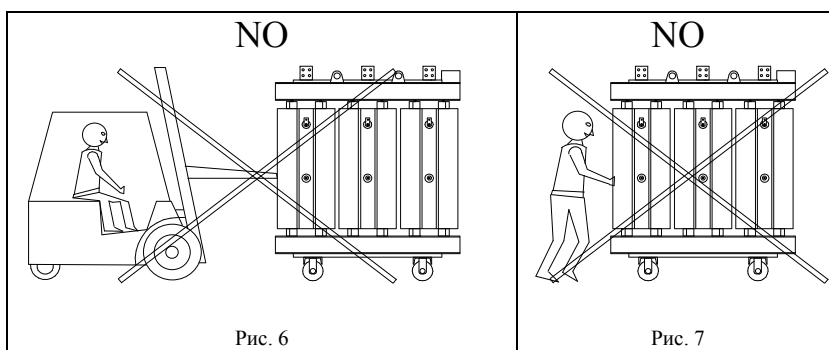


#### 4.2 Передвижение

Передвижение трансформатора производится либо с помощью тросов, соответствующих перемещаемой массе, которые пропускаются через отверстия в верхних якорях (рис. 4), либо вручную с помощью рычага, как показано на рис. 5.



 **НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ** не перемещать трансформатор вручную или с помощью механических средств, опираясь непосредственно на залитые смолой катушки (рис. 6 и 7).





## **5.0 ХРАНЕНИЕ**

Если трансформатор не будет использоваться сразу, его следует хранить в закрытом сухом помещении с температурой не ниже 20°C, при этом защитная пленка должна оставаться до момента использования. Если защитная пленка будет повреждена при операциях разгрузки и перемещения, ее необходимо починить таким образом, чтобы избежать скапливания пыли.

## **6.0 УСТАНОВКА**

Залитые смолой трансформаторы по своим конструктивным характеристикам пригодны исключительно для использования внутри помещений и имеют степень защиты IP 00; поэтому их следует устанавливать в сухих помещениях, в которые не может попасть вода.

В случае установки вне помещений необходимо предусмотреть будку, которая будет защищать трансформаторы от воды, со степенью защиты не ниже IP 23.

При установке трансформаторов необходимо соблюдать правила техники безопасности.

При отсутствии других указаний, максимальная высота над уровнем моря не должна превышать 1000 м.





### 6.1 Минимальный воздушный зазор

Поверхность смолы не обеспечивает защиты от прямых и случайных контактов, поэтому залитые смолой катушки должны рассматриваться как части, находящиеся под напряжением.



**Категорически запрещается прикасаться к залитым смолой катушкам, когда машина находится под напряжением.**

По этой причине трансформатор всегда должен устанавливаться в будке, в ограждении или в боксе, куда можно проникнуть только через заблокированные двери, которые открываются только в том случае, если трансформатор отсоединен от сети. Трансформатор устанавливается в будке с соблюдением минимального воздушного зазора по отношению к стенкам. Эти зазоры зависят от максимального напряжения  $U_m$  трансформатора (см. рис. 7).

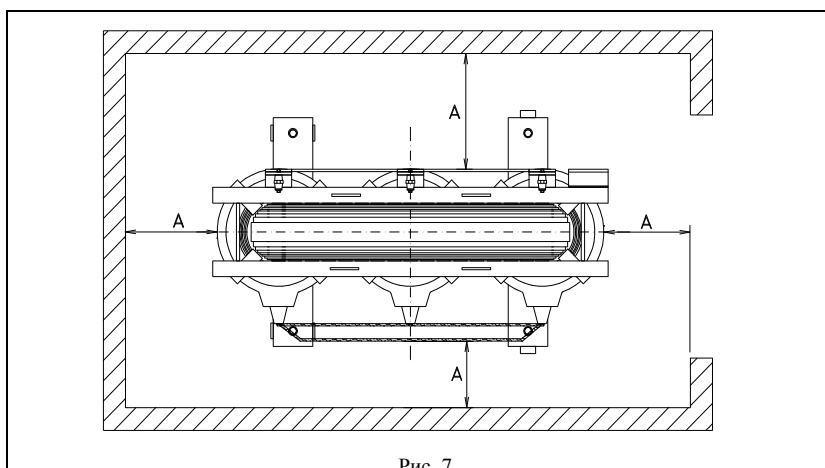


Рис. 7

|            |     |      |     |     |
|------------|-----|------|-----|-----|
| $U_m$ (кВ) | 12  | 17,5 | 24  | 36  |
| A мм       | 120 | 170  | 225 | 330 |



## 6.2 Температура окружающей среды и рабочая температура

Температура окружающей среды должна быть не выше 40°C и не ниже -5°C.

Согласно нормативам, среднесуточная температура должна быть не выше 30°C, а среднегодовая не выше 20°C.

Рабочая температура трансформатора различна в зависимости от класса изоляции, как показано в приводимой ниже таблице.

| Класс изоляции | Диапазон температур |
|----------------|---------------------|
| B              | - 5°C ÷ +120°C      |
| F              | -5°C ÷ +140°C       |
| H              | -5°C ÷ +180°C       |

## 6.3 Отвод тепла, создаваемого трансформатором

### 6.3.1 Естественная вентиляция

Чтобы избежать чрезмерного нагрева, который препятствует нормальной работе, необходимо предусмотреть правильное рассеивание тепловой энергии, образующейся в процессе работы трансформатора. Эта проблема возникает в первую очередь в тех случаях, когда трансформаторы устанавливаются в будках или боксах ограниченных размеров.

В таких случаях необходимо предусмотреть достаточный воздухообмен в будке с помощью зарешеченных отверстий внизу для входа свежего воздуха и наверху для выхода разогретого воздуха (рис. 10).

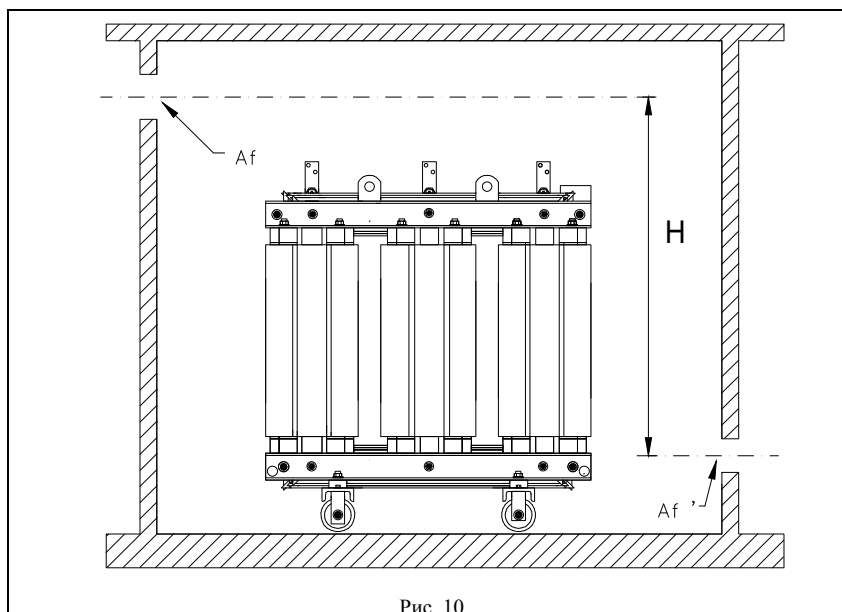


Рис. 10

В формуле отвода тепла, образующегося в результате потерь  $P$  (кВт) рассматривается общая площадь отверстий  $A_f$  и разность высоты  $H$ .

$$A_f = P \times 0,188 / \sqrt{H'}$$

$$A_f' = 1,10 \times A_f$$

$A_f$  = Площадь верхнего отверстия в  $m^2$  (за вычетом поверхности решетки);

$A_f'$  = Площадь нижнего отверстия в  $m^2$  (за вычетом поверхности решетки);

$P$  = Общие потери от трансформатора в кВт;

$H$  = Расстояние между осями нижнего и верхнего отверстий в метрах.



### 6.3.2 Принудительная вентиляция

Если размеры помещения не дают возможности для соответствующего отвода теплоты, а также при частых перегрузках или при средней температуре выше 20°C, необходимо обеспечить принудительную вентиляцию с помощью вытяжного вентилятора. Вентилятор может управляться посредством термостата.

В этом случае рекомендуется производительность в м<sup>3</sup>/сек при 20°C, равная 0,05 P (P= общие потери в кВт).

### 6.4 Сверхвысокие напряжения

Сверхвысокие напряжения в будках трансформаторов могут быть двух типов:

#### а) атмосферные:

образуются в распределительных сетях в результате прямого попадания молнии или от статических зарядов, особенно часто во время грозы; их действие тем сильнее, чем больше протяженность сети в воздушных линиях.

Специальные конструктивные меры обеспечивают нормальную работу трансформатора независимо от повторяющегося присутствия сверхвысоких напряжений в сети, если только они не превышают предельных значений, предусмотренных координацией изоляции в зависимости от самой сети.

#### б) при маневрах:

возникают в результате размыкания и замыкания первичных сетей, при резких отключениях больших нагрузок и/или батарей фазосдвигающих конденсаторов как в связи с рабочими потребностями, так и при срабатывании соответствующих предохранителей.

Такие сверхвысокие напряжения могут достигать величин, сравнимых со сверхнапряжениями атмосферного происхождения, но длительностью в несколько сотых микросекунды.

Любой кабель МТ характеризуется значительной емкостью на 1 м, поэтому если кабель определенной длины питает

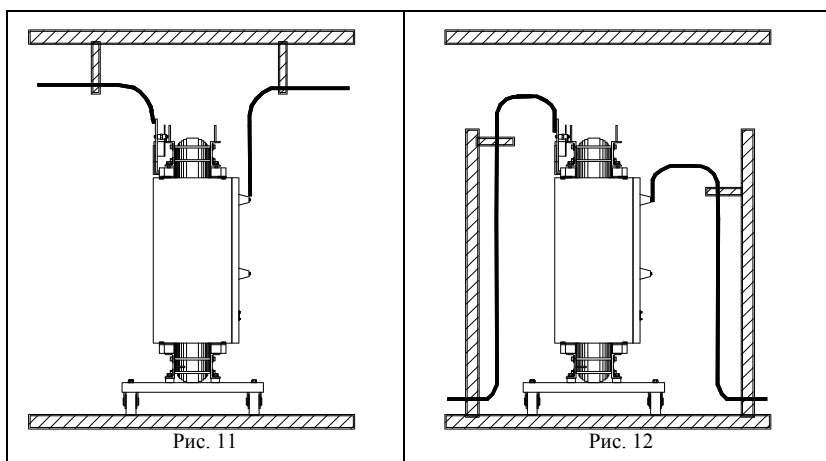
ненагруженный трансформатор, проходящий по нему умеренный первичный ток вызывает повышение напряжения на его концах. Кроме того, если питание кабеля нарушается сверхвысоким напряжением, оно резко возрастает вдоль кабеля, в результате чего трансформатор может достигнуть сверхнапряжения, которое во много раз выше максимального напряжения, на которое он рассчитан.

Поэтому необходимо всегда защищать концы кабеля от сверхнапряжений.

### 6.5 Соединения

На рис. 11 и 12 показаны примеры соединения кабелей или шин МТ (среднего напряжения) и ВТ (низкого напряжения) со вводами сверху и снизу.

Во всех случаях кабели и шины должны быть соответствующим образом расчлнены *?ammarrati*, чтобы предотвратить опасные нагрузки на изоляторы.



**Кабели ВТ НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ не должны лежать на катушках, залитых смолой. Рекомендуется сохранять минимальный воздушный зазор (см. пункт 6.1) также и для кабелей.**



## 7.0 ПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

### 7.1 Предварительная проверка

Перед тем как включить под напряжение трансформатор, необходимо провести следующие проверки:

**a) Чистка:**

Снимите защитную пластмассовую пленку и удалите пыль, особенно после длительного хранения, с помощью воздуха, сжатого под низким давлением.

Убедитесь в том, что каналы между МТ и ВТ ничем не забиты, в противном случае освободите их с помощью сжатого воздуха. Не вставляйте ничего между катушками ВТ и МТ.

**b) Заземление:**

Убедитесь в том, что заземлительная пластина трансформатора (находится на внутренней части нижнего якоря) соединена с проводником, способным выдерживать ток повреждения при разряде на сердечник, согласно нормам СЕИ 11-37.

**c) Соединения:**

Убедитесь в том, что намотки не сдвинулись.

Проверьте затяжку болтов в соединениях ВТ и МТ.

Если установлены устройства для регулирования температуры (термометры, электронные станции, вентиляторы и пр.), убедитесь в том, что настроены уровни срабатывания (см. пункт 7.3) сигнализации и в том, что эти устройства нормально работают.

**d) Регулирование МТ:**



**Не выполняйте операций по регулированию, когда трансформатор находится под напряжением.**

Напряжение, подаваемое энергоснабжающим предприятием, может быть подвержено колебаниям, которые можно компенсировать, передвинув коммутационные пластины таким

образом, чтобы поддерживалось постоянное напряжение на выводах ВТ.

При понижении напряжения МТ, например, при переходе с 15000 В на 14625 В (- 2,5%), ВТ понижается на такой же процент, переходя с 400 В на 390 В (напряжения при отсутствии нагрузки).

Чтобы довести вторичное напряжение до нужного уровня (400 В), необходимо передвинуть коммутационные пластины в положение "-" (зажимы 2 – 3 рис. 13).

При повышении напряжения для компенсации передвинуть пластины в положения "+" о "++"

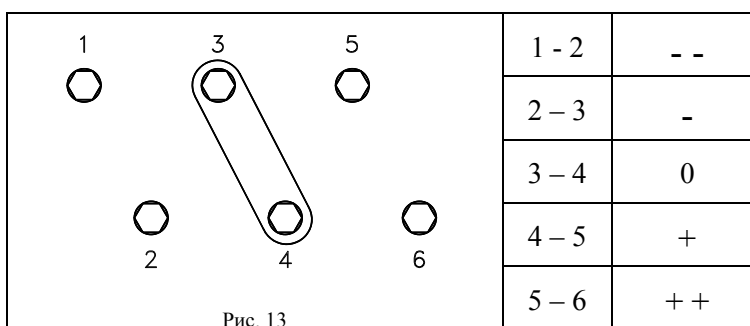


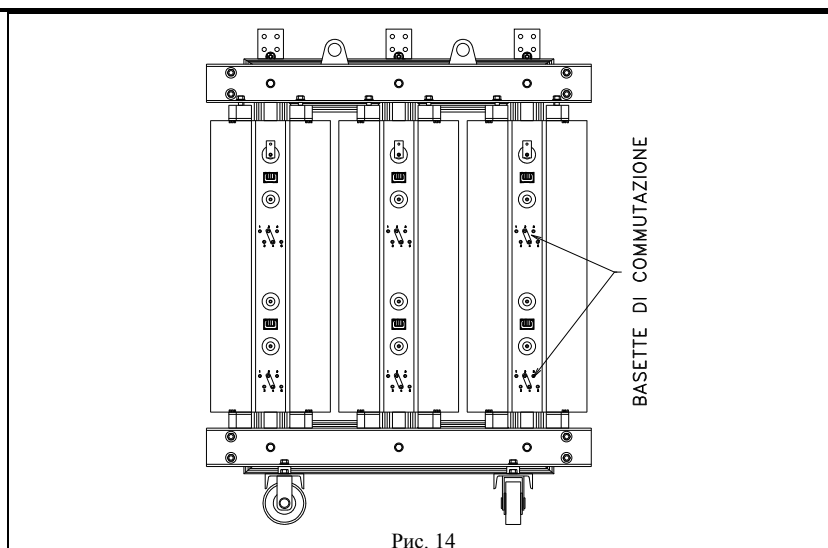
Рис. 13



**Передвижение коммутационных пластин должно быть одинаковым для всех катушек МТ, чтобы избежать появления кольцевых токов, которые способны непоправимо повредить трансформатор.**



**При наличии в трансформаторе двух колодок переключения фаз (рис. 14), коммутационные пластины должны обязательно находиться в одинаковом положении на всех шести колодках, чтобы избежать появления кольцевых токов, которые способны непоправимо повредить трансформатор.**



BASETTE DI COMMUTAZIONE = КОММУТАЦИОННАЯ КОЛОДКА

- d) **Трансформаторы с двойным напряжением МТ:**  
В трансформаторах с двойным первичным напряжением (например, 15000 – 20000 В), переключение напряжения изменяется в зависимости от требуемых напряжений, поэтому необходимо пользоваться схемой соединений, прилагаемой к паспорту испытаний
- e) **Параллельные трансформаторы:**  
Если трансформатор должен работать параллельно с одним или несколькими другими трансформаторами, необходимо убедиться в том, что соблюдены следующие условия:
- одинаковая векторная группа;
  - одинаковое напряжение короткого замыкания (в %);
  - одинаковый коэффициент трансформации во всех положениях переключателя;
  - мощность не выше  $\frac{1}{2}$  между трансформаторами.





**f) Уровень изоляции:**

Проверить мегометром (типа Меггер) уровень изоляции намоток между самими намотками и по отношению к массе напряжением 5000 В.

Должны быть получены следующие значения:

- МТ → масса = 250 МОм;
- ВТ → масса = 50 МОм;
- МТ → ВТ = 200 МОм.

**7.2 Сверхвысокие нагрузки**

Трансформаторы фирмы Elettromeccanica Colombo сконструированы и изготовлены в расчете на номинальную мощность при нормальной температуре окружающей среды согласно определению, приведенному в нормах СЕI 14-8 (см. пункт 6.2).

Срок службы трансформатора зависит от долговечности его изоляции; скорость разрушения изоляции возрастает с повышением температуры эксплуатации трансформатора, которая зависит от цикла нагрузки, которой он подвергается.

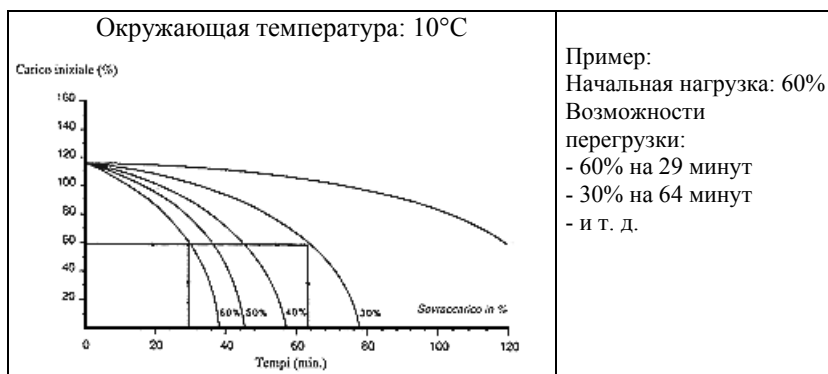
Несмотря на это, допускаются перегрузки, не вызывающие сокращения срока службы трансформатора, при условии, что они компенсируются обычной нагрузкой, более низкой, чем номинальная мощность.

Тем не менее, ток перегрузки не должен превышать более чем в 1,5 раза величину номинального тока.

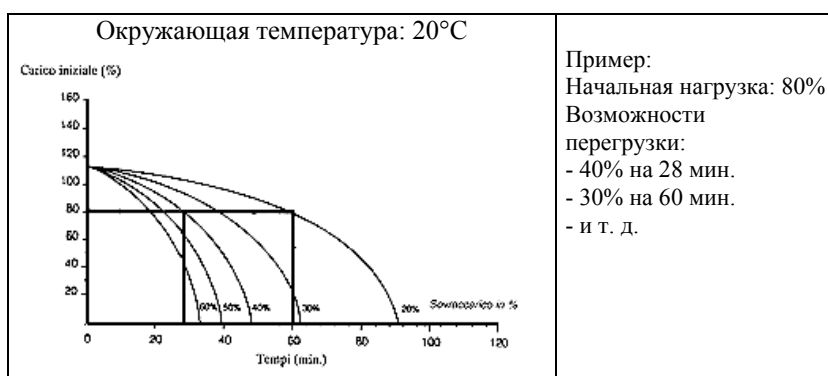
Величина и длительность перегрузки зависят от условий пусковой нагрузки, от температуры окружающей среды и от константы времени трансформатора.



## Допустимые кривые перегрузки.



Tempi = Время, мин. Sovraccarico = Перегрузка  
Carico iniziale = Начальная нагрузка



Tempi = Время, мин. Sovraccarico = Перегрузка  
Carico iniziale = Начальная нагрузка

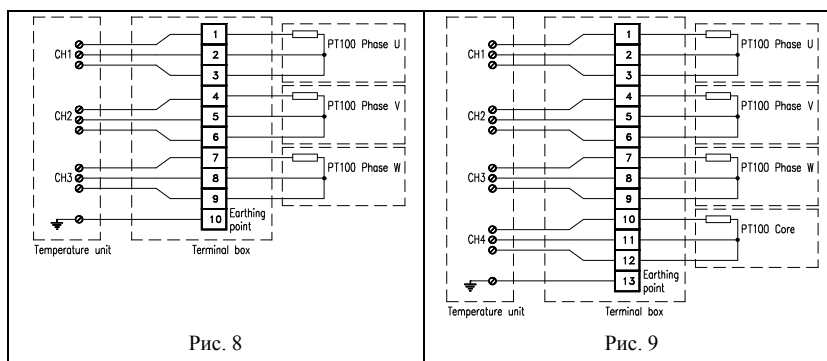


### 7.3 Контроль температуры

Залитые смолой трансформаторы поставляются серией PT100di serie с тремя термощупами PT100, по одному в каждой обмотке ВТ, а по требованию также один для магнитного сердечника.

Для контроля температуры необходимо соединить термощупы со станцией контроля температуры

Соединения со станцией осуществляются из коробки со вспомогательной аппаратурой по схемам, приведенным на рис. 8 для трех 3 PT100 и рис. 9 для четырех PT100.



Соединение от коробки вспомогательной аппаратуры до станции должно быть выполнено с помощью экранированных кабелей 3x1,5 мм<sup>2</sup> (по одному для каждого термощупа).

В зависимости от класса изоляции станция контроля температуры настраивается, как показано в приводимой ниже таблице.

| Класс изоляции | Настройка температуры  |          |            |
|----------------|------------------------|----------|------------|
|                | Включение вентиляторов | Сигнал   | Блокировка |
| Класс В        | + 90° C                | + 110° C | + 120° C   |
| Класс F        | + 110° C               | + 130° C | + 140° C   |
| Класс H        | + 130° C               | + 150° C | + 165° C   |



#### 7.4 Включение под напряжение

После проведения всех указанных выше проверок можно приступить к включению под напряжение трансформатора, подавая питание без нагрузки. При этом включении возникает пусковой ток, который может быть в 8-12 раз выше номинального тока.

Этот переходный период продолжается несколько секунд; поэтому защита, предусмотренная на первичной стороне, должна быть с выдержкой времени, чтобы избежать ненужных расцеплений во время этих первых пиков тока.

В этот момент может быть подана нагрузка на ВТ.



**Необходимо избегать повторных маневров включения-выключения.**

#### 8.0 ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Залитые смолой трансформаторы по своей природе требуют лишь ограниченного техобслуживания.

Тем не менее, необходимо периодически проводить ряд проверок, частота которых зависит от окружающих условий и от условий эксплуатации: для чистых сухих помещений периодичность проверок должна быть такой, как указано в приводимой ниже таблице; в запыленных и влажных помещениях или при частых и сильных колебаниях нагрузки и температуры проверки должны проводиться в два раза чаще, чем указано в таблице.



| Контроль                            | Периодичность проверок  |                      |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|
|                                     | 3 месяца<br>после пуска | каждые 12<br>месяцев |
| Эффективность термошупа             | X                       | X                    |
| Очистка от влажной грязи и от пыли  |                         | X                    |
| Затяжка болтов соединений МТ и ВТ   | X                       | X                    |
| Затяжка вспомогательных зажимов.    | X                       | X                    |
| Контроль работы станции температуры | X                       | X                    |
| Контроль положения опор катушек     | X                       | X                    |
| затяжка болтов опор катушек         | X                       | X                    |

При атмосферных разрядах, случайных коротких замыканиях на стороне ВТ и вообще при отклонениях в работе проверьте уровни изоляции (см. пункт 7.1 /e).

## 9.0 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ

Фирма ELETTRMECCANICA COLOMBO предлагает своим клиентам помощь в любых вопросах, касающихся обслуживания и эксплуатации выпускаемых фирмой трансформаторов. При любой необходимости обращайтесь в Коммерческую службу. Укажите при этом заводской номер и технические характеристики трансформатора, приведенные на табличке данных.



---

**ELETTROMECCANICA COLOMBO**

di Mainini GianAngelo & C. S.a.s.

Via Kennedy s.n. – 20010 Mesero (MI) Italy

Tel. ++39 029787070

Fax ++39 029789198

E-mail: [trafo@elettrocolombo.com](mailto:trafo@elettrocolombo.com)

Internet: [www.elettrocolombo.com](http://www.elettrocolombo.com)