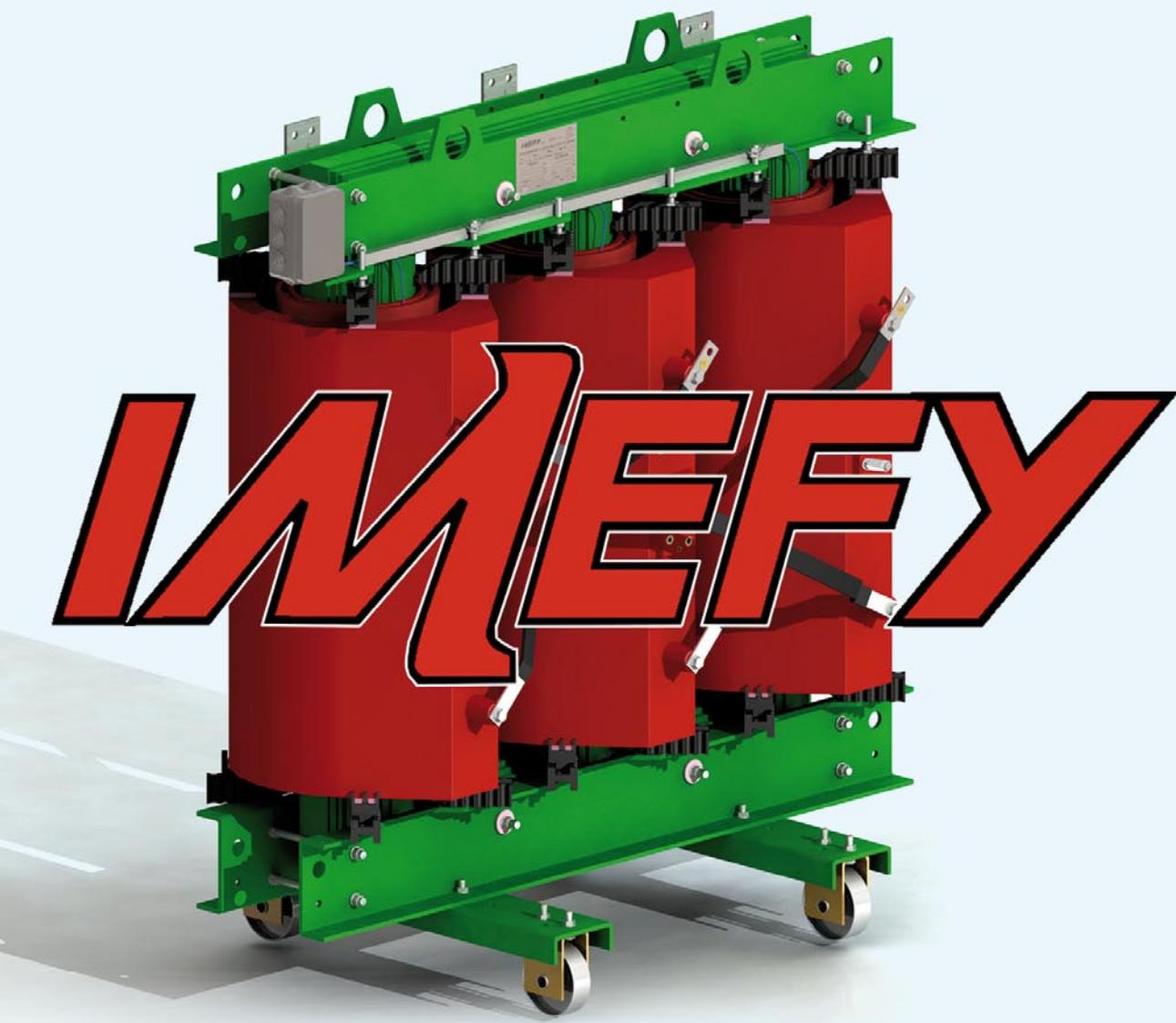


СУХИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ С ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Cast Resin Transformers



Профиль компании

О КОМПАНИИ

Компания IMEFY S.p.A была создана на основе совокупности высокой организованности и производственных технологий, занимающих ведущие позиции на международном рынке.

IMEFY SL - испанская компания, расположенная недалеко от г. Мадрида, еще с 1973 года начала выпуск распределительных трансформаторов с жидким диэлектриком и в последующем изолированных эпоксидной смолой, поддерживая стабильный прирост производства трансформаторов мощностью до 250 МВ·А и напряжением до 150 кВ.

По объему выпущенной продукции IMEFY SL занимает первое место в Испании и третье в Европе. Партнерами IMEFY являются компании с 30 летним опытом - новаторы- первооткрыватели, работающие и по настоящее время в сфере производства сухих трансформаторов.

Достигнутый производственный уровень гарантирован воплощением в процессе производства приобретенного многолетнего опыта в сфере проектирования и производства сухих трансформаторов СН изолированных смолой двумя техническими инженерами Бруно Маджини и Микеле Тосканини. И не случайно компания IMEFY S.p.A расположена в провинции Тосקנה и непосредственно в г. Ареццо.

Так была основана IMEFY S.p.A - предприятие по производству сухих распределительных трансформаторов с литой изоляцией, которая благодаря применению новейших технологий в состоянии удовлетворить все потребности даже самого «капризного» клиента, предложив следующую продукцию:

- Пусковые автотрансформаторы;
- Выпрямительные трансформаторы и трансформаторы для железнодорожной тяги;
- Измерительные трансформаторы номинальным напряжением до 36 кВ.



10 МВ·А - 15.000 / 6.300 В / В

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Сухие трансформаторы с литой изоляцией из эпоксидной смолы компании IMEFY спроектированы и изготовлены в соответствии с требованиями следующих стандартов:

IEC 60076-11 / IEC 726 / CEI 14-8/14-12
CENELEC HD 464
CENELEC HD 528

и требованиями дополнительных действующих нормативов.

Основные номинальные характеристики трансформаторов:

- Номинальная мощность до 10.000 кВ·А;
- Частота 50-60 Гц;
- Номинальное первичное напряжение до 36 кВ;
- Номинальное вторичное напряжение до 12 кВ;
- Напряжение короткого замыкания 4-10 %;
- Класс термической изоляции F;
- Температура перегрева 100°К;
- Цвет краски эпоксидной смолы RAL 3016;
- Цвет краски металлической структуры RAL 6001.

Преимущества трансформаторов IMEFY:

- Низкий уровень потерь;
- обладают пониженным уровнем шума;
- Экологическая безопасность;
- Легкость утилизации;
- Легкость в эксплуатации и многоцелевое назначение.



5 МВ·А - 15.000 / 6.300 В / В

ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРА

Очень часто трансформатор должен быть установлен максимально близко к потребителю. Именно по этой причине и другим серьезным недостаткам, влияющим на уровень эксплуатации и технического обслуживания, нецелесообразно использование масляных трансформаторов, являющихся источниками значительной теплотворной способности. Экологическая и пожарная безопасность – доминирующие факторы при выборе трансформатора, позволяющие сухим трансформаторам с литой изоляцией играть одну из ключевых ролей среди разнообразного электротехнического оборудования, рекомендующих их эксплуатацию на объектах гражданского и промышленного назначений, а так же в среде с высоким риском возгорания.

СУХИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ С ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Сухие трансформаторы с литой изоляцией – это особый тип сухих трансформаторов (СЕI 14-8), и непосредственно то оборудование, в активной части которого не предусмотрено использование жидкого диэлектрика.

Если в конструкции трансформатора используется одна или несколько литых обмоток, то общепринято говорить о них как о трансформаторах с литой изоляцией.

Это исключительное оборудование вследствие технологического прогресса и конструктивным решениям последних лет, применения такого изоляционного материала как эпоксидная смола, а так же благодаря исключительным эксплуатационным качествам: беспрецедентной высокой надежности, минимальному техническому обслуживанию, максимальной безопасности, снижая до минимума возможность риска возгорания и загрязнения окружающей среды, все больше и больше находит свое применение, являясь алтернативой масляным трансформаторам.

Специфическая технологическая процедура полимеризации – заливание активной части обмотки СН в условиях вакуума при контролируемой температуре изоляционным материалом, предотвращает формирование пузырьков воздуха и газа в структуре изолирующего материала.

Данный процесс изоляции обеспечивает обмотке СН совершенно цилиндрическую форму, гладкость поверхности, предотвращающая возможность накопления токопроводящей пыли, загрязняющих и коррозивных веществ, механическую прочность и непроницаемость.

Обмотка СН выполнена из ряда катушек расположенных друг на друге и состоящих из многочисленных слоев, имеющих только один виток в слое, что позволяет свести к минимуму вероятность возникновения частичных разрядов и уменьшить внутренние перепады напряжения.

Как правило, при конструкции обмоток используется алюминий. Особая совместимость используемых материалов – алюминий и эпоксидная смола имеют очень близкие по значению коэффициенты расширения при нагревании, позволяют получить изделия в



Внутренний вид защитного кожуха (бокса)

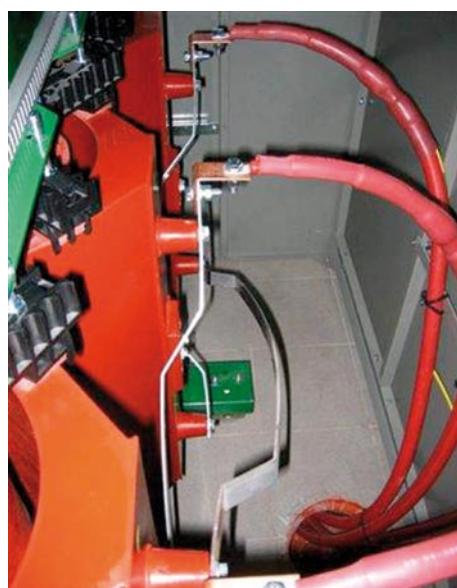
которых при перепаде температур обмотки и воздуха практически отсутствуют внутренние механические напряжения.

Обмотки низкого напряжения реализованы из единого алюминиевого листа, имеющего идентичные размеры, используемые для обмотки среднего напряжения.



Данная конструктивная особенность, а именно: изготовление обмотки СН из алюминиевых ленточных полос и обмотки ВН из единого алюминиевого листа позволяет повысить устойчивость к осевым нагрузкам, возникающим из-за короткого замыкания.

Изоляция между витками обмотки ВН гарантирована на использовании высококачественного термостойкого предварительно импегнированного эпоксидной смолой изолирующего материала, который в процессе термообработки склеивается с проводником, обеспечивая конструкции высокую механическую жесткость и в то же время необходимую эластичность. Такая технология изготовления обмоток обеспечивает им устойчивость к влажности и загрязнениям.



Соединение СН

**СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ
ПРОТОКОЛЫ ИСПЫТАНИЙ CESI НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ КЛАССОВ С2 – Е2 – F1**

Test Certificate		CESI TEST Testing Services	AT-A1/009523
test certificate of	special test prove suitability to climatic class C2 special test to prove suitability to environmental class E2 special test to prove suitability to fire behaviour class F1		
apparatus	dry-type power transformer		
designation	TDR/630/24/20 B2 rated power 630 kVA; rated voltage 20/0.42 kV; rated frequency 50 Hz		
manufacturer	IMEFY		
tested for	IMEFY		
date(s) of tests	February 5 to 23, 2001		
<p>the apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in the reference documents, identified in this certificate, has been subjected to the series of proving tests in accordance with</p> <p>CENELEC HD 464 S1/A2 (1991) annexes ZA and ZB, HD 464 S1/A3 (1992) annex ZC</p> <p>this test certificate has been issued by CESI in accordance with above mentioned standards.</p> <p>the result are shown in the record of proving tests and the oscillograms attached in the test reports. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above standards and to justify the ratings assigned by the manufacturer as listed on page no. 2.</p> <p>the certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer.</p> <p>only integral reproduction of this certificate, or reproductions of this page accompanied by any pages on which are stated the endorsed ratings of the apparatus tested, are permitted without written permission from CESI.</p>			
no. of pages	3		
issue date	March 26, 2001		
prepared	PeC/TEST - M. Bonomelli <i>M. Bonomelli</i>		
verified	PeC/TEST - F. Pizzi <i>F. Pizzi</i>		
approved	PeC/TEST - V. Scarioni		

Протоколы проведенных испытаний хранятся в техническом отделе нашего предприятия.



СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС ИТ.МВ04.В00186

Срок действия с 21.04.2008г. по 20.04.2011г.

7897518

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ

высоковольтной аппаратуры «АРМСЕРТ» Закрытого
акционерного общества «Электросетьизоляциясервис»
№ РОСС.РУ.0001.11МВ04
107078, Москва, ул. Каланчевская, 11, стр. 3. Тел. 607-88-72.
E-mail: himtest@mail.ru

ПРОДУКЦИЯ

Трансформаторы силовые трехфазные сухие с литой изоляцией
т/м «IMEFY» мощностью от 50 кВА до 3150 кВА напряжением
от 7,2 кВ до 24 кВ.
Серийный выпуск.

код ОК 005 (ОКП):

34 1100

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 12.2.007.2-75; ГОСТ 12.2.024-87;

код ТН ВЭД России:

ГОСТ Р 52719-2007 пп. 6.5, 6.6, 6.7, р. 7; ГОСТ 1516.3-96 п. 4.14.

8504 00 000 0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Фирма «IMEFY spa», Via Aretina, 194-52043-Castiglion Fiorentino-Arezzo,
Италия.

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН

Фирма «IMEFY spa», Via Aretina, 194-52043-Castiglion Fiorentino-Arezzo, Италия.
Тел. +39 0575 680701 .

НА ОСНОВАНИИ

Сертификаты системы качества: ISO 9001:2000 пер. №ES-0009/1994 от 18.02.2005г.,
выданного AENOR, ISO 14001:2004 пер. № ES-98/053 от 02.09.2004г., выданного
AENOR.

Протоколы испытаний: №1795 от 19.03.2008г. ИЛ завода-изготовителя в присутствии
эксперта (сертификат компетентности №3107526 до 22.12.2008г.); №АТ-А1/009523 от
26.03.2001г. ИЦ CESI, Милан, Италия (атт. акред. №0030 SINAL UNI CEI EN ISO/IEC
17025). Акт обследования производства от 19.03.2008г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Схема сертификации За.

Договор на проведение инспекционного контроля №186 от 21.04.2008г.

Руководитель органа

подпись
В.А. МАКАРОВ

инициалы, фамилия
М.М. АРШАНСКИЙ

Эксперт

подпись
И.А. Аршанская

инициалы, фамилия

Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации

Руководство по эксплуатации

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ, КЛИМАТИЧЕСКАЯ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ.

Европейский комитет по стандартизации электротехнического оборудования (CENELEC) для сухих трансформаторов изолированных смолой с четкостью определил параметры для возможности их использования в предельно неблагоприятных климатических условиях, таких как присутствие конденсата, промышленное загрязнение, загрязнение морской среды, а так же в условиях с повышенным риском возгорания. Обработанные результаты проведенных испытаний Европейским комитетом по стандартизации электротехнического оборудования были внесены в нормативную документацию (CEI 14-8).

В приведенной ниже таблице дано разъяснение каждому из классов.



Наши трансформаторы после прохождения испытания на соответствие классу E2.



Наши трансформаторы в период прохождения испытания на соответствие классу F1.



КЛАСС ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

E0	На поверхности трансформатора не появляется конденсат, загрязнение незначительно. Эти условия соблюдаются при установке в чистом и сухом помещении.
E1	На поверхности трансформатора время от времени может появляться конденсат, преимущественно в период отсутствия нагрузки. Возможна невысокая степень загрязненности.
E2	На поверхности трансформатора появляется значительное количество конденсата или он подвержен воздействию внешней среды с высокой степенью загрязнения, либо присутствуют оба явления.

КЛАСС ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

C1	Внутренняя установка. Трансформатор предназначен для работы при температуре не ниже -5°C, но во время транспортировки и хранения он может подвергаться воздействию температуры до -25°C.
C2	Наружная установка. Во время работы, транспортировки и хранения трансформатор может подвергаться воздействию температуры до -25°C.

КЛАСС ПО ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ

F0	Повышенная пожарная опасность отсутствует. Не применяется дополнительных мер по ограничению воспламеняемости, за исключением присвоения трансформатору особых характеристик на этапе разработки.
F1	Трансформаторы подвержены пожарной опасности. Требуется: <ul style="list-style-type: none">• Пониженная степень возгораемости;• В течение определенного периода должно произойти самотушение огня;• Выброс токсичных веществ или непрозрачного дыма должен быть минимальным;• В материалах и продуктах горения не должно быть галогенных соединений, они должны лишь незначительно питать внешнее возгорание тепловой энергией.

Трансформаторы производства IMEFY сертифицированы на соответствие классам E2 - C2 - F1.

Тестирование и процесс испытаний проведены в соответствии с международной нормой IEC 60076 - 11 (Сертификат CESI AT - A1 / 009523 от 26.03.2001).

IMEFY

НОМИНАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ МОЩНОСТЬ

Значение полной мощности трансформатора указывается в кВ·А.

При исчислении активной потребной мощности трансформатора с двумя обмотками применяем значения номинальной мощности и фактора мощности ($\cos\varphi$). Например, при 1000 кВА нагрузке и $\cos\varphi = 0.9$ получаем максимальную активную потребную мощность равную 900 кВт.

ЧАСТОТА

В Италии частота питающей сети, используемая при эксплуатации трансформаторов равна 50 Гц.

ПЕРВИЧНОЕ НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Напряжение сети или установки, к которым подсоединеняется трансформатор, обычно имеют более высокие значения напряжения (СН).

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ

Вследствие падения напряжений в трансформаторе и питающей сети колебания нагрузок потребителей вызывают колебания напряжения трансформатора. Поэтому возникает необходимость регулирования напряжения трансформатора в отключенном состоянии, что можно осуществить путем изменения числа включенных в работу витков обмоток. Для этой цели обмотки выполняются с рядом ответвлений, и регулирования напряжений производятся переключением этих ответвлений с помощью соответствующего переключающего устройства (переключатель ответвлений обмотки). В трансформаторах предусмотрена возможность регулирования напряжения - 5 ступеней с диапазоном регулирования $\pm 2 \times 2.5\%$ от номинального.

НАПРЯЖЕНИЕ ХОЛОДОГО ХОДА (ВТОРИЧНОЕ)

Значение вторичного напряжения на выходе трансформатора на холостом ходу, т.е. без нагрузки, как правило имеет более низкое значение напряжения (НН).

УСТАНОВКА ТРАНСФОРМАТОРА

Сухой трансформатор с литой изоляцией, предназначенный для наружной установки, не может поставляться без специального защитного оборудования, предотвращающего воздействия атмосферных явлений – дождь, снег, град.

Данная защита обеспечивается помещением трансформатора в специально предназначенные металлические шкафы, называемые боксами.

Трансформатор, предназначенный для внутренней установки может иметь два типа исполнения: без защитного кожуха и с защитным кожухом.

При его установке должны соблюдаться минимальные расстояние для изоляции и обеспечения безопасности между любым узлом трансформатора под напряжением и его окружающими устройствами. В приведенной ниже таблице указано минимальное расстояние для изоляции согласно норме СЕI 11-18 между узлами трансформатора под напряжением, окружающими металлическими конструкциями или другими устройствами под напряжением.

Макс. напряжение изоляции (Um) (кВ)	Номинальное напряжение при рабочей промышленной частоте (кВ)		Расстояние для изоляции (см)
3.6	10	20 - 40	6
7.2	20	40 - 60	6 - 9
12	28	60 - 75	9 - 12
17.5	38	75 - 95	1 - 16
24	50	95 - 125	16 - 22
36	70	145 - 170	27 - 32

Если сухой трансформатор поставляется в уже смонтированном виде вместе с кожухом, то при его установке непосредственно в бокс, данные дистанции уже были соблюдены. Тип установки должен исключить риск случайного контакта людей с узлами под напряжением, включая литую изоляцию.

В приведенной ниже таблице указано минимальное безопасное расстояние для защиты лиц от случайных контактов согласно норме СЕI 11-18 и D.P.R. 547.

Макс. напряжение изоляции (Um) (кВ)	Номинальное напряжение при рабочей промышленной частоте (кВ)		Безопасное расстояние (см)
3.6	10	20 - 40	15
7.2	20	40 - 60	15
12	28	60 - 75	15
17.5	38	75 - 95	18 - 20
24	50	95 - 125	22 - 28
36	70	145 - 170	34 - 40



Наши защитный бокс IP31

ТИП ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА

Для обеспечения правильной работы трансформатора необходимо обеспечить надлежащую естественную вентиляцию помещения С (AN). В случае невозможности обеспечения естественной вентиляции следует применить принудительную вентиляцию с помощью установки вытяжных или приточных вентиляторов СД (AF).

При установке оборудования необходимо уделить внимание такому фактору, как наличие пространства, позволяющего снять все тепло, выделяемое электрооборудованием в джоулях.

Тепловой режим работы трансформатора – один из важнейших факторов, влияющих на сроки его службы и поэтому необходимо обеспечить отток горячего воздуха, выделяемое магнитным сердечником и обмотками, обеспечивая тем самым соблюдение максимальной температуры перегрева, характерной для термического класса трансформатора.

Большой объем пространства над трансформатором способствует лучшему оттоку нагретого воздуха. Кроме того, эффективность вентиляции зависит от ее способности удалять воздух из верхней части помещения. Для этого рекомендуют прибегнуть к использованию так называемых отверстий, позволяющих в 1 минуту на каждый килловатт потерю циркулировать 3,5 кв.м. воздуха. Вследствие чего приточное отверстие должно располагаться как можно ниже вблизи трансформатора, а вытяжное – для вытяжки горячего воздуха, как можно выше и с противоположной стороны, по возможности над трансформатором, на высоте Н (м) относительно нижнего отверстия. (см. Рис.1)

Площадь отверстий в кв. м., зависящая от мощности потерь Р (кВт), можно рассчитать по следующей формуле:

$$S = (0,188 \times P) / \sqrt{H} \text{ (см. рисунок 1) где:}$$

S = полезная площадь в кв. М;

P = общая сумма потерь трансформатора на холостом ходу и под нагрузкой при 120°C, в кВт

H = расстояние между двумя окнами (метр)

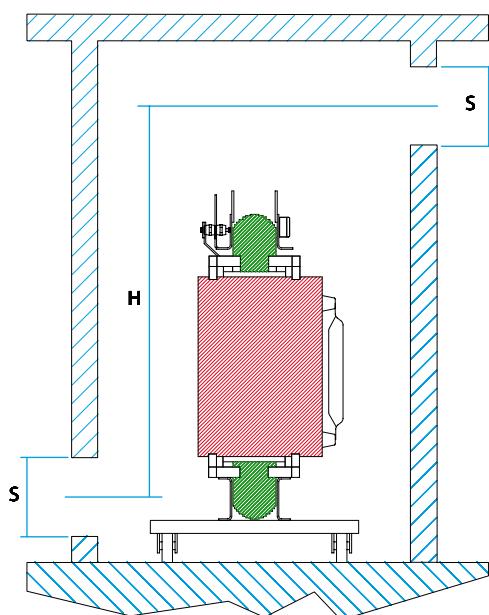


Рисунок 1

КЛАСС ИЗОЛЯЦИИ

Уровень изоляции обмотки и соответствующий ей класс зависит от значения максимального напряжения системы.

В приведенной ниже таблице можно ознакомиться со следующими показателями:

FI - номинальное напряжение при рабочей промышленной частоте в 1 мин.

Пиковое значение грозового перенапряжения имеет два значения для каждого класса (согласно норме CEI 14-8).

Макс.напряжение изоляции (Um) (кВ)	Номинальное напряжение при рабочей промышленной частоте в 1 мин.(кВ)	
3.6	10	20 - 40
7.2	20	40 - 60
12	28	60 - 75
17.5	38	75 - 95
24	50	95 - 125
36	70	145 - 170



Трансформатор с разрядниками.



Трансформатор с установленными вентиляторами.

СХЕМА И ГРУППА СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК

Обмотки каждой одноименной фазы трансформатора могут соединяться по схеме звезды, треугольника или зиг-заг. Группу соединений образуют несколько схем соединений обмоток трансформаторов, дающие одинаковый сдвиг по фазе векторов напряжений вторичных обмоток относительно векторов напряжений первичных обмоток, кратные 30° .

Схемы соединений обмоток трансформатора обозначаются в виде дроби. Числитель этой дроби указывает схему соединений обмотки и носит буквенный характер.

Y = звезда D = треугольник Z = зиг-заг

Прописные буквы относятся к обмоткам ВН, а строчные - к обмоткам НН. В большинстве случаев обмотки соединяют в звезду и выводят нулевую точку (обозначение Y н или Ун).

После буквы, характеризующие схему соединения обмоток, слева от черточки расположены цифры, так называемый коэффициент, обозначающий группу соединений. Угол смещения векторов линейных

ЭДС первичной обмотки по отношению к векторам линейных ЭДС вторичной обмотки определяется умножением числа, обозначающего группу соединения, на 30° .

Например, указанная группа и схема соединения Д-11 обозначает трехфазный трансформатор, в котором первичная обмотка СН соединена в треугольник, а вторичная обмотка НН в звезду с выведенной нулевой точкой и углом смещения векторов в 330° .

В инструктивных материалах можно найти объяснения по группам и схемам соединений.

ТЕРМИЧЕСКИЙ КЛАСС ТРАНСФОРМАТОРА ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ПЕРЕГРЕВА ВЫСОТА НАД УРОВНЕМ МОРЯ

В зависимости от термического класса изоляции в нижеприведенной таблице указаны максимальные температуры перегрева обмоток при эксплуатации трансформатора при температуре окружающей среды 40°C .

Термический класс	Максимальная температура перегрева (К)
B	80
F	100
H	125

Значение номинальной нагрузки будет уменьшаться, если трансформатор предназначен для установки на высоте, превышающей 1000 метров над уровнем моря; каждые 500 м свыше 1000 м над уровнем моря номинальная нагрузка снижается на 2,5 %.

Каждый трансформатор в стандартном исполнении оснащен 3 термозондами РТ 100 (100 Ом при 0°C), если иное не оговорено заказчиком, расположенными на каждой обмотке НН и соединенных терморезисторами с блоком управления. Блок управления позволяет проводить контроль температуры на всех трех фазах и имеет два порога срабатывания: аварийный сигнал и сигнал размыкания. Ниже приведены уставки температуры, рекомендуемые изготовителем:

Термический класс	Аварийный сигнал ($^\circ\text{C}$)	Температура размыкания ($^\circ\text{C}$)
B	120	140
F	130	150
H	150	170



ПОТЕРИ ХОЛОСТОГО ХОДА

Потери холостого хода, или потери в “стали” - это затраты на создание магнитного поля в магнитном сердечнике, т.е активная мощность, потребляемая трансформатором, питающимся в режиме х.х. при номинальном напряжении и номинальной частоте. Потери х.х. всегда присутствуют в трансформаторе, как под нагрузкой, так и в режиме холостого хода. Питающий ток в этих условиях - это ток холостого хода.

шума и рост беспрерывного гула в воздухе.

Дополнительный рост шума производится вибрацией трансформатора и отражаемой на стены через подставки машины на полу. По этой причине часто используются подставки из изоляционных материалов, как резина, что уменьшает распространение шума, но которое не может должным образом изолировать акустичность стен и потолока помещения.

ПОТЕРИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Потери при нагрузке, или потери короткого замыкания - приведенные к расчетной температуре 75°C или 120°C потери, подтверждаются проведением испытания на измерение потерь и напряжения к.з. в испытательных лабораториях. Активная мощность, потребляемая трансформатором при номинальной нагрузке и номинальном напряжении при к. з., идет на покрытие потерь, локализированных в основном в обмотках.



Наши трансформаторы при испытании на уровень шума в лаборатории CESI (Милан)

НАПРЯЖЕНИЕ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Напряжение короткого замыкания – это приведенное к расчетной температуре линейное напряжение, которое нужно подвести при номинальной частоте к линейным зажимам одной из обмоток пары, чтобы в этой обмотке установился ток, соответствующий меньшей из номинальных мощностей обмоток пары при замкнутой накоротко второй обмотке пары и остальных основных обмотках, не замкнутых на внешней цепи. (процентное выражение номинального напряжения).

Если предусмотрена работа трансформатора в параллели, очень важно определить как соответствующие значения напряжения короткого замыкания ($V_{cc} \%$) будут перераспределять нагрузку.

При изменении значения напряжения короткого замыкания также будет меняться ток короткого замыкания на вторичных зажимах.

Ток к.з. можно рассчитать по следующей формуле:

$$I_{cc} = (100/V_{cc}) \times 12n, \text{ где}$$

Где n - номинальный вторичный ток.

В установках большой мощности для ограничения тока короткого замыкания, часто, используют трансформаторы с $V_{cc} = 8 - 10 \%$.

УРОВЕНЬ ШУМА ТРАНСФОРМАТОРА

При работе трансформатора создается гул за счет вибрации тонких листов магнитного сердечника, подвергнутых воздействию переменных магнитных полей. В стандартах CEI 14-12 приводятся максимальные уровни мощности и частоты звука для соответствующих классов напряжения трансформатора в соответствии с действующим законодательством.

Определение акустических данных производится на расстоянии 1 метра от излучающих поверхностей.

Стены и потолок помещения, где находится трансформатор, провоцируют отражение произведенного

ПЕРЕГРУЗКИ ТРАНСФОРМАТОРА

В отличие от масляного трансформатора сухому трансформатору с литой изоляцией при перегрузке гораздо дольше приходится использовать естественную циркуляцию воздуха для достижения собственного температурного режима.

Данные трансформаторы могут находиться в состоянии перегрузки, при условии, что перегрев обмоток будет кратковременным в рамках допустимых значений.

Для их охлаждения, вследствие простоты в установке, используются тангенциальные вентиляторы.

Наличие тангенциальных вентиляторов позволяет увеличить нагрузку трансформатора в среднем на 125%, но необходимо учитывать тот факт, что потери, возникающие от нагрузки будут увеличиваться в квадрате тока, т.е при 125 % нагрузки увеличивается в 1,56 раз номинальное значение.

По этой причине рекомендуется использование вентиляторов только в особо исключительных случаях при аварийном состоянии или для накопления мощности, используемой в определенные моменты.

Трансформаторы IMEFY S.p.A., включая стандартные, могут подвергаться перегрузке при температуре окружающей среды в 30 °C на :

- 105% в течение 24 часов;
- 110% x 2 часа только 1 раз в течение 24 часов;
- 120% x 1 час только 1 раз в течение 24 часов;
- 130% x 1/2 часа только 1 раз в течение 24 часов.

КОНТРОЛЬ РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

В течение всего срока службы трансформатора, во время которого характерны перегревы, должен производиться контроль его рабочей температуры. Повышение температуры трансформатора выше допустимой может произойти не только из-за повышения нагрузки, но и из-за влияния внешних факторов, таких как невозможность обеспечения циркуляции воздуха, как естественной, так и принудительной, вследствие которой происходит повышение температуры окружающего воздуха.

По этой причине предусмотрена установка оборудования, позволяющая производить контроль температуры во всех трех фазах трансформатора, а иногда и в магнитном сердечнике.

Каждый трансформатор в стандартном исполнении оснащен 3 термозондами PT 100 (100 Ом при 0°C), если иное не оговорено заказчиком, расположеными на каждой обмотке НН и соединенных терморезисторами с блоком управления. Блок управления позволяет проводить контроль температуры на всех трех фазах и имеет два порога срабатывания: аварийный сигнал и сигнал размыкания.

На стр.8 и в руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию трансформатора приведены рекомендуемые значения температур в зависимости от термического класса.



Лаборатория для испытания грозовым импульсом

ТОК ВКЛЮЧЕНИЯ

Сухие трансформаторы СН в момент включения на короткий период поглащают высоконамагниченный ток, который может спровоцировать немедленное приведение в действие «защиты» в обмотке среднего напряжения. В стандартах не оговаривается данное явление и значение показателей, как правило, указывает производитель, получающий их экспериментально во времени.

Время задержки рекомендуемое для всех мощностей трансформаторов от 0,80 до 1 секунды.

Номинальная мощность (kVA)	Пиковое значение тока включения $\times I_n$
250	12
400	11
630	10
1000	9
1600	7
2500	5

ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Все трансформаторы, выпускаемые IMEFY S.p.A, в процессе производства проходят следующие испытания (CEI 14-8):

- Испытание приложенным напряжением;
- Испытание индуктированным напряжением;
- Измерение частичных разрядов;
- Измерение потерь и тока холостого хода;
- Оценка коэффициента трансформации и контроль полярности (векторной группы);
- Испытание прочности изоляции;
- Измерение потерь при нагрузке;
- Измерение напряжения короткого замыкания;

По желанию заказчика могут быть проведены дополнительные типовые либо иного рода испытания.



КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Передача энергии в трансформаторе происходит с помощью электромагнитного поля, созданного активными и реактивными токами. Реактивные токи создают потери активной мощности. Чтобы избежать эти потери необходимо установить компенсаторы реактивной мощности – конденсаторные батареи, подсоединив их к вторичным зажимам трансформатора.

Мощность батареи зависит от намагничивающей силы трансформатора без нагрузки. Для расчета требуемой мощности конденсаторной батареи можно применить следующие формулы:

$$Q = (I_{10\%} \times P_n) / 100 \text{ кВАр}$$

Например: для трансформатора мощностью 630 кВА требуется конденсаторная батарея с реактивной мощностью в 5 кВАр.

$$Q = (0.73 \times 630) / 100 = 4.6 \text{ кВАр}$$

МЕТОДИКА РАССЧЕТА ГОДОВЫХ ЗАТРАТ, ПРИ ПОКУПКЕ СУХОГО ТРАНСФОРМАТОРА:

Всего расходов = Сcap + Сро + Срсс + Смн (€/в год), где

Капитализированные затраты:

$$C_{cap} = (P_t + P_{in}) \times \{[(1+t_i)n \times t_i] / [(1+t_i)n - 1]\};$$

Pt = стоимость трансформатора,

Pin = стоимость установочных работ (перевозки, монтажа, здания и т.д),

t_i = амортизационные отчисления,

n = установленный срок.

Стоймость потерь холостого хода рассчитаем по следующей формуле:

$$C_{ro} = C_e \times P_0 \times h;$$

Ce = стоимость электроэнергии (€/1 кВт·ч),

P₀ = величина потерь холостого хода,

h = число часов включения в год (8.760 часов для оборудования постоянно работающего в сети)

Расчет стоимости нагрузочных потерь

$$C_{rcc} = C_e \times P_{rc} \times h \times k$$

Ce = стоимость электроэнергии (€/1 кВт·ч),

P_{rc} = величина нагрузочных потерь,

h = число часов включения в год (8.760 часов для оборудования постоянно работающего в сети)

k = фактор нагрузки= кВА факт./ кВА номин.

Стоймость обслуживания Cmн = 0 для трансформаторов произведенных IMEFY S.p.A.



10 MB-A - 15.000 / 6.300 B / B



5 MB-A - 15.000 / 6.300 B / B

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ТРАНСФОРМАТОРОВ

На практике довольно широко применяется параллельное включение двух (или более) трансформаторов. При параллельной работе трансформаторы подключены к одной и той же сети СН и, соответственно питают одну и ту же линию потребителя.

Параллельная работа трансформаторов допускается при условии:

- равенство коэффициента трансформации;
- трансформаторы должны иметь одну и ту же группу соединений;
- равенство значения напряжения тока короткого замыкания (в пределах $\pm 10\%$);
- различие номинальных мощностей параллельно работающих трансформаторов должно быть от 0,5 до 2%.

Последние два условия относятся к распределению нагрузки, поскольку ток распределяется в обратно-пропорциональном короткому замыканию отношению и прямо пропорциональном их соответствующим мощностям.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Во время функционирования в электромагнитной среде трансформаторы с литой изоляцией создают электромагнитные помехи, спровоцированные током при подключении зажимов вторичной обмотки.

Магнитное поле, создаваемое изоляцией является незначительным по отношению к воспроизведенному во вторичных обмотках. Чем больше расстояние от трансформатора, тем меньше значение магнитного поля, созданного вторичными обмотками.

Установка трансформаторов с литой изоляцией в специально предназначенных металлических боксах или помещениях позволяет уменьшить размер произведенного магнитного поля в три или четыре раза.

МАРКИРОВКА СЕ

В Директиве 89/336/EEC Европейской комиссией DG III Industry в разделе «Электромагнитная совместимость» проводники высокого напряжения и трансформаторы высокого напряжения указываются как оборудование на которое не распространяется действие данной директивы.

По этой причине нет необходимости подвергать трансформаторы с литой изоляцией маркировке СЕ.



Испытание атмосферным импульсом в лабораториях CESI в Милане

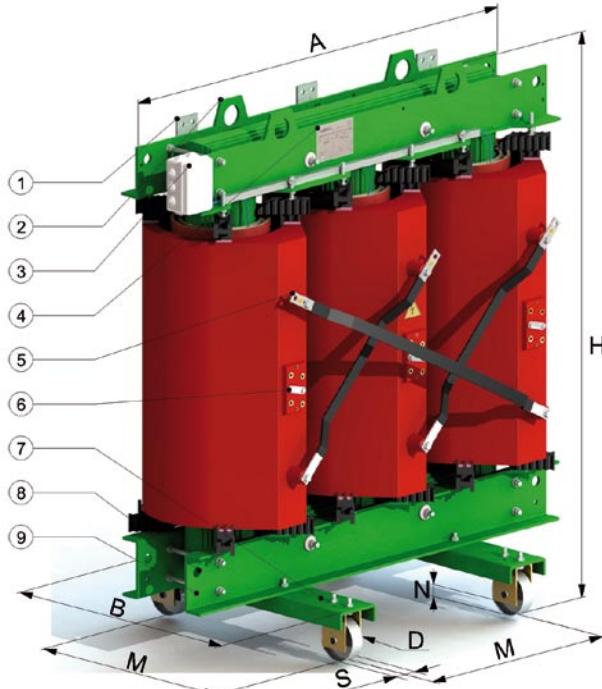


Испытание на сопротивление короткому замыканию в лабораториях CESI в Милане



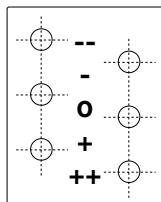
Испытание атмосферным импульсом в лабораториях CESI в Милане.

EXAMPLE OF RATED CARACTERISTICS Three phases cast resin Transformer



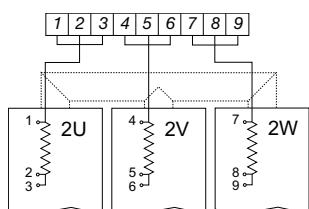
- 1 - Low voltage terminal 6 - Tap-changer
 2 - Lifting eye 7 - Trolley for shifting
 3 - Connection Box IP55 for PT100 8 - Couplers
 4 - Rating plate 9 - Grounding clamp
 5 - High voltage terminal

TAP - CHANGER ± 2 X 2,5%

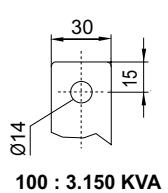


Variation	Position
+ 5%	++
+ 2,5%	+
0	0
- 2,5%	-
- 5%	--

CONNECTION OUTLINE PT 100 ohm



HIGH VOLTAGE TERMINAL

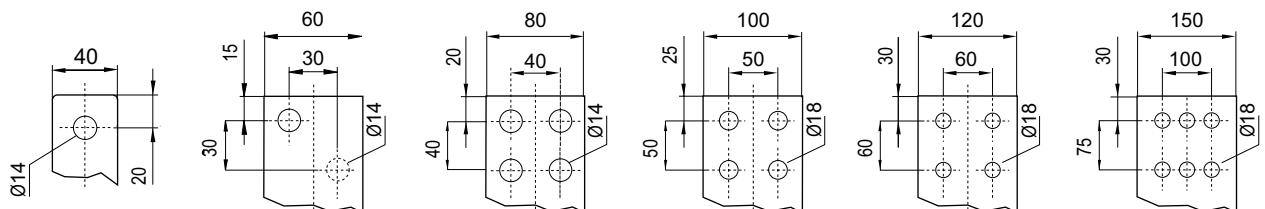


Description	A
Quantity	N° 1
Code Art.	1000 - 24PN
Envir.clim.& fire classes (CESI cert. AT-A1/009523)	E2 - C2 - F1
Rated Power	kVA 1.000
Rated Frequency	Hz 50
HV rating	kV 20
HV tapping adjustment	% ± 2 x 2,5
No - load LV rating	V 400
Material Conductor	HV / LV
Protection windings	HV / LV
Installation	Indoor
Cooling system	AN
HV Winding insulation level	kV 24 - 50 - 95
LV Winding insulation level	kV 1,1 - 3 - /
Vector group	Dyn11
HV connection	Delta
LV connection	Star + Neutral
HV - LV winding insulation class	F - F
Maximum ambient temperature	°C 40
Max temperature rise	HV-LV-Core
Height above sea level	m ≤ 1000
Technical guarantees are referred ratio	kV 20 / 0,4
No - load losses at Vn	W 2.300
Load losses	(75°C) W 9.600
Short circuit impedance	(75°C) % 6
No - load current at Vn	% 0,85
Sound pressure (LpA)	dBA 60
Dimensions (L x W x H)	mm 1560x1000x1860
Weight	Kg 2.300

STANDARD ACCESSORIES

N° 3 PT100 Ω - Connections plates for HV and LV terminals - Lifting eyes - Bi-directional rollers for lengthways or sideways travel - Rating plate - N° 2 grounding clamp - Tow attachment - Auxiliary terminal box IP 55 clamp.

LOW VOLTAGE TERMINAL



100 : 250 KVA

315 : 500 KVA

630 : 800 KVA

1.000 : 1.250 KVA

1.600 : 2.000 KVA

2.500 : 3.150 KVA

OUR PRODUCTION

RATED TECHNICAL CHARACTERISTICS

Rating (kVA)	Vcc (%)	I0 (%)	Lpo (dBa)	SERIE 12KV NORMAL LOSSES												SERIE 24 LOW LOSSES												SERIE 24 NORMAL LOSSES											
				SERIE 12KV NORMAL LOSSES				SERIE 12 LOW LOSSES				SERIE 24 NORMAL LOSSES				SERIE 24 LOW LOSSES				SERIE 24 NORMAL LOSSES				SERIE 24 LOW LOSSES															
				PCC (W)	PCC (75°) (W)	PCC (120°) (W)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	Weight (Kg)	P0 (W)	PCC (75°) (W)	PCC (120°) (W)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	Weight (Kg)	P0 (W)	PCC (75°) (W)	PCC (120°) (W)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	Weight (Kg)	P0 (W)	PCC (75°) (W)	PCC (120°) (W)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	Weight (Kg)								
100	4	51	400	1900	2200	1060	700	1.150	550	340	1900	2200	1060	700	1.150	550	480	1.950	2.250	1.100	700	1.150	550	380	1.950	2.250	1.100	700	1.150	550									
160	4	52	580	2700	3100	1070	700	1200	650	460	2700	3100	1070	700	1200	650	650	2600	3000	1120	700	1200	650	500	2600	3000	1120	700	1200	650	520								
250	4	53	800	3300	3800	1230	700	1.280	980	620	3300	3800	1230	700	1.280	980	880	3.300	3.800	1.260	700	1.250	1.000	670	3.300	3.800	1.260	700	1.250	1.000									
315	4	54	900	4200	4800	1280	800	1280	1050	700	4200	4800	1280	800	1280	1050	1000	4.000	4.600	1.330	800	1.270	1.100	800	4.000	4.600	1.330	800	1.270	1.100									
400	4	55	1050	5000	5750	1300	800	1350	1200	820	5000	5750	1300	800	1350	1200	1200	4.800	5.550	1.350	800	1.380	1.250	940	4.800	5.550	1.350	800	1.380	1.250									
500	4	56	1200	6000	6900	1340	800	1440	1350	960	6000	6900	1340	800	1440	1350	1400	5.900	6.800	1.370	800	1.460	1.400	1.100	5.900	6.800	1.370	800	1.460	1.400									
630	4	57	1450	7200	8300	1410	800	1550	1600	1050	7200	8300	1410	800	1550	1600	1650	6.900	7.950	1.440	800	1.560	1.700	1.270	6.900	7.950	1.440	800	1.560	1.700									
800	0,90	58	1650	8000	9200	1460	800	1.630	1.900	1.330	8000	9200	1460	800	1.630	1.900	2000	8.200	9.450	1.470	800	1.660	2.000	1.500	8.200	9.450	1.470	800	1.660	2.000									
1.000	0,85	60	2000	8800	10150	1500	1000	1.860	2200	1560	8800	10150	1500	1000	1.860	2200	2300	9.600	11.050	1.560	1000	1.880	2.300	1.750	9.600	11.050	1.560	1000	1.880	2.300									
1.250	0,80	63	2400	10400	12000	1620	1000	1.960	2700	1.870	10400	12000	1620	1000	1.960	2700	2700	11.800	13.600	1.660	1000	2.030	2.900	2.000	11.800	13.600	1.660	1000	2.030	2.900									
1.600	0,70	64	2800	12700	14600	1730	1000	2.100	3400	2200	12700	14600	1730	1000	2.100	3400	3100	14.000	16.100	1.770	1000	2.120	3.500	2.400	14.000	16.100	1.770	1000	2.120	3.500									
2.000	0,60	65	3800	15400	17700	1830	1300	2.220	4100	2800	15400	17700	1830	1300	2.220	4100	4000	17.000	19.550	1.880	1300	2.300	4.400	3.000	17.000	19.550	1.880	1300	2.300	4.400									
2.500	0,55	66	5000	20000	23000	2020	1300	2.290	5000	3300	20000	23000	2020	1300	2.290	5000	5000	20.000	23.000	2.020	1300	2.370	5.250	3.800	20.000	23.000	2.020	1300	2.370	5.250									
3.150	7	59	6000	22000	25300	2130	1300	2.430	6000	4500	22000	25300	2130	1300	2.430	6000	6000	23.000	26450	2.230	1300	2.450	6200	4800	23.000	26450	2.230	1300	2.450	6200									

We reserve ourselves to bring modifications to the data without no warning - you can find always the correct data in our web site: www.imefy.it



ОБМОТКА НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Обмотка низкого напряжения трансформатора реализована из единого алюминиевого листа за счет низкой диэлектрической способности алюминия. Такая технология гарантирует высокую сопротивляемость к осевым нагрузкам при коротком замыкании. Изоляция между витками обеспечивается благодаря использованию термостойкого предварительно импрегнированного с двух сторон изолирующего материала класса F.

Соединение выводных зажимов обмотки осуществляется методом аргонодуговой сварки (TIG) с применением сплава жидкого алюминия. Таким образом, достигается высокая элек-



трическая и механическая надёжность контакта, а также повышается уровень динамической устойчивости обмотки.

ОБМОТКА СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Обмотка среднего напряжения состоит из ряда катушек расположенных друг на друге и реализованных из алюминиевых полос. Высокий уровень изоляции между витками обеспечивается благодаря использованию высококачественного изолирующего материала и намоточных автоматических машин. После выведения терминалов катушка помещается в специальную форму, а затем в печь для полимеризации.

Процесс полимеризации происходит в печи под глубоким вакуумом. В качестве оболочки используется эпоксидная смола с кремниевым наполнителем, специально подготовленная турбосмесителями в условиях вакуума.

Данная технология изготовления обмотки, а именно: изготовленные в виде цилиндров концентрически расположенных на стержне магнитной системы, имеющих один виток в слое, обладает своими преимуществами : практически исключает возможность межвитковых коротких замыканий и пробоев.

Сухие трансформаторы компании IMEFY обладают уровнем сопротивления частичным разрядам ниже 5pC. Испытания на сопротивление частичным разрядам проводятся в лабораториях CESI в г.Милане.

Использование алюминия при реализации обмотки позволяет снизить до минимума динамическую неустойчивость оборудования, поскольку алюминий и эпоксидная смола при нагревании имеют очень близкие по значению коэффициенты расширения.

МАГНИТНЫЙ СЕРДЕЧНИК

Магнитный сердечник трансформаторов изготовлен из высококачественной листовой электротехнической стали с ориентированной зернистой структурой. При изготовлении сердечника используется полная схема шихтовки (с косым стыком пластин в 45°) по схеме «STEP-LAP», что позволяет снизить потери и ток холостого хода, а так же уровень шума трансформатора.

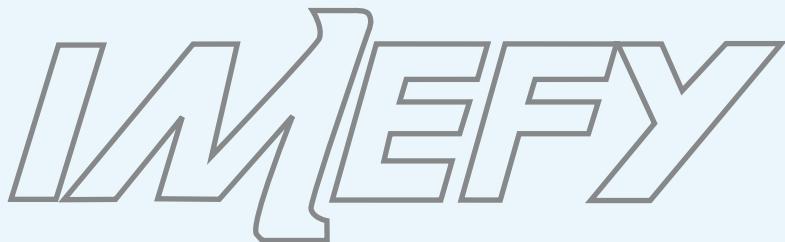


Sede:

IMEFY S.p.A.

Via Aretina, 194 - 52043 Castiglion Fiorentino AREZZO - ITALY

www.imefy.it

A large, stylized logo for IMEfy, consisting of the word "IMEFY" in a bold, blocky font. The letters are formed by thick, slightly curved lines that create a sense of depth and perspective, resembling a 3D effect.

IMEFY s.p.a.

Via Aretina, 194
52043 Castiglion Fiorentino
AREZZO - ITALIA
tel. +39 0575 680701
fax. +39 0575 657856
imefy@imefy.it
www.imefy.it



Sede:

IMEFY S.L.

Pol. Industrial "La Canada" Los Yebenes - Toledo - España

www.imefy.com