

Трансформаторы и реакторы компании SEA (Италия)

ООО “СЭА электроникс” представляет высокотехнологичные силовые трансформаторы и реакторы итальянской фирмы SEA (www.seatrasformatori.it), имеющей 50-тилетний опыт разработок в этом направлении. Вся продукция этой компании спроектирована, сконструирована и испытана согласно действующим нормам и самым современным стандартам европейского качества. Постоянными покупателями трансформаторов SEA являются такие гиганты как: ABB, SIEMENS, FERRARI и другие компании.

Распределительные трансформаторы семейства TTR с литой изоляцией из эпоксидной смолы

Общие характеристики

Трансформаторы TTR (см. рис .1) являются трансформаторами сухого типа с литой изоляцией и являются альтернативой традиционным масляным трансформаторам. Фирма SEA с 1975 года занимается разработкой и производством трансформаторов этого типа. Благодаря инновационным конструктивным решениям, универсальности применяемых компонентов, современному и технологически продвинутому оборудованию фирма занимает прочное место среди ведущих предприятий, работающих в этой отрасли.

Трансформаторы SEA семейства TTR разработаны для удовлетворения любых потребностей заказчиков и применяются как в повседневном электроснабжении, так и в электроснабжении ответственных узлов крупных промышленных предприятий, обеспечивая: охрану здоровья и максимальную безопасность. Используемые материалы являются самогасящимися и в случае возникновения пожара не выделяют ядовитых газов.

Трансформаторы TTR довольно экономичны в обслуживании, так как позволяют значительно сократить время, объемы периодических осмотров и операций по обслуживанию и нет необходимости следить за состоянием трансформаторного масла или силиконового геля, используемого для сушки воздуха. Трансформаторы крайне стойки к воздействию внешних факторов, возникающих при всевозможных нарушениях нормальной работы сети.

На всех этапах производства машин обеспечивается максимальный контроль качества, начиная с подготовки производственной документации и заканчивая протоколом заводских испытаний. Отсутствие легко воспламеняющейся жидкости существенно облегчает задачу проектировщика на стадии принятия конструкторских решений, придает ему больше свободы и гибкости для выработки оптимальных решений необходимых клиентам. Все эти преимущества особенно ценны там, где к оборудованию предъявляются жесткие требования в отношении пожаробезопасности и надежности. Например, при строительстве больниц, общественных заведений, аэропортов, метрополитенов, угледобывающих шахт, нефтедобывающих платформ, атомных электростанций, в судостроении и т.д.

Трансформаторы SEA соответствуют требованиям следующих стандартов: IEC 60076-11 и CENELEC HD 464 - HD 538. По желанию заказчика обеспечивается соответствие другим международным стандартам или специфическим требованиям заказчика.

Проектировочный и производственный потенциал SEA дает возможность удовлетворить самые разнообразные потребности клиентов (автотрансформаторы, модели применяемые с преобразователями тяговых установок, испытательных цехов и т.д. мощностью до 20MVA). SEA постоянно расширяет сферы применения своих трансформаторов, разрабатывая системы под конкретную специфику задач.



рис. 1

Электрические характеристики трансформаторов серии 12 кВ TTR-A 50 Hz, с напряжением первичной обмотки 12 кВ, для сети с частотой 50 Гц, напряжением вторичной обмотки 400В и с допустимой регулировкой $\pm 2 \times 2,5\%$ приведены в таблице 1, конструктивные характеристики - в таблице 2, 3 и на рис. 2, 3. Кроме этой серии, SEA производит еще подобные трансформаторы этого же семейства, серии: TTR-B (на 17.5 кВ), TTR-C (на 24 кВ) и TTR-D (на 36 кВ).

Таблица 1

Pot	кВА	100	160	200	250	315	400	500	630	(630)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Wfe	Вт	440	610	750	820	1000	1150	1350	1500	1370	1800	2000	2500	2800	3600	4300	5800
Wcc (75 °C)	Вт	1750	2350	2700	3050	3700	4250	5200	6350	6650	7500	8700	10500	12200	15500	18300	23000
Wcc (120 °C)	Вт	2050	2700	3100	3500	4250	4900	6000	7300	7650	8600	10000	12050	14000	17800	21000	26350
Vcc(75°C)	%	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	7
loo	%	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65
Lwa	дВ(А)	59	62	63	65	66	68	69	70	70	72	73	74	76	78	81	84
Lpa 1m	дВ(А)	47	49	50	52	53	55	56	57	57	58	59	60	61	63	66	68

Сокращения: Pot - номинальная мощность, Wfe - потери без нагрузки, Wcc-потери с нагрузкой, Vcc - напряжение короткого замыкания, loo – ток холостого хода, Lwa – уровень звуковой мощности, Lpa- уровень звукового давления

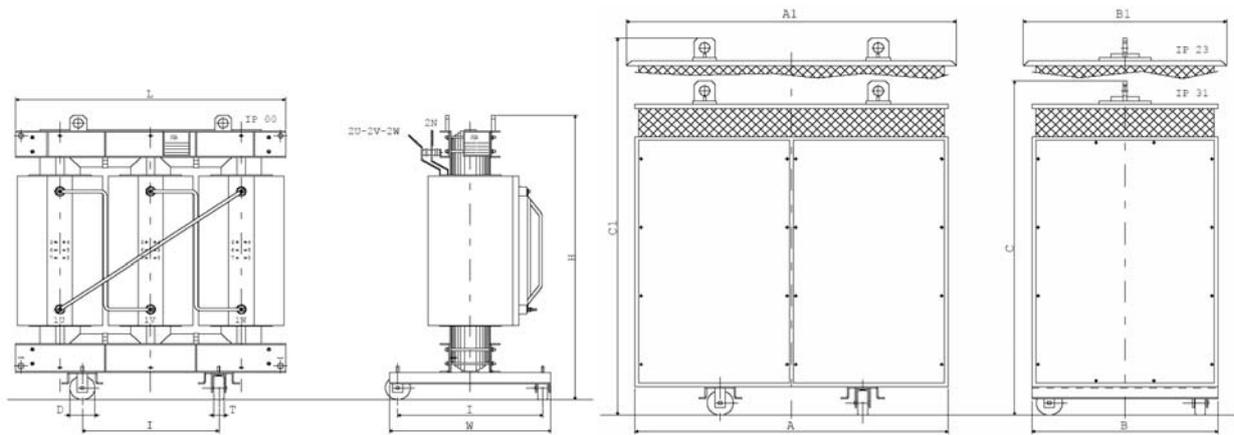


рис. 2

Таблица 2

Pot (kVA)	100	160	200	250	315	400	500	630	(630)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Трансформатор с IP00																
L (мм)	1130	1230	1270	1320	1380	1470	1520	1560	1560	1630	1690	1770	1840	1940	2060	2190
W (мм)	665	695	700	710	790	805	815	820	860	835	970	970	975	1270	1270	1270
H (мм)	1100	1150	1180	1300	1350	1430	1510	1590	1590	1700	1840	1870	2080	2170	2330	2380
I (мм)	520	520	520	520	670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070	1070	1070
D (мм)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	150	150	150	200	200	200
T (мм)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	60	60	60	70	70	70
Pt (кг)	600	750	850	980	1150	1400	1550	1750	1750	2000	2450	2950	3550	4150	5000	6100
Корпус IP 20/IP 21/IP 31																
A (мм)	1550	1550	1550	1750	1750	1750	1950	1950	1950	1950	2150	2150	2350	2350	2750	2750
B (мм)	895	895	895	995	995	995	1195	1195	1195	1195	1195	1195	1395	1395	1545	1545
C (мм)	1630	1630	1630	1980	1980	1980	2200	2200	2200	2200	2440	2440	2690	2780	3050	3050
Pa (кг)	250	250	250	300	300	300	400	400	400	400	450	450	550	550	700	700
Корпус IP 20/IP 21/IP 31																
A1 (мм)	1830	1830	1830	2030	2030	2030	2230	2230	2230	2230	2430	2430	2590	2590	2990	2990
B1 (мм)	1180	1180	1180	1280	1280	1280	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1640	1640	1790	1790
C1 (мм)	1530	1530	1530	1880	1880	1880	2100	2100	2100	2100	2340	2340	2540	2630	3050	3050
Pa1 (кг)	250	250	250	300	300	300	400	400	400	400	450	450	550	550	700	700
PBT (A)	500	500	500	500	750	750	750	1000	1000	1300	1600	2000	2500	3100	3800	4600
PMT (A)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	400

Размеры шин подключения

Низковольтные терминалы

Высоковольтные терминалы

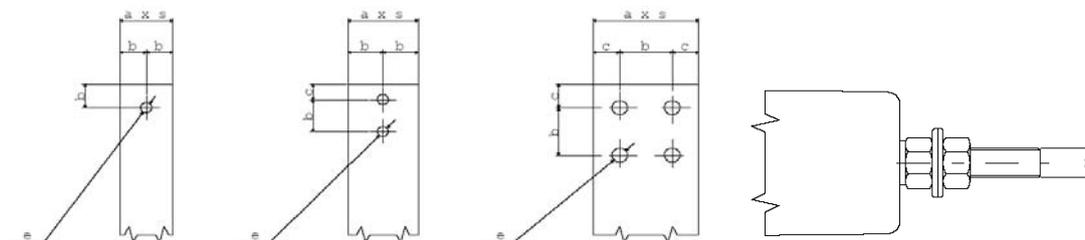


рис. 3

Таблица 3

PBT	A	500	750	1000	1300	1600	2000	2500	3100	3800	4600			
PMT	A											250	400	630
Fig.		1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4
a	mm	40	60	80	80	100	100	120	120	120	140	-	-	-
s	mm	5	6	6	8	8	10	10	12	15	15	-	-	-
b	mm	20	30	40	40	50	50	60	60	60	70	-	-	-
c	mm	-	-	20	20	25	25	30	30	30	35	-	-	-
e	mm	13	13	13	13	18	18	18	18	18	18	-	-	-
M												12	16	19

Технология производства

Низкий уровень магнитных потерь в трансформаторах семейства TTR обусловлен применением высококачественных материалов с высокой магнитной проницаемостью (ориентированная структура стали), изолированных между собой неорганическим изоляционным материалом (карлитом). Магнитный пакет запрессован в профиль из оцинкованного листового металла. Изоляция и окраска сердечника соответствуют диапазону температурного класса «F». Особая форма исполнения сердечника (см. рис. 4) позволяет создавать соединения, называемые "STEP-LAP", которые имеют низкий уровень шума и низкие потери холостого хода.

Токоведущая часть обмотки низкого напряжения выполнена из алюминиевой фольги, изолированной диэлектрической пленкой класса «F». Сборка обмотки выполняется по технологии «pre-press» с сушкой в печи. Выводы обмотки НН выполнены из набора алюминиевых пластин, сваренных в инертной среде и жестко закрепленных к каркасу при помощи опорных изоляторов. Такая конструкция обеспечивает: повышенную стойкость к влажности и агрессивной промышленной среде, большую диэлектрическую прочность, высокую электродинамическую стойкость трансформатора в режиме короткого замыкания. По желанию заказчика обмотки могут быть выполненными из меди или изготовлены со специфическими свойствами.

Обмотка среднего напряжения (СН) изготавливается автоматическими и состоит из набора катушек выполненных из ленточного алюминия. Изоляция между витками выполняется с помощью полиэфирной пленки. Катушка армируется стекловолокном, подвергается глубокой сушке и в последствии заливается в вакууме эпоксидной смолой класса «F», смешанной с кварцем и тригидрооксидом алюминия. Благодаря обработке достигаются превосходные механические характеристики и соответствие классам С1 и С2 нормативной документации CENELEC. Многолетний опыт использования автоматического оборудования на стадии производства (контролирующего все процессы производства) позволяет обеспечить крайне низкий уровень частичных разрядов и как следствие надежность и продолжительность срока службы. Выводы регулировки напряжения (как правило, $\pm 2 \times 2,5\%$) выполнены непосредственно по центру обмотки, контактные соединения осуществляются с помощью латунных перемычек (пластин), фиксируемых болтами.

Благодаря тщательности и точности осуществления окончательной сборки, достигается высокая стойкость трансформаторов к электродинамическим усилиям, возникающим при коротких замыканиях. Обмотка низкого напряжения насаживается на сердечник и удерживается в этом положении при помощи специальных пластин из стекловолокна. Вводы низкого напряжения, выполняются из медных шин, соединяются между собой и фиксируются на профиле сердечника с помощью стекловолоконных распорок. Обмотка среднего напряжения фиксируется изолирующими распорками, с расчетом возникновения температурных расширений под воздействием тока нагрузки.

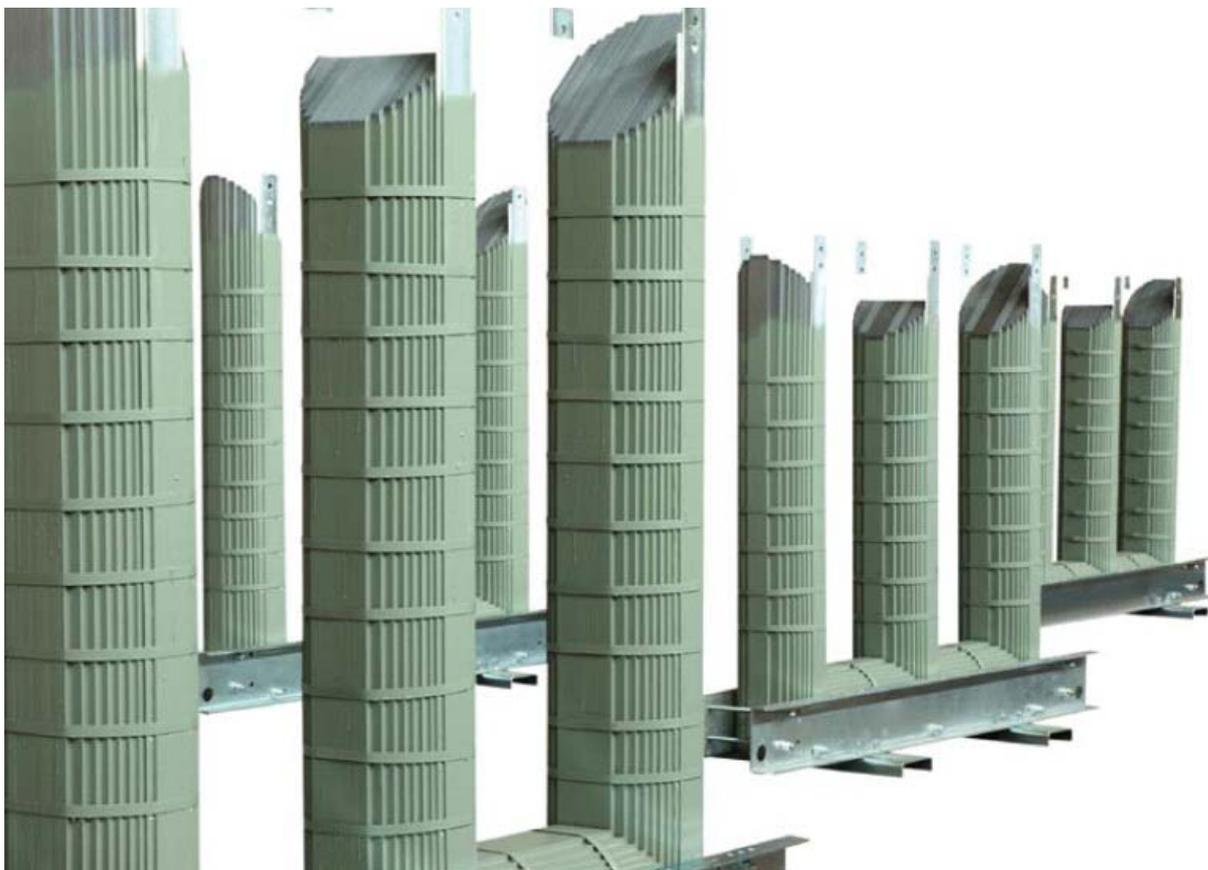


рис. 4

Типовые испытания

Все трансформаторы подвергаются типовым испытаниям на испытательном стенде согласно предписаниям нормативной документации IEC60076-11 (см. рис. 5), в частности: измерение сопротивления обмоток, измерение коэффициента трансформации и контроль соединения обмоток, измерение потерь и напряжения короткого замыкания, измерение потерь и тока холостого хода, проверка изоляции повышенным напряжением, проверка витковой изоляции, измерение частичных разрядов. По желанию могут быть проведены все типовые и специфические испытания, предусмотренные нормативно-технической документацией заказчика: нагрев трансформатора под нагрузкой (имитация), метод последовательного включения машин (проверка потерь), устойчивость к грозовым и остаточным перенапряжениям, измерение уровня шума, измерение содержания гармонических составляющих тока холостого хода, измерение полярного сопротивления, измерение емкостей обмоток, испытание динамической стойкости току короткого замыкания (проводятся в независимой аккредитованной лаборатории), испытание на огнестойкость и проверка соответствия климатическим классам (проводятся в независимой аккредитованной лаборатории), другие специфические испытания, по желанию заказчика (электромагнитная эмиссия, тепловые удары и пр.).

Предприятие SEA располагает объемным архивом результатов типовых и специфических испытаний произведенных трансформаторов, которые эксплуатируются во всем мире. Эта информация всегда доступна для клиентов и может быть в любой момент использована. По результатам испытаний с образцом смолы проведенных в соответствии с нормативной документацией CR1 20-37, установлен коэффициент токсичности менее чем 0,1%, выделяемых при горении газов; испытания повышенной температурой (симуляция пожара), проведенные в испытательном центре "CESI", Милан. Испытательный образец состоял из фазы трансформатора {сердечник, обмотка НН, обмотка СН} трансформатора фирмы «SEA» 1600 кВА (сертификат BC-96/025387); испытания изоляционных материалов, центр IMQ. При проведении испытания на токсичность образцов смолы аналогичных используемым выданные сертификаты № 0150436 от 03/08793.

По климатике, трансформаторы SEA семейства TTR соответствуют классам сред EO, E1 и E2, способность трансформатора выдерживать особые условия эксплуатации и влажности признана удовлетворительной. Центром CESI успешно проведены испытания, удостоверяющие соответствие классам E1, E2, сертификат AT- 96/014963, сертификат AT- 97/011469. Центром CESI успешно проведено испытание, удостоверяющее соответствие классам C1 и C2 (сертификат AT-97/006808); испытания при низких температурах. Центром CESI проведено испытание тепловых циклов (4 цикла от -20°C до +20°C в течение суток), сертификат MP-10925. В лаборатории MAGRINI успешно проведено испытание на тепловой удар при -50°C, сертификат RP LS 05/205.

На динамическую стойкость при коротком замыкании было так же проведено множество испытаний трансформаторов TTR в испытательном центре CESI в Милане, где были выданы соответствующие сертификаты для машин разной мощности и классов напряжения.

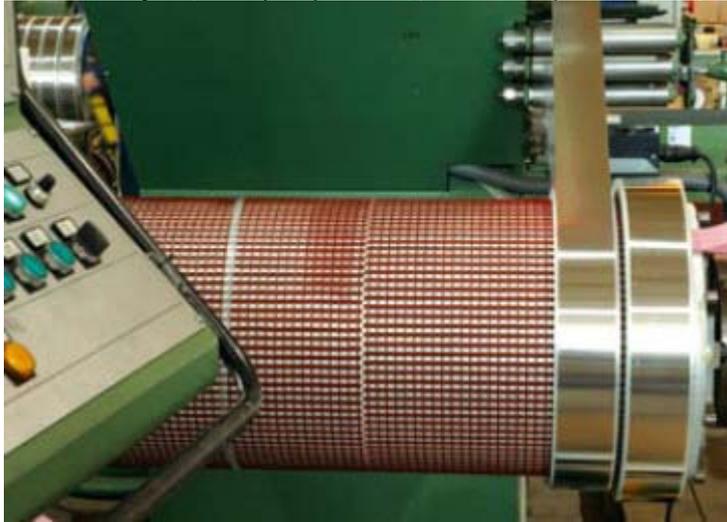


рис. 5

Таблица 4

Класс изоляции (кВ)	Расстояние от глухой и гладкой стены (мм)	Расстояние от решетчатой или неровной стены (мм)
7,2	90	300
12	120	300
17,5	160	300
24	220	300
36	320	400

Установка

Сухие трансформаторы семейства TTR рассчитаны на выдачу номинальной мощности в соответствии с условиями применения, описанными в 8 нормативной документации IEC 60076-11. Тяжелые условия эксплуатации, такие как высота над уровнем моря более 1000 метров, температура окружающей среды выше 40°C, присутствие перенапряжений, гармонических составляющих или перегрузок, подвергают трансформатор динамическому, механическому и тепловому старению. Эти воздействия необходимо учитывать на стадии проектирования машины, чтобы не поставить под угрозу надежность электроснабжения потребителей и не уменьшить срок службы аппарата. Для обеспечения продолжительного срока службы трансформаторов, надежной эксплуатации при минимальном техобслуживании не рекомендуется их хранение и установка в местах с повышенной влажностью, загрязненных или запыленных местах.

Многие токоведущие части трансформаторов с литой изоляцией являются легкодоступными. Обмотки и соединительные шины, как правило, покрываются резиновой изоляцией, но, тем не менее, должны рассматриваться как узлы машины, находящиеся под напряжением. В связи с этим доступ неквалифицированного персонала и посторонних лиц к машине должен быть ограничен. Трансформаторные помещения должны быть хорошо вентилируемыми (не менее 4,5 м³/мин. на 1 кВт/ч потерь). Расстояния от заземленных частей электроустановки до токоведущих частей машины должны соответствовать предписаниям действующей нормативной документации и в любом случае должны быть не менее указанных в таблице 1 значений.

Стандартные решения предусматривают поставку трансформаторов с классом защиты IP00. По желанию заказчика трансформатор может быть поставлен в комплекте с защитным кожухом, выполненным с предварительно согласованным классом защиты. В таком случае машина

будет надежно защищена от постороннего и нежелательного доступа. Тем не менее, размеры защитного кожуха не должны ограничивать качественный отвод тепла при работе машины, а расстояния до токоведущих частей должны быть соблюдены. Между стенками кожуха и корпусом аппарата всегда остается не менее 500 мм, чем обеспечивается необходимый воздухообмен и доступность частей и узлов трансформатора при проведении текущего техобслуживания.

В трансформаторах SEA типа TTR стандартного исполнения выводы обмоток выполнены с применением шинных соединений. Правила подключения кабельных линий и иных токоведущих частей электроустановки ничем не отличаются от общепринятых стандартов мировой практики. С целью обеспечения механической стойкости машины при электродинамических воздействиях (ударных токов КЗ) рекомендуется надежное крепление кабельных вводов и токоведущих шин на независимых конструкциях непосредственно перед вводами трансформатора на определенном расстоянии от обмотки (см. таб. 4 и 5, рис. 6 и 7). Оболочки кабелей должны рассматриваться как заземленные части электроустановки со всеми вытекающими последствиями. По желанию заказчика могут выполняться нестандартные контактные соединения для обеспечения более удобных монтажных и эксплуатационных условий.

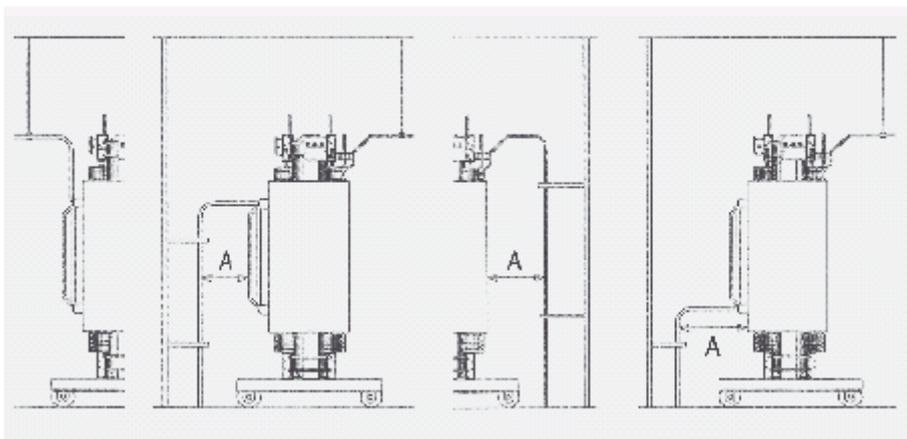


рис. 6

Таблица 5

кВ	12	17,5	24	36
A (мм)	120	180	240	360

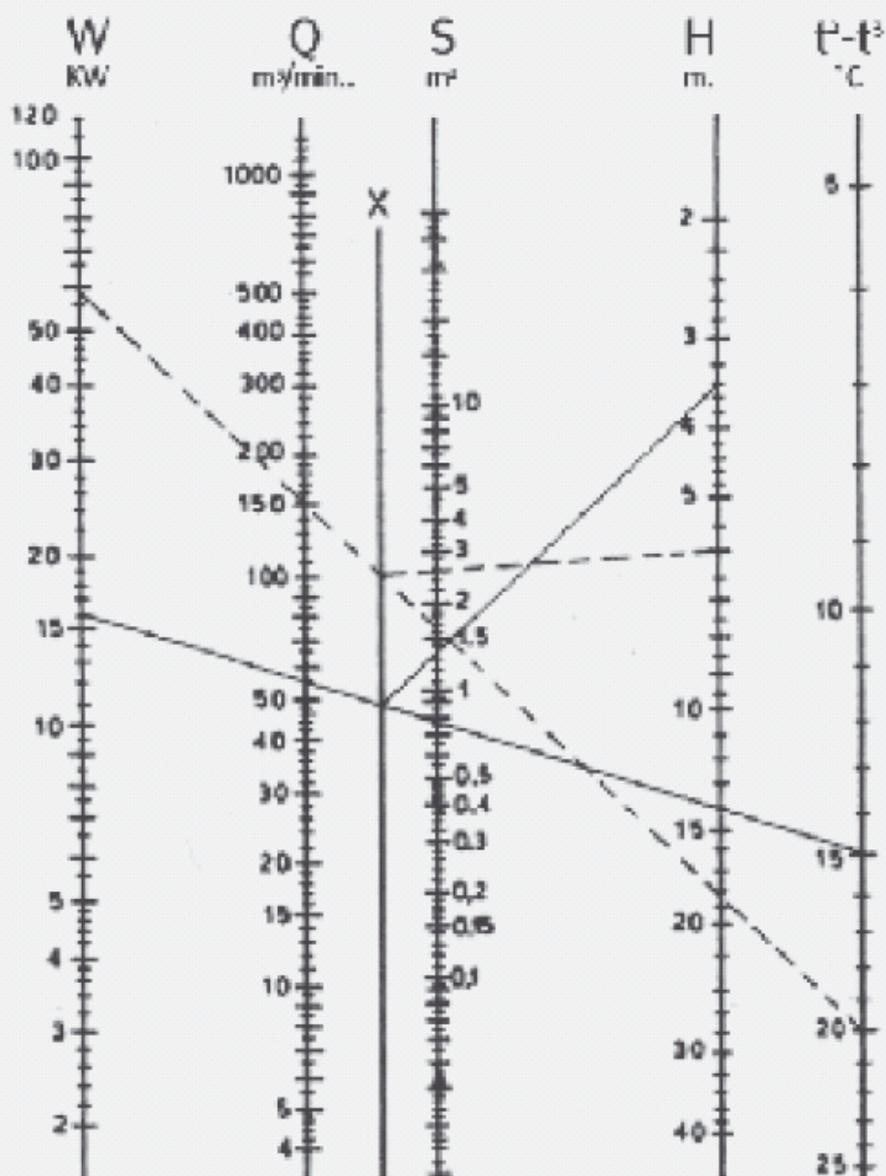
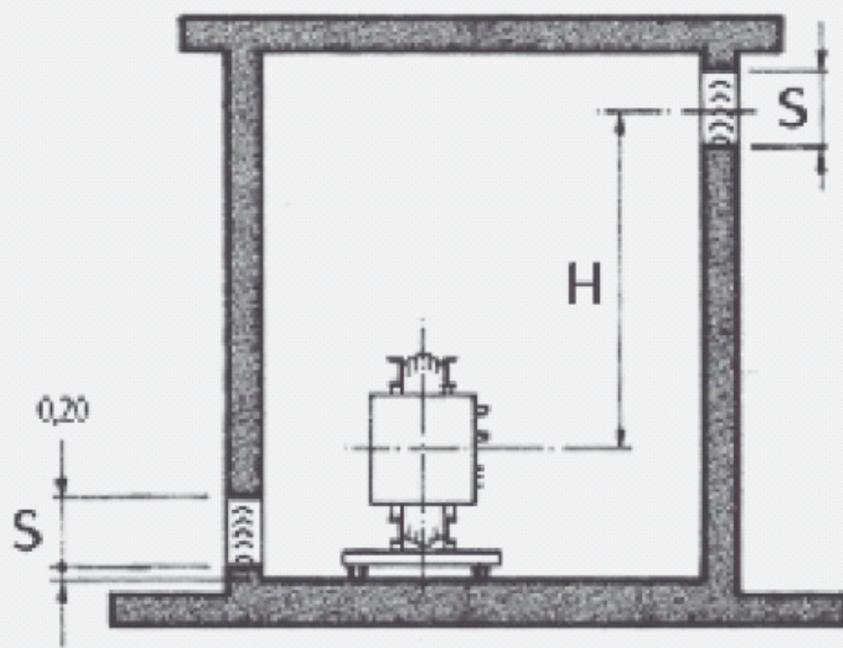


рис.7

Аксессуары

Аксессуары, входящие в комплект поставки: 4 двунаправленных колеса; 2 заземлителя; 1 типовая табличка; 2 или 4 анкерных кольца (в зависимости от мощности и габаритов); 4 анкерных кольца для буксировки; клеммный ящик; резьбовые штифты с болтами для крепления вводов среднего напряжения.

Терморезисторы РТ 100, устанавливаются при необходимости для контроля температуры обмотки низкого напряжения и сердечника трансформатора. В соединении с передатчиком позволяют использовать температурные показания в АСУ ТП системах.

Блок управления и сигнализации для датчика температуры РТ100 имеет два релейных контакта, обычно используемых в цепях сигнализации и защиты (отключение по факту превышения температуры уставки), а также вспомогательный контакт для управления блоком принудительной вентиляции АФ при его наличии.

Термозонды РТС устанавливаются для контроля температуры обмотки низкого напряжения или сердечника. Работают в паре с электронным блоком, который срабатывает при превышении температуры контролируемой точки над температурой уставки блока контроля. Не имеют функции показа текущей температуры среды.

Реле для термозондов РТС. Устанавливаются непосредственно на трансформаторе или поставляются отдельно под заказ.

Система быстрого соединения, вилочного типа (разъем вмонтированный в трансформатор). Ввода СН снабжаются приемным разъемом для соединения с кабелем СН, оборудованным соответствующим наконечником. Если все вводы трансформатора оборудованы контактными разъемами такого типа, машина может быть установлена снаружи. При таком типе контактного соединения допустимо проведение соединительных работ под напряжением, но без нагрузки. В любом случае необходимо руководствоваться действующей нормативной документацией при работе с оборудованием под напряжением.

Контактная система „Elastimold“, среднего напряжения предназначена для выполнения контактных соединений с помощью специальных разъемов, которыми снабжается как трансформатор, так и кабельный ввод. Система позволяет произвести быстрое подключение кабелей и одновременно выполняет функцию изолирующих наконечников для вводов трансформатора. Выбор наконечников на вводах трансформатора связан с типом применяемого кабеля. При заказе этой опции просим прилагать техпаспорт кабеля. Противовибрационные демпферы состоят из специальной резины, поставляются под заказ и используются под установочные колеса машины. Позволяют значительно снизить уровень вибрации, уровень шума и механический резонанс. Для применения в особых условиях эксплуатации, возможна разработка и поставка противовибрационных демпферов, выполненных по технической спецификации заказчика.

Защитный кожух для выводов переключателя обмотки СН, изготовлен из плексигласа (оргстекло). Защитный кожух, закрывает контактные соединения выводов переключателя обмотки СН. При установке трансформатора в легко доступных местах или в условиях сильной запыленности и т.п., узел переключателя должен быть защищен. Для вспомогательных цепей защищенного типа предусмотрен дополнительный клеммный короб.

Комплект вентиляторов для принудительного охлаждения включает от 2 до 6 вентиляторов в зависимости от мощности трансформатора. Вентиляторы закрепляются непосредственно на трансформаторе. Обдув позволяет увеличить номинальную мощность машины до 25-40% в зависимости от потребности конкретного заказчика. Для управления вентиляторами предусмотрен шкаф автоматики обдува трансформатора ШАОТ (заказывается отдельно).

Электростатический экран между первичной и вторичной обмотками позволяет снизить емкостную связь между обмотками. Благодаря экрану резко сокращается уровень перенапряжений, передаваемых между обмотками.

Служба сервиса SEA предоставляет квалифицированную техническую помощь, необходимую при монтаже, эксплуатации или техническом обслуживании трансформаторов любых типов.

Купить трансформаторы и реакторы фирмы SEA можно в офисе официального дистрибьютора в Украине - ООО “СЭА Электроникс” (отдел электротехнической продукции), e-mail: info@sea.com.ua, тел. 044 296-24-00, факс 044 296-24-10.

Продолжение следует в следующем номере Электрика.