

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
Кафедра № 24 - «Авиационной техники»

# Способы обеспечения точности сборки

Санкт-Петербург  
2008

Сборка является весьма трудоемкой и ответственной частью процессов ремонта машин.

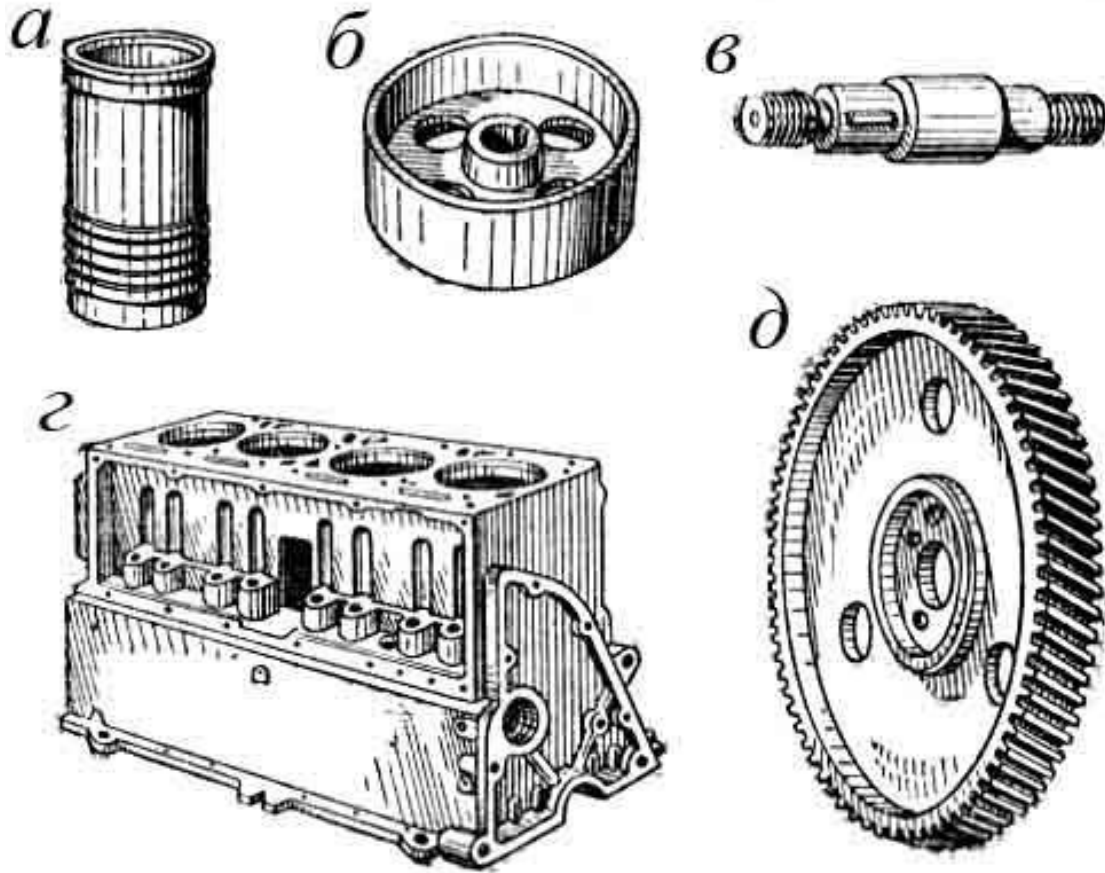
Так как обычным способом устранения отказов в эксплуатации ЛА является замена отказавшего изделия, предполагающая предварительную разборку и последующую сборку объекта, каждый инженер, занимающийся техническим обслуживанием и ремонтом ЛА и АД, должен уметь выполнять синтез и анализ ТП сборки (разборки).

**Сборка** – процесс последовательного образование соединений составных частей изделия в сборочные единицы, а сборочных единиц – в машины.

Детали ремонтируемых машин в процессе сборки соединяются в соответствии с техническими условиями. Собранные узлы и детали машины должны обеспечить нормальное взаимодействие механизмов машины, ее мощность и производительность.

**Монтаж** – установка изделия или его составных частей на месте использования.

При ремонте собирают механизмы и машины в порядке, обратном разборке. Детали, снятые при разборке последними, устанавливают при сборке первыми.



**Деталь** – изделие, изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций, например, гильза, шкив, валик, блок цилиндров, зубчатое колесо.

Рис. Примеры деталей:

а – гильза; б – шкив; в – валик; з – блок цилиндров;  
д – зубчатое колесо

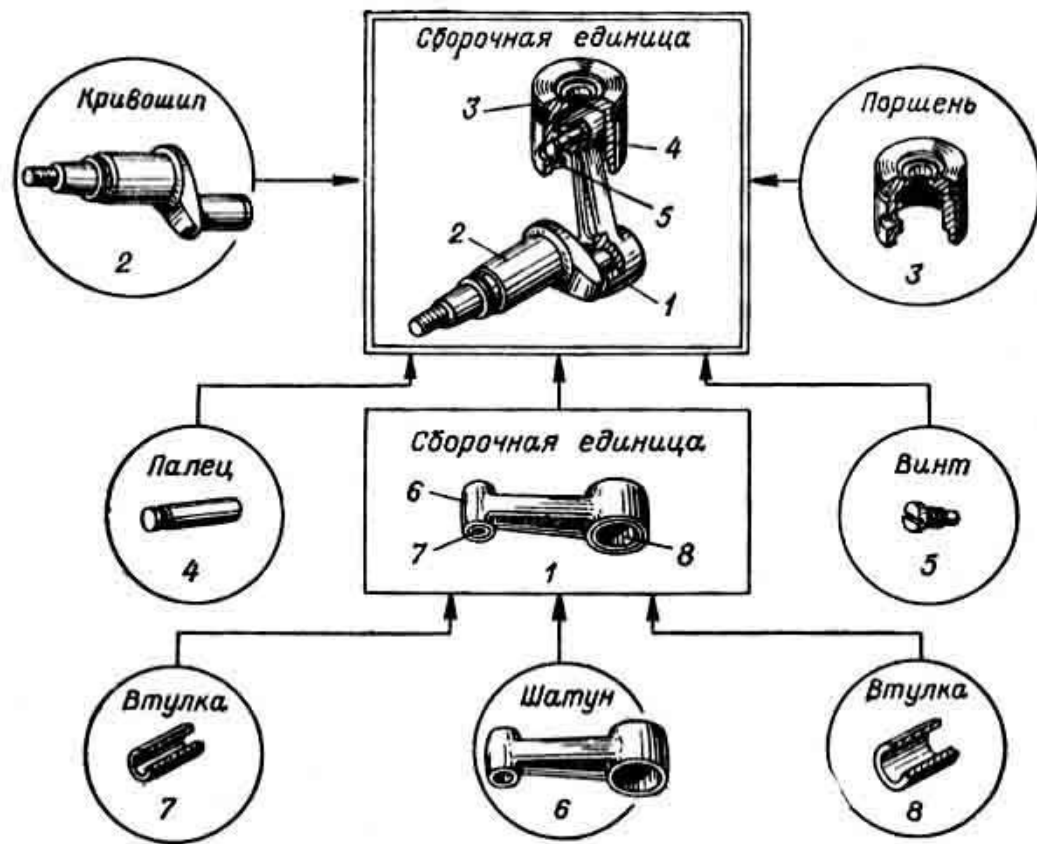


Рис. Примеры деталей и сборочных единиц:

1 – сборочная единица; 2 – кривошип; 3 – поршень; 4 – палец; 5 – винт; 6 – шатун; 7 – втулка; 8 – втулка;

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, укладкой и т.п.).

Перед сборкой узлов или агрегатов выполняют подготовительные операции:

- ❖ комплектование деталей и узлов, изготовленных на предприятии-изготовителе агрегата (машины), покупных изделий;
- ❖ Промывку деталей и узлов; клеймение деталей и узлов;
- ❖ Гидравлические и пневматические испытания деталей и узлов.

**Комплектование агрегатов** (машин) деталями, узлами и покупными изделиями производят при подготовке их к сборке.

Детали подбирают по размерам сопрягаемых поверхностей, по массе и другим параметрам.

Детали и узлы, поступающие на сборку, сопровождаются документацией, в которой указаны необходимые для дальнейшей сборки параметры.

Готовые изделия (покупные) поступают на сборку после прохождения входного контроля.

Наряду с комплектованием деталей и узлов подбирают документацию на детали, узлы и агрегаты в один комплект, который называется «дело машины (двигателя, *например*)»

***Промывка деталей и узлов*** объекта сборки необходима, так как в процессе изготовления они загрязняются формовочными материалами, металлической стружкой или опилками, абразивными материалами, смазочно-охлаждаемыми жидкостями и др. Детали и злы промывают на различных стадиях производства машин и непосредственно перед ее сборкой, а если необходимо, то и в процессе сборки. Для промывки деталей и узлов непосредственно перед сборкой применяют бензин, керосин и 6%-ный раствор масла МС-20 в бензине.

Промывка деталей является трудоемкой и ответственной операцией. Производить промывку следует строго по технологии. Не допускаются касания деталей во время промывки. Исключение составляют мелкие и крепежные детали, которые промывают обычно в одной ванночке.



***Клеймение деталей*** и узлов производится согласно технологическим требованиям.

При клеймении на носят:

- ✓ номера машины и комплекта;
- ✓ наработку;
- ✓ спаренность деталей.

Тем самым предотвращаются ошибки в учете наработки деталей, создаются предпосылки сохранения приработанных пар, обозначаются модификации комплекта.

Клейма спаренности наносятся на деталях отбалансированных частей или после выверки биений.

Клейма наносятся краской, электрографическими, ударными и кислотными методами.

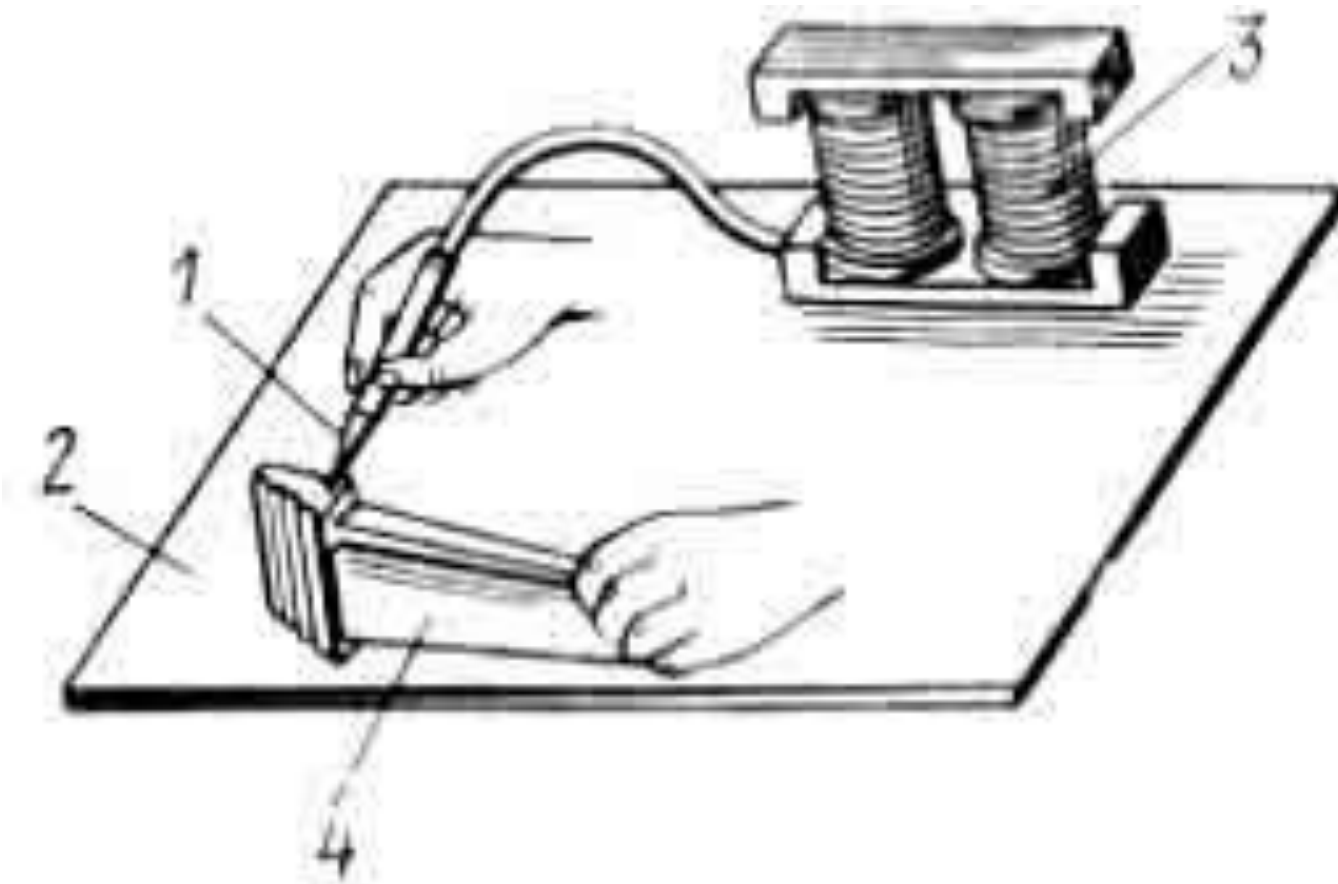
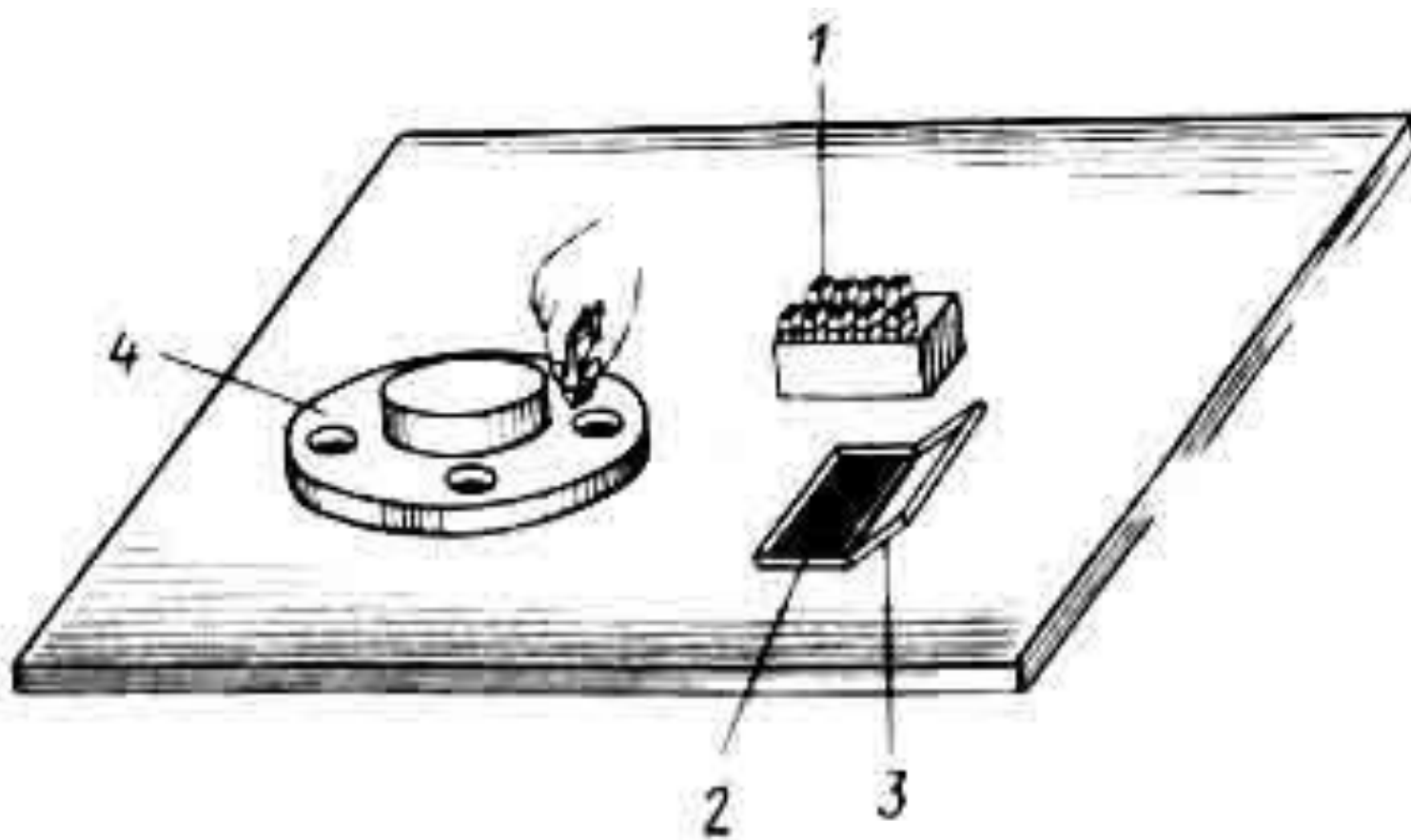


Рис. Электрограф:

1 – игла; 2 – плита; 3 – понижающий трансформатор; 4 - деталь



**Рис. Набор для клеймения деталей химическим способом:**

1 – набор резиновых 4штампов; 2 – фетровая подушка; 3 - футляр; 4 - деталь

Перед сборкой нужно обязательно проверить, хорошо ли промыты и очищены детали, не засорены ли отверстия и каналы для смазки. При необходимости промывают детали повторно. Следует помнить, что даже тончайшая пыль, попав на трущуюся поверхность, будет вызывать преждевременный износ сопрягаемых деталей.

Свое рабочее место слесарь-ремонтник должен всегда содержать в чистоте, тем более при сборке машин; необходимо также следить за чистотой рук. Ведь даже очень чистые детали, если положить их на грязный верстак или брать испачканными руками, снова загрязнятся.

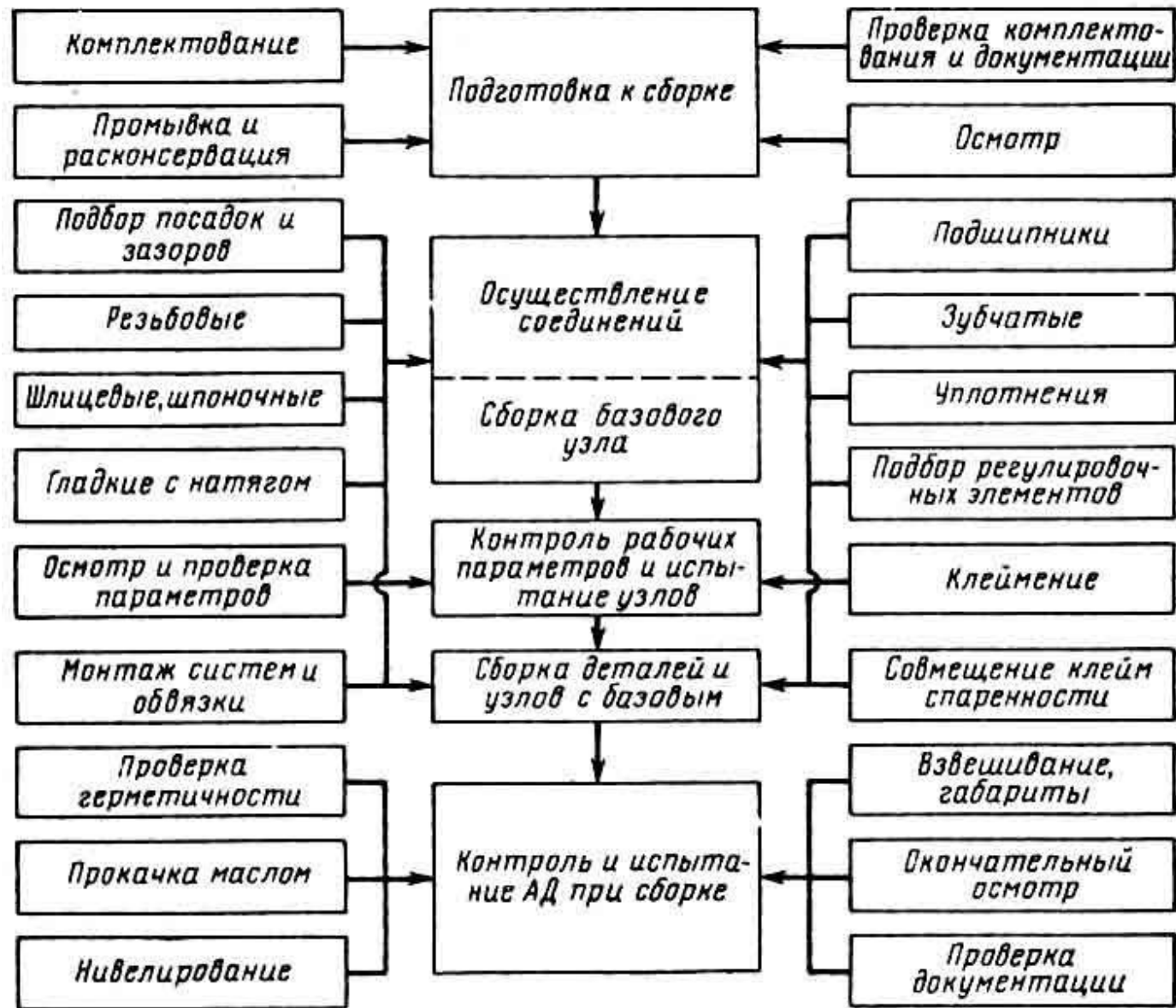


Рис. Схема технологического процесса сборки авиационного двигателя и состав его основных операций

Сборка может быть выполнена методами

- полной взаимозаменяемости,
- неполной (частичной, ограниченной) взаимозаменяемости,
- выборочным, селективным,
- с применением компенсаторов и
- индивидуальной пригонки.

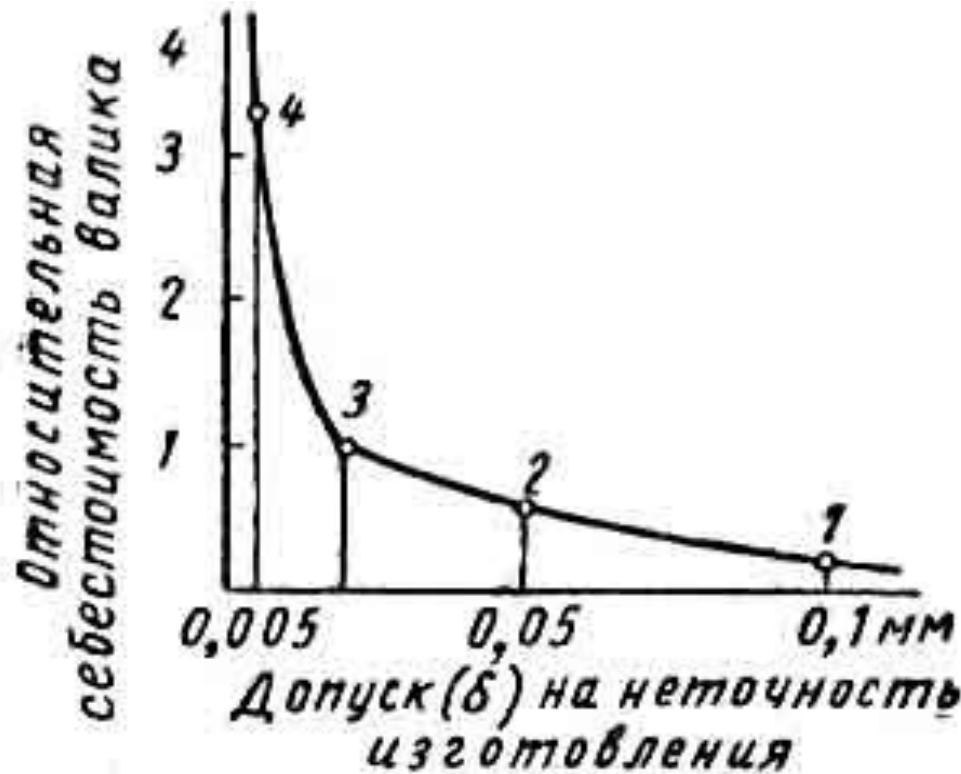


Рис. График зависимости себестоимости от требуемой точности детали

**Метод полной взаимозаменяемости (МПВ)** характеризуется тем, что детали собирают без предварительной подгонки, механической обработки и замены одних деталей другими.

При данном методе сборки характер посадки обеспечивается изготовлением сопрягаемых деталей с определенными допусками, причем иногда весьма жесткими.

К преимуществам данного метода (**МПВ**) относятся: упрощение организации поточной сборки, возможность широкой кооперации предприятий, упрощение изготовления и снабжения запасными частями и ремонта машин, находящихся в эксплуатации.

К недостаткам метода относится то, что допуски составляющих звеньев размерных цепей получаются наименьшими, чем при применении остальных методов сборки.

Этот метод широко используется при массовом изготовлении машин и не всегда экономически оправдывается при ремонте.



**Метод неполной (частичной, ограниченной) взаимозаменяемости (МНВ)** заключается в том, что требуемую точность замыкающего звена размерной цепи достигают не во всех размерных цепях, а у подавляющего их большинства, когда в размерную цепь включают все звенья вновь или в ней заменяют часть звеньев без их выбора, подбора или изменения их величины. Здесь для облегчения изготовления деталей допуски на их размеры несколько увеличены.

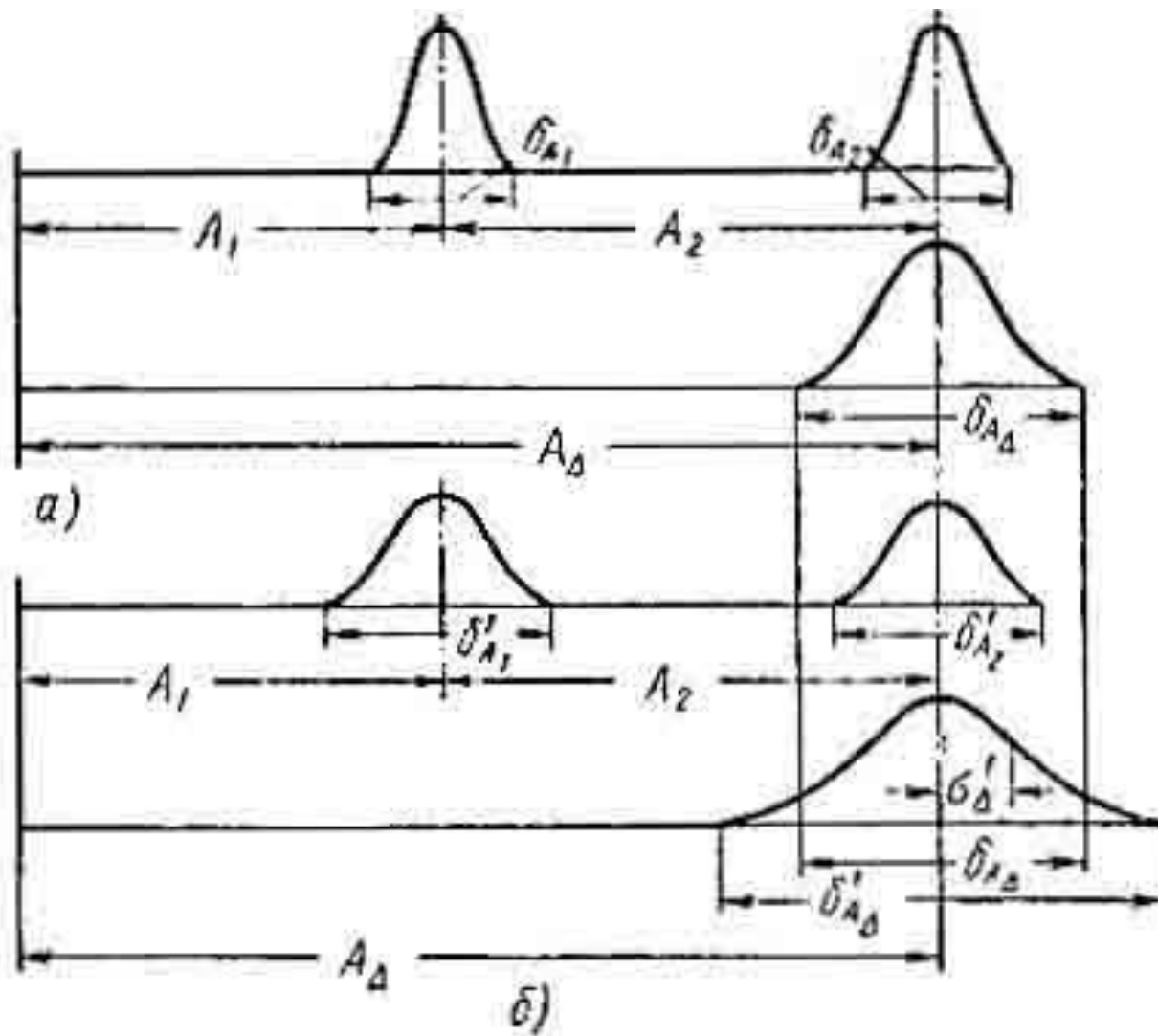


Рис. Сравнительная схема достижения требуемой точности методами полной (а) и неполной (б) взаимозаменяемости:

$A_1, A_2$  – номинальные размеры составляющих звеньев;  $\delta_{A1}, \delta_{A2}$  – допуски составляющих звеньев

Преимущества данного метода (**МНВ**) сборки такие же, как и у метода сборки с полной взаимозаменяемостью. При сборке деталей с увеличенными допусками некоторая часть собранных узлов или изделий не будет удовлетворять ТУ и потребует переборки узлов.

К недостаткам метода относятся дополнительные затраты на замену или подгонку деталей тех изделий, у которых значения замыкающих звеньев вышли за установленные пределы.

Практика показывает, что при рациональном выборе расширенных допусков процент некондиционных узлов невелик. Затраты на переборку этих узлов значительно меньше, чем экономический эффект от снижения стоимости деталей при расширенных допусках.

**Метод групповой (селективной) взаимозаменяемости (МГВ)** (его также называют методом подбора или методом селективной сборки). Он применяется в тех случаях, когда по условиям сборки размеры деталей должны быть очень точными. Для этого детали изготавливают с расширенными допусками, а затем их сортируют на группы по величине допуска. Сортировка производится с помощью ступенчатых калибров и скоб, позволяющих разделить поля допусков на ряд групп. При сборке соединяют между собой только детали соответствующих групп: охватываемые детали 1-й группы соединяют с охватывающими деталями 1-й группы и т. д.

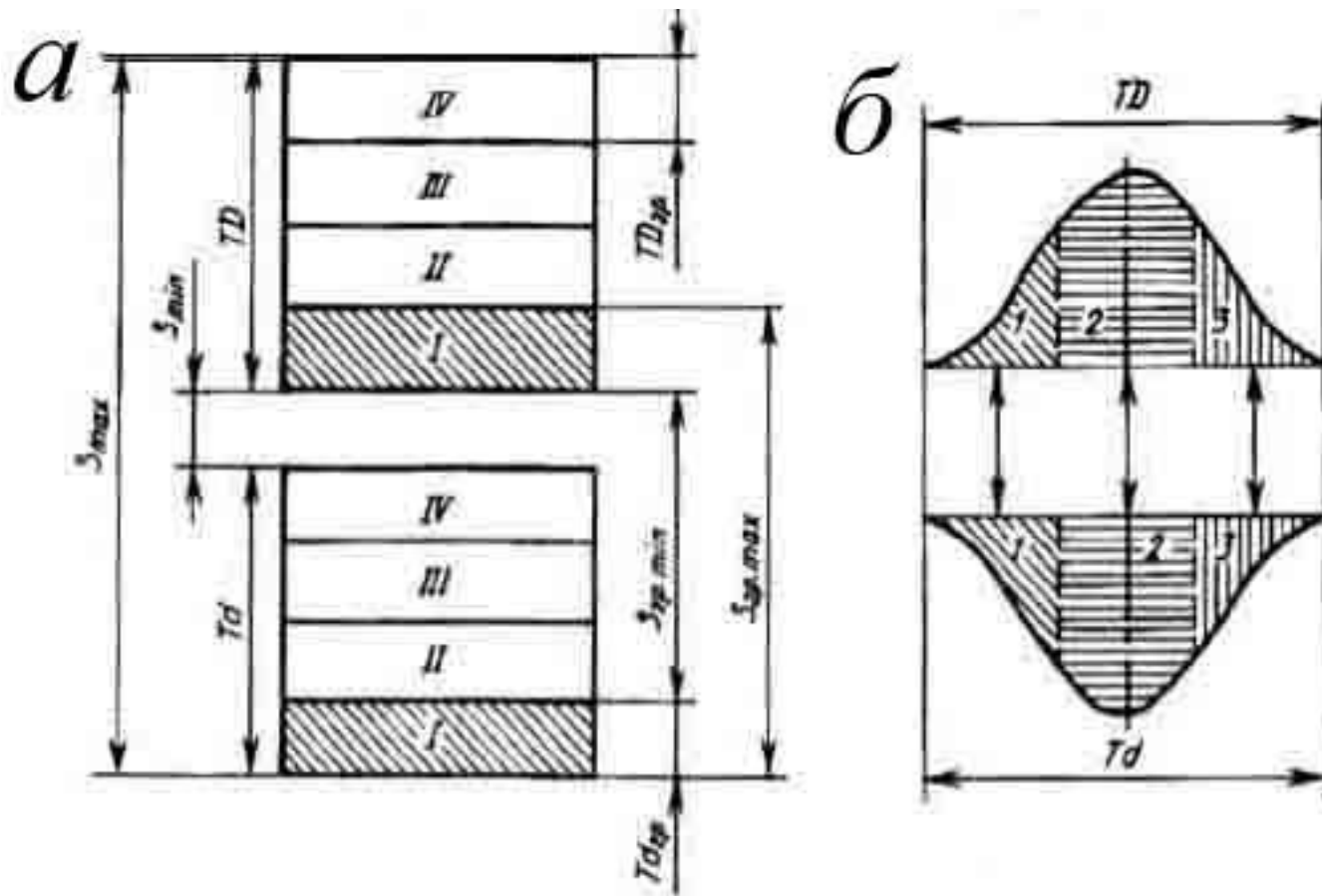


Рис. Схемы сортировки деталей на группы:

а – для соединения с зазором при  $TD = Td$ ; б – с учетом кривых распределения размеров сопрягаемых деталей;  $TD$  – допуск на размер  $D$ ;  $Td$  – допуск на размер  $d$ ;  $S_{min}$  – наименьший зазор в соединении;  $S_{max}$  – наибольший зазор в соединении;  $S_{гр.min}$  – наименьший группой зазор в соединении;  $S_{гр.max}$  – наибольший группой зазор в соединении

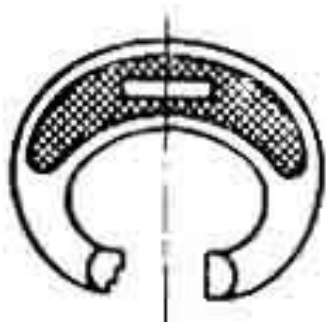
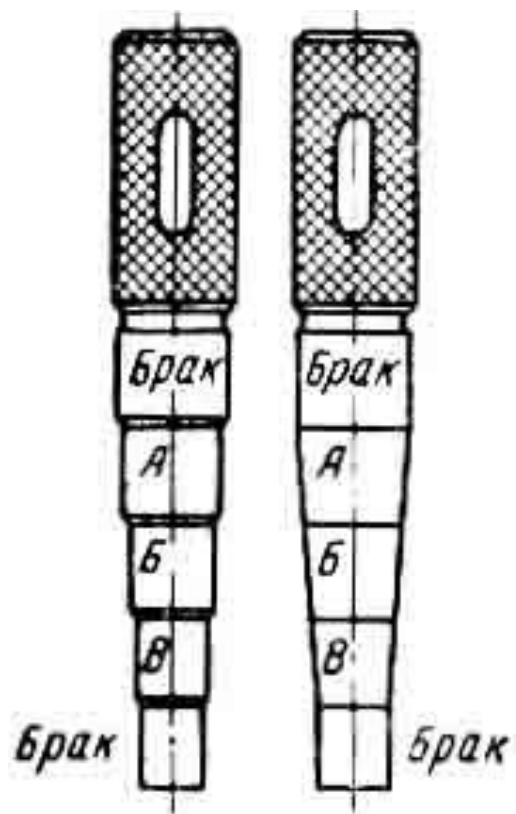


Рис. Калибры для сортировки деталей на группы по размерам отверстия

К преимуществам метода сборки с групповой взаимозаменяемостью (*МГВ*) относится возможность достижения высокой точности замыкающего размера при экономически целесообразных допусках составляющих размеров.

К недостаткам относится:

- дополнительные затраты на проверку, сортировку и маркировку деталей;
- необходимость хранения собираемых деталей по группам сборки;
- повышение трудоемкости сборки;
- усложнение снабжения запасными частями.

Сборку с групповой взаимозаменяемостью обычно используют в массовом и крупносерийном производстве для малозвенных (три-четыре звена) размерных цепей при сборке соединений высокой точности, когда дополнительные затраты на сортировку, маркировку, сборку и хранение деталей по группам окупаются высоким качеством собираемых изделий.

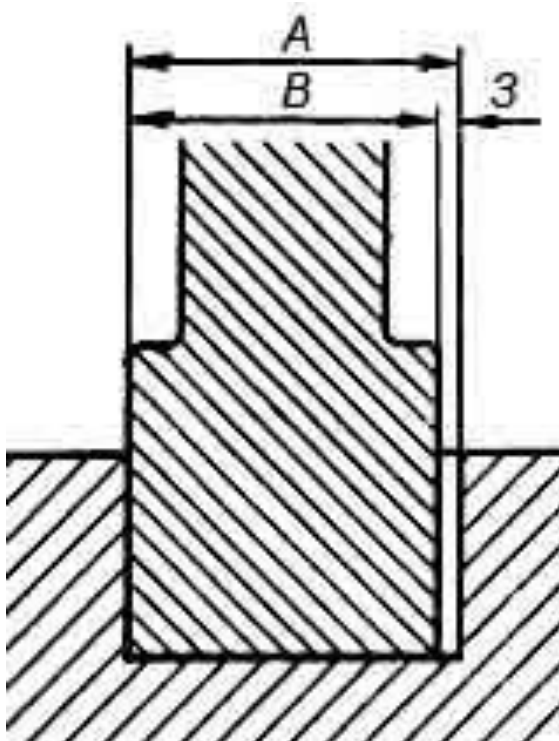
Этот метод находит применение только при значительной серийности ремонта.

Например, этот метод часто применяется при ввертывании шпилек в корпуса при условии гарантированной тугой посадки.



## Пример селективной сборки – сборки методом групповой взаимозаменяемости.

Допустим, что в призматических направляющих (рис.) должен быть зазор  $Z = 0,01 \dots 0,2$  мм. Номинальная ширина паза и ползуна  $A = B = 20$  мм.



Для получения данного зазора  $Z$  методом полной, неограниченной взаимозаменяемости сопряжения должны быть выполнены в пределах:  $A = 20 \dots 20,005$  мм, а  $B = 19,985 \dots 19,990$  мм.

Тогда наибольший зазор  
 $Z_{\text{б}} = A_{\text{б}} - B_{\text{м}} = 20,005 - 19,985 = 0,020$  мм,

а наименьший зазор  
 $Z_{\text{м}} = A_{\text{м}} - B_{\text{б}} = 20 - 19,990 = 0,010$  мм

Рис. Схема зазора  $Z$  между призматическим пазом  $A$  и выступом  $B$

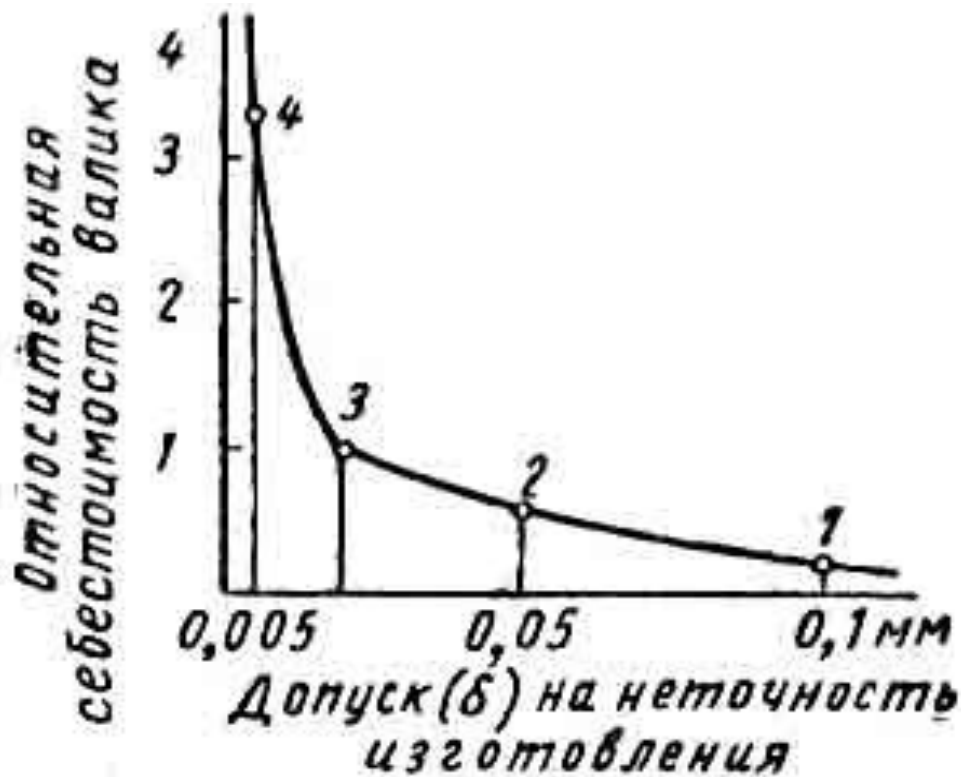


Рис. График зависимости себестоимости от требуемой точности детали

Как видим, требуемая точность зазора будет достигнута, но весьма дорогой ценой, так как обработка паза и ползуна с точностью до 0,005 мм является трудоемкой.

По этой причине на практике применяется другое решение.

Точность размеров деталей понижается , например, в четыре раза, так, чтобы  $A = 20 \dots 20,020$ ;  $B = 19,985 \dots 20,005$ ..Сборка таких деталей не дает требуемой точности зазора. Действительно:

$$Z_{\delta} = A_{\delta} - B_{M} = 20,020 - 19,985 = 0,035 \text{ мм};$$
$$Z_{M} = A_{M} - B_{\delta} = 20 - 20,005 = - 0,005 \text{ мм}.$$

Поэтому для получения при сборке зазора в пределах  $0,01 \dots 0,02$  мм детали предварительно разбраковывают на четыре группы в зависимости от действительных размеров  $A$  и  $B$ . Применительно к данному примеру принцип разбраковки деталей приведен в таблице на следующем слайде.

Таблица 1

**Разбивка деталей на группы при селективной сборке**

Группы	Диапазон действительных значений ширины паза (размер А), мм	Диапазон действительных значений ширины ползуна (размер В), мм	Предельные значения зазора $Z$ в каждой группе, мм
1-я	20...20,005	19,985...19,990	0,01...0,002
2-я	20,005...20,010	19,990...19,995	0,01...0,002
3-я	20,010...20,015	19,9995...20,000	0,01...0,002
4-я	20,015...20,020	20,000...20,005	0,01...0,002

Если собирать теперь между собой детали только одноименных групп, то предельные величины зазора во всех случаях будут соответствовать заданным.

Таким образом, повторимся,  
преимущества селективной сборки  
заключаются в возможности **понижения**  
**точности сопряженных деталей** при  
сохранении требуемой точности сборочных  
размеров.

**Метод регулировки (МР)** заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается путем изменения величины заранее выбранного компенсирующего звена без снятия с него слоя материала. Этот метод находит широкое применение при ремонте и компенсации износов в сопряжениях машин и их механизмов.

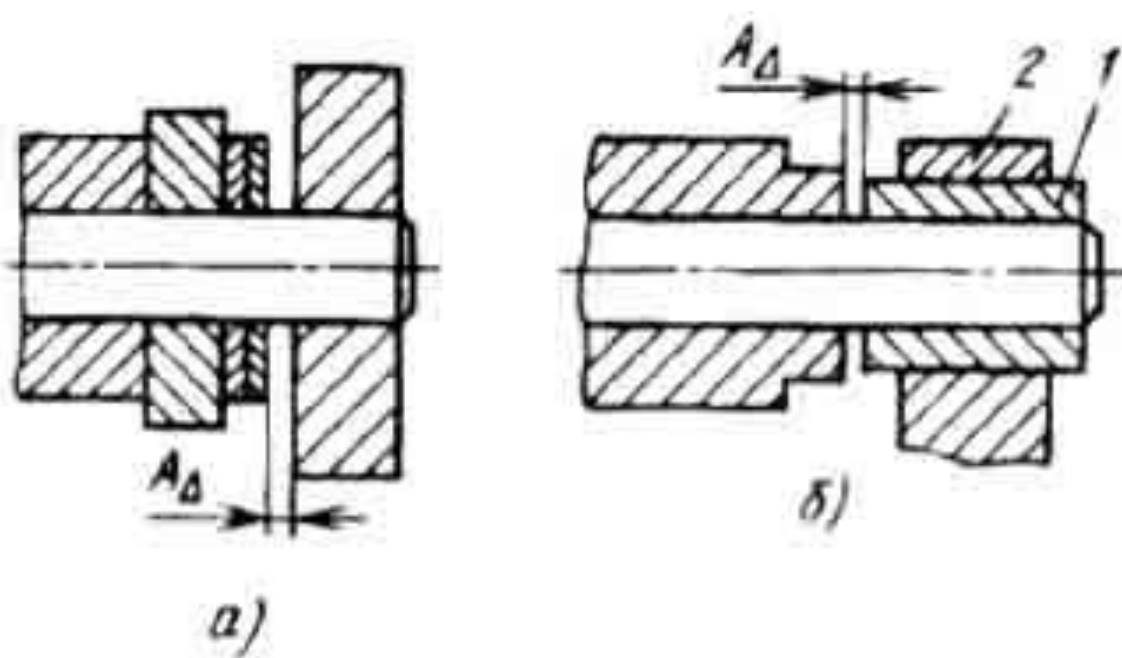


Рис. Сборка узлов с компенсаторами - регулировкой:

*a* – подбором неподвижных компенсирующих проставочных шайб-компенсаторов;  
*б* – подвижных компенсаторов;  
 1 – запрессовываемая втулка;  
 2 – деталь с отверстием;  
 $A_{\Delta}$  – требуемый зазор

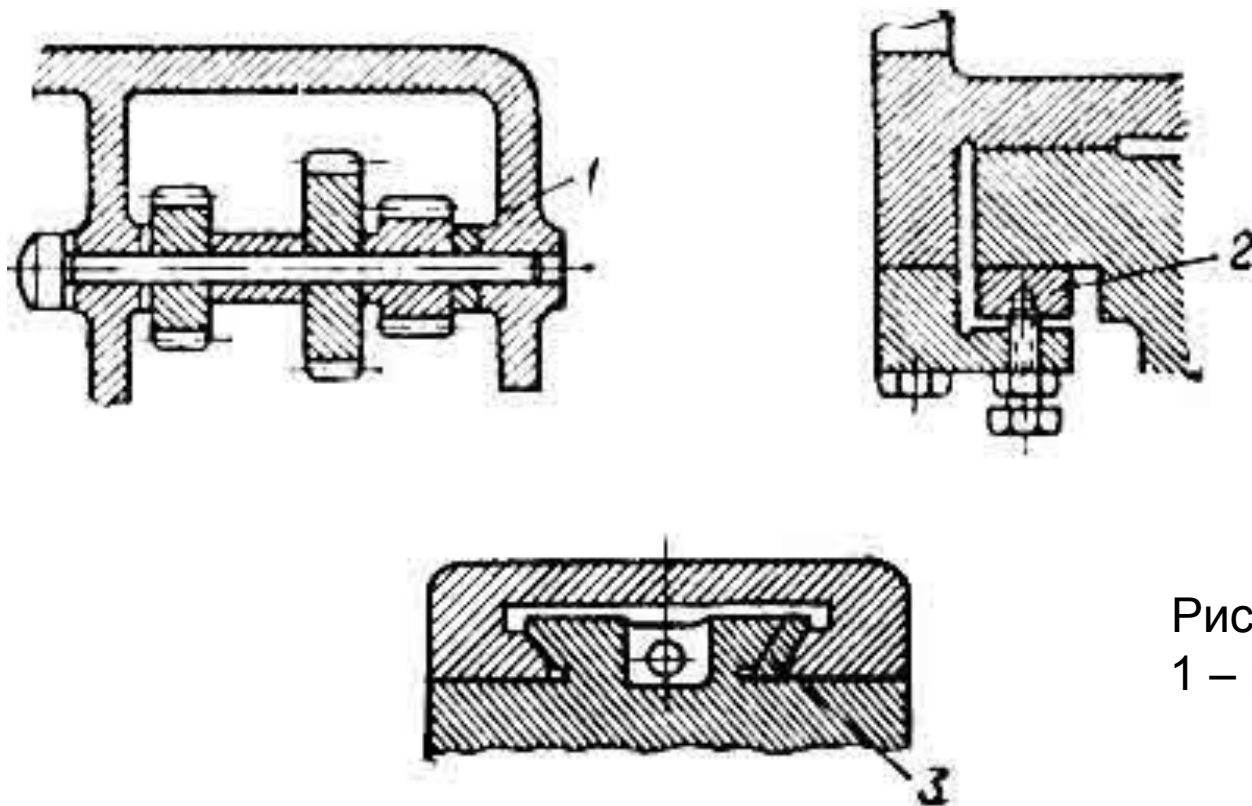


Рис. Компенсаторы:  
1 – кольцо; 2 – планка;  
3 – клин

**Компенсаторы** – дополнительные детали в виде втулок, шайб и т. п., благодаря которым компенсируются неточности сопрягаемых деталей.

**Подвижным** компенсатором может быть гайка, клин, косая шайба и т. д.  
**Неподвижными** компенсаторами могут быть прокладки, шайбы, втулки, кольца и другие подобные детали.

К преимуществам метода сборки с регулированием относится возможность:

- ❑ назначения экономически целесообразных допусков на составляющие размеры цепи;
- ❑ регулирование размера замыкающего звена не только при сборке, но и в процессе эксплуатации изделий (например, для компенсации износа);
- ❑ обеспечения в ряде случаев автоматического регулирования точности изделий.

К недостаткам данного метода относятся

- ✓ возможное усложнение конструкции изделий и увеличение числа деталей;
- ✓ повышение трудоемкости сборки из-за необходимости проведения регулирования и измерений.



**Метод индивидуальной пригонки (МП)** заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается за счет изменения величины одного из звеньев путем снятия с него необходимого слоя материала.

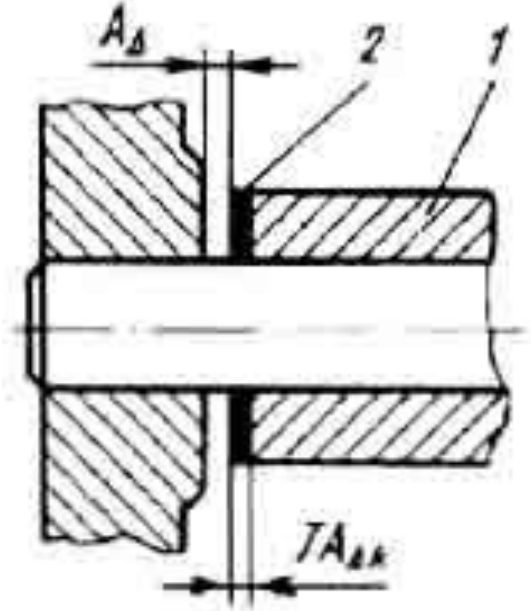


Рис. **Схема достижения точности замыкающего звена методом пригонки:**

1 – деталь-компенсатор;

2 – припуск на пригонку;

$A_{\Delta}$  – требуемый зазор;

$T A_{\Delta k}$  – размер необходимого припуска на пригонку

Подгонка деталей осуществляется опиловкой, зачисткой, притиркой, шабровкой, полировкой и другими способами.

К преимуществам метода сборки с пригонкой (*МП*) относится то, что на составляющие звенья могут быть установлены экономически целесообразные допуски.

К недостаткам относится

- ✓ высокая трудоемкость и себестоимость сборки,
- ✓ сложность планирования производства и снабжения запасными частями.

Поэтому данный метод сборки применяют в единичном и мелкосерийном производстве, когда нельзя использовать другие методы достижения точности замыкающего звена.

# Понятие о размерных цепях

При выполнении ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей наиболее сложных и ответственных задач является восстановление их точности.

***Точность сборки*** – степень совпадения осей, поверхностей контакта или других элементов сопрягаемых деталей с положением, установленным на чертеже или в технических требованиях.

Решению этой задачи может помочь размерный анализ, основанный на теории размерных цепей.

В настоящее время все задачи, связанные с достижением требуемой точности машин и их механизмов на всех этапах их создания, осуществляются с помощью **размерных цепей**.

***Размерной цепью*** называют все размеры, расположенные в определенной последовательности по замкнутому контуру и связывающие все детали, взаимное положение которых необходимо определить.

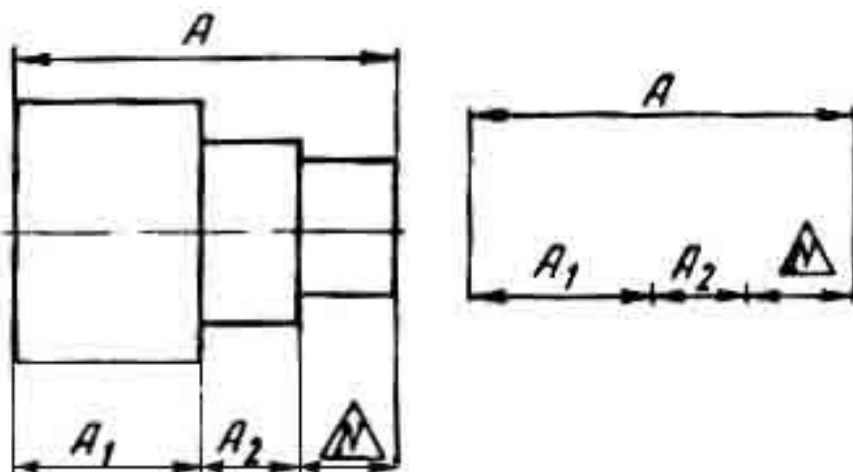


Рис. Эскиз и детальная  
размерная цепь ступенчатого  
валика

**Размерной цепью** называют все размеры, расположенные в определенной последовательности по замкнутому контуру и связывающие детали, взаимное положение которых необходимо определить. Все размеры деталей, составляющие данную размерную цепь, называют **звеньями** размерной цепи. Звено размерной цепи, получающееся при ее построении последним, называется **замыкающим** и в отличие от остальных обозначается индексом  $\Delta$  (дельта).

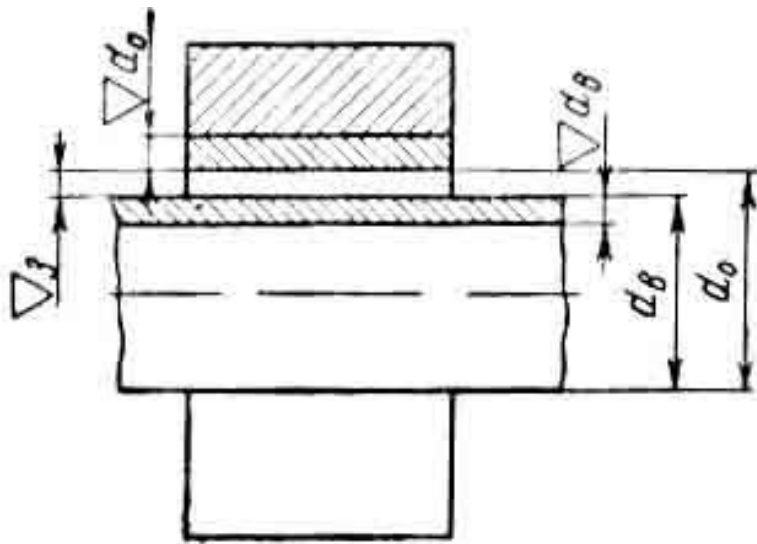


Рис. Эскиз с детальной размерной цепью сопряжения вала и втулки

Решая размерную цепь, можно, например, установить необходимую величину зазора.

Если допуск на обработку вала  $\Delta d_v$ , а на обработку отверстия  $\Delta d_o$ , то максимальный зазор в данном соединении

$$\Delta_{z \max} = \Delta d_{o \max} - \Delta d_{v \min},$$

а минимальный зазор

$$\Delta_{z \min} = \Delta d_{o \min} - \Delta d_{v \max}.$$

Допуск зазора будет равен разности

$$\Delta_{z \max} - \Delta_{z \min} = (\Delta d_{o \max} - \Delta d_{v \min}) - (\Delta d_{o \min} - \Delta d_{v \max}) = \Delta d_o - \Delta d_v.$$



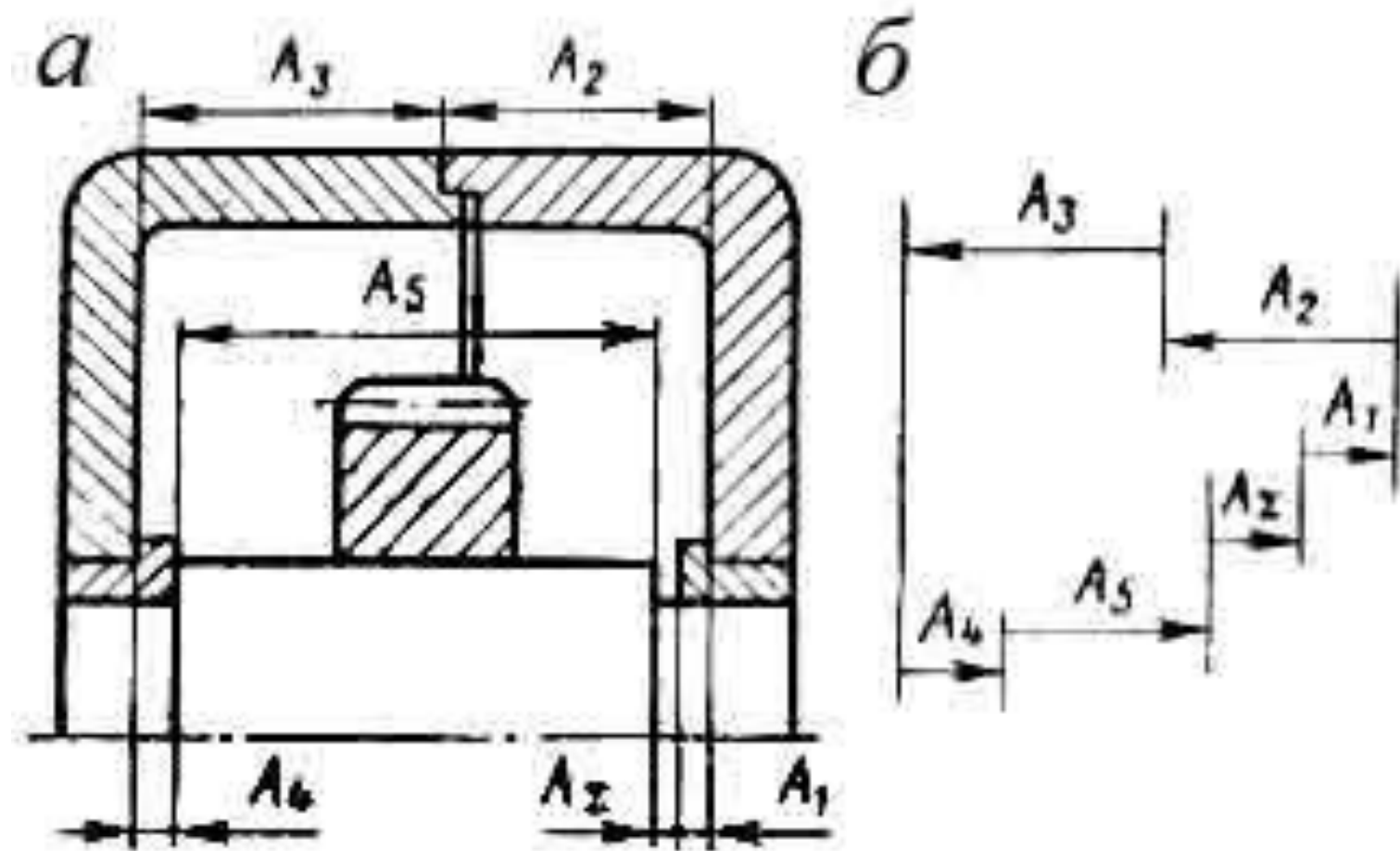


Рис. Эскиз узла (а) и его размерной цепи (б)

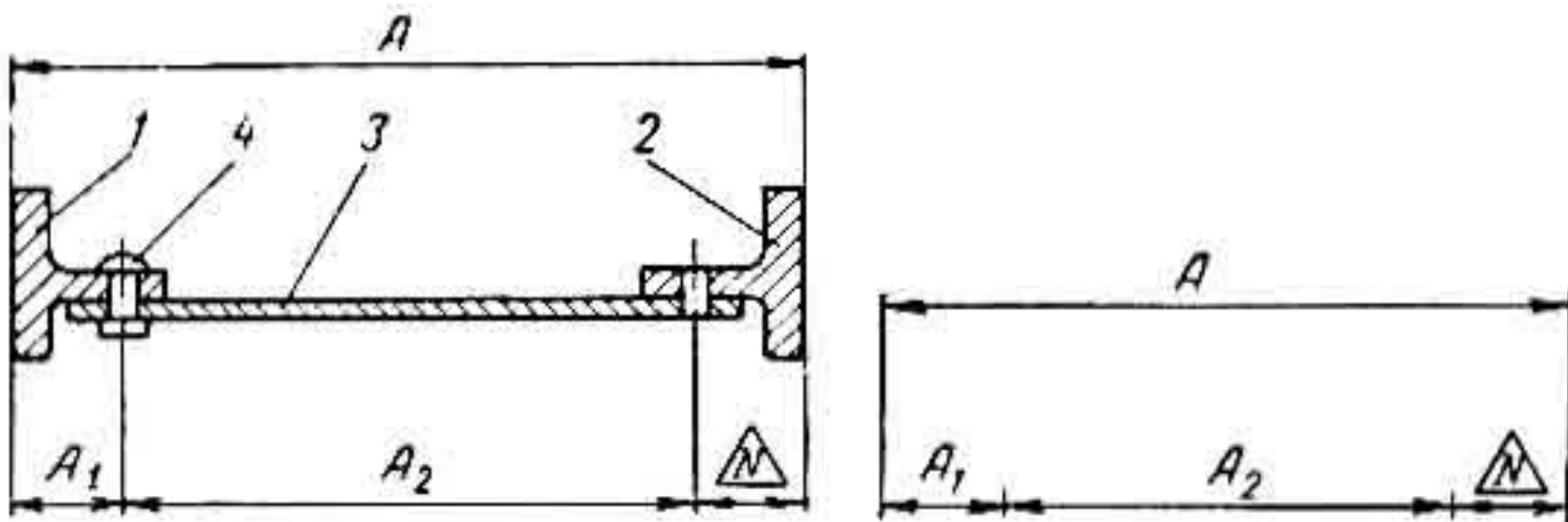


Рис. Эскиз и сборочная размерная цепь лонжерона крыла:  
1, 2 – профили; 3 – полка лонжерона; 4 - заклепка

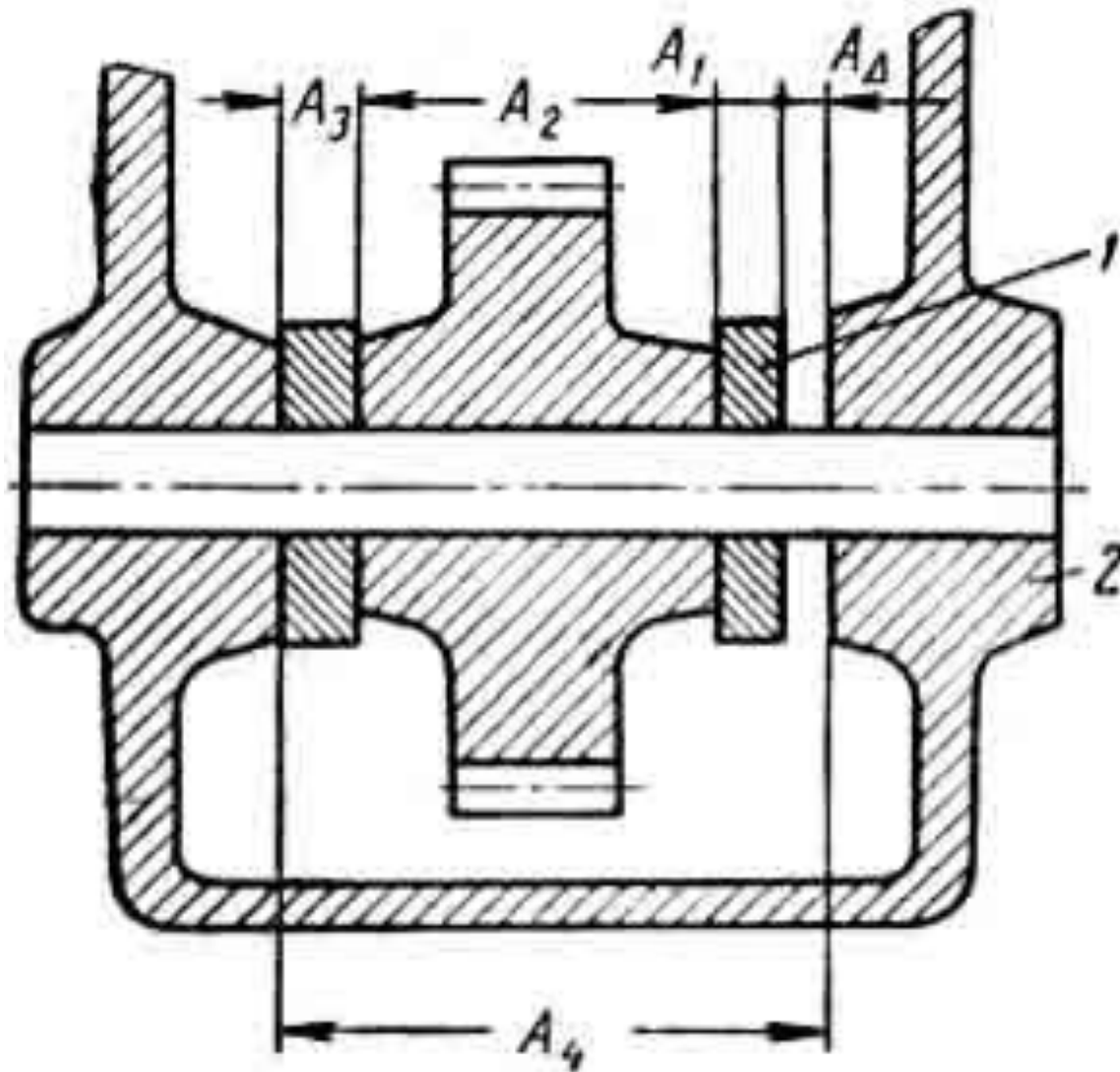


Рис. **Схема размерной цепи, определяющей величину зазора  $A_{\Delta}$ :**

$A_1, A_2, A_3$  – размеры звеньев, уменьшающие размер замыкающего звена;  $A_4$  – размер звена, увеличивающий размер замыкающего звена

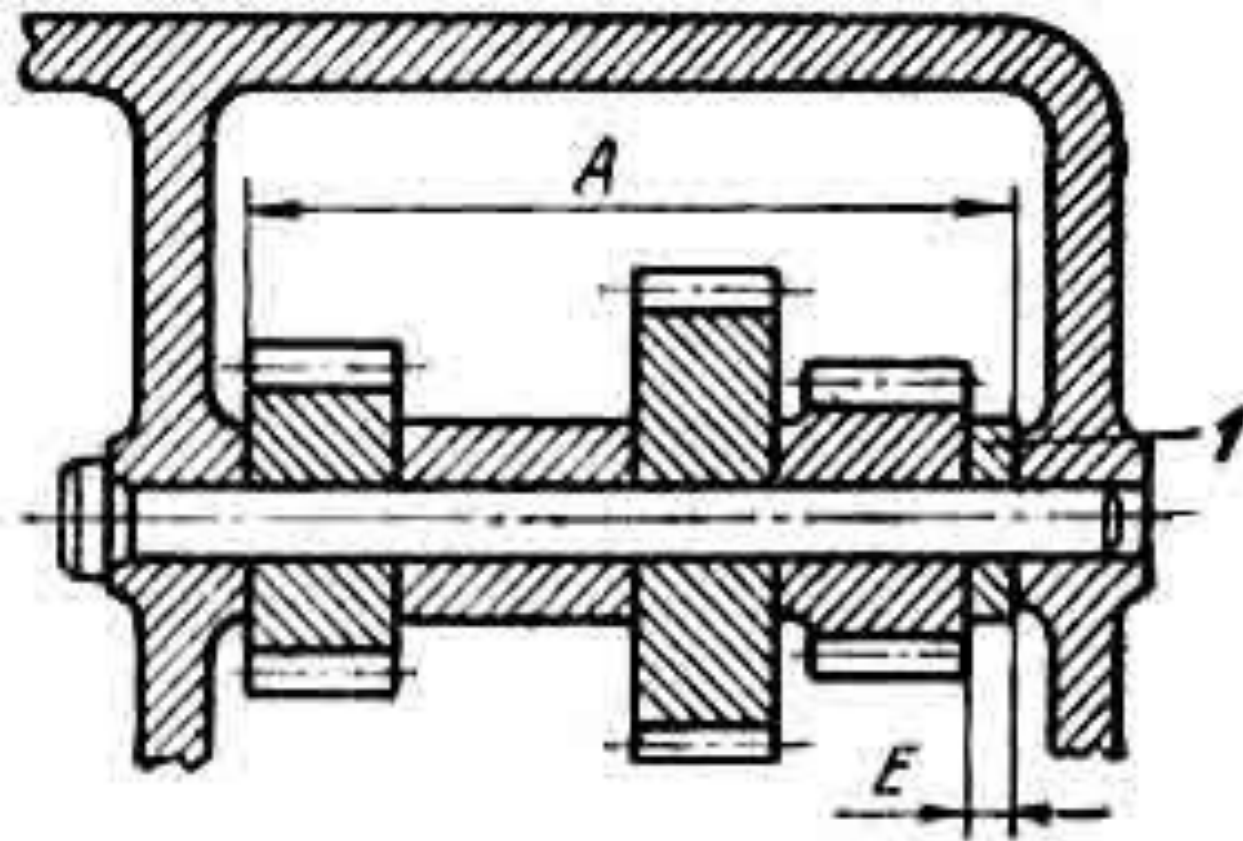


Рис. Схема обеспечения посадки по размеру  $A$  путем измерения размера  $E$  – размера замыкающего звена (кольца – **неподвижного компенсатора**)

Имея **набор колец различной толщины**, можно компенсировать неточность изготовления и монтажа остальных звеньев.

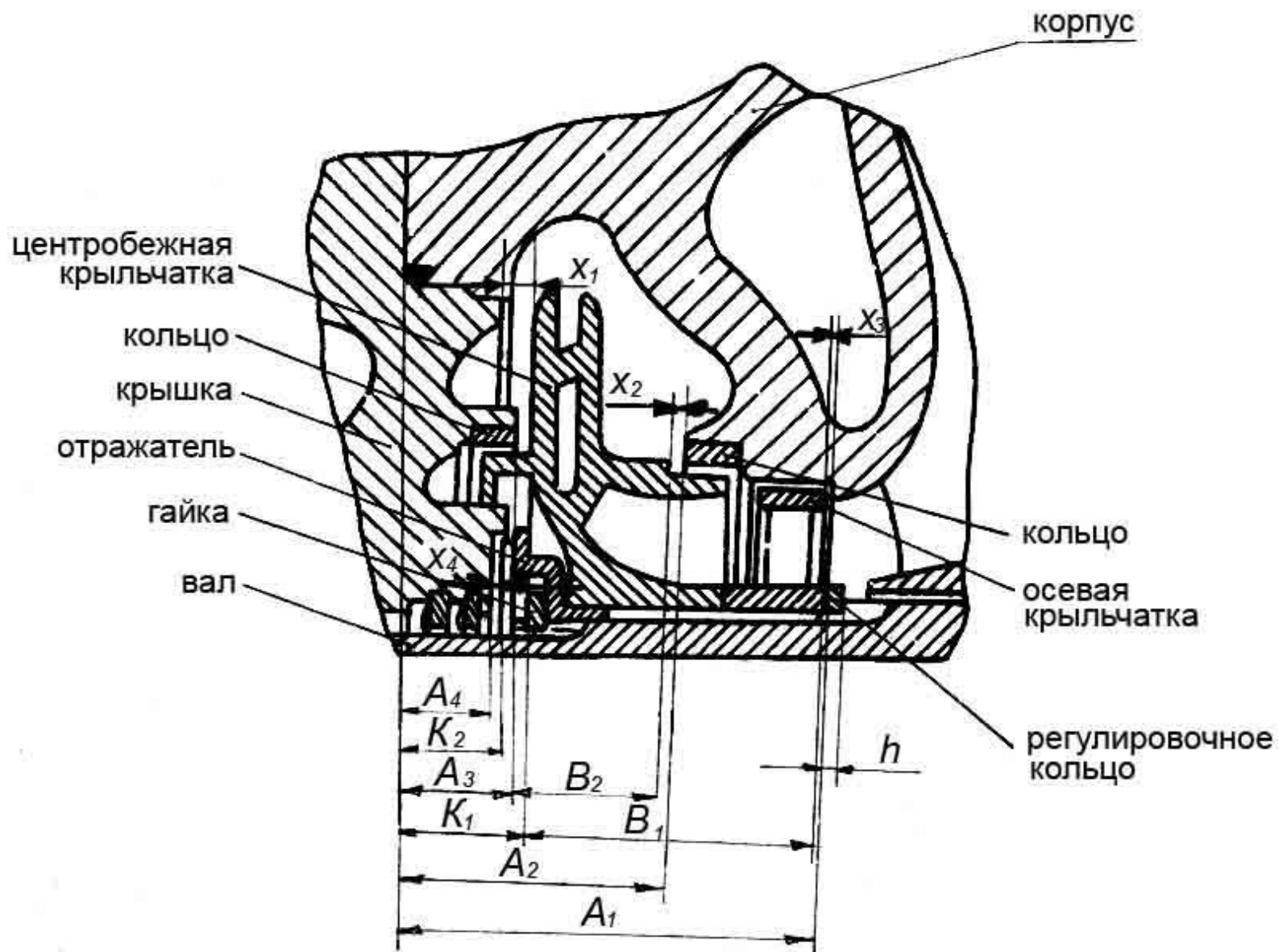


Рис. Схема размерной цепи центробежного насоса для решения задачи обеспечения путем подбора размера регулирующего кольца размеров замыкающих звеньев – зазоров  $x_1, x_2, x_3, x_4$

# Технологические схемы сборки

Для организации сборки пользуются технологическими схемами – изображениями в графическом виде последовательностей сборки.

Технологические схемы не только помогают в разработке последовательностей сборки машины, но и являются основным оперативным документом, по которому персонал сборочного цеха

- знакомится с последовательностью сборки новой машины,
- организует выполнение сборочного процесса,
- производит комплектование машины,
- подачу сборочных единиц и деталей в надлежащей последовательности к местам сборки,
- ведет учет,
- расставляет рабочих,
- планирует производство и
- разрешает вносить изменения в конструкцию, технологический процесс и организацию производства машин.



Для машин, которые посылаются потребителю в разобранном виде, строятся **специальные схемы** их демонтажа у изготовителя и повторной сборки у потребителя, так как в таких случаях сборочные единицы значительно укрупняются.



Схема сборки и разборки должна

- ❖ отличаться **наглядностью**,
- ❖ показывать **последовательность** процессов и
- ❖ служить **оперативным документом**.

Для этого схему общей сборки машины удобнее всего строить следующим образом.

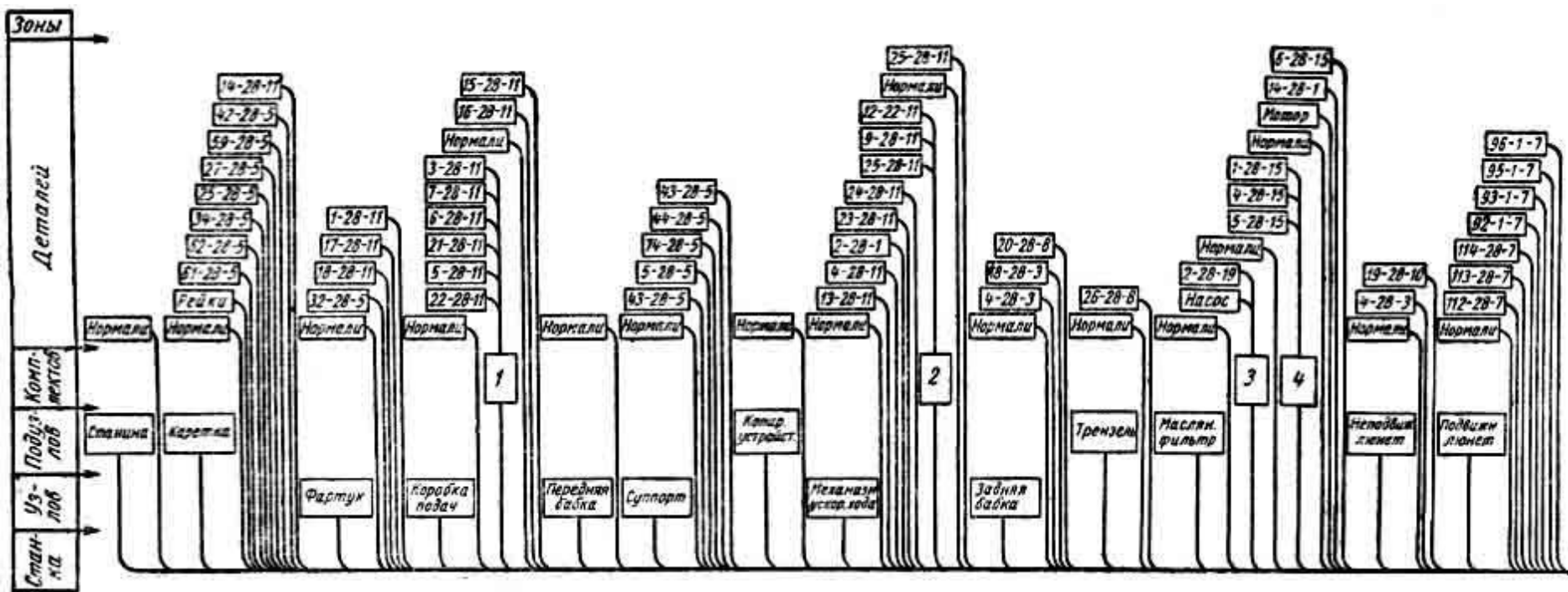


Рис. Технологические схемы сборки токарного станка

Лист бумаги делят на несколько зон: деталей, комплектов, подузлов, узлов (последние, если необходимо, разбивают по зонам узлов первого порядка, второго и т. д.) и машины в целом.

Каждому из составляющих элементов дается условное обозначение, например деталь обозначается небольшим прямоугольником, в котором указывается наименование и номер детали по чертежу. Прямоугольниками больших размеров или другими геометрическими фигурами обозначаются и все остальные элементы. На схему общей сборки наносятся только условные обозначения деталей и сборочных единиц, непосредственно поступающих на общую сборку.

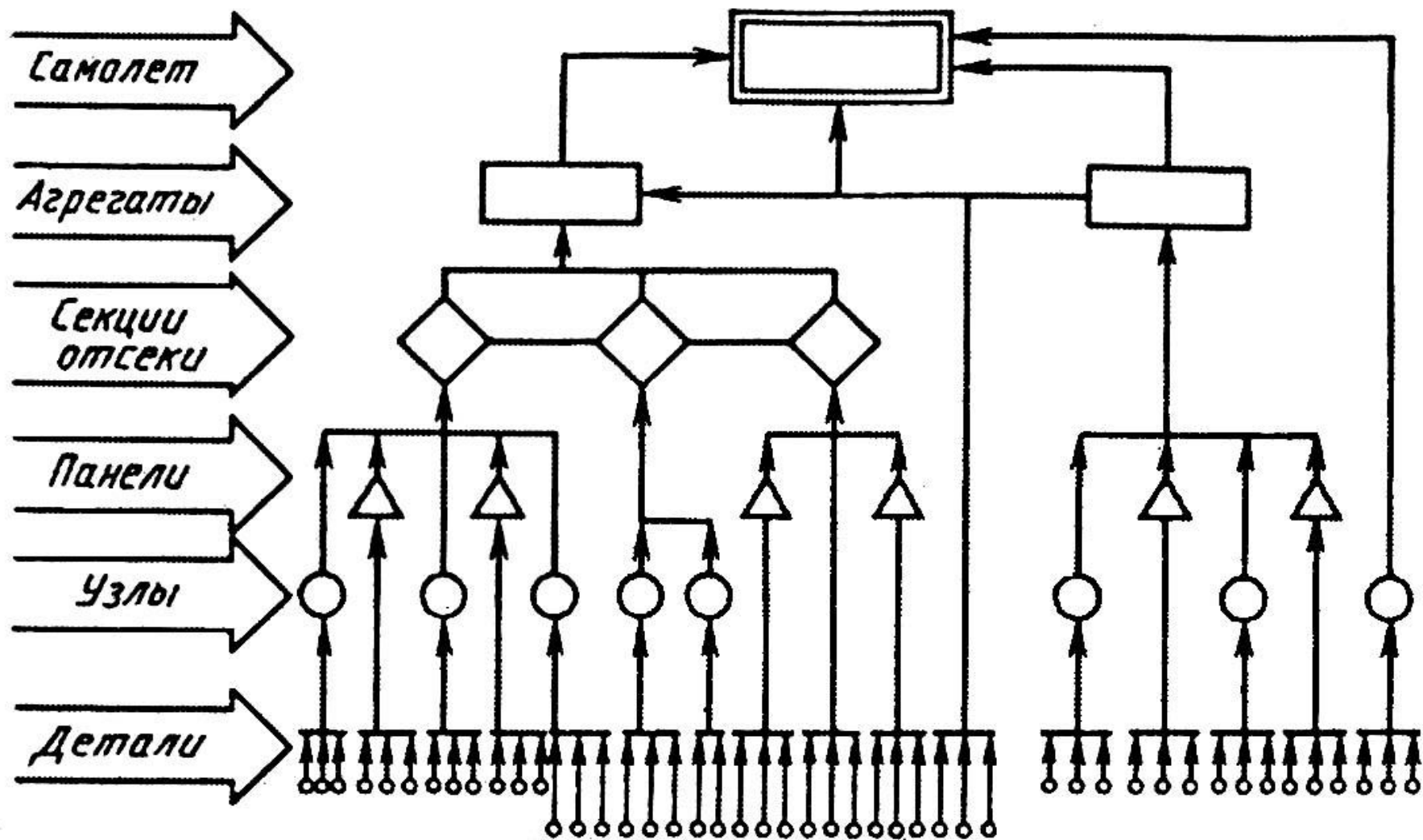
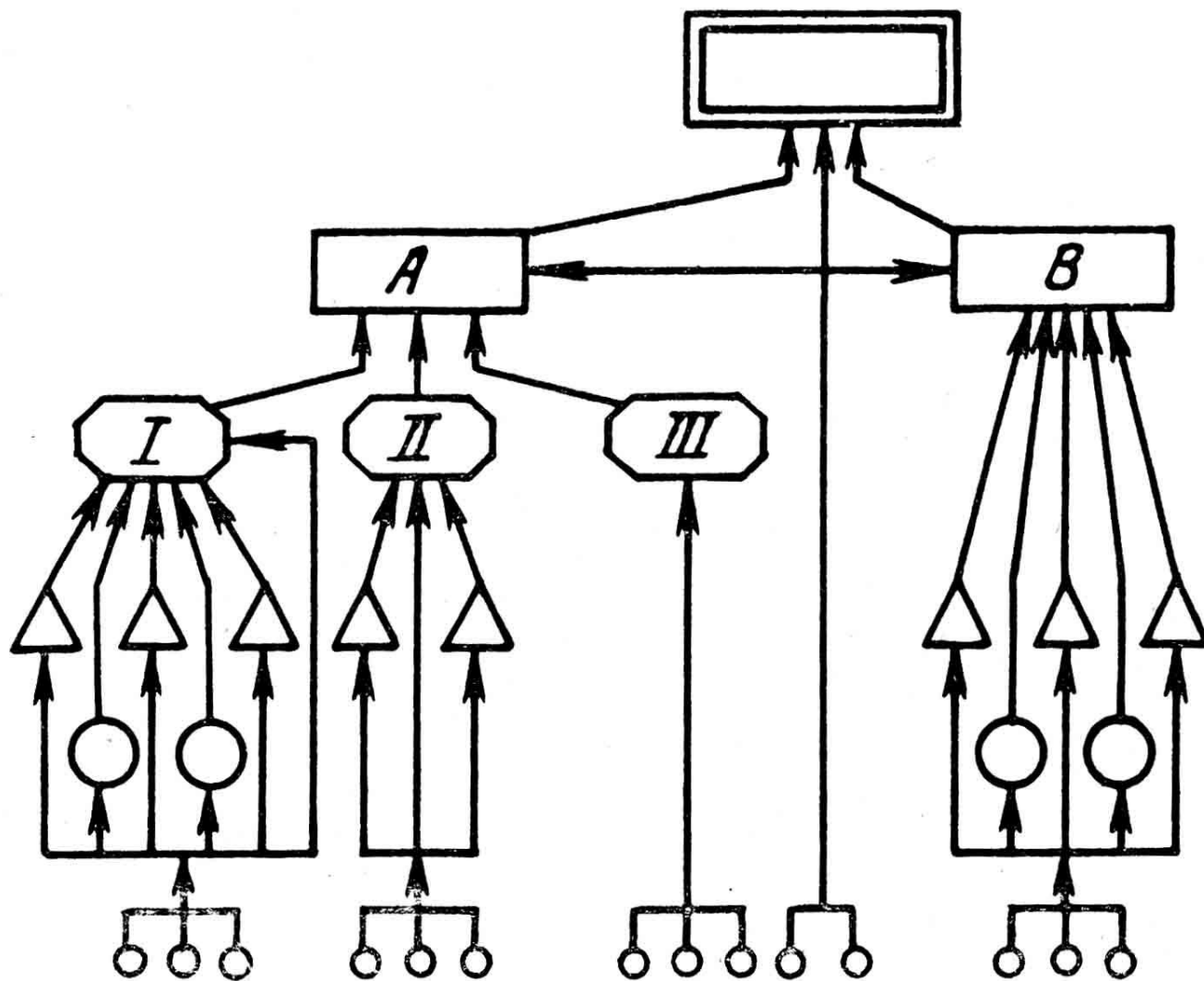


Рис. Технологическая схема сборки самолета



*Самолет  
(Вертолет)*

*Агрегаты*

*Отсеки*

*Панели*

*Узлы*

*Детали*

Рис. Технологическая схема сборки самолета

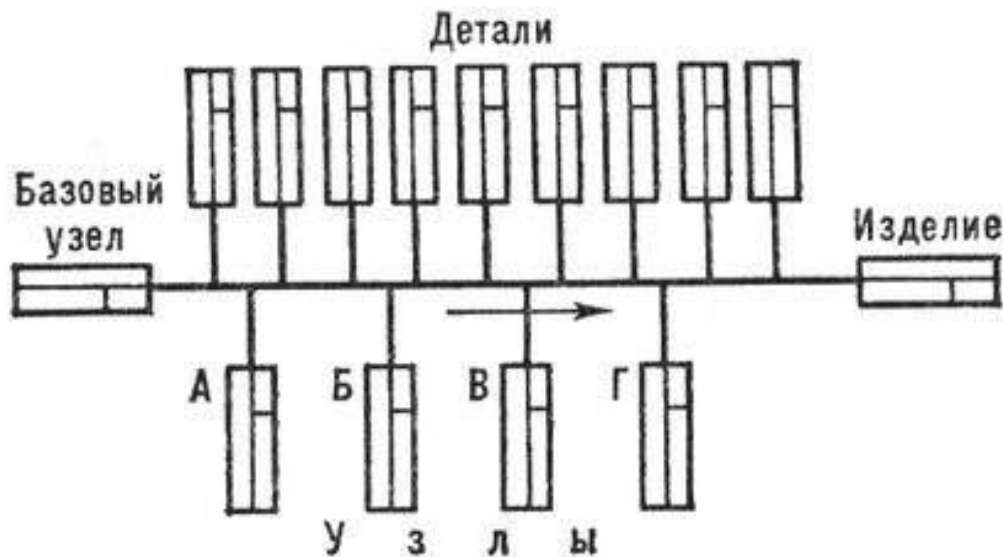


Рис.  
Технологическая  
схема сборки

Для относительно небольших объектов сборки технологические схемы строят следующим образом:

- ✓ в левой части листа в виде прямоугольника изображают базовую деталь, на которой будет собираться все изделие;
- ✓ в правой части листа (и схемы) также в виде прямоугольника изображают собранное изделие;
- ✓ прямоугольники, обозначающие базовую деталь и собранное изделие, соединяют прямой линией;
- ✓ снизу и сверху от линии изображают в виде прямоугольников детали и узлы, которые будут собираться на базовой детали; располагают прямоугольники, соответствующие деталям и узлам, в той последовательности, в которой последние устанавливаются на базовой детали.

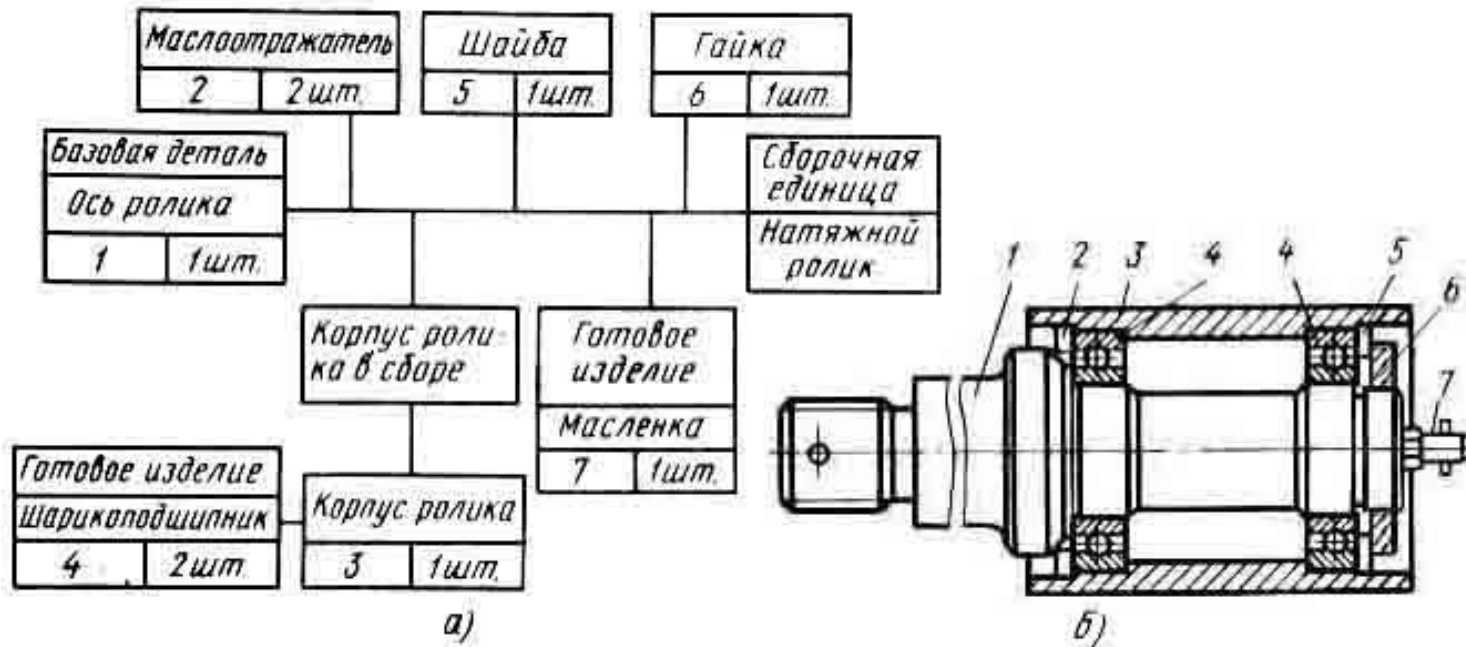


Рис. Схема сборки (а) сборочной единицы (б) – натяжного ролика

На технологических схемах сборки каждый составной элемент (деталь, узел) обозначен прямоугольником, разделенным на три части. В верхней части прямоугольника указывается наименование элемента; в левой нижней части – номер, проставленный на сборочных чертежах и спецификациях, а в правой нижней части – число элементов, устанавливаемых на данной операции.

Последовательность сборки изображается на схеме горизонтальной линией, проходящей от базового элемента к собранному изделию (узлу).

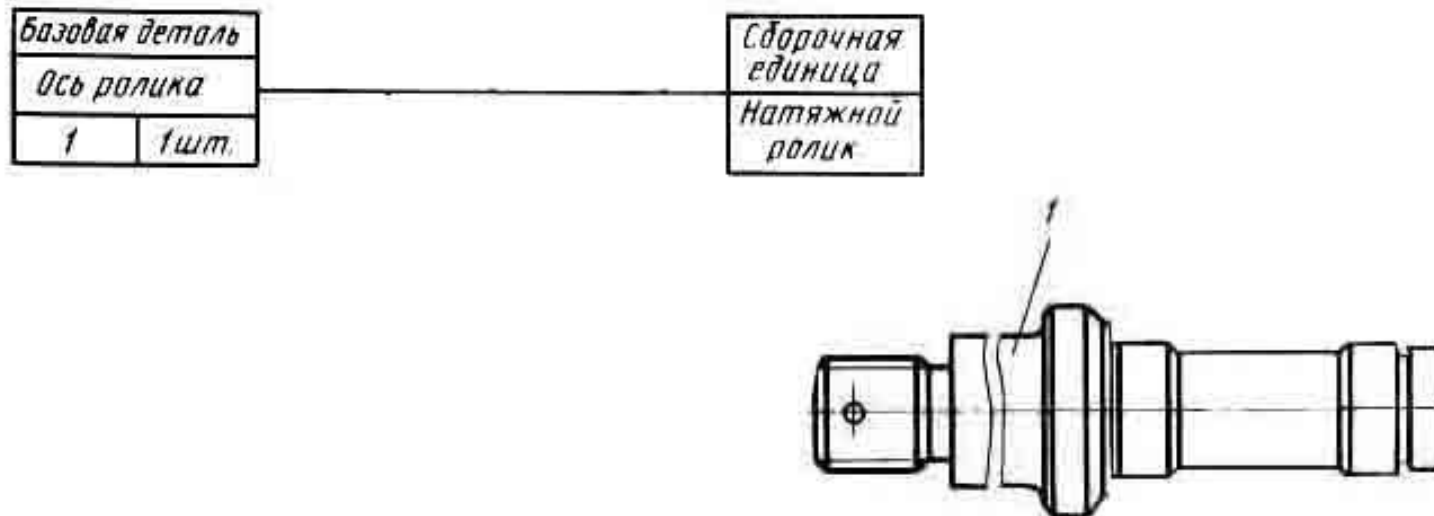


Рис. **Схема сборки натяжного ролика**  
(начало сборки)

Технологическую схему сборки натяжного ролика составляют в следующей последовательности:

- в левой части схемы изображают в виде прямоугольника базовую деталь (ось ролика), на которой будет собираться все изделие;
- в правой части схемы также в виде прямоугольника изображают собранное изделие (натяжной ролик);
- прямоугольники, обозначающие базовую деталь и собранное изделие, соединяют прямой линией;

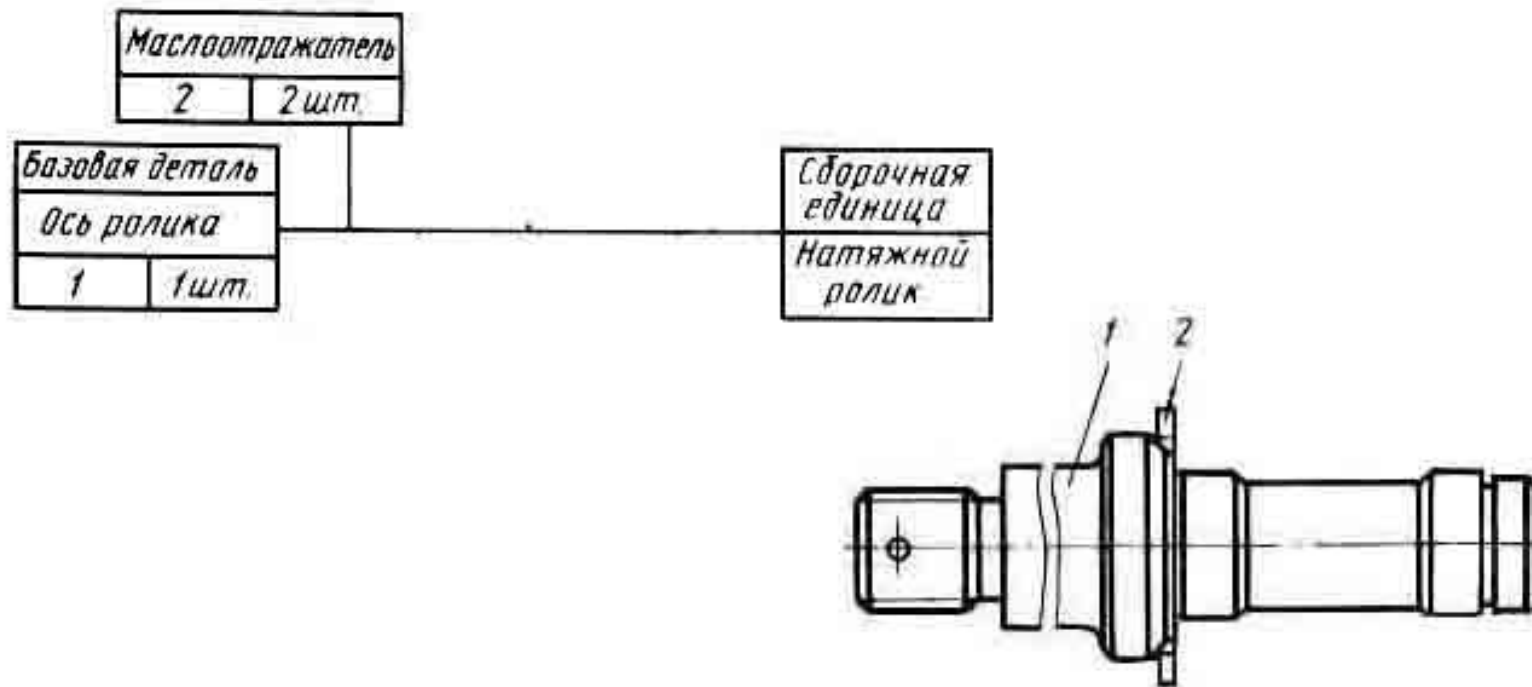


Рис. **Схема сборки**

- сверху от линии изображают в виде прямоугольника деталь, которая будет собираться на базовой детали первой (маслоотражатель);



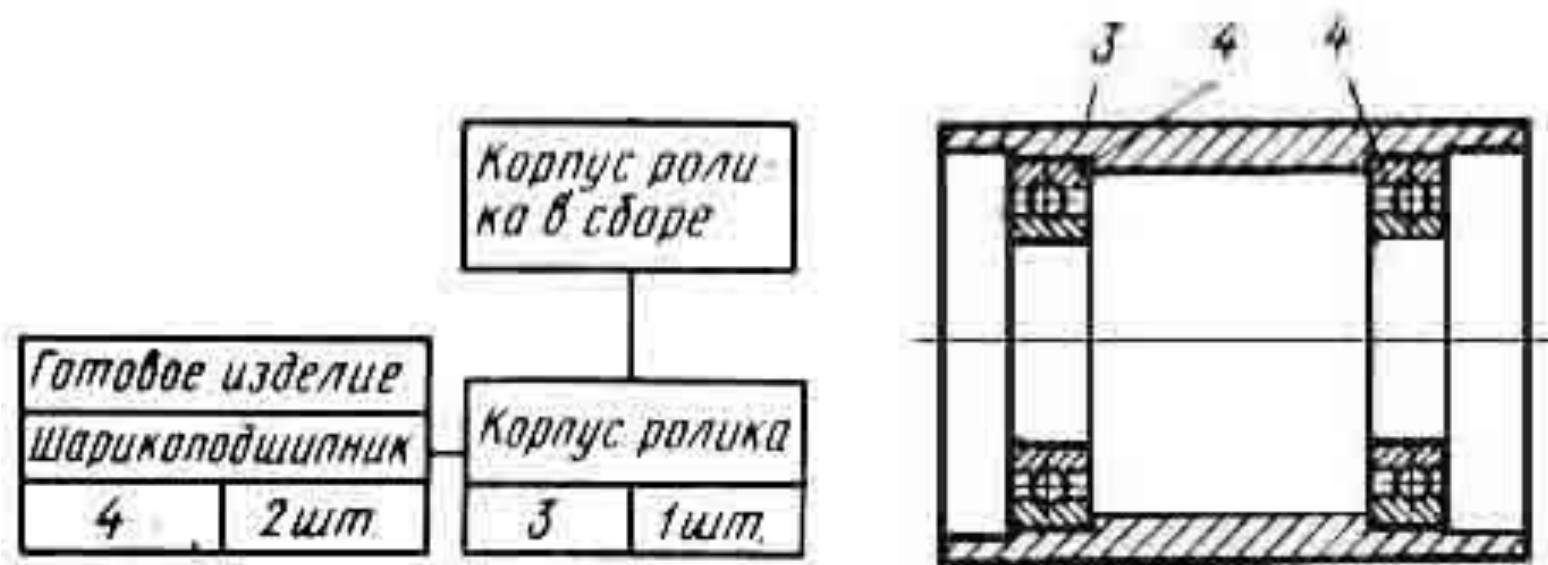


Рис. Схема под сборки

Узлы (под сборки) готового изделия изображаются снизу от общей линии сборки изделия и имеют аналогичную структуру. В рассматриваемом случае такой под сборкой является сборка в корпусе 3 двух шарикоподшипников 4.

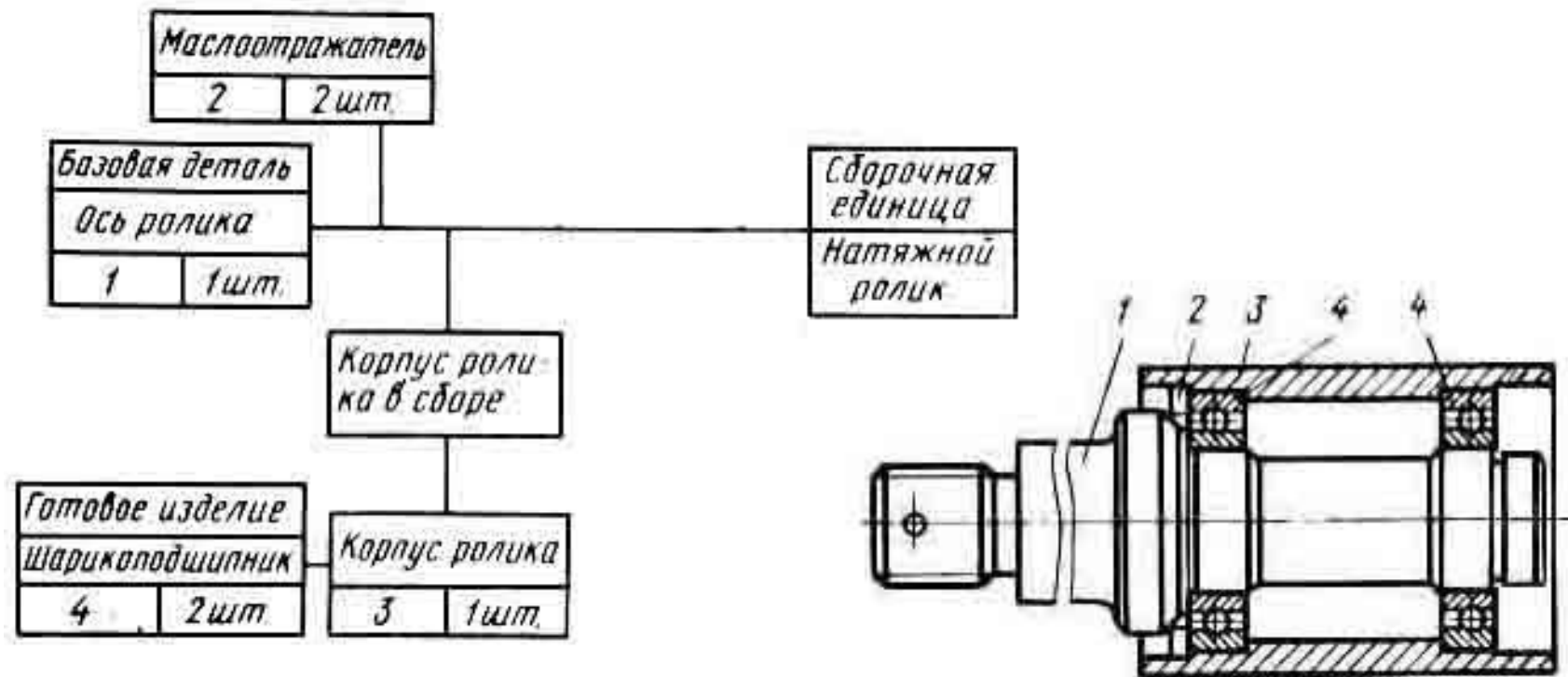


Рис. Схема сборки

Присоединение узла в виде корпуса ролика 3 в сборе с шарикоподшипниками 4 осуществляется на следующем шаге процесса и изображается снизу от линии, изображающей направления процесса общей сборки изделия – натяжного ролика

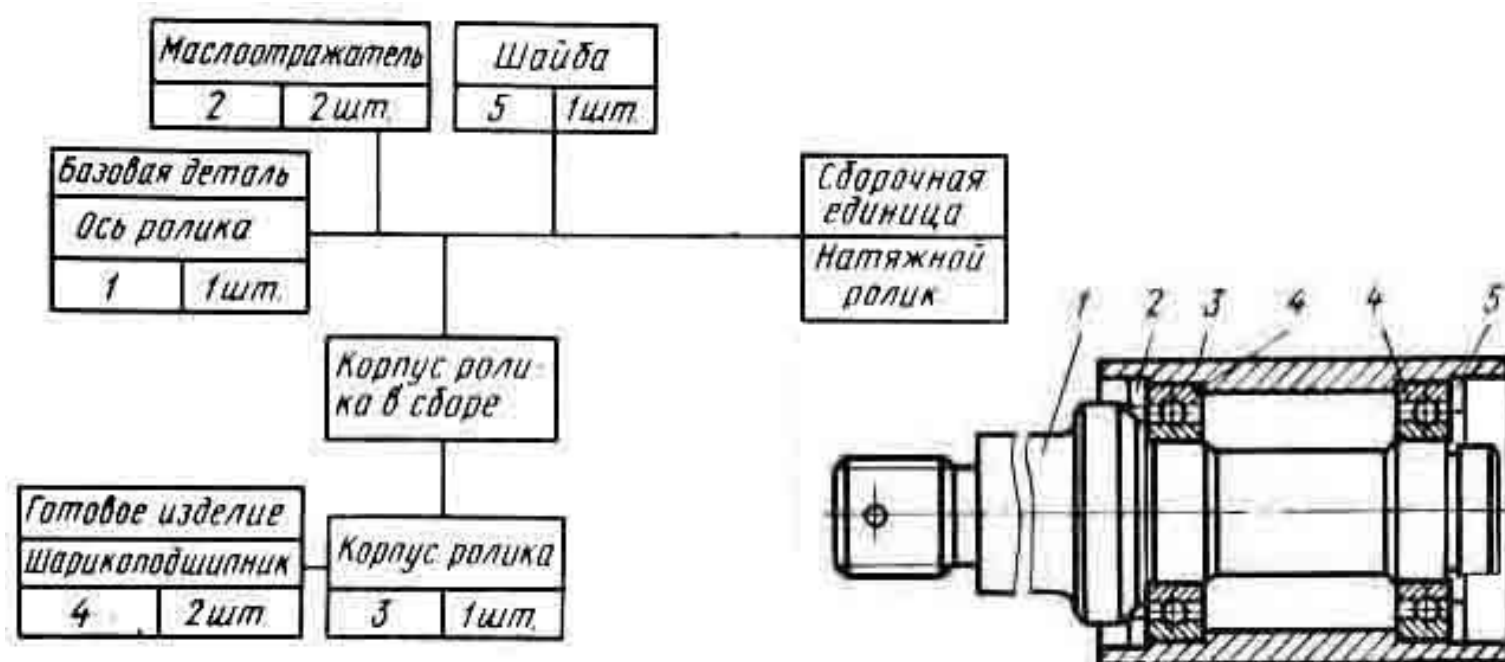


Рис. Схема сборки

На следующем шаге сборки присоединяется следующий элемент сборки – шайба 5. Это деталь, поэтому на схеме сборки ее «прямоугольник» изображают сверху линии, обозначающей направление общей сборки готового изделия – натяжного ролика.

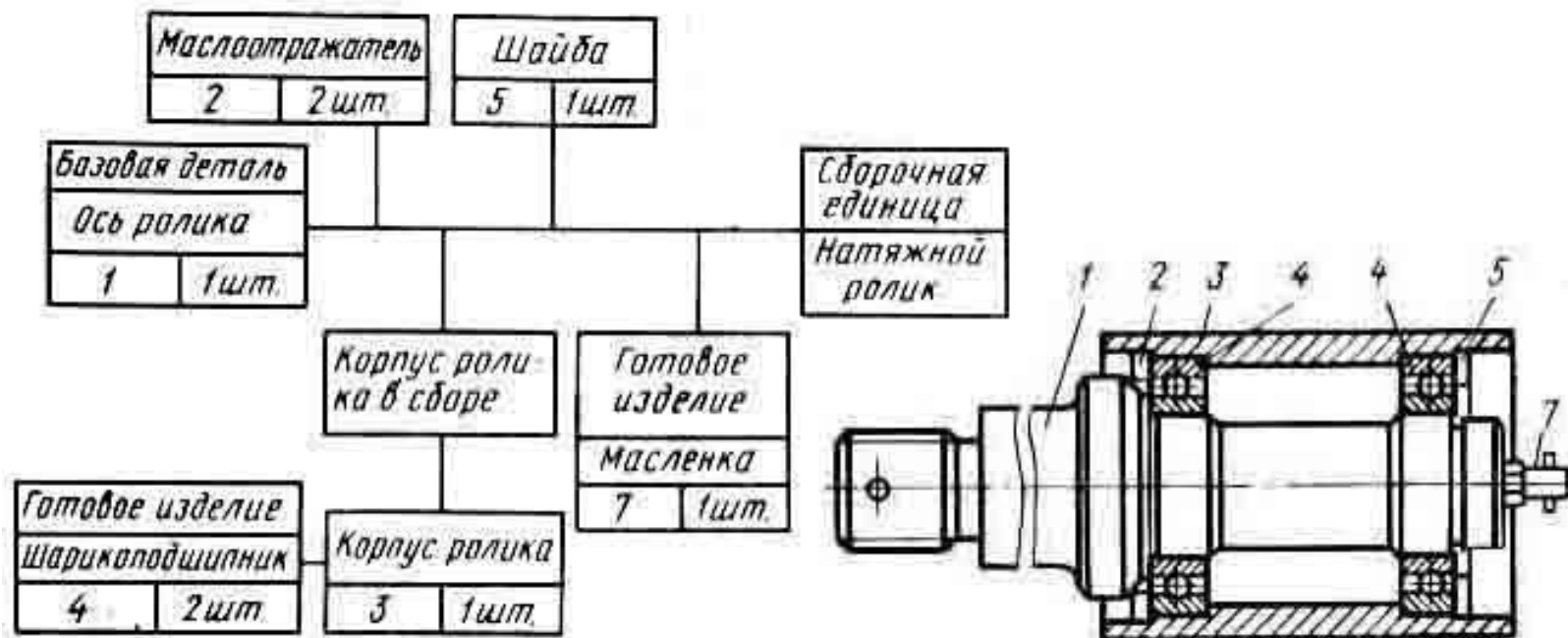


Рис. Схема сборки

На следующей, предпоследнем, шаге сборки присоединяется следующий элемент сборки – масленка 7. Масленка, как элемент объекта сборки является «узлом» в виде готового поставляемого изделия, поэтому на схеме общей сборки ее «прямоугольник» изображают снизу линии, обозначающей направление общей сборки изделия в целом – натяжного ролика.

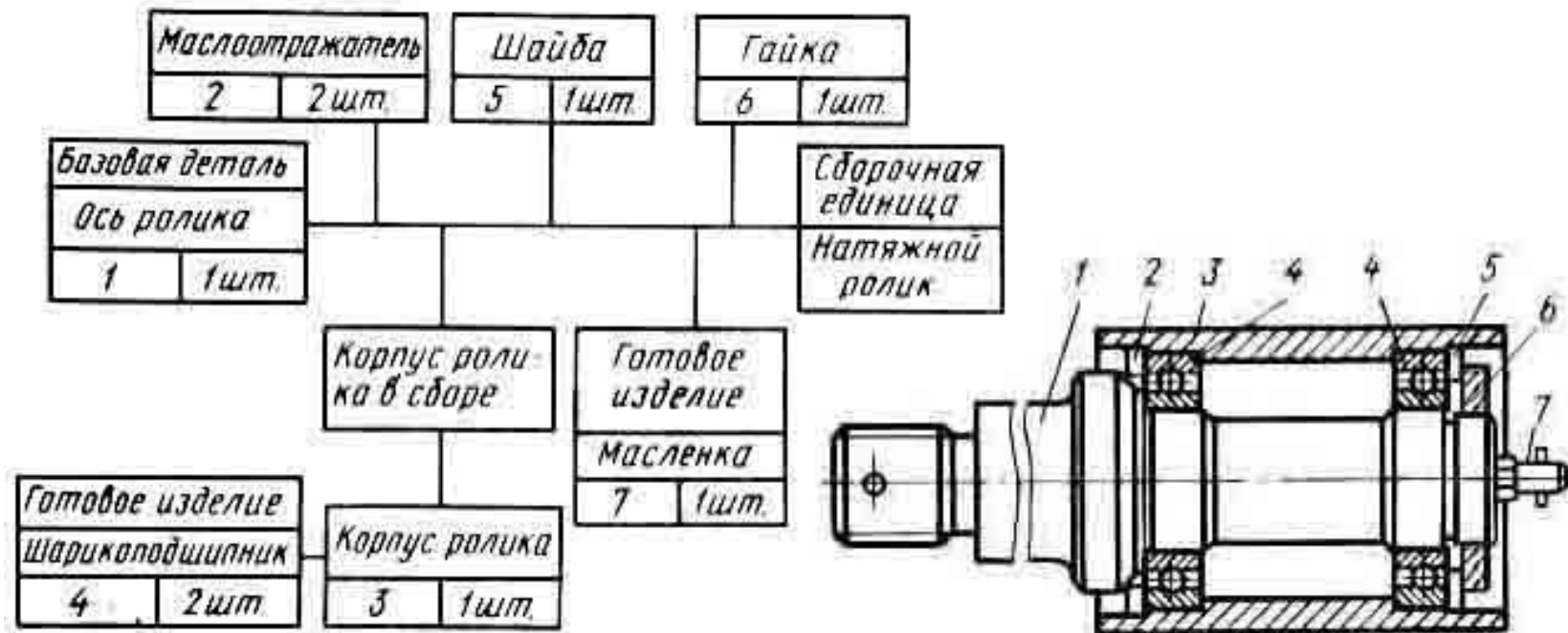
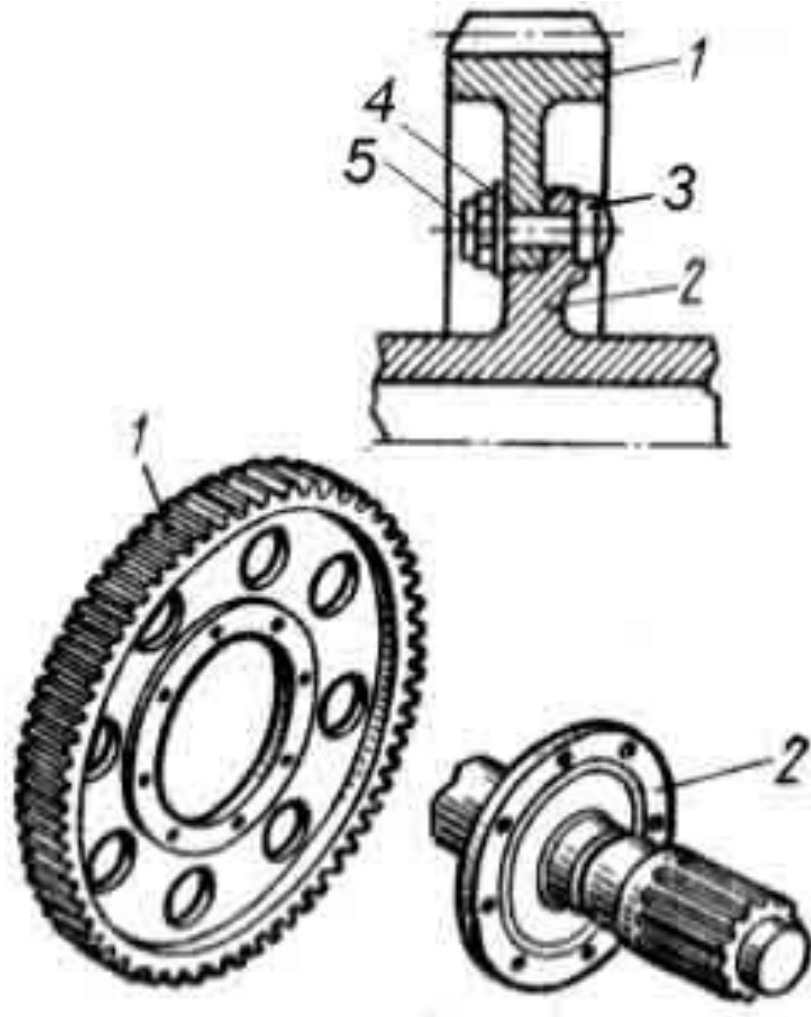


Рис. Схема сборки

На последнем шаге сборки навинчивается гайка 6 - деталь, «прямоугольник» которой как детали изображают сверху от линии, обозначающей направление общей сборки натяжного ролика.



Разработать технологическую схему сборки, показанного на рис. объекта.

Рис. **Составное зубчатое колесо:**  
1 – зубчатый венец; 2 – ступица; 3 – болт; 4 – упругая шайба; 5 – гайка

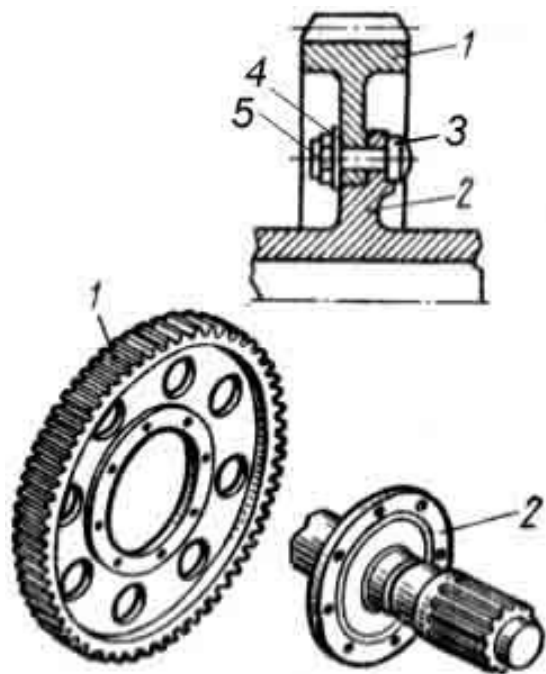


Рис. **Составное зубчатое колесо:**  
 1 – зубчатый венец; 2 – ступица; 3 – болт; 4 – упругая шайба; 5 – гайка

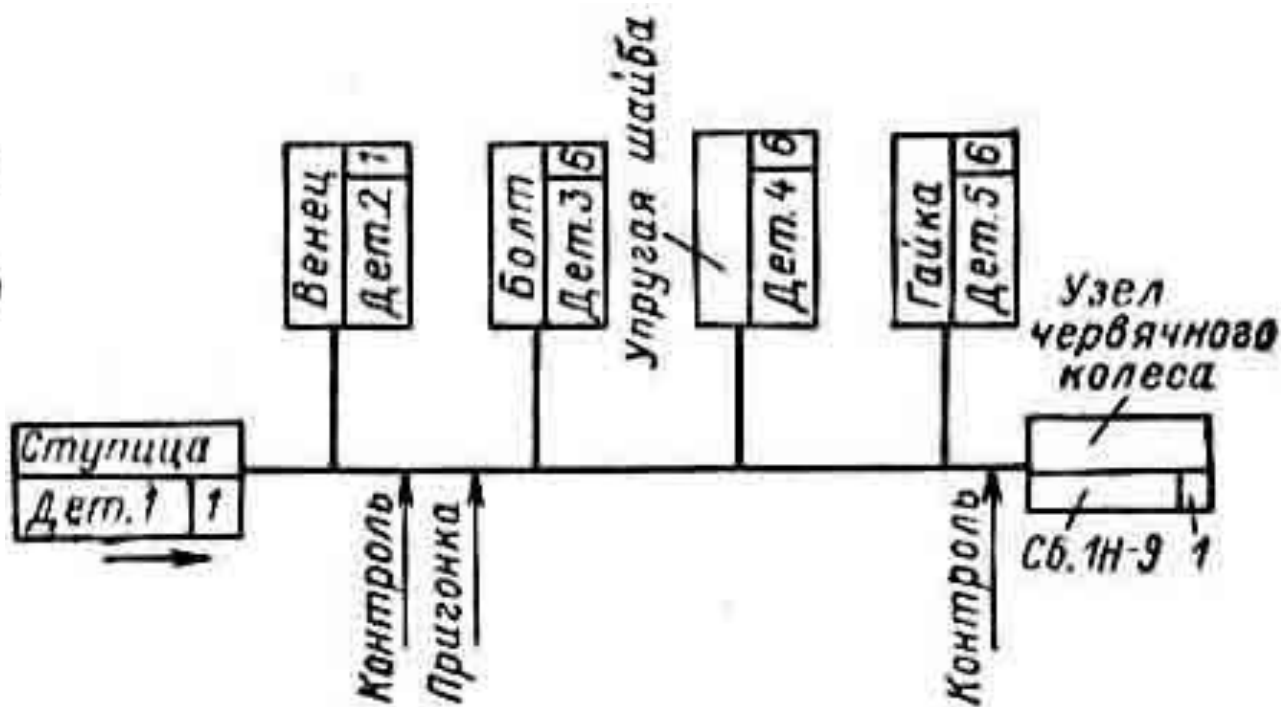
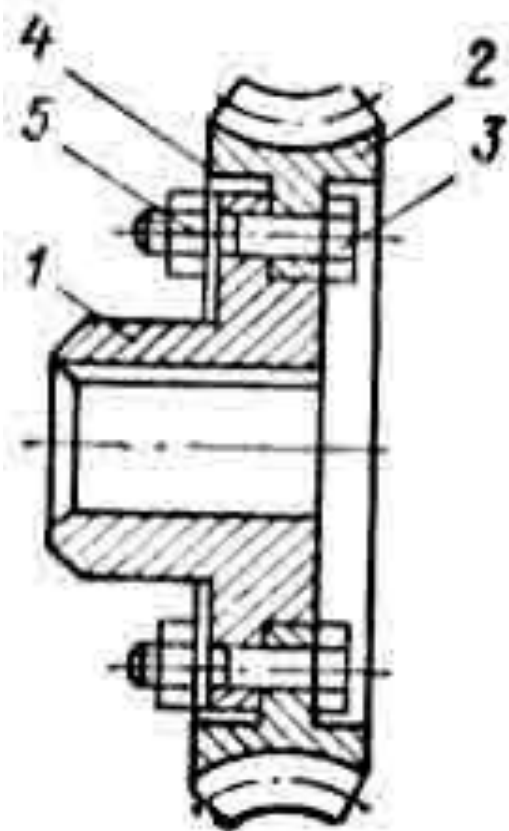


Рис. **Схема сборки узла червячного колеса**



Разработать  
технологическую схему  
сборки, показанного на  
рис. объекта.  
(еще один пример для  
самостоятельной работы).

**Рис. Узел червячного колеса:**

- 1 – ступица;
- 2 – венец;
- 3 – болт;
- 4 – упругая шайба;
- 5 – гайка



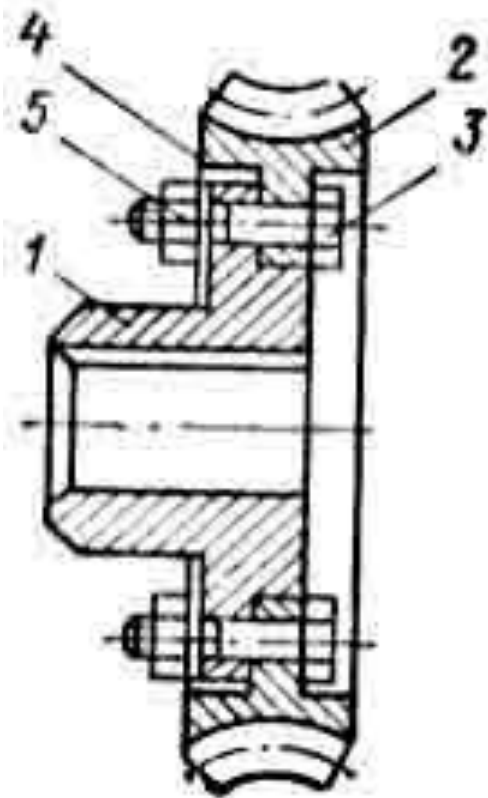


Рис. Узел червячного колеса:

- 1 – ступица;
- 2 – венец;
- 3 – болт;
- 4 – упругая шайба;
- 5 – гайка

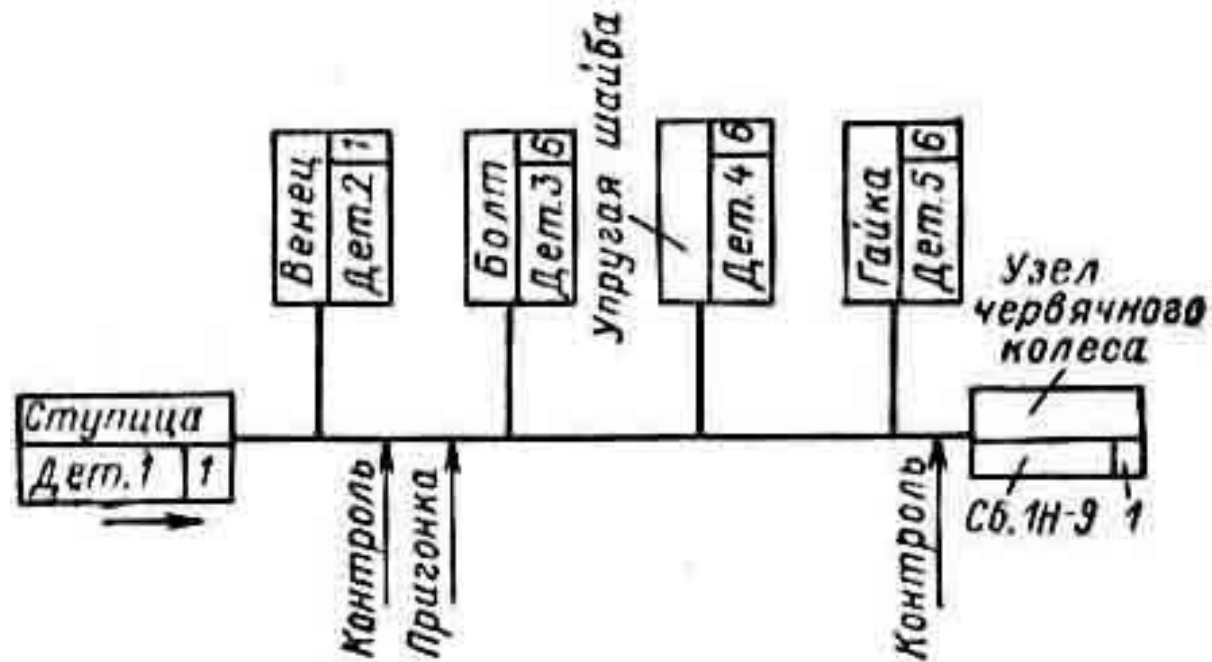


Рис. Схема сборки узла червячного колеса

На основе выполненной технологической схемы сборки разрабатывают технологические процессы сборки, составляя технологические маршрутные, маршрутно-операционные и операционные карты сборки.

# Модели сборки и задачи оптимизации

Любое изделие проектируется так,  
чтобы наилучшим образом  
обеспечить выполнение требований

функционального назначения,

производства и

эксплуатации.

Важным результатом комплексного подхода (функциональности, производственной и эксплуатационной технологичности) к проектированию и технологичности конструкции сложных изделий является **широкое расчленение конструкции, позволяющее**:

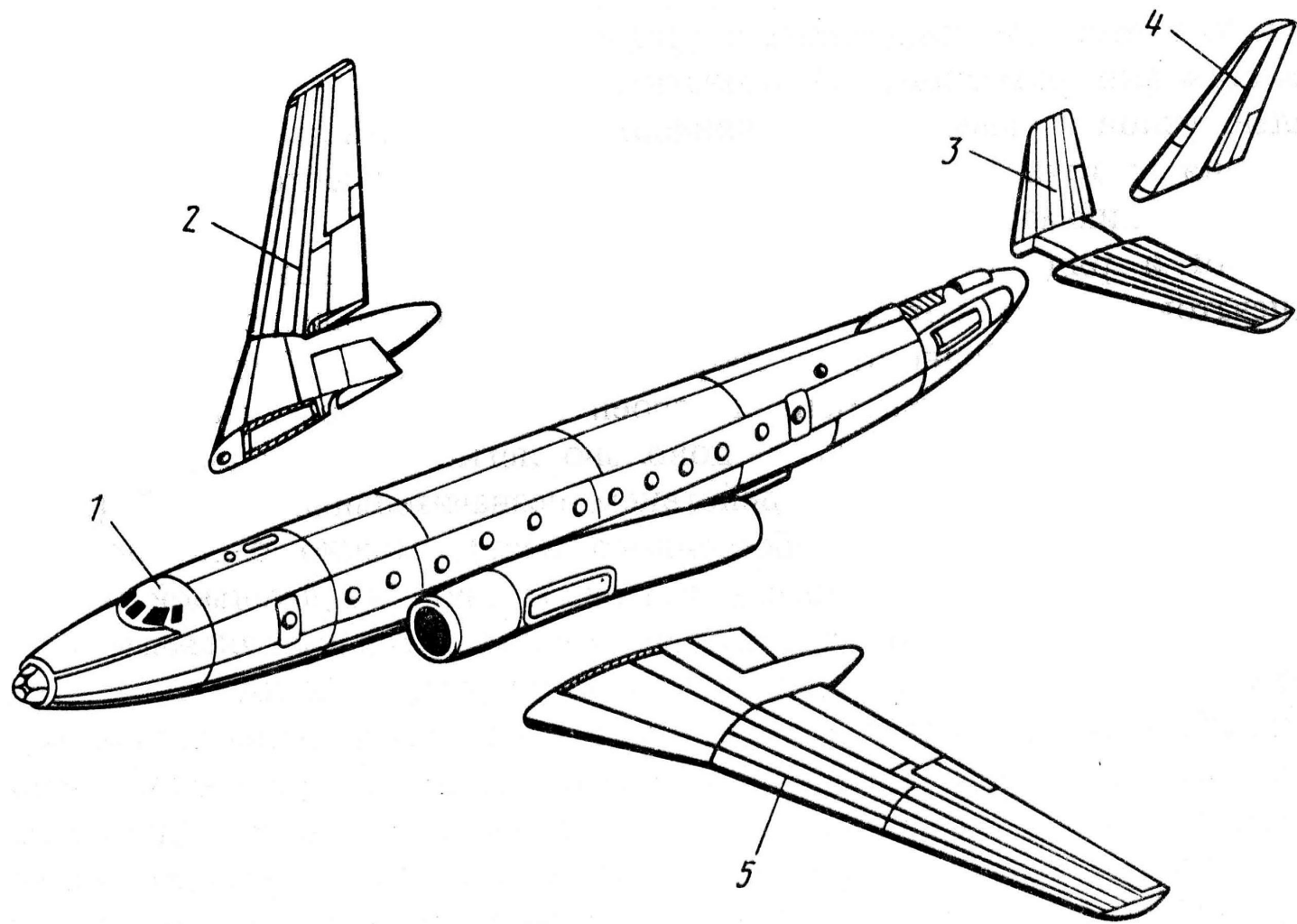
- сокращать сроки проектирования изделия за счет разделения труда и выполнения конструкторских работ в специализированных бригадах;
- сокращать производственный цикл за счет параллельного изготовления, независимого контроля и испытаний отдельных элементов конструкции;
- снижать трудоемкость сборочных работ за счет применения высокопроизводительного оборудования, оснастки, средств механизации и автоматизации и улучшения условий труда;
- применять кооперацию производства;
- сокращать циклы, затраты труда и материалов на технологическое оборудование и ремонт за счет улучшения эксплуатационных свойств изделия.

Сборочные единицы различных уровней называют агрегатами, секциями (отсеками), узлами, подузлами и т. п.

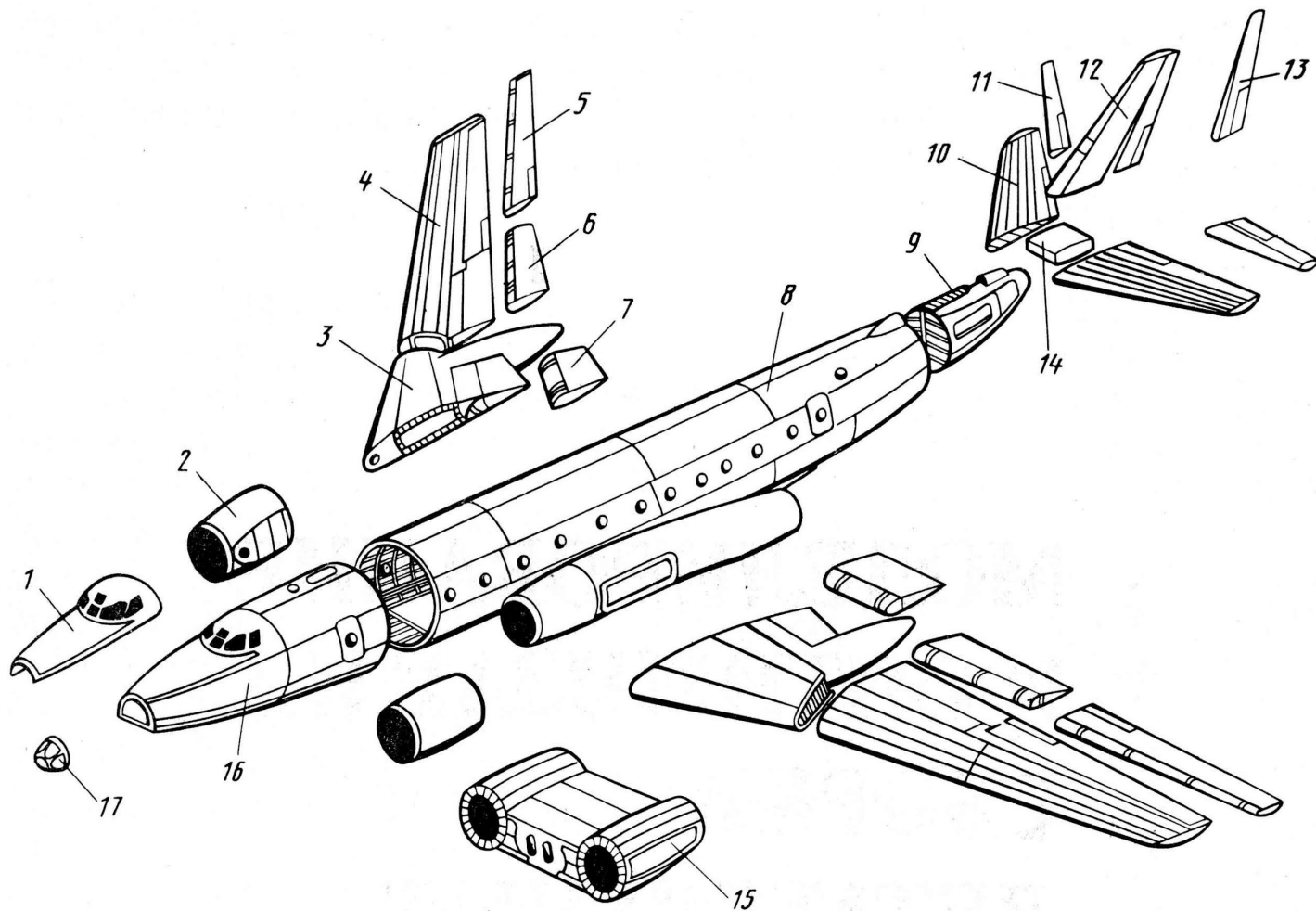
Членение изделия на агрегаты, секции (отсеки), узлы и детали вызывается

- ❖ конструктивными соображениями,
- ❖ требованиями производства и
- ❖ эксплуатации.

Членение изделия на составные части обеспечивается разъемами и стыками.



**Рис. Схема членения планера самолета на агрегаты:**  
1 - фюзеляж; 2 - правая консоль крыла; 3 - стабилизатор; 4 - киль;  
5 - левая консоль крыла



**Рис. Схема членения планера самолета на секции и отсеки:**

1 – фонарь пилотов; 2 – воздухозаборник; 3 – средняя часть крыла; 4 – концевая часть крыла; 5 – элерон; 6 – внешний закрылок; 7 – внутренний закрылок; 8 – средняя часть фюзеляжа; 9 – хвостовая часть фюзеляжа; 10 – правая консоль стабилизатора; 11 – руль высоты; 12 – киль; 13 – руль поворота; 14 – центроплан стабилизатора; 15 – центроплан крыла; 16 – носовая часть фюзеляжа; 17 – фонарь штурмана



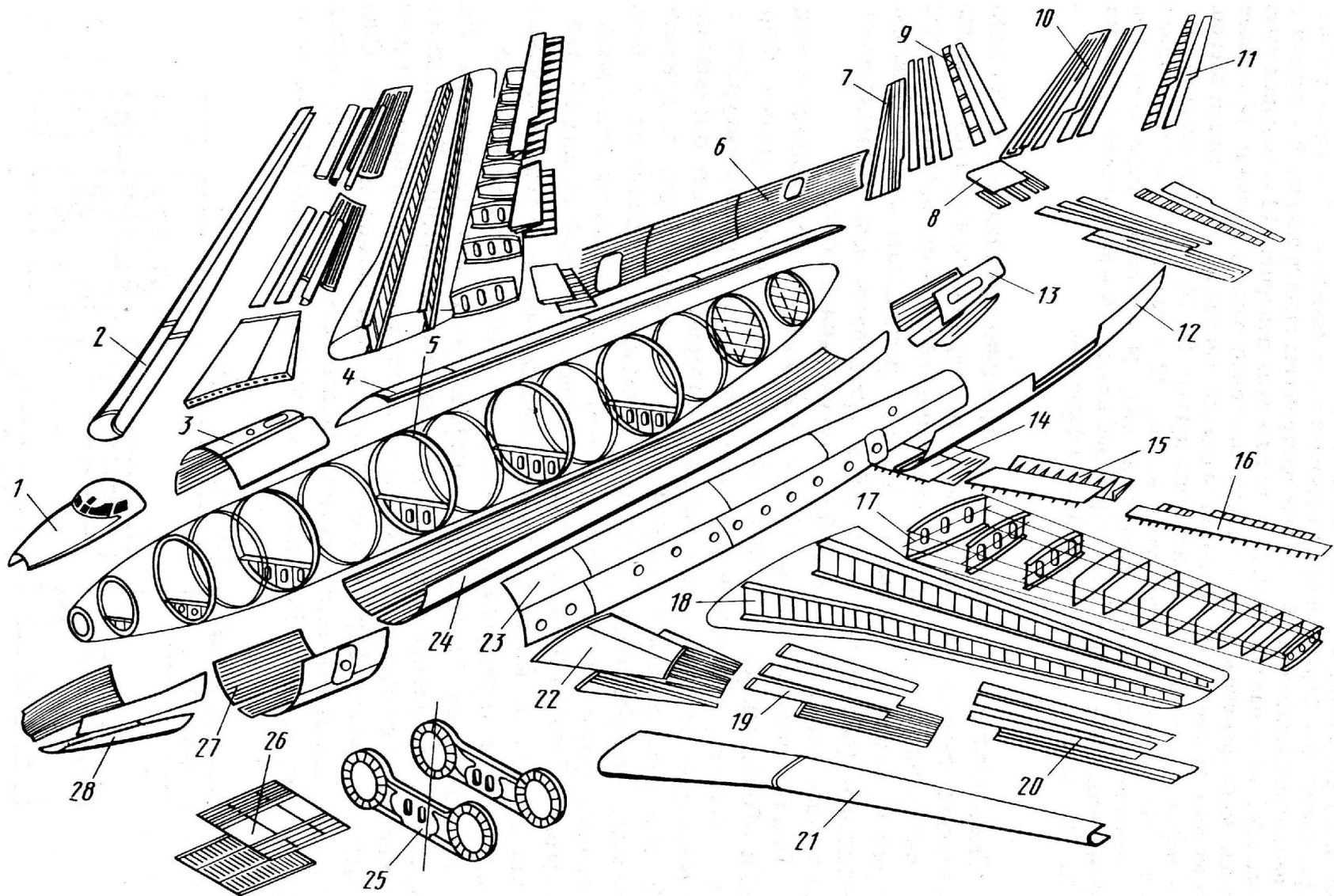
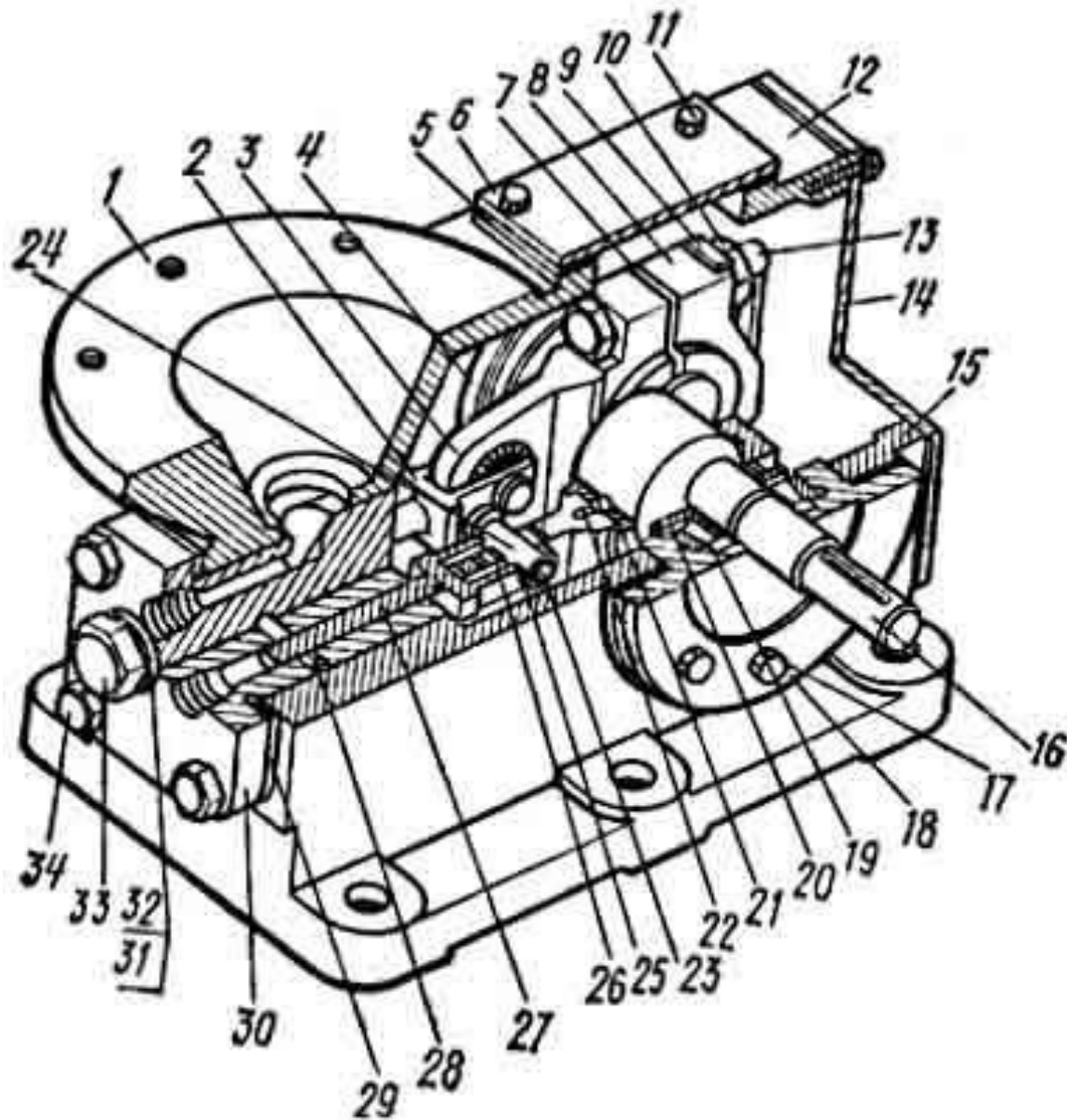


Рис. Схема членения планера самолета на узлы и панели



При одном и том же составе монолитных элементов конструкции изделия возможны различные схемы членения, отличающиеся составом сборочных единиц низших порядков.

Рис. Конструкция насоса для густого смазочного материала

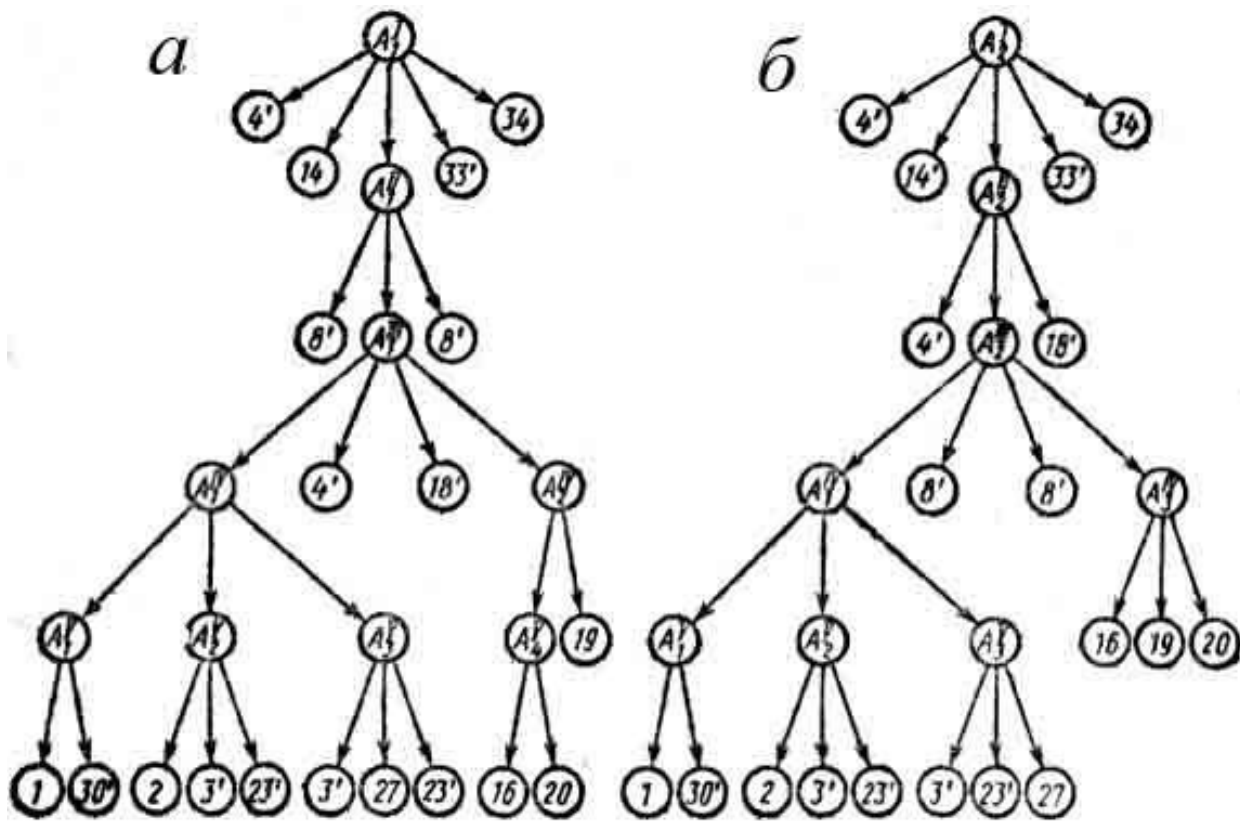


Рис. Схемы членения насоса для густого смазочного материала

Выбор оптимальной схемы членения изделия решающим образом влияет на технологичность его конструкции, так как схема членения определяет структуру схемы сборки изделия.

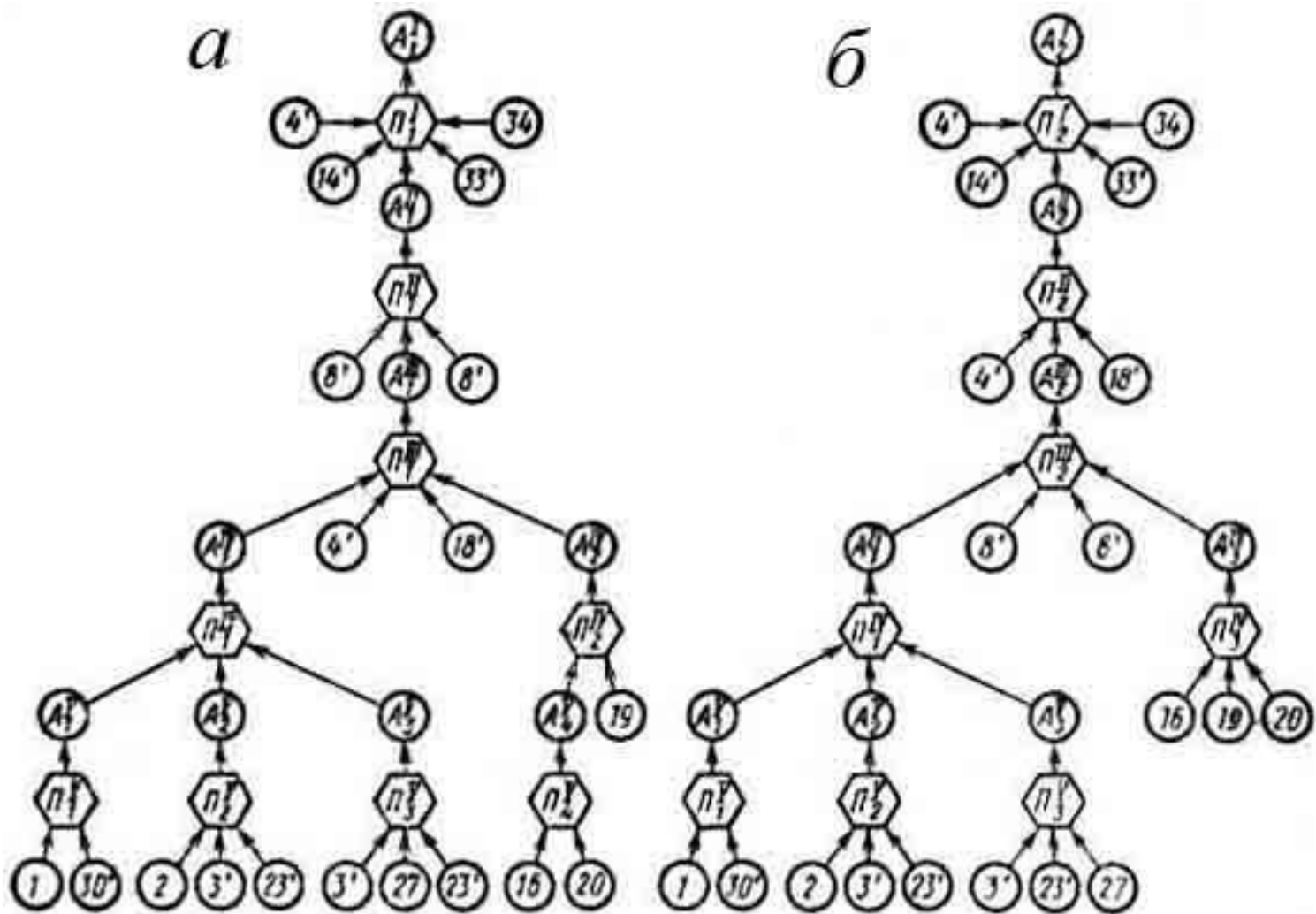


Рис. Схема сборки насоса для густого смазочного материала

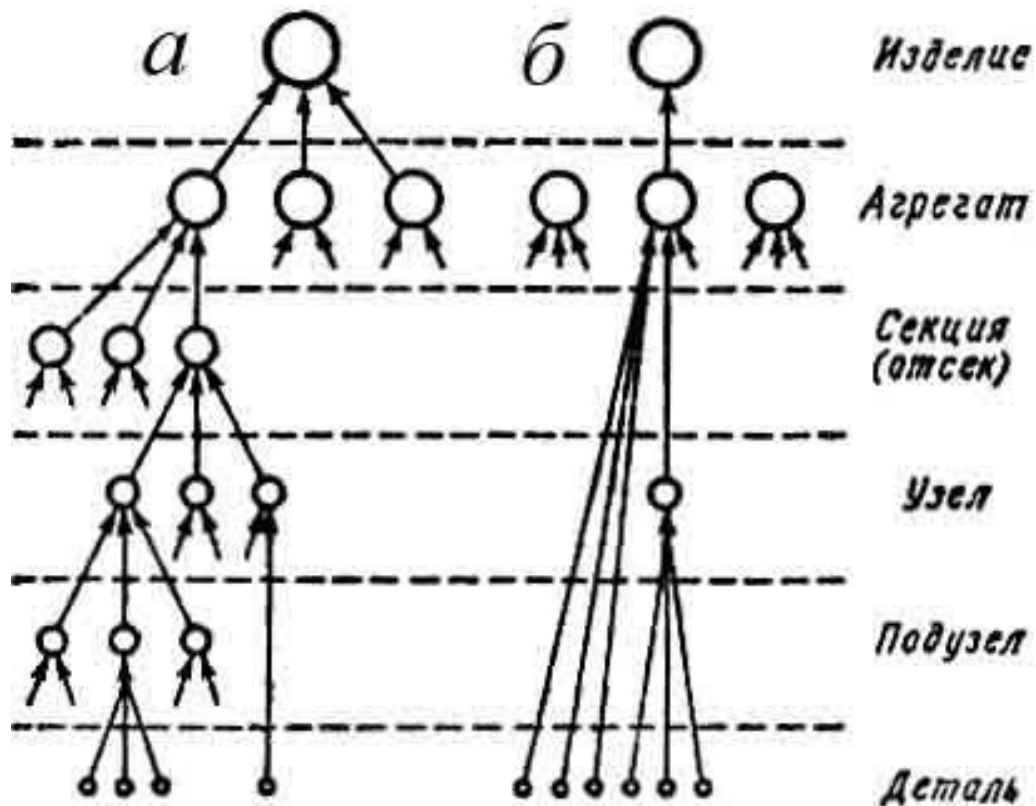


Рис. Схемы сборки изделия:  
 а - дифференциальная;  
 б - недифференциальная

По степени расчлененности собираемого изделия различают

- дифференцированную и
  - недифференцированную
- схемы сборки.

**Дифференцированная** схема сборки соответствует широкому членению изделия на агрегаты, секции (отсеки), панели, узлы и детали.

Сборка выполняется широким фронтом: свободный доступ к зонам работ позволяет широко применять механизированное и автоматизированное оборудование, что обеспечивает большую производительность труда и высокое качество продукции.

При **недифференцированной** схеме сборки агрегат собирается непосредственной из деталей и незначительного числа узлов, минуя стадию сборки панелей и секций. Из-за **стесненных** условий и **ограниченного доступа** к зонам работ преобладает ручной труд, производительность которого значительно ниже, чем при дифференцированной сборке.

В серийном производстве применяют только дифференцированную схему сборки; недифференцированную схему сборки применяют в единичном производстве.

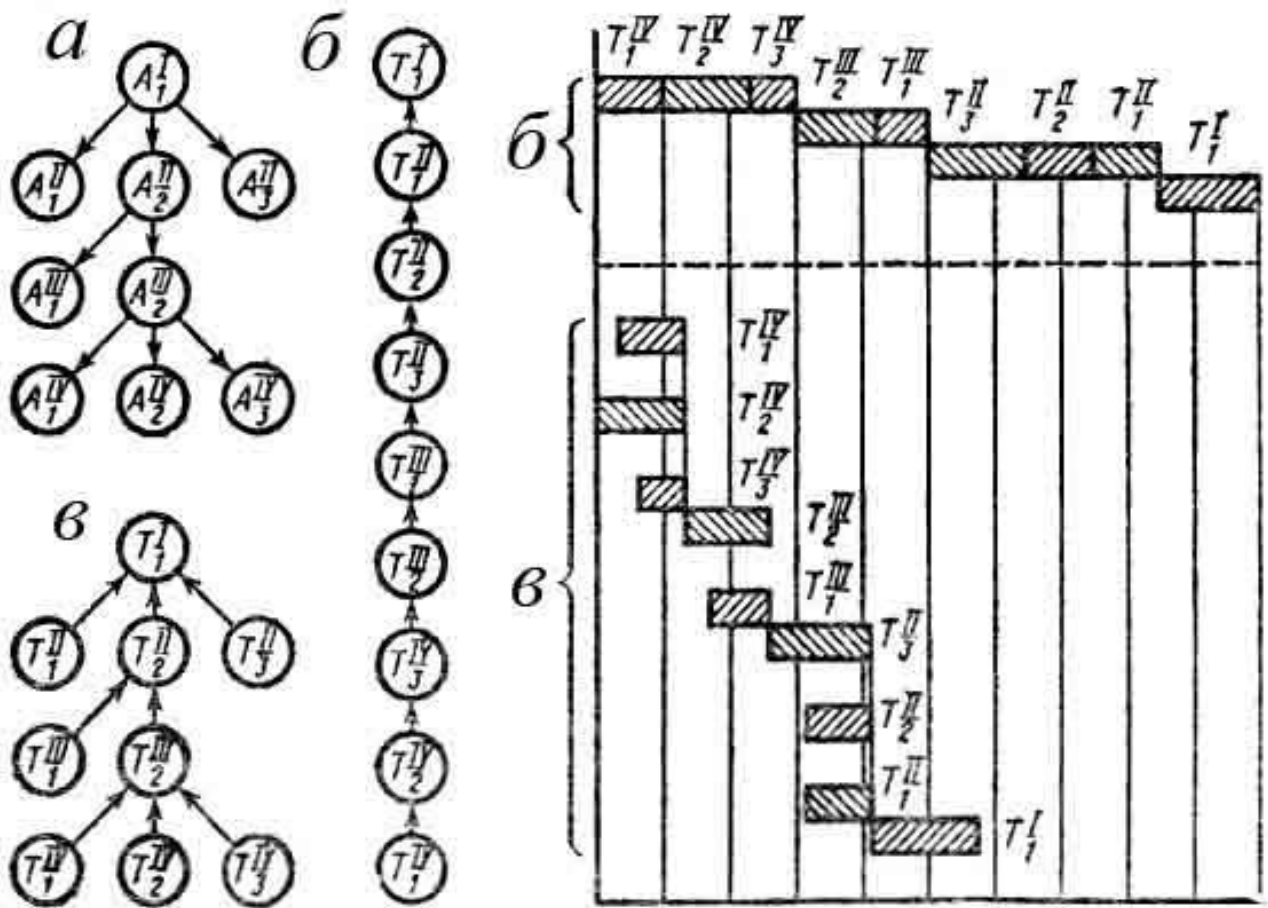


Рис. Схема членения (а) и схемы сборки (б и в) изделия

При одной и той же схеме членения и сборки технологический процесс сборки может быть организован с различной последовательностью выполнения отдельных этапов сборки, причем некоторые этапы могут выполняться параллельно, то есть одновременно и независимо друг от друга. По этому признаку различают **последовательную** и **параллельную** схемы сборки.



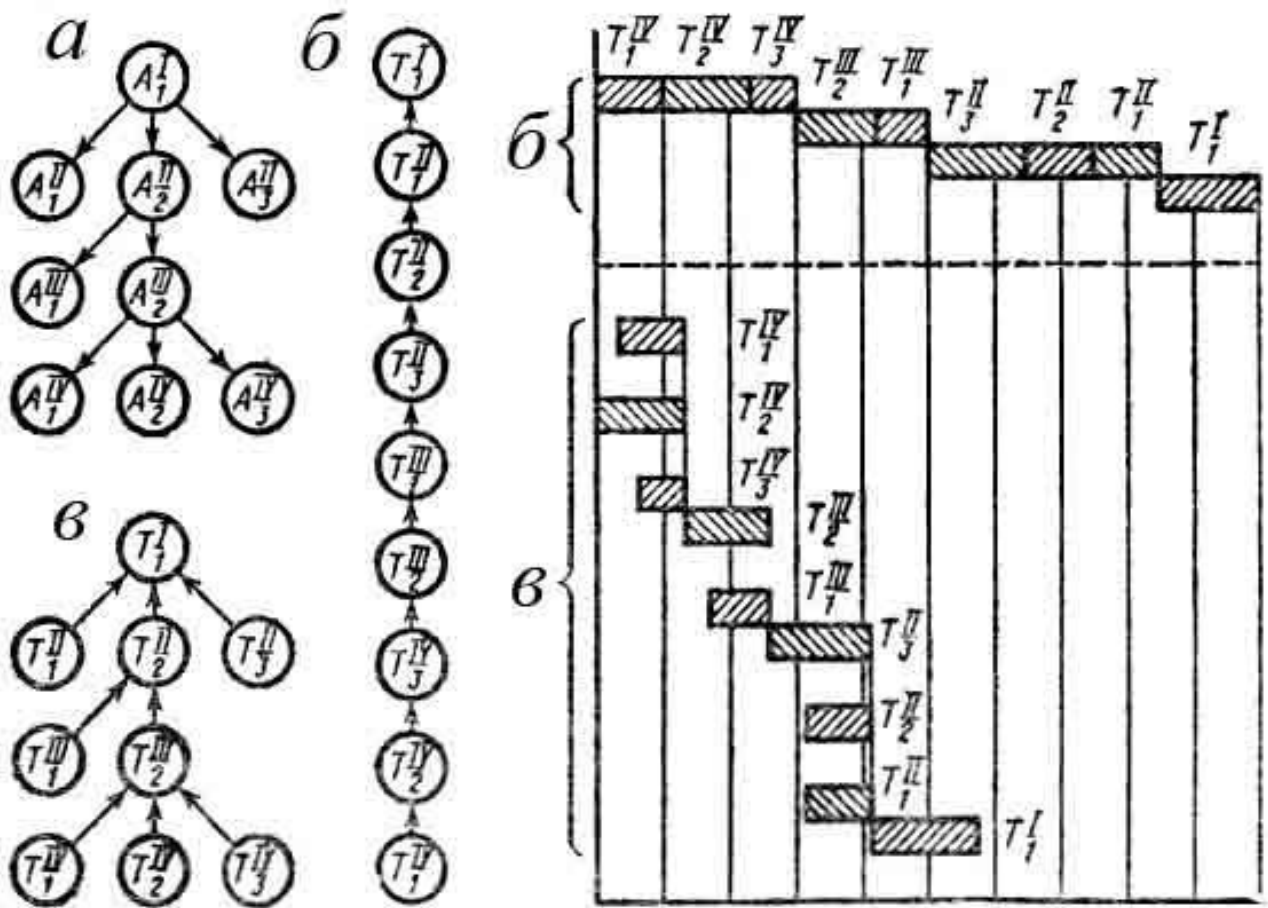


Рис. Схема членения (а) и схемы сборки (б и в) изделия

При **последовательной** схеме все этапы сборки выполняются последовательно один за другим (рис, б), при **параллельной** схеме некоторые этапы сборки выполняются параллельно (рис. в).

**Применение параллельной схемы сборки позволяет существенно сократить цикл сборки.**

### **Использованная литература:**

- 1. Ремонт летательных аппаратов: Учебник для вузов гражданской авиации. А. Я. Алябьев, Ю. М. Болдырев, В. В. Запорожец и др.; Под ред. Н. Л. Голего. – 2-е изд., перераб. и доп.- М: Транспорт, 1984. – 422 с.**
- 2. Бейлин. Л. А., Мейер А. А. Ремонт самолетов, вертолетов и авиационных двигателей. Учеб. пос. для сред. учеб. заведений ГА. – М.: Транспорт, 1966. – 428 с.**
- 3. Ингликов М. А. Ремонт технических систем. Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1978. – 322 с.**
- 4. Ремонт и техническая эксплуатация лесотехнического оборудования. – Л.: Агропромиздат. ленингр. отд-ние, 1989. – 312 с.**
- 5. Горохов В. А., Лоцманов С. Н., Михайлов А. А., Петрунин И. Е. Авиационное ремонтное дело. Часть 1 и часть 2. Под ред. д.т.н. проф. А. А. Михайлова. М.: Военное издательство МО СССР, 1970.**
- 6. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения – М.: Машиностроение, 1969. – 560 с.**

Якущенко В.Ф. Ремонт воздушных судов: Учебное пособие / СПбГУГА. С.-Петербург, 2010.