

НОВЫЕ ИМЕНА НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИХ ФИЛЬТРОВ

ЧАСТЬ 2. ФИЛЬТРЫ КОМПАНИИ SOURIAU PA&E*

К.Джуринский, к.т.н kbd.istok@mail.ru

За рубежом помехоподавляющие фильтры разрабатывают и выпускают многие компании [1]. Все они производят одни и те же серии фильтров – резьбовые (Bolt Style), Solder-in, безрезьбовые проходные фильтры, герметизированные эпоксидным компаундом (Filters Pins), широкополосные (Broadband Filters) и др. в соответствии с требованиями международных стандартов MIL-PRF-15733 и MIL-PRF-28861. Казалось бы, зачем столько компаний, выпускающих однотипную продукцию? Однако анализ помехоподавляющих фильтров этих компаний показал, что каждая из них вносит нечто новое в эту типовую продукцию. И SOURIAU PA&E не является исключением. Рассмотрим ее помехоподавляющие фильтры.

О КОМПАНИИ SOURIAU PA&E

Американская компания SOURIAU PA&E, ранее известная как CERAMIC DEVICES Inc. (CDI), была основана в 1982 году для решения проблем электромагнитной совместимости высоконадежной электронной аппаратуры авиационного, космического, медицинского назначения. SOURIAU PA&E выпускает широкую номенклатуру помехоподавляющих фильтров, в которых в качестве емкости применены монолитные дисковые конденсаторы.

Компания квалифицирована по стандартам SSQ 21215, SSQ 21216 и SSQ 21218. Качество продукции соответствует стандарту ISO 9001. Ее фильтры входят в QPL MIL-PRF-15733 и MIL-PRF-2886 класса В для проходных конденсаторов и фильтров. При необходимости компания выпускает фильтры, соответствующие MIL-PRF-2886 высшего класса S. В ноябре 2011 года SOURIAU PA&E анонсировала ввод фильтров военного назначения нового класса Н вместо дорогостоящего и трудоемкого

класса S. Предлагается большую часть испытаний проводить в соответствии с менее жестким классом В. Основное отличие испытаний классов Н и S состоит в допустимом числе отказов в испытываемой партии фильтров. Согласно испытаниям класса S, отказ даже одного фильтра в партии приводит к забракованию всей партии. Испытания класса Н допускают выход из строя одного фильтра из партии. Это позволяет уменьшить трудоемкость испытаний и снизить стоимость фильтров, не ухудшая их надежности. Ведь фильтры проходят около 20 различных тестов, включая испытания на повышенную и пониженную температуру и термоциклирование, на вибростойкость, воздействие соляного тумана и т.п. Герметичные фильтры испытывают еще и на воздействие повышенного и пониженного давления. Кроме того, монолитный дисковый конденсатор – основной элемент фильтра, определяющий его электрические параметры и надежность, – проходит испытания в полном объеме в соответствии с военными стандартами.

SOURIAU PA&E поставляет продукцию (монолитные дисковые конденсаторы, фильтры и фильтрующие сборки) более чем 600 потребителям.

* Джуринский К. Новые имена на российском рынке помехоподавляющих фильтров. Часть 1. Фильтры военного назначения корпорации AVX. – Электроника: НТБ, 2012, №2, с.44–53.

МОНОЛИТНЫЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ ДИСКОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (DISCOIDAL MULTILAYER CERAMIC CAPACITORS)

Исторически первый стандарт MIL-PRF-15733 закреплял конструкцию фильтров электромагнитных помех, в которых в качестве электрической емкости был применен тонкостенный керамический трубчатый конденсатор. Внутри конденсатора были расположены ферритовое кольцо и центральный проводник (индуктивность). Недостатки такой конструкции очевидны:

- невозможность получения большой емкости (более сотых долей микрофарады в миниатюрных фильтрах);
- повышенная хрупкость трубчатого конденсатора, из-за которой в нем при установке (особенно резьбовых фильтров) и при быстром нагреве при пайке фильтра в корпус возникали трещины.

Чтобы ослабить влияние температуры, при сборке фильтра попытались заменить пайку заливкой проводящим (наполненным серебром) эпоксидным компаундом. Но на частотах более 500 МГц электрическое сопротивление компаунда возрастало, в результате чего снижалась эффективность фильтрации.

Когда же были разработаны монокристаллические многослойные дисковые конденсаторы, они сразу заняли доминирующее положение в конструкциях помехоподавляющих фильтров. В качестве диэлектрика в таких конденсаторах применяют керамику трех классов: NPO (COG), X7R и Z5U (или Y5V). Температурная стабильность емкости конденсатора в основном определяется диэлектрической проницаемостью керамики. Так, в диапазоне температур -55...125°C керамика класса NPO с диэлектрической проницаемостью менее 100 обеспечивает изменение емкости конденсатора менее 30 ppm/°C, а керамика класса X7R - не более 15%.

SOURIAU PA&E выпускает монокристаллические многослойные дисковые конденсаторы с наружным диаметром 1,27-16,3 мм, толщиной 1-5,1 мм и емкостью от 10 пФ до 8 мкФ. Конденсаторы рассчитаны на номинальное напряжение 50, 100, 200, 300 и 400 В постоянного тока и 115 и 240 В переменного тока. Наружная металлизация электродов конденсаторов - серебро или золото по подслою никеля толщиной 2,5 мкм.

Достижение SOURIAU PA&E - миниатюрные дисковые конденсаторы (Micro-Discoidal Capacitors) двух групп. Наружный диаметр

конденсаторов первой группы с керамикой классов NPO и X7R составляет всего 0,84-1,1 мм, внутренний диаметр - 0,3 мм и толщина 0,64-0,89 мм. Номинальное напряжение постоянного тока - 50 и 100 В, напряжение пробоя - выше двойного номинального напряжения. Емкость конденсатора может быть выбрана в диапазоне 10-2500 пФ. Сопротивление изоляции при температуре 25°C - не менее 100 ГОм. Наружный диаметр миниатюрных конденсаторов второй группы с керамикой X7R, равен 1,3-1,35 мм, внутренний диаметр - 0,3-0,35 мм, толщина - 0,64-0,89 мм. Номинальное напряжение постоянного тока 50-200 В. Емкость конденсатора может быть выбрана в диапазоне 10-7500 пФ.

Кроме того, SOURIAU PA&E разработала самые миниатюрные на сегодняшний день дисковые конденсаторы с впаянными центральными проводниками (Leaded Micro-Discoidal Capacitors) для установки в отверстия печатных плат с серебряным или золотым покрытием с шагом 1,9 мм. Наружный диаметр конденсатора с впаянным проводником составляет 2,5 мм и даже 1,8 мм, толщина 0,76-1,27 мм, диаметр проводника из меди, бериллиевой бронзы, кобальта или стали - 0,5 мм, его длина - 16,8-17,5 мм. Емкость конденсаторов с впаянными проводниками равна 5-10000 пФ, максимальный ток - 5 А, напряжение постоянного тока - 50 В, напряжение пробоя - 125 В. Конденсаторы впаивают в печатную плату оловянно-свинцовым припоем с содержанием серебра 1,5%, при этом скорость натекания (герметичность соединения) не превышает $1,10^{-8}$ атм.см³/с.

МИНИАТЮРНЫЕ БЕЗРЕЗЬБОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ ФИЛЬТРЫ, ВПАИВАЕМЫЕ В КОРПУСА ИЗДЕЛИЙ (EYELET FILTERS)

Фильтры этой серии другие компании называют Solder-in Style Filters. Выпускаемые компанией SOURIAU PA&E фильтры по конструкции и параметрам не отличаются от аналогичных фильтров других компаний. Герметичность обеспечивает металлокерамический спай со стороны гладкой части корпуса фильтра или со стороны фланца и эпоксидный компаунд с противоположной стороны (рис.1) [2, 3].

SOURIAU PA&E производит следующие типы фильтров с С- или L-С-электрической схемой:

- с наружным диаметром 3,25 мм, диаметром центрального проводника 0,76 мм (22 типоразмера по 11 в каждой группе с С- или L-С-схемой). Емкость фильтров - 5-27000 пФ,

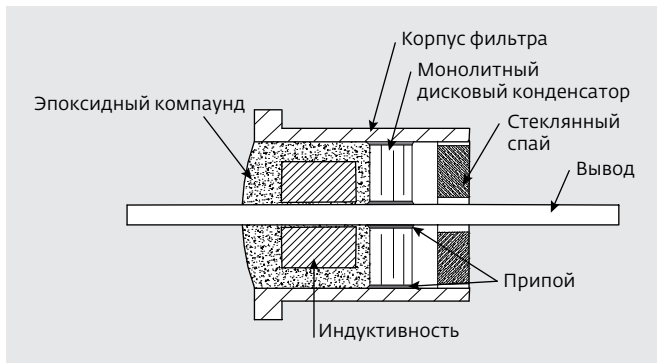


Рис.1. Конструкция безрезьбовых проходных фильтров [2, 3]

номинальный ток – 5 А. Фильтры с емкостью менее 500 пФ подавляют помехи на частотах более 100 МГц. Вносимое затухание для фильтров с емкостью более 1000 пФ на частоте 10 ГГц – 55–70 дБ. Номинальное напряжение постоянного тока – 50, 100 и 200 В;

- с наружным диаметром 4,19 мм, диаметром центрального проводника 0,81 мм (16 типоразмеров по восемь в каждой группе). Емкость фильтров 5000–100000 пФ, номинальный ток 10 А. Фильтры с емкостью более 40000 пФ подавляют помехи на частотах более 500 кГц. Вносимое затухание фильтров на частоте 10 ГГц составляет 60–70 дБ. Номинальное напряжение постоянного тока – 50, 100 и 200 В;
- с наружным диаметром 6,35 мм, диаметром центрального проводника 0,81 мм (22 типоразмера по 11 в каждой группе). Это фильтры с повышенной емкостью от 0,005 до 0,075 мкФ. Благодаря этому они подавляют помехи, начиная с частоты менее 500 кГц. Номинальный ток – 10 А, номинальное напряжение постоянного тока – 50, 100, 200 и 300 В;
- с наружным диаметром 10,16 мм, диаметром центрального проводника 1,27 мм (22 типоразмера по 11 в каждой группе). Фильтры имеют самую большую емкость – от 0,01 до 1,2 мкФ. Номинальный ток 15 А, номинальное напряжение постоянного тока – 50, 70, 100, 200 и 400 В и 125 В переменного тока. Фильтры подавляют помехи на частотах в десятки килогерц.

Фильтры устанавливают в корпуса изделий низкотемпературной пайкой. Для надежной пайки металлические поверхности фильтра покрывают серебром или золотом. Фильтры предназначены, прежде всего, для авиационной и спутниковой аппаратуры.

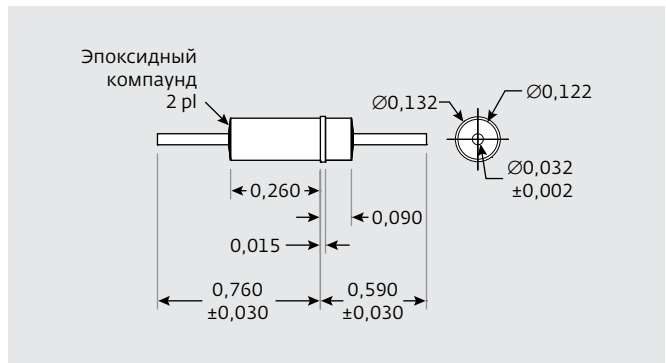


Рис.2. Фильтры Filters Pin компании SOURIAU PA&E (размеры в дюймах)

МИКРОМИНИАТЮРНЫЕ БЕЗРЕЗЬБОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ ФИЛЬТРЫ, ВПАИВАЕМЫЕ В КОРПУСА ИЗДЕЛИЙ (MINI EYELET FILTERS)

Благодаря применению микроминиатюрных монолитных дисковых конденсаторов были миниатюризированы фильтры серии Eyelet filters без изменения их стандартной конструкции (см. рис.1) и электрической схемы. Создание фильтров этой серии, несомненно, достижение SOURIAU PA&. Разработаны две серии фильтров со схемами С и L-С и с номинальным напряжением 50, 100 и 200 В постоянного тока:

- с наружным диаметром 2,2 мм, диаметром центрального проводника 0,51 мм (по четыре фильтра с С- и L-С-схемой). Емкость фильтров 1000–10000 пФ. Номинальный ток – 2 А. В зависимости от емкости вносимое затухание на частоте 100 МГц составляет 20–35 дБ, на частоте 1 ГГц – 40–50 дБ. Фильтры герметизированы металлостеклянным спаем и эпоксидным компаундом;
- с наружным диаметром 2,2 мм, диаметром центрального проводника 0,51 мм (по четыре фильтра с С- или L-С-схемой). Емкость фильтров – 1000–10000 пФ. Номинальный ток – 5 А. Фильтры герметизированы эпоксидным компаундом.

БЕЗРЕЗЬБОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ ФИЛЬТРЫ, ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫЕ ЭПОКСИДНЫМ КОМПАУНДОМ (FILTERS PINS)

Основное отличие фильтров серии Filters Pins компании SOURIAU PA&E от аналогичных фильтров других компаний – использование монолитного дискового конденсатора вместо традиционного трубчатого. Корпус фильтра изготовлен из латуни, центральный проводник диаметром 0,81 мм – из меди или фосфористой

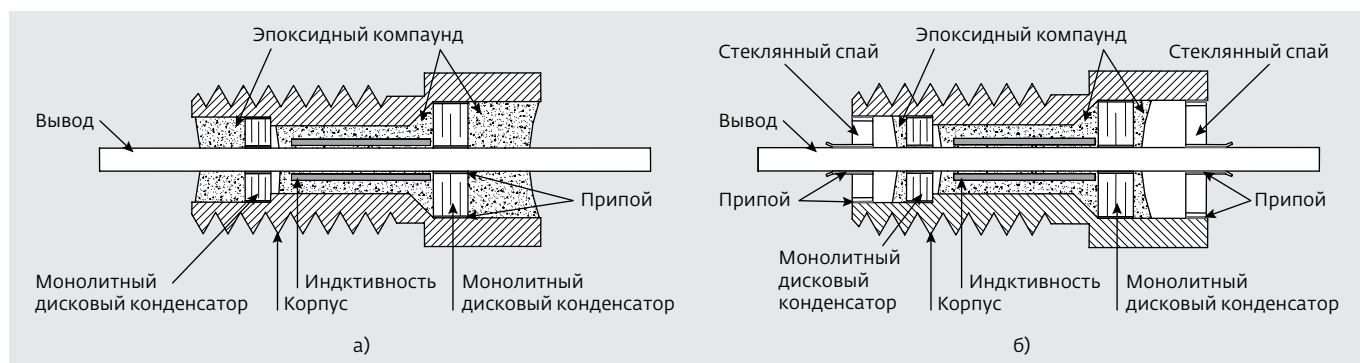


Рис.3. Резьбовые фильтры, герметизированные эпоксидным компаундом (а) и металлостеклянным спаем и компаундом (б)

бронзы, покрытие металлических поверхностей – серебро или золото. Фильтр герметизирован эпоксидным компаундом (рис.2) [2, 3].

В корпусе симметрично установлены два дисковых конденсатора, между которыми расположено ферритовое кольцо (Pi электрическая схема), обеспечивающее рост вносимого затухания теоретически 60 дБ на декаду. Такие фильтры встраивают в электрические цепи с разными импедансами источника помех и нагрузки. Фильтры впаивают в корпуса изделий или в платы припоем состава: олово (60%), свинец (38%) и серебро (2%) при температуре не выше 230°C. Фильтры рассчитаны на номинальный ток 10 А.

SOURIAU PA&E выпускает четыре серии фильтров Filters Pins по шесть типоразмеров в каждой серии:

- с диаметром корпуса 3,1 мм. Номинальное напряжение – 50, 100 и 200 В, емкость – от 0,005 до 0,05 мкФ. Фильтры подавляют помехи на частотах более 10 МГц. Вносимое затухание на частоте 10 ГГц – не менее 70 дБ;
- с диаметром корпуса 6,1 мм. Номинальное напряжение – 50, 100 и 200 В, емкость – от 0,01 до 0,1 мкФ. Подавление помех на частотах более 10 МГц. Вносимое затухание на частоте 10 ГГц – не менее 70 дБ;
- с диаметром корпуса 3,5 мм. Номинальное напряжение – 50, 100, 200 и 300 В, емкость – от 0,01 до 0,2 мкФ. Фильтры подавляют помехи на частотах, начиная с 1 МГц. Вносимое затухание на частоте более 100 МГц – 70 дБ;
- с диаметром корпуса 3,75 мм. Номинальное напряжение – 50, 100, 200 и 300 В, емкость – от 0,022 до 0,5 мкФ. Подавление помех на частотах менее 1 МГц.

Фильтры этой серии отвечают требованиям стандарта MIL-PRF-15733.

РЕЗЬБОВЫЕ ФИЛЬТРЫ (BOLT STYLE FILTERS)

SOURIAU PA&E выпускает большую серию резьбовых фильтров, широко применяемых в различной аппаратуре. Большая часть этих фильтров герметизирована эпоксидным компаундом (рис.3а). Для военной аппаратуры, работающей в жестких условиях окружающей среды, разработаны резьбовые фильтры, герметизированные эпоксидным компаундом с одной стороны и металлостеклянным спаем с противоположной стороны (рис.3б). Корпус фильтра изготовлен из латуни, центральный проводник – из меди или стали, плакированной медью. Металлические поверхности фильтров покрыты серебром или золотом. Во всех фильтрах серии применены монолитные дисковые конденсаторы с широким диапазоном значений электрической емкости. Фильтры устанавливают в сквозное отверстие в стенке корпуса изделия и закрепляют с противоположной стороны стенки гайкой с фигурной шайбой. Соединение с центральным проводником производят пайкой при температуре не более 230°C. Резьбовые фильтры могут иметь электрическую схему С, L-С или Pi.

Разработаны следующие серии резьбовых фильтров:

- с электрической схемой С и L-C (по 12 фильтров каждой схемы), резьба 4-40UNC-2A, диаметр центрального проводника 0,65 мм. Герметизация эпоксидным компаундом. Диапазон емкости – 100 пФ–0,1 мкФ. Номинальное напряжение постоянного тока – 50, 100 и 200 В, номинальный ток – 5 А;
- с электрической схемой С, L-C или Pi (по восемь фильтров каждой схемы), резьба 8-32UNC-2A, диаметр центрального проводника 0,81 мм. Герметизация эпоксидным компаундом и металлоглазным спаем. Диапазон емкости – 0,001–0,3 мкФ. Номинальное напряжение постоянного тока – 50, 100 и 200 В, номинальный ток – 10 А;
- с электрической схемой С, L-C или Pi (по девять фильтров с С- и L-C-схемой и шесть фильтров с Pi-схемой), резьба 12-32UNEF-2A, диаметр центрального проводника – 0,81 мм. Герметизация эпоксидным компаундом. Диапазон емкости – 0,001–0,5 мкФ. Номинальное напряжение постоянного тока – 50, 100 и 200 В для фильтров с L-C- и Pi-схемой и 50 и 100 В постоянного тока и 115 В переменного тока для фильтров с С-схемой. Номинальный ток – 10 А;
- с электрической схемой С, L-C или Pi (по восемь фильтров каждой схемы) с уменьшенной (с 7,9 до 6,35 мм) длиной резьбы 12-32UNEF-2A, диаметр центрального проводника – 0,81 мм. Герметизация эпоксидным компаундом. Диапазон емкости – 0,0027–0,3 мкФ для схем С и L-C и 0,002–0,1 мкФ для схемы Pi. Номинальное напряжение постоянного тока – 50, 100 и 200 В, номинальный ток – 10 А;
- с электрической схемой С, L-C или Pi (по восемь фильтров каждой схемы), резьба 5/16-24UNC-2A, диаметр центрального проводника – 1,45 мм. Герметизация эпоксидным компаундом и металлоглазным спаем. Диапазон емкости – 0,05–1,2 мкФ для схем С и L-C и 0,006–0,5 мкФ для схемы Pi. Номинальное напряжение постоянного тока для схем С и L-C составляет 50, 70, 100, 200, 300 и 500 В постоянного тока и 125 В переменного тока. Для схемы Pi напряжение постоянного тока 100, 200, 500 В и 125 и 240 В переменного тока. Номинальный ток – 10 А.

Кроме того, SOURIAU PA&E разработала серию оригинальных резьбовых фильтров с гибким медным, облуженным оловом, центральным

проводником (Flex-Lead Filters). Основное достоинство этих фильтров – уменьшение опасности повреждения фильтра при соединении с его центральным проводником. Корпус фильтра изготовлен из стали и покрыт золотом. Емкость фильтров с резьбой 8-32UNC-2A составляет от 1000 пФ до 20 нФ, номинальный ток – 5 А, номинальное напряжение – 50–200 В.

В актив компании SOURIAU PA&E также входят разработанные в последние годы высокоточные резьбовые фильтры с номинальным током 50 и 100 А.

МИКРОМИНИАТЮРНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ ФИЛЬТРЫ (MICROSCREW-IN)

В резьбовых фильтрах этой серии отсутствует стандартная головка болта. Вместо нее в торце корпуса сделаны прорезы глубиной 0,5 мм, в которые при вкручивании фильтра в корпус изделия вставляются специальную отвертку. На корпусе фильтра выполнена миниатюрная резьба. Электрическая схема фильтров – С, L-C, Pi и Т. Фильтры сконструированы на основе миниатюрных монолитных дисковых конденсаторов и герметизированы эпоксидным компаундом. Корпуса фильтров изготовлены из стали и покрыты золотом или серебром.

Разработаны три серии фильтров с номинальным напряжением постоянного тока 50, 100 и 200 В:

- с электрической схемой С- и L-C и номинальным током 1 А (по три типоразмера каждой схемы) (рис.4). Емкость фильтров – 250–4000 пФ. Эффективное подавление помех начинается с частоты 100 МГц;
- с электрической схемой С и L-C и номинальным током 5 А (по четыре типоразмера каждой схемы). Емкость фильтров – 1000–10000 пФ. На частоте 200 МГц вносимое затухание равно 26–42 дБ;

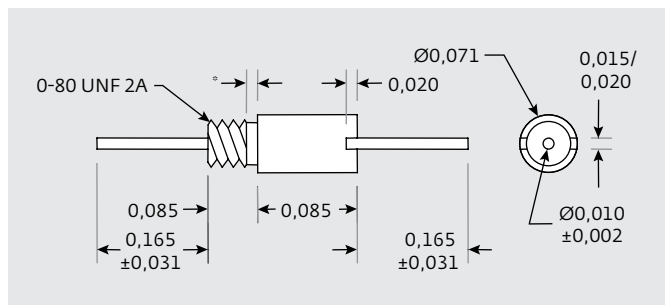


Рис.4. Микроминиатюрные резьбовые фильтры с С электрической схемой на номинальный ток 1 А (размеры в дюймах) [2, 3]

- с электрической схемой Pi и T и номинальным током 5 А (по четыре типоразмера каждой схемы). Емкость фильтров – 2500–18000 пФ (для схемы Pi) и 1000–10000 пФ (для схемы T). Фильтры начинают подавлять помехи с частоты 10 МГц.

Микроминиатюрные резьбовые фильтры отличаются высоким значением удельной емкости в пересчете на единицу объема фильтра. Предназначены для применения в изделиях с плотной компоновкой, прежде всего для аэрокосмической и спутниковой аппаратуры.

ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ПРЕССОВОЙ ПОСАДКИ (KNURLED PRESS-IN FILTERS)

Фильтры для автоматизированной прессовой посадки применяют в тех случаях, когда нагрев изделия при пайке в него фильтров недопустим из-за опасности повреждения других его компонентов. Для обеспечения прессовой посадки на корпусе фильтра делают накатку. Компанией SOURIAU PA&E разработана серия миниатюрных фильтров для прессовой посадки (рис.5) [2]. Диаметр цилиндрической части с накаткой – 4 мм, диаметр центрального проводника – 0,76 мм.

Фильтры герметизированы эпоксидным компаундом со стороны фланца и металlostеклянным спаем с противоположной стороны. Возможна поставка более дешевых негерметичных фильтров с эпоксидным компаундом. Корпус фильтра изготовлен из стали, центральный проводник – из железоникелевого сплава 52, покрытие – золотое. Емкость фильтров – от 5 пФ до 27 нФ, номинальное напряжение постоянного тока – 200 В, максимальный ток – 5 А.

ШИРОКОПОЛОСНЫЕ ФИЛЬТРЫ (BROADBAND FILTERS)

В электрических цепях, в которых необходимо обеспечить низкую частоту среза в сочетании с высоким напряжением, используют широкополосные фильтры сравнительно больших размеров, рассчитанные на большие токи. Учитывая большую потребность в таких фильтрах, SOURIAU PA&E выпускает значительное их число с электрической схемой С, L-С, Pi и T (рис.6).

В конструкции фильтров применен монолитный дисковый конденсатор собственного производства на основе керамики класса X7R с диэлектрической проницаемостью 1700. Разработаны следующие серии широкополосных фильтров.

С электрической схемой С:

- два типа фильтров с резьбой 8-32UNC-2A (семь типоразмеров), герметизированы

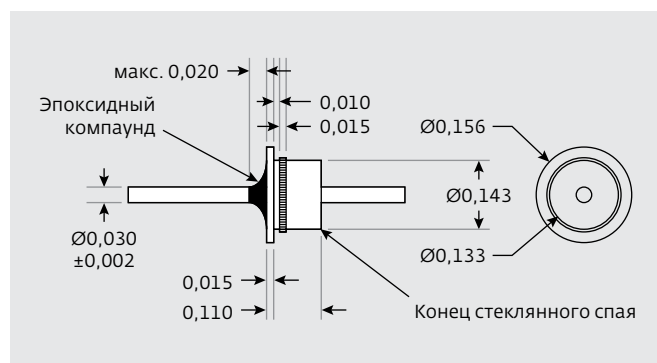


Рис.5. Фильтры для прессовой посадки [2]

металlostеклянным спаем и эпоксидным компаундом. Диапазон емкости – 0,001–0,39 мкФ, номинальное напряжение – 50–300 В постоянного тока, номинальный ток – 10 А. Фильтры подавляют помехи, начиная с частоты 300 кГц;

- с резьбой 1/4-28UNF-2A (девять типоразмеров), герметизированы металlostеклянным спаем и эпоксидным компаундом. Диапазон емкости – 0,025–1,4 мкФ, номинальное

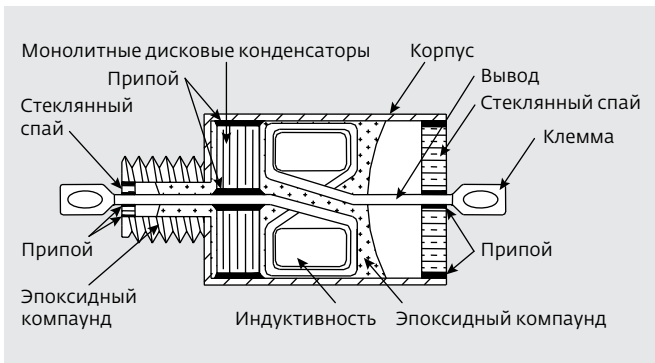


Рис.6. Конструкция широкополосного фильтра с P_i электрической схемой [2]

напряжение – от 50 до 200 В постоянного тока, номинальный ток – 15 А. Фильтры подавляют помехи, начиная с частоты 100 кГц;

- с резьбой 1/4-28UNF-2A (девять типоразмеров), герметичные. Диапазон емкости – 0,15–4,0 мкФ, номинальное напряжение – 50–200 В постоянного тока и 115 В переменного тока, номинальный ток – 15 А. Фильтры подавляют помехи с частотой более 30 кГц;
- герметичные фильтры с номинальным током 15 А. Фильтры первой группы с резьбой 1/4-28UNF-2A (шесть типоразмеров). Номинальное напряжение – 50–300 В постоянного тока и 125 В переменного тока, диапазон емкости – 0,1–1,2 мкФ. Фильтры второй группы с резьбой 5/16-24UNF-2A (10 типоразмеров). Емкость – 0,15–9,5 мкФ, номинальное напряжение – 50–400 В постоянного тока и 115 и 240 В переменного тока. Фильтры подавляют помехи с частотой более 30 кГц.

С электрической схемой L-C. В качестве индуктивности используется тороидальный индуктор для токов менее 5 А и ферритовое кольцо для больших токов. Фильтры применяют в несбалансированных цепях, в которых источник помех или нагрузка имеют малый импеданс. Разработаны следующие серии этих фильтров с номинальным напряжением от 50 до 300 В постоянного тока:

- миниатюрные герметичные фильтры с резьбой 8-32UNC-2A и диаметром цилиндрической части 6,1 мм (семь типоразмеров). Диапазон емкости – 0,01–0,39 мкФ, номинальный ток – 10 А, номинальное напряжение – 50–300 В постоянного тока. Фильтры подавляют помехи, начиная с частоты 1 МГц;
- герметичные фильтры с резьбой 1/4-28UNF-2A и диаметром цилиндрической части 9,53 мм. Диапазон емкости – 0,025–1,4 мкФ, номинальный ток – 15 А, номинальное

- напряжение – 50–300 В постоянного тока. Фильтры подавляют помехи, начиная с частоты 300 кГц. Серия состоит из фильтров, герметизированных металлоглазным спаем и эпоксидным компаундом (по девять типоразмеров);
- герметичные фильтры с резьбой 1/4-28UNF-2A (девять типоразмеров) с длиной резьбовой части – 10,6, 13,5 и 20,1 мм и диаметром цилиндрической части – 9,53 мм. Диапазон емкости – 0,15–4,0 мкФ, номинальный ток – 15 А, номинальное напряжение – 50, 100 и 200 В постоянного тока и 115 В переменного тока. Фильтры подавляют помехи, начиная с частоты 30 кГц;
- две группы герметичных фильтров с резьбой 1/4-28UNF-2A. Номинальный ток – 15 А. Диаметр цилиндрической части фильтров первой группы (семь типоразмеров) составляет 9,53 мм, ее длина – 5,6 мм, длина резьбовой части – 4,8 мм. Диапазон емкости – 0,05–1,2 мкФ, номинальное напряжение – 50–400 В постоянного тока и 125 В переменного тока. Диаметр цилиндрической части фильтров второй группы (девять типоразмеров) равен 10,31 мм, ее длина – 9,2 мм, длина резьбовой части – 7,9 мм. Диапазон емкости – 0,15–4,7 мкФ, номинальное напряжение – 50–400 В постоянного тока и 125 и 240 В переменного тока. Фильтры подавляют помехи, начиная с частоты 30 кГц;
- герметичные фильтры с резьбой 1/4-28UNF-2A (19 типоразмеров). Диаметр цилиндрической части фильтров – 9,53 мм, ее длина – 20 мм, длина резьбовой части – 4,8 мм. Диапазон емкости – 0,45–1,2 мкФ, номинальное напряжение – 50, 70 и 100 В постоянного тока, номинальный ток 0,1–10 А. Фильтры эффективно подавляют помехи, начиная с частоты 30 кГц;
- герметичные фильтры с резьбой 1/4-28UNF-2A (13 типоразмеров). Диаметр цилиндрической части – 9,53 или 10,31 мм, ее длина – 20 мм, длина резьбовой части – 4,8 мм. Диапазон емкости – 0,15–0,25 мкФ, номинальное напряжение – 150 В постоянного тока и 115 В переменного тока, номинальный ток – 0,1–10 А. Фильтры подавляют помехи, начиная с частоты 100 кГц;
- герметичные фильтры с резьбой 1/4-28UNF-2A (30 типоразмеров). Диаметр цилиндрической части фильтров – 17,5 мм, ее длина – 22,6 или 27 мм, длина резьбовой части – 7,9 мм. Диапазон емкости – 0,15–2,8 мкФ, номинальное напряжение 50, 100 и 200 В постоянного тока, 125 и 240 В переменного тока, номинальный ток – 0,5–25 А. Фильтры подавляют помехи на частотах более 100 кГц.

С электрической схемой P_i . Фильтры имеют симметричную конструкцию (два конденсатора и индуктивность между ними), поэтому они эффективны для цепей с низкими импедансами источника помех и нагрузки. Разработаны две большие серии герметичных фильтров с электрической схемой P_i :

- с резьбой 1/4-28UNF-2A и диаметром цилиндрической части 9,53 и 10,31 мм (28 типоразмеров). Диапазон емкости – 0,05–2,8 мкФ, номинальное напряжение – 50–300 В постоянного тока и 125 В переменного тока, номинальный ток – 0,1–10 А. Фильтры с емкостью более 1 мкФ подавляют помехи на частоте более 30 кГц;
- с резьбой 5/16-24UNF-2A и диаметром цилиндрической части 17,53 мм (30 типоразмеров). Диапазон емкости – 0,2–2,8 мкФ, номинальное напряжение – 50–300 В постоянного тока и 125 и 240 В переменного тока, номинальный ток – 0,5–10 А. Фильтры емкостью более 1 мкФ подавляют помехи на частотах более 30 кГц.

С электрической схемой T . Эта схема предполагает наличие двух индуктивных элементов и конденсатора между ними. Такие фильтры применяют в линиях передачи с высокими импедансами источника помех и нагрузки. Подобно фильтрам с P_i -схемой разработаны две большие серии герметичных фильтров схемы T :

- с резьбой 1/4-28UNF-2A и диаметром цилиндрической части 9,53 и 10,31 мм (20 типоразмеров). Диапазон емкости – 0,15–1,4 мкФ, номинальное напряжение – 50, 100, 200 В постоянного тока и 125 В переменного тока, номинальный ток – 0,5–10 А. Фильтры эффективно подавляют помехи на частотах более 100 кГц;
- с резьбой 1/4-28UNF-2A и диаметром цилиндрической части 17,53 мм (18 типоразмеров). Диапазон емкости – 0,15–1,4 мкФ, номинальное напряжение – 100, 200 В постоянного тока

и 125 и 240 В переменного тока, номинальный ток – 0,5–10 А. Фильтры емкостью более 1 мкФ эффективно подавляют помехи, начиная с частоты 30 кГц.

ФИЛЬТРУЮЩИЕ СБОРКИ (FILTER ASSEMBLIES)

Фильтрующие сборки SOURIAU PA&E представляют собой набор заданного числа фильтров или монолитных дисковых конденсаторов, смонтированных в металлическое основание (плату). Сборки устанавливают в изделия пайкой или прикручивают винтами. Затем соединяют центральные проводники фильтров с элементами электрической схемы. Основное достоинство фильтрующих сборок – высокая плотность компоновки изделий и упрощенная технология монтажа. Компания изготавливает сборки по техническим требованиям потребителей и тестирует их в соответствии со стандартами. Основное применение фильтрующих сборок SOURIAU PA&E – авиационная аппаратура.

SOURIAU PA&E располагает современным производством монолитных дисковых конденсаторов и необходимыми технологическими процессами для изготовления фильтров высокой надежности. Благодаря этому компания разрабатывает и выпускает всю номенклатуру помехоподавляющих фильтров, соответствующих требованиям стандартов MIL-PRF-15733 и MIL-PRF-2886. SOURIAU PA&E, несомненно, стоит в одном ряду с ведущими производителями фильтров: Spectrum Control, Tusonix, AVX и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джуринский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. Издание второе. – М: Техносфера, 2006.
2. www.pacaero.com
3. Paе.cat.057. v.3, 2007, SOURIAU PA&E.