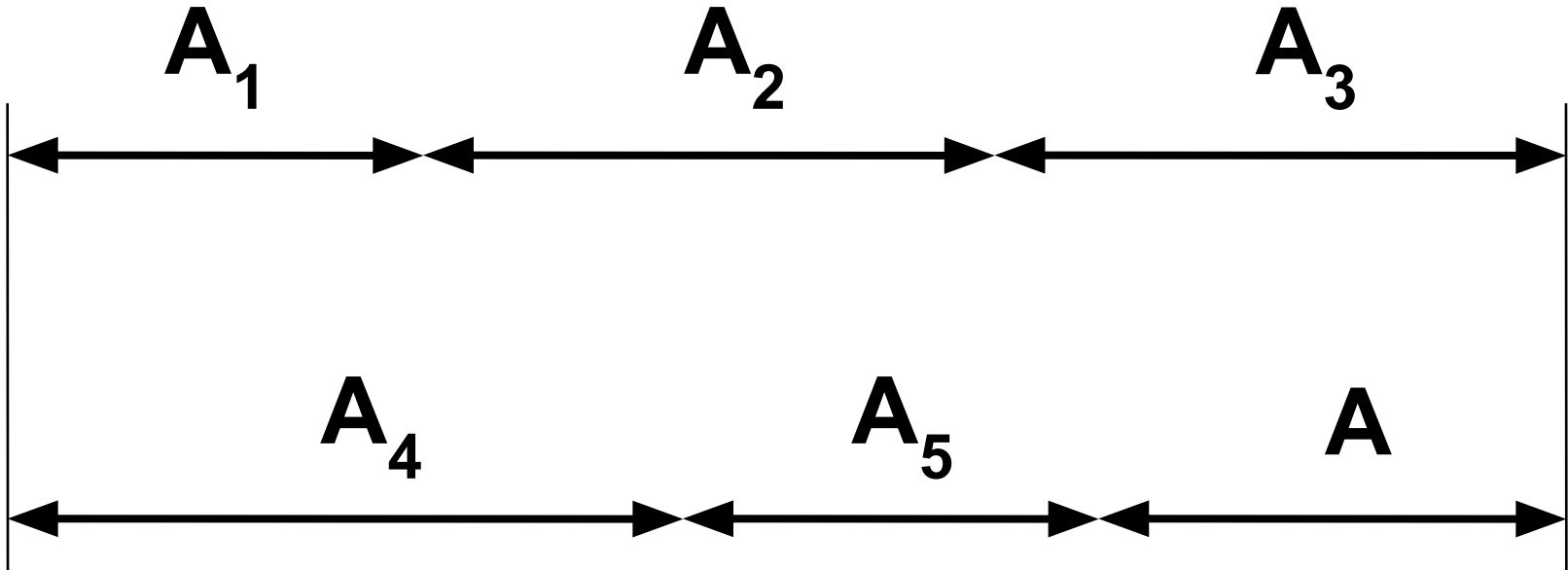


Размерные цепи



Размерные цепи бывают пространственные и плоские. Простейшим видом являются плоскопараллельные размерные цепи, в которых все размеры параллельны и расположены в одной плоскости.

Любую пространственную размерную цепь за счет проецирования ее на координатные плоскости можно также свести к системе взаимосвязанных плоскопараллельных размерных цепей.

Звенья размерной цепи

- **Замыкающее**
- **Составляющие**
 - **Увеличивающие** (при увеличении которых замыкающий размер увеличивается)
 - **Уменьшающие** (при их увеличении замыкающий размер уменьшается)

$$L_{\text{замык}} = \sum_1^m L_{\text{увел}} - \sum_1^n L_{\text{уменьш}}$$

L – номинальные значения размеров

Погрешность замыкающего звена

$$L + \Delta_L = \sum_1^m (L_i + \Delta_{L_i}) - \sum_1^n (L_j - \Delta_{L_j})$$

Т.к. алгебраическая сумма номинальных размеров равна нулю, то

$$\Delta_L = \sum_1^m \Delta_{L_i} + \sum_1^n \Delta_{L_j}$$

Размер замыкающего звена должен быть выполнен с точностью, определяемой допуском δL , равным разности между наибольшим и наименьшим предельными размерами детали.

$$L_{\max} - L_{\min} = \sum_1^m (L_{i\max} - L_{i\min}) + \sum_1^n (L_{j\max} - L_{j\min}) = \omega_{L_i} + \omega_{L_j}$$

ω - поля погрешностей соответствующих звеньев размерной цепи.

Допуск замыкающего звена

$$\delta L \geq \sum_1^m \omega_{L_i} + \omega_{L_j}$$

Расчет размерных цепей

- **Прямая задача** – определение допусков составляющих звеньев по известному допуску замыкающего звена
- **Обратная задача** – определение допуска замыкающего звена по известному допуску составляющих звеньев

Методы расчета:

- а) на минимальный и максимальный размер;
- б) на основе теории вероятности;
- в) упрощенным вероятностным методом.

$$\delta = k \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}$$

Пути повышения точности геометрических параметров изделий

Два направления совершенствования:

1. **Повышение точности** составляющих звеньев размерной цепи. В этом случае используют расчет размерной цепи на максимум – минимум и подбирают такие допуски на выполнение составляющих размеров, чтобы получить замыкающий размер с заданной точностью.

$$\delta L_i \downarrow$$

2. **Уменьшение числа звеньев** размерной цепи. Технологический процесс должен строиться таким образом, чтобы размерная цель, соответствующая ему, включала наименьшее количество звеньев (принцип кратчайшего пути).

Образование размеров изделий

Процесс перенесения размера с чертежа на деталь может включать один или несколько этапов:

L_P – размер, заданный в проекте;

L_0 – первичный размер – проектный размер, воспроизведенный измерительным инструментом или прибором. С этого размера начинается процесс перенесения размера, заданного в проекте, на изделие;

L_T – технологические размеры, возникающие на промежуточных этапах перенесения первичного размера на деталь. Это размеры оснастки, оборудования, заготовки;

L_D – конечный размер детали.

Операции, выполняемые при переносе размера от эталона длины на изделие можно разделить на две группы:

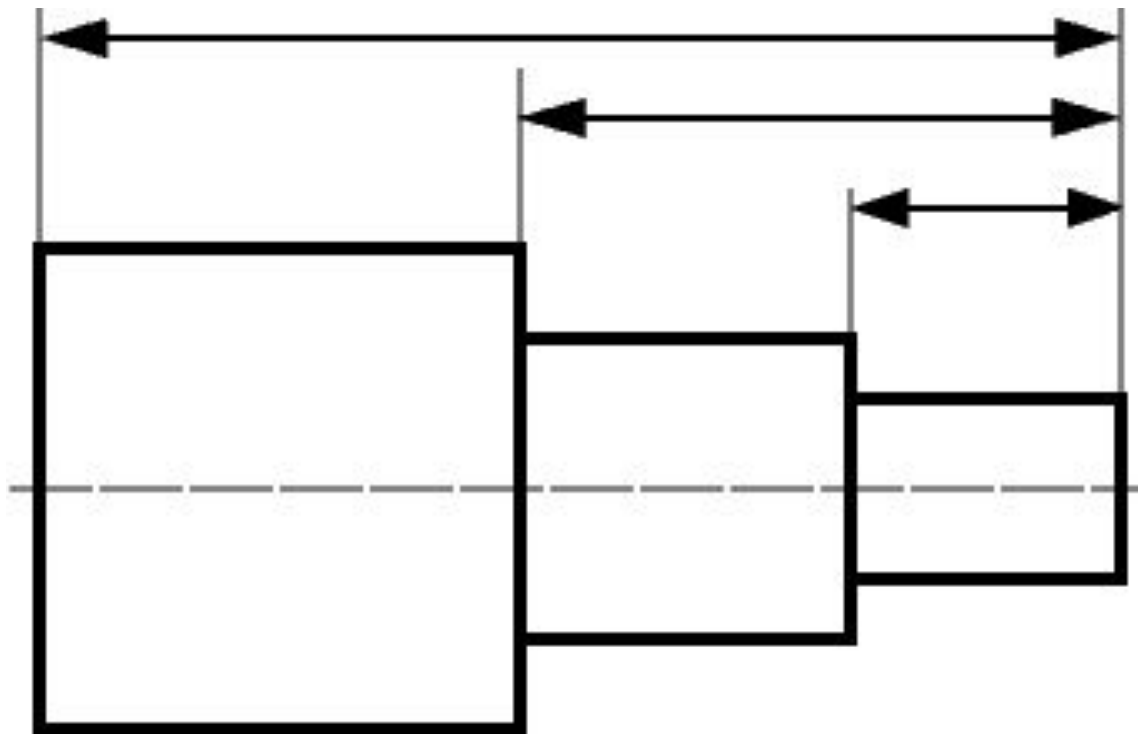
- а) **операции копирования размера** – при его переносе от одной меры к другой, от меры к измерительному прибору, от измерительного прибора к станку или приспособлению.



- б) **операции построения** поверхностей – состоящие из воспроизведения сплошной поверхности изделия (или приспособления) по нескольким определяющим эту поверхность размерам, предварительно воспроизведенным с помощью измерительного станка или приспособления.

Точность операций копирования выше, чем операций построения.

Конструкторская размерная цепь

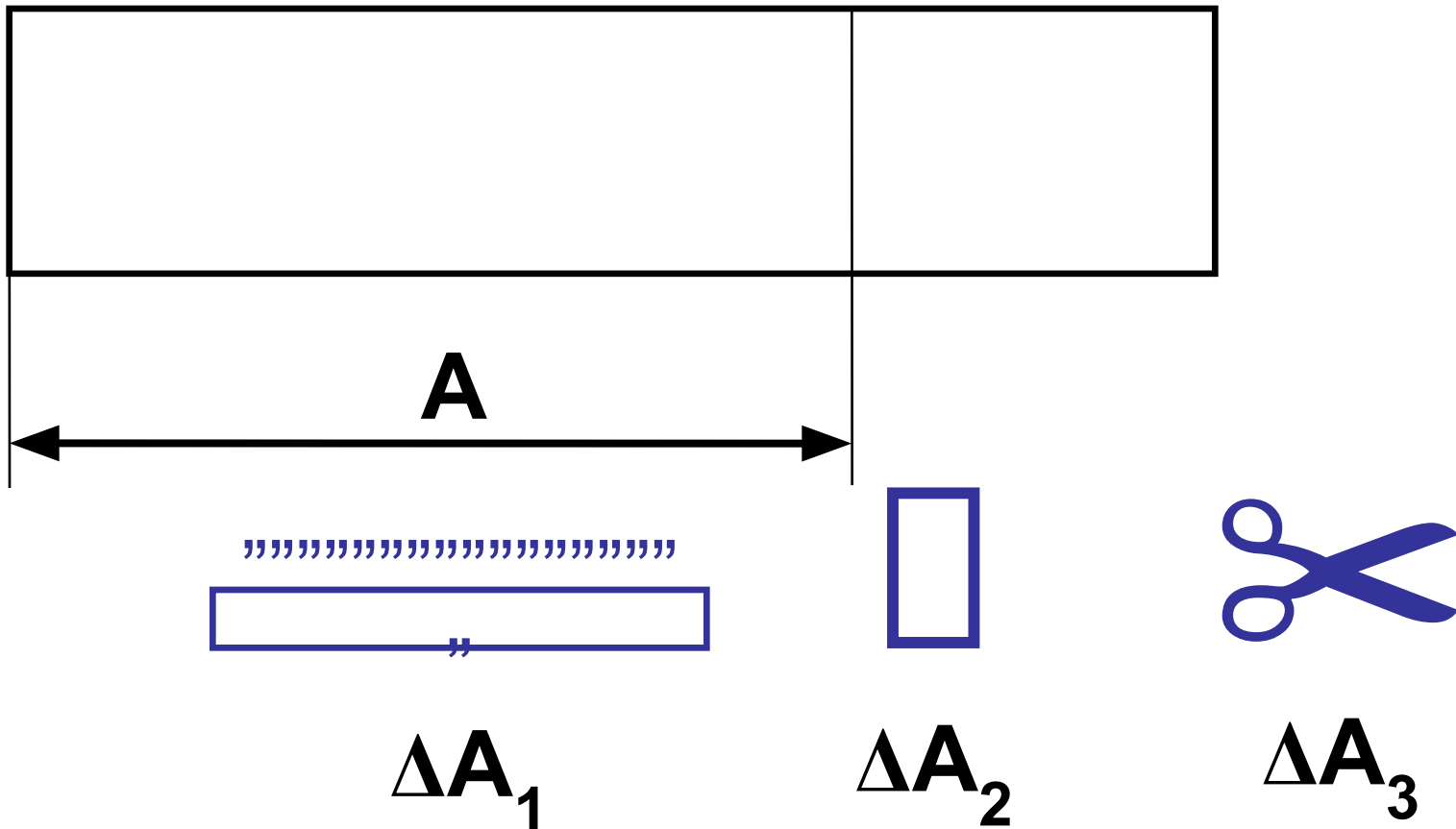


Замыкающий размер КРЦ – свободный размер.

КРЦ - незамкнутая цепь.

С использованием КРЦ решают вопросы взаимного расположения поверхностей деталей при конструировании, производят расчет зазоров и натягов и т.д.

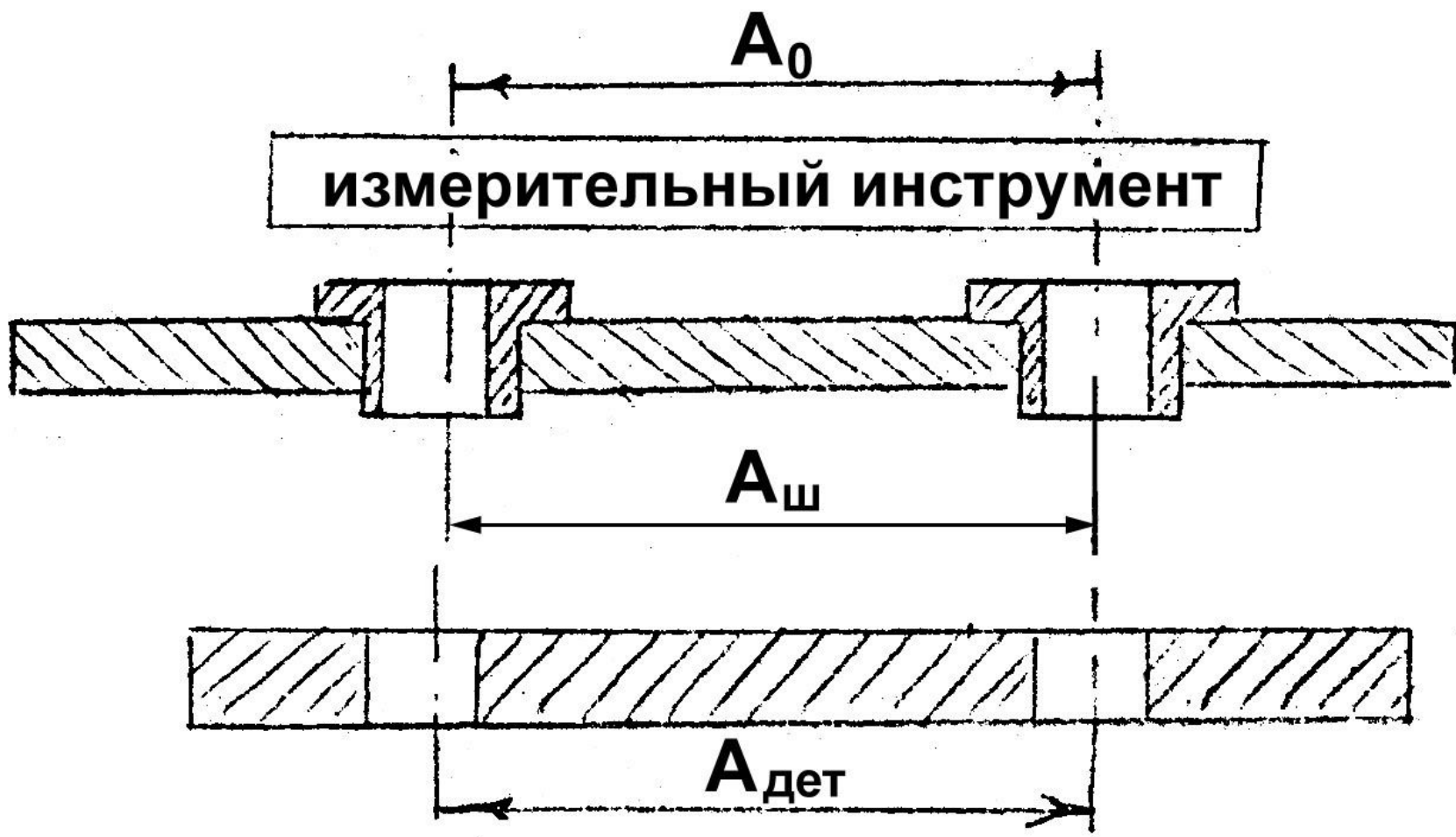
Технологические размерные цепи



В технологических цепях составляющими звеньями являются первичный размер, равный номинальному значению размера изделия по чертежу и изменения этого размера на всех этапах его перенесения на изделия, а замыкающим звеном – размер изделия.

ТРЦ – модель технологического процесса (описывает процесс образования размеров детали)

Операционная технологическая размерная цепь



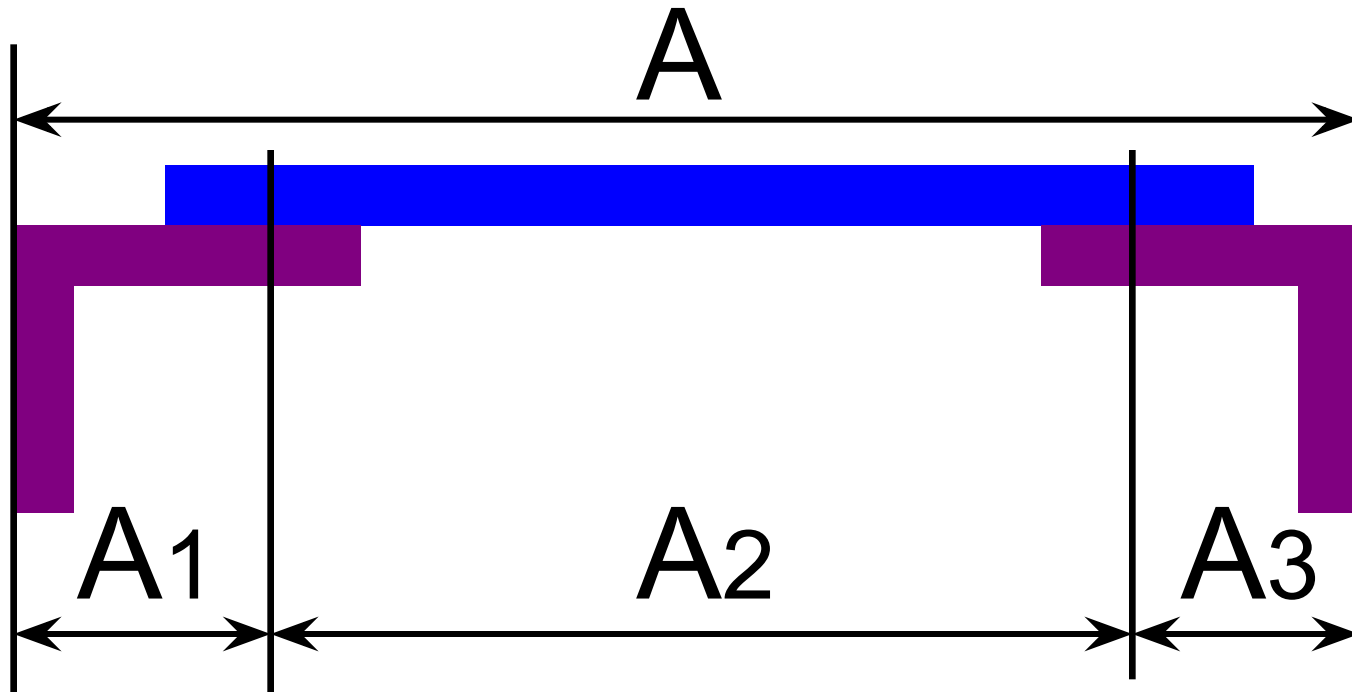
$$A_{ДЕТ} = A_{Ш} + a_{Ш} \quad \Delta A_{ДЕТ} = \Delta A_{Ш} + \Delta a_{Ш}$$

$a_{ш}$ – изменение первичного размера (равно нулю или нет)

Виды ТРЦ

- **Поддетальными** называются ТРЦ, описывающие все этапы переноса первичного размера.
- **Сборочными** называются ТРЦ, описывающие образование замыкающего размера при сборке изделия.
- **Полными** называются технологические размерные цепи, описывающие весь процесс, начиная от изготовления деталей и кончая сборкой замыкающего размера.
Полные РЦ служат для расчета допусков на размеры деталей ЛА. Начинать расчет следует с последнего этапа ТП (сборки) в последовательности, обратной ТП.

Сборочная ТРЦ



$$A = A_1 + A_2 + A_3 + a_{12} + a_{23}$$

$$\Delta_A = \Delta_{A_1} + \Delta_{A_2} + \Delta_{A_3} + \Delta_{a_{12}} + \Delta_{a_{23}}$$

A – номинальные размеры,

a – изменения взаимного положения осей отверстий,
вызванные погрешностями изготовления

Δ – погрешности переноса размеров на измерительный инструмент

Сборочная ТРЦ

Сборочный размер возникает по схеме:

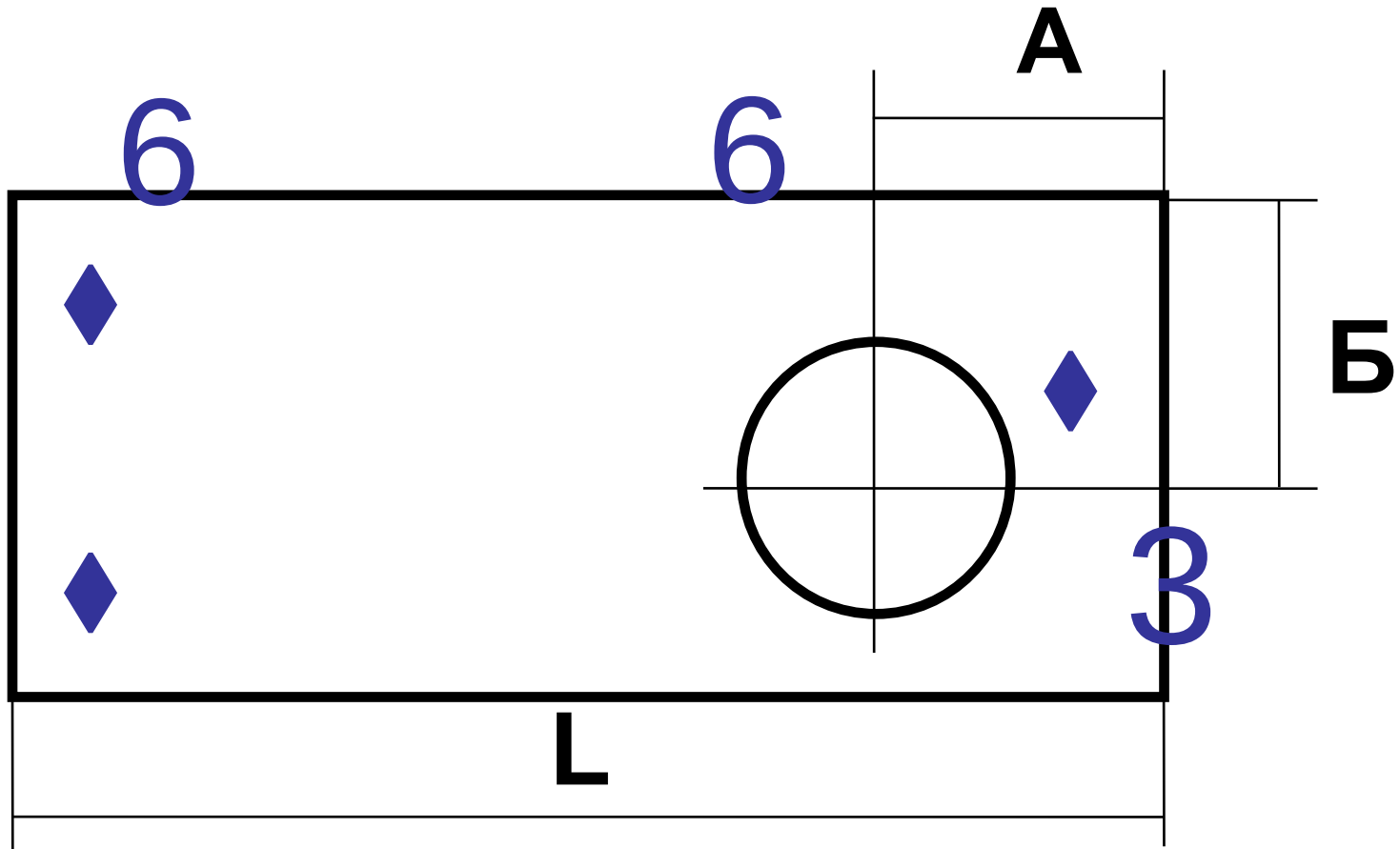
- **размеры деталей по чертежу –**
- **первичные размеры деталей –**
- **размеры технологического оборудования, приспособлений, инструмента –**
- **размеры деталей –**
- **размер сборочной единицы.**

Правила составления технологических РЦ

1. Замыкающим звеном ТРЦ является размер, **заданный в чертеже**, который получается при реализации рассматриваемого ТП.
2. Составляющими звеньями ТРЦ являются **технологические** размеры и их изменения, возникающие на этапах изготовления изделия.
3. Деформации деталей, возникающие вследствие силового воздействия при закреплении, обработке, образовании соединений, нагрева и др. факторов, **представлены в ТРЦ звеньями**, номинально равными 0, которые учитывают изменения замыкающего размера в детали (система СПИД при обработке).
4. Звенья, номинально равные 0, вводятся в ТРЦ для учета погрешностей:
 - **сопряжения** между поверхностями (наличие зазора или натяга);
 - **установка заготовки** – определяется неточностью расположения установочной базы относительно рабочих органов станка;
 - **настройка инструмента** на заданный размер.

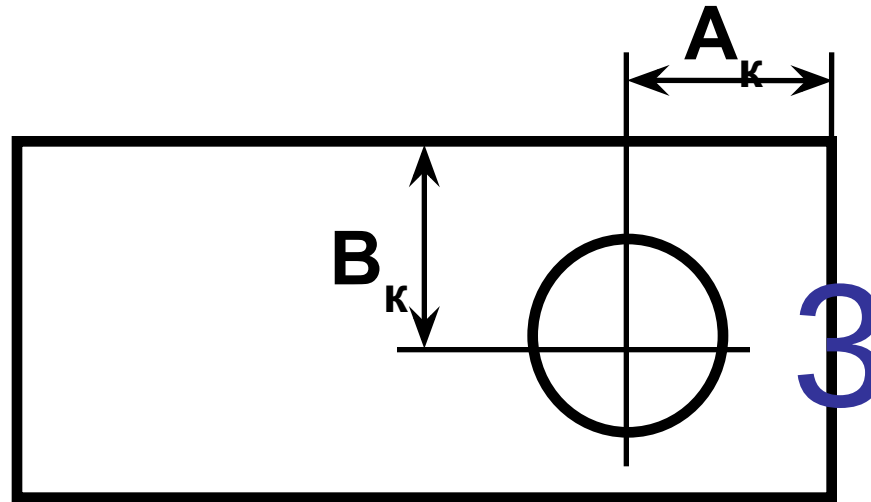
Базирование.

Конструкторские и технологические базы.



Правило 6 точек

Вариант базирования №1 (по конструкторской базе)



Конструктор-
ская база

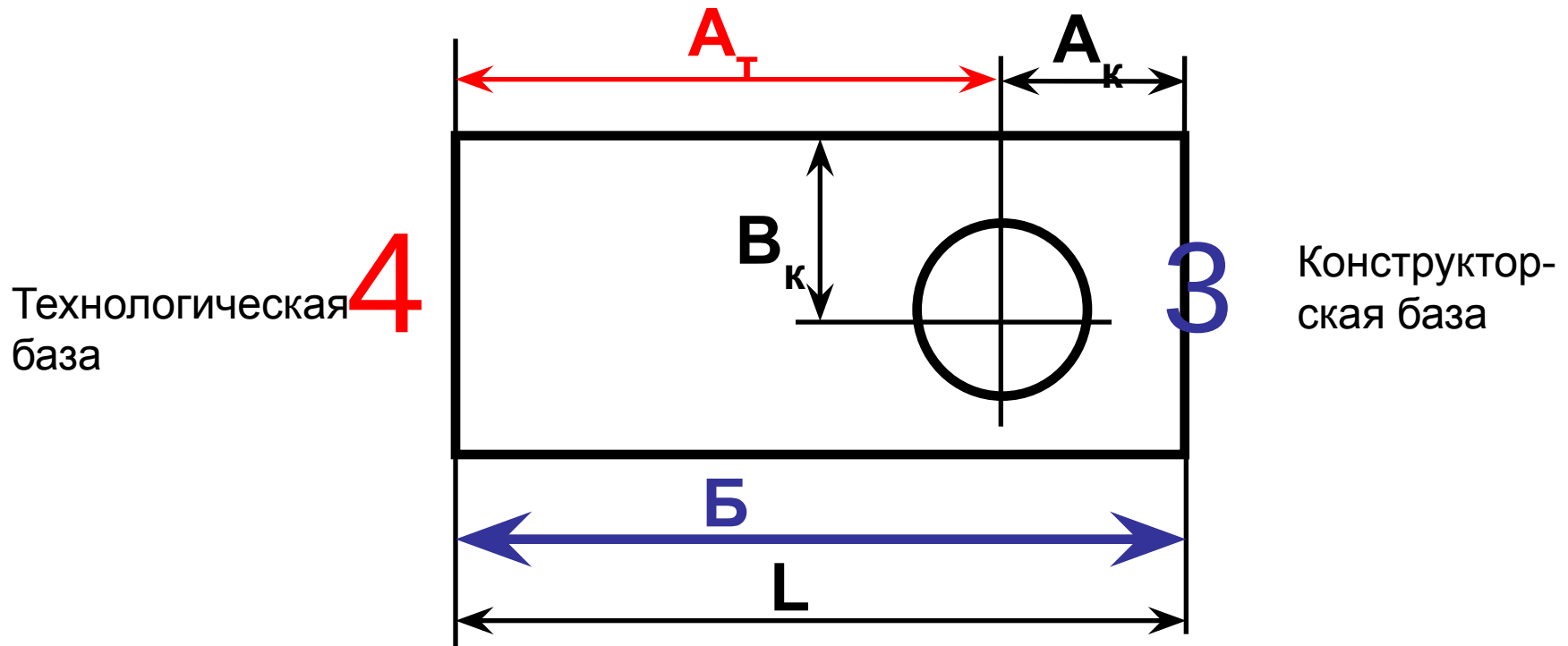
Технологи-
ческая база

$$A = A_k; \quad \Delta A = \Delta A_k$$

ΔA – погрешность размера

Вариант базирования №2

(по технологической базе)



$$A = B - A_T, \quad \Delta A = \Delta B + \Delta A_T.$$

Размер, определяющий расстояние от конструкторской до технологической базы, называется **базисным размером (Б)**.

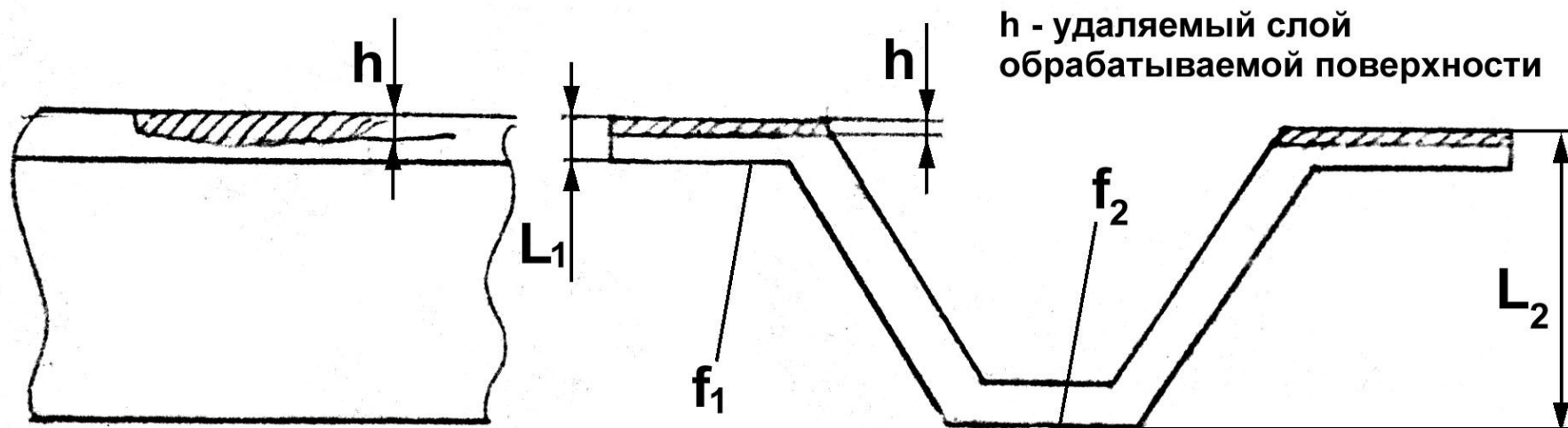
Появление базисного размера приводит к дополнительной погрешности обработки.

Правило единства (совмещения) баз

При изготовлении детали в качестве технологических баз должны те из ее поверхностей, которые составляют конструкторские базы.

При несоблюдении правила совмещения баз погрешность замыкающего звена увеличивается на погрешность базисного размера.

Правило единства баз распространяется также и на контрольные (измерительные) операции.



Если в качестве технологической базы не удастся использовать конструкторскую, то необходимо подобрать для базирования детали ту ее поверхность, которой соответствует наиболее точный базисный размер.

Здесь правильная установочная база – f_1

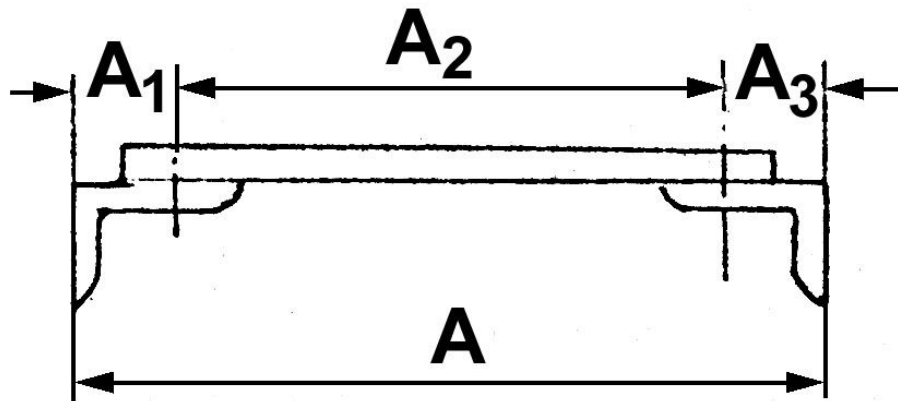
Выбор установочных баз в тех случаях, когда заготовки не имеют точных исходных поверхностей (литье, горячие штамповки) производят следующим образом.

Первичной или **черновой** установочной базой называется база, которая используется в первой операции обработки. Она используется один раз для обработки поверхности, используемой в дальнейшем в качестве основной (чистовой) установочной базы. Если в дальнейшем выполняется правило совмещения баз, то вначале обрабатывают те поверхности, которые являются конструкторскими базами для других поверхностей.

Если же не удастся совместить базы, то обработку всех поверхностей детали необходимо производить с использованием одной и той же технологической базы (принцип постоянства технологических баз).

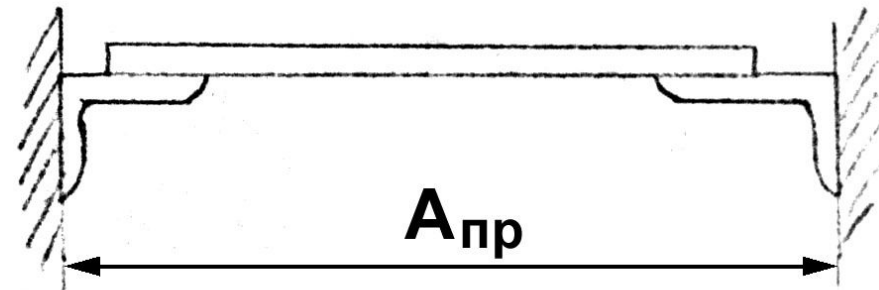
Сборочные базы

Вариант 1.
Последовательная сборка
элементов



$$\Delta A = \Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3 + \Delta a_{1,2} + \Delta a_{2,3}$$

Вариант 2. Компенсация
в приспособлении



$$\Delta A = \Delta A_{пр} + \Delta a_{1,2} + \Delta a_{2,3}$$

Наибольшая точность замыкающего размера достигается за счет использования однократного перенесения размеров приспособления на изделие (правило компенсации). *Вариант 2*

Рекомендации по проектированию ТП

1. При обработке заготовок сначала следует обработать поверхности, являющиеся конструкторскими базами.
2. В качестве установочной базы использовать конструкторские базы или те поверхности, которым соответствует наиболее точный базисный размер.
3. С одной установки (особенно первых операций ТП) обработать как можно большее количество поверхностей. Если это все поверхности, то правило единства баз автоматически выполняется независимо от совпадения конструкторских и технологических баз.
4. При обработки детали в различных операциях ТП желательно использовать одни и те же поверхности в качестве установочных баз.
5. В качестве установочных баз следует использовать те поверхности, которые будут использоваться как сборочные базы.

Последние две рекомендации – **Правило постоянство баз.**

Методы увязки форм и размеров конструкции

Элемент конструкции обладает **свойством взаимозаменяемости**, если его геометрические и физико-химические параметры находятся в пределах допусков, согласованных с допусками других элементов конструкции таким образом, что при их изготовлении исключается необходимость подбора или доработки при сборке и ремонте и обеспечивается работа собранной конструкции в соответствии с установленными ТУ.

Виды взаимозаменяемости

- **Эксплуатационная взаимозаменяемость** – точность изготовления частей ЛА обеспечивает их качественную работу при эксплуатации. При этом сборка и ремонт могут сопровождаться выполнением подгоночных работ.
- **Производственная взаимозаменяемость** - имеет место в том случае, если конструкция и точность рассматриваемых частей ЛА обеспечивают возможность сборки с другими частями без подбора и подгонки по месту.
- **Ремонтная взаимозаменяемость** характеризуется возможностью замены изношенных частей новыми без подгонки по месту.

Наиболее важной является эксплуатационная взаимозаменяемость. Если присутствуют все три вида, то говорят о полной взаимозаменяемости. Обычно стремятся выполнить первые два вида.

- **Функциональная взаимозаменяемость** – способность различных конструкций исполнять одинаковые функции
- **Частичная ВЗ** – взаимозаменяемость обеспечиваемая селективной выборкой экземпляров.

Увязка

Задачи, решаемые в процессе увязки:

1. Обеспечение требуемых количественных характеристик проектируемой конструкции;
2. Обеспечение взаимозаменяемости.

Увязка двух параметров A и A' может быть определена разностью

$$a = A - A'$$

Погрешность увязки –

$$\Delta = \Delta A - \Delta A'$$

где ΔA и $\Delta A'$ производственные погрешности параметров A и A' .

К точности увязки предъявляются более высокие требования, чем к точности изготовления.

ОБЪЕКТЫ ТОЧНОЙ УВЯЗКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛА

- 1-ая группа: **контуры отдельных плоских сечений** поверхности агрегата. Точная увязка этих контуров обеспечивает плавность исполнительной поверхности агрегата.
- 2-ая группа: **геометрические параметры деталей и узлов**, входящих в состав каждого данного сечения агрегата. Взаимная увязка объектов этой группы необходима для обеспечения требуемой точности внешней поверхности агрегата и устранения подгоночных работ.
- 3-я группа: **геометрические параметры межагрегатных стыков**.
- Увязка этих параметров необходима для обеспечения правильного взаимного расположения агрегатов ЛА в пространстве, для стыковки агрегатов без подгонки в производстве и замены при эксплуатации.
- 4-я группа: размеры, определяющие **положение оборудования** относительно конструкторских осей изделия и присоединительных элементов

Методы увязки:

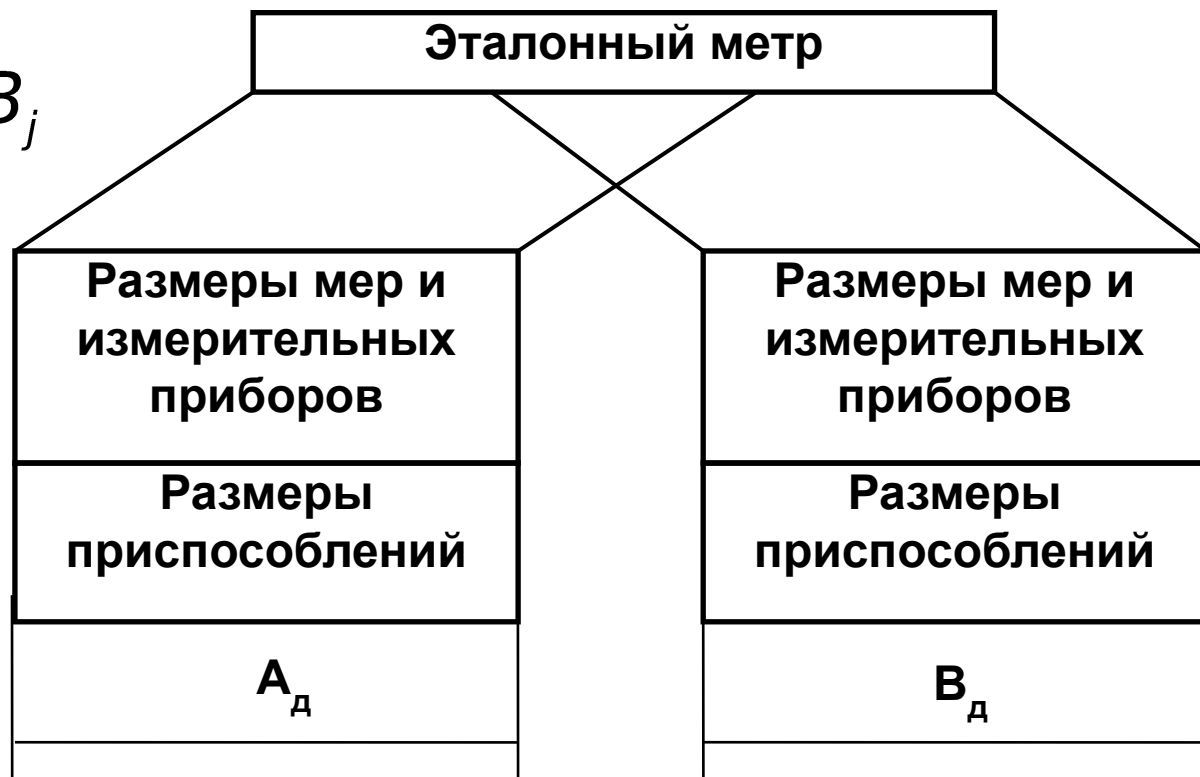
1. По чертежу (машиностроительный метод);
2. Математическим моделированием;
3. С помощью жестких носителей форм и размеров;
4. Компенсацией:
 - а) конструкторская компенсация
 - упругий элемент – сильфон;
 - регулируемое звено (заполнение зазора) – прокладки, шайбы
 - б) технологическая
 - компенсация в приспособлении;
 - компенсация перемещением;
 - компенсация деформированием
 - измерение и удаление технологического припуска;
 - совместная обработка деталей.

Для методов 1,2,3 взаимозаменяемость обеспечивается точностью процессов изготовления.

Для 4а обеспечивается подбором компенсаторов, для 4б не обеспечивается.

Принцип независимого образования форм и размеров деталей

$$\Delta_{AB} = \sum_{i=1}^m \Delta A_i - \sum_{j=1}^n \Delta B_j$$



Суммарная погрешность

$$\omega_{AB} = \omega_A + \omega_B$$

m, n - число этапов перенесения первичного размера с эталона на деталь.

Принцип независимого образования форм и размеров деталей

Достоинства:

- а) возможность изготовления технологической оснастки деталей независимо друг от друга, что значительно сокращает цикл подготовки производства.
- б) широкие возможности кооперирования производства.

Недостаток:

Поскольку к точности увязке деталей ЛА предъявляют более высокие требования, чем к точности изготовления, то потому при независимом переносе размеров на геометрические размеры деталей приходится назначать очень жесткие допуски.

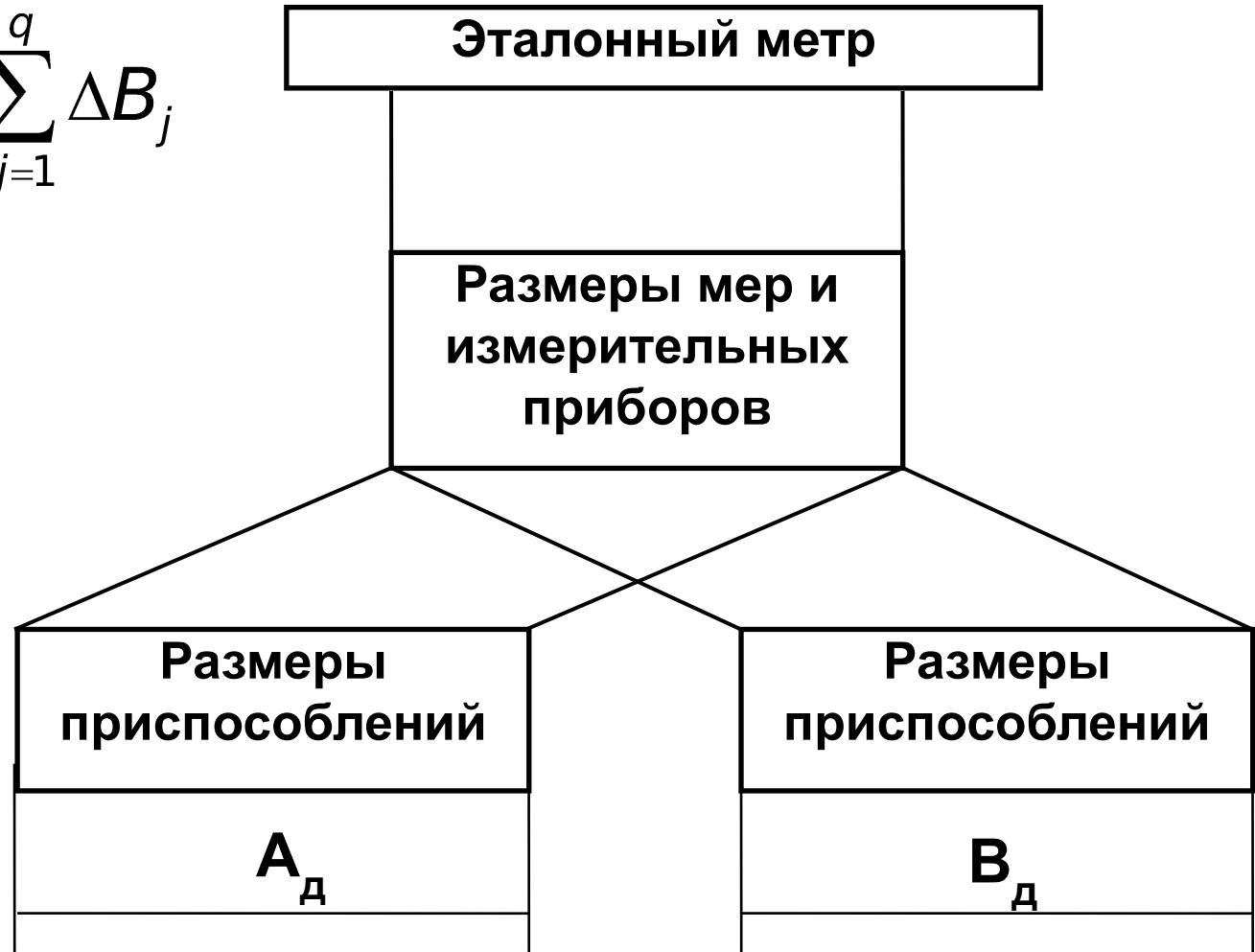
Принцип связанного образования форм и размеров деталей

$$\Delta_{AB} = \sum_{i=1}^p \Delta A_i - \sum_{j=1}^q \Delta B_j$$

$p = m - r$; $q = n - r$, где
 r - число общих этапов;
 p, q - число независимых этапов перенесения первичного размера с эталона на деталь.

Суммарная погрешность:

$$\omega_{AB} = \omega_A + \omega_B$$



Поскольку $m, n > p, q$ то погрешность увязки в этом случае меньше при одной и той же точности изготовления деталей.

Принцип связанного образования форм и размеров деталей

Достоинство: высокая точность увязки, которая тем выше, чем меньше q и p .

Недостатки:

1. резко сужается цикл работ и удлиняется цикл подготовки производства;
2. усложняется кооперирование производства.

Плазово-шаблонный метод увязки

Сущность метода:

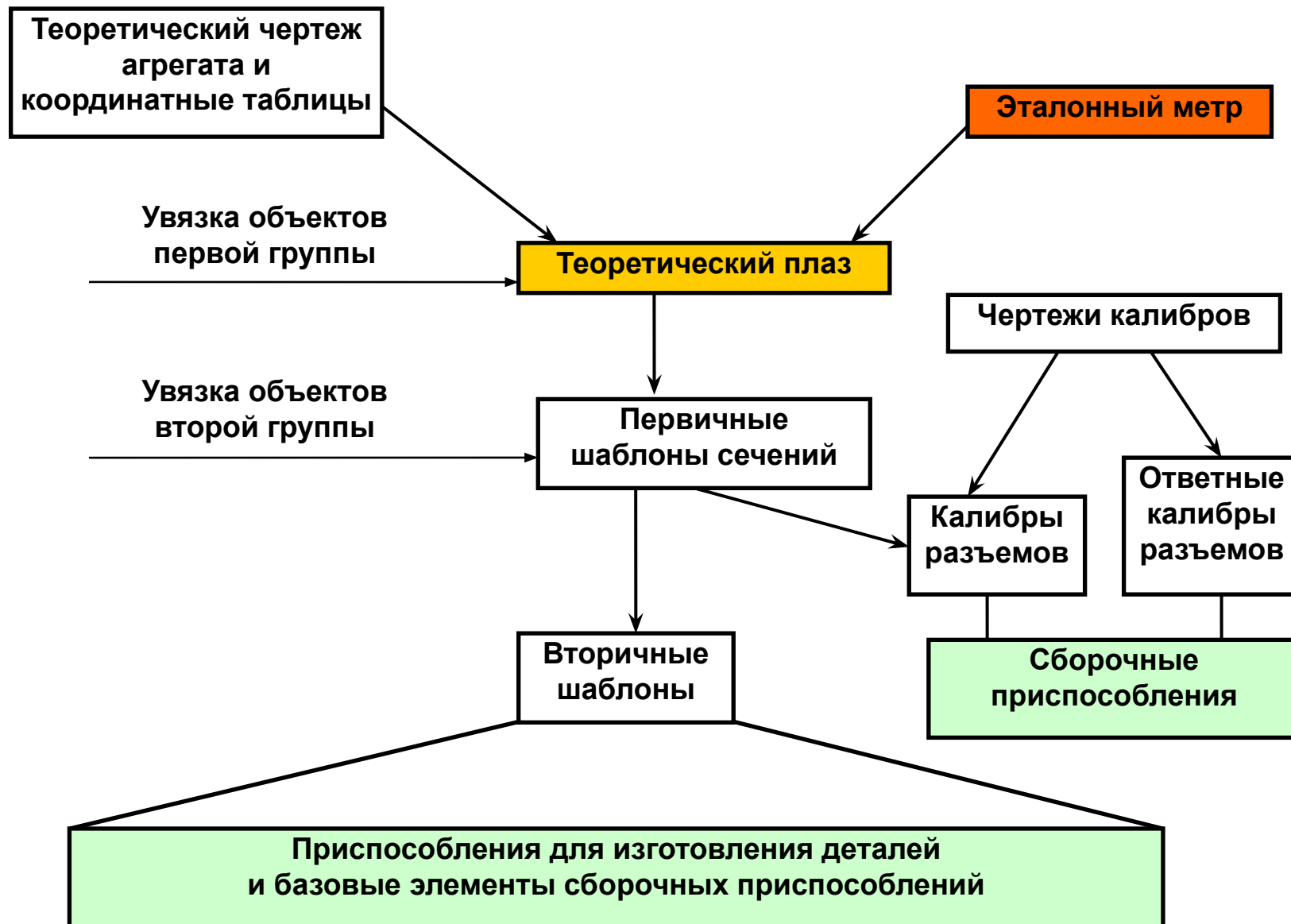
Использование единой системы жестких носителей форм и размеров взаимно сопрягаемых элементов конструкции для изготовления и взаимной увязки их между собой.

Практически эту задачу решают путем изготовления всей оснастки, относящейся к одной группе, по единому жесткому носителю форм и размеров. Операция построения сложной поверхности выполняется при изготовлении этого носителя и поэтому не влияет на точность увязки оснастки, изготавливаемой по данному жесткому носителю формы и размеров.

Жесткие носители форм и размеров, не используемые непосредственно при изготовлении частей ЛА, но необходимые для обеспечения точной взаимной увязки технологической оснастки называются **контрольно-эталонной оснасткой**.

Для 1-ой группы - плаз, для второй - первичные шаблоны и для 3-ей группы - калибры разъемов.

Структура плазово-шаблонного метода увязки



Достоинства ПШМ:

1. Возможность обеспечить увязку сложных форм с высокой точностью.

Недостатки ПШМ:

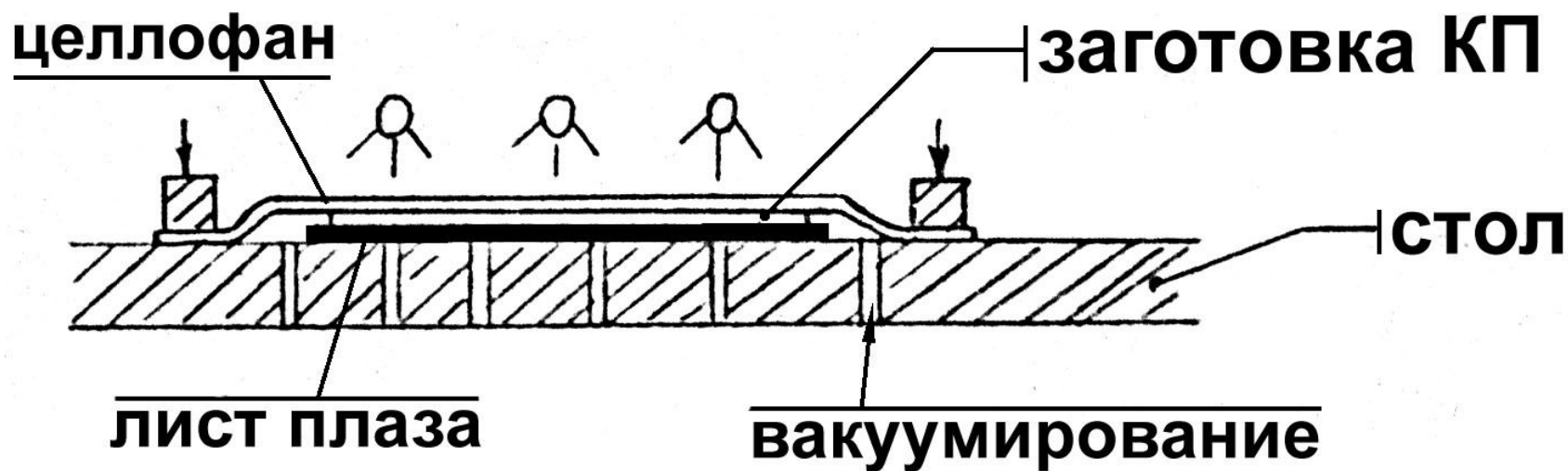
1. Сложность и недостаточная точность монтажа сборочных приспособлений по разрозненным шаблонам и калибрам разъемов.
2. Сложность и недостаточная точность обработки поверхностей объемной заготовительной оснастки по плоским шаблонам.
3. Чрезмерно длинный цикл изготовления контрольно-эталонной и технологической оснастки.

Технические средства увязки технологической оснастки при плазово-шаблонном методе увязки

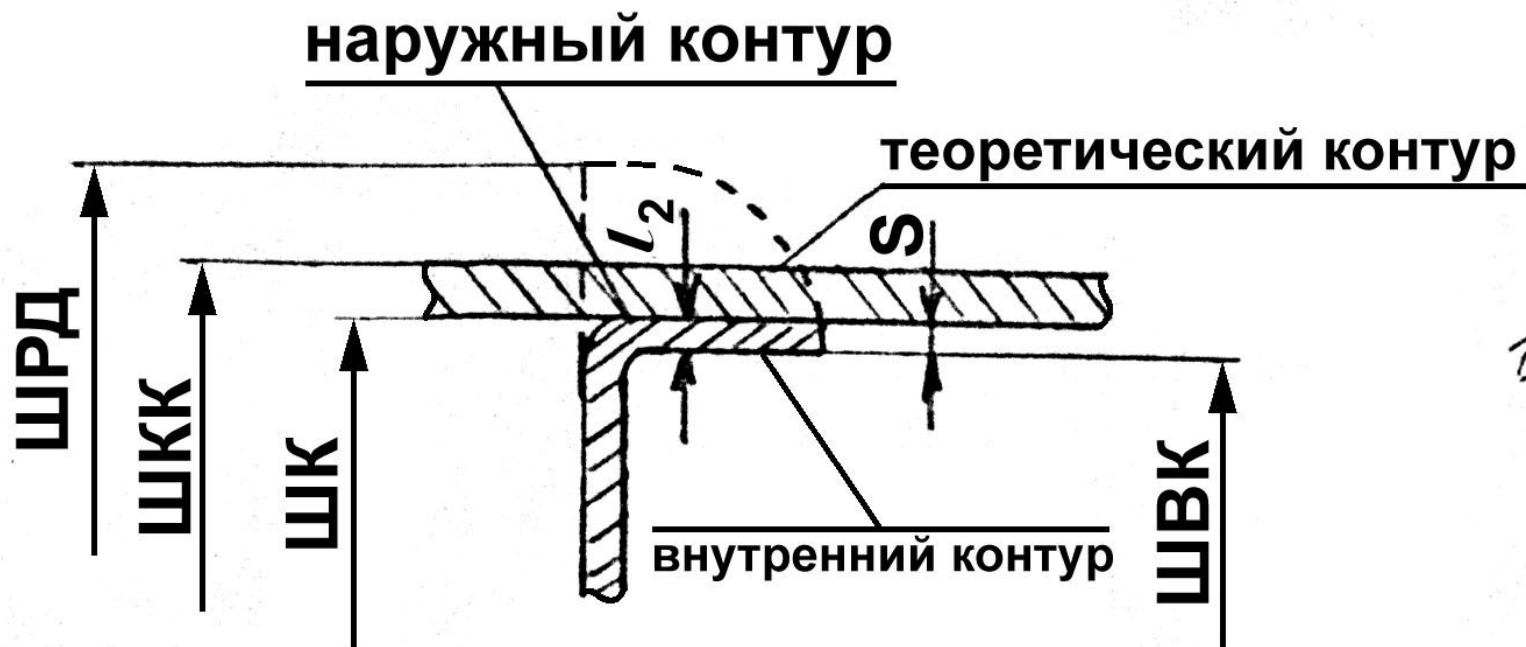
Теоретический плаз - точный чертеж агрегата в натуральную величину, на котором вычерчиваются конструктивные базы агрегата и контуры отдельных плоских сечений его поверхности. Чертеж выполняют на дюралюминиевых листах, покрытых полихлорвиниловой эмалью серого цвета.

На листах с помощью плазкондуктора вычерчивается координатная сетка, размер между осями которой равен 50мм. Затем с использованием несмываемой туши вычерчивают контуры отдельных сечений.

- **Конструктивный плаз** – фотокопия теоретического плаза на прозрачном материале винипрозе. Далее на нем вычерчивают необходимые конструктивные линии и буквенную информацию. После это переносится фотоконтактным способом на заготовки производственных шаблонов.



- **Первичные шаблоны сечений** (основные шаблоны). С их помощью производят увязку всех элементов конструкции, входящих в них.
- **Производственные шаблоны** предназначены для перенесения формы и размеров первичных шаблонов на технологическую оснастку.



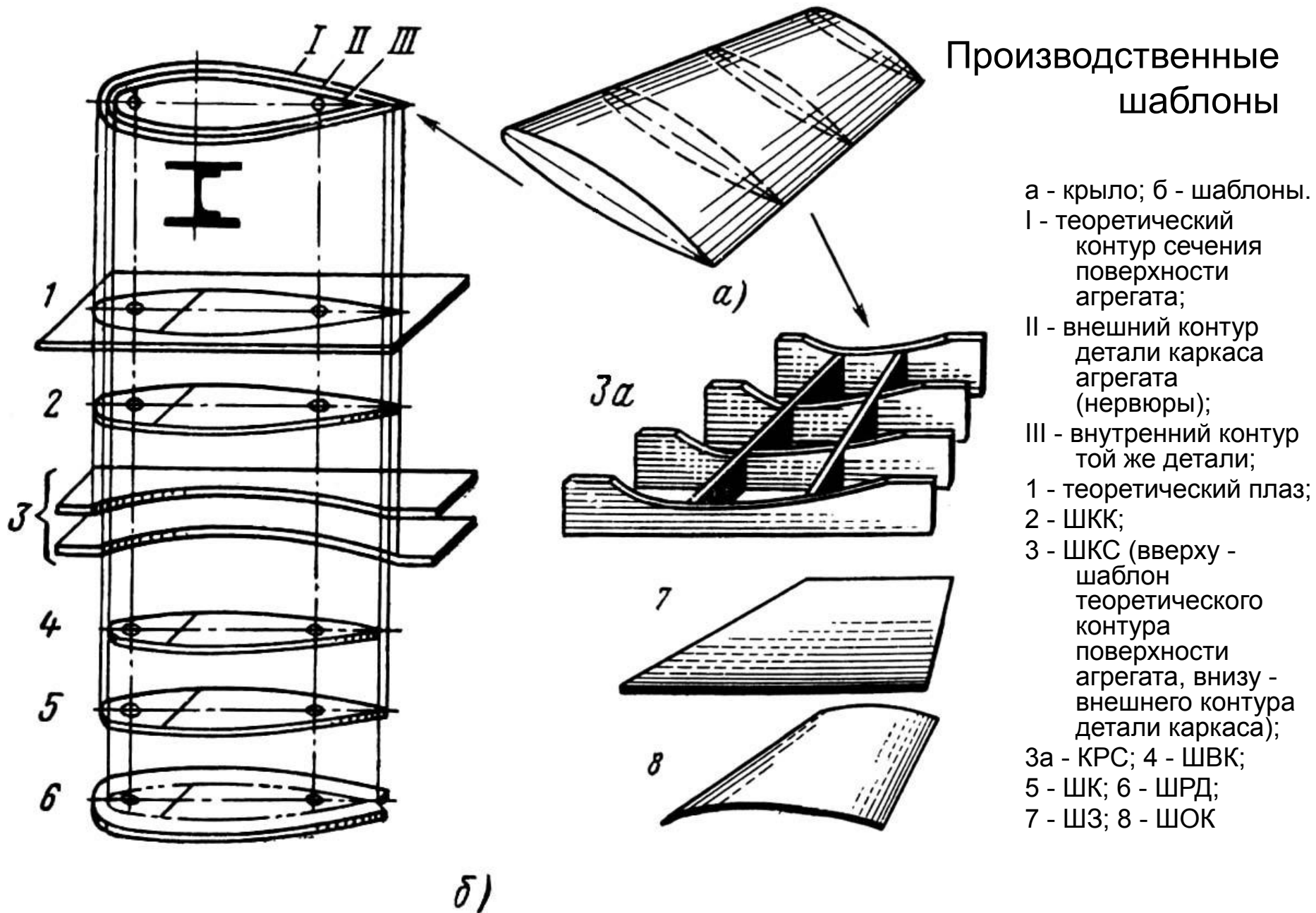


Рис. 2. 21. Производственные шаблоны:

Виды вторичных производственных шаблонов:

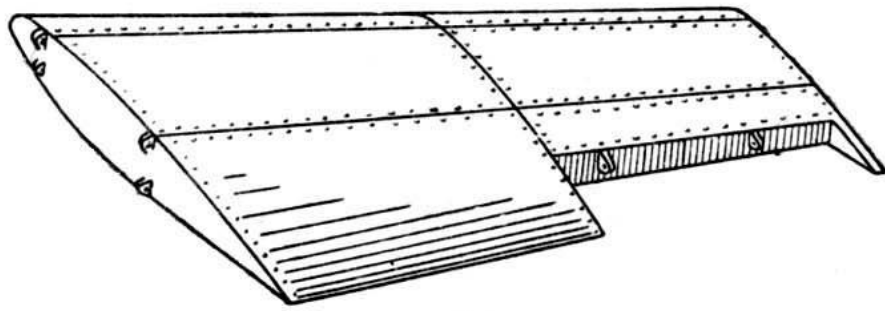
1. Шаблоны контура ШК - соответствуют наружному контуру борта детали, сопрягаемой с обшивкой отличается от контура ШКК на толщину обшивки с поправкой на малку
2. Шаблон внутреннего контура ШВК - соответствует внутреннему контуру детали, сопрягаемой с обшивкой Отличается от контура ШКК на толщину обшивки и толщину борта детали с учетом малки .
3. Шаблон развертки детали ШРД - соответствует контуру детали, сопрягаемой с обшивкой, после развертки борта на плоскость.
4. Шаблон заготовки ШЗ - представляет собой контур плоской заготовки для деталей с неразвертывающимися плоскостями .
5. Шаблон фрезерования ШФ - соответствует или эквидистантен контуру ШРД или ШЗ.
6. Шаблон контура сечения ШКС - соответствует контуру ШКК, ШК или ШЗК, но имеет вогнутый контур, являясь контршаблоном по отношению к названным. Комплект ШКС, собранны в каркас, называется каркасным шаблоном ШКС.
7. Шаблон гибки ШГ - соответствует контуру ШК или ШВК профильных или трубчатых деталей, имеющих кривизну в одной плоскости.
8. Шаблон обрезки и кондуктор для сверления отверстий ШОК - соответствует форме и размерам деталей, может иметь пространственную, как и деталь, форму; чаще всего накладывается на деталь для разметки контура обрезки или для сверления отверстия.
9. Шаблон приспособления - ШП или монтажно-фиксирующий ШМФ соответствует контурам ШКК или ШК в зависимости от назначения.
10. Шаблоны разные ШР - в зависимости от применения соответствуют разным контурам могут быть плоские и пространственные.

- На шаблонах имеются отверстия:
- БО - базовые отверстия для установки на теоретических плазах при обработке контура и для увязки шаблонов между собой. Точность расположения $\pm 0,15$ мм.
- ИО - инструментальные отверстия - для установки развертки детали на различных штампах для получения отверстий.
- СО - сборочные отверстия - для фиксирования деталей при сборке без приспособления.
- Точность расположения ИО, ШО, СО $\pm 0,2$ мм.

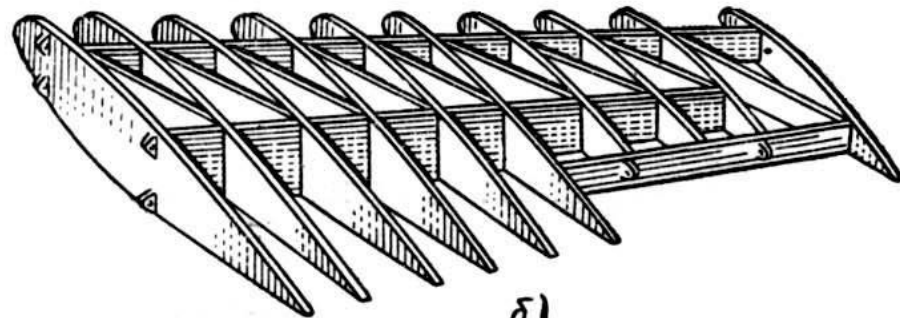
Калибр разъема - особый шаблон, воспроизводящий геометрию всех поверхностей агрегата, сопрягаемых с ответными поверхностями другого агрегата.

Взаимно отстыкованные – два калибра разъема, все сопряженные поверхности которых увязаны с необходимой точностью.

Монтажный эталон агрегата – эталон взаимного расположения контуров отдельных плоских сечений поверхности и его разъемов.

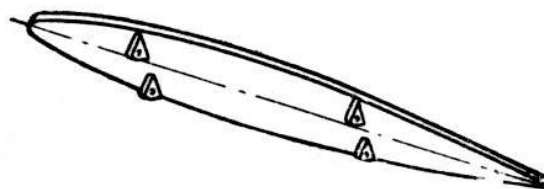
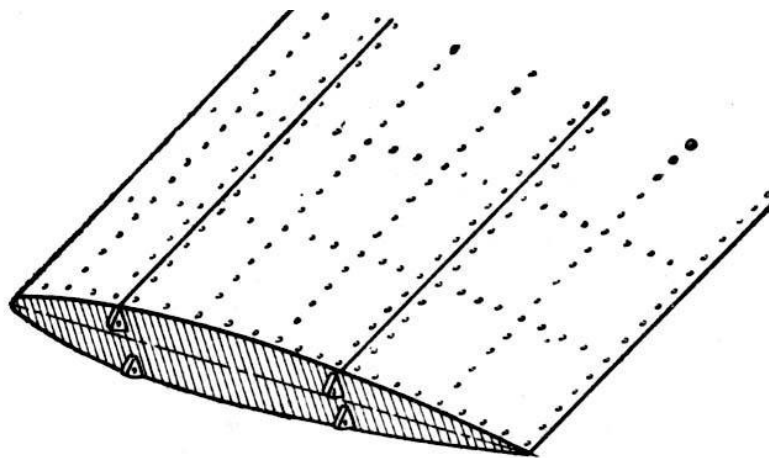


а)

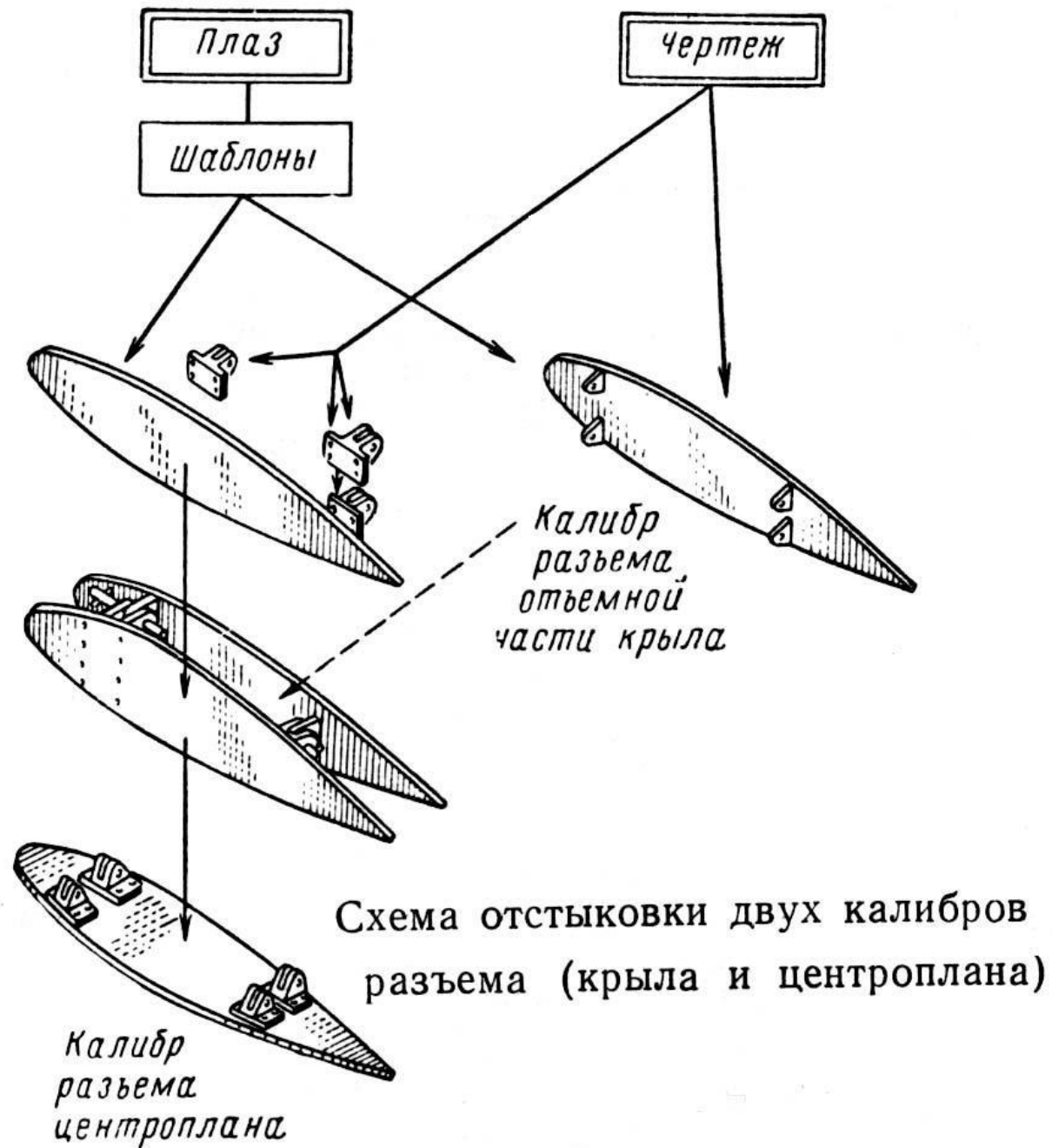


б)

Отъемная часть крыла самолета *а* и ее монтажный эталон *б*



Крыло и калибр его разъема





Развитие плазово-шаблонного метода

1. Для повышения точности установки отдельных шаблонов а, следовательно, и точности сборочных приспособлений, используют координатные стенды, а также оптические и телевизионные установки.

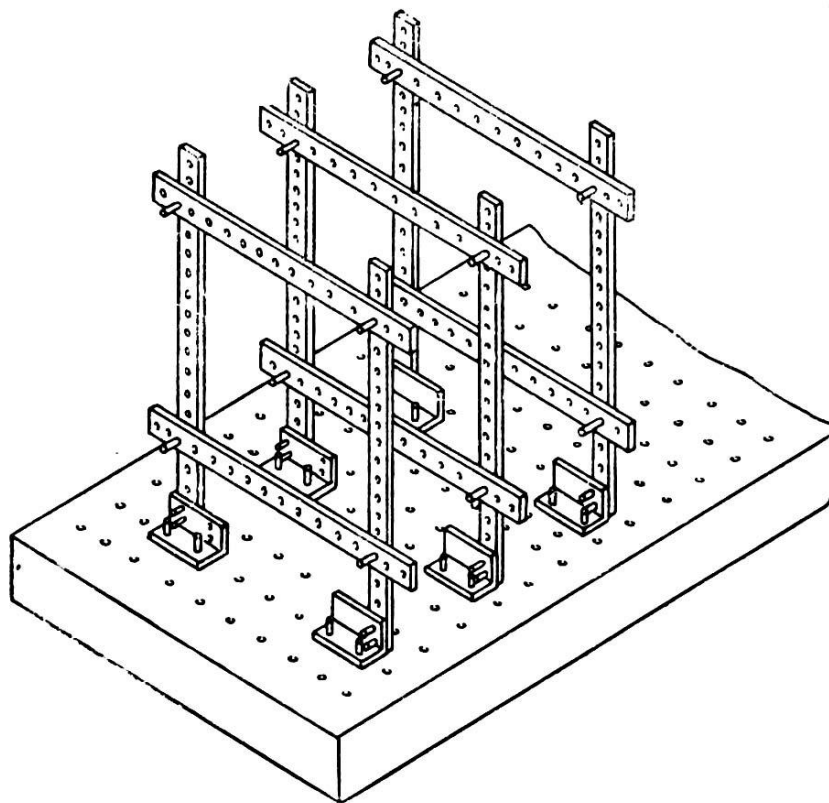
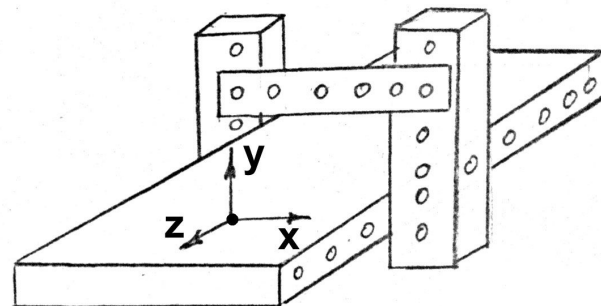
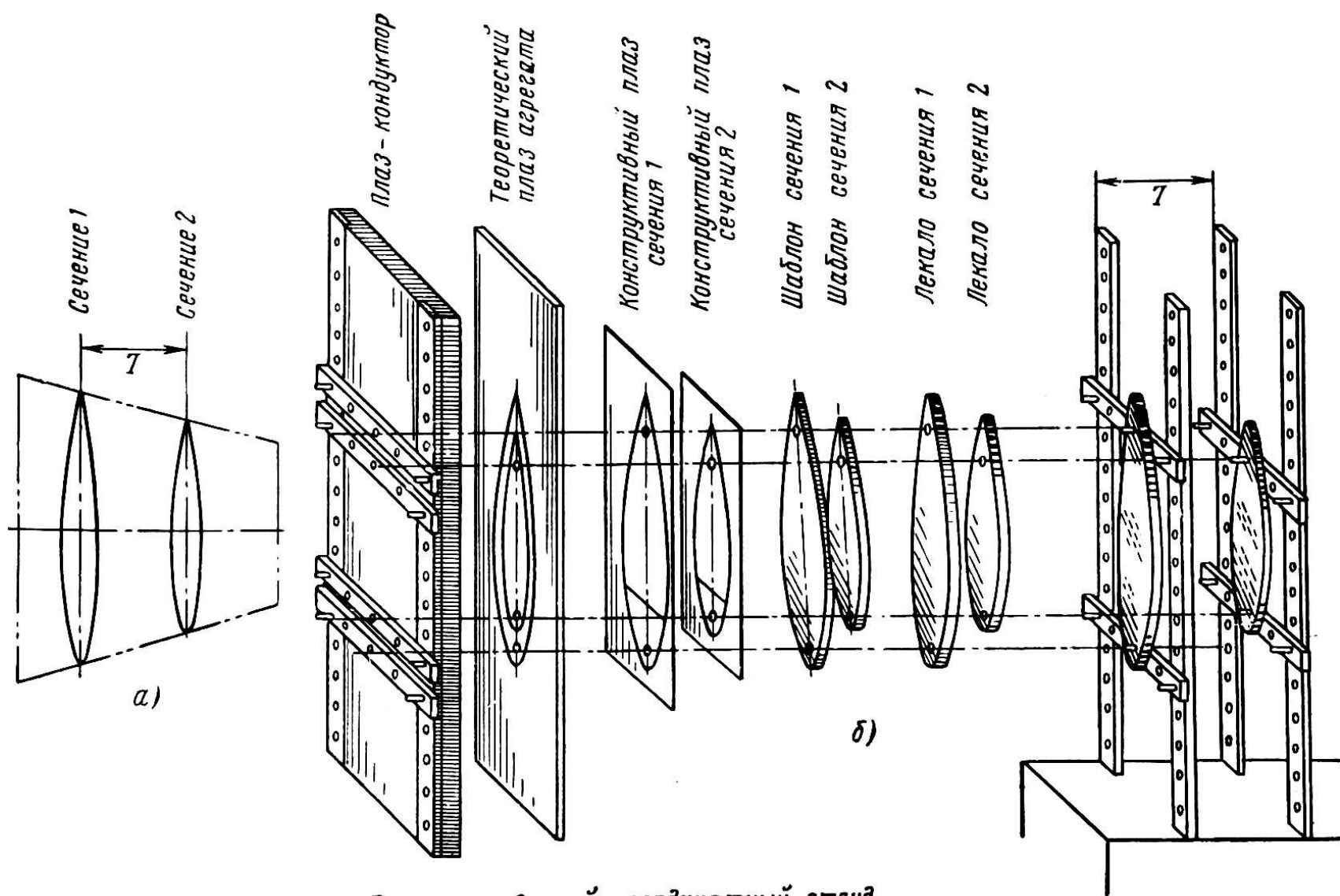


Схема многопозиционного пространственного координатного стенда



Пространственный координатный стенд

Рис. 2.32. Принципиальная схема координирования монтируемых объектов в пространстве при помощи плоского и пространственного координатных стендов:

а—расположение двух сечений агрегата в теоретическом чертеже; б—обеспечение требуемого расположения лекал двух сечений в пространстве с помощью координатных стендов

Развитие плазово-шаблонного метода

2. Второе направление совершенствования ПШМ - использование объёмных, пространственных эталонов (макетов) поверхности агрегата. В этом случае поверхность агрегата представляется не отдельными плоскими сечениями, а всей поверхностью агрегата.

С помощью гипсовых или песчоклеевых слепков или контрслепков завязывают размеры оснастки и деталей не только по отдельным сечениям, но и по всей поверхности. Сборочные приспособления монтируют по эталону.

Увязка на основе базового эталона

Увязке подлежат не только элементы конструкции ЛА, но и размеры корпуса и бортового оборудования между собой. Для этих целей используют **метод объёмной увязки** элементов корпуса ЛА и бортовых систем на основе базового объемного эталона агрегата.

В первую очередь увязывают и обрабатывают размеры деталей обшивки и каркаса на оснастке, изготовленной на основе базового эталона с помощью слепков.

Во вторую очередь производят увязку и обработку монтажей на «объёмном плазе» и эталонируют элементы систем. По эталонам элементов систем и трасс коммуникаций изготавливают технологическую оснастку для их сборки и монтажа.

Дальнейшее развитие методов увязки – повышение точности систем независимого образования форм и размеров, сочетание САПР и станков с ЧПУ.

ПШМ как метод производства

1. Специфический способ установления допусков на геометрические параметры элементов конструкции.
 $\delta_{AB} = \delta_{Aш} + \delta_{Bш}$
Точность взаимной увязки регламентируется указанием допусков увязки каждого размера с размером общего эталона.
2. Отсутствие в рабочих чертежах номинальных размеров, полученных копированием соответствующих размеров специального эталона формы и размеров. «*Размер взять с плаза*»
3. Применение наряду с рабочими, теоретических чертежей. Последние выпускают специально для построения эталонов формы и размеров.
4. Преобладание в производстве техпроцессов копирования формы и размеров специальных эталонов на обрабатываемые изделия.
5. Преимущественное выполнение операций технического контроля путем сравнения формы и размеров контролируемых объектов с формой и размерами соответствующих эталонов. Измерительные приборы используют для измерения отклонений контролируемых деталей от эталонов.
6. Межзаводская увязка технологической оснастки и изделий производится по единому комплекту эталонов формы и размеров.



Домашнее задание №5

1. Составить две замкнутые размерные цепи из взаимосвязанных размеров. Указать замыкающее звено.
2. Составить замкнутую временную цепь из взаимосвязанных событий. Указать замыкающее время.
3. Выбрать измеряемый параметр (вес, объем, частота, площадь, сила, энергия и пр.) и составить размерную цепь на его основе. Указать замыкающий размер.
4. **Количество звеньев 3–9. Для всех цепей указать факторы, влияющие на погрешность КАЖДОГО звена.**

Примечания:

1. Рекомендуется максимальный «размер» выбирать в виде внешнего ограничения.
2. Принимаются также толковые рисунки вместо текстовых описаний.

Совпадения в Д/З не допускаются!

Выполнение ВСЕХ Д/З – необходимое условие допуска к зачету!

Пример временной размерной цепи

The image shows a musical score in 4/4 time, consisting of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The treble staff contains a melody starting with a quarter note, followed by a group of four eighth notes, and ending with a quarter note. The bass staff contains a single quarter note. Above the treble staff, a blue double-headed arrow spans the duration of the first two measures, with vertical tick marks at the beginning and end of the arrow and at the start of each of the four eighth notes. Below the bass staff, a blue double-headed arrow spans the duration of the first two measures, with vertical tick marks at the beginning and end of the arrow.

Домашнее задание №6

1. Привести 3 примера пространственного базирования объектов (определение положения объектов относительно базового). Указать базовый объект.
Если возможно, выделить «конструкторские» (теоретические), «технологические» (реальные) базы.
2. Привести пример временного базирования событий относительно базового. Указать базовое событие.

Совпадения в Д/З не допускаются!

Выполнение ВСЕХ Д/З – необходимое условие допуска к зачету!

Домашнее задание №7

1. Найти 10 пар объектов, нуждающихся в увязке.
Для каждой пары указать метод увязки.
 2. *Для фанатов*: Привести примеры аварий, вызванных нарушением увязки параметров.
Указать параметры, которые не удалось увязать.
- Желательно выбирать пары таким образом, чтобы показать все методы увязки.

Совпадения в Д/З не допускаются!

Выполнение ВСЕХ Д/З – необходимое условие допуска к зачету!