

СБОРКА НЕПОДВИЖНЫХ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1.1. СБОРКА КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Клеевые соединения применяют при сборке деталей машин из металлических и неметаллических материалов. Рекомендации по применению клеев при сборке соединений деталей из различных материалов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Рекомендуемые марки клеев для склеивания различных материалов и минимальные рабочие температуры склеивания, °С

Марка клея	Склеиваемый материал			
	Порошковые пластмассы	Фторопласт	Органическое стекло	Текстолит
В31Ф9	80	—	150	80
ВК32-200	200	200	—	100
ВК32М*	80	—	—	80
ВС10М*	150	—	—	100
ВС10Т*	150	150	—	150
ВС350*	250	250	—	100
Карбональный*	60	20	—	60
К32-70*	—	—	100	—
К153*	80	80	—	80
Л4*	80	—	—	80
ПВ16	—	—	60	—

Марка клея	Склеиваемый материал			
	Порошковые пластмассы	Фторопласт	Органическое стекло	Текстолит
ПК5*	60	60	—	60
ПУ22*	80	80	150	80
ПУ2М*	80	80	—	80
БФ-2*	60	60	—	60
ВИАМ1980	80	—	—	80

* Отмеченные клеи пригодны для склеивания перечисленных материалов, если термостойкость материала выше указанных температурных режимов склеивания.

Свойства и область применения клеев различных марок приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Свойства и область применения синтетических клеев

Марка клея	Прочность на сдвиг при 20 °С, кН/см ²	Прочность на отрыв при 20 °С, кН/см ²	Область применения
<i>Фенольные</i>			
БФ-2, БФ-4	300	28	Для склеивания металла, текстолита, аминопластов, стекла, древесины, фибры, фарфора, кожи
БФ-6	300	28	Для склеивания тканей, резины и войлока между собой и приклеивания их к металлу
ВК32-200	150	32	Для склеивания дюралюминия, сталей, стеклотекстолитов, пенопластов
ВС350	180	—	То же
ВС10Т	180	32	»
ВС10М	200	32	Для склеивания металлов, стеклотекстолитов и текстолитов
КР-4	—	—	Для склеивания пластмасс, древесины, текстильных материалов
КБЗ	—	—	То же

Марка клея	Прочность на сдвиг при 20 °С, кН/см ²	Прочность на отрыв при 20 °С, кН/см ²	Область применения
<i>Бакелитовые</i>			
СБС-2	—	—	Для склеивания пластмасс, тонких древесных, бумажных и текстильных материалов
<i>Эпоксидные</i>			
ЭД5, ЭД6	—	—	Для склеивания металлов, винипласта, органического стекла, фарфора, керамики, древесины, приклеивания вулканизированной резины к металлу
ВК32М	250	20	Для склеивания дюралюминия и стали между собой и с пенопластами
ВК7	75	—	Для склеивания сталей, алюминиевых и титановых сплавов, работающих при температуре –60 ... + 250 °С
Л4	40	—	Для контровки болтов и винтовых соединений, склеивания металлов между собой и со стеклопластиковыми узлами несилового назначения
<i>Полиамидные</i>			
ПФЭ2/10	60	60	Для склеивания металлов, текстолита, древесины, капронового волокна, полиамидных пленок, кожи
ПК5	150	—	Для склеивания полиамидной пленки
МПФ1	175	65	Для склеивания металлов между собой и с неметаллическими материалами. Обладает длительной прочностью, эластичен
<i>Карбамидные</i>			
ПУ2	140	—	Для склеивания сталей и алюминиевых сплавов между собой и с неметаллическими материалами. Обладает длительной прочностью и выносливостью, стоек в различных климатических условиях

Марка клея	Прочность на сдвиг при 20 °С, кН/см ²	Прочность на отрыв при 20 °С, кН/см ²	Область применения
<i>Перхлорвиниловые</i>			
Д10, М10	—	—	Для склеивания поливиниловых пластиков между собой и с металлами
Лейкопат, Б10	—	40	Для приклеивания невулканизированной резины к металлам
ХВК2А	—	—	Для приклеивания винипласта, тканей и пластиков к металлам
<i>Глифталевые</i>			
АМК	—	75	Для склеивания стекла и приклеивания теплоизоляции к металлам
ИП-9	—	—	Для склеивания силиконовых резин с металлами
<i>Металлические</i>			
Мекладин	—	—	Для склеивания металла, керамики, органических полимеров. Электропроводен, выдерживает нагрев до 700 ... 800 °С
<i>Фосфатные</i>			
Алюмофосфатный	—	—	Для склеивания керамики, металлов (никель, молибден, вольфрам, титан, тантал), работающих при температуре -60 ... +1 400 °С
<i>Циакриновые</i>			
Циакрин	140	—	Для склеивания различных материалов
<i>Эпоксидно-фурфурольно-ацетальные</i>			
БОВ-1, БОВ-2, БОВ-3	—	—	Для склеивания металлов и пластмасс

Типовые технологические режимы склеивания приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Технологические режимы склеивания

Марка клея	Число слоев при склеивании металлов	Число слоев при склеивании неметаллических материалов	Расход клея на каждый слой, г/м ²	Выдержка после нанесения первого слоя, мин	Выдержка после нанесения последующих слоев, мин	Температура выдержки, °С	Минимальное давление, МПа
Д9	1	1	200 ... 250	—	—	—	0,01
ВК2ЭМ	1	1	200 ... 250	0 ... 60	—	15 ... 30	0,05
ВС10Т	1—2	2	150 ... 200	60	60	15 ... 30	0,08
ПУ2	1	1	200 ... 250	5 ... 20	—	15 ... 30	0,05

При использовании клеевых соединений для сборки трубопроводных систем с применением соединений бандажного типа широко используют клеи в сочетании с намоткой на концы стыкуемых труб лент из тканых материалов с последующей их пропиткой клеями. Для склеивания трубопроводов применяют материалы, указанные в табл. 1.4.

Таблица 1.4. Материалы для склеивания трубопроводов, их характеристика и область применения

Материал	Внешний вид	Краткая характеристика и область применения	Состояние поставки
Конструкционная стеклоткань марки Т-13-П	Тканый материал	Армирующая основа соединений бандажного типа	Рулоны в мягкой таре из водонепроницаемого материала
Тканые ленты из крученых комплексных нитей алюмобор-силикатного стекла марки ЛЭС	То же	То же	То же

Материал	Внешний вид	Краткая характеристика и область применения	Состояние поставки
Тканые конструкционные стеклянные ленты марки ЛСК	Тканый материал	Армирующая основа соединений бандажного типа	В мягкой таре из водонепроницаемого материала
Фенололвинилацетальные клеи марки БФ-2 или БФ-4	Бесцветная или слегка мутная жидкость	Для нанесения слоя клея на стеклоткань перед ее разрезкой	Алюминиевые тубы
Ацетон	Бесцветная жидкость	Для обезжиривания поверхностей склеиваемых труб	Емкость из стекла
Бензин	То же	Для обезжиривания поверхностей склеиваемых труб	То же

1.2. ПАЯНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Паяние — процесс соединения двух металлических деталей при помощи расплавленного промежуточного металла или сплава, называемого припоем и имеющего более низкую температуру плавления, чем материалы соединяемых деталей. В зависимости от температуры плавления припой подразделяют на легкоплавкие (мягкие с температурой плавления ниже 450 °С) (табл. 1.5) и тугоплавкие (твердые с температурой плавления более 850 °С) (табл. 1.6).

Таблица 1.5. Легкоплавкие оловянно-свинцовистые припои

Марка припоя	Химический состав, %			Температура плавления, °С	Область применения
	Олово	Сурьма	Свинец		
ПОС-90	80...90	До 0,15	Остальное	220	Для пайки внутренних швов пищевой посуды

Марка припоя	Химический состав, %			Температура плавления, °С	Область применения
	Олово	Сурьма	Свинец		
ПОС-61	59...61	До 0,8	Остальное	190	Для ответственной пайки в электротехнике и приборостроении
ПОС-40	39...40	1,5...2,0	Остальное	138	Для пайки радиаторов, электро- и радиоаппаратуры; электромонтажных работ
ПОС-30	29...30	1,5...2,0	Остальное	256	Для лужения деталей радиаторов и подшипников, заливаемых свинцовыми баббитами; пайки деталей из стали, меди и латуни; пайки оцинкованной стали
ПОС-18	17...18	2,0...2,5	Остальное	270	Для лужения деталей перед пайкой; пайки деталей, если не требуется повышенная прочность паянного шва
ПОССу 4-6	3...4	5...6	Остальное	244	Для пайки деталей из латуни, меди, белой жести
ПОССу 18-2	17...18	1,5...2,0	Остальное	186	Для лужения стальных деталей перед пайкой; пайки автотракторных деталей

Таблица 1.6. Тугоплавкие медно-цинковые припои

Марка припоя	Химический состав, %				Область применения
	Медь	Железо	Свинец	Цинк	
ПМЦ-36	36	До 0,1	До 0,5	Остальное	Для пайки латуни с содержанием меди менее 68 %
ПМЦ-48	48	До 0,1	До 0,5	Остальное	Для пайки медных сплавов с содержанием меди более 68 %
ПМЦ-54	54	До 0,1	До 0,5	Остальное	Для пайки меди, бронзы и стали

Высокое качество пайки получают при использовании серебряных припоев (табл. 1.7), однако ими следует пользоваться только в тех случаях, когда нельзя применять более дешевые припои.

Таблица 1.7. Серебряные припои

Марка припоя	Химический состав, %			Допустимая доля примесей, %		Температура кристаллизации, °С		Область применения
	Серебро	Медь	Цинк	Всего	В том числе свинца	Начало	Конец	
ПСр10	10	53	37	0,3	0,15	850	815	Для пайки горелок для примуса
ПСр12М	12	52	36	0,3	0,15	825	780	Для пайки деталей из латуни с содержанием меди более 58 %
ПСр25	25	40	35	0,3	0,15	775	745	Для пайки тонких деталей, когда требуется чистота места пайки
ПСр45	45	30	25	0,3	0,1	725	660	Для пайки медных и бронзовых деталей

Марка припоя	Химический состав, %			Допустимая доля примесей, %		Температура кристаллизации, °С		Область применения
	Серебро	Медь	Цинк	Всего	В том числе свинца	Начало	Конец	
ПСр50	50	35	15	0,15	0,05	850	779	Для пайки тонкой стальной проволоки
ПСр65	65	20	15	0,2	0,12	—	—	Для пайки ленточных пил
ПСр70	70	26	4	0,2	0,1	755	730	Для пайки проводов в тех случаях, когда места спая не должны резко уменьшать электропроводность

Для получения прочного соединения необходимо, чтобы припой хорошо смачивал поверхности соединяемых деталей, обладая, одновременно, хорошим взаимодействием с материалами этих деталей. На смачиваемость припоем соединяемых деталей и прочность соединения влияет сборочный зазор, который выбирают в зависимости от применяемого припоя и материала соединяемых деталей по табл. 1.8.

Таблица 1.8. Сборочные зазоры при пайке, мм

Припой	Паяемый материал				
	Медь и ее сплавы	Титан	Углеродистая сталь	Коррозионно-стойкая сталь	Алюминий и его сплавы
Оловянно-свинцовый	0,07 ... 0,20	—	0,05 ... 0,50	0,20 ... 0,75	0,05 ... 0,15
Медный	—	—	0,001 ... 0,05	0,01 ... 0,10	—
Медно-цинковый	0,04 ... 0,20	—	0,05 ... 0,25	0,02 ... 0,12	—

Припой	Паяемый материал				
	Медь и ее сплавы	Титан	Углеродистая сталь	Коррозионно-стойкая сталь	Алюминий и его сплавы
Медно-фосфорный	0,04...0,20	—	—	—	—
Серебряно-медно-фосфорный	0,02...0,15	—	—	—	—
Серебряный	0,04...0,25	—	0,02...0,15	0,05...0,10	—
Алюминиевый	—	—	—	—	0,12...0,25
Цинковый	—	—	—	—	0,10...0,25
Серебряно-марганцевый	—	0,05...0,10	—	—	—

Припой для соединений выбирают в зависимости от материала соединяемых деталей, пользуясь табл. 1.9.

Таблица 1.9. Выбор припоя в зависимости от материала соединяемых деталей

Материал соединяемых деталей	Состав припоя					
	Медь—цинк	Латунь—олово—кремний	Медь—фосфор	Медь—серебро—цинк	Медь—серебро—фосфор	Медь—серебро—цинк—кадмий
Медь	+ -	+ -	+ -	++	++	++
Сплавы меди	--	--	+ -	++	++	++
Низкоуглеродистая сталь	+ -	++	--	++	--	++
Углеродистая сталь	+ -	++	--	++	--	++

Материал соединяемых деталей	Состав припоя					
	Медь—цинк	Латунь—олово—кремний	Медь—фосфор	Медь—серебро—цинк	Медь—серебро—фосфор	Медь—серебро—цинк—кадмий
Легированная сталь	+-	++	--	++	--	++
Коррозионно-стойкая сталь	+-	++	--	++	--	++
Ковкий чугун	+-	++	--	++	--	++
Сплавы на никелевой основе	+-	++	--	++	--	++

Примечание. ++ — рекомендуется; +- — не рекомендуется, но допускается с ограничениями; -- — не допускается.

В качестве флюсов — материалов, облегчающих удаление оксидной пленки, применяют хлорид цинка, канифоль, буру, борную кислоту и другие материалы. Различают флюсы для низкотемпературной (табл. 1.10) и высокотемпературной (табл. 1.11) пайки.

Таблица 1.10. Наиболее распространенные составы флюсов для низкотемпературной пайки

Компонент	Содержание, %	Область применения
Канифоль	100	Для пайки деталей из меди и ее сплавов
Насыщенный раствор хлорида цинка в соляной кислоте	—	Для пайки деталей из коррозионно-стойкой стали
Сухая смесь: хлорид цинка	95	Для пайки деталей из алюминия алюминиевым мягким припоем
фторид натрия	5	
Паста: насыщенный водный раствор цинка	34	Для низкотемпературной пайки паяльной лампой
метанол	33	
глицерин	33	

Таблица 1.11. Наиболее распространенные составы флюсов для высокотемпературной пайки

Компонент	Содержание, %	Область применения
Бура	100	Для пайки деталей из меди, бронзы и стали
Сухая смесь: бура плавленая поваренная соль поташ кальциниро- ванный	72 14 14	Для пайки деталей из латуни и бронзы, а также для пайки серебром
Раствор: бура плавленая борная кислота	90 10	Для пайки деталей из меди, стали и других металлов
Сухая смесь: бура плавленая борная кислота (раз- веденная в растворе хлорида цинка)	50 50	Для пайки деталей из коррозионно-стойких и жаропрочных сталей
Сухая смесь: бура хлорид цинка перманганат калия	60 38 2	Для пайки деталей из чугуна

1.3. ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Заклепочные соединения применяют там, где их нельзя заменить другими методами прочного и плотного соединения деталей. Например, в конструкциях, воспринимающих интенсивные вибрационные и ударные нагрузки, работающих при высоких и низ-

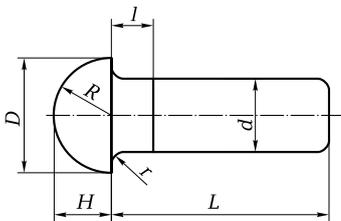
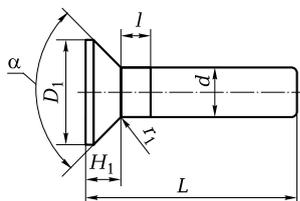


Рис. 1.1. Заклепка с полукруглой головкой: D — диаметр закладной головки; H — высота закладной головки; R — радиус головки; L — длина стержня; d — диаметр стержня; l — длина участка сопряжения стержня с закладной головкой; r — радиус сопряжения стержня с закладной головкой

Рис. 1.2. Заклепка с потайной головкой:

D_1 — диаметр закладной головки; H_1 — высота закладной головки; L — длина стержня; d — диаметр стержня; l — длина участка сопряжения стержня с закладной головкой; r_1 — радиус сопряжения стержня с закладной головкой; α — угол конуса закладной головки



ких температурах, а также для прочного соединения неметаллических деталей с металлическими.

Заклепки изготавливают с полукруглыми (ГОСТ 10299—80) (рис. 1.1), потайными (ГОСТ 10300—80) (рис. 1.2) и полупотайными (ГОСТ 10301—80) головками. Изготавливают заклепки из стали, меди, латуни и алюминиевых сплавов, марки которых приведены в табл. 1.12, с размерами, указанными в табл. 1.13.

Таблица 1.12. Марки материалов, применяемых для изготовления заклепок

Наименование материала	Марка	Покрытие	Толщина покрытия, мкм	Обозначение покрытия
Углеродистая сталь	Ст2	Без покрытия	—	—
	10	Цинковое с хромированием	6	Ц6хр
	Ст3	Кадмиевое с хромированием	6	Кд6хр
	15	Фосфатное	8	Хим. фос
Легированная сталь	09Г2	Фосфатное	8	Хим. фос
Коррозионно-стойкая сталь	X18H9T	Без покрытия	—	—
		Серебряное	6	Ср
Латунь	Л68	Без покрытия	—	—
	Л63	Цинковое с хромированием	3	Цхр
		Никелевое	6	Н
Медь	М3	Без покрытия	—	—

Наименование материала	Марка	Покрытие	Толщина покрытия, мкм	Обозначение покрытия
	МТ	Никелевое	6	Н
Алюминиевые сплавы	АМг5	Без покрытия	—	—
	Д18	Без покрытия	—	—
	АД1	Хромирование	6	Хр

Таблица 1.13. Основные размеры, мм, заклепок с полукруглой и потайной головками

d	D	D_1	H	H_1	r , не более
$2\pm 0,12$	2,5	3,9	1,2	1,0	0,2
$2,5\pm 0,12$	4,4	4,5	1,5	1,1	0,2
$3\pm 0,12$	5,3	5,2	1,8	1,2	0,2
$4\pm 0,16$	7,1	7,0	2,4	1,6	0,4
$5\pm 0,16$	8,8	8,8	3,0	2,0	0,4
$6\pm 0,16$	11,0	10,3	3,6	2,4	0,5
$8\pm 0,2$	14,0	13,9	4,8	3,2	0,5

Продолжение табл. 1.13

d	r_1 , не более	R	α , ...°	l	L
$2\pm 0,12$	0,1	1,9	90	1,5	3... 16
$2,5\pm 0,12$	0,1	2,4	90	3,0	3... 20
$3\pm 0,12$	0,1	2,9	90	3,0	4... 40
$4\pm 0,16$	0,2	3,8	90	3,0	5... 50
$5\pm 0,16$	0,2	4,7	90	4,0	7... 60
$6\pm 0,16$	0,25	6,0	90	4,0	7... 60
$8\pm 0,2$	0,25	7,5	90	4,0	7... 70

Примечание. Размер L в указанных пределах следует выбирать из ряда нормальных размеров: 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; (11); 12; (13); 14; (15); 16; (17); 18; (19); 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 50; 52; 55; 58; 60; 65; 70 мм. В скобках указаны допускаемые, но не рекомендуемые размеры.

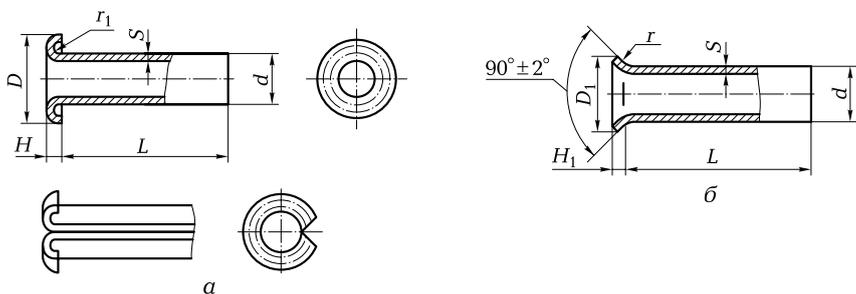


Рис. 1.3. Пустотелые заклепки:

a — со скругленной головкой; *б* — с потайной головкой; D, D_1 — диаметр головки; H, H_1 — высота головки; r, r_1 — радиусы сопряжения стержня заклепки с ее головкой; S — толщина стенки пустотелого стержня заклепки; d — диаметр стержня заклепки; L — длина стержня заклепки

При соединении деталей из неметаллических материалов применяют пустотелые заклепки (рис. 1.3, *a* и *б*, табл. 1.14).

Таблица 1.14. Основные размеры, мм, пустотелых заклепок

Общие размеры						
d	D	r	Толщина стенки S заклепок, выполненных из			
			стали	латуни	алюминиевых сплавов	меди
1,6	2,9	0,2	0,16	0,15	—	—
2	3,5	0,2	0,25	0,25	—	—
2,5	4	0,2	0,25	0,25	—	—
3	5	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
4	6,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
5	7,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
6	10	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
8	13	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
10	15	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0

Размеры				
по ГОСТ 12638—80		по ГОСТ 12640—80*		
H	r_1	D_1	H_1	L
0,4	0,25	2,2	0,4	2...8
0,5	0,25	2,6	0,4	2...16
0,5	0,25	3,2	0,5	3...20
0,7	0,3	3,8	0,6	3...28
0,8	0,3	5	0,8	3...28
0,9	0,4	6	0,8	3...40
1,0	0,5	7,5	1,1	3...40
1,2	0,75	9,5	1,5	3...40
1,5	0,75	12	1,7	3...40

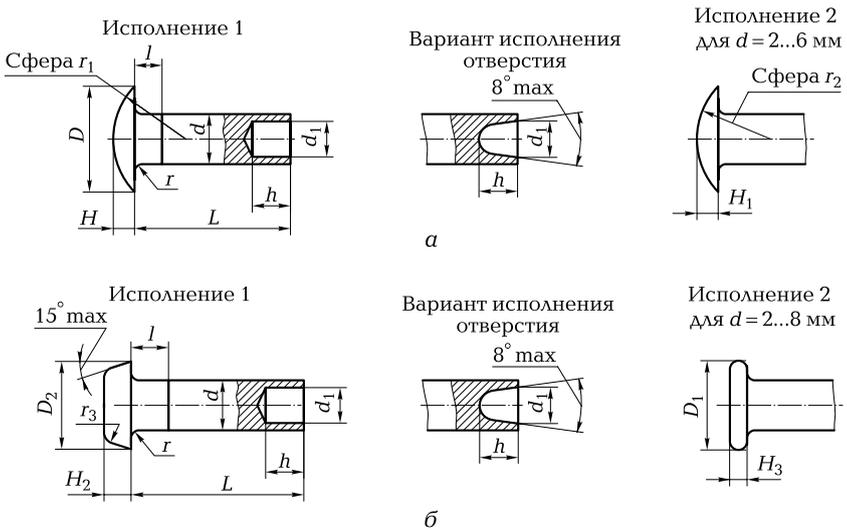


Рис. 1.4. Полупустотелые заклепки:

a — с полукруглой головкой; $б$ — с плоской головкой; D, D_1, D_2 — диаметр головки; H, H_1, H_2, H_3 — высота головки; l — длина участка сопряжения стержня заклепки с ее головкой; r — радиус сопряжения стержня заклепки с ее головкой; r_1, r_2, r_3 — радиус сферы закладной головки; d — диаметр стержня; d_1 — диаметр отверстия в стержне заклепки; h — глубина отверстия в стержне заклепки; L — длина стержня заклепки