

Лекция 14

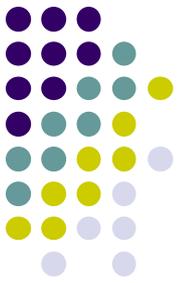
**Технология сборки машин.
Точность при сборке.**





Сборка машин

- Сборка является завершающим этапом производственного процесса в машиностроении.
- Трудоемкость механосборочного производства составляет до 65-75 % общей трудоемкости изготовления изделий, в том числе затраты непосредственно на сборку составляют 25-35%.
- В условиях единичного и мелкосерийного производства трудоемкость сборочных работ выше, так как выполняется большой объем пригоночных работ.



Сборка машин

Качество готовой машины, ее эксплуатационные характеристики в большей степени определяется качеством сборочного производства и зависят от технологии сборки.

Процесс изготовления машины может гарантировать достижение всех требуемых ее эксплуатационных показателей, а также ее надежности и долговечности при эксплуатации лишь при **условии высококачественного проведения всех этапов сборки машины.**

Сборка машин



В процессе сборки вполне доброкачественных изделий по разным причинам могут возникать погрешности взаимного расположения деталей, существенно снижающие точность и другие качества собираемого изделия.

Причины возникновения погрешностей:

- ошибки, допускаемые рабочими при ориентации и фиксации установленного положения собираемых деталей;
- погрешности установки калибров и измерительных средств, применяемых при сборке;
- погрешности регулирования, пригонки и контроля точности положения детали в машине;
- образование задиров на сопрягаемых поверхностях деталей;
- упругие деформации сопрягаемых деталей при их установке и фиксации;
- пластические деформации поверхностей сопряжений, нарушающие их точность и плотность соединений.

Классификация видов сборки



- **Сборка** – это образование разъемных и неразъемных соединений составных частей заготовки или изделия

По объему сборка подразделяется на:

- **общую** – объектом которой является изделие в целом;
- **узловую** - объектом которой является составная часть изделия, т.е. сборочная единица или узел.

Классификация видов сборки



По стадиям процесса:

- **Предварительная сборка**, т. е. сборка заготовок, составных частей или изделия в целом, которые в последующем подлежат разборке.
- **Промежуточная сборка**, т. е. сборка заготовок, выполняемая для дальнейшей их совместной обработки.
- **Сборка под сварку**, т. е. сборка заготовок для их последующей сварки.
- **Окончательная сборка**, т. е. сборка изделия или его составной части, после которой не предусмотрена его последующая разборки при изготовлении.

Классификация видов сборки



По методу образования соединений:

- **слесарную сборку**, т. е. сборку изделия или его составной частей при помощи слесарно-сборочных операций;
- **монтаж**, т. е. установку изделия или его составных частей на месте использования (например, монтаж станка с ЧПУ на предприятии потребителе);
- **электромонтаж**, т. е. монтаж электроизделий или их составных частей, имеющих токоведущие элементы;
- **сварку, пайку, клепку и склеивание.**

Необходимо отметить, что значительно усовершенствованный за последние годы процесс создания неразъемных соединений склеиванием обеспечивает высокую прочность соединений.

Проектирование ТП сборки



Исходными данными для проектирования процессов сборки машины являются:

- сборочный чертеж (со всеми видами, разрезами и сечениями), который определяет конструкцию машины;
- технические условия приемки машины;
- рабочие чертежи деталей, входящих в машину;
- каталоги и справочники по сборочному оборудованию и технологической оснастке;
- объем выпуска машины и срок ее выпуска.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТП СБОРКИ



Разработку технологического процесса сборки машины выполняют в определенной последовательности **по следующим этапам:**

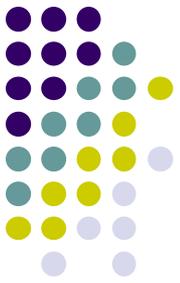
- Ознакомление со служебным назначением машины;
- Анализ технических требований на ее изготовление;
- Ознакомление с объемом выпуска и величиной серии;
- Ознакомление с рабочими чертежами и проведение размерного анализа;
- Проработка изделия на технологичность;
- Выбор методов достижения точности сборки узла или машины;

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТП СБОРКИ



- Составление схемы сборки;
- Разработка технологии сборки;
- Выбор вида и организационной формы технологического процесса сборки;
- Определение трудоемкости сборки;
- Составление технических заданий на проектирование сборочного оборудования и технологической оснастки.

Анализ служебного назначения машины

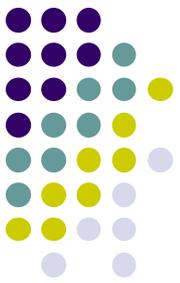


- Каждая создаваемая машина предназначена для выполнения определенного процесса или определенной задачи, при выполнении которой достигается определенный результат.
- Формулировка служебного назначения машины должна включать также описание условий, при которых машина будет работать, выполняя свое служебное назначение.
- Эти условия обычно вытекают из характера процесса, выполняемого машиной.

Анализ технических требований



При выявлении несоответствий проводятся согласования с разработчиками конструкции, в результате чего в конструкторскую документацию вносится необходимая коррекция.



Объем выпуска и величина серии

- Ознакомление с этими данными позволяет выполнить расчеты по программе выпуска, т.е. определить тип производства:
- В соответствии с ГОСТ тип производства определяется по $K_{3.0}$:

$K_{3.0} = 1$ – массовое производство

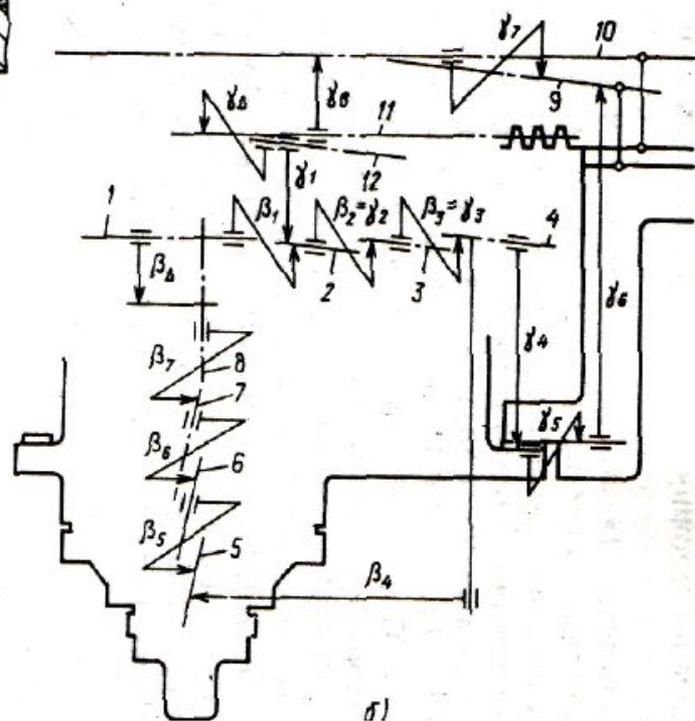
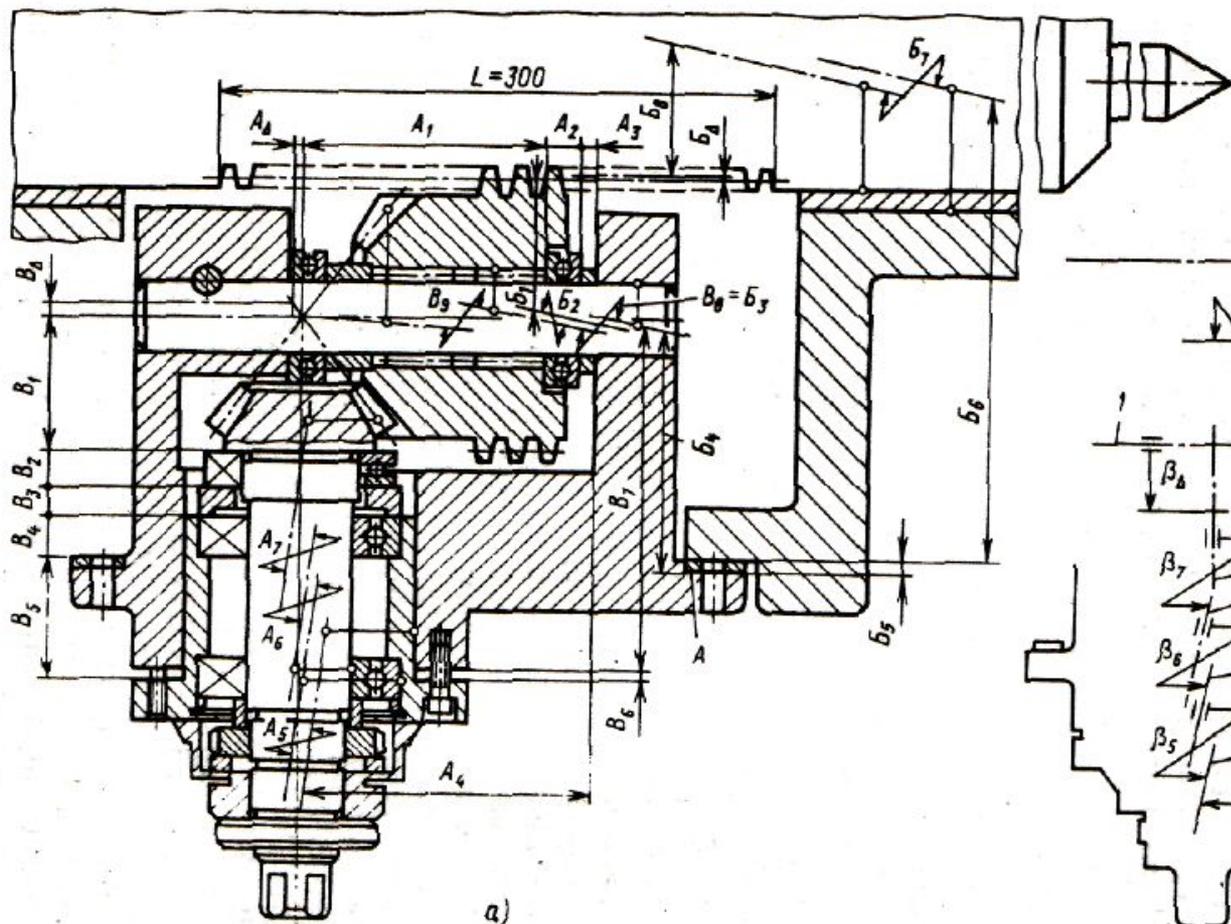
$1 < K_{3.0} < 10$ - крупносерийное

$10 < K_{3.0} < 20$ - серийное

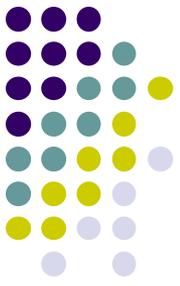
$20 < K_{3.0} < 40$ - мелкосерийное

чертежами и проведение размерного анализа

Выявление и расчёт конструкторских и технологических размерных цепей.



Методы достижения точности замыкающего звена, применяемые при сборке



Метод полной взаимозаменяемости

- Метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается у всех объектов путем включения в нее составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их значений.
- Использование экономично и условиях достижения высокой точности при малом числе звеньев размерной цепи и при достаточно большом числе изделий, подлежащих сборке



При достижении точности по методу полной взаимозаменяемости средний допуск рассчитывают по формуле:

$$T_{A_{cp}} = T_{A_{\Delta}} / (m - 1)$$

Метод неполной взаимозаменяемости



- Метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается у заранее обусловленной части объектов путем включения в нее составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их значений
- Использование целесообразно для достижения точности в многозвенных размерных цепях;
- допуски на составляющие звенья при этом больше, чем в предыдущем методе, что повышает экономичность получения сборочных единиц;
- у части изделий погрешность замыкающего звена может быть за пределами допуска на сборку, т.е. возможен определенный риск несобираемости.



- При методе неполной взаимозаменяемости средний допуск рассчитывают по формуле

$$T_{A_{cp}} = \frac{T_{A_{\Delta}}}{t_{\Delta} \sqrt{\lambda^2 (m - 1)}}$$

- Переход на метод неполной взаимозаменяемости позволяет значительно расширить значение средних допусков по сравнению с методом полной взаимозаменяемости

Метод групповой взаимозаменяемости



- **Метод**, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается путем включения в размерную цепь составляющих звеньев, принадлежащих к одной из групп, на которые они предварительно рассортированы
- **Применяется** для достижения наиболее высокой точности замыкающих звеньев малозвенных размерных цепей.
- **Требует** четкой организации сортировки деталей на размерные группы, их маркировки, хранения и транспортирования в специальной таре

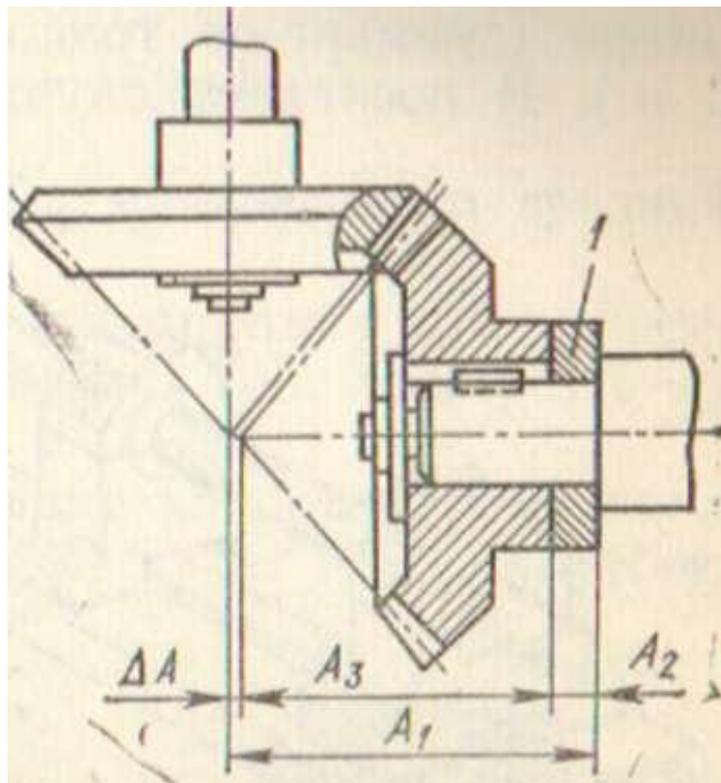
Метод пригонки



- **Метод**, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением размера компенсирующего звена путем удаления с компенсатора определенного слоя материала.
- **Используется** при сборке изделий с большим числом звеньев; детали могут быть изготовлены с экономичными допусками, но требуются дополнительные затраты на пригонку компенсатора;
- **экономичность** в значительной мере зависит от правильного выбора компенсирующего звена, которое не должно принадлежать нескольким связанным размерным цепям.



Метод пригонки

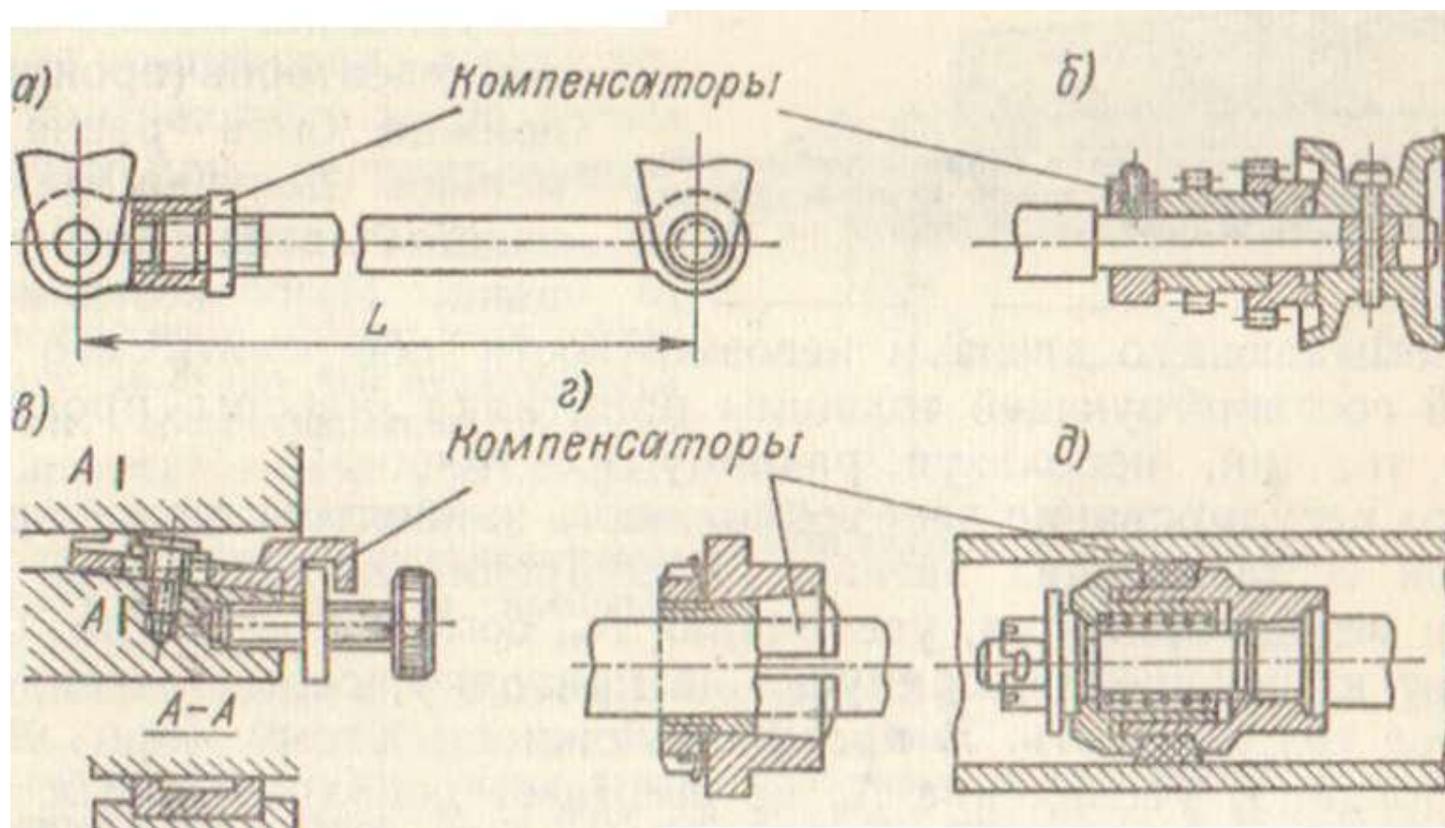


Сборка с применением пригонки (компенсатор, т.е. прокладная шайба 1, шлифуется, подрезается по толщине «по месту» для компенсации погрешности)

Метод регулирования



- Метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением размера или положения компенсирующего звена без удаления материала с компенсатора

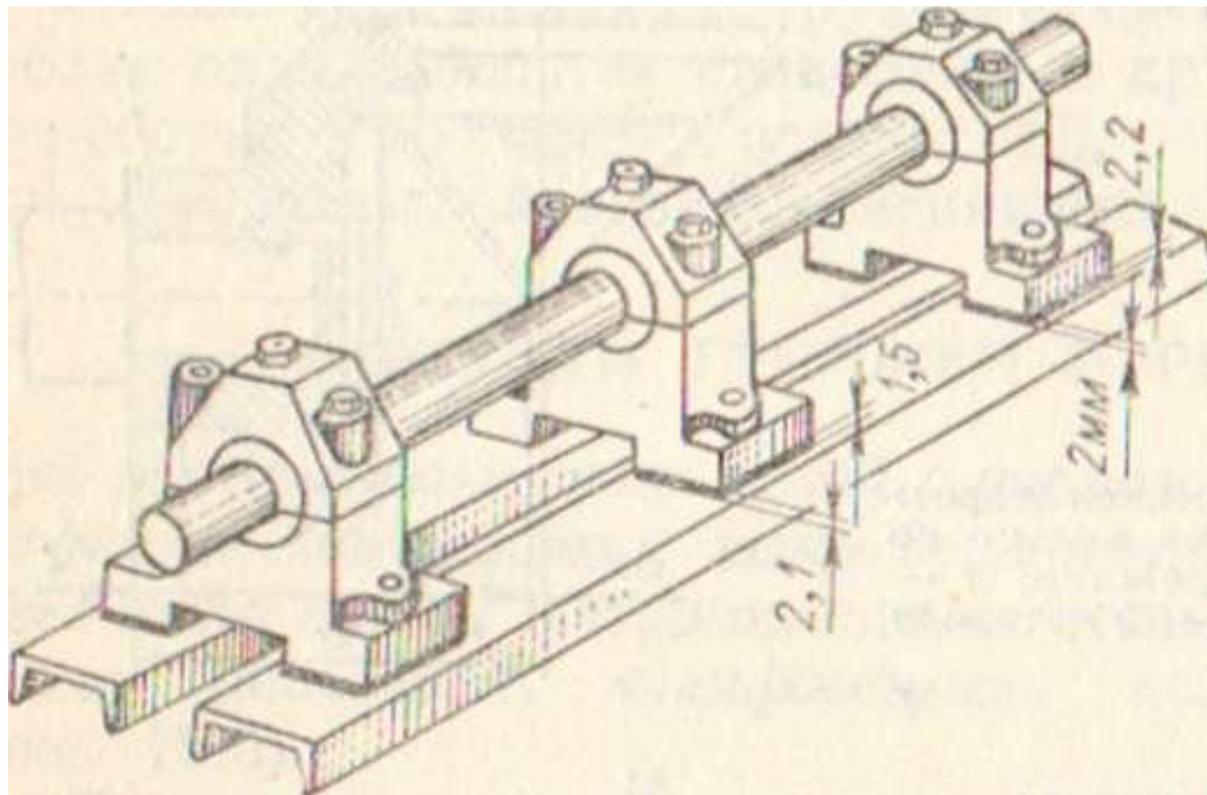


Сборка с компенсирующими материалами



- Метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается применением компенсирующего материала, вводимого в зазор между сопрягаемыми поверхностями деталей после их установки в требуемом положении.
- **Использование** наиболее целесообразно для соединений и узлов, базирующихся по плоскостям (привалочные поверхности станин, рам, корпусов, подшипников, траверс и т. п.);
- в ремонтной практике для восстановления работоспособности сборочных единиц, для изготовления оснастки.

Сборка с компенсирующими материалами



Сборка корпусов подшипников с применением твердеющей пластмассовой прослойки, компенсирующей колебание положения центров отверстий по высоте

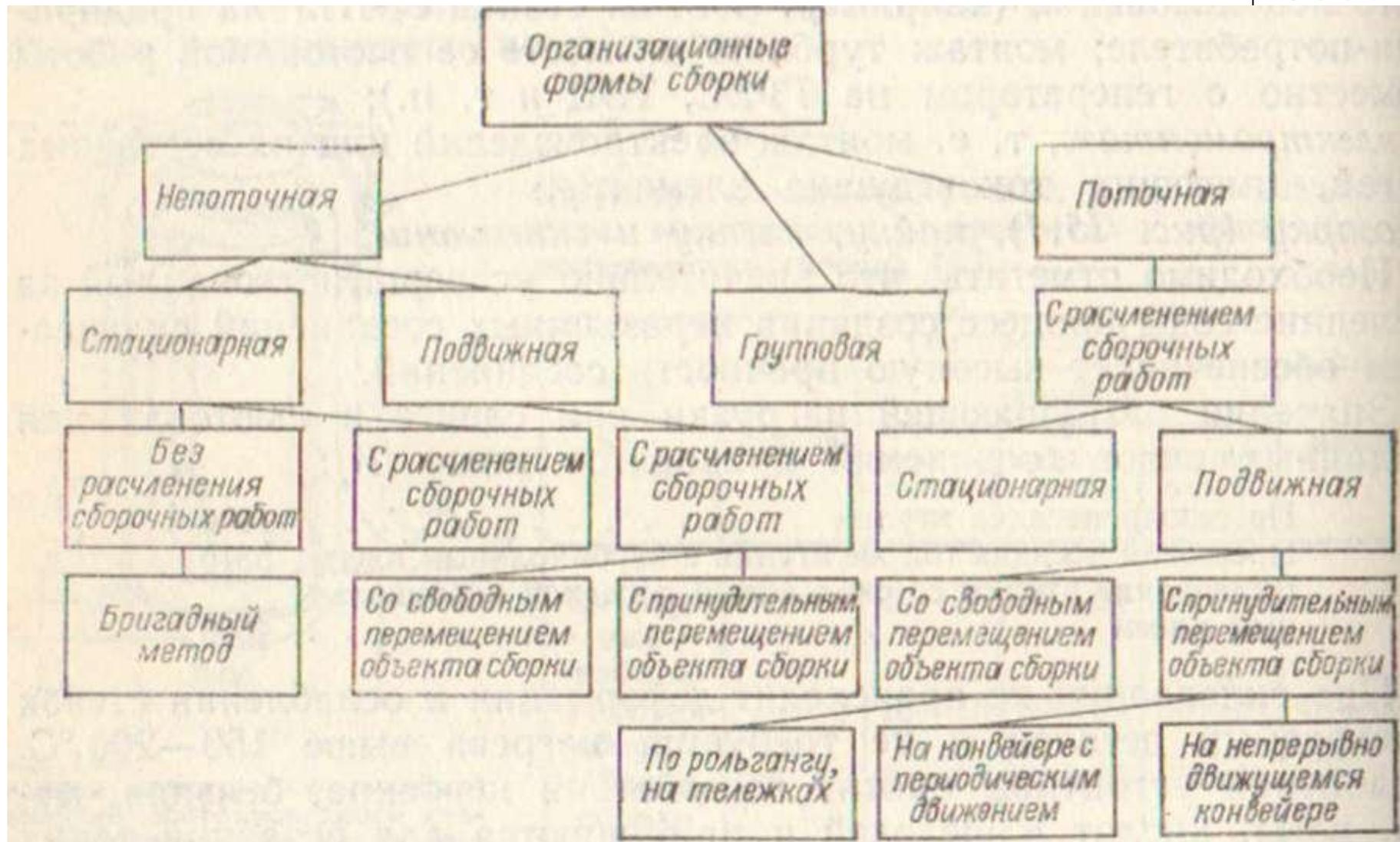
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ СБОРКИ

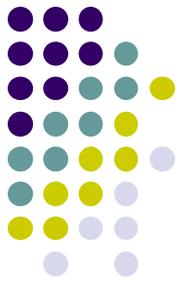


- **По перемещению** собираемого изделия сборка подразделяется на стационарную и подвижную,
- **По организации производства** — на непоточную, групповую и поточную.
- **Непоточная стационарная сборка** характеризуется тем, что весь процесс сборки и его сборочных единиц выполняется на одной сборочной позиции: стенде, станке, рабочем месте, на полу цеха.

Все детали, сборочные единицы (узлы) и комплектующие изделия поступают на эту позицию.

Схема организационных форм сборки





Непоточная стационарная сборка

- выполняется без расчленения сборочных работ, когда вся сборка изделия производится одной бригадой рабочих последовательно.
- Применяется концентрированный технологический процесс сборки, состоящий из небольшого числа сложных операций.

Достоинства:

- сохранение неизменного положения основной базовой детали, что способствует достижению высокой точности собираемого изделия;
- использование универсальных транспортных средств, приспособлений и инструментов, что сокращает продолжительность и стоимость технической подготовки производства.

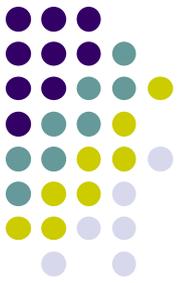
Непоточная стационарная сборка



Недостатки:

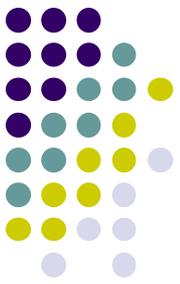
- длительность общего цикла сборки, выполняемой последовательно;
- потребность в высококвалифицированных рабочих, способных выполнять любую сборочную операцию;
- увеличение потребности в больших сборочных стендах и высоких помещениях сборочных цехов, так как каждая машина, собираемая на стенде от начала до конца, длительное время занимает монтажный стенд.
- **Областью применения** - единичное и мелкосерийное производство тяжелого и энергетического машиностроения, экспериментальные и ремонтные цехи (сборка крупных дизелей, прокатных станков, крупных турбин и т. п.).

Непоточная стационарная сборка с расчленением сборочных работ



- Предполагает дифференциацию процесса на узловую и общую сборку.
- Сборка каждой сборочной единицы и общая сборка выполняются в одно и то же время разными бригадами и многими сборщиками.
- Собираемая машина остается неподвижной на одном стенде. В результате такой организации длительность процесса сборки значительно сокращается.

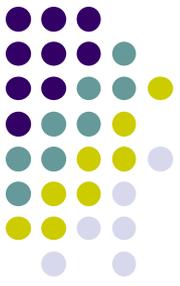
Сборка с расчленением на узловую и общую сборку



Преимущества

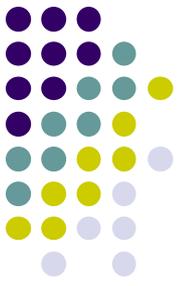
- Значительное сокращение длительности общего цикла сборки.
- Сокращение трудоемкости выполнения отдельных сборочных операций за счет:
 - а) специализации рабочих мест сборки узлов и их оборудования;
 - б) специализации рабочих-сборщиков;
 - в) лучшей организации труда.
- Снижение потребности в дефицитной рабочей силе сборщиков высокой квалификации.
- Более рациональное использование помещения и оборудования сборочных цехов.
- Уменьшение размеров высоких помещений сборочных участков.
- Сокращение себестоимости сборки.

Непоточная подвижная сборка



- Характеризуется последовательным перемещением собираемого изделия от одной позиции к другой.
- Перемещение собираемого объекта от одной рабочей позиции к другой может быть свободным или принудительным.
- Технологический процесс сборки при этом разбивается на отдельные операции, выполняемые одним рабочим или небольшим их числом.
- Непоточная подвижная сборка находит экономичное применение при переходе от сборки единичных изделий к их серийному изготовлению.

Поточная сборка



- **Поточная сборка** характеризуется тем, что при построении технологического процесса сборки отдельные операции процесса выполняются за одинаковый промежуток времени — такт, или за промежуток времени, кратный такту.
- **Поточная сборка** может быть организована со свободным или с принудительным ритмом.
- В первом случае рабочий передает собираемое изделие на соседнюю операцию по мере выполнения собственной работы.
- Во втором случае, при работе с принудительно-регулируемым ритмом, момент передачи выполненной работы на следующую операцию определяется сигналом (световым или звуковым) или скоростью непрерывно или периодически движущегося конвейера.

Такт выпуска поточной сборки

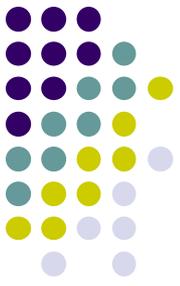


- Для организации поточной сборки рассчитывают такт выпуска изделия:

$$T = \frac{60 \cdot F \cdot \eta}{N}$$

где F - годовой фонд времени в часах,
 N - программа выпуска (штук в год),
 η - коэффициент использования годового фонда времени.

Поточная сборка



- **Главным условием** организации поточной сборки является обеспечение взаимозаменяемости собираемых узлов и отдельных деталей, входящих в поточную сборку.
- В случае необходимости использования **пригоночных работ** они должны осуществляться за пределами потока на операциях предварительной сборки.
- Ответственным и сложим вопросом организации поточной сборки является проблема **операционного контроля качества** сборки и обеспечение исправления обнаруженных при контроле дефектов без нарушения установленного ритма сборки.
- Конструкция собираемого на потоке изделия должна быть хорошо **отработана на технологичность**.
- **Поточная сборка является рентабельной** при достаточно большом объеме выпуска собираемых изделий.

Поточная стационарная сборка



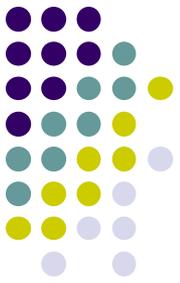
- Поточная стационарная сборка является одной из форм поточной сборки, требующей наименьших затрат на ее организацию.
- Она применяется при сборке крупных и громоздких, т. е. неудобных для транспортирования изделий (например, при сборке самолетов и т.п. изделий).
- При этом виде сборки все собираемые объекты остаются на рабочих позициях в течение всего процесса сборки.
- Рабочие или бригады по сигналу все одновременно переходят от одних собираемых объектов к следующим через периоды времени, равные такту.
- Каждый рабочий (или каждая бригада) выполняет закрепленную за ним (бригадой) одну и ту же операцию на каждом из собираемых объектов.



Поточная подвижная сборка

- **Поточная подвижная сборка** становится экономически целесообразной в тех случаях, когда выпуск машин и их сборочных единиц значительно возрастает.
- Данный вид сборки может быть осуществлен с непрерывно или периодически перемещающимися собираемыми объектами.
- Преимуществами поточной подвижной сборки являются выполнение работы с требуемым тактом и возможность почти полного совмещения времени, затрачиваемого на транспортирование объектов, со временем их сборки.

Нормирование сборочного производства



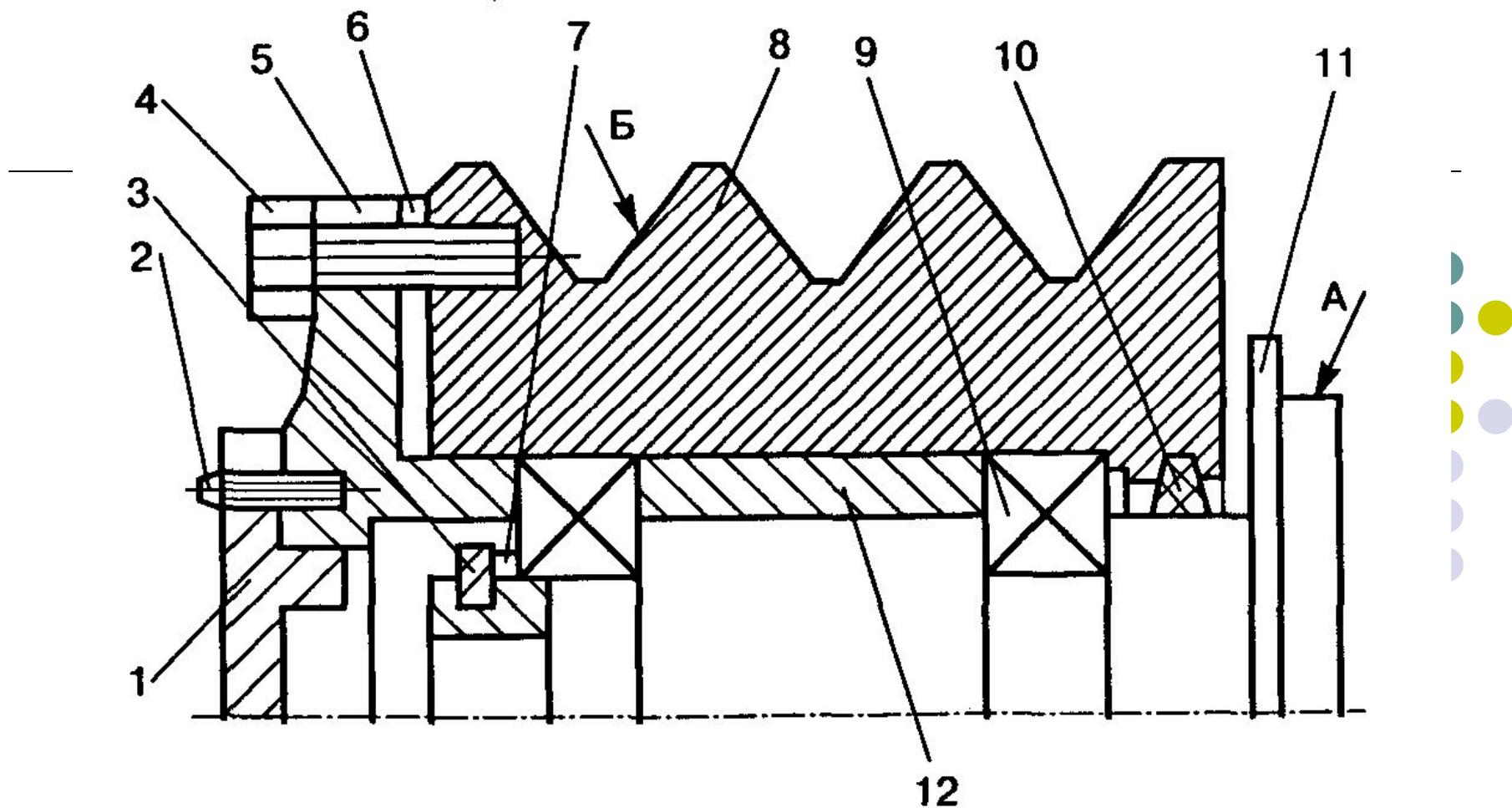
- Нормирование сборочного производства основано на расчете штучного времени на сборочные операции:

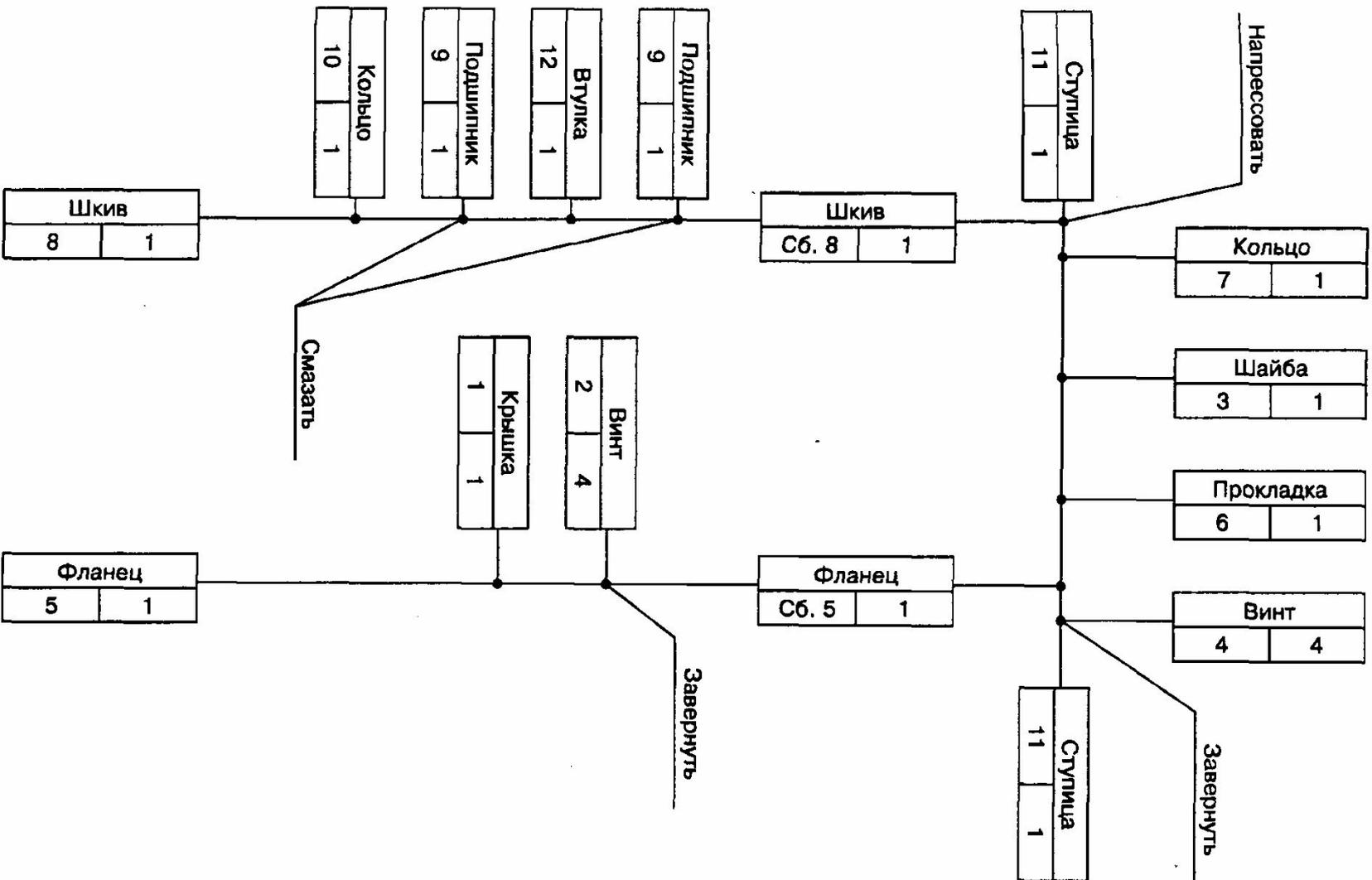
$$T_{шт} = t_{оп} (1 + (\alpha + \beta + \gamma) / 100), \text{ мин}$$

где α , β , γ – коэффициенты, характеризующие элементы вспомогательного времени (на организационное, техническое обслуживание рабочего места и время на перерывы рабочих).

Приняты «Общемашиностроительные нормативы времени $t_{оп}$ на слесарно-сборочные работы» в зависимости от типа производства.

Пример разработки технологического процесса сборки узла







Номер операции	Наименование операции	Содержание операции
1	Сборка шкива (сб. 8)	<ol style="list-style-type: none">1. Закрепить шкив (дет. 8) в приспособлении2. Установить уплотнительное кольцо (дет. 10)3. Смазать и установить подшипник (дет. 9)4. Протереть и установить втулку (дет. 12)5. Смазать и установить подшипник (дет. 9)
2	Установка шкива (сб. 8)	<ol style="list-style-type: none">1. Закрепить ступицу (дет. 11) в приспособлении2. Напрессовать шкив (сб. 8) на ступицу (дет. 11)3. Протереть и установить кольцо (дет. 7)4. Установить шайбу (дет. 3).5. Установить прокладку (дет. 6)
3	Сборка фланца (сб. 5)	<ol style="list-style-type: none">1. Закрепить фланец (дет. 5) в приспособлении2. Установить крышку (дет. 1)3. Закрепить крышку (дет. 1) винтами (дет. 2)
4	Установка фланца (сб. 5)	<ol style="list-style-type: none">1. Установить фланец (сб. 5)2. Закрепить фланец (сб. 5) винтами (дет. 4)
5	Контрольная	<ol style="list-style-type: none">1. Проверить легкость вращения шкива2. Проверить биение поверхности А относительно поверхности Б