**Виды соединений: разъёмные, неразъёмные**

В процессе изготовления машин некоторые их детали соединяют между собой, при этом образуются неразъёмные или разъёмные соединения.

*Неразъёмными* называют соединения, которые невозможно разобрать без нарушения или повреждения деталей. К ним относятся заклёпочные, сварные, клеевые соединения, соединения, полученные пайкой, а также условно посадки с натягом.

*Разъёмными* называют соединения, которые можно разбирать и вновь собирать без повреждения деталей. К разъёмным относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые и другие соединения.

**Сварные соединения** образуются путём местного нагрева деталей в зоне сварки. Наибольшее распространение получили электрические виды, основными из которых являются дуговая и контактная сварка.

Различают следующие *разновидности дуговой сварки*:

* автоматическая сварка под флюсом (этот вид сварки высокопроизводителен и экономичен, даёт хорошее качество шва, применяется в крупносерийном и массовом производстве для конструкций с длинными швами);
* полуавтоматическая сварка под флюсом (применяется для конструкций с короткими прерывистыми швами);
* ручная сварка (применяется в тех случаях, когда другие виды дуговой сварки нерациональны, этот вид сварки малопроизводителен, качество шва зависит от квалификации сварщика).

*Контактная сварка* применяется в серийном и массовом производстве для нахлёсточных соединений тонкого листового металла (точечная, шовная контактные сварки) или для стыковых соединений круглого и полосового металла (стыковая контактная сварка).

*Достоинства сварных соединений*:

* невысокая стоимость соединения благодаря малой трудоёмкости сварки и простоте конструкции сварного шва;
* сравнительно небольшая масса конструкции (на 15-25% меньше массы клёпаной):
	+ из-за отсутствия отверстий под заклёпки требуется меньшая площадь свариваемых деталей;
	+ соединение деталей может выполняться без накладок;
	+ отсутствуют выступающие массивные головки заклёпок;
* герметичность и плотность соединения;
* возможность автоматизации процесса сварки;
* возможность сварки толстых профилей.

*Недостатки сварных соединений*:

* прочность сварного шва зависит от квалификации сварщика (устраняется применением автоматической сварки);
* коробление деталей из-за неравномерности нагрева в процессе сварки;
* недостаточная надёжность при значительных вибрационных и ударных нагрузках.

**Соединения с натягом** осуществляются подбором соответствующих посадок, в которых натяг создаётся необходимой разностью посадочных размеров насаживаемых одна на другую деталей. Взаимная неподвижность соединяемых деталей обеспечивается силами трения, возникающими на поверхности контакта деталей.

Соединения деталей с натягом условно относят к неразъёмным соединениям, хотя, особенно при закалённых поверхностях, они допускают разборку и новую сборку деталей. Для этого используют:

* механическое сопряжение;
* тепловые посадки;
* охлаждение охватываемой детали.

*Достоинства соединений с натягом*:

* простота конструкции и хорошее базирование соединяемых деталей;
* большая нагрузочная способность.

*Недостатки соединений с натягом*:

* сложность сборки и, особенно, разборки;
* рассеивание прочности соединения в связи с колебаниями действительных посадочных размеров в пределах допусков.

**Резьбовые соединения** являются наиболее распространёнными разъёмными соединениями. Их образуют болты, винты, шпильки, гайки и другие детали, снабжённые резьбой.

*Резьбы классифицируют* в зависимости от:

* формы поверхности, на которой образуется резьба:
	+ цилиндрические;
	+ конические;
* формы профиля резьбы:
	+ треугольные;
	+ упорные;
	+ трапецеидальные;
	+ прямоугольные;
	+ круглые;
* направления винтовой линии резьбы:
	+ правые (винтовая линия поднимается слева вверх направо);
	+ левые (имеют ограниченное применение);
* числа заходов резьбы (определяется с торца винта по числу сбегающих витков):
	+ однозаходные;
	+ многозаходные;
* назначения резьбы:
	+ крепёжные (применяют в резьбовых соединениях; имеют треугольный профиль, который характеризуется большим трением, предохраняющим резьбу от самоотвинчивания, а также высокой прочностью и технологичностью);
	+ крепёжно-уплотняющие (применяют в соединениях, требующих герметичности; выполняют треугольного профиля, но без радиальных зазоров; как правило, все крепёжные резьбовые детали имеют однозаходную резьбу);
	+ для передачи движения (применяют в винтовых механизмах; имеют трапецеидальный (реже – прямоугольный) профиль, который характеризуется меньшим трением).

*Достоинства резьбовых соединений*:

* высокая нагрузочная способность и надёжность;
* наличие большой номенклатуры резьбовых деталей для различных условий работы;
* удобство сборки и разборки;
* малая стоимость, обусловленная стандартизацией и высокопроизводительными процессами изготовления.

*Недостатки резьбовых соединений*:

* наличие большого количества концентраторов напряжений, которые снижают сопротивление усталости при переменных напряжениях.

**Шпоночные соединения** состоят из вала, шпонки и ступицы охватывающей детали.

*Шпонка* представляет собой брус, вставляемый в пазы вала и ступицы, для передачи вращающего момента между валом и охватывающей деталью.

*Шпоночные соединения подразделяют* на:

* ненапряжённые (при сборке соединений в деталях не возникает предварительных напряжений):
	+ с призматическими шпонками (рабочие грани – боковые, не удерживают детали от осевого смещения вдоль вала) по форме торцов различают:
		- со скруглёнными торцами ([рисунок 1](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_01), исполнение 1);
		- с плоскими торцами ([рисунок 1](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_01), исполнение 2);
		- с одним плоским, а другим скруглённым торцом ([рисунок 1](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_01), исполнение 3);
	+ с сегментными шпонками (рабочие грани – боковые, применяют при передаче небольших вращающих моментов, просты в изготовлении, удобны при монтаже и демонтаже – шпонки свободно вставляют в паз и вынимают) ([рисунок 2](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_02));
* напряжённые (при сборке соединений в деталях возникают предварительные (монтажные) напряжения):
	+ с клиновыми шпонками (имеют форму односкосных самотормозящих клиньев с уклоном 1:100, не требуют стопорения ступицы от продольного перемещения вдоль вала, хорошо воспринимают ударные и знакопеременные нагрузки) ([рисунок 3](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_03));
	+ с тангенциальными шпонками (состоят из двух форму односкосных клиньев с уклоном 1:100 каждый, работают узкими гранями, вводятся в пазы ударом, применяются для передачи больших вращающих моментов с переменным режимом работы, в соединении ставят две пары тангенциальных шпонок под углом 120°) ([рисунок 4](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_04)).



Рисунок 1 – Соединения призматическими шпонками



Рисунок 2 – Соединение сегментной шпонкой: 1 – винт установочный; 2 – кольцо замковое пружинное



Рисунок 3 – Соединение клиновой шпонкой



Рисунок 4 – Соединение тангенциальными шпонками

*Достоинства шпоночных соединений*:

* простота конструкции;
* сравнительная лёгкость монтажа и демонтажа.

*Недостатки шпоночных соединений*:

* шпоночный паз ослабляет вал и ступицу охватывающей детали не только уменьшением сечения, но, главное, значительной концентрацией напряжений изгиба и кручения;
* трудоёмкость изготовления.

**Шлицевые соединения** образуются выступами – зубьями на валу и соответствующими впадинами – *шлицами* в ступице охватывающей детали. Рабочими являются боковые стороны зубьев. Упрощенно шлицевые соединения можно рассматривать как многошпоночные.

*Шлицевые соединения различают*:

* по характеру соединения:
	+ неподвижные (для закрепления охватывающей детали на валу);
	+ подвижные (допускают перемещение детали вдоль вала);
* по способу центрирования ступицы относительно вала:
	+ по наружному диаметру (наиболее технологично);
	+ по внутреннему диаметру (при высокой твёрдости материала ступицы);
	+ по боковым поверхностям зубьев (более равномерно распределение нагрузки по зубьям);
* по форме зубьев:
	+ прямобочные (имеют постоянную толщину зубьев) ([рисунок 5](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_05));
	+ эвольвентные (имеют повышенную прочность, используются для передачи больших вращающих моментов) ([рисунок 6](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_06));
	+ треугольные (применяют только в неподвижных соединениях для тонкостенных ступиц, пустотелых валов, при передаче небольших крутящих моментов) ([рисунок 7](https://eam.su/vidy-soedinenij-razyomnye-nerazyomnye.html#pic_07)).



Рисунок 5 – Прямобочное шлицевое соединение



Рисунок 6 – Эвольвентное шлицевое соединение



Рисунок 7 – Треугольное шлицевое соединение

*Достоинства шлицевых соединений* (по сравнению со шпоночными соединениями):

* обеспечивают лучшее базирование соединяемых деталей и более точное направление при осевом перемещении;
* уменьшается число деталей соединения (шлицевое соединение образуют две детали, шпоночное – три-четыре);
* при одинаковых габаритах допускают передачу больших вращающих моментов за счёт большей поверхности контакта;
* обеспечивается высокая надёжность при динамических и реверсивных нагрузках;
* вал зубьями ослабляется незначительно;
* уменьшается длина ступицы.

*Недостатки шлицевых соединений* (по сравнению со шпоночными соединениями):

* более сложная технология изготовления;
* более высокая стоимость.

**Вопросы для контроля**

1. Какие существуют основные разновидности соединений?
2. Какие существуют разновидности сварных соединений?
3. Каковы достоинства и недостатки сварных соединений?
4. Какие существуют способы сборки и разборки соединений с натягом?
5. Каковы достоинства и недостатки соединений с натягом?
6. Какие существуют разновидности резьбовых соединений?
7. Каковы достоинства и недостатки резьбовых соединений?
8. Какие существуют разновидности шпоночных соединений?
9. Каковы достоинства и недостатки шпоночных соединений?
10. Какие существуют разновидности шлицевых соединений?
11. Каковы достоинства и недостатки шлицевых соединений?