

Компоненти та корпуси для поверхневого монтажу

Сьогодні електронні продукти та зв'язаний з ними потенціал розвитку формує життя всіх індустріальних націй. В повсякденному житті практично немає місця, на яке електроніка не надавала б значного впливу: побутова електроніка, автомобільна електроніка, мобільний зв'язок і т.д.

Паралельно з прогресом в області напівпровідників розвивалися все більш мініатюрні та все більш дешеві дискретні компоненти. А поряд з усім цим розвиток ефективної та рентабельної виробничої та складальної техніки для електронних збірок стало наріжним каменем "масової електронізації суспільства".

Тому вирішальним фактором успіху стає всеосяжне та узгоджене по всьому ланцюгу **"маркетинг - (розробка, схемотехніка, конструкція) - виробництво - вихід на ринок - сервіс"** технологічна майстерність.

З точки зору кінцевого користувача важливо визначити ті фактори, що приведуть до масових продажів та відповідному розвитку ЕОА.

Фактори, що важливі для розробки електронних збірок (**ДВ**) ділять на такі основні групи:

1. Набір функцій
2. Форм-фактори (габарити та дизайн)
3. операційна надійність
4. Спроможність протидіяти складним впливам оточуючого середовища
5. Вартість (операційні утримки)

Ці фактори встановлюють вимоги до ЕОА., електронних збірок (**ДВ**), що входять до його складу, та компонентів, що вже напряму зв'язані з технологією, що використовується.

В загальному випадку кожна збірка складається з **підкладки-носія** (друкована плата), встановлених на її електронних компонентів і т.д. по рівням.

Вимоги до електронних збірок, що пов'язані з технологією, поділяють на такі категорії:

- покращення співвідношення між характеристиками (параметрами) та розмірами (пристрої менших розмірів з тим же набором функцій або покращення характеристик в тих же розмірах - **об'ємна ефективність**)
- зниження ваги (особливо для портативних, бортових пристроїв)
- зменшення споживання енергії або інших "системних утримок"
- розширення/інтеграція властивостей
- підвищення надійності
- здатність протидіяти складним кліматичним та механічним впливам

На даний час розробка **ДВ** відразу оптимізована для виробництва. Це призводить до зниження виробничих витрат

Ще раз на закінчення згідно ієрархічного методу.

Всі рівні ієрархії більш чим успішно розвиваються і, відповідно, конструюються, виробляються, експлуатуються, тобто збільшують нашу технічну оснащеність. Ми все стали робити швидше, якісніше, надійніше, отримувати задоволення від праці і т.д.

Звертаю вашу увагу, що все конструювання починається з компонентів, розміщених (розташованих) на підкладці - **ДП**. Запам'ятайте! :-).

Я нагадаю вам. В задачах конструювання елементами вирішення є **компоненти**, а самі рішення є **комбінації** цих компонентів, що утворюють складні об'єкти, що задовольняють визначеним фізичним обмеженням, що витікають з властивостей матеріалів, параметрів компонентів.

Пропоную розглянути роль компонентів в конструкторському середовищі, тобто як один з основних елементів будь-якої конструкції. Тобто покажемо з вами, що конструкція самого елемента (компоненту) впливає на конструкцію простого або складного виробу, цього параметри, технологію, і т.д.

Далі ми будемо розглядати методи, принципи конструювання ЕОА згідно розглянутої моделі, по рівням ієрархії. Почнемо з вами з "0" рівня.

Електронні компоненти "0" рівня

- 1) компоненти для монтажу в отвори
- 2) компоненти та корпуси для поверхневого монтажу (ПМ)

Ці питання впливають з класифікації множини компонентів на штирьові та так звані **SMD** (surface mounted device) компоненти (елементи для поверхневого монтажу).

Компоненти та корпуси для поверхневого монтажу (ПМ)

Корпуси для ПМ в декілька разів менші своїх аналогів, що встановлюються в отвори, але всі вони на 25%-50% дорожче. В теперішній час є більше 25000 типоміналів компонентів у виконанні, що підходить для ПМ. Всі основні виробники пристосували свої складальні лінії для встановлення таких корпусів.

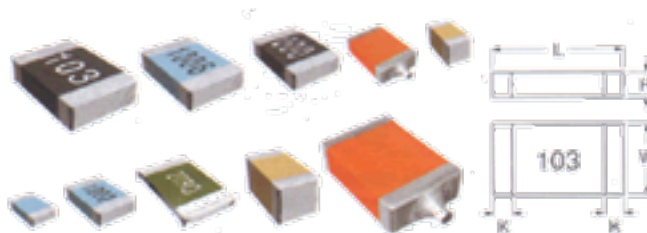
Стандарти встановлені на чіп резистори та конденсатори в **К** типорозміру **1206** та **SOT-89**, на мікрокорпуси IC, на кристалоносій з числом виводів від 28 до 84 з кроком виводів 1.25мм, 0.625мм і менше.

Давайте розглянемо стан техніки корпусування компонентів, параметри корпусів найбільш використовуваних елементів.

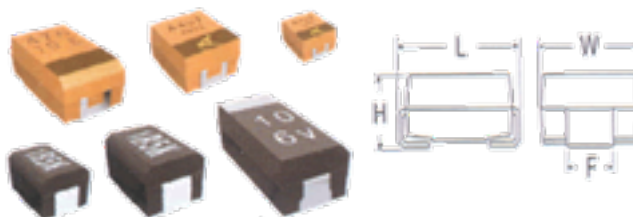
Корпуси для ПМ. Основні групи корпусів.

На теперішній час встановлено таку класифікацію корпусів елементів для ПМ.

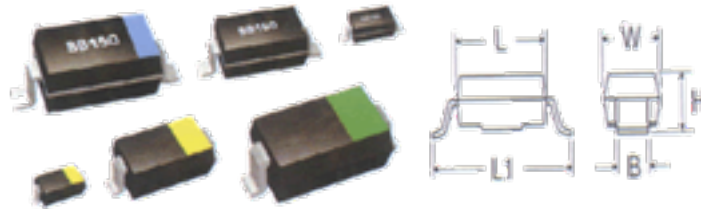
1. Прості корпуси для пасивних компонентів:
 - безвыводні **К** прямокутної форми (типу 1206)



- **К** з електродами у вигляді металізованих торців: типу 2012 (0805), 3216 (1206), 1812 - геометричні розміри: довжина 0.12in (3.048 mm) та ширина 0.06in (1.524 mm)



- **К** з електродами у вигляді "крило чайки" (діоди, стабілітрони, конденсатори): DO-215AA, DO-215AB



2. Складні **К** для багато-вивідних напівпровідникових приборів:

- малогабаритний транзисторний корпус **SOT** (small outline transistor)
- малогабаритний корпус для IC: **SO** (small outline) , збільшений корпус для IC - **SOL** (small outline large)
- пластмасові кристалоносії з виводами по чотирьох сторонах - **PLCC** (plastic leaded chip carrier)
- корпуси 5-го типу **BAG**

3. Різні інтегральні корпуси для компонентів неправильної форми, наприклад перемекачі, роз'єми та ін.

Переваги та недоліки все більш мілких компонентів

Малі моделі:

- потребують мало місця
- мають покращені частотні властивості (малі C_0 , L_0)
- більш стійкі до механічних впливів (при вібрації)
- менш чутливі до флуктуації тепла

Однак є декілька недоліків:

- електричні параметри гірші (великий розкид)
- **К** вимагають підвищені вимоги до технології установки
- збільшуються проблеми пайки особливо ефект "гробового каменю"



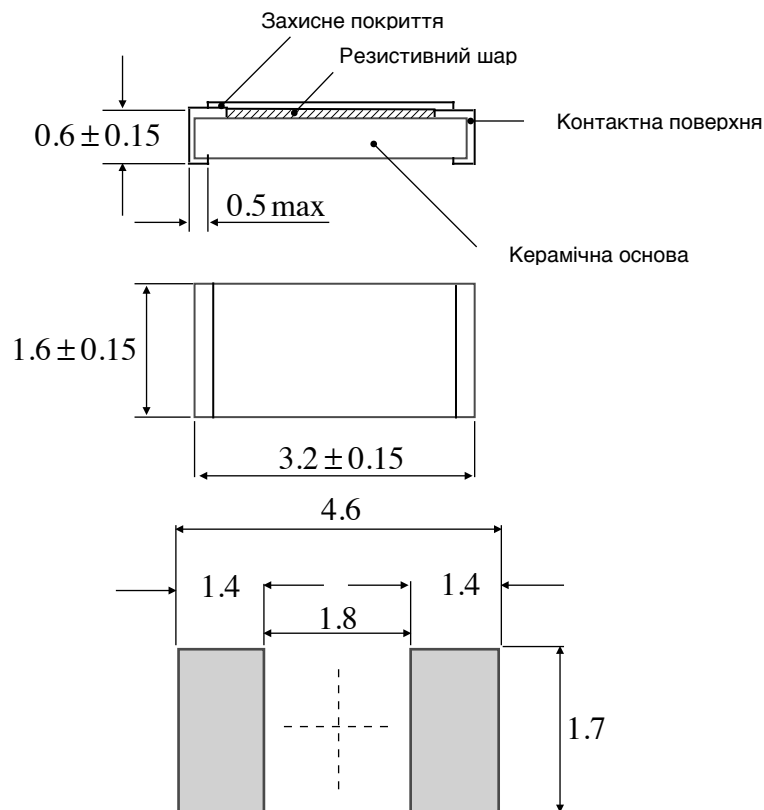
використовуються спеціальні чіп-насадки, що дозволяють виконувати пайку компонентів з двостороннім розташуванням виводів в один рух. Забезпечує рівномірний прогрів корпусу компоненту, що попереджує перепад температур в корпусі, і як результат, його пошкодження - мікротріщини та ефект "гробового каменю"

- збільшується кількість **ПО** (перехідних отворів), якщо контакт необхідно перевести на зворотню сторону **ДП**.

Прості корпуси

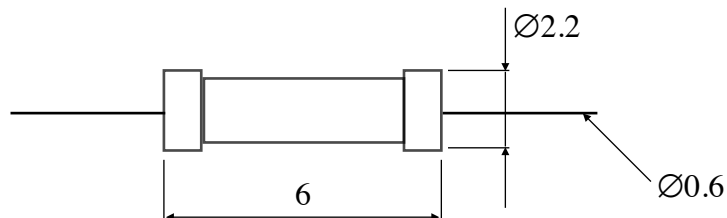
Безвыводні **К** прямокутної форми є найбільш розповсюдженими для **ПМ** пасивних компонентів - **R**, **C**.

Для вказівки геометричних розмірів таких **К** використовується коротке обозначення, наприклад **1206**. Це означає що $L = 0.12\text{in}$ (3.048mm) та ширину 0.06in (1.524mm). Особливо зверніть увагу на тисячні долі розміру.



Параметри для знакомісця залежать від методу пайки. На малюнку представлено знакомісце для резисторів та конденсаторів у випадку пайки методом розплавлення дозованого припою. При пайці методом звичайного припою параметри знакомісця дещо відрізняються.

Для порівняння С2-23-0.125 (МЛТ - 0.125)



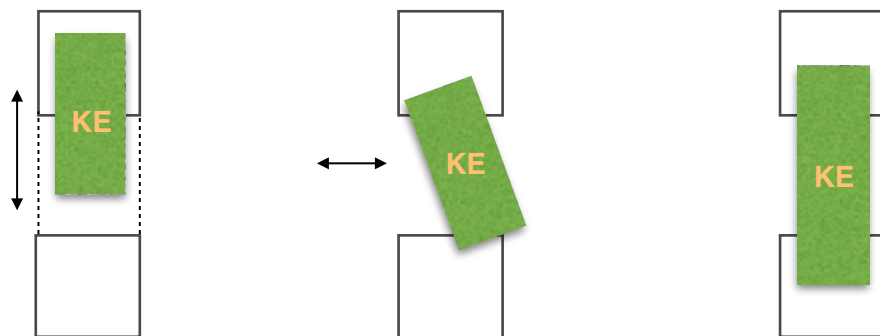
Резистори виготовляються методом товсто-плівкової технології, яка включає відпал сумішів оксидів металів та кераміки, нанесених на керамічну підкладку тіло резисторів покривається пасивуючим шаром скла.

Основні параметри резисторів в таких корпусах:

- номінальна потужність розсіювання $P_{\text{роз}}$ від 0.125Вт до 0.25Вт при $t = 70^\circ \text{C}$
- номінальна напруга 220В
- допуск на номінали резисторів від 1% до 5% - висока точність
- діапазон опорів від 100Ом до 2.2МОм

При монтажі таких типів **К** особливу увагу слідудіяти вирішенню проблем їх пайки. Топологія **КП** здежить від методу пайки - пайка хвилею або пайка розплавлення дозованого припою. На поверхні **КП** шари покриття розташовані так: (знизу вверху) сребро-нікель-припой або олово-паладій-сребро.

Точність установки КЕ



ідеальний (оптимальний)
варіант

КП повинна бути ширше ширини виводу на $0.1 \div 0.2 \text{ mm}$, а довжина на $0.3 \div 0.4 \text{ mm}$ більше довжини виводу.

В цих же корпусах також випускають і конденсатори.

Конденсатори

1 тип. Керамічні багат шарові також використовуються в **К 1206** (прямокутні) для номіналів середнього діапазону.

Діелектричні матеріали, що використовуються в конденсаторах у відповідності до стандартів на компоненти, поділяються на два класи:

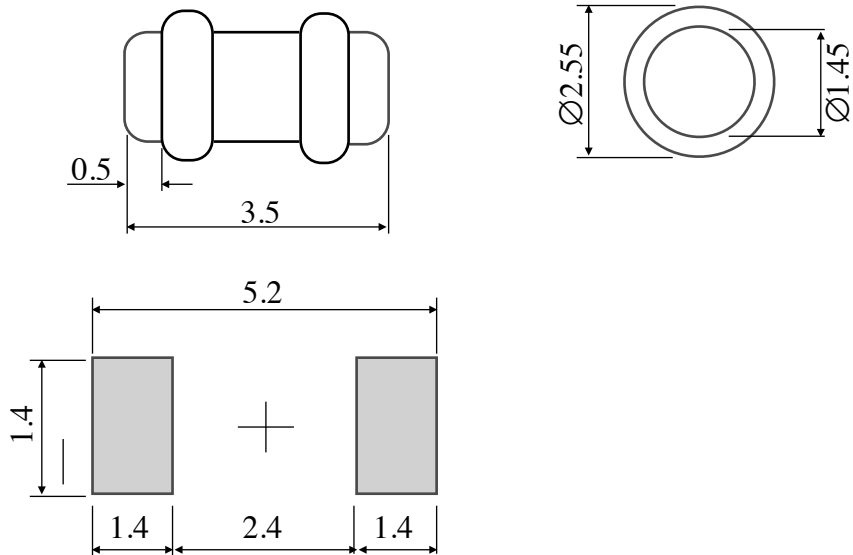
- Клас 1. Володіє низькою діелектричною проникністю, але хорошою температурною стабільністю. Типові значення ємностей конденсаторів, що виготовлені з цього матеріалу, складають 10000 пФ (при робочій напрузі 50В) та 4700пФ (при робочій напрузі 100В)
- Клас 2. Має більш високу діелектричну проникність, але меншу температурну стабільність, чим попередній. Значення ємностей досягають 0.47мкФ, а з менш стабільними матеріалами можна отримати і більш високі значення.

2 тип. Отримують широке розповсюдження циліндричні пластмасові корпуси (MELF). Цей корпус нагадує варіант стандартного резистора з виводами.

Цей корпус має вигляд



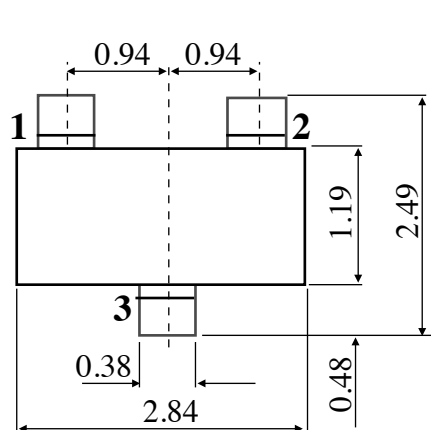
В таких корпусах випускаються танталові конденсатори ємністю до 33000пФ $\pm 5\%$.



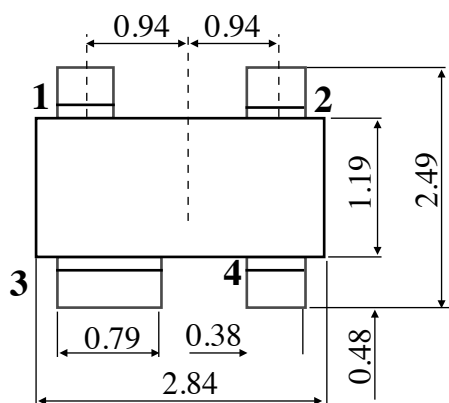
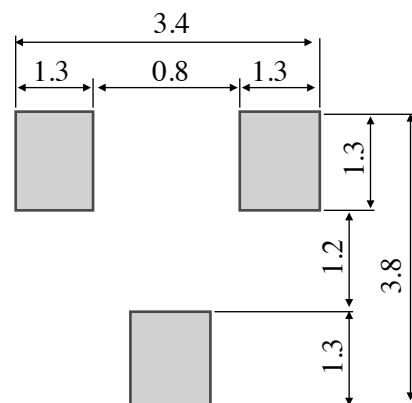
В таких корпусах також випускаються діоди, високочастотні катушки індуктивностей.

Складні корпуси для н/п приладів

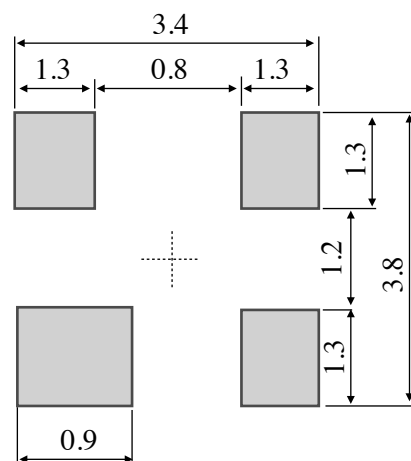
Транзисторний мінікорпус має наступні стандартні конструкції



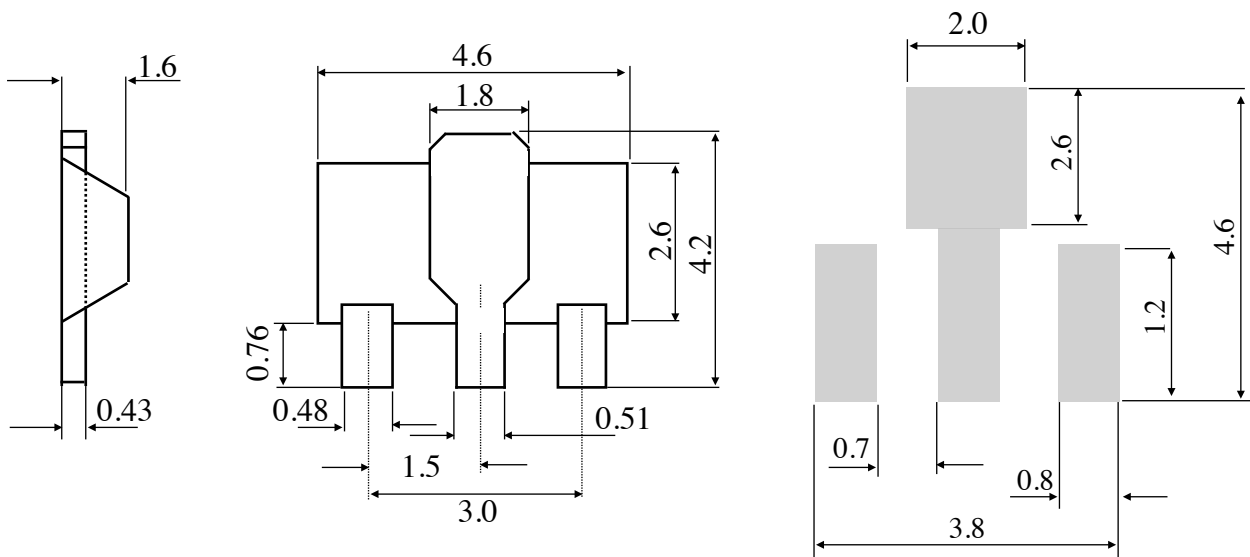
SOT-23



SOT-143



SOT-89



Вибір типу **K** визначається розсіюваною потужністю $P_{роз}$ та розмірами кристалу.

для **SOT-23** та **SOT-143** складає 200мВт, для **SOT-89** $P_{роз} = 500\text{мВт} \div 1\text{Вт}$. Корпуси мають просту конструкцію з 3-ма (4-ма) виводами. У **SOT-23** та **SOT-143** виводи розташовані з обох сторін, у **SOT-89** з однієї сторони; центральний вивід має збільшений розмір для кращого тепловідводу.

При розробці таких корпусів намічається тенденція до зростання рівня $P_{роз}$. Це дає можливість збільшувати розсіювану потужність ДВ без яких-небудь особливих змін в конструкції ДВ з ціллю покращення його тепловідводу.

Є сенс також відмітити цілеспрямовану тенденцію відводу великої кількості тепла на рівні елементів, в яких раніше розсіювалося завдяки великим виводів, а зараз за рахунок матеріалу корпусу. **K** становляться тільки на плату, сама плата має малий тепловий опір.

Дискретні напівпровідникові компоненти

Перша SMD-модель **SOT-23** з'явилася в 1970 році. в 80-х роках методи виробництва, техніка вимірів та технологія установки для такої конструкції були адаптовані настільки, що економічне виробництво дискретних напівпровідників та їх подальший розвиток стало можливим тільки в комбінації з технологією поверхневого монтажу (ТПМ).

Вимоги користувачів до все більшої електричної потужності та більш високим частотам задовольнялися розробкою та освоєнням нових типів корпусів.

Задачі майбутніх розробок будуть включати зменшення паразитних зв'язків, зменшення розмірів та покращення навантажувальної здатності.

Таким чином, корпуси для напівпровідників будуть характеризуватися:

- високою вихідною потужністю ($P_{роз}$)
- високою тактовою частотою
- малими габаритами

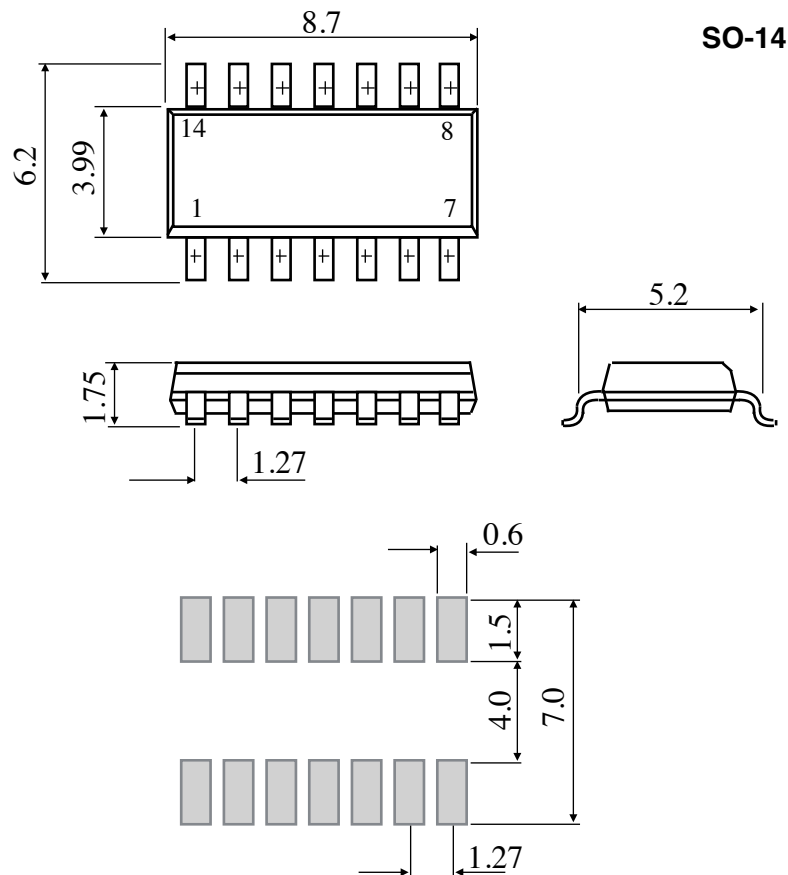
Малогабаритний корпус для IC

IC в міні-корпусі (**SO(IC)/SOL**) нагадує зменшений варіант традиційного корпусу з дворядним розташуванням стрічкових виводів (тип **DIP**). Зазвичай корпуси поставляються

у 8-, 14-, 16-выводному виконанні, при цьому виводи мають форму крила чайки та розташовані з кроком 0.050дюйма (1.27мм) - див мал.

Великою перевагою цього добре освоєного корпусу є покращені значення основних масогабаритних характеристик по зрівнянню з його аналогом **DIP**:

- він на 70% менше по об'єму
- на 30% менше по висоті



- маса такого **K** складає всього тільки 10% від маси аналогу в **DIP** корпусі

Крім того, мінікорпус має кращі електричні характеристики, що підвищують швидкодію (зменшується довжина внутрішніх зв'язків). До того ж для переробки топології схем **DIP** в мінікорпус потрібно внести тільки невеликі зміни, тому що розводка виводів однакова - повна взаємозамінність.

В теперішній час в цьому **K** випускається більшість типів ІС малої та середньої степені інтеграції по ТТЛ-технології, надвисокошвидкісні на діодах Шоткі та КМОП-технології.

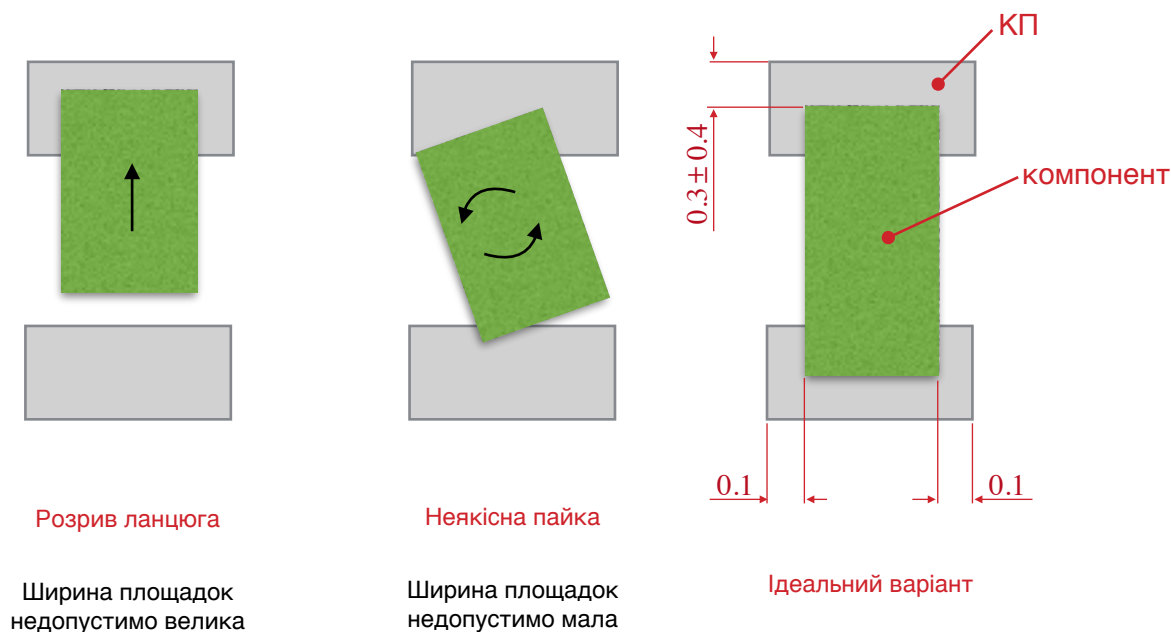
Точність установки

Необхідно, щоб центр **KM** елемента попадав в центр припойного майданчика (**ТПМ** - технологія поверхневого монтажу). Це потребує завищеної точності позиціонування (розположення) компонента.

Тому важливо, щоб припойні майданчики були однакової форми та розміру, особливо для чіп-компонентів. В протилежному випадку нерівномірність сил поверхневого натягнення на кожному майданчику буде сприяти зміщенню

компонента зі встановленої позиції. Це може підняти компонент, перевернути на торець (бік).

Якщо довжина майданчиків перевищує їх ширину, то компонент може зсунутися та

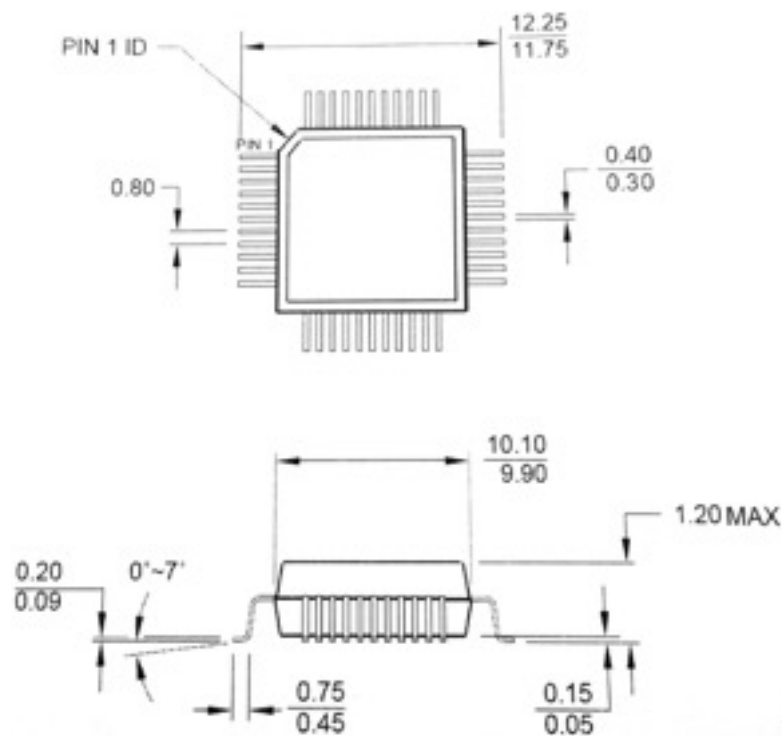


заняти тільки один з них (майданчиків). Тоді буде обрив електричного ланцюга. Коли майданчики широкі, то компонент може загубити орієнтацію.

Для ІС з кроком виводів не менше 0.625мм можна керуватися нескладними правилами: КМ повинен бути ширше вивода на 0.1 - 0.2мм (по 0.1мм на сторону 0.2мм), а довжина на 0.3-0.4мм більше ніж місце прилягання виводу до КМ. Але при визначенні ширини КМ обов'язково слід врахувати відповідні допуски та перевірити, щоб відстань між сусідніми майданчиками не була меншою допустимої відстані між елементами друкованого монтажу.

Імпортні мікросхеми дуже часто поставляються з відформованими виводами, тому розміри КМ не обираються, а розраховуються, використовуючи наведені вище правила. Деякі виробники в документації на свої елементи вказують розміри КМ для різних режимів пайки.

Розрахуємо розміри КМ для контролера ATmega32, користуючись вище наведеними правилами.



З малюнку видно, що частина виводу, що прилягає до КМ має розмір 0.4x0.75мм.

Відповідно розміри КМ будуть:

- ширина: $a = 0.35 + 0.1 = 0.45\text{mm}$
- довжина: $b = 0.75 + 0.4 = 1.15\text{mm}$

Визначемо мінімальну відстань між двома сусідніми КМ для даної ІС:

$$s_{\min} = 0.8 - 0.45 = 0.35\text{mm}$$