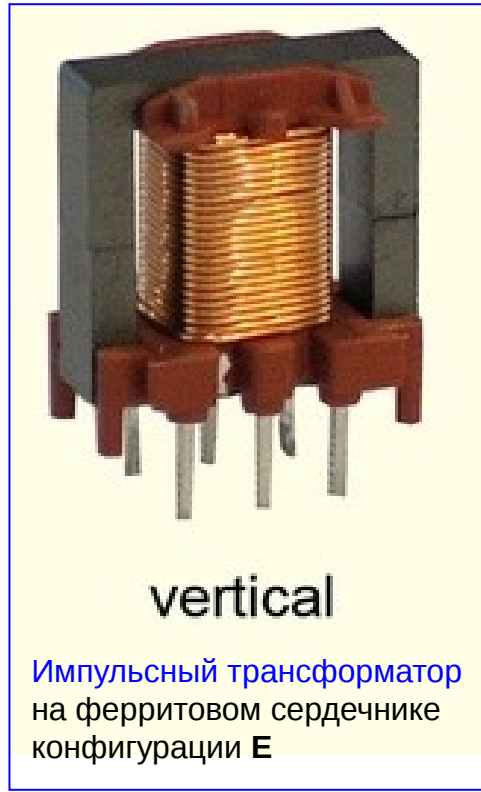


Глава 3. ТРАНСФОРМАТОРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

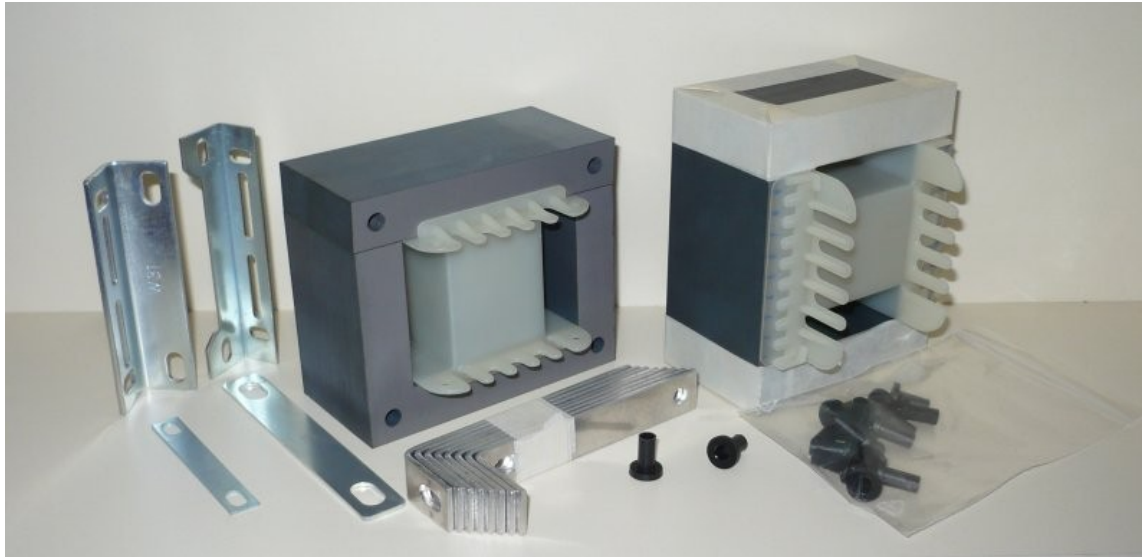


Трансформаторы малой мощности

Трансформаторы включают в себя **две функциональные части:**

электрическую – обмотки из провода, как правило, медного;

магнитную – магнитопровод из магнитного материала с высокой магнитной проницаемостью .



Комплектующие для трансформаторов производства Германии:
марка стали М6/М111-0,35мм с направленной структурой и
дополнительным отжигом в специальной среде после штамповки

Трансформаторы малой мощности

Магнитопровод используют для обеспечения индуктивной связи между обмотками с практически единичным коэффициентом магнитной связи.

В трансформаторах малой мощности, работающих в частотном диапазоне от нескольких Гц до десятков кГц, включая трансформаторы питания на 50 и 400 Гц, широко применяются витые ленточные сердечники, образующие броневую, стержневую и тороидальную конструкции магнитопровода. При этом ленточные сердечники бывают двух видов – замкнутые и разъемные, т.е. разрезные.

Конфигурация магнитопровода определяет название трансформатора: тороидальный трансформатор, стержневой трансформатор, броневой трансформатор.

Трансформаторы малой мощности

Тороидальные трансформаторы имеют замкнутые магнитопроводы с **круглым окном**, а обмотки с изоляцией уложены непосредственно на магнитопровод с охватом его сечения.



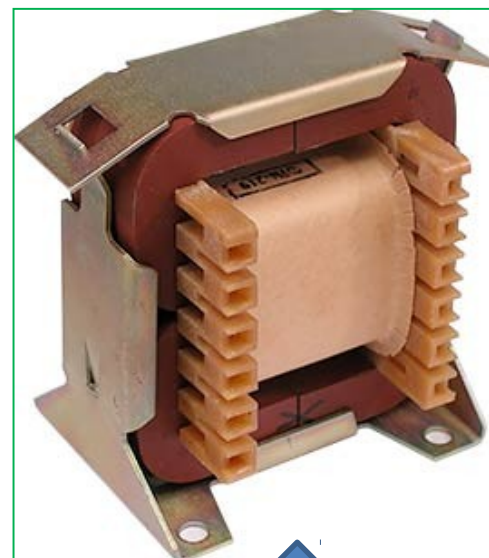
Тороидальный многообмоточный трансформатор

Стержневые и броневые трансформаторы, как правило, имеют разъемные магнитопроводы с **прямоугольным окном**. В этом случае обмотки с изоляцией наматываются отдельно на изоляционную гильзу или каркас, образуя **катушку**, которую устанавливают на стержень **временно разомкнутого** магнитопровода, охватывая его сечение. Затем магнитопровод смыкают.

Трансформаторы малой мощности



Трансформатор стержневой
конструкции

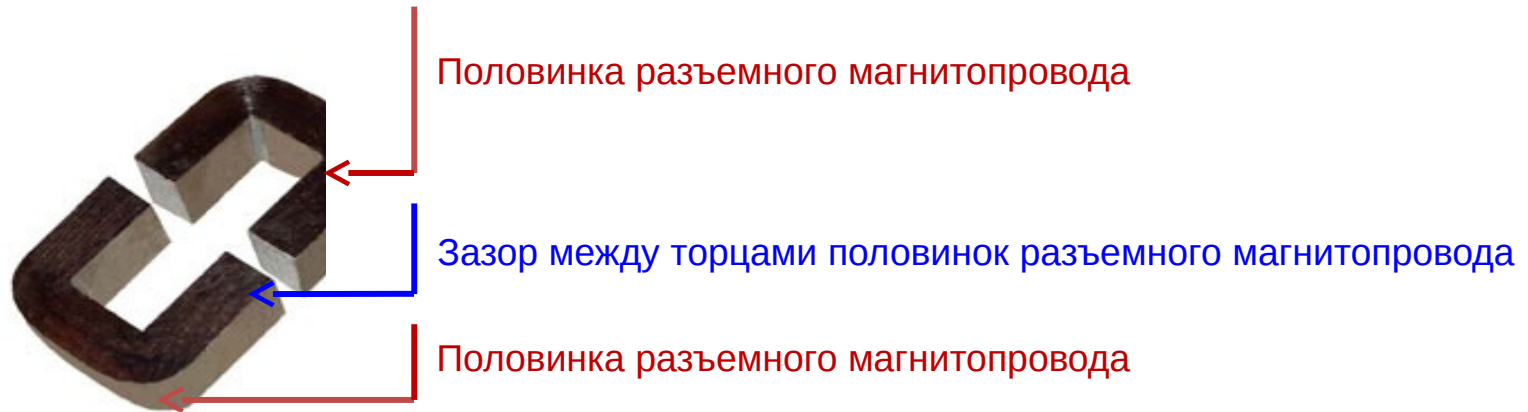


Трансформатор броневой
конструкции

Трансформаторы малой мощности

Преимущество стержневых и броневых трансформаторов по сравнению с тороидальными заключается в простоте технологии **автоматической** намотки на станке.

Основным недостатком броневых и стержневых трансформаторов является пониженная эффективность использования материала магнитопровода **из-за неизбежного зазора между торцами половинок разъемного магнитопровода**.



Трансформаторы малой мощности

Зазор между торцами половинок **разъемного** магнитопровода **приводит к ухудшению** энергетических и электромагнитных характеристик трансформаторов: возрастают потери в магнитопроводе (соответственно уменьшается КПД и увеличивается перегрев), уменьшается индуктивность намагничивания (соответственно возрастает ток холостого хода, снижается $\cos\phi$, а в широкополосных трансформаторах возрастают частотные искажения).

Кроме того, **недостаточная жесткость конструкции** в целом **приводит к тому, что из-за магнитострикции возникают акустические и структурные шумы**. Этот фактор имеет большое значение, в частности, для акустической аппаратуры. Для снижения уровня шума приходится снижать магнитную индукцию в магнитопроводе трансформатора, а это сопровождается увеличением массогабаритных параметров трансформаторов.

Трансформаторы малой мощности

Отмеченные недостатки в тороидальных трансформаторах отсутствуют. Однако по сравнению с броневыми и стержневыми трансформаторами в тороидальных трансформаторах имеет место ограничение на величину тока в обмотках. Это обусловлено ограниченным сечением из-за необходимости сохранить гибкость круглых обмоточных проводов. Применение же гибких многожильных проводов (также ограниченного сечения) снижает коэффициент заполнения окна медью. Использование же гибких плоских проводников большого сечения, в частности медной ленты, неэффективно из-за конфигурации окна магнитопровода. Другим существенным недостатком является пониженная теплопередача в окружающую среду от закрытого обмотками магнитопровода. Перечисленные факторы ограничивают мощность и снижают энергетические характеристики тороидальных трансформаторов. Кроме того, круглая конструкция затрудняет плотную компоновку трансформаторов в модуле или приборе, что также можно отнести к недостаткам тороидальных трансформаторов.

Трансформаторы малой мощности

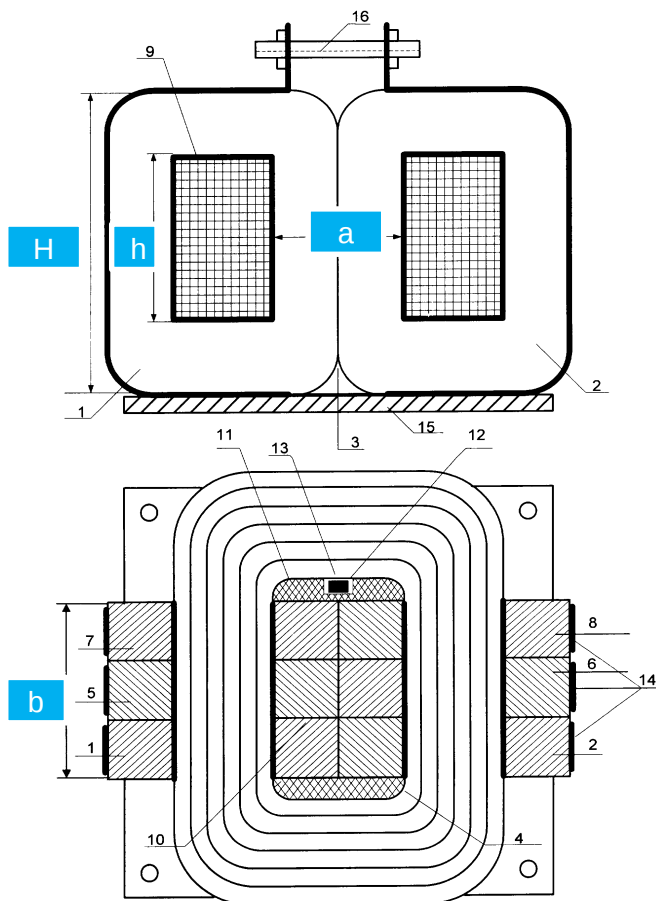
Указанные обстоятельства приводят к выводу: целесообразно сочетать преимущества тороидальных трансформаторов и трансформаторов броневой или стержневой конструкции, имеющих магнитопровод с прямоугольным окном.

На достижение указанного технического результата направлено, например, изобретение «Трансформатор малой мощности броневой конструкции» (Патент России RU 2316841).

Трансформатор включает броневой магнитопровод, состоящий из одинаковых витых ленточных сердечников с прямоугольным окном, сдвоенных в среднем стержне. Обмотки уложены непосредственно на средний стержень, образуя после пропитки с броневым магнитопроводом монолитную конструкцию, при этом отношение ширины среднего стержня b к его толщине a выдерживается в пределах $1 < b/a \leq 4$.

Как показывают расчеты, за пределами указанного соотношения при прочих равных условиях существенно возрастают масса и габариты предложенного трансформатора.

Трансформатор малой мощности броневой конструкции



Трансформатор малой мощности броневой конструкции включает броневой магнитопровод, выполненный из одинаковых витых замкнутых ленточных сердечников с прямоугольным окном 1, 2, 5, 6, 7, 8, сдвоенных в среднем стержне 3 (пары 1 и 2, 5 и 6, 7 и 8).

Стержень охвачен изолированными обмотками 4, уложенными непосредственно на него. Грани магнитопровода оклеены листовой изоляцией 9. На торце среднего стержня 3 наклеены скругленные по ходу намотки и перпендикулярные ему изоляционные прокладки 10, 11, ширина их составляет не более толщины стержня, а длина - менее высоты окна магнитопровода h и не более высоты магнитопровода H . Одна из прокладок имеет паз 12, перпендикулярный ходу намотки. В нем размещается вывод обмотки 13 в виде шины. Глубина паза равна толщине шины, а ширина несколько превышает ширину шины. На чертеже также показано крепление трансформатора, состоящее из стяжных лент 14, приваренных к основанию 15, и шпилек с гайками 16, стягивающих ленты и весь остов трансформатора с магнитопроводом.

Трансформатор малой мощности броневой конструкции.

Патент России RU 2316841

Трансформаторы малой мощности

С целью унификации конструкции трансформатора и возможности вариации его габаритов магнитопровод может состоять **из ряда сдвоенных сердечников**, расположенных по одной оси симметрии и соприкасающихся друг с другом торцевыми поверхностями. Унификация конструкции достигается, в частности, применением стандартных сердечников из ряда ПЛ и ШЛ по ГОСТ 22050-76.

Такая конструкция позволяет реализовать коэффициент заполнения окна магнитопровода медью, равный **(0,5-0,55)**.

Удельные массогабаритные характеристики таких трансформаторов в **(1,5-1,6)** **раза** выше, чем у трансформаторов известных конструкций, а КПД на **(1,5-2)%** выше.

Уровень акустического и структурного шума в силовом трансформаторе **(1-1,5)** **порядка** ниже, чем у трансформаторов известных конструкций.

Трансформаторы малой мощности

Известны трансформаторы броневое типа, в которых обмотки расположены на центральных стержнях двух витых сердечников, образующих магнитопровод. Такую конструкцию имеют унифицированные трансформаторы питания типов ТА, ТН, ТАН, ТПП, ТБС и другие. Однако они обладают небольшой относительно объема поверхностью охлаждения и тем меньше, чем больше мощность трансформатора. Это объясняет тот факт, что унифицированные трансформаторы ограничены **МОЩНОСТЬЮ В ОДИН КИЛОВАТТ**. Тем более, что экранирование обмотки магнитопроводом снижает габаритную мощность трансформатора.

Унифицированные трансформаторы питания



Унифицированные трансформаторы питания



Трансформатор ТА 163-220-50



Трансформатор ТАН 3-127/220-50

Унифицированные сетевые анодные трансформаторы марки ТА 1 – ТА177 броневой конструкции 50Гц



Унифицированный низковольтный анодный трансформатор типа ТА , выполнен на ленточном магнитопроводе и предназначен для питания специальной аппаратуры от сети переменного тока с напряжением 127/220В, частотой 50Гц.

В зависимости от мощности трансформаторы изготавливаются:

- В двух конструктивных исполнениях – броневом и стержневом типов.

- На сердечниках: ШЛ12х12,5, ШЛ12х16, ШЛ12х20, ШЛ12х25, ШЛ20х20, ШЛ20х25, ШЛ20х32, ШЛ20х40, ШЛМ25х25, ШЛМ25х32, ШЛМ25х40, ПЛ16х32х65, ПЛ16х32х80, ПЛ20х40х50, ПЛ20х40х60, ПЛ20х40х80, ПЛ20х40х100, ПЛМ22х32х58, ПЛМ27х40х36, ПЛМ27х40х46, ПЛМ27х40х58.

Трансформаторы ТПП



Малогабаритные трансформаторы малой мощности типа ТПП отличаются низкими напряжениями на вторичных обмотках. Они предназначены для работы в устройствах, собранных на полупроводниковых приборах в радиоэлектронной аппаратуре, аппаратуре средств связи и электронно-вычислительных машинах, а также в бытовой РЭА при питании от промышленной и специальной сети переменного тока напряжением 40, 115, 127 и 220 В с частотой 50 и 400 Гц. Эти трансформаторы охватывают широкий диапазон напряжений и токов при мощности до 500 В-А.

Трансформаторы малой мощности

На устранение недостатков унифицированных трансформаторов питания типов ТА, ТН, ТАН, ТПП, ТБС направлено изобретение «Однофазный броневой трансформатор», Патент России RU 2208859.

Задача изобретения состоит в уменьшении расхода активных материалов (электротехнической стали и обмоточного провода) и повышении жесткости и технологичности конструкции трансформатора, обеспечивающей заданный перегрев и уровень вибрации и шума.

Предлагаемое изобретение содержит общие с прототипом признаки: магнитопровод, образованный $n > 2$ витыми разрезными сердечниками, расположенными радиально, и обмотки, которые выполнены цилиндрическими и размещены в полости, образованной сердечниками и их окнами. От прототипа заявляемое изобретение отличается тем, что в качестве магнитопровода используются витые разрезные сердечники со специальной формой поперечного сечения, которые скреплены одной стяжкой из листа электротехнической стали, используемой в качестве активного материала (стали), а также бандаж из листового теплопроводного материала, который, будучи плотно посаженным на внешнюю поверхность магнитопровода, придает трансформатору окончательную жесткость и прочность, при этом бандаж выполнен с ребрами охлаждения в виде высеченных из него лепестков, отогнутых внутрь.

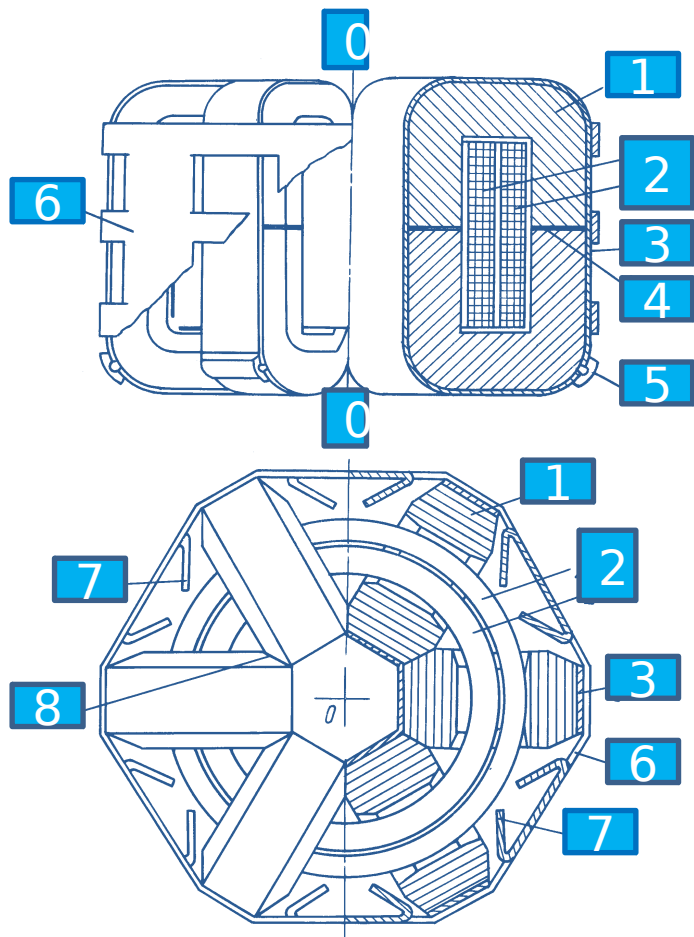
Трансформаторы малой мощности

Специальная форма поперечного сечения сердечников реализуется с помощью скосов на внешней стороне их боковых граней, которые плотно прилегают друг к другу в собранном магнитопроводе, образуя практически сплошную область прямой полый призмы, причем ее внутренняя поверхность прижата к наружной призматической поверхности стяжки. Смещению сердечников препятствуют: в аксиальном направлении - в основном стяжка, в радиальном направлении - стяжка и бандаж, а в тангенциальном направлении - бандаж и практически сплошная призматическая область магнитопровода. Это обеспечивает прочность и технологичность конструкции, а также снижает вибрацию и шум трансформатора.

При осуществлении изобретения «Однофазный броневой трансформатор», Патент России RU 2208859 **может быть получена экономия стали в 1,4-2,2 раза и меди в 1,3-1,1 раза.**

На следующем слайде показана конструкция 2-х обмоточного броневого трансформатора с радиальным размещением витых разрезных сердечников, скрепленных стяжкой и бандажом, где 1 - витой разрезной сердечник, 2 - обмотки, 3 - стяжка из электротехнической стали, 4 - место разъема сердечника, 5 - стягивающий узел, 6 - бандаж, 7 - лепестки охлаждения, 8 - электроизолирующий зазор.

Трансформаторы малой мощности



Трансформатор содержит магнитопровод, образованный $n > 2$ витыми разрезными сердечниками, которые расположены радиально охватываемым обмоткам. Магнитопровод охвачен стяжкой, которая стягивает половинки каждого из сердечников в аксиальном и радиальном направлениях, и бандажом, не позволяющим сердечникам смещаться в тангенциальном направлении. Скосы на внешней стороне сердечников позволяют увеличить коэффициент заполнения окна обмотки сталью и уменьшить расход меди.

Однофазный броневой трансформатор
Патент России RU 2208859

Трансформаторы малой мощности

В трансформаторе места разъема сердечников и их прилегающие скосы могут быть **склеены ферромагнитным клеем** для уменьшения магнитного сопротивления магнитопровода и шума при его работе.

Реактор в источниках вторичного электропитания обычно имеет диамагнитный зазор (прокладки) и обеспечивает сглаживание или подавление пульсаций выпрямленного переменного или пульсирующего тока и характеризуется энергоемкостью (LI^2). Для предотвращения провалов в кривой изменения выпрямленного тока при малых нагрузках в конструкции в месте разъема сердечника 4 могут быть установлены диамагнитные прокладки различной толщины в зависимости от требуемого вида нелинейности индуктивности от выпрямленного тока, например, отношения толщин прокладок могут находится как числа ряда Фибоначчи (1: 2:3:5:8 и т.д.). При одинаковой величине зазора требуемую нелинейность можно получить размещением в нем прокладок одинаковой толщины из ферромагнитного материала с низким значением индукции насыщения по сравнению с материалом разъемных ленточных сердечников.

Представленные патенты России показывают, что **разработчики магнитных элементов до настоящего времени находят технические решения на уровне изобретения.**

Трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками

Современные требования к снижению размеров и веса функциональных узлов энергетической электроники вынуждают разработчиков добиваться снижения массы и повышения КПД. Очень многое уже сделано [для миниатюризации](#) функциональных узлов энергетической электроники – созданы специализированные микросхемы управления, мощные ключи с низкими потерями и, казалось бы, до мелочей отработана конструкция.

В тоже время для трансформаторов и дросселей приходится применять классические компоненты с проволочной намоткой, которые за счет применяемого каркаса увеличивают массу и габариты .

Впервые разработанные в конце 80-х годов трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками не получили широкого распространения из-за сложной технологии изготовления, которая остается непростой до настоящего времени.

Между тем, постоянное совершенствование технологического процесса в последние годы позволило существенно снизить стоимость трансформаторов и дросселей и сделать их конкурентоспособными на современном рынке источников питания.

Трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками

Конструкция трансформаторов и дросселей с плоскими обмотками позволяет получить несколько ощутимых преимуществ



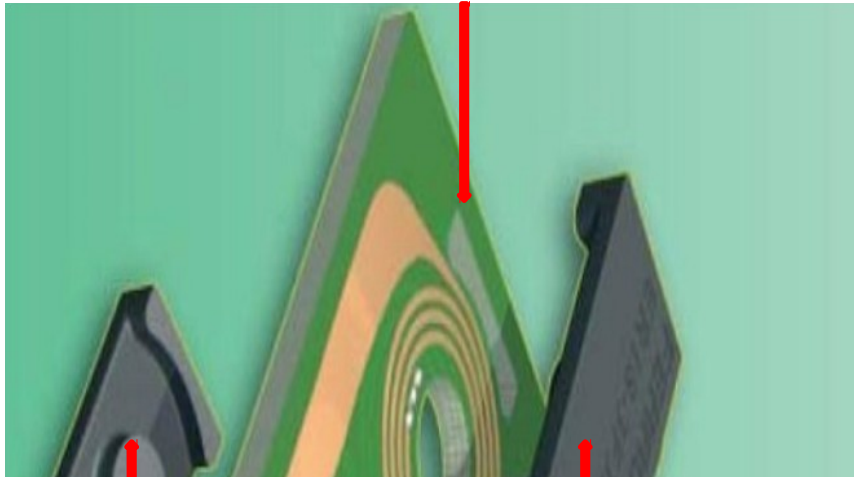
Трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками

Сегодня использование трансформаторов и дросселей с плоскими обмотками в единичных экземплярах остается нецелесообразным по соображениям их высокой стоимости. Но уже в партии эта стоимость становится приемлемой, а в серийном производстве – значительно ниже стоимости традиционных аналогов.

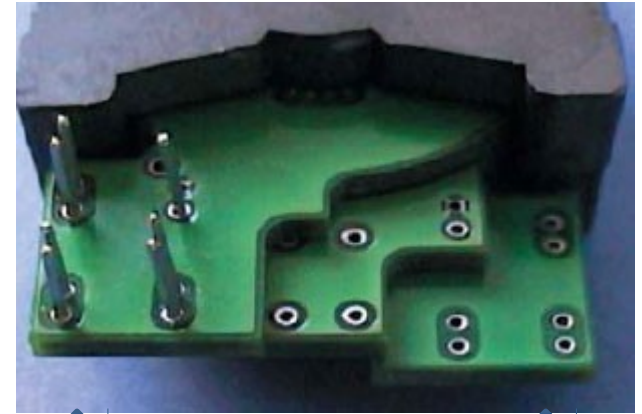
В трансформаторах и дросселях с плоскими обмотками для обмоток обычно используется медная фольга, находящаяся в многослойной печатной плате, и значительно реже из-за стоимостных показателей применяется фольга, изолированная с помощью полиамидной пленки. Использование обмотки в виде многослойной печатной платы вместе с ферритовым сердечником, который специально сконструирован для этих целей, позволяет создать компактный трансформатор или дроссель очень малой высоты (иногда используется термин «плоский (планарный)» трансформатор (дроссель)).

Трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками

Обмотка в виде медной фольги многослойной печатной платы



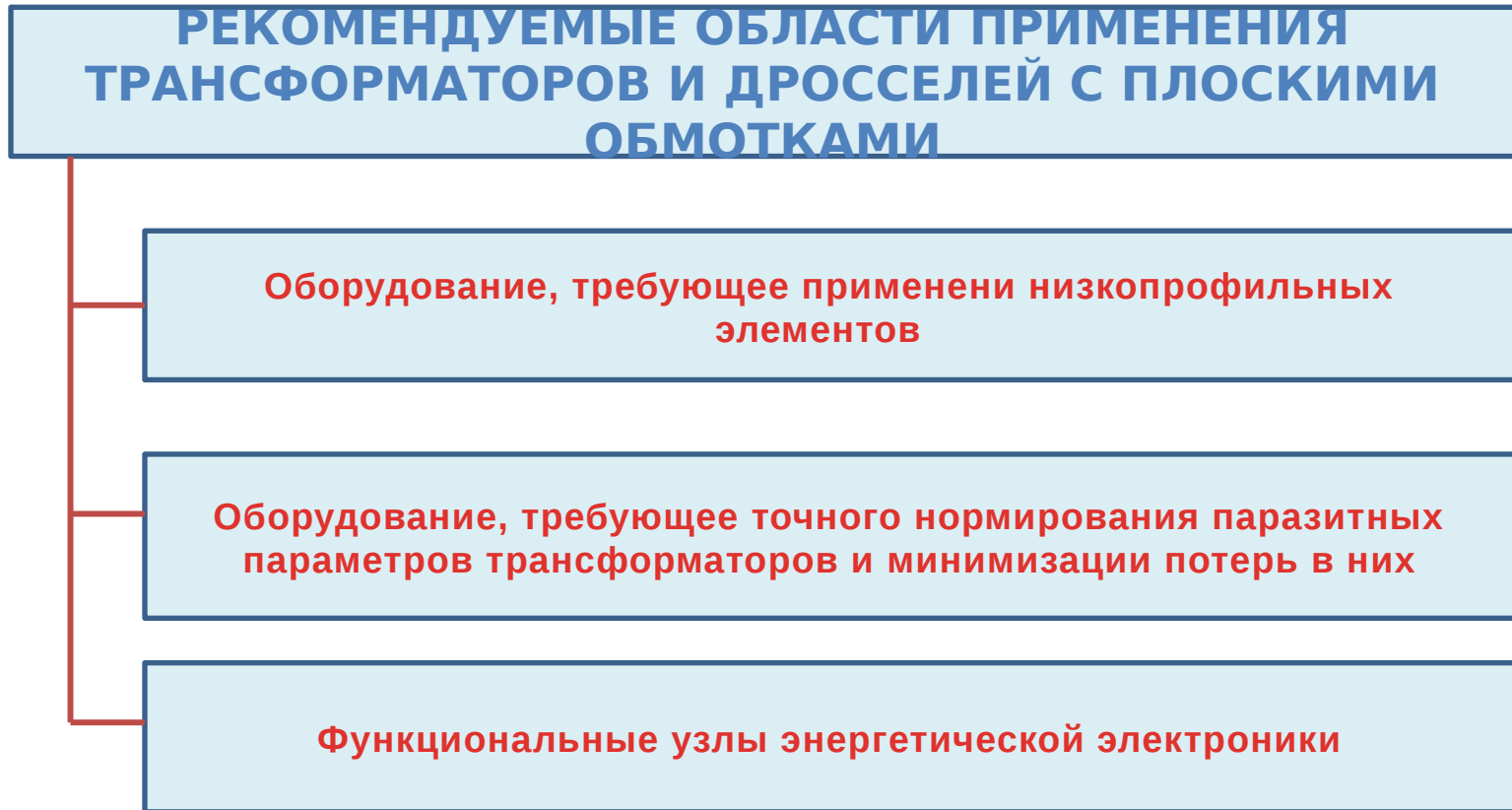
Ферритовые низкопрофильные сердечники



Пакеты обмоток силового трансформатора

Использование обмотки в виде многослойной печатной платы вместе с ферритовым сердечником, который специально сконструирован для этих целей

Трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками



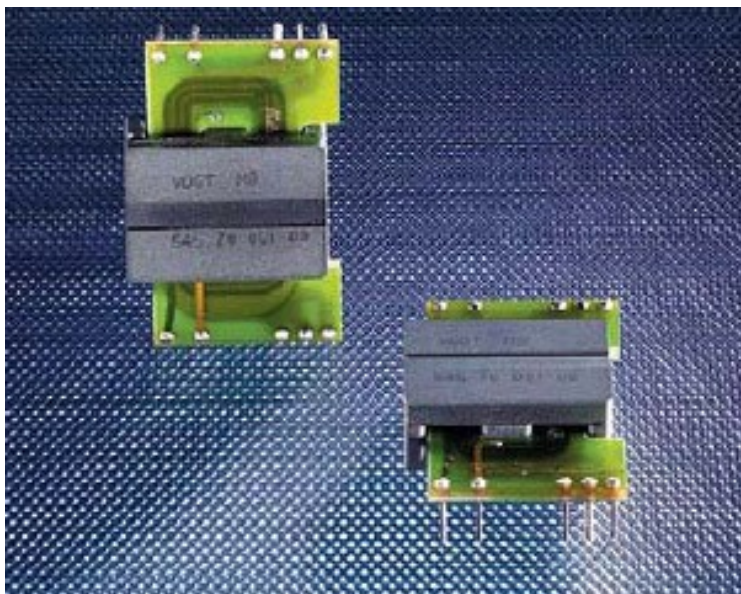
Трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками

Стремление к уменьшению габаритных размеров при одновременном повышении мощности — основная цель развития современных силовых устройств. При этом планарные трансформаторы, в отличие от традиционных, имеют относительно большую эффективную площадь охлаждения и их проще охлаждать — можно использовать различные варианты: естественное, принудительное, односторонний и двусторонний радиатор, жидкостное охлаждение.

Еще одна положительная черта планарных устройств — это малый разброс электрических параметров от устройства к устройству. Трансформатор с проволочной обмоткой обладает большим разбросом параметров, так как проволока в процессе намотки ложится на каркас неравномерно, что не может не влиять на параметры устройства (например, индуктивность, добротность). Планарные трансформаторы собираются на основе многослойных печатных плат. Каждая плата изготавливается одним и тем же способом. Дорожки на платах также наносятся печатным способом. Травление плат — всегда один и тот же процесс. Погрешности параметров планарного трансформатора в сотни раз меньше погрешностей традиционного трансформатора с проволочной обмоткой.

Трансформаторы и дроссели с плоскими обмотками

Планарные трансформаторы идеально подходят для телекоммуникационных систем, компьютеров, авиационных бортовых систем, силовых источников питания, сварочных аппаратов, систем индукционного нагрева - т.е. везде, где необходимы силовые трансформаторы с высоким КПД и малыми габаритами.



← Силовые трансформаторы
общепромышленного
и военного назначения

Планарные трансформаторы.

Стандартный ряд изделий Himag Solutions Ltd.

Himag Solutions Ltd. специализируется на планарных плоских трансформаторах с высокими характеристиками для цепей энергетической трансформации от силовых источников, включающих однофазное и



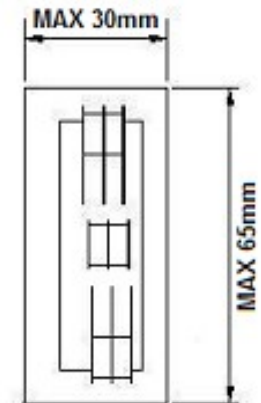
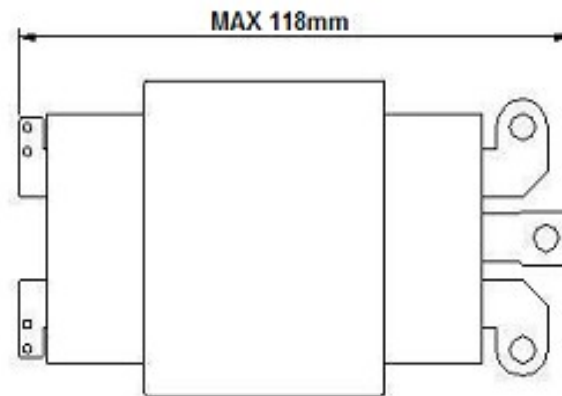
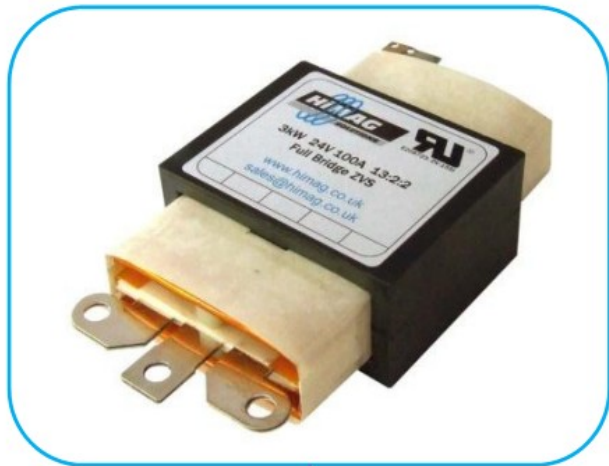
E64 - от 1 кВт до 9 кВт

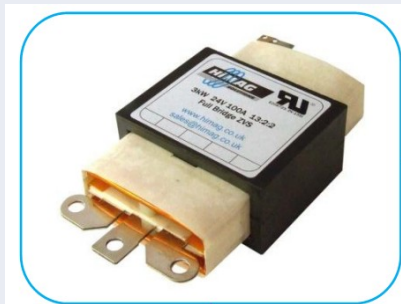
Планарные трансформаторы.

Стандартный ряд E64 Himag Solutions Ltd.



E64 – от 1 кВт до 9 кВт





Планарные трансформаторы. Стандартный ряд E64
Himag Solutions Ltd.

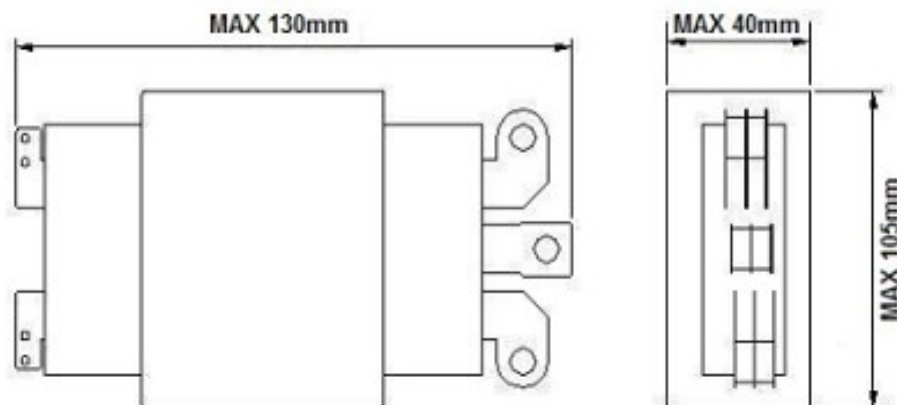
Диапазон мощности, кВт	Диапазон частоты, кГц	Максимальное рабочее напряжение, В	Максимальный выходной ток, А	Средний вес, кг
1 – 9	25 – 250	10 – 400max 30 – 1000max	250	0,350

Планарные трансформаторы.

Стандартный ряд E102 Himag Solutions Ltd.



E102 – от 5 кВт до 12 кВт





Планарные трансформаторы. Стандартный ряд **E102**
Himag Solutions Ltd.

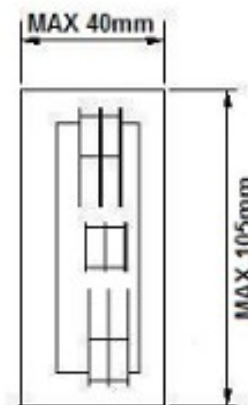
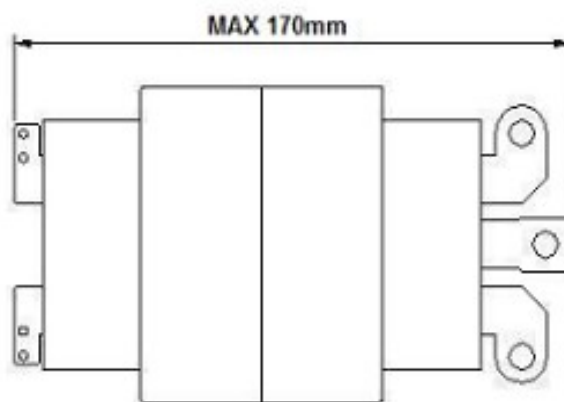
Диапазон мощности, кВт	Диапазон частоты, кГц	Максимальное рабочее напряжение, В	Максимальный выходной ток, А	Средний вес, кг
5 – 12	25 – 250	10 – 400max 30 – 1000max	400	1,0

Планарные трансформаторы.

Стандартный ряд E102hp Himag Solutions Ltd.



E102hp - от 10 кВт до 30 кВт





Планарные трансформаторы.
Стандартный ряд **E102hp** Himag Solutions Ltd.

Диапазон мощности, кВт	Диапазон частоты, кГц	Максимальное рабочее напряжение, В	Максимальный выходной ток, А	Средний вес, кг
10 – 30	25 – 250	10 – 400max 30 – 1000max	400	1,4

Планарные трансформаторы.

Типы выводов и способ крепления.

Плоские трансформаторы легко приспособить к большому разнообразию типов выводов, которые могут быть индивидуально разработаны под

любое применение. Существует большое множество возможных

в

Способы крепления планарных трансформаторов

1	Штекерное крепление
2	Болтовое крепление
3	Горизонтальное крепление на печатную плату
4	Вертикальное крепление на печатную плату
5	Крепление удлиненными выводами
6	Болтовое и запаянное крепление
7	Силовые запаянные концы
8	Гибкие выводы и другие

Планарные трансформаторы.

Типы выводов.

1. Штекерное крепление на печатную плату



2. Болтовое крепление



Планарные трансформаторы.

Типы выводов.

3. Горизонтальное крепление на печатную плату



4. Вертикальное крепление на печатную плату.



Планарные трансформаторы.

Типы выводов.

5. Крепление удлиненными выводами



6. Болтовое и запаянное крепление



Планарные трансформаторы.

Типы выводов.

7. Силовые запаянные концы



8. Гибкие выводы



Планарные трансформаторы. Достоинства.

1	Уменьшение высоты трансформатора	6	Высокая повторяемость паразитных параметров
2	Уменьшение потерь в проводниках	7	Надежность
3	Большой коэффициент связи	8	Простота сборки
4	Улучшенные тепловые характеристики	9	Технологичность
5	Высокая повторяемость параметров	10	Низкая стоимость

Намоточные станки

Применение и эксплуатация намоточного станка

Посредством работы **намоточных станков** происходит намотка электрических катушек. Конструкция намоточного станка производит вращательные движения каркаса и оправки, что позволяет **равномерно** размещать провод по всей конструкции обмотки. Так же намоточный станок **регистрирует число витков**, способен натягивать провода соответствующие пределам упругой деформации.

Станки осуществляют свою работу **двумя способами**, а именно могут быть механизированными либо работать от немеханического привода. Станок, который работает от немеханического привода, это довольно примитивный вид станочного оборудования, который практически осуществляет работу посредством ручного труда, либо управляется с помощью ножной педали. Как правило, данные станки не применяются на больших производствах, поскольку большого объема работ на таком оборудовании выполнить не удастся. Намоточные станки, которые работают на механическом приводе, выполняют более сложные виды обмоток, нежели станки, работающие от ручного привода. Данные устройства способны выполнять намотку рядового, тороидального и перекрестного видов.

Намоточные станки

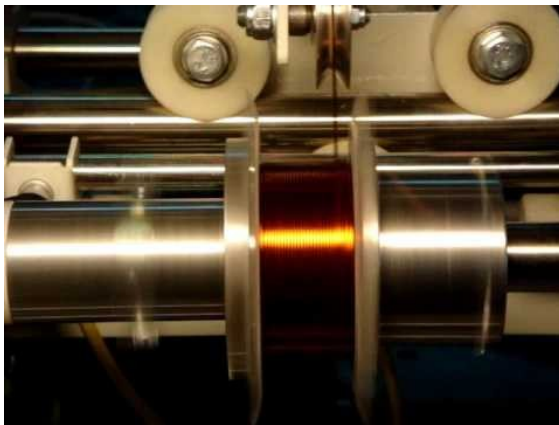
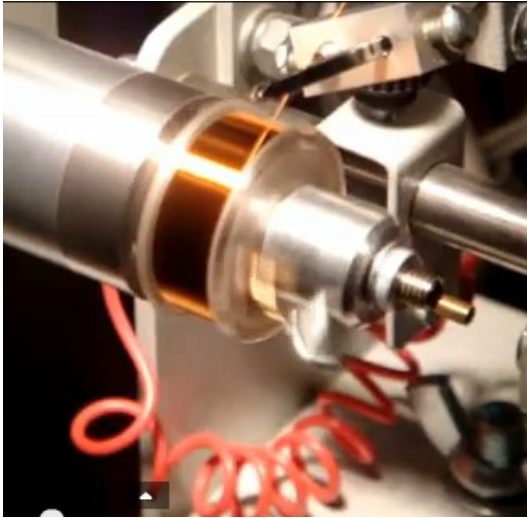


**Roller DX6.2 - Станок для
ручной намотки
трансформаторов**

Технические характеристики станка Roller DX6.2

- Питание осуществляется от 2-х батарей AAA.
- Номинальный потребляемый ток в ждущем режиме не более 130 мкА.
- Номинальный потребляемый ток в режиме подсчета витков не более 4,5 мА.
- Привод ручной.
- Скорость оборотов оси не более 5 об/с.
- Количество разрядов счетчика витков (оборотов оси каркаса намоточного изделия) – 3.
- Съёмная струбцина.
- Габаритные размеры: длина – 295 мм; ширина – 80 мм; высота с закрученной струбциной – 235 мм; высота с раскрученной струбциной – 270 мм; высота без струбцины – 155 мм.

Намоточные станки



Станок может быть настроен на **любую допустимую ширину намоток**. Достигается это посредством регулировки винта. На сегодняшний день, в эпоху современных технологий широко стали использоваться намоточные станки, которые оснащаются цифровым оборудованием для контроля качества намотки. А также устройствами, на которые крепятся изоляционные ленты. Такие станки работают автоматически, необходимо просто задать требуемую программу намотки. *Намоточный станок* весь процесс отработает сам, диспетчер просто будет отслеживать эффективность работы. Данные станки имеют функцию установки проводов по четырем позициям. Раскладчик производит намотку таким шагом, который задан программой.

У данных аппаратов имеется в арсенале запоминающее зарядное устройство, которое может сохранять все предыдущие заданные режимы и операции в блоке памяти, таким образом, не нужно каждый раз производить настройку и перепрограммирование намоточного станка, достаточно просто выбрать уже заданный режим. Выбор моделей и модификаций **намоточных станков** на сегодняшний день является достаточно обширным, каждое предприятие и любой пользователь найдет оптимальное для себя решение.

Намоточные станки

Тороидальная (кольцевая) намотка RUFF. Намотка тороидального трансформатора.

Технический центр «Виндэк» является представителем компании RUFF GmbH (Германия) на территории России и стран СНГ и предлагает своим весь широкий перечень намоточного оборудования, решений и услуг для производства катушек различного типа и габарита.

Намоточные машины RUFF GmbH для тороидальной намотки разработаны специально для быстрой, безопасной и высококачественной намотки. Станки позволяют производить намотку круглых, прямоугольных или овальных сердечников и рассчитаны на намотку провода в одну, две или более струй и изолирующей ленты. Программное обеспечение на русском языке.

На многих производственных участках намотка тороидального трансформатора осуществляется вручную, либо на простых намоточных станках, не обеспечивающих точность, повторяемость и скорость намотки. Внедрение станков тороидальной намотки Ruff позволяет кардинально повысить эффективность и качество процесса намотки любого тороидального изделия.

Тороидальная (кольцевая) намотка RUFF.



Настольный станок серии MINI

Тороидальная (кольцевая) намотка RUFF.

Настольные станки серии MINI

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ	
Параметр	мм
Одиночный провод (dia)	0,05-1
Внешний диаметр трансформатора (OD)	3-51
Внутренний диаметр трансформатора (ID)	от 0,8
Высота трансформатора (H)	до 25

Тороидальная (кольцевая) намотка RUFF.

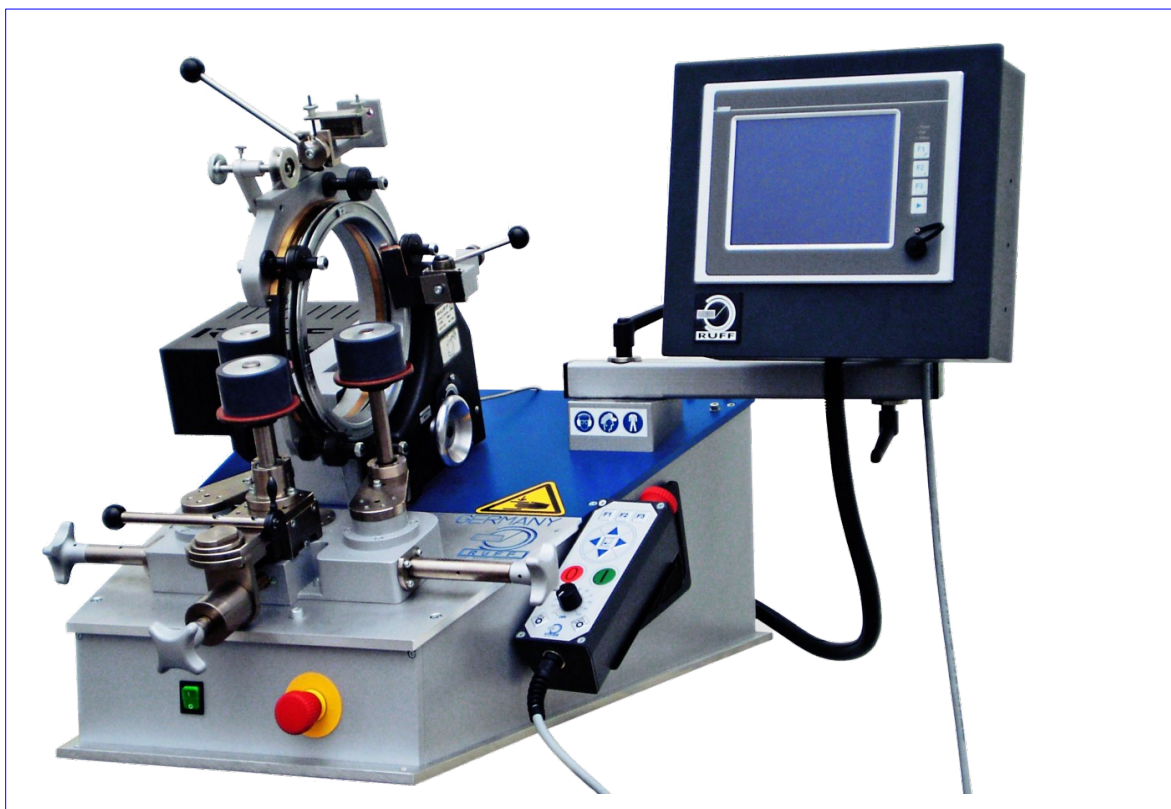
Настольные станки серии RWE

Станки для тороидальной намотки серии RWE включают в себя известную модульную систему RUFF с 26 стандартными сменными головами и 6 роликовыми столами. Станок состоит из высококачественных компонентов класса hi-tech: один из трех типов контроллеров, сервомотора привода намоточной головы, сервомотора привода сердечника и др. В машине так же используется революционная технология привода RUFF. Это наиболее распространенная модель станков RUFF GmbH в мире, обеспечивающая широкие возможности по намотке и изолировке.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ	
Параметр	мм
Одиночный провод (dia)	0,05-2,8
Бифилярный провод (bif)	до 2x1,8
Внешний диаметр трансформатора (OD)	5-500
Внутренний диаметр трансформатора (ID)	от 1,5
Высота трансформатора (H)	до 25
Размеры изолировочной ленты	4-30

Тороидальная (кольцевая) намотка RUFF.

Настольный станок серии RWE



Тороидальная (кольцевая) намотка RUFF.

Напольные станки серии RWS

Серия RWS представлена напольными машинами с ПЛК и сенсорным ЖК-дисплеем. 11 сменных головок служат для обмотки сердечников больших диаметров. На оборудовании также присутствуют: 3-фазный электронный мотор для привода намоточной головки и сервомотор для привода сердечника. После ввода данных по намотке ПЛК автоматически настраивает программу намотки: для каждого слоя вычисляются шаг и число витков, после чего данные выводятся на экран ПК, причем во время производства на экран будут выводиться изменяющиеся величины для каждого слоя обмотки. Благодаря сложному программному обеспечению машина может выполнять самые сложные команды оператора. Система с флеш-картами обеспечивает гибкое управление данными, а кнопки обучения и ручка управления позволяют оператору совершенствовать программу намотки в любое время.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ	
Параметр	мм
Одиночный провод (dia)	0,4-3,5
Бифилярный провод (bif)	до 2x2,8
Внешний диаметр трансформатора (OD)	65-3000
Внутренний диаметр трансформатора (ID)	от 25
Высота трансформатора (H)	до 380
Размеры изоляционной ленты	9-50

Тороидальная (кольцевая) намотка RUF

Напольный станок серии RWS



Рядовая (линейная) намотка RUFF. Станок рядовой намотки

Станок рядовой намотки RUFF GmbH серии LW создан специально для рядовой намотки катушек. Машины оснащены модульной системой для обеспечения гибкости при использовании. Это позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант для работы и выполнения специальных задач. На всех машинах может быть установлен стандартный ПЛК для массового производства, либо высокотехнологичный контроллер для выполнения сложных заданий по намотке. Программное обеспечение на русском языке.

Оснастка для станков рядовой намотки RUFF

Станки серии LW производства компании **RUFF GmbH (Германия)** предназначены для рядовой (линейной) намотки провода и изоляции. Имеются модели настольного (LW10, LW11, LW15, LW16, LW20, LW21) и напольного (LW30, LW90, LW120, LW1000) исполнения. Станки оснащены современными сервоприводами, удобное управление осуществляется через соответствующую панель и монитор touch-screen.

Модульная система сборки позволяет обеспечить гибкость и универсальность. Высокотехнологичный контроллер служит для выполнения задач любой сложности. Программное обеспечение включает русский язык.

Оснастка для станков рядовой намотки RUFF

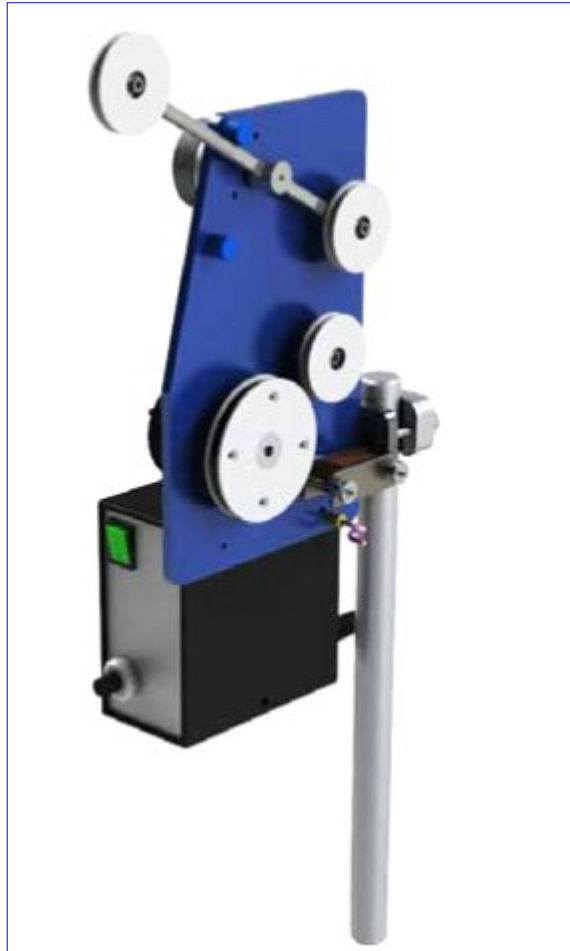
направляющая для провода (раскладчик)



Используются для раскладки провода на катушке согласно заданного шага. Различают по возможному используемому диаметру провода. Для высокоточной раскладки провода виток к витку применяются трубчатые направляющие. При намотке толстым круглым или прямоугольным проводом применяются специальные рихтовочные станции и направляющие с пневматическим компенсатором.

Оснастка для станков рядовой намотки RUFF

Устройство натяжения провода



Устройства натяжения провода используются для создания **необходимого** при намотке **усилия** на проводе. Различают несколько видов устройств натяжения по принципу работы: механические, пневматические, электромагнитные, электронные.

Оснастка для станков рядовой намотки RUFF

Контроллер



В серии RWS возможно использование двух типов контроллеров: Evolution, Global.

- Evolution наиболее современный контроллер с 12-ти дюймовым сенсорным дисплеем, операционной системой Windows CE 6.0, русскоязычным интерфейсом, с возможностью подключения внешних устройств и накопителей. Рекомендуется к применению на любом типе производства.
- Контроллер Global с 5.7 дюймовым сенсорным дисплеем и англоязычным интерфейсом применяется при серийном производстве однотипных изделий.

Намотка ленты и фольги

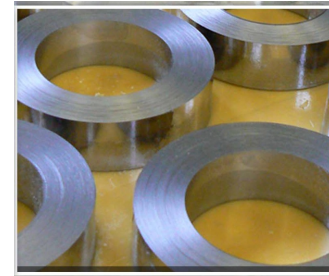
ООО «Технический центр «Виндэк» предлагает станки для намотки ленты и фольги.

Последнее поколение намоточных станков с высоким уровнем технологического оснащения отвечают постоянно растущим требованиям рынка и посредством новой модульной эргономичной конструкцией, позволяющей вне зависимости от задачи, предоставляют клиенту правильно инвестировать средства в свое производство.

Высокотехнологичные станки используются для намотки обмоток высокого и низкого напряжения силовых и распределительных трансформаторов и дросселей, где **применяется алюминиевая или медная лента и изоляционная бумага**. Для приварки выводов на станках могут быть использованы системы холодной сварки давлением или аргонодуговая сварка TIG. Автоматическая система контроля размотки и намотки ленты и бумаги, с постоянным натяжением в процессе намотки, позволяет обеспечить высокую плотность намотки для достижения наилучших характеристик обмотки трансформатора.

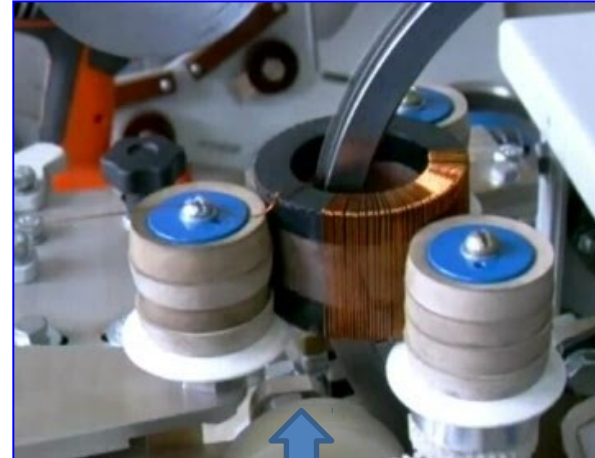


СТАНКИ НАМОТКИ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОЛОСОЙ (ФОЛЬГОЙ)



Намотка ленты и фольги

Параметр	Значение
Материал наматываемой ленты (фольги)	Алюминий, медь
Усилие на основном валу, Нм	до 5 200
Толщина алюминиевой (фольги), мм.	0,4 - 2,5
Толщина медной ленты (фольги), мм	0,3 - 2,0
Максимальный диаметр намотки, мм	1 300
Максимальная ширина намотки, мм	1 800
Максимальный вес катушки, кг	2 000
Ширина наматываемой ленты (фольги), мм	20 - 200
Максимальное межцентровое расстояние, мм	2 300
Сварочная система	TIG, Холодная сварка

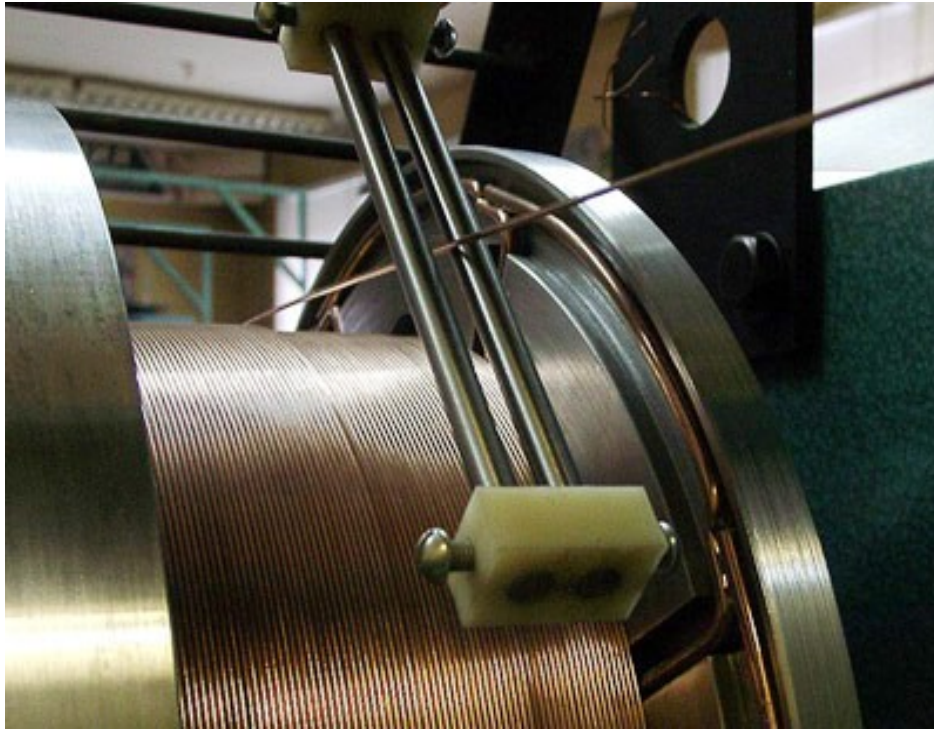


Намотка тороидальных трансформаторов на станках



Намотка трансформатора на O - образном сердечнике на станке

Станки намоточные



Намоточный станок СН-10СП-300
рядовой прецизионной намотки в
работе



**Намоточный станок настольный универсальный СНП-0,1-150В
с электронным натяжным устройством.**