

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ

Большаков Антон. materials@ostec-smt.ru

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

Другим характеристикам, таким, как плотность сплава припоя и флюса, массовая доля припоя в составе паяльной пасты, уделяется меньшее внимание. Тем не менее, 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, то паяльная паста склонна к "сухости", что приводит к блокированию иглы дозатора, а если объемная доля припоя низкая, то 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 является оптимальной 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 следующее:

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

Однако объемная доля припоя может быть определена несколькими простыми вычислениями, результат которых может быть использован для определения возможности дозировать паяльную пасту.

Исходя из простейших физических понятий, можно привести следующие соотношения:

1. $\rho_a V_a + \rho_f V_f = \rho_p V_p$
2. $V_a + V_f = V_p$

3. $\frac{\rho_a V_a}{\rho_p V_p} = \alpha$, где:

ρ_a, ρ_f, ρ_p – плотность припоя, флюса, пасты
 V_a, V_f, V_p – объем припоя, флюса, пасты
 α – массовая доля припоя в составе паяльной пасты

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

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

Табл 1. Плотности сплавов припоя в составе паяльных паст.

Состав сплава	Плотность, г/см ³
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 Sn62 с плотностью 8,5 г/см³ и плотностью флюса 1 г/см³, будет равна 2,86 г/см³.

Объемная доля припоя может быть выражена из формул 1 и 2.

5. $\frac{\rho_a V_a}{V_p} + \frac{\rho_f V_f}{V_p} = \rho_p$

6. $\frac{V_a}{V_p} + \frac{V_f}{V_p} = 1$



Тогда, решая для объемной доли припоя, получим:

$$7. \frac{V_a}{V_p} = \frac{\rho_p - \rho_f}{\rho_a - \rho_f}$$

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 эти 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 графике 1 изображена зависимость объемной доли припоя от выбранного припоя (плотности сплава припоя), где плотность флюса принята за 1 г/см³.

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.

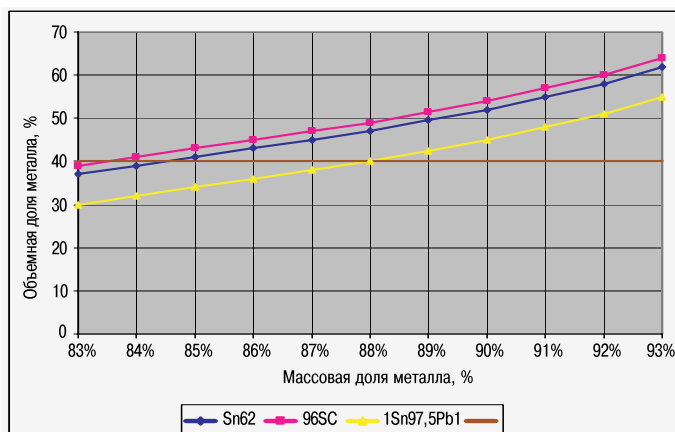


График 1. Объемная доля припоя в зависимости от массовой доли для различных типов сплавов. Если объемная доля припоя выше 40%, то паста склонна к блокированию игл.

При движении слева направо вдоль графика, соответствующего объемной доле припоя 40%, происходит пересечение графиков, соответствующих большей плотности сплава припоя. Таким образом, при более высокой плотности сплава (например, сплав 1Sn/97,5Pb/1.5 Ag имеет плотность 11,3 г/см³), паяльная паста пригодна для дозирования при массовой доле припоя 88%. По этой же причине, более "лег-

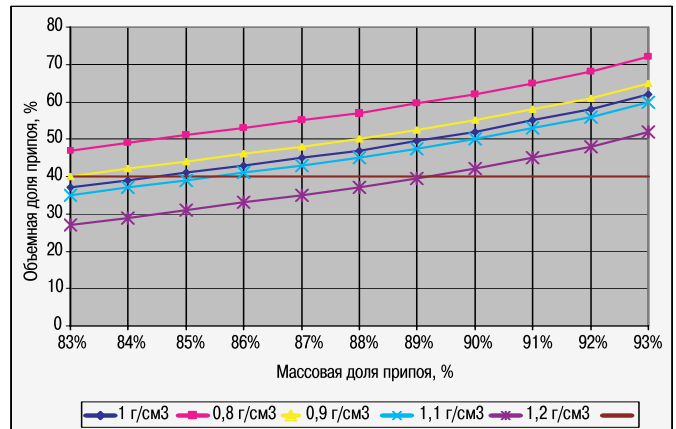


График 2. Объемная доля припоя в зависимости от массовой для флюсов с различной плотностью для сплава Sn62. Здесь показано, как должна быть изменена плотность флюса для того, чтобы объемная доля припоя сплава Sn62 была не менее 40%.

кий" бессвинцовый сплав Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 (96SC) с плотностью 7,5 г/см³ должен иметь в составе паяльной пасты массовую долю 83–85%.



График 2 раскрывает зависимость объемной доли припоя от массовой доли припоя, рассчитанной для различных плотностей флюса. Все кривые приведены для сплава Sn62 с плотностью 8,5 г/см³. Этот график раскрывает, как может быть изменена плотность флюса для достижения объемной доли припоя 40% в составе паяльной пасты.

Суммируя, можно предложить следующие рекомендации:

1) При выборе паяльной пасты для дозирования, проанализировав тип сплава и состав флюса, необходимо дополнительно проверить величину массовой доли припоя в составе паяльной пасты, которая должна быть не более 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 соответствуют типу 3 по классификации IPC

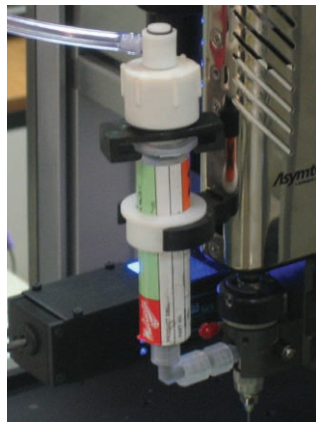
Табл 2. Классификация размеров частиц припоя.

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

или AGS по классификации Multicore Solders. Классификация частиц припоя содержится в Таблице 2.

- **Вязкость.** Пасты, предназначенные для дозирования, должны иметь вязкость в диапазоне $300-450 \times 10^3$ сПз. Пасты, предназначенные для нанесения через трафарет, имеют более высокую вязкость в диапазоне от $650-1200 \times 10^3$ 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 см³. 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 такому воздействию более длительное время, а значит, в такой упаковке паста более подвержена расслоению. Поэтому наиболее предпочтительной упаковкой является 10 см³ (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 нежела-

тельными, так как могут вызвать брак при дозировании - пропуск доз. Большинство шприцов разработано таким образом, чтобы исключить захват воздуха. Для исключения этого дефекта рекомендуется транспортировать и хранить шприцы вертикально, носиком вниз. Перед началом работы шприцы должны контролироваться на наличие включений пузырьков воздуха.

- Недопустимо перекаладывать 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, требуются 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.

