

# Как найти иголку в стоге сена, или что надо знать, чтобы выбрать тестовую иглу

А. Юдин<sup>1</sup>

УДК 621.317 | ВАК 05.27.06

Современная линия поверхностного монтажа может включать несколько этапов контроля дефектов печатной платы. Для обнаружения ошибок используют установки оптического контроля нанесения паяльной пасты, оптического контроля собранного печатного узла, рентгеновского и внутрисхемного контроля. Финальным шагом тестирования выступает функциональный контроль. Обычно данный этап тестирования не входит в состав установок линии поверхностного монтажа. Стоит отметить, что этот вид контроля дефектов печатного узла получил наибольшее распространение. При функциональном контроле на изделие подается рабочее напряжение для подтверждения правильности работоспособности. Для проверки даже небольшой серии изготавливают оснастку, которая упрощает процесс тестирования, а главное – автоматизирует его. Одна из ключевых частей такой оснастки – тестовые иглы. О критериях их выбора рассказывается в статье.

**В**ажность оснастки обусловлена тем, что если ее не применять, то процесс проверки изделия полностью ложится на плечи разработчика, который единственный знает, в каких точках платы и как надо провести тестирование. Но мало кто хочет тратить время высококвалифицированного разработчика на тестирование изделий. И полностью избежать ошибок проверки при ручном контроле вряд ли получится, так как результат полностью зависит от квалификации и личных качеств исполнителя.

Обычно разрабатываемые оснастки обеспечивают соединение только между разъемами изделия и измерительными приборами. Как правило, процент тестового покрытия в таком случае очень низкий. Чтобы его повысить, на печатной плате создают специальные контрольные точки. Оснастки типа «ложе гвоздей» (англ. – bed of nails) позволяют значительно увеличить процент тестового покрытия при контроле качества изделий (рис. 1). У разработчика появляется возможность предусмотреть функциональный контроль отдельных блоков печатной платы, а для особо важных компонентов – их внутрисхемный контроль.

Неотъемлемой составляющей любой оснастки типа «ложе гвоздей» являются пружинные контакты. Еще их

называют погопинами (англ. – rого pin), испытательными зондами, тестовыми зондами, иглами и т. д. В этой статье хотелось бы выделить основные моменты, на которые стоит обратить внимание при выборе пружинных контактов.

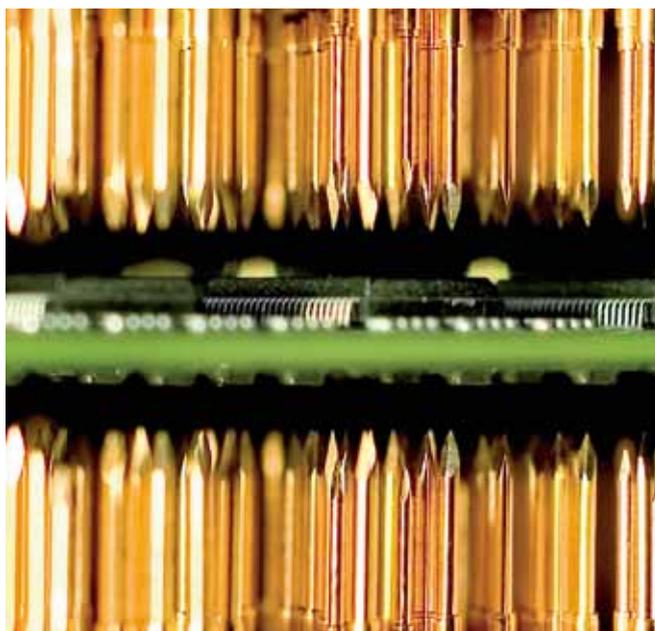


Рис. 1. Оснастка типа «ложе гвоздей»

<sup>1</sup> ООО «Остек-Электро», руководитель проектов, [ostelectro@ostec-group.ru](mailto:ostelectro@ostec-group.ru).

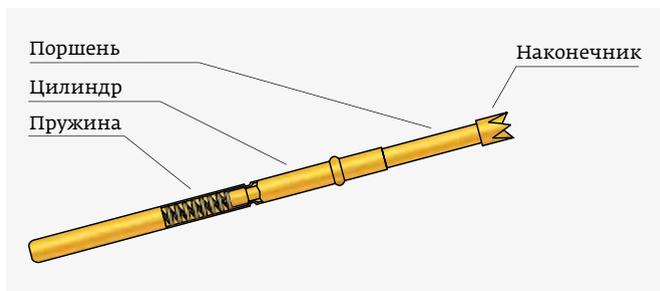


Рис. 2. Тестовый пробник с пружиной серии GKS

Процесс подбора иглы целесообразно начать с разбора номенклатурного номера компании, в котором зашифрована вся информация об изделии: серия, тип и диаметр наконечника иглы, сила пружины, материал и т. д. Рассмотрим это на примере артикула тестовой иглы компании INGUN (рис. 2), одного из известных производителей пружинных контактов в мире.

Номенклатурный код (рис. 3) начинается с типа продукта (позиция 1 на рис. 3). Существуют следующие типы:

- DKS – вращающийся пружинный контакт;
- DPS – дипольный тестовый контакт;
- DS – проставочное кольцо;
- E – пробник типа INGUN E-TYPE®;
- GKS – стандартный тестовый пробник;
- HFS – высокочастотный тестовый пробник;
- HSS – высокотокковый тестовый пробник;
- HMS – пробник для измерения силы сжатия пружины;
- KK – пробник для плоских контактов;
- KS – гильза для пробника;
- KT – контактный терминал (для состыковки с интерфейсными блоками);
- PKS – пневматический пробник;
- PSK – пневматический пробник переключающего типа;
- SE – разъем;
- SKS – переключающий тестовый пробник;
- T – ввинчиваемый тестовый пробник;
- VF – пробник с обратным давлением;
- VK – четырехпроводной зажим;
- VS – пробник-заглушка.

GKS	-	100	2	91	090	A	20	00	C
1		2	3	4	5	6	7	8	9

Рис. 3. Пример номенклатурного кода тестовой иглы

С 1971 года компания INGUN занимается производством тестовых игл и оснасток. Всё производство компании сосредоточено в г. Констанц (Германия). У компании 11 подразделений по всему миру и огромная сеть дистрибьюторов, обширный ассортимент продукции – на данный момент в каталоге более 7500 серийно выпускаемых пружинных контактов.

За типом продукта следует номер серии (позиция 2 на рис. 3), затем материал (позиция 3 на рис. 3), из которого изготовлен пробник. Это может быть:

- нейлон;
- латунь;
- сталь;
- бериллиевая бронза.

Позиция 4 на рис. 3 обозначает тип наконечника, а позиция 5 – диаметр в мм/100. Например, «090» означает, что диаметр наконечника равен 0,9 мм. Наконечник тестовой иглы может быть покрыт материалом, который находится на позиции 6 артикула (см. рис. 3). Возможны несколько вариантов:

- A – твердое / толстое золочение;
- G – аугун (сплав золота);
- N – никель;
- R – родий;
- S – серебро.

Сила сжатия пружины зашифрована под номером 7 в H/10. Например, 20=2,0 Н. Следующие две цифры (позиция 8 на рис. 3) – это расстояние от опорного кольца до поршня пробника в мм. Если указано «00», значит игла выполнена без опорного кольца. Последняя позиция артикула (позиция 9) отведена под специальное обозначение. Например, «С» означает возможность использования иглы в расширенном температурном диапазоне.

### ВЫБОР ПОДХОДЯЩЕГО ТИПА НАКОНЕЧНИКА

Одним из основных факторов при выборе иглы является подбор наконечника. Многие типы наконечников могут быть использованы для нескольких разных вариантов применения. Обычно типы наконечников классифицируют в зависимости от типа точки на плате, с которой нужно обеспечить контакт. Наконечники разделяют на обеспечивающие контакт с площадкой, переходным отверстием, штыревым выводом компонента. Кроме того, важно понимать, что тестовая точка может различаться по размерам, а также по состоянию поверхности (окисленная, чистая или с загрязнениями от пайки). В зависимости от объекта, а также от условий тестирования имеет смысл попробовать несколько разных типов

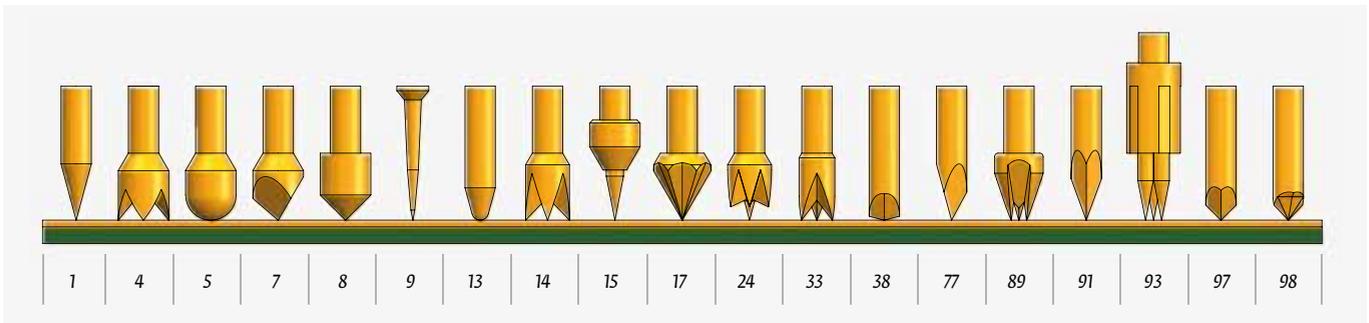


Рис. 4. Типы наконечников для контакта с тестовой точкой

наконечников с разными по силе пружинами, чтобы найти оптимальный вариант.

Для контакта с площадкой с загрязнениями органического типа, оставшимися на плате после пайки, рекомендуется выбирать «агрессивные» самоочищающиеся типы наконечников. К «агрессивным» относят наконечники, по форме напоминающие кинжал (тип 91 на рис. 4). Наоборот, скругленные формы наконечников хорошо подходят для контакта с чистыми поверхностями без загрязнений. Такие иглы позволяют избежать излишне жесткого контакта с поверхностью печатной платы и оставляют минимум следов (тип 5 на рис. 4). Также при выборе важно понимать, что «агрессивные» типы наконечников могут повредить внутренние слои многослойной печатной платы, если игла подобрана с излишне большой силой сжатия пружины.

Контакт с переходным отверстием обычно выполняют двумя способами (рис. 5):

- между краем наконечника иглы и металлизированными стенками переходного отверстия;
- между точкой наконечника в виде короны и контактной площадкой переходного отверстия.

А для контакта со штыревым выводом, винтом или болтом подбирают иглы с наконечником в виде обратного конуса. Также для этих целей могут применяться пробники для плоских контактов. Иногда используют острые тонкие формы наконечников, но при этом контактируют

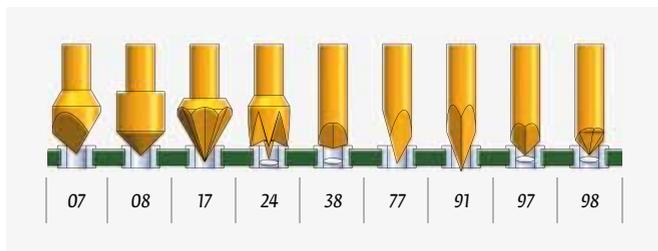


Рис. 5. Типы наконечников для контакта с переходным отверстием

не со штыревым выводом, а с его галтелью (тип наконечника 09 на рис. 6).

Некоторые типы наконечников у игл считаются самоочищающимися (рис. 7). Такие иглы можно чистить с помощью специального мата, который обрезается под размер оснастки. Для очистки иглы необходимо установить данный мат в оснастку вместо платы и несколько раз закрыть и открыть оснастку. Наконечники иглы протыкают мат при закрытии оснастки, а его структура забирает грязь с поверхности наконечника иглы (рис. 8 и 9).

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАБОЧАЯ И МАКСИМАЛЬНАЯ СИЛЫ СЖАТИЯ ИГЛЫ

Важные факторы при выборе иглы – установочная высота и необходимая сила сжатия пружины наконечника иглы. В исходном положении поршень тестовой иглы не продавлен, хотя и находится под небольшой предварительной нагрузкой. Номинальная сила сжатия достигается, когда поршень вдавлен до рабочего положения (рис. 10). Она равна 66–80% от максимальной силы сжатия. Когда разрабатывают оснастку, важно, чтобы иглы находились



Рис. 6. Типы наконечников для контакта со штыревыми выводами



**Рис. 7.** Наконечник иглы до очистки



**Рис. 8.** Наконечник после пяти циклов очистки



**Рис. 9.** Наконечник иглы после 10 циклов очистки

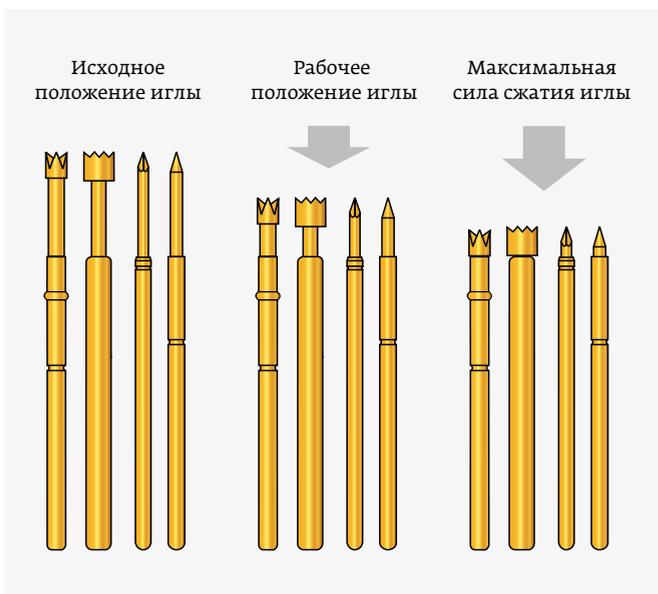
в рекомендуемом рабочем положении при контакте с тестовым изделием. Если иглы находятся в положении максимального сжатия пружины, появляется опасность поломки платы или самой оснастки (это касается как оснастки, так и тестовых пробников).

В зависимости от того, где необходимо обеспечить контакт – с тестовой площадкой или выводом компонента – рабочее положение иглы меняется. Для корректной установки рекомендуется в данном случае подбирать нужную установочную высоту. Установочная высота – это расстояние между наконечником тестовой иглы в исходном положении и поверхностью, куда установлены тестовые иглы или гильзы (рис. 11). Помимо того, что доступны разные расстояния между опорным кольцом и поршнем пробника, необходимую установочную высоту можно подобрать с помощью проставочных колец (тип продукта DS). Если на конце артикула последние две цифры «00», значит на игле нет опорного кольца. В этом случае установочную высоту подбирают за счет разных исполнений гильз. Практически во всех сериях тестовых пробников компания INGUN предлагает идентичные

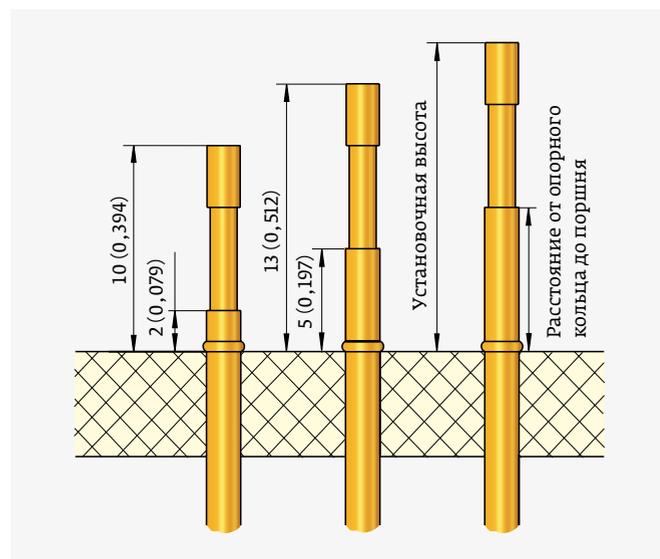
иглы с разными расстояниями между опорным кольцом и поршнем или с удлиненным поршнем (например, L-версия для серий GKS-050, GKS-075 и GKS-100).

**МИНИМАЛЬНЫЙ РАЗМЕР ТОЧКИ КОНТАКТА**

Из-за трения поршня о стенки цилиндра наконечник тестовой иглы отклоняется от идеального вертикального положения. Это отклонение компания INGUN измеряет с помощью цифрового оптического микрометра (рис. 12). После ряда экспериментов было установлено, что нет жесткой закономерности между свободным ходом поршня в гильзе и точностью позиционирования тестовой иглы (рис. 13). Тем не менее, расположение тестового наконечника относительно точки контактирования перед непосредственным касанием играет важную роль. Данный небольшой ход поршня в гильзе необходим для уменьшения износа тестовой иглы. Кроме того, если полностью убрать свободный ход поршня в гильзе, то даже малейшее искривление может привести к необходимости замены иглы на новую и к существенному сокращению срока службы иглы.



**Рис. 10.** Варианты положения тестовой иглы



**Рис. 11.** Установочная высота и расстояние от опорного кольца до поршня, мм (дюймы)

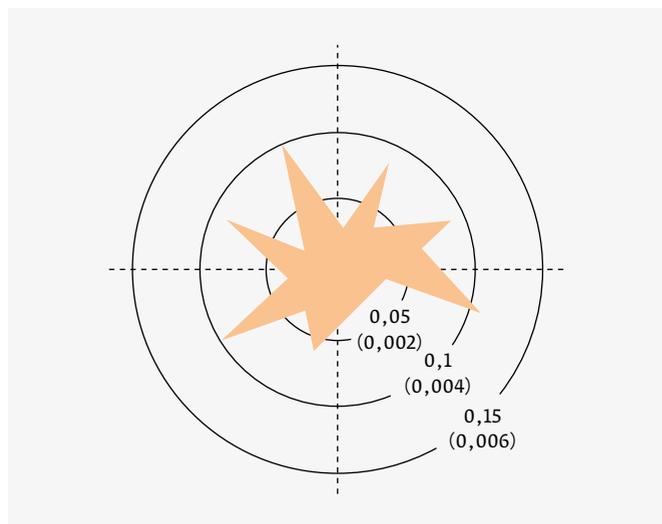


**Рис. 12.** Измерение отклонения тестовой иглы от центральной оси цифровым микрометром

Результаты данного примера носят ознакомительный характер. На размер точки контакта влияют очень разные факторы, которые также необходимо учитывать: точность изготовления печатной платы и оснастки, ошибки повторяемости, которые возникнут при замене тестовой иглы и повторной ее установке в гильзу.

### СРОК СЛУЖБЫ ТЕСТОВЫХ ИГЛ

Для определения ресурса тестовой иглы компания INGUN разработала установку, которая в лабораторных условиях повторно сжимает-разжимает иглу, и блок для подсчета циклов срабатывания (рис. 14). Стенд также контролирует



**Рис. 13.** Отклонение поршня от вертикального положения, мм (дюймы)

переходное контактное сопротивление и ряд других факторов. Эти параметры учитываются разработчиками при проектировании и модификации изделий.

Срок службы зависит от разных факторов: силы сжатия пружины, отклонения поршня от оси, силы тока, протекающего через пробник, параметров окружающей среды (температуры, загрязнения и т. д.). В документации компания INGUN не приводит какие-либо цифры относительно срока службы выпускаемых тестовых игл. Разработчики считают, что результаты, полученные в идеальных лабораторных условиях, только собьют с толку пользователей. Как правило, факторы, влияющие на срок службы, невозможно подсчитать и полностью учесть. В лабораторных условиях многие из выпускаемых компанией тестовых контактов на стенде с легкостью преодолевают ресурс в 1 млн срабатываний.

### ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН

Все тестовые пробники компании INGUN рассчитаны на работу в температурном диапазоне между -40 и 80 °С. Для более низких или более высоких температур необходимо выбирать специальные пробники с буквой «С» в конце артикула. Это расширенный температурный диапазон от -100 до 200 °С. При изготовлении таких пробников используются высоколегированные стали, которые, в свою очередь, имеют



**Рис. 14.** Стенд ресурсных испытаний тестовых игл



Рис. 15. Наклейка с цветовым кодом

существенный недостаток – их сопротивление в 10 раз выше, чем у стандартных тестовых пробников.

Большие колебания температур, а также работа вне рекомендуемых температурных диапазонов могут привести к преждевременному выходу из строя тестовой иглы. Также важно помнить, что когда иглы используются для тестирования внутри климатической камеры и через них протекает большой тестовый ток, рекомендуемый температурный диапазон использования может быть превышен за счет нагрева от тока. Эти два фактора могут значительно снизить ресурс иглы или вывести ее из строя.

### ЗАЩИТА ОТ ПОДДЕЛОК

Самые распространенные серии компании INGUN подвергаются массовому копированию. Рядовому пользователю трудно отличить оригинал от подделки. Подделывают всё: тестовые иглы, маркировку и даже коробочки, в которых поставляется продукция. Для защиты серий GKS-050/075/100/550 и E-050/075/100 компания INGUN наносит специальную печать с микроскопически маленьким цветовым кодом на защитную наклейку. Этот

цветовой код уникален, его невозможно скопировать. Чтобы его увидеть, нужен микроскоп с 100-кратным увеличением. Сама защитная наклейка имеет специальную перфорацию, которая проинформирует, если коробочка уже вскрывалась. Последовательность цветов, отличающая оригинальную продукцию, изображена на рис. 15.

\*\*\*

При подготовке статьи не ставилась цель дать ответы на все возможные вопросы, которые могут возникнуть при выборе тестовых игл. Приведен лишь краткий обзор основных характеристик, на которые надо обратить внимание. Для подбора вы можете воспользоваться веб-формой подбора тестовых пробников (рис. 16) или приложением компании INGUN (рис. 17 и 18). По вопросам приобретения продукции INGUN обращайтесь к официальным дистрибьюторам, чтобы избежать подделок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. INGUN Prüfmittelbau GmbH Test Probes Catalogue 25.3 [каталог], с. 7–20.



Рис. 16. URL-адрес для подбора тестовой иглы



Рис. 17. Ссылка на Google Play для загрузки приложения



Рис. 18. Ссылка на App Store для загрузки приложения

## Кремниевая биполярная р-п-р транзисторная пара малой мощности категории качества «ВП»

ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» в рамках работы «Титан 03» проводит разработку биполярной р-п-р транзисторной пары малой мощности категории качества «ВП».

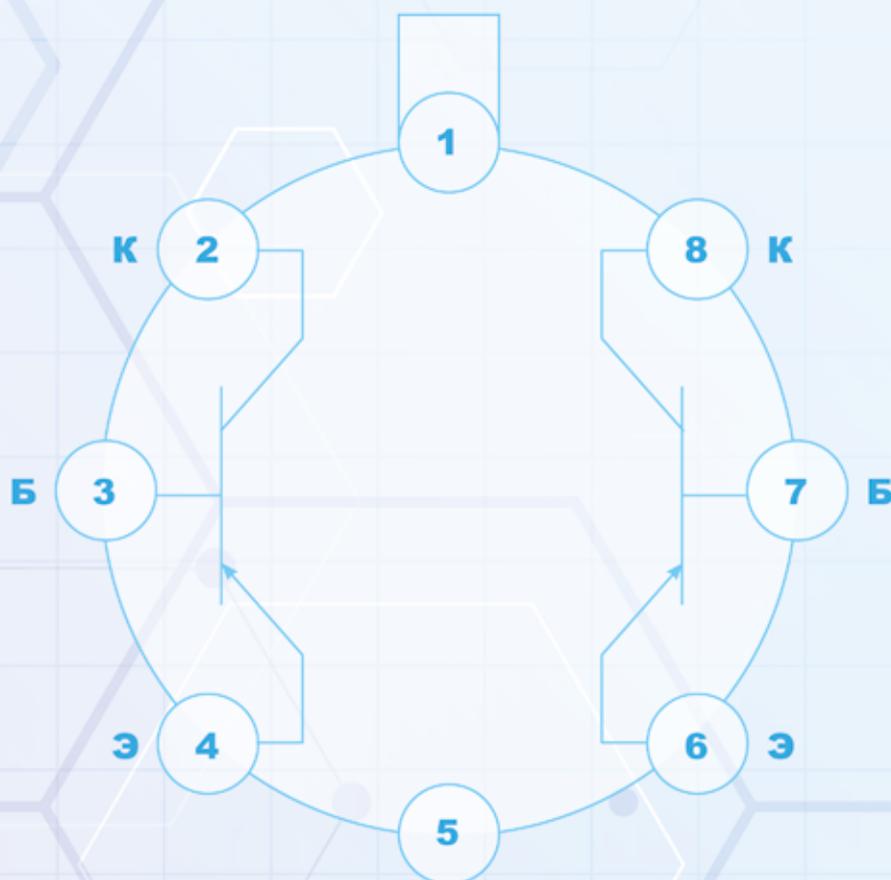
Транзисторная пара состоит из двух усилительных высокочастотных маломощных транзисторов и предназначена для работы в дифференциальных усилительных каскадах радиоэлектронной аппаратуры специального назначения.

Транзисторная пара изготавливается в металlostеклянном корпусе типа 3101.8-1 и функционирует при температуре окружающей среды от  $-60$  до  $+125$  °С.

Функциональным аналогом разрабатываемой транзисторной пары является транзисторная пара 2ТС3103Б предприятия «Рижский завод полупроводниковых приборов».

Рис. 1. Обозначение выводов в корпусе:

- 4, 6 – эмиттер;
- 2, 8 – коллектор;
- 3, 7 – база



**Таблица 1. Основные электрические параметры при температуре  $T_c = 0 \div +70 \text{ }^\circ\text{C}$** 

Наименование параметра, (режим измерения), единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Значение параметров		
		не менее	типовое значение	не более
Обратный ток коллектора ( $U_{кб} = 15\text{В}$ ), нА	$I_{кбо}$	–	8,0	200
Обратный ток эмиттера ( $U_{эб} = 5,0\text{ В}$ ), нА	$I_{эбо}$	–	15	500
Статический коэффициент передачи тока ( $U_{кб} = 1,0\text{ В}$ ; $I_э = 1,0\text{ мА}$ ; $t_{и} \leq 2\text{ мс}$ , $f \leq 50\text{ Гц}$ )	$h_{21э1,2}$	40	90	200
Отношение статических коэффициентов передачи тока ( $U_{кб} = 1,0\text{ В}$ ; $I_э = 1,0\text{ мА}$ ; $t_{и} \leq 2\text{ мс}$ , $f \leq 50\text{ Гц}$ )	$h_{21э1} / h_{21э2}$	0,8	0,95	–
Модуль коэффициентов передачи тока на высокой частоте ( $U_{кб} = 1,0\text{ В}$ ; $I_э = 1,0\text{ мА}$ ; $f = 100\text{ МГц}$ )	$ h_{21э1,2} $	6,0	9,4	–
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер ( $I_к = 10\text{ мА}$ ; $I_б = 1,0\text{ мА}$ ), В	$U_{КЭнас}$	–	0,43	0,6
Емкость коллекторного перехода ( $U_{кб} = 5,0\text{ В}$ ; $f = 1,0\text{ МГц}$ ), пФ	$C_к$	–	2,1	2,5
Емкость эмиттерного перехода ( $U_{эб} = 0$ ; $f = 1,0\text{ МГц}$ ), пФ	$C_э$	–	2,0	2,5

**Таблица 2. Предельные значения допустимых электрических режимов эксплуатации**

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Значение параметров
Максимально допустимое постоянное напряжение коллектор-база (при $R_{эб} \leq 15\text{ кОм}$ ), В	$U_{КБmax}$	15
Максимально допустимое постоянное напряжение коллектор-эмиттер, В	$U_{КЭOmax}$	15
Максимально допустимое постоянное напряжение эмиттер-база, В	$U_{ЭБmax}$	5,0
Максимально допустимый постоянный ток коллектора, мА	$I_{Кmax}$	20
Импульсный ток коллектора при $t_{и} \leq 10\text{ мкс}$ , $Q \geq 2,5\text{, мА}$	$I_{КИmax}$	50
Постоянная рассеиваемая мощность коллектора (суммарная двух транзисторов), мВт при $T \leq +55 \text{ }^\circ\text{C}$ при $T = +85 \text{ }^\circ\text{C}$	$P_{Кmax}$	300 120

Заинтересованным в применении разрабатываемой р-п-р транзисторной пары предприятиям могут быть предоставлены образцы этих приборов для проведения их апробирования.


**ОАО «ИНТЕГРАЛ»**

управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» Республика Беларусь

[www.integral.by](http://www.integral.by)

тел./факс: (+375-17) 398 72 03

тел.: (+375-17) 298 97 43

E-mail: ATitov@integral.by