

# Подходит ли ваша паста для дозирования?

## Факторы, влияющие на правильный выбор

**Выбирая паяльную пасту, пристальное внимание уделяют анализу сплава припоя и типу флюса. В основе подобного выбора лежит информация о совместимости материалов, температуре и условиях эксплуатации, требуемой прочности паяного соединения, качестве спаиваемых поверхностей, реологических свойствах пасты, а также о необходимости дальнейших операций отмывки и т. п.**

Антон Большаков

materials@ostec-smt.ru

Другим характеристикам, таким как плотность сплава припоя и флюса, массовая доля припоя в составе паяльной пасты, уделяется меньше внимания. Хотя эти величины определяют один из основных факторов, характеризующих возможность дозировать паяльную пасту, — объемную долю содержания припоя в составе пасты. Почему? Если объемная доля припоя достаточно высока, паяльная паста склонна к «сухости», что приводит к блокированию иглы дозатора, а если объемная доля припоя низка — паяльная паста склонна к растеканию и образованию перемычек после дозирования. Некоторые пасты могут вытекать из дозатора, даже если к поршню не приложено никакого давления. Попробуем разобраться, какая же объемная доля припоя оптимальна для обеспечения стабильного и качественного дозирования?

В большинстве случаев производители не указывают объемную долю припоя в составе пасты, а только массовую долю припоя. Например, в названии пасты SN62RP15AGS85 производства компании Multicore Solders зашифровано:

- SN62 — сплав Sn62/Pb36/Ag2;
- RP15 — тип флюса;
- AGS — размер частиц припоя 25–45;
- 85 — массовая доля припоя в составе паяльной пасты.

Однако объемную долю припоя не трудно установить с помощью нескольких простых вычислений, результат которых может быть использован для определения возможности дозировать паяльную пасту.

Исходя из простейших физических понятий, можно привести следующие соотношения:

$$\rho_a v_a + \rho_f v_f = \rho_p v_p, \quad (1)$$

$$v_a + v_f = v_p \quad (2)$$

$$\frac{\rho_a v_a}{\rho_p v_p} = \alpha, \quad (3)$$

где  $\rho_a, \rho_f, \rho_p$  — плотность припоя, флюса, пасты;  $v_a, v_f, v_p$  — объем припоя, флюса, пасты;  $\alpha$  — массовая доля припоя в составе паяльной пасты.

$$\rho_p = \frac{1}{\rho_f \alpha + \rho_a (1 - \alpha)} \rho_f \rho_a. \quad (4)$$

Используя эти соотношения, выразим плотность любой паяльной пасты через плотность ее компонентов и массовую долю припоя в составе пасты. Плотность некоторых сплавов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Плотность сплавов припоя в составе паяльных паст

Состав сплава	Плотность, г/см <sup>3</sup>
100 Sn	7,3
Sn60/Pb40	8,5
Sn63/Pb37	8,3
Sn62/Pb36/Ag2	8,5
Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 (96SC)	7,5
1Sn/97,5Pb/1,5 Ag	11,3

Например, плотность паяльной пасты Sn62RP15AGS85, в состав которой входит припой Sn62с плотностью 8,5 г/см<sup>3</sup> и плотностью флюса 1 г/см<sup>3</sup>, будет равна 2,86 г/см<sup>3</sup>.

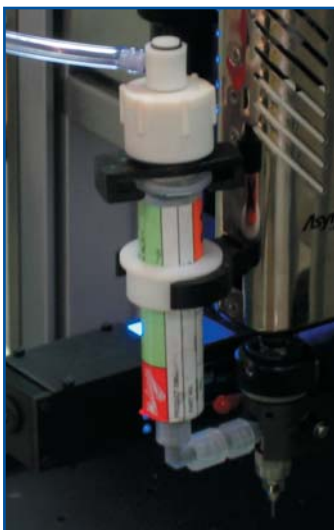
Объемная доля припоя может быть выражена из формул (1) и (2):

$$\frac{\rho_a v_a}{v} + \frac{\rho_f v_f}{v_p} = \rho_p, \quad (5)$$

$$\frac{v_a}{v_p} + \frac{v_f}{v_p} = 1. \quad (6)$$

Тогда, решая для объемной доли припоя, получим:

$$\frac{v_a}{v_p} = \frac{\rho_p - \rho_f}{\rho_a - \rho_f}. \quad (7)$$





Соотношение (7) выражает объемную долю припоя через функцию плотностей пасты, флюса и сплава. Соотношение (4) выражает плотность паяльной пасты через массовую долю припоя и плотностей сплава и флюса. Таким образом, объемная доля припоя является простой функцией массовой доли припоя, плотностей сплава и флюса. Используя данные соотношения, можно построить графики объемной доли припоя в зависимости от массовой доли припоя для различных сплавов и флюсов, чтобы определить комбинации этих величин, обеспечивающих дозируемость паяльных паст.

#### «Магическое число»

На рис. 1 изображена зависимость объемной доли припоя от выбранного припоя (плотности сплава припоя), где плотность флюса принята за  $1 \text{ г/см}^3$ .

Опыт применения паяльных паст показывает, что «магическое число» для обеспечения качественного дозирования — это объемная доля припоя около 40%. Пасты с более высокой объемной долей припоя являются «сухими» для дозирования и склонны к блокированию игл. Пасты с более низкой объемной долей припоя склонны к растеканию доз. Для стандартного сплава Sn62 объемная доля припоя 40% соответствует массовой доле припоя 85% в составе паяльной пасты.

При движении слева направо вдоль графика, соответствующего объемной доле припоя 40%, видно, что он пересекает графики, соответствующие большей плотности сплава припоя. Таким образом, при более высокой плотности сплава (например, сплав Sn1/Pb97,5/Ag1,5 имеет плотность  $11,3 \text{ г/см}^3$ ), паяльная паста пригодна для дозирования при массовой доле припоя 88%. По этой же причине более «легкий» бессвинцовый сплав Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 (96SC) с плотностью  $7,5 \text{ г/см}^3$  должен иметь в составе паяльной пасты массовую долю 83–85%.

Зависимость объемной доли припоя от массовой доли припоя, рассчитанная для различных плотностей флюса, показана на рис. 2. Все кривые приведены для сплава Sn62 с плотностью  $8,5 \text{ г/см}^3$ . Этот график демонстрирует, как может быть изменена плотность флюса для достижения объемной доли припоя 40% в составе паяльной пасты.

Суммируя сказанное, можно предложить следующие рекомендации:

1) При выборе паяльной пасты для дозирования, проанализировав тип сплава и состав

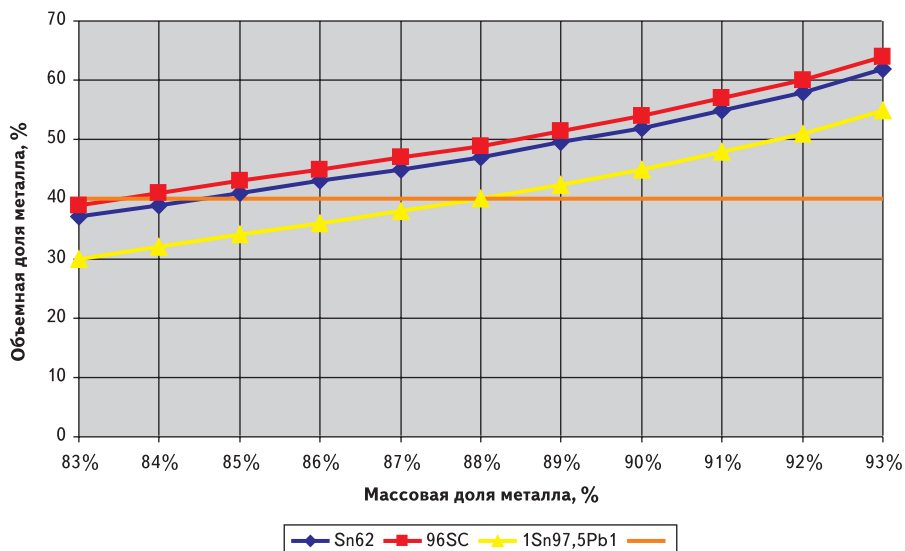


Рис. 1. Объемная доля припоя в зависимости от массовой доли для различных типов сплавов. Если объемная доля припоя выше 40%, то паста склонна к блокированию игл

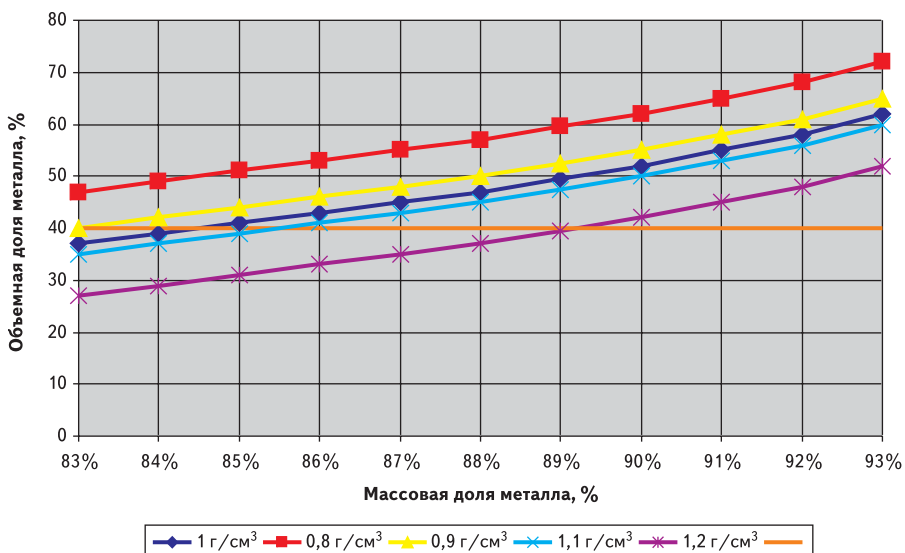


Рис. 2. Объемная доля припоя в зависимости от массовой доли для флюсов с различной плотностью для сплава Sn62. Показывает, как должна быть изменена плотность флюса для того, чтобы объемная доля припоя сплава Sn62 была не менее 40%

флюса, необходимо дополнительно проверить величину массовой доли припоя в составе паяльной пасты, которая не должна превышать 40%.

2) При известном полном описании паяльной пасты (тип сплава, флюса и массовой доли припоя) может быть заранее проверена возможность ее дозирования. Конечно, при этом должны учитываться реологические свойства флюса и размер частиц припоя.

#### Характеристики паяльных паст

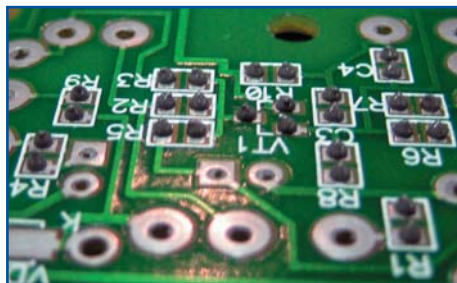
- **Размер частиц припоя.** Наиболее используемый размер частиц припоя соответствует типу 3 по классификации IPC или AGS по классификации Multicore Solders, содержится в таблице 2.
- **Вязкость.** Пасты, предназначенные для дозирования, должны иметь вязкость в диапазоне  $300\text{--}450 \times 10^3 \text{ сПз}$ . Пасты, предназначенные для нанесения через трафарет,

Таблица 2. Классификация частиц припоя

Классификация размера частиц припоя по IPC	Размеры частиц припоя, мкм
Тип 2	45–75
Тип 3	25–45
Тип 4	20–38
Тип 5	15–25
Тип 6	5–15
Классификация частиц припоя Multicore Solders	
BAS	53–75
BBS	38–75
BCS	25–75
AAS	38–53
ABC	25–53
AGS (соответствует типу 3 по IPC)	25–45
DAS	25–38

имеют более высокую вязкость в диапазоне от  $650\text{--}1200 \times 10^3$  сПз.

- **Упаковка.** Выбирая паяльные пасты в различных типах упаковки, следует учитывать следующее:
  - основные типы упаковки паяльных паст для дозирования имеют объем: 3, 5, 10 и 30 см<sup>3</sup>. Во время дозирования паяльной пасты большое количество импульсов снятия и приложения давления на поршень может вызвать расслоение ее компонентов. Соответственно, паста в более крупной упаковке подвергается данному воздействию более длительное время, а значит, в такой упаковке паста более подвержена расслоению. Поэтому наиболее предпочтительной упаковкой является 10 см<sup>3</sup> (25 г), так как в ней снижается вероятность расслоения составляющих (флюса и припоя);
  - конструкция носика шприца, предназначенного для передачи пасты из резервуара более крупного диаметра в трубку меньшего диаметра, также влияет на качество дозирования. Существует две общепринятых формы носика: конус и полусфера.
- **Выбор иглы.** Внутренний диаметр иглы выбирается в зависимости от размеров частиц припоя пасты исходя из условия, что он должен быть не менее 7–10 максимальных диаметров частиц припоя.
- **Включения воздуха** в паяльной пасте являются нежелательными, поскольку могут вызвать брак при дозировании — пропуск доз. Большинство шприцов разработано, чтобы исключить захват воздуха. Для ис-



ключения этого дефекта рекомендуется транспортировать и хранить шприцы вертикально, носиком вниз. Перед началом работы шприцы должны контролироваться на наличие включений пузырьков воздуха.

- Недопустимо перекладывать пасту, предназначенную для трафаретной печати, из банок в шприцы, потому что такие пасты имеют совершенно другие реологические свойства и объемную долю припоя больше 40%.

### Выводы

К сожалению, окончательное решение о пригодности пасты к дозированию нельзя делать только на основе приведенных в статье принципов, необходимы и экспериментальные опыты.

Однако, учитывая эти принципы при выборе паяльной пасты и зная, какие ее характеристики (сплав, флюс, массовая доля припоя, размер частиц припоя, вязкость, тип упаковки) будут влиять на процесс дозирования, можно избежать многих проблем и получить успешный и качественный процесс дозирования.