

Вспомогательные вещества

Лекция 3

Флюсы и их применение.

Кислоты, соли, щёлочи
применяемые в ювелирном деле.

Флюсы

- - это активные химические вещества, предназначенные для снижения поверхностного натяжения и улучшения растекания жидкого припоя, а также для очистки поверхности паяемого металла от окислов.
- В качестве флюсов для пайки ювелирных изделий используются растворы буры и борной кислоты.
- Выбор флюса зависит от степени окисления сплава, подлежащего паянию.
- Флюс должен обеспечить смачивание металла припоем и быть безопасным в работе.

Виды флюсов

- 1) флюсы, растворяющие оксидные пленки металлов, восстанавливающие окислы металлов до металлов (а иногда растворяющие и сам металл). К ним относятся: соляная кислота, хлористый цинк, борная кислота и бура;
- 2) флюсы, которые не производят никакого химического действия, а служат лишь для образования защитного покрытия ранее очищенного металла; ими пользуются при пайке оловянно-свинцовым припоем. К ним относятся канифоль, воск, смола и др. В ювелирной промышленности они не применяются.

Бура и борная кислота

- Для серебряных изделий применяют насыщенный водный раствор буры, а для золотых лучше применять раствор буры — 10 г и 20 г борной кислоты на 100 г воды.

Пригодность флюса

- Пригодность флюса определяют на чистой пластине основного металла.
- Для этого на одну сторону наносят флюс, а с другой стороны (снизу) нагревают пластину горелкой.
- После испарения влаги на пластине остается белый налет, который затем плавится и равномерно растекается по металлу.
- Если при нагреве флюс собирается в шарики, то он считается непригодным для данного металла.
- Способность к растворению окисной пленки определяют после промывки пластины: если под слоем отмытого расплавленного флюса остается чистая поверхность, металла, то флюс активен и хорошо защищает поверхность данного металла от воздействия высоких температур паяния.

Требования к флюсам

Флюсы, применяемые при пайке ювелирных изделий, должны отвечать следующим требованиям:

- иметь более низкую, чем у припоя, температуру плавления;
- способствовать растеканию припоя; удалять из зоны пайки загрязнения, не вступать в реакцию с припоем;
- не разрушать паяемые металлы.

Слабо- и сильноактивные флюсы

- По степени химической активности флюсы делятся на две группы: слабоактивные и сильноактивные.
- Слабоактивные применяются при пайке легкоплавкими припоями изделий из недорогих металлов. Это канифоль, древесные смолы, воск, стеарин, вазелин, животные жиры, минеральные масла, органические кислоты.
- Сильноактивные применяются при пайке твердоплавкими припоями изделий из драгоценных металлов. Это органические кислоты, хлориды и фториды металла: борная кислота, бура, раствор фтористого калия, поташ (карбонат калия).

Хлористый цинк

- плавится при 263°C;
- готовится травлением цинка в соляной кислоте;
- **применяется при пайке мягкими припоями латуни, меди, железа;**
- после пайки изделие необходимо промывать, так как остатки хлористого цинка образуют очаги коррозии.
- **Это наиболее распространенный флюс для оловянно-свинцовых припоев.**
- Выпускается в основном в порошке; он легко растворим в воде в отношении 1:4.

Хлористый цинк-аммоний

- состоит из смеси хлористого цинка (75%) и нашатыря (25%).
- Такая смесь плавится при 175°C , т. е. ниже температуры плавления оловянно-свинцовых припоев;
- **он применяется при пайке оловянно-свинцовыми припоями в водном растворе (на 1 ч. порошка 3—4 ч воды).**

Бура

- — универсальный флюс при твердой пайке латуни, меди, бронзы, железа и т. п.
- Перед употреблением буру лучше прогреть на железном листе, чтобы выпарить из нее кристаллизационную воду (которую она поглощает из воздуха).
- Температура плавления буры 741°C .
- После пайки изделие надо положить в отбел (15%-ный раствор серной кислоты), чтобы удалить соли буры (твердую прозрачную корку, которая образуется при соединении расплавленной буры с окислами металлов), или прокипятить в горячем отбеле — тогда корка отстает быстрее.

Флюсы для пайки золота

- **Самым универсальным флюсом для пайки золотых изделий служит водный раствор буры с борной кислотой в соотношении 1:1 по объему.**
- Для приготовления флюса равные части буры и борной кислоты перемешивают и тщательно растирают в фосфорной ступке, растворяют в дистиллированной воде и при нагреве кипятят до выпадения твердой фазы. Полученную смесь растирают до образования гладкой массы, разбавляют дистиллированной водой до получения жидкой пасты и охлаждают. Пользоваться этим флюсом удобно. Из-за своего жидкого состояния он легко проникает в зазоры спаиваемых деталей.
- Изделия из золотых сплавов, в которых содержится никель, а также из сплавов серебра и мельхиора спаивают с применением в качестве флюса насыщенного раствора буры.
- Он представляет собой жидкую кашницу, степень густоты которой поддерживается доливанием воды. Для приготовления флюса в фарфоровую ступку засыпают определенное количество порошкообразной буры и наливают воду так, чтобы она покрыла порошок. Затем ступку нагревают до полного растворения буры и охлаждают. Охлаждаясь, раствор кристаллизуется. Кристаллы тщательно перетирают и заливают водой для образования жидкой кашицы.

Плавиковая кислота

- (фтористоводородная) — применяется при пайке чугуна медью и латунью.

Стекланный порошок

- применяется вместо буры при твердой пайке;
- его приготавливают так: нагревают стекло и затем быстро бросают в холодную воду — такое стекло легко растолочь в порошок.

Жидкое стекло

- — (флюс для твердой пайки) приготавливается сплавлением соды с чистым белым порошком стекла. Полученный сплав стекла и соды растворяют в воде и в жидком виде используют как флюс.

Кислоты, щелочи и соли

КИСЛОТЫ

- *Серная кислота* H_2SO_4 — маслянистая, бесцветная, тяжелая жидкость;
- смешивается с водой в любых соотношениях, выделяя при этом много тепла;
- при смешивании (во избежание ожогов) необходимо лить кислоту в воду, а не наоборот;
- необходима для приготовления отбеливающих растворов.

- **Соляная кислота** HCl — бесцветная жидкость с резким запахом (смесь воды с хлористым водородом); хорошо растворяется в воде; легко вступает в реакцию со многими металлами; применяется для приготовления отбелов, травления недорогих металлов.
- **Борная кислота** H_3BO_3 — белое кристаллическое вещество; необходима для приготовления флюса при пайке драгоценных металлов.

- **Азотная кислота** HNO_3 — слегка дымящаяся на воздухе бесцветная жидкость; наиболее сильнодействующая из всех кислот; смешивается с водой в любых соотношениях; применяется как компонент состава пробирных реактивов и при травлении драгоценных (исключая серебро) металлов.
- **Ортофосфорная кислота** H_3PO_4 - бесцветное кристаллическое вещество; необходима как компонент состава электролитов родирования ювелирных украшений.
- **Царская водка** — красновато-коричневого цвета смесь соляной и азотной кислот в соотношении 2:1 и 3:1. Применяется как компонент состава пробирного реактива.

ЩЕЛОЧИ И СОЛИ

- **Бура** $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — натриевая соль тетраборной кислоты; используется как флюс и как основа флюсов при пайке драгоценных и недрагоценных металлов.
- **Хлористый натрий** NaCl , или поваренная соль, применяется для очистки изделий и отдельных деталей от всевозможных загрязнений и как компонент состава растворов химического пассивирования ювелирных украшений.
- **Карбонат натрия**, или натрий углекислый, Na_2CO_3 — соль угольной кислоты; используется в качестве одного из составляющих обезжиривающих растворов и моющих средств.

- ***Едкий натр*** NaOH, или гидроксид натрия,— гигроскопическое твердое белое вещество, хорошо растворяется в воде; используется в электролитах золочения и обезжиривающих растворах при проведении процессов серебрения и родирования.
- ***Цианистый калий*** KCN — соль синильной кислоты; очень ядовит, легко растворяется в воде; используется в электролитах золочения и серебрения и в процессе химического обезжиривания.
- ***Железистосинеродистый калий*** $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ — ферроцианид калия; используется в электролитах серебрения.

- **Хромовокислый калий** K_2CrO_4 — хромат калия или соль хромовой кислоты;
- **двухромовокислый калий** K_2CrO_7 — хромпик или соль двухромовой кислоты;
- **йодистый калий *KJ*** или соль ***йодистого водорода HJ***;
- применяются соответственно для приготовления растворов электрохимического оксидирования серебра, как компонент состава электролитов химического обезжиривания и пассивирования украшений из серебра и сплавов меди и как компонент пробирных реактивов.

- **Карбонат калия** K_2CO_3 — соль угольной кислоты или поташ; порошкообразное белое, легко растворимое в воде вещество; входит в состав электролита блестящего золочения; используется как флюс, как составная часть флюсов и как компонент оксидирующего состава украшений из серебра.
- **Силикат натрия** $NaSiO_3$ — жидкое стекло; является одной из составных частей электролитов золочения, серебрения и родирования.

- ***Хлористое AgCl***
и азотнокислое AgNO_3 серебро
используется как составная часть
электролитов серебрения.
- ***Хлорное золото AuCl*** — соль золото-
хлористоводородной кислоты; легко
растворимо в воде, спирте, эфире;
применяется в электролитах золочения.

Вспомогательные материалы и вещества

Припои

- А. Общие сведения о припоях и легирующих компонентах, входящих в состав припоев.
- Б. Требования, предъявляемые к припоям.

Припой

- — металл или сплав, который служит для соединения в расплавленном состоянии, в промежутке (шве) между деталями, поэтому припой должен иметь более низкую температуру плавления, чем соединяемые металлы.

ПАЙКА

- Пайка является одной из основных операций в ювелирном деле.
- При помощи пайки соединяют металлические детали, находящиеся в твердом состоянии, посредством расплавленного металла, так называемого припоя, имеющего более низкую температуру плавления, чем соединяемый материал,

Сущность пайки

- **В процессе пайки происходит диффузия расплавленного припоя в нагретый основной металл.** При продолжительном нагреве или при последующем отжиге после пайки диффузия значительно повышается.
- Припой имеет первоначальную структуру только посередине соединения, а в краевых зонах шов Sn обогащен кристаллитами спаиваемого металла. На границе основного металла также образуется узкая смешанная зона, и только за ней видна его нормальная структура. Практически эти зоны могут выглядеть различно.
- Припой может смешаться с основным металлом вплоть до своей срединной зоны; можно и совсем не обнаружить смешанную зону в спаянном шве, если ее ширина меньше величин, различаемых под микроскопом

Мягкие припои (легкоплавкие)

Почти все важные для техники мягкие припои являются сплавами системы олово—свинец.

В производстве ювелирных изделий обычно применяются припои с содержанием олова от 50 до 60%.

В качестве особенно низкоплавких припоев иногда используют «металл Вуда» — сплав, состоящий из четырех частей висмута, двух частей свинца, одной части олова и одной части кадмия. Рабочая температура этого припоя равна 61°C .

Твердые припои (тугоплавкие)

- Большинство твердых припоев на основе золота и серебра для благородных сплавов легируется цинком и кадмием.

Изменение состава сплава | Получение из двух сплавов третьего | Инструкция

Выбор компонентов сплава

Au Ag Cu Zn Cd Ni Pd

Входные данные

Исходный сплав:

Новый сплав:

Результат

На г исходного сплава добавить:

(грамм)

[Описание программы](#) | [Вернуться откуда пришли](#) | [Другие программы](#)

311
155
155 ↗

297 ↖
173
156 ↓

Золотые припой

Таблица 4. Золотой припой

Цвет	Золотой припой (в тысячных)					Температура плавления, °C	Температура начала плавления, °C
	Au	Ag	Cu	Cd	Zn		
Темно-желтый	750	—	150	82	18	822	793
Желтый	750	22	128	82	18	804	778
Светло-желтый	585	100	200	94	21	776	744
Бледно-желтый	585	105	210	100	—	780	751
Желтый	585	115	230	70	—	831	792
Темно-желтый	585	125	250	—	40	854	816
Желтый (мягкий)	585	115	185	115	—	752	735
Красно-желтый	585	100	175	115	25	740	732
Красный	585	42	253	98	22	793	748

Таблица 5. Золотой припой (в г) для ремонта ювелирных изделий (легкоплавкий, проба 0,413)

Цвет	Желтое золото 0,585	Красное золото 0,585	Чистое серебро	Мягкая латунь
Желтый	6,0		2,0	1,5
Красный		6,0	2,0	1,5

Серебряные припои

Таблица 6. Серебряный припой

Качество	Серебряный припой (в тысячных)		
	Ag	Cu	Zn
Твердый	700	215	85
Полутвердый	666	233	101
Средний	583	250	167
Мягкий	383	313	304

Таблица 7.
Серебряный припой (в г)

Качество	Чистое серебро	Латунь*
Очень твердый	12	4
Твердый	12	5
Средний	12	6
Мягкий	12	7

* Чистая, мягкая; латунный чугун не применяется.

Таблица 8. Припой для пайки серебряных предметов высших проб (более 925/1000)

Припой (в тысячных)					Температура плавления, °C
Серебро	Медь	Алюминий	Цинк	Олово	
800	62	—	94	44	789
800	80	5	80	35	786
800	60	5	92	43	777
800	40	5	103	52	765

Примечание. Припои эти прокатываются, однако по своим качествам они хрупкие (крошатся), поэтому требуют частого промежуточного отжига. Их можно применять также для предметов, предназначенных для эмалировки.

Некоторые припои, применяемые в ювелирной промышленности

Изделие		Состав припоя, %					Температура плавления, °С
металл	проба	золото	серебро	медь	цинк	кадмий	
Золото	750	75,0	3,0	10,0	—	12,0	720—740
»	750	75,0	13,0	9,0	3,0	—	860—880
Золото	583	58,3	8,0	15,3	—	8,4	800—820
»	583	58,3	13,0	12,7	6,0	10,0	740—760
Золото	500	50,0	30,0	20,0	—	—	840—860
»	500	50,0	25,0	18,7	6,3	—	800—820
Золото	375	37,5	37,5	25,0	—	—	840—860
»	375	37,5	11,0	43,0	8,5	—	820—840
Серебро	—	—	80,0	12,4	7,6	—	780—800
»	—	—	74,0	14,0	12,0	—	740—760
»	—	—	70,0	30,0	—	—	770—780
»	—	—	65,5	35,0	—	—	790—810
»	—	—	50,0	16,0	16,0	18,0	650—670

Латунные припои – наиболее распространенные среди твердых

Марка	Медь	Цинк	Температура плавления	Прочность шва, МПа	Цвет
ПМЦ-54	54	46	881	337	Желтый
ПМЦ-50	50	50	865	270	Светло-желтый
ПМЦ-42	42	58	836	168	Почти белый
ПМЦ-33	33	67	807	29	Белый

- Припой спаиваемый металл должны образовывать между собой сплав, т.е. диффундировать (проникать) друг в друга.
- Образование такого сплава происходит во время пайки, когда жидкий припой заполняет щель между спаиваемыми частями.
- Жидкий припой проникает вглубь спаиваемого металла, впитывается в него, заполняя мельчайшие поры, при этом он растворяет металл и сам растворяется в нем (взаимная диффузия).

Известно, что металлы, имеющие высокую температуру плавления, могут растворяться в жидком металле с гораздо более низкой температурой плавления. Например, медь, плавящаяся при 1083°C , растворяется в расплавленном олове, температура плавления которого 232°C ; точно так же железо, имеющее температуру плавления 1535°C , растворяется в цинке, температура плавления которого 419°C ; сурьма 630°C — в свинце 327°C ; углерод 3000°C — в железе 1535°C ; никель 1455°C — в меди 1083°C и т. п.

Для пайки изделий из меди, латуни и бронзы, а также изделий из серебра применяются следующие серебряные припои (в %), содержащие цинк:

Пср-40 — серебра 40, меди 60

Пср-50 — серебра 50, меди 50

Пср-70 — серебра 70, меди 26, цинка 4

Кроме этих припоев, выпускаемых промышленностью, можно рекомендовать следующие составы припоя, которые легко приготовить; они дают хорошие результаты и могут быть рекомендованы для ювелирных работ:

серебра 875-й пробы — 4 г, латуни — 1 г (крепкий припой)

серебра 875-й пробы — 1 г, латуни — 0,5 г (слабый припой)

Состав и свойства мягких припоев

Содержание компонентов, %*				Температура, °С	
Олово	Сурьма	Железо	Медь+мышьяк+ никель	Начало плавления	Полное расплавление
8	0,56	0,05	0,1	270	305
25	1,7	0,05	0,1	188	257
30	2,0	0,06	0,12	183	249
33	2,2	0,07	0,14	183	242
40	2,7	0,08	0,16	183	223
50	3,0	0,09	0,18	183	200
55	3,6	0,1	0,2	183	183
60	3,2	0,1	0,2	183	185
90	1,3	0,1	0,2	183	219

Мягкие припои, применяемые в ювелирном производстве (табл. 6), - это в основном сплавы системы олово - свинец, где содержание олова составляет 50-60%.

Для улучшения свойств припоя к олову и свинцу добавляют незначительные количества других металлов. Температура плавления оловянных припоев до 300°С.

Состав и свойства припоев на основе серебра

Проба припоя	Содержание компонентов, %				Температура, °С	
	Серебро	Медь	Цинк	Кадмий	Начало плавления	Полное расплавление
ПСр. 80	80	12,4	7,6	-	780	800
ПСр. 75	75	18,6	6,4	-	755	755
ПСр. 70	70	30,0	-	-	770	780
ПСр. 70	70	26,4	3,6	-	745	765
ПСр. 65	65	35,0	-	-	790	810
ПСр. 65	65	20,0	15,0	-	700	720
ПСр. 60	60	24,8	15,2	-	700	720
ПСр. 50	50	50,0	-	-	779	850
ПСр. 50К	50	16,0	16,0	18	650	670
ПСр. 45	45	30,0	25,0	-	660	725
ПСр. 25	25	40,0	35,0	-	745	775
ПСр. 12М	12	52,0	36,0	-	780	825
ПСр. 10	10	53,0	37,0	-	815	850

- *Твердые припои*, применяемые в ювелирном производстве, изготавливают, как правило, на основе золота и серебра.
- Для понижения температуры плавления в состав твердых припоев вводят цинк и кадмий. Эти припои отличаются высокой коррозионной стойкостью. Цвет припоев для золота определяется в основном соотношением меди и серебра в их составе. Содержание основного металла (золото, серебро) в составе припоя должно соответствовать установленной пробе припоя.

Золотые припои

Проба припоя	Содержание компонентов, %						Температура, °С	
	Золото	Серебро	Медь	Кадмий	Никель	Цинк	Начало плавления	Полное расплавление
Припои желтого цвета								
ПЗл. 375	37,5	37,5	25,0	-	-	-	840	860
		28,5	30,0	-	-	4,0	800	820
		11,0	43,0	-	-	8,5	820	840
ПЗл. 500	50,0	30,0	20,0	-	-	-	840	860
		25,0	18,7	-	-	6,3	800	820
		20,0	20,0	10,0	-	-	760	780
25,0	16,0	7,4	-	1,6	720	740		
ПЗл. 583	58,3	18,0	15,0	8,4	-	-	800	820
		16,0	20,6	-	-	4,6	820	840
		12,5	20,6	-	-	8,6	800	820
12,5	26,5	10,0	-	3,0	760	780		
8,0	21,7	12,0	-	-	820	850		
ПЗл. 750	75,0	3,0	10,0	12,0	-	-	720	740
		6,2	10,4	6,9	-	1,5	740	760
		9,5	9,5	-	-	6,0	760	780
15,0	7,85	-	-	2,65	820	840		

Припой белого цвета								
ПЗл. 583	58,3	25,7-23,7	-	16-18	-	-	1100	1100
		31,7-23,7	2,6	8-12	-	-	900	1000
		-	23,5	-	12,2	6,0	850	900
14,7	11,0	-	8,0	8,0	840	860		
ПЗл. 750	75,0	13	-	12	-	-	900	1100
		11	-	14	-	-	-	-
		10,5	4,5	10	-	-	800	1000
-	10,0	-	10,5	4,5	840	880		
7,0	6,0	-	4,0	8,0	780	820		

Кроме припоев на основе золота и серебра в ювелирном производстве применяются твердые медно-цинковые и медно-фосфорные припои, т. е. припои на основе меди. Для получения необходимых свойств в них добавляют олово, марганец, железо, алюминий и другие металлы. Соединения, паянные припоями на основе меди, выдерживают высокие механические нагрузки.

Платиновые припои

- Для работы с платиной имеются специальные платиновые припои, которые производят в аффинериях, имеющих соответствующее оборудование, индивидуальное производство запрещено законом.
- Очень твердые кислотно-пламенные припои для платиновых предметов готовят из 80% белозолотого сплава (супера, который содержит 0,150 палладия) или 80% белозолотого сплава II категории качества.
-
- Легкоплавкий припой состоит из 7,28 г чистого серебра и 2,72 г чистой платины. Припоем, состоящим из 3 частей палладия и 7 частей серебра, можно паять изделия в обычном газовом пламени (температура плавления 1225° С).

Особенности пайки ювелирных изделий

- **Надо использовать как можно меньше припоя. Характерной особенностью припоя является температура плавления.**
- **При пайке следует всегда пользоваться минимум: двумя припоями: твердым — с высокой температурой плавления и мягким— легкоплавким.**
- **Удобно иметь также и третий припой — средний. Припои различных температур плавления применяют последовательно, потому что поверхности соединяемых деталей, если они твердо соединились, при дальнейшей пайке уже не сдвинутся, а припой не расплавится.**

- **Следует запомнить основное правило: в начале пайки следует всегда использовать твердые припои, особенно в тех местах, которые позже наверняка подвергнутся давлению (например, при креплении драгоценных камней).**
- **Мягкие припои предназначены для заключительных операций.**
- При очень сложных работах желательно применять также средние припои, температура плавления которых лежит между твердоплавкими и мягкоплавкими припоями.

- Температура плавления каждого припоя обязательно должна быть ниже (на 80°C и более) температуры плавления основного материала. Даже так называемый твердый припой, используемый при основных операциях, должен быть сравнительно легкоплавким.
- Если припой хороший, то при повторной пайке он растекаться не будет.
- **Золотой припой должен подходить по пробе и быть близким по цвету основному материалу, т. е. сохранять его окраску.**
- Соответствующим изменением соотношения примесей можно получить различные цветовые оттенки припоя. Однако они успешно применяются только в сплавах очень высокого качества, поэтому им следует уделять больше внимания.

Изготовление припоев

- Легировать припои рекомендуется исключительно чистыми, электролитически чистыми металлами.
- **При изготовлении припоя металлы плавят последовательно в зависимости от температуры их плавления. Например, сначала плавят золото и медь, затем добавляют серебро, а перед самым окончанием плавки — цинк или кадмий.**
- Перед разливкой в нагретые и смазанные маслом формы расплав размещивают.
- Во время прокатки на заданную толщину припой осторожно и равномерно обжигают, чтобы в дальнейшем он не крошился.
- После обжига припой протравливают (в слабом растворе серной кислоты), а затем уже окончательно прокатывают; золотой припой прокатывают до толщины 0,25 мм, серебряный — 0,35 мм.
- Перед употреблением (нарезкой) припой следует обезжирить, т. е. очистить, обработать наждаком или скребком.

**Виды припоев, применяемых
в технике
(материал для ознакомления)**

Галлиевые припои

- Низкая температура плавления и хорошая смачивающая способность галлия служат основанием для использования его в качестве компонента припоев.
- Галлий обладает необычайно высокой способностью проникать по границам зерен некоторых металлов, особенно легкоплавких — олова, кадмия, свинца, цинка, а при нормальных температурах и по границам алюминия с образованием легкоплавкой эвтектики, что связано с его малой растворимостью в этих металлах при температуре 20 °С. Алюминий после лужения галлием при температуре ниже 120 °С становится хрупким и непрочным вследствие образования по границам его зерен особолегкоплавкой эвтектики, богатой галлием, с температурой плавления ниже 29,7 °С. Выше температуры 120 °С галлий образует с алюминием сравнительно широкую область твердых растворов и при достаточной выдержке способен диффундировать с границ зерен внутрь их, что приводит к полному или частичному восстановлению пластичности и прочности паяемого металла.

Припои с висмутом

- Висмут — металл малопластичный, поэтому его редко применяют для пайки металлов и сплавов. Однако сплавы, богатые висмутом, используют в качестве особолегкоплавких припоев. Температура начала плавления таких припоев находится в интервале 46,7—144 °С.
- Висмутовые припои применяют чаще всего для пайки меди.

Припой с индием

- Особолегкоплавкие припои с индием обладают рядом ценных свойств; некоторые из них применяют для пайки стекла [эвтектический припой, содержащий 52 % In и 48 % Sn ($t_{\text{Пл}} = 117 \text{ }^{\circ}\text{C}$) без флюса].
- Припой на основе индия (In —10 % Ag) с температурой плавления $260 \text{ }^{\circ}\text{C}$ также слабо растворяет толстые золотые покрытия, хорошо их смачивает и обеспечивает требуемую прочность при термоциклировании. Его применяют для пайки толстых золотых покрытий взамен припоев 63 % Sn —37 % Pb [16].

Оловянные и оловянно-свинцовые припои

- Олово и его сплавы, содержащие $>50\%$ Sn, имеют температуру ликвидуса в интервале $145\text{—}250\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Основу таких припоев составляют четыре тройных и три двойных эвтектики, богатые оловом.

Оловянно-свинцовые припои

- Правильность выбора припоя может быть гарантирована только тогда, когда известны его свойства.
- **Назначение припоев.**
- **ПОС 90** — для паяния внутренних швов пищевой посуды (кастрюли и т.п.).
- **ПОС 40** — паяние латуни, железа и медных проводов.
- **ПОС 30** — паяние латуни, меди, железа, цинковых и оцинкованных листов, белой жести, приборов, радиоаппаратуры, гибких шлангов и бандажной проволоки электромоторов.
- **ПОС 18** — паяние свинца, железа, латуни, меди, оцинкованного железа, лужение дерева перед пайкой, заменитель припоя ПОС 40.
- **ПОСС 4—6** — паяние белой жести, железа, меди, свинца при наличии клепаных замочных швов, заменитель припоя ПОС 30.

Составы наиболее известных оловянно-свинцовых припоев.

Марка	Состав %			Примесей %		
	Олово	Свинец	Сурьма	Медь	Висмут	Мышьяк
ПОС 90	80 - 90	остальное	0,1 –0,15	0,08	0,1	0,05
ПОС 39-40	39-40	-----	1,5-2,0	0,1	0,1	0,05
ПОС 30	29-30	-----	1,5-1,5	0,15	0,1	0,05
ПОС 18	17-18	-----	2,0-2,5	0,15	0,1	0,05
ПОСС 4-6		-----	5-6	0,15	0,1	0,05

- Наиболее важное свойство припоев — сопротивление срезу, так как большинство паяных соединений работает на срез.
- Оловянно-свинцовые припои марок ПОС 18, ПОС 30, ПОС 40 имеют более высокое сопротивление срезу, чем чистые олово и свинец, и потому применение их для получения прочного шва дает более хорошие результаты.
- Припои должны обладать как высоким сопротивлением разрыву, так и максимальной вязкостью.
- Знания твердости важны в том отношении, что более твердые припои лучше сопротивляются истиранию, чем мягкие.

Свойства оловянно-свинцовых припоев

Марка припоя	Температура плавления	Температура начала расплавления	Интервал затвердения	Предел прочности при растяжении Кгс\ мм ²	Относительное удлинение
0,1	232	232	0	1,9	43
ПОС 90	222	183	39	4,3	25
ПОС 50	209	183	26	3,6	32
ПОС 40	235	183	52	3,2	63
ПОС-30	256	183	73	3,3	58
ПОС 25	265	183	82	2,8	52,1
ПОС 18	277	183	94	2,8	67
ПОСС 4-6	265	245	20	5,9	23,7
С1	327	327	0	1,1	45