



УДК 577+615.47+616-77+006.91

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГНУЧКО-ЖОРСТКИХ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ З ЕЛЕКТРОННИМИ КОМПОНЕНТАМИ НА ГНУЧКІЙ ЧАСТИНІ

Майструк Віталій Федорович¹, Єфіменко Анатолій Афанасійович¹ - науковий керівник

¹ Одеський національний політехнічний університет, Одеса, Україна

Адреса для листування: Майструк Віталій Федорович, магістр

Місце навчання: Одеський національний політехнічний університет, 65044, пр. Шевченка, 1,

Одеса, Україна

Email: vitaliimastruk3@gmail.com

Анотація. У статті представлено технологію, за допомогою якої гнучку частину гнучко-жорсткої друкованої плати можна використовувати як повноцінний електронний модуль.

Ключові слова: гнучко-жорстка друкована плата, електронні компоненти.

Вступ. Сучасні умови такі, що до всіх приладів пред'являються високі вимоги по точності, надійності, стабільності роботи, у тому числі при жорстких умовах експлуатацією. При цьому відбувається постійне зростання функціональної складності радіоелектронної апаратури. Вирішуючи завдання підвищення функціональної складності і поліпшення технічних показників апаратури, перед інженерами ставляться завдання зі зменшення маси і габаритних розмірів приладів та збільшення надійності. Вищезазвані вимоги досягаються шляхом впровадження нових технологій, застосування нових матеріалів і конструкційних рішень на підприємствах. Одним з таких конструкційних рішень є перехід на гнучко-жорсткі друковані плати (ГЖДП).

ГЖДП в багатьох випадках знаходять застосування в різних галузях промисловості. Технологія гнучко-жорстких друкованих плат поєднує можливості отримання щільних електричних сполук і створення тривимірних структурних елементів, в результаті такі плати перевершують інші рішення, такі як застосування кабелів і з'єднувачів жорстких плат.

Матеріали і методи дослідження. Гнучко-жорсткі друковані плати мають досить різні типи конструкцій [1], які залежать від місця застосування плат.

Першим типом є традиційна ГЖДП (рис. 1), де покривний шар поширюється на всю внутрішню схему. До другого типу можна віднести ГЖДП з покривним шаром, який не поширюється в внутрішні ланцюги плати (рис. 2).

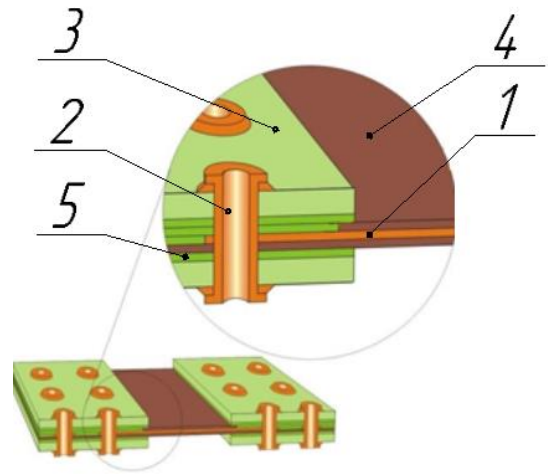
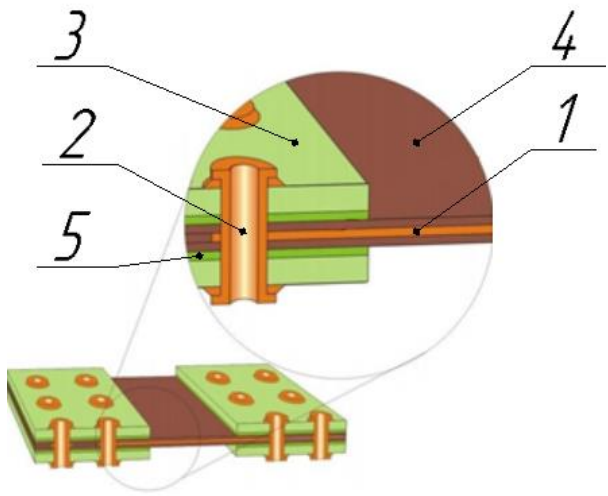


Рис. 1. Традиційна ГЖДП: 1 – мідна фольга; 2 – металізований отвір; 3 – склотекстоліт; 4 – поліімід; 5 – сполучний шар
Рис. 2. ГЖДП з коротким покривним шаром: 1 – мідна фольга; 2 – металізований отвір; 3 – склотекстоліт; 4 – поліімід; 5 – сполучний шар

Третій тип - плата з гібридною ламінацією (рис. 3), коли в жорстку частину плати входить лише мідна фольга без покривного шару. Останнім виділенням типом ГЖДП є плати в яких гнучка частина знаходиться лише з однієї сторони жорсткої частини(рис. 4).

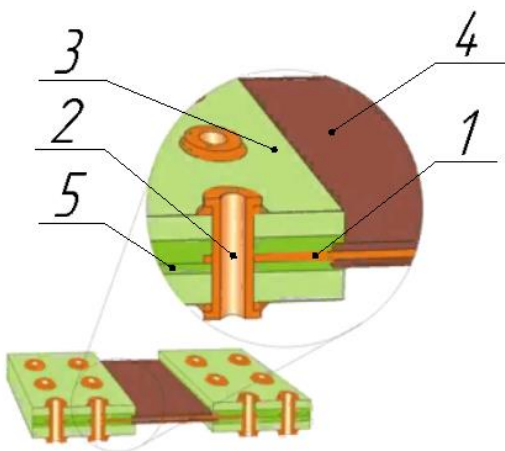


Рис. 3. ГЖДП з гібридною ламінацією: 1 – мідна фольга; 2 – металізований отвір; 3 – склотекстоліт; 4 – поліімід; 5 – сполучний шар

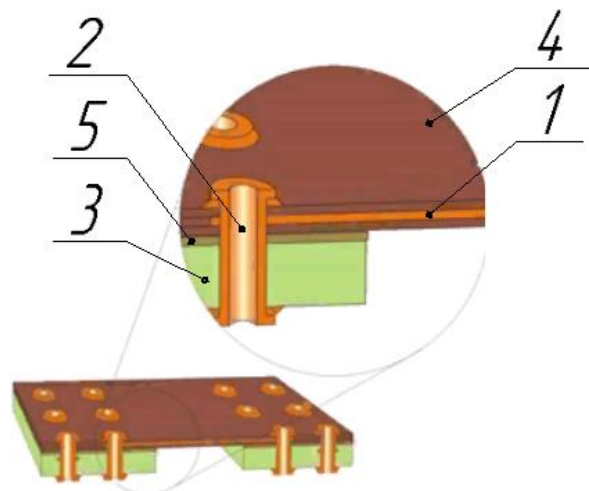


Рис. 4. ГЖДП з гнучким шаром з однієї сторони: 1 – мідна фольга; 2 – металізований отвір; 3 – склотекстоліт; 4 – поліімід; 5 – сполучний шар

Проаналізувавши конструктивно-технологічні особливості гнучко-жорстких друкованих плат можна сказати, що застосування гнучко-жорстких плат дозволяє в ряді випадків: зменшити габарити і масу пристрою; вбудувати електроніку в корпус складної форми; відмовитися від з'єднувальних роз'ємів; підвищити надійність з'єднань; спростити монтаж; забезпечити динамічну гнучкість сполук. Тому такі плати доцільно використовувати при виготовленні портативної електроніки.

Коротко традиційний процес виготовлення ГЖДП можна представити таким чином (рис. 5):

- виготовлення гнучкої частини плати (рис. 5а);
- вирізання жорстких матеріалів (таким чином, що вони покривають всю поверхню гнучкої плати) з так званими «вікнами»;
- збирання прес-паketу;
- пресування (рис. 5б);
- вирізання «вікон» жорсткої частини;
- свердління отворів та їх металізація(рис. 5в);
- електричне тестування;

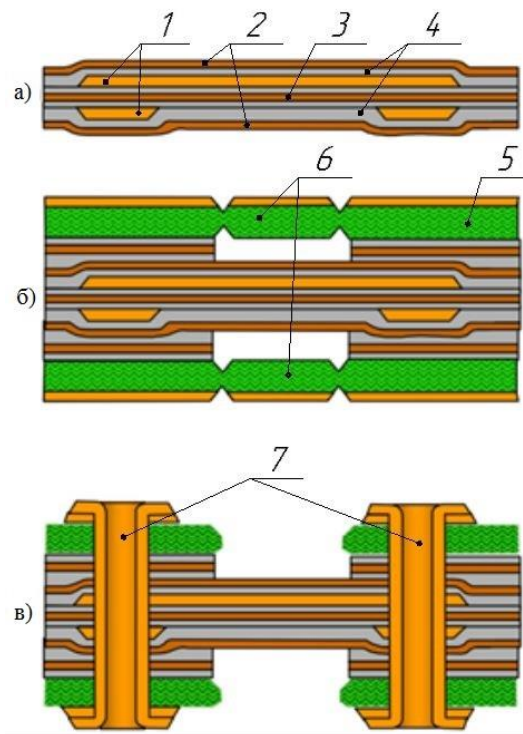


Рис. 5. Процес виготовлення ГЖДП: а) Виготовлення гнучкої частини; б) ГЖДП після пресування;

в) Вирізання «вікон» жорсткої частини, свердління отворів та їх металізація;

1 – мідна фольга; 2 – поліімідна плівка; 3 – базовий поліімід; 4 - адгезив; 5 – фольгований склотекстоліт; 6 – «вікна» на жорсткій частині 7 – металізовані отвори

Однак в даному процесі присутні недоліки, які пов'язані з тим що жорсткий матеріал який вирізається після пресування йде у відходи, а це значною мірою негативно впливає на економічні показники. Також проблематично використовувати таку технологію, коли необхідно виготовити гнучку частину великої довжини. Тому раціонально використовувати окремі жорсткі частини.

Також в гнучко-жорстких друкованих платах гнучка частина використовується лише, як провідник. Це дозволяє монтувати такі плати в пристрої складної форми. Але коли немає необхідності в великій кількості згинань гнучкої частини, а також коли гнучка частина досить довга, то на таку плату можна монтувати електронні компоненти (ЕК).

Запропонована ідея дозволяє перенести елементи з жорсткої частини на гнучку, що позитивно вплине на масо-габаритні параметри ГЖДП.

Так як гнучко-жорсткі друковані плати широко використовуються в портативній електроніці для якої важливим фактором є автономність роботи. А за допомогою технології монтажу елементів на гнучку частину, не змінюючи габаритів корпусу, в пристрій можна встановити більш потужний акумулятор.

При виготовленні ГЖДП з ЕК на гнучкій частині використовується такий самий процес виготовлення як для звичайної ГЖДП з деякими змінами.

Для того, щоб монтувати ЕК на гнучку плату необхідно підготувати для них контактні майданчики (КМ). Так як для захисту гнучкої частини плати використовується поліімід, який добре піддається травленню, то отримати вікна доступу для монтажу ЕК досить просто.

Технологію виготовлення гнучко-жорсткої друкованої плати з гнучкою частиною з вікнами доступу для монтажу електронних компонентів, можна представити на прикладі простої ГЖДП (рис. 6) в якій є дві жорсткі частини та одна гнучка. Гнучка частина використовується в якості провідника між жорсткими, а також на неї монтуються електронні компоненти.

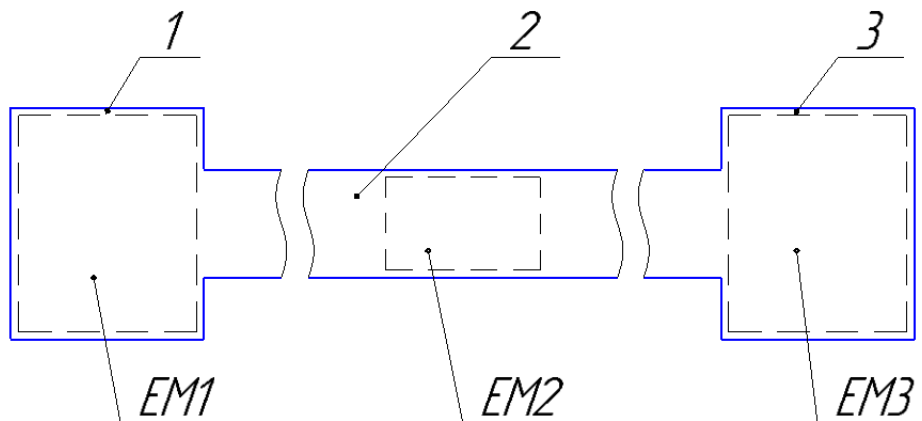


Рис. 6. ГЖДП: 1,3 - жорсткі частини; 2 - гнучка частина; EM1, EM2, EM3 - електронні модулі

Спочатку обирається базовий матеріал для гнучкої частини. В якості бази, як правило, використовують безадгезивні матеріали, які мають більш широкий робочий температурний діапазон, який зазвичай обмежується адгезивами. Наступними є операції, які використовуються для виготовлення гнучких друкованих плат [2]. Послідовність цих операцій є такою нанесення на заготовку фоточутливого матеріалу (фоторезисту), поєднання фотошаблону з заготовкою після чого відбувається експонування та проявлення фоторезисту. Наступними операціями є травлення міді [3], видалення фоторезисту [4]. З оголенням базової мідної фольги на провідниках. Таким чином, отримується рисунок внутрішніх шарів гнучкої плати.

Наступною операцією є покривання мідної фольги поліімідним лаком (рис. 7). Таким чином, провідні шари з'єднувальних частин гнучко-жорстких друкованих плат захищені покривними поліімідними плівками. Такий спосіб захисту провідникового рисунку виключає наявність адгезиву.

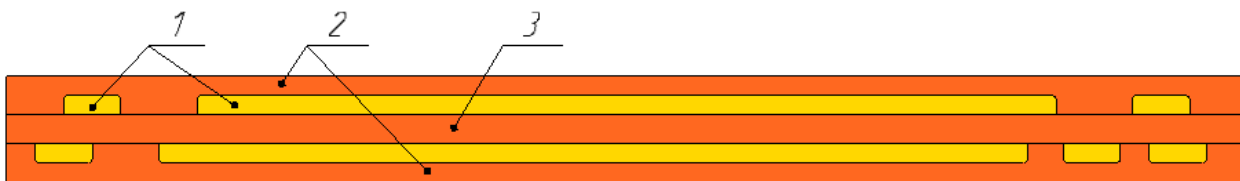


Рис. 7. Покривання мідної фольги поліімідним лаком : 1 – мідна фольга; 2 – покривна плівка на основі полімеризованого поліімідного лаку; 3 – базовий поліімід

Після чого для отримання вікон доступу на гнучкій частині необхідно витравити поліімід в необхідних областях. Для цього необхідно покрити гнучку частину фоторезистом.

Далі виконується прояв фоторезисту. Незахищений поліімід розчиняється в розчині для травлення, залишаючи на платі отвори для майбутніх контактних майданчиків.

Так як з гнучкою частиною будуть виконуватись подальші операції пов'язані з травленням, то відкриті вікна доступу необхідно захистити. Це можна зробити за допомогою нанесення на них металорезисту (рис. 8). Після осадження металорезисту фоторезист видаляється з заготовки.

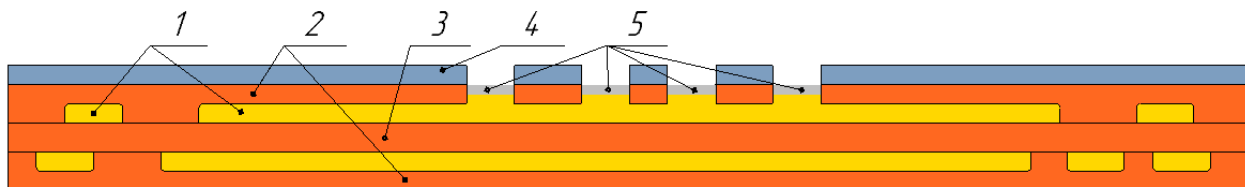


Рис. 8. Нанесення металорезисту: 1 – мідна фольга; 2 – покривна плівка на основі полімеризованого поліімідного лаку; 3 – базовий поліімід; 4 – фоторезист; 5 – металорезист

Далі виконуються збирання жорсткої частини. В існуючій технології жорсткі частини плати утворюються шарами склотекстоліту, який нарізається на розмір заготовки гнучко-жорсткої плати. Листи склотекстоліту ламіновані з одного боку мідною фольгою. Після чого заготовка пресується [5].

Наступними виконуються такі операції, як свердління наскрізних отворів, нанесення фоторезисту та його експонування, гальванічне осадження міді, нанесення металорезисту, видалення фоторезисту, травлення міді та видалення металорезисту. Для формування малюнку в жорсткій частині також необхідно використовувати такий самий металорезист, як і для вікон доступу на гнучкій частині. Це необхідно для того, щоб під час видалення металорезисту, він видалився одразу з жорсткої частини і вікон доступу на гнучкій частині.

Металорезист видаляється з поверхні міді в спеціальному розчині. Це є початком процесу, який називається SMOBC (Solder Mask over Bare Copper – маска поверх необробленої міді).

Для захисту поверхні плати і мідних ділянок, що не підлягають нанесенню фінішного покриття, на плату наноситься захисна паяльна маска. В результаті прояву паяльної маски розкриваються контактні майданчики. Виконавши перелічені операції отримується ГЖДП з КМ на гнучкій частині (рис. 9)

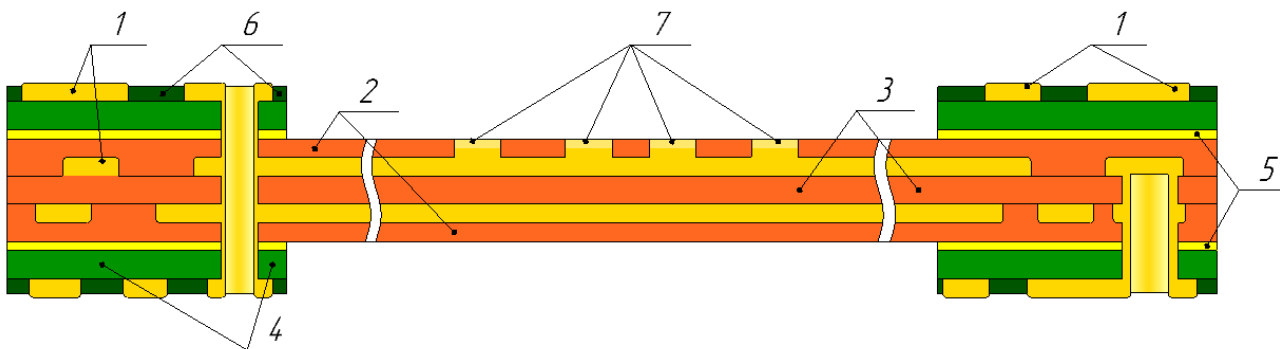


Рис. 9. ГЖДП з КМ на гнучкій частині : 1 – мідна фольга; 2 – покривна плівка на основі полімеризованого поліімідного лаку; 3 – базовий поліімід; 4 – склотекстоліт; 5 – сполучний матеріал; 6 – захисна паяльна маска; 7 – контактні майданчики на гнучкій частині

Далі виконується монтаж ЕК на гнучку і жорстку частину плати (рис. 10).

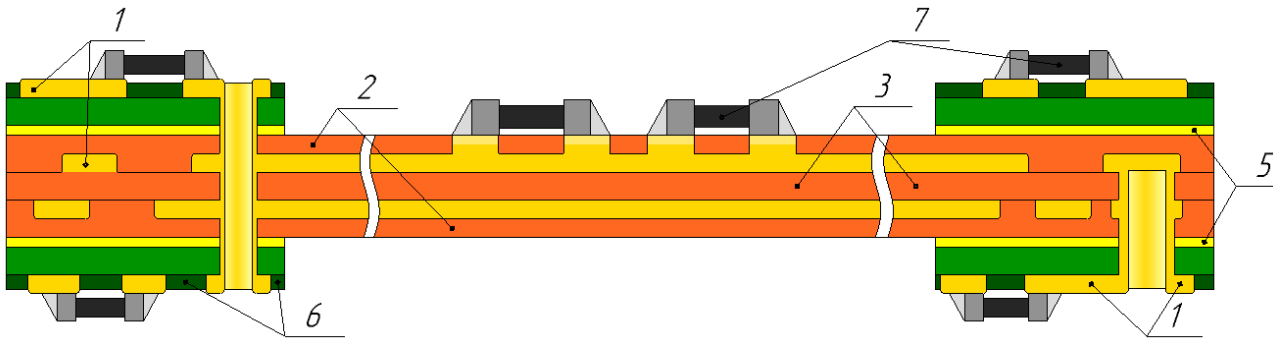


Рис. 10. ГЖДП після монтажу ЕК: 1 – мідна фольга; 2 – покривна плівка на основі полімеризованого поліімідного лаку; 3 – базовий поліімід; 4 – склотекстоліт; 5 – сполучний матеріал; 6 – захисна паяльна маска; 7 – електронні компоненти

В представленій технології гнучка плата знаходиться на всій площі ГЖДП (рис. 11).

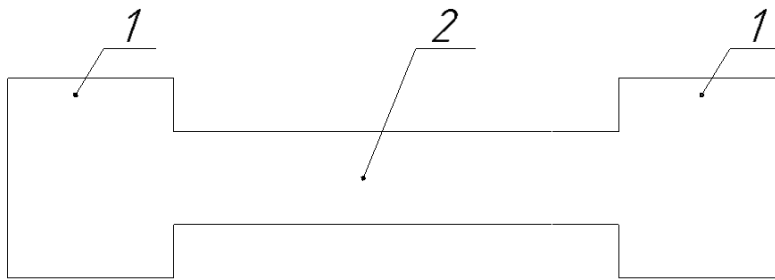


Рис. 11. Гнучка плата: 1 – гнучка частина, що входить в жорстку; 2 – гнучка частина

При цьому вона використовується в якості провідного малюнку в жорстких частинах. В такому виді гнучка частина додає до ГЖДП, ще два провідникових шара. Також можна використовувати гнучку плату яка використовується для монтажу ЕК та з'єднання жорстких частин, частково входячи в їхню структуру (рис. 12).

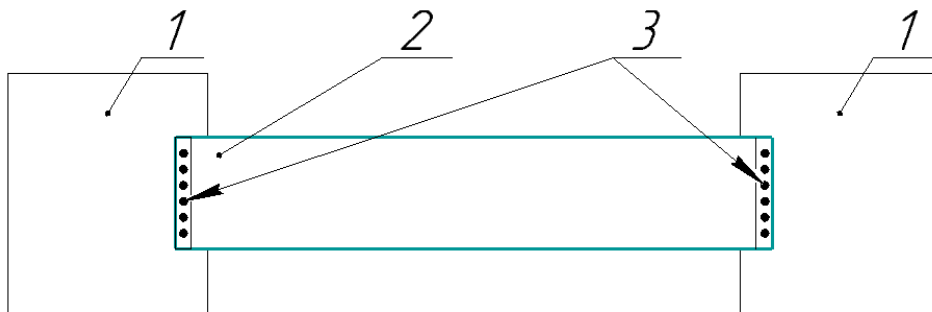


Рис. 12. Гнучка плата, що частково входить в жорстку: 1 – жорстка частина; 2 – гнучка частина; 3 – місця контактування гнучкої частини з жорсткою

Контактування виконується в єдиному технологічному процесі за допомогою перехідних металізованих отворів. В цьому випадку гнучка частина не служить додатковими шарами ГЖДП, проте спрощується її виготовлення.

Структура гнучко-жорсткої друкованої плати з гнучкою частиною, що показана на рисунку 12, буде мати такий вигляд (рис. 13)

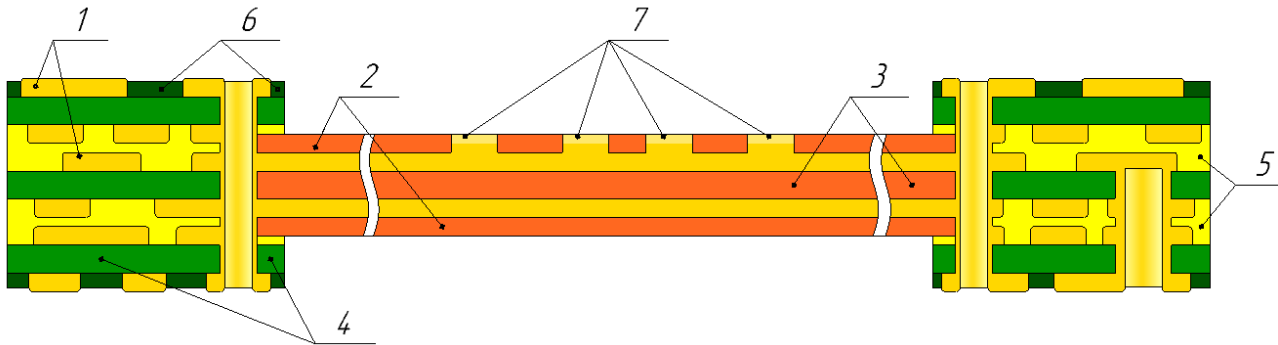


Рис. 13. ГЖДП з КМ на гнучкій частині : 1 – мідна фольга; 2 – покривна плівка на основі полімеризованого поліімідного лаку; 3 – базовий поліімід; 4 – склотекстоліт; 5 – сполучний матеріал; 6 – захисна паяльна маска; 7 – контактні майданчики на гнучкій частині

Після чого виконується монтаж елементів на ГЖДП (рис. 14).

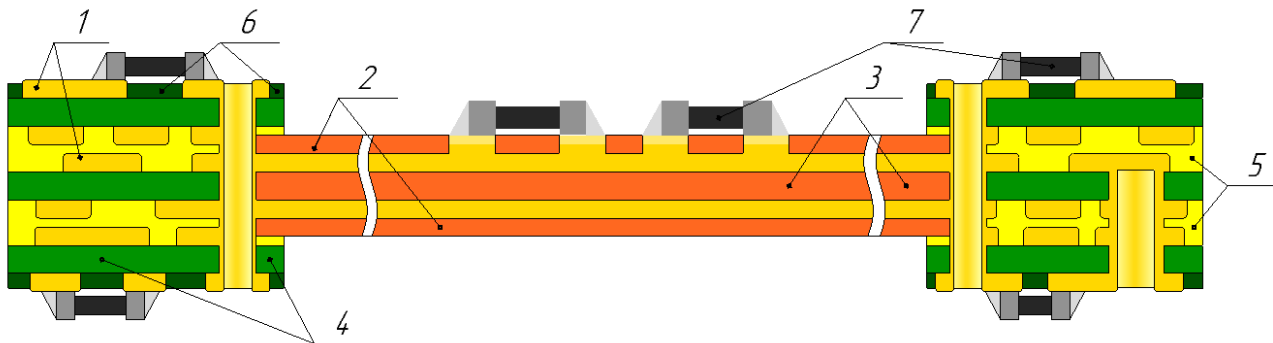


Рис. 13. ГЖДП з ЕК на гнучкій частині : 1 – мідна фольга; 2 – покривна плівка на основі полімеризованого поліімідного лаку; 3 – базовий поліімід; 4 – склотекстоліт; 5 – сполучний матеріал; 6 – захисна паяльна маска; 7 – електронні компоненти

Результати дослідження. Розроблена технологія дозволяє монтувати ЕК на гнучку частину гнучко-жорсткої друкованої плати. Цим самим одночасно роблячи гнучку частину з'єднуючим елементом і повноцінним електронним модулем. Використання даної технології дозволить зменшити розміри жорстких частин, завдяки переносу елементів на гнучку частину, що позитивно вплине на масо-габаритні параметри ГЖДП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. IPC-2223A. Sectional Design Standard for Flexible Printed Boards.
2. Интернет ресурс http://pcblab.ru/flex_pcb.php .
3. Медведев А., Арсентьев С. Иллюстрированная технология изготовления односторонних печатных плат. Часть 2 // Технологии в электронной промышленности. 2015. №2.
4. Медведев А. Иллюстрированная технология печатных плат. Двусторонние печатные платы с металлизированными отверстиями // Технологии в электронной промышленности. 2015. №1.
5. Медведев А., Сержантов А. Начальный курс производства электроники. Часть третья. Многослойные печатные платы // Технологии в электронной промышленности. 2015. №3.