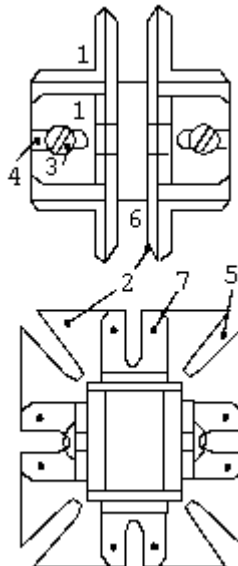


# Конструкция трансформатора с дисковыми обмотками

**Основное назначение - переходные трансформаторы НЧ ламповых усилителей SE и PP.**

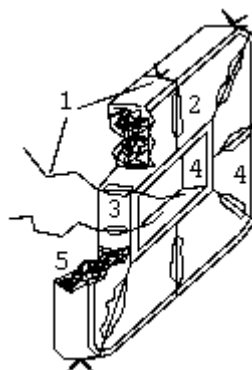
Обмотки трансформатора (галеты) мотаются внавал (вразброс) на шаблоне:



**Рис. 1**

- 1 - металлические (алюминий) уголки;
- 2 - щечки (стеклотекстолит 2-3 мм) на 3-4 мм больше обмотки;
- 3 - винты или шурупы для закрепления щечек;
- 4 - паз в уголке для регулировки толщины галеты (6);
- 5 - пазы (8 шт. на щечку) для укладки ниток обвязки;
- 7 - клепка.

Намотанная и собранная галета:



**Рис. 2**

- 1 - нитки  $\#$  10-20 (обвязка обмотки);
- 2 - пропитка ниток обвязки через пазы (рис 1, 5) клеем ПВА;
- 3 - клей (любой);

- 4 - каркас и обмотка галеты из 1-2 слоев картона толщиной около 0,5 мм (для этого отрезают ленту точно по толщине обмотки, наматывают на шаблон, склеивают, приклеивают к ней (3) нитки для обвязки и устанавливают толщину галеты (рис. 1, б) на шаблоне по этой ленте);
- 5 - обмотка;

Перед сборкой детали стандартного каркаса надо модернизировать:

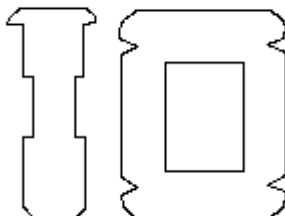


Рис. 3

Собирается каркас с одной щечкой (для прочности его можно скрепить каплями клея) и на него надеваются галеты и изолирующие перегородки. Потом надевают вторую щечку, стягивают каркас струбциной и скрепляют, например обматывая нитками, укладывая их в пазы щечек каркаса.

Собранный трансформатор:

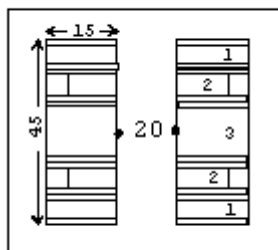


Рис. 4

- 1 - галета первичной обмотки 1000 витков ПЭШО 0,15 (толщиной 6 мм);
- 2 - галета вторичной обмотки 3000 витков ПЭ 0,1 (толщиной 6 мм).
- 3 - галета первичной обмотки 2000 витков ПЭШО 0,15 (толщиной 12 мм);

Провод ПЭШО применен для уменьшения емкости обмотки. Железо для переходного трансформатора собрано с зазором, но без прокладки (т.е. зазор около 0,1 мм), набор толщиной 25 мм. Между перегородками галет установлены экраны с разрезом (медная фольга 0,02 мм).

Несмотря на кажущуюся сложность изготовления шаблона, по сравнению с каркасом с жестко установленными перегородками, эта конструкция, мне кажется, более удобной, т.к. с нитками обвязки проще и безопаснее работать, чем с каркасом с большим количеством выводов. Кроме того в такой конструкции легко заменять галеты на другие при подгонке параметров, не разматывая их, и толщина перегородок может определяться только  $U_a$  (например, 0,2..0,3 мм, даже из бумаги), жесткости здесь не требуется.

Например, можно попробовать большее секционирование: **I-II-I-II-I-II-I** (это **I-II-I-II-I**), но обычно считается, что секционирование больше 9-10 секций нецелесообразно.

Для предпочитающих другой вариант, предлагаю простую конструкцию каркаса с жестко установленными перегородками:

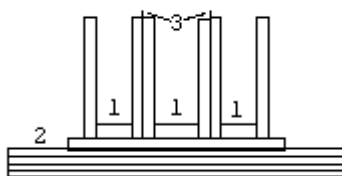


Рис. 5

- 1 - вкладыши из любого материала толщиной около 1 мм, вклеиваются между перегородками после полной сборки каркаса, по два на каждую секцию;
- 2 - железо;
- 3 - межсекционные экраны.

Изменение числа витков первичной обмотки или сечения железа, например увеличение, приведет к одновременному снижению нижней и верхней частот.

Примерный расчет нижней частоты обычно не вызывает трудностей в отличие от расчета верхней частоты, где участвуют взаимдуктивность и емкость обмоток и монтажа. Т.к. более или менее точный расчет верхней частоты практически невозможен, то предлагается проводить относительное сравнение этого трансформатора с проектируемым, например, на другом железе.

Для этого по какому-нибудь источнику, где приводится полный расчет  $F_{верх}$  (например, Р.Лэнди и др., Справочник радиоинженера, Госэнергоиздат, М., 1961г. Стр. 388 - 410), рассчитывают приблизительно  $F_{верх}$ , приведенного здесь трансформатора, и с теми же допущениями рассчитывают проектируемый. Сравнение покажет тенденцию изменения  $F_{верх}$  и, приблизительно, во сколько раз (процентов).

Из-за необходимости введения в такие расчеты на этапе проектирования ряда приблизительных данных получить что-нибудь близкое по значению к измеренным цифрам не удастся. У меня получалось раза в 3 больше, но тенденция прослеживалась неплохо.

Этот же метод можно применять и к расчету трансформаторов с цилиндрическими обмотками и намоткой слоями (осторожнее с рекламными данными  $F_{нижн}$  и  $F_{верх}$  трансформаторов!).

Испытания трансформатора проводились по схеме:

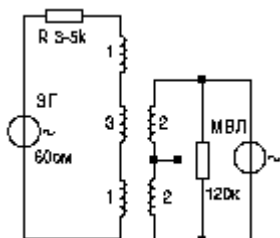


Рис. 6 или

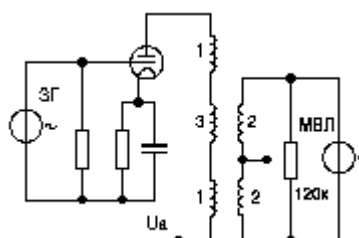
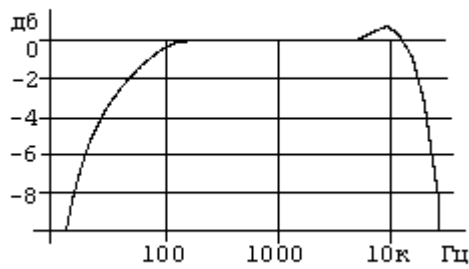


Рис. 7

Макет лампового каскада: лампа с малым  $K_{усил}$  (для устойчивости каскада в макете),  $U_a$  любое,  $R_i$  и  $I_a$  приблизительно соответствующие будущему каскаду. На рис. 6 и 7 цепи соединения с корпусом не показаны.

В основном трансформатор предназначался для усилителя SE ( $n=1,5$ ), но может быть использован и для PP ( $n=0,75$ ). Измеренная частотная характеристика трансформатора ( $R=3,3k$ ) на уровне +2...-3дБ 32Гц...22,5кГц (в схеме рис. 6). При измерении в схеме рис. 7 АЧХ +2...-3дБ 42Гц...22,5кГц. Форма АЧХ:



**Рис. 8**

Попытка получения большего  $n$  привела к снижению  $F_{\text{верх}}$  и пробы были прекращены. К сожалению, не могу обещать достаточной точности повторяемости результатов, т.к. мной использовалось случайное железо неизвестной марки.

Схемы ламповых трансформаторных усилителей НЧ, разработанных SAKUMA (14 схем), приведены на сайте "Вестника А.Р.А." - <http://www.geocities.com/SiliconValley/Hub/5352/sacuma.htm>

Они собраны с применением трансформаторов ф. TAMURA. Для сравнения параметры этих переходных трансформаторов:  $n=1:1$  и  $1:2$ , частотная характеристика на уровне  $\pm 2$  дБ 30 Гц...15 кГц и  $\pm 1$  дБ 50 Гц...15 кГц. Данные трансформаторов ф. TAMURA можно получить на <http://www10.big.or.jp/~dh/tamura> или <http://www.netSPACE.or.jp/~eifl/eifl/export/tamurat/tamura.htm>

Описание работы этих усилителей самим Sakuma на [http://members.xoom.com/spb\\_audio/](http://members.xoom.com/spb_audio/) - Переводные статьи, дискуссии/Усилители от Susumu Sakuma или на <http://www10.big.or.jp/~dh/>.

Там же - [http://members.xoom.com/spb\\_audio/](http://members.xoom.com/spb_audio/) - SPb Sound/Философия SPb Sound приведена статья Медведева. Фирма SPb Sound занимается разработкой ламповых трансформаторных усилителей, приведены их схемы.

В статье утверждается, что "применяя трансформаторы, можно полностью избавиться в звуковом тракте не только от разделительных конденсаторов, но и от резисторов. Останутся только лампы и трансформаторы! И все!", "к.п.д. трансформаторного каскада почти в 9 раз больше к.п.д. резистивно-емкостного каскада" и "лишний раз мы убедились, что разработанные пока человеком технические параметры и качество звучания имеют далеко не однозначную связь" (это относится и к измеряемым параметрам трансформаторов). К сожалению в статье, конечно, не описано, как практически делать трансформаторы, обеспечивающие это "качество звучания".

**К.С. Наседкин** (г. Новосибирск)

Для использования этой статьи в любительских целях и в Интернет никаких ограничений не накладывается, кроме, естественно, ссылок на автора. При коммерческом использовании статьи или разработанной конструкции трансформатора (а вдруг!) автор будет очень благодарен за денежную поддержку.