

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ.
БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ПРИ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ**

Методические указания к лабораторным и практическим
работам для студентов специальностей
1-36 01 01 «Технология машиностроения» и
1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного
производства»

**Витебск
2015**

УДК 621(075.8)

Технология машиностроения. Базирование заготовок при механической обработке : методические указания к лабораторным и практическим работам для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства»

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2015.

Составитель: к.т.н., доц. Беляков Н. В.

В методических указаниях изложены методики позволяющие: определить комплект баз ориентации обрабатываемых конструктивных элементов; разработать теоретическую схему базирования (обеспечение допусков взаимного расположения); разработать теоретическую схему установки (выдача задания на выбор или проектирование станочного приспособления); оценить погрешности схемы установки. Издание предназначено для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

Одобрено кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ». 12 ноября 2014 г. Протокол № 5.

Рецензент: к.т.н., доц. Угольников А. А.

Редактор: к.т.н., доц. Путеев Н. В.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ». 27 ноября 2014 г. Протокол № 8.

Ответственный за выпуск: Герасимова О. С.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати 22.12.15. Формат 60x90 1/16. Уч.-изд. лист. 3.6

Печать ризографическая. Тираж 130 экз. Заказ № 362.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий №1/172 от 12 февраля 2014 г.

210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Реальное базирование	5
2 Проектное базирование	8
2.1 Конструкторская и технологическая проектные базы. Комплект баз ориентации.....	8
2.2 Понятие теоретических схем базирования и установки. Настроечная база.....	18
3 Размерная настройка	32
4 Синтез схем базирования и установки	37
4.1 Проектирование схем базирования.....	37
4.2 Проектирование схем установки.....	42
5 Погрешность теоретической схемы установки	46
Вопросы для самоконтроля	57
Список использованных источников	61
Приложение А Числовые значения неуказанных допусков перпендикулярности, соосности и симметричности.....	63
Приложение Б Установочные элементы.....	64
Приложение В Алгоритмы назначения вида компонентов комплекта технологических баз.....	68
Приложение Г Таблица сокращения вариантов технических решений.....	81
Приложение Д Варианты заданий.....	83

Цель работы:приобретение опыта проектирования моделей установки заготовок на металлорежущем оборудовании.

Задачи студента:по заданному варианту определить **комплект баз ориентации обрабатываемых конструктивных элементов**; разработать **теоретическую схему базирования** (определение числа налагаемых связей); разработать **теоретическую схему установки** (выдача задания на проектирование оснастки); оценить **погрешности схемы установки**; разработать (или выбрать) **конструктивную модель приспособления**.

ВВЕДЕНИЕ

Любая техническая система, в том числе и технологическая оснастка, создается для выполнения определенного набора функций. Главной функцией технологической оснастки является **ориентирование (базирование)**. Для станочных приспособлений это такое ориентирование **обрабатываемых компонентов заготовки** по отношению к направлениям рабочих движений станка и формообразующего компонента инструмента, которое **обеспечит заданные допуски взаимного расположения** (перпендикулярность, параллельность, угол) и расстояний. Для сборочных приспособлений это такое ориентирование сопрягаемых поверхностей соединяемых деталей, которое обеспечит известные условия собираемости. Для контрольных приспособлений и комплексных калибров это такое ориентирование контролирующих компонентов относительно компонентов проверяемой детали, служащих началом отсчета, которое обеспечит надежное обнаружение годных и негодных (брак) деталей.

По назначению базы будем делить на: **конструкторские и технологические**, которые, в свою очередь, подразделяются на базы механической обработки, сборочные и измерительные.

Конструкторские базы используются для задания на чертежах взаимного расположения (линейных размеров, параллельности, перпендикулярности или в общем случае угла) элементов детали.

Технологические базы механической обработки используются для ориентации заготовки или элементов заготовки в заданной зоне станка и при проектировании технологического процесса обработки детали и станочных приспособлений. В первом случае технологические базы будем называть **реальными**, а во втором – **проектными**.

Технологические сборочные базы используются для взаимной ориентации деталей, сборочных единиц или их элементов при сборке изделия (реальные базы) и при проектировании технологии сборки и сборочных приспособлений (проектные базы). **Основной сборочной базой** предлагается называть совокупность поверхностей детали или сборочной единицы, которая определяет ее положение в изделии. **Вспомогательная сборочная база** – совокупность поверхностей детали или сборочной единицы, которая определяет положение присо-

единяемой к ней детали или сборочной единицы.

Измерительные базы используются при измерении отклонений взаимного расположения (реальные базы) и при *проектировании* технологии измерения и самих средств измерений (проектные базы). Реальная измерительная база служит для ориентации средств измерения по отношению к измеряемому объекту. Она должна совпадать с конструкторской во избежание погрешности схемы измерения.

1 РЕАЛЬНОЕ БАЗИРОВАНИЕ

Под реальным базированием будем понимать: процесс ориентации заготовки или элементов заготовки в заданной зоне станка при механической обработке; взаимной ориентации деталей, сборочных единиц или их элементов при сборке изделия; ориентации средств измерения по отношению к измеряемому объекту при измерении.

Синоним слова базирование – ориентация. При решении разных задач оно имеет различный смысл. Например, при обработке необходимо так расположить заготовку в рабочей зоне станка, чтобы обеспечить заданную форму и расположение обрабатываемой поверхности (которой еще нет) при минимальных затратах на управление относительными движениями инструмента и заготовки.

Например, для обработки плоскости на строгальном или вертикально-фрезерном станке заготовку следует ориентировать так, чтобы направляющая и образующая будущей плоскости были, соответственно, параллельны продольной и поперечной подаче. В принципе, можно обработать плоскость на указанных станках, даже если она наклонна по отношению к одной из подач. Для этого необходимо дополнительное управление, которое бы соответственным образом связывало перемещение вдоль этой подачи с вертикальным перемещением, зависящим от заданного угла. При такой обработке «строками» снижается производительность обработки и качество (форма) плоскости.

При обработке цилиндрической поверхности на токарном, сверлильном или расточном станке ее ось обязательно должна быть параллельна продольной подаче и совпадать с осью вращения шпинделя или инструмента.

Как же расположить поверхность, которой еще нет, в рабочей зоне станка? Очевидно, *это можно сделать, только расположив в рабочей зоне станка определенным образом те компоненты заготовки, которые были получены ранее.* Эти компоненты называют **реальными технологическими базами**. А процесс расположения заготовки в рабочей зоне станка – **реальным базированием**.

В технологии машиностроения используются **три метода реального базирования**: 1) *выверкой по разметке*; 2) *выверкой по реальной технологической базе*; 3) *сопряжением*.

Базирование по разметке применяется в единичном и мелкосерийном производстве, а также при обработке крупногабаритных загото-

вок. Технологической базой в случае базирования заготовки в приспособлении-спутнике (рис. 1.1) являются линии разметки 2. Контроль их положения осуществляется обычно штангенрейсмусом 4. Регулировка положения заготовки 1 осуществляется домкратами 3 и кулаками 5. При базировании заготовки показанной на рисунке 1.2 на столе станка контроль положения линий разметки осуществляется штангенрейсмусом, а также с помощью чертилки 1 закрепленной в оправке 2. К недостаткам метода выверки по разметке следует отнести: 1) низкую точность (0,8...1,3 мм); 2) высокие требования к квалификации рабочего; 3) низкую производительность. А к достоинствам: 1) возможность проверки пригодности заготовки до начала её обработки; 2) возможность наиболее рационального размещения контура детали в теле заготовки.

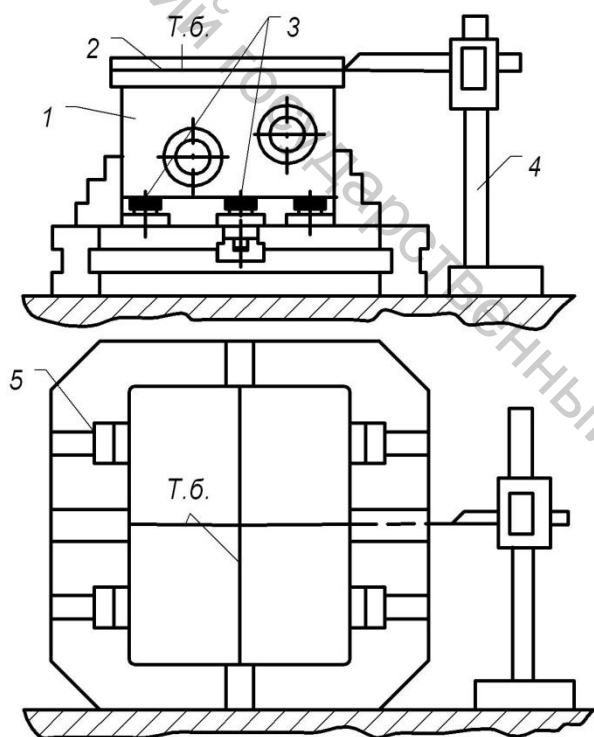


Рисунок 1.1 – Реальное базирование заготовки в приспособлении-спутнике по разметке

следует отнести высокую (0,02...0,1 мм) точность базирования, зависящую только от точности контролирующего инструмента и точности технологической базы. А к недостаткам – низкую производительность и высокие требования к квалификации рабочего.

При базировании выверкой по реальной технологической базе правильность положения объекта контролируется точными средствами (индикатором, микроскопом и т.д.). При механической обработке выверяется параллельность технологической базы направлению подачи (рис. 1.3,а), положение оси отверстия относительно оси шпинделя станка, биение заготовки (рис. 1.3,б). К достоинству метода

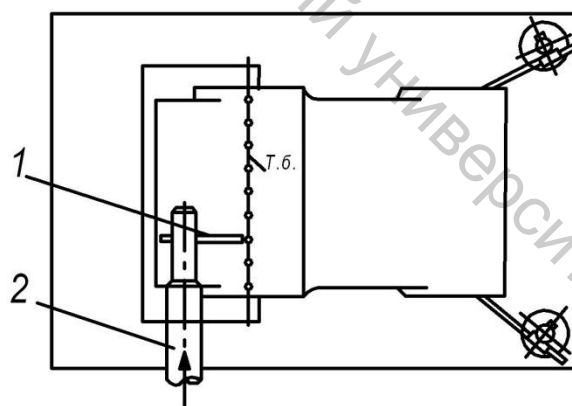
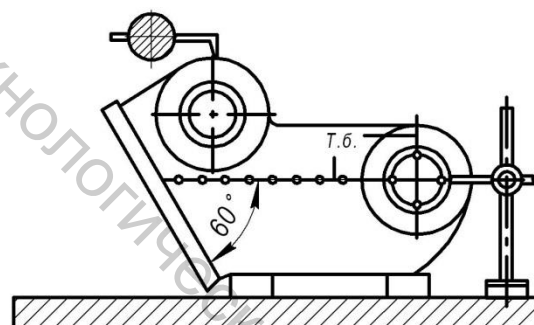


Рисунок 1.2 – Реальное базирование заготовки на столе станка

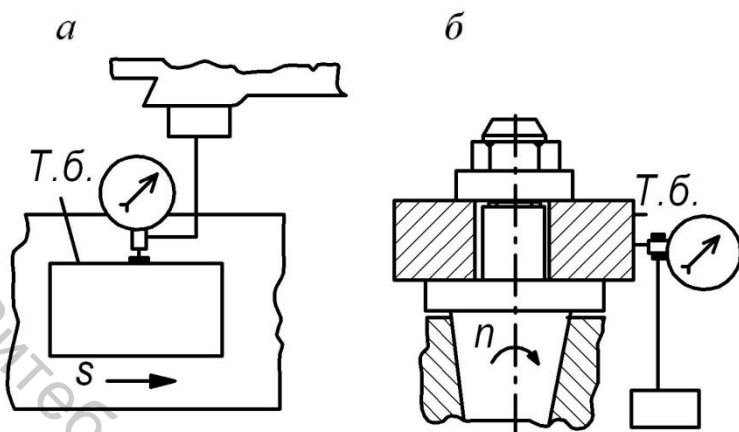


Рисунок 1.3 – Реальное базирование выверкой по технологической базе

Базирование сопряжением осуществляется при соприкосновении технологических баз заготовки с установочными элементами приспособления. Пример базирования сопряжением при механической обработке показан на рисунок 1.4. Данный метод обеспечивает как высокую производительность, так и достаточно высокую точность базирования.

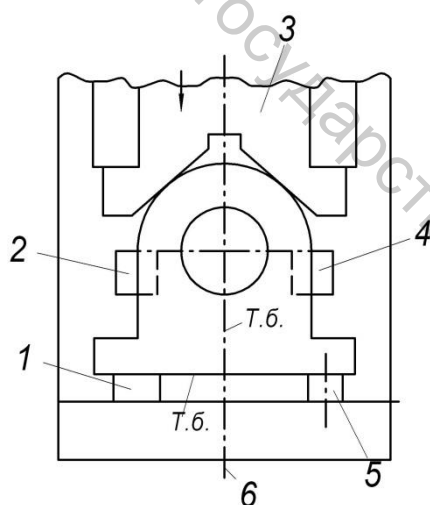


Рисунок 1.4 – Реальное базирование сопряжением:

1 и 5 – опорные планки;
2 и 4 – упоры, 3 – подвижная призма.

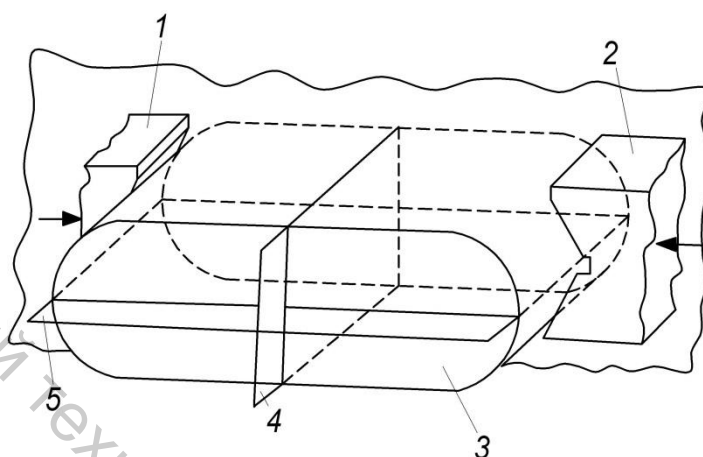


Рисунок 1.5 – Использование плоскостей симметрии в качестве скрытых баз при установке в самоцентрирующем приспособлении

Чаще всего в качестве баз используются плоские и цилиндрические поверхности в различных сочетаниях. Реже используются конические и сферические.

На рисунке 1.5 приведен пример реализации скрытых проектных баз (см. главу 2) (плоскость симметрии 5 и 4 заготовки 3). Подвижная призма 3 (рис. 1.4) позволяет реализовать скрытую базу (плоскость симметрии 6).

Для сохранения полученного при реальном базировании относительного положения заготовки под действием нагрузок, возникающих во время ее обработки, необходимо силовое замыкание. Силы (моменты сил), создающие силовое замыкание, должны быть больше сил (моментов), стремящихся нарушить относительное положение заготовки, которое было получено при базировании. Для создания силового замыкания используются: 1) упругие деформации отдельных деталей или механизмов станочного приспособления; 2) силы трения; 3) сила тяжести; 4) давление жидкости или газа; 5) магнитные и электромагнитные силы; 6) сочетание различных сил.

2 ПРОЕКТНОЕ БАЗИРОВАНИЕ

2.1 Конструкторская и технологическая проектные базы. Комплект баз ориентации

Процессу реального базирования должен предшествовать процесс проектного базирования. Прежде чем изготавливать деталь разрабатывают ее графическую модель (чертеж), модель технологического процесса ее изготовления и лишь затем модели необходимой оснастки.

Под **конструкторской базой** будем понимать элемент геометрической (графической) модели детали (или сочетание элементов), определяющий одну из плоскостей или осей системы координат (как правило, декартовой), по отношению к которой задается ориентация другого (*рассматриваемого*) элемента. Пример указания конструкторских баз показан на рисунке 2.1. Ориентация *рассматриваемого элемента* на чертежах указывается допусками взаимного расположения (или задается по умолчанию согласно ГОСТ 25069-81) и расстояниями до нескольких конструкторских баз, которые будем называть **комплексом конструкторских баз ориентации**. Так, например, ориентация оси отверстия $\varnothing 20^{+0,1}$ задана по отношению к двум комплектам конструкторских баз ориентации:

1) с помощью допуска перпендикулярности по отношению к базе А и с помощью линейных размеров $50 \pm 0,1$ по отношению к оси отверстия $\varnothing 18^{+0,1}$ и линейного размера $30 \pm 0,2$ по отношению к плоскости Е (комплект баз ориентации – две взаимноперпендикулярные плоскости (А и Е) и ось отверстия $\varnothing 18^{+0,1}$);

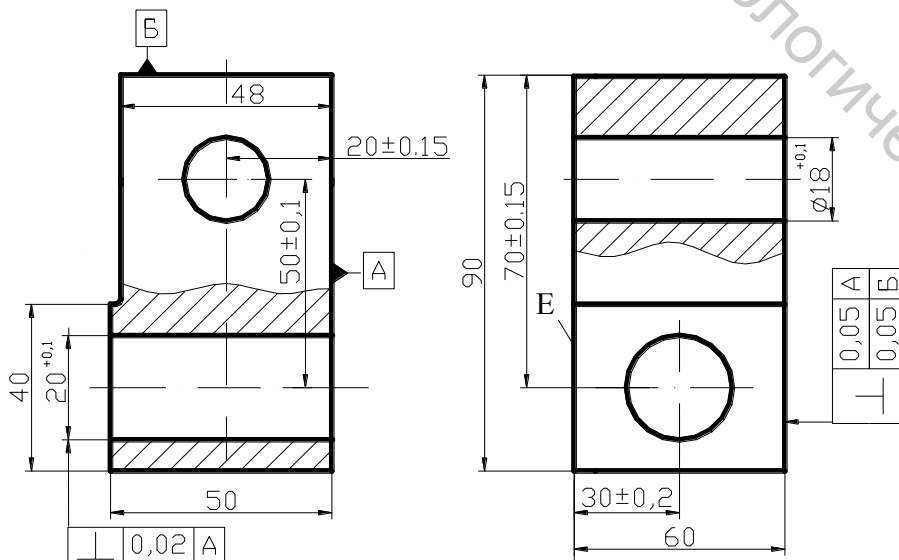


Рисунок 2.1 – Эскиз детали

2) с помощью допуска перпендикулярности по отношению к базе А и с помощью линейных размеров $70 \pm 0,15$ по отношению к плоскости Б и линейного размера $30 \pm 0,2$ по отношению к плоскости Е. (комплект баз ориентации – три взаимноперпендикулярные плоскости (А, Б и Е)).

Основными видами расположения элементов при конструировании деталей являются: *параллельность, перпенди-*

кулярность, угол, соосность, симметрия. Причем два последних вида являются производными от параллельности.

При проектировании технологических процессов механической обработки или станочных приспособлений с учетом порядка обработки следует указывать *проектные технологические базы механической обработки*. **Технологической проектной базой** (далее технологическая база) будем называть элемент геометрической модели заготовки (ГМЗ) (абсолютно твердого тела, поверхности которого идеальны) по отношению к которому обеспечивается ориентация (расстояние, допуск взаимного расположения) подлежащего обработке конструктивного элемента. Для уменьшения наследования погрешности обработки и избежания погрешности базирования при разработке модели установки необходимо стремиться к совпадению технологических и конструкторских проектных баз (принцип единства баз). Однако не следует забывать, что заготовка детали – это промежуточное состояние детали (т.е. деталь с напусками и припусками). Деталь формируется после выполнения последнего перехода последней операции технологического процесса обработки. Детали поступают на сборку. Таким образом, при обеспечении принципа единства баз следует вести речь о обозначениях на ГМЗ размерных и угловых связей согласно чертежа.

При **проектном технологическом базировании** вводится система отсчета (система координат) сопряженная (соприкасающаяся) с технологическими базами. Указанную систему координат логично назвать *собственной* (ССК), так как она строится на элементах модели заготовки, или *базовой* (БСК), так как она определяет **комплект баз**, по отношению к которому ориентируются рассматриваемые подлежащие обработке конструктивные элементы (**комплект технологических баз ориентации**).

Конструкторские и технологические базы будем делить на два класса: *оси* и *плоскости*. По характеру проявления – *явные* и *скрытые* (точки, линии и плоскости симметрии).

Различные сочетания осей или плоскостей в базовой системе координат и определяют **комплекты (конструкторских и технологических) баз ориентации** конструктивных элементов.

В случае использования декартовой системы отсчета в подавляющем большинстве случаев используется четыре варианта **комплектов баз ориентации** конструктивных элементов (см. табл. 2.1):

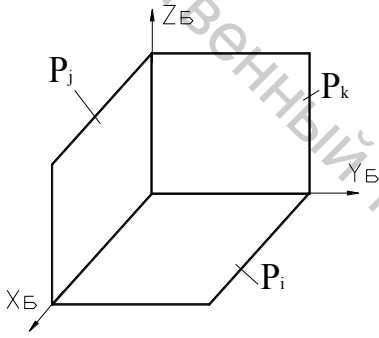
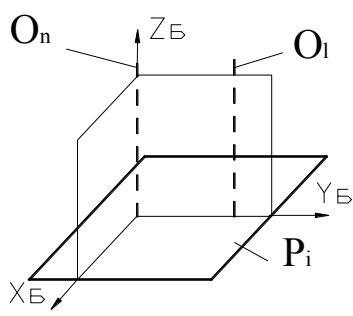
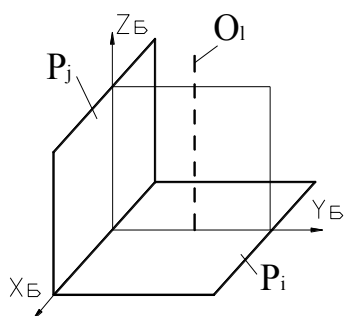
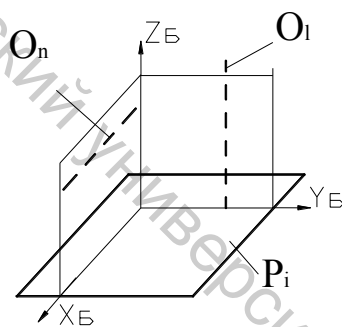
- а) три взаимно перпендикулярные плоскости, среди которых может быть плоскость симметрии (табл. 2.1 поз. 1);
- б) плоскость и две оси, перпендикулярные к ней (табл. 2.1 поз. 3);
- в) две взаимно перпендикулярные плоскости и ось, которая перпендикулярна к одной из них (в частном случае ось может лежать в плоскости, которая в общем случае параллельна оси) (табл. 2.1 поз. 2);
- г) плоскость и две оси, одна из которых перпендикулярна, а другая параллельна этой плоскости (в частном случае она может лежать в этой плоскости) (табл. 2.1 поз. 4);

д) три взаимно перпендикулярных оси.

В частных случаях вариантов 2 и 4 оси могут лежать в плоскостях, которым они параллельны. В варианте 1 одна из плоскостей может быть плоскостью симметрии. Плоскость и оси симметрии согласно ГОСТ 21495-77 называются *скрытыми технологическими базами*, остальные базы комплекта – *явными технологическими базами*. Реальные базы бывают только явными.

Относительное угловое положение *оси* осесимметричного элемента конструкции (поверхности вращения) на чертеже детали или оси обрабатываемой поверхности заготовки на операционном эскизе должно быть задано необходимым и достаточным числом показателей. Так, *ось может быть: перпендикулярна только к одной плоскости, или параллельна двум пересекающимся плоскостям, или параллельна к одной плоскости и составлять некоторый угол с плоскостью, которая перпендикулярна первой.*

Таблица 2.1 – Варианты комплектов баз ориентации конструктивных элементов

Обозначение	Комплект баз и структурная формула	Обозначение	Комплект баз и структурная формула
Комплект баз ориентации №1		Комплект баз ориентации №3	
	$P_i \perp P_j \perp P_k$		$(O_l \perp P_i) \wedge (O_n \perp P_i)$
Комплект баз ориентации №2		Комплект баз ориентации №4	
	$P_i \perp P_j$ $((O_l // P_i) \wedge (O_l \perp P_j)) \vee$ $((O_l // P_j) \wedge (O_l \perp P_i))$		$((O_l \perp P_i) \wedge (O_n // P_i)) \vee$ $((O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i))$

На рисунке 2.2 приведен пример некорректного задания точности расположения оси обрабатываемого отверстия. Допуск параллельности оси к базе Б, указанный на чертеже детали избыточен, так как допуск перпендикулярности относительно базы А однозначно задает относительное положение оси. Поле допуска параллельности будет дублировать поле допуска перпендикулярности (рис. 2.3).

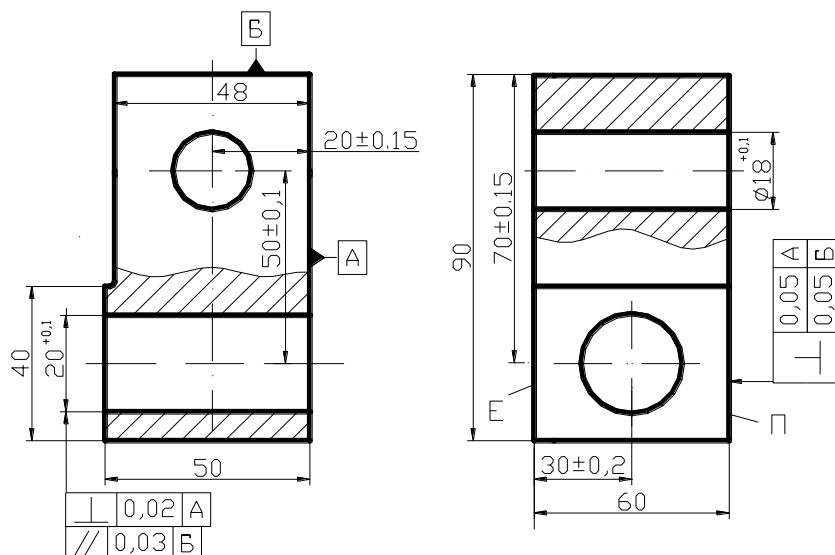


Рисунок 2.2 – Иллюстрация некорректного задания допуска взаимного расположения

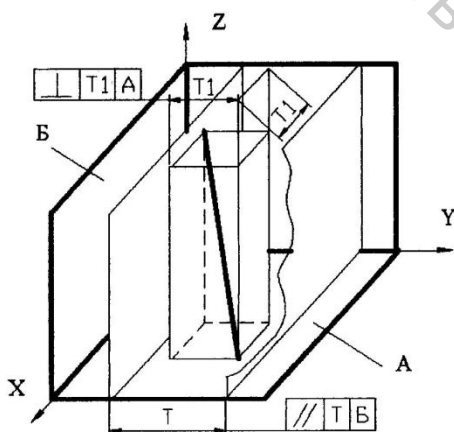


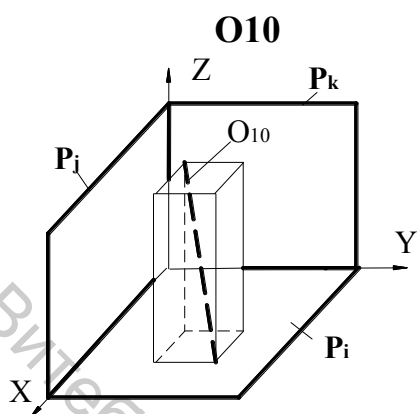
Рисунок 2.3 – Схема распределения полей допусков перпендикулярности и параллельности относительно баз А и Б

Относительное угловое положение плоского конструктивного элемента (плоскости) на чертеже детали или обрабатываемой плоскости заготовки на операционном эскизе также должно быть задано необходимым и достаточным числом показателей. Так, плоскость может быть: перпендикулярна к двум пересекающимся плоскостям или к оси, или перпендикулярна к одной плоскости и составлять некоторый угол с другой, которая перпендикулярна к первой.

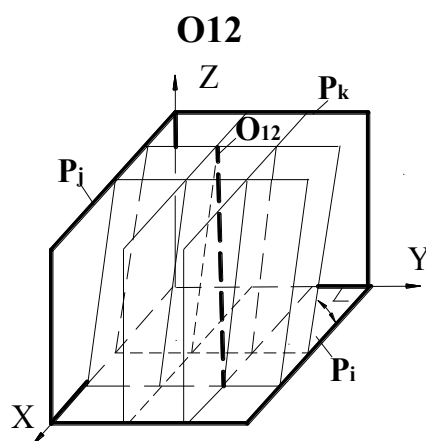
Таким образом, можно определить варианты однозначного задания ориентации элементов конструкции относительно того или иного комплекта баз ориентации. Проведенный анализ показывает, что в большинстве случаев используется 62 варианта задания ориентации обрабатываемой оси или плоскости конструктивного элемента относительно того или иного комплекта баз ориентации:

Если технологическими базами являются три плоскости (комплект баз №1 табл. 2.1), то расположение оси осесимметричного конструктивного элемента (обрабатываемой поверхности) может задаваться допуском либо:

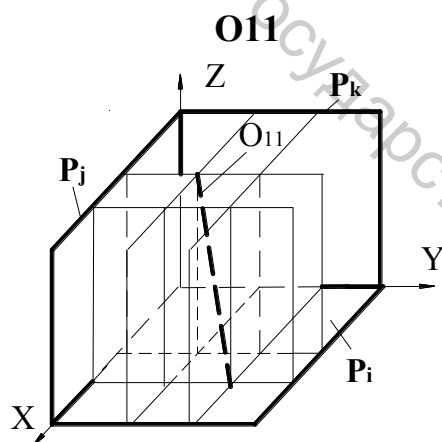
- 1) перпендикулярности к одной из плоскостей комплекта баз ориентации (O10) (рис. 2.4);
- 2) параллельности относительно двух плоскостей комплекта баз (O11)



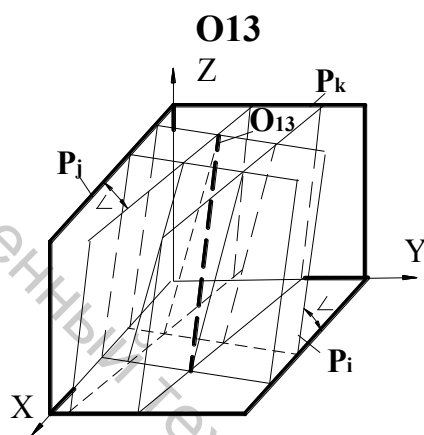
$$O_{10} \perp P_{i(j,k)}$$



$$O_{12} // P_j \wedge O_{12} \angle P_{i,k}$$



$$O_{11} // P_i \wedge O_{11} // P_j$$



$$O_{13} \angle P_i \wedge O_{13} \angle P_j$$

Рисунок 2.4 – Обозначения задания ориентации оси относительно первого комплекта баз

поверхности может задаваться допуском либо:

- 5) перпендикулярности к плоскости комплекта, перпендикулярной оси (O20);
- 6) перпендикулярности к плоскости комплекта баз, параллельной оси комплекта (O21);
- 7) параллельности относительно оси комплекта баз (O22);
- 8) перпендикулярности к оси комплекта баз и параллельности к плоскости комплекта, параллельной оси (O23);
- 9) параллельности относительно плоскостей комплекта (O24);
- 10) параллельности относительно плоскости комплекта, параллельной оси и углового расположения относительно другой плоскости комплекта (O25);
- 11) углового расположения относительно двух плоскостей комплекта (O26);
- 12) параллельности относительно плоскости комплекта, параллельной оси и углового расположения относительно оси комплекта (O27);

(рис. 2.4);

3) параллельности относительно одной плоскости и углового расположения относительно другой плоскости комплекта баз (O12) (рис. 2.4);

4) углового расположения относительно двух плоскостей комплекта баз (O13) (рис. 2.4) и соответствующими двумя координатами точки на оси (линейными размерами).

Если технологическими базами являются две плоскости и ось, перпендикулярная к одной из них (комплект баз №2 табл. 2.1), то расположение оси обрабатываемой

13) углового расположения относительно плоскости комплекта, параллельной оси и углового расположения относительно оси (O28);

14) параллельности относительно плоскости комплекта, перпендикулярной оси комплекта баз и углового расположения относительно другой плоскости комплекта (O29)

и соответствующими двумя координатами точки на оси (линейными размерами).

Если технологическими базами являются две параллельные оси и плоскость перпендикулярная к ним (комплект баз №3 табл. 2.1), то расположение оси обрабатываемой поверхности может задаваться допуском либо:

15) перпендикулярности к плоскости комплекта баз (O30);

16) параллельности относительно оси (O31);

17) перпендикулярности к плоскости комплекта, проходящей через оси (O32);

18) параллельности относительно плоскости комплекта, проходящей через оси, и параллельности к плоскости комплекта (O33);

19) параллельности относительно плоскости комплекта, проходящей через оси, и углового расположения оси к плоскости комплекта (O34);

20) углового расположения к плоскости комплекта, проходящей через оси, и углового расположения к плоскости комплекта (O35);

21) параллельности к плоскости комплекта, проходящей через оси, и углового расположения оси к оси комплекта баз (O36);

22) углового расположения к плоскости комплекта, проходящей через оси, и параллельности к плоскости комплекта (O37);

23) углового расположения к плоскости комплекта, проходящей через оси, и углового расположения к оси комплекта (O38).

и соответствующими двумя координатами точки на оси (линейными размерами).

Если технологическими базами являются две пересекающиеся под прямым углом оси и плоскость перпендикулярная к одной из них (комплект баз №4 табл. 2.1), то расположение оси обрабатываемой поверхности может задаваться допуском либо:

24) перпендикулярности плоскости комплекта баз (O40);

25) перпендикулярности к оси комплекта, параллельной плоскости и параллельности плоскости комплекта (O41);

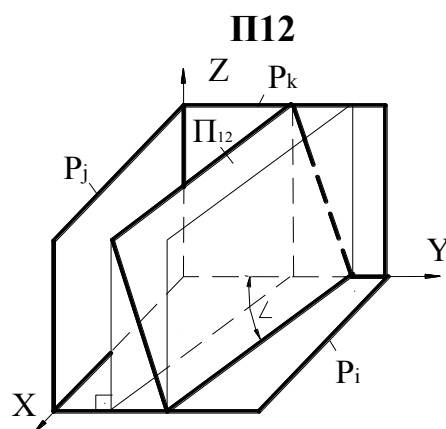
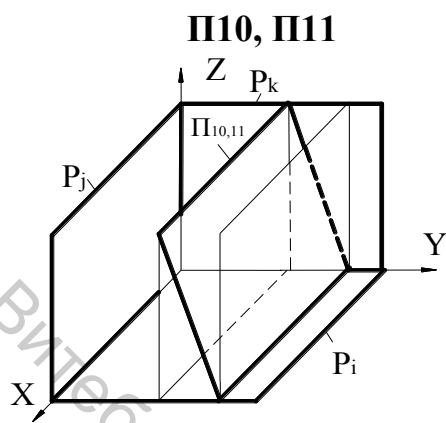
26) параллельности к оси комплекта баз, параллельной плоскости (O42);

27) параллельности к оси комплекта, перпендикулярной плоскости (O43);

28) перпендикулярности к оси комплекта, параллельной плоскости и перпендикулярности к оси комплекта перпендикулярной плоскости (O44);

29) углового расположения к оси комплекта, параллельной плоскости и параллельности плоскости комплекта баз (O45);

30) углового расположения к оси комплекта, параллельной плоскости и углового расположения к плоскости комплекта (O46);



$$\Pi_{10} \perp P_i \wedge \Pi_{11} // P_i$$

$$\Pi_{12} \perp P_i \wedge \Pi_{12} \angle P_{k,j}$$

Рисунок 2.5 – Обозначения некоторых вариантов задания ориентации плоскости относительно первого комплекта баз

положение обрабатываемого плоского конструктивного элемента может задаваться допуском либо:

- 1) перпендикулярности к двум плоскостям комплекта баз (Π10) (рисунок 2.5);
- 2) параллельности к одной плоскости комплекта баз (Π11) (рис. 2.5);
- 3) перпендикулярности к одной плоскости комплекта и углового расположения относительно другой (Π12) (рис. 2.5);
- 4) углового расположения относительно двух плоскостей комплекта баз (Π13) и соответствующей координатой точки на плоскости (линейным размером).

Если технологическими базами являются две плоскости и ось, перпендикулярная к одной из них (комплект баз №2 табл. 2.1), то расположение обрабатываемой плоской поверхности может задаваться допуском либо:

- 5) перпендикулярности к двум плоскостям комплекта баз (Π20);
- 6) параллельности к плоскости комплекта баз, параллельной оси (Π21);
- 7) параллельности к плоскости комплекта баз, перпендикулярной оси (Π22);
- 8) перпендикулярности рассматриваемой плоскости к оси комплекта баз (Π23);
- 9) параллельности к оси комплекта и перпендикулярности плоскости комплекта, параллельной оси (Π24);
- 10) углового расположения относительно плоскости комплекта, перпендикулярной оси и перпендикулярности плоскости к плоскости комплекта параллельной оси (Π25);
- 11) углового расположения относительно плоскости комплекта, параллель-

31) углового расположения к оси комплекта, параллельной плоскости и углового расположения к оси комплекта перпендикулярной плоскости (О47) и соответствующими двумя координатами точки на оси (линейными размерами).

Если технологическими базами являются три плоскости (комплект баз №1 табл. 4.1), то распо-

ной оси и перпендикулярности плоскости к плоскости комплекта, перпендикулярной оси (П26);

12) углового расположения относительно оси комплекта и перпендикулярности плоскости к плоскости комплекта, параллельной оси (П27);

13) углового расположения относительно оси комплекта и углового расположения к плоскости комплекта, параллельной оси (П28);

14) углового расположения относительно двух плоскостей комплекта (П29) и соответствующей координатой точки на плоскости (линейным размером).

Если технологическими базами являются две параллельные оси и плоскость перпендикулярная к ним (комплект баз №3 табл. 2.1), то расположение обрабатываемой плоской поверхности может задаваться допуском либо:

15) перпендикулярности к двум плоскостям комплекта (П30);

16) параллельности к плоскости комплекта, проходящей через оси (П31);

17) параллельности к плоскости комплекта (П32);

18) перпендикулярности оси комплекта (П33);

19) перпендикулярности к плоскости комплекта и углового расположения к плоскости комплекта, проходящей через оси (П34);

20) углового расположения к плоскости комплекта и перпендикулярности к плоскости комплекта, проходящей через оси (П35);

21) углового расположения к плоскости комплекта, углового расположения к плоскости комплекта, проходящей через оси (П36);

22) углового расположения к оси комплекта и углового расположения к плоскости комплекта, проходящей через оси (П37)

и соответствующей координатой точки на плоскости (линейным размером).

Если технологическими базами являются две пересекающиеся под прямым углом оси и плоскость перпендикулярная к одной из них (комплект баз №4 табл. 2.1), то расположение обрабатываемой плоской поверхности может задаваться допуском либо:

23) перпендикулярности к оси комплекта перпендикулярной плоскости комплекта баз (П40);

24) перпендикулярности к оси комплекта баз, параллельной плоскости комплекта (П41);

25) перпендикулярности к плоскости комплекта баз и параллельности к оси комплекта, параллельной плоскости комплекта (П42);

26) перпендикулярности к плоскости комплекта и углового расположения к оси комплекта, параллельной плоскости комплекта (П43);

27) углового расположения к оси комплекта, параллельной плоскости комплекта, и параллельности к оси комплекта, перпендикулярной плоскости комплекта (П44);

28) углового расположения к плоскости комплекта и параллельности к оси комплекта, параллельной плоскости комплекта (П45);

29) углового расположения к оси комплекта, перпендикулярной плоскости комплекта, и параллельности к оси комплекта, параллельной плоскости комплекта (П46);

30) углового расположения к плоскости комплекта и углового расположения к оси комплекта, параллельной плоскости комплекта (П47);

31) углового расположения к оси комплекта, перпендикулярной плоскости комплекта, и углового расположения к оси комплекта параллельной плоскости комплекта (П48).

и соответствующей координатой точки на плоскости (линейным размером).

Варианты однозначного задания оси или плоскости можно представить в виде схемы (рис. 2.6). Модель позволяет осуществлять оценку корректности задания допусков взаимного расположения и служит основой проектирования схемы базирования (см. приложение 1).

$\exists(P_i \perp P_j \perp P_k)$	$\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i))$	$\exists(O_i \perp P_i) \wedge (O_n \perp P_j)$	$\exists(O_i \perp P_i) \wedge (O_n // P_i)$
$O_{10} \perp P_{i(j,k)}$	$O_{20} \perp P_i$	$O_{30} \perp P_i$	$O_{40} \perp P_i$
$O_{11} // P_{i,j,k} \wedge O_{11} // P_{j(k),k(i),i(j)}$	$O_{21} \perp P_j$	$O_{31} // O_i \vee O_n$	$O_{41} \perp O_i \vee O_{41} // P_i$
$O_{12} // P_{i,j,k} \wedge O_{12} \angle P_{j(k),i(k),i(j)}$	$O_{22} // O_i$	$O_{32} \perp \nabla_n O_i \sqsupset$	$O_{42} // O_i$
$O_{13} \angle P_{i,j,k} \wedge O_{13} \angle P_{j(k),i(k),i(j)}$	$O_{23} \perp O_i \wedge O_{23} // P_j$	$O_{33} // \nabla_n O_i \sqsupset O_{33} // P_i$	$O_{43} // O_i$
$\Pi_{10} \perp P_{i,j,k} \wedge \Pi_{10} \perp P_{j(k),k(i),i(j)}$	$O_{24} // P_j \wedge O_{24} // P_i$	$O_{34} // \nabla_n O_i \sqsupset O_{34} \angle P_i$	$O_{44} \perp O_i \vee O_{44} \perp O_n$
$\Pi_{11} P_{i(j,k)}$	$O_{25} // P_j \wedge O_{25} \angle P_i$	$O_{35} \angle \nabla_n O_i \sqsupset O_{35} \angle P_i$	$O_{45} \angle O_i \vee O_{45} // P_i$
$\Pi_{12} \perp P_{i(j,k)} \wedge \Pi_{12} \perp P_{j(k),k(i),i(j)}$	$O_{26} \angle P_j \wedge O_{26} \angle P_i$	$O_{36} // \nabla_n O_i \sqsupset O_{36} \angle O_i \vee O_n$	$O_{46} \angle O_i \vee O_{46} \angle P_i$
$\Pi_{13} \angle P_{i(j,k)} \wedge \Pi_{13} \angle P_{j(k),k(i),i(j)}$	$O_{27} // P_j \wedge O_{27} \angle O_i$	$O_{37} \angle \nabla_n O_i \sqsupset O_{37} // P_i$	$O_{47} \angle O_i \vee O_{47} \angle O_n$
	$O_{28} \angle P_j \wedge O_{28} \angle O_i$	$O_{38} \angle \nabla_n O_i \sqsupset O_{38} \angle O_i \vee O_n$	
	$O_{29} // P_i \wedge O_{29} \angle P_j$		$\Pi_{40} \perp O_n$
	$\Pi_{20} \perp P_i \wedge P_j;$	$\Pi_{30} \perp P_i \wedge \nabla_n O_i \sqsupset$	$\Pi_{41} \perp O_i$
	$\Pi_{21} // P_j;$	$\Pi_{31} // \nabla_n O_i \sqsupset$	$\Pi_{42} \perp P_i \wedge \Pi_{42} // O_i$
	$\Pi_{22} // P_i;$	$\Pi_{32} // P_i;$	$\Pi_{43} \perp P_i \wedge \Pi_{43} \angle O_i$
	$\Pi_{23} \perp O_i;$	$\Pi_{33} \perp O_i \vee O_n$	$\Pi_{44} \angle O_i \wedge \Pi_{44} // O_n$
	$\Pi_{24} // O_i \wedge \Pi_{24} \perp P_j;$	$\Pi_{34} \perp P_i \wedge \Pi_{34} \angle \nabla_n O_i \sqsupset$	$\Pi_{45} \angle P_i \wedge \Pi_{45} // O_i$
	$\Pi_{25} \angle P_i \wedge \Pi_{25} \perp P_j;$	$\Pi_{35} \angle P_i \wedge \Pi_{35} \perp \nabla_n O_i \sqsupset$	$\Pi_{46} \angle O_n \wedge \Pi_{46} // O_i$
	$\Pi_{26} \angle P_j \wedge \Pi_{26} \perp P_i;$	$\Pi_{36} \angle P_i \wedge \Pi_{36} \angle \nabla_n O_i \sqsupset$	$\Pi_{47} \angle P_i \wedge \Pi_{47} \angle O_i$
	$\Pi_{27} \angle O_i \wedge \Pi_{27} \perp P_j;$	$\Pi_{37} \angle O_i \vee O_n \wedge \Pi_{37} \angle \nabla_n O_i \sqsupset$	$\Pi_{48} \angle O_n \wedge \Pi_{48} \angle O_i$
	$\Pi_{28} \angle O_i \wedge \Pi_{28} \angle P_j;$		

Рисунок 2.6 – Схема вариантов корректного задания допусков взаимного расположения относительно комплектов баз

На чертеже детали часто не указываются допуски перпендикулярности, параллельности, соосности, пересечения осей и симметричности. Но базовые элементы и показатели точности расположения заданы «по умолчанию». Их можно определить по таблицам ГОСТ 25069-81(приложение А) на неуказанные допуски взаимного расположения в зависимости от номинального размера (L) и

размера, координирующего расположение (L_o), а также от качества точности размеров (рис. 2.7).

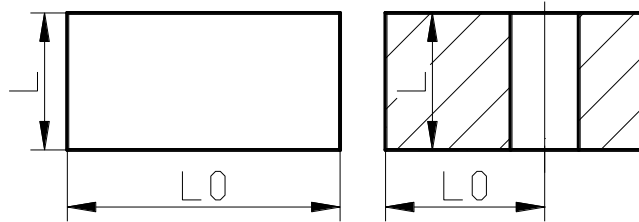


Рисунок 2.7 – Иллюстрация номинального размера (L) и размера, координирующего расположение рассматриваемого компонента (L_o).

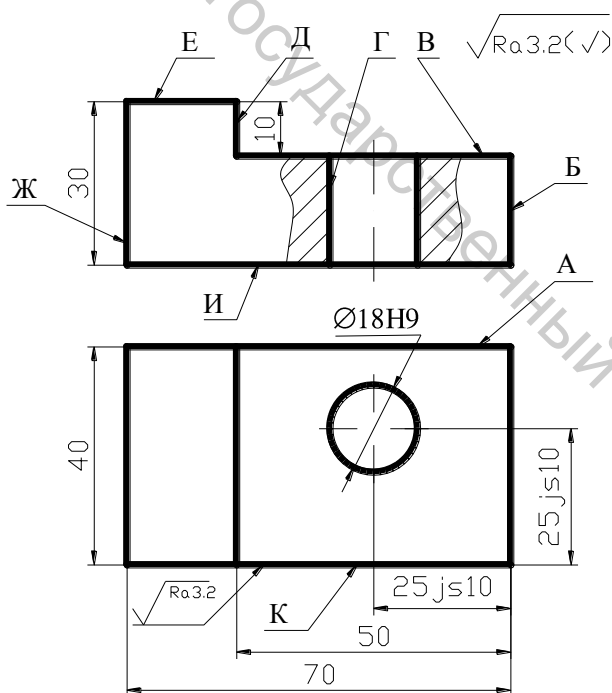


Рисунок 2.8 – Пример определения неуказанных допусков перпендикулярности

указанный допуск перпендикулярности – 0,2 мм.

2.2 Для поверхности Д: номинальный размер – 10 мм; определяющий допуск размера – t_2 (средний класс точности); неуказанный допуск перпендикулярности – 0,1 мм.

2.3 Для поверхностей Б и Г: номинальный размер – 20 мм; неуказанный допуск перпендикулярности – 0,1 мм.

Числовые значения неуказанных допусков соосности, пересечения осей и симметричности определяются из соответствующих таблиц приложения А.

Допуск параллельности составляет в зависимости от уровня заданной геометрической точности от 0,6 до 0,25 допуска на размер. Например, допуск па-

Например, необходимо определить неуказанные допуски перпендикулярности поверхностей для детали рисунок 2.8. Неуказанные предельные отклонения размеров – по $h14$; $\pm t_2/2$.

1. За базу для определения неуказанных допусков перпендикулярности элементов А, Б, Г, Д, Ж, К в вертикальной плоскости принимают поверхность И (поверхность, имеющая больший размер в рассматриваемых перпендикулярных направлениях).

2. Неуказанные допуски перпендикулярности элементов А, Б, Г, Д, Ж, К относительно поверхности И определяются по таблице.

2.1 Для поверхностей А и Ж: номинальный размер – 30 мм; определяющий допуск размера – $IT14$; неуказанный допуск перпендикулярности – 0,2 мм.

параллельности плоскостей А и К при повышенной геометрической точности и допуске на размер 40 по 14-му качеству, равному 0,62 мм составляет $0,4 \cdot 0,62 = 0,248$ мм на всей длине.

2.2 Понятие теоретических схем базирования и установки. Настроечная база

Под *теоретической схемой базирования* при механической обработке (или просто *схемой базирования*) будем понимать графическое изображение геометрической модели заготовки в состоянии после выполнения рассматриваемой операции, на которой выделены обработанные конструктивные элементы, проставлены выдерживаемые размеры и допуски взаимного расположения, условные значки, интерпретирующие точки сопряжения и направляющие векторы, накладывающие определенное число геометрических *связей*, а также проведена базовая система координат.

Под *целью разработки теоретической схемы базирования* при механической обработке (т.е. проектного базирования) будем понимать *обеспечение* (еще на стадии проектирования) *требуемых показателей взаимного расположения поверхностей за счет наложения на поверхности баз ориентации шести геометрических связей*.

Связь отражает отсутствие неопределенности положения рассматриваемого обрабатываемого конструктивного элемента в БСК и определяет положение *точки сопряжения (соприкосновения)* проектной технологической базы с БСК. Чтобы определить направление связи и направление оси базовой (собственной) системы координат, предлагается использовать *направляющий вектор*, перпендикулярный соответствующей плоскости БСК.

Сочетания точек сопряжения в базовой системе координат, расположенные на каждой из баз ориентации, могут накладывать на геометрическую модель заготовки разное число связей. Оно определяет *вид компонента комплекта баз*. Сочетания точек сопряжения указанный выше ГОСТ определяет как установочная, направляющая, опорная, двойная опорная, двойная направляющая базы. Приведенные названия технологических баз нельзя воспринимать буквально, ибо опорной базой заготовка ни на что не опирается, направляющей базой никуда не направляется, а на установочную – не всегда устанавливается. Поэтому предлагается вместо этих терминов использовать, соответственно, следующие: тройная однонаправленная, двойная однонаправленная, одиночная, двойная разнонаправленная, четверная базы. Также предлагается использовать новое понятие – тройная разнонаправленная база, отсутствующее в ГОСТ.

Эти термины легко определить с помощью понятий – точка сопряжения, направляющий вектор. Так, например, под тройной однонаправленной (установочной) технологической базой предлагается считать три точки сопряжения не лежащие на одной прямой и имеющие одинаковое направление направляющих векторов, накладывающие на геометрическую модель заготовки три связи: одну линейную и две угловых (рис. 2.9).

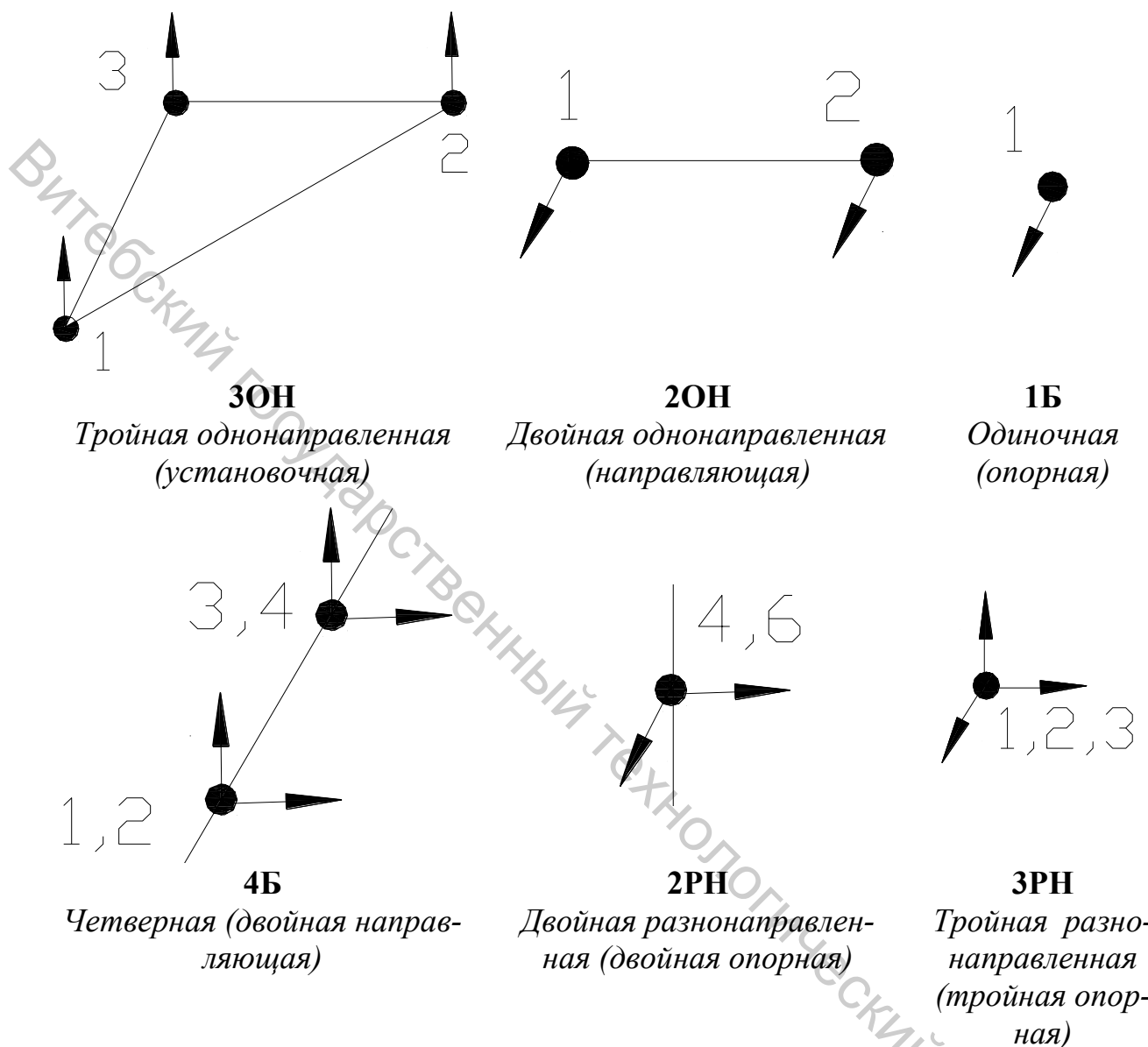
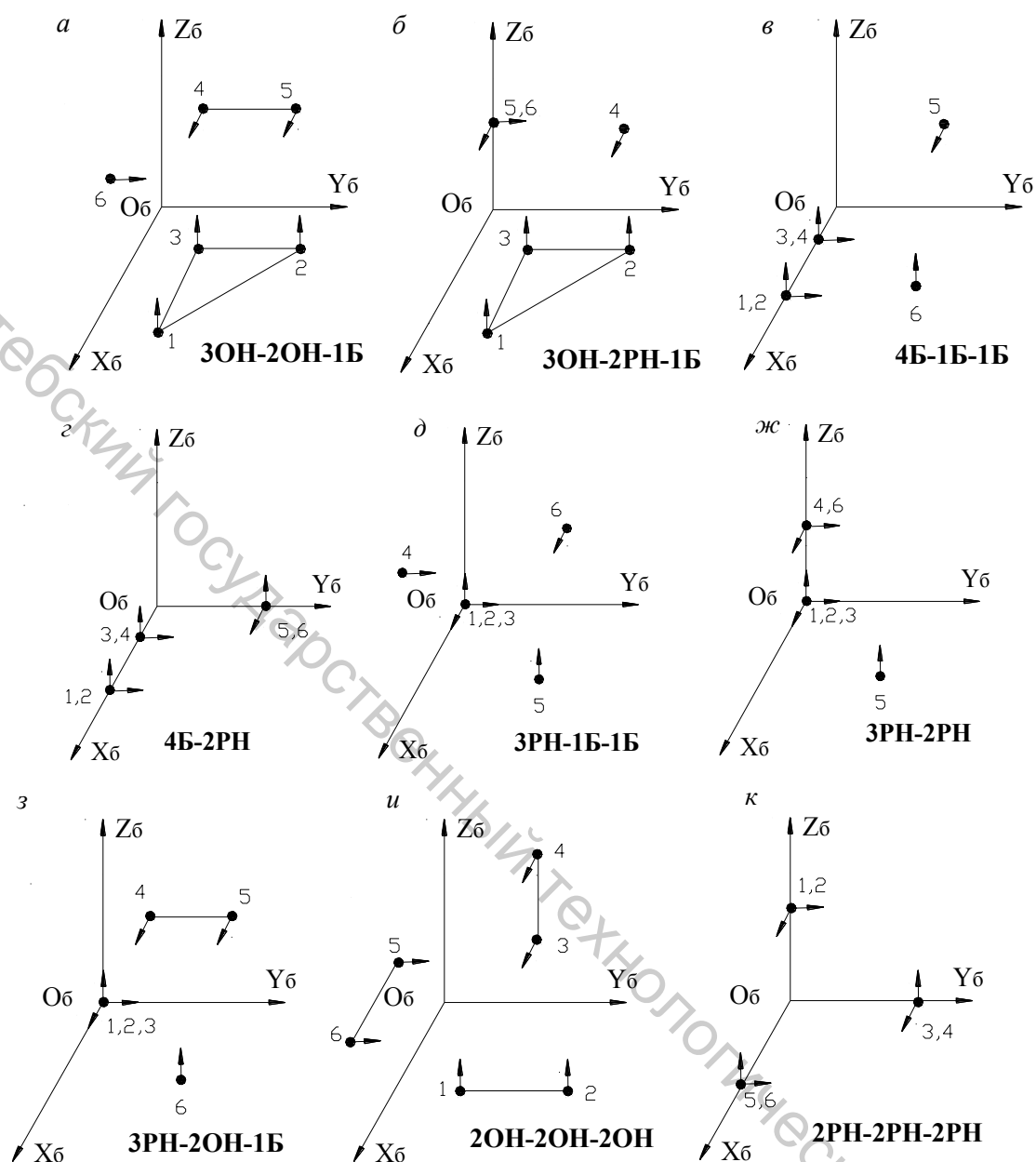


Рисунок 2.9– Классификация и обозначение баз по числу налагаемых связей

Различные виды компонентов комплекта баз могут сочетаться между собой в комплект девятью различными способами (рис. 2.10).

Несложно определить возможные варианты реализации технологических баз. Так, например, тройная однонаправленная (установочная) база может быть реализована:

- 1) плоскостью модели заготовки;
- 2) двумя образующими, которые принадлежат пересекающимся или параллельным цилиндрам и лежат в одной плоскости (рис. 2.11);



а) тройная однонаправленная (установочная) (1,2,3), двойная однонаправленная (направляющая) (4,5) и одиночная (опорная) (6) базы; б) тройная однонаправленная (установочная) (1,2,3), двойная разнонаправленная (двойная опорная) (5,6) и одиночная (опорная) (4) базы; в) четверная (двойная направляющая) (1,2,3,4) и две одиночные (опорные) ((5) и (6)) базы; г) четверная (двойная направляющая) (1,2,3,4) и двойная разнонаправленная (двойная опорная) (5,6) базы; д) тройная разнонаправленная (тройная опорная) (1,2,3) и три одиночных (опорные) (4),(5),(6) базы; ж) тройная разнонаправленная (тройная опорная) (1,2,3), двойная разнонаправленная (двойная опорная) (4,6) и одиночная опорная (5) базы; з) тройная разнонаправленная (тройная опорная) (1,2,3), двойная однонаправленная (направляющая) (4,5) и одиночная (опорная) (6) базы; и) три двойных однонаправленных (направляющих) (1,2), (3,4) и (5,6) базы; к) три двойных разнонаправленных (двойных опорных) (1,2), (3,4) и (5,6) базы.

Рисунок 2.10 – Варианты расположения точек сопряжения и количества связей технологических баз ($O_6X_6Y_6Z_6$ – базовая система координат; 1-6 – точки сопряжения; стрелками показаны направляющие векторы)

- 3) образующими цилиндра и конуса, лежащими в одной плоскости (рис. 2.12);
- 4) направляющей окружностью тора (рис. 2.13, а);
- 5) наружными точками трех сфер, лежащих в одной соприкасающейся с ними плоскости (рис. 2.13, б);
- 6) двумя пересекающимися (или параллельными) осями цилиндров.

Двойная однонаправленная (направляющая) технологическая база формируется двумя не слившимися точками сопряжения, имеющими одинаковое направление направляющих векторов (рис. 2.9; рис. 2.10, а, з точки 4,5; и – точки 1,2; 3,4; 5,6). Двойная однонаправленная база накладывает на модель заготовки две связи, которые обеспечивают определенность расстояния обрабатываемого элемента ГМЗ вдоль одной из осей базовой системы координат и определенность углового положения (поворота) вокруг одной из двух других осей.

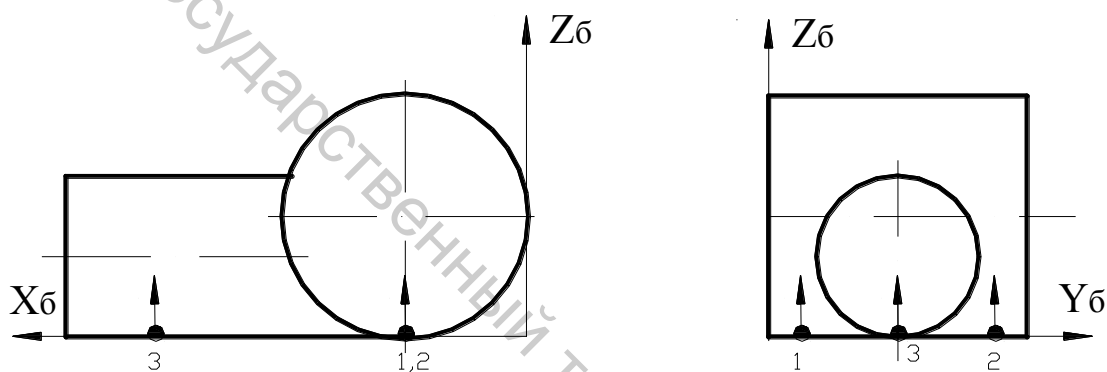


Рисунок 2.11 – Схема реализации тройной однонаправленной (ЗОН) базы с помощью двух образующих, принадлежащих пересекающимся цилиндрам и лежащих в одной плоскости

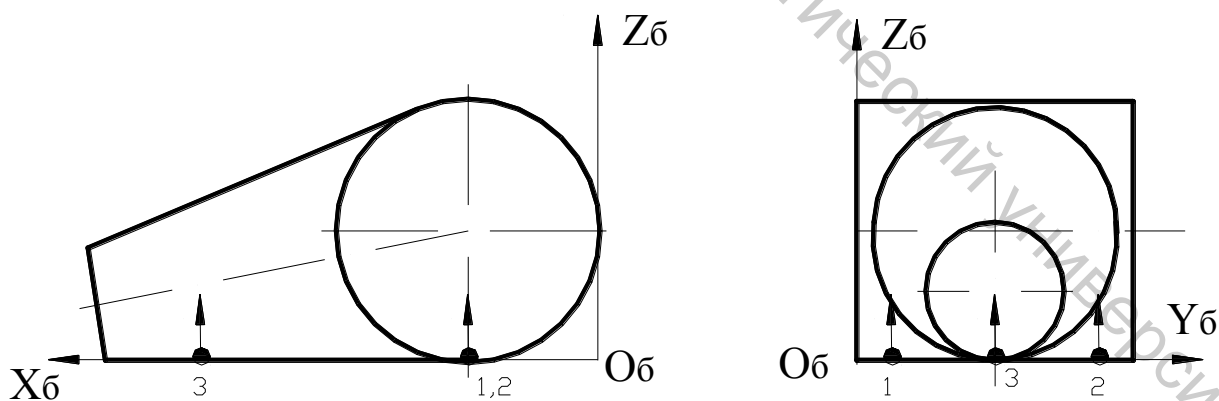


Рисунок 2.12 – Схема реализации тройной однонаправленной (ЗОН) базы с помощью образующих цилиндра и конуса, лежащими в одной плоскости

Двойную однонаправленную базу можно реализовать:

- 1) плоскостью модели заготовки (рис. 2.14,а);

- 2) осью цилиндра (рис. 2.14,б);
- 3) образующей цилиндра (рис. 2.15,а);
- 4) точками, которые лежат на общей касательной к двум наружным цилиндрам (рис. 2.15,б);
- 5) линией пересечения двух плоскостей (рис. 2.16,а).

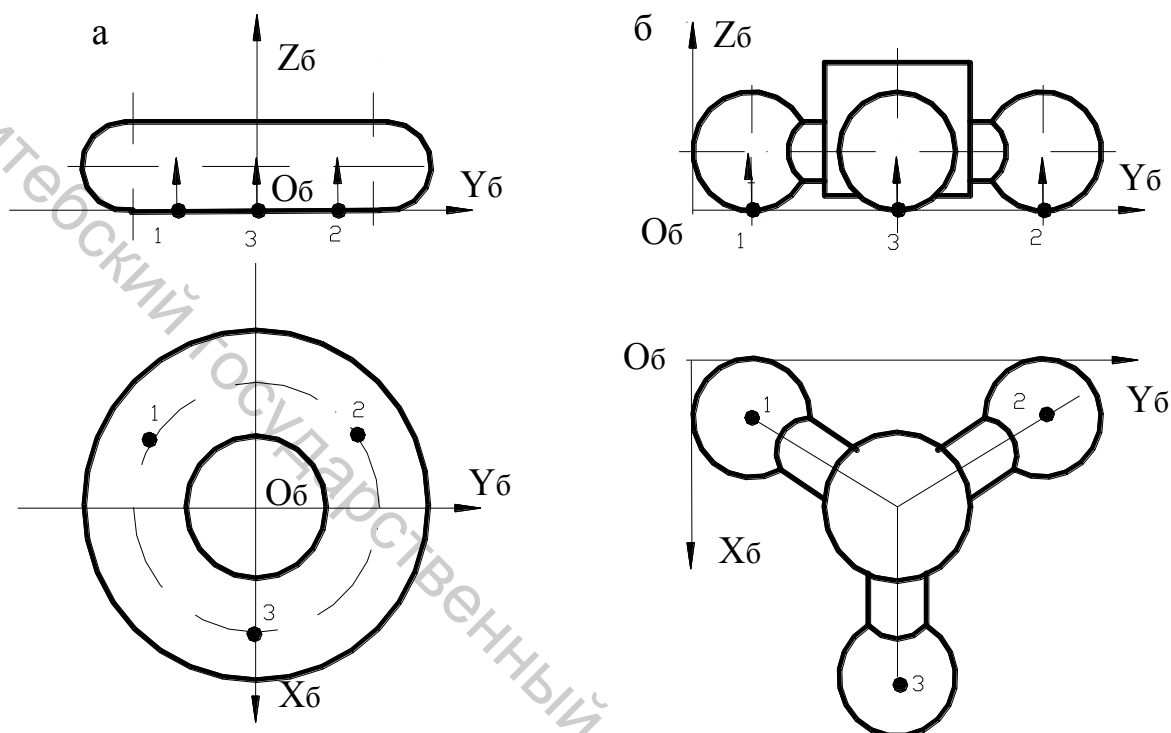


Рисунок 2.13 – Схема реализации тройной однонаправленной (3ОН) базы с помощью: (а) направляющей тора, (б) наружными точками трех сфер, лежащими в одной плоскости

Одинокная (опорная) технологическая база формируется одной точкой сопряжения. Накладывает одну связь – определенность положения обрабатываемого элемента заготовки вдоль направляющего вектора (рис. 2.9).

Одинокная база может быть реализована точкой, лежащей на:

- 1) оси цилиндра, конуса или тора (рис. 2.16,б);
- 2) плоскости геометрической модели заготовки;
- 3) образующей цилиндра;
- 4) линии пересечения плоскостей и т. д.

С помощью оси цилиндрической или конической поверхности заготовки может быть реализована **двойная разнонаправленная (двойная опорная) технологическая база**, если в одной точке этой оси лежат две слившиеся точки сопряжения, а соответствующие направляющие векторы взаимно перпендикулярны. Эта база накладывает две связи: определенность расстояния обрабатываемого элемента вдоль осей базовой системы координат, параллельных направляющим векторам (рис. 2.9; 2.10б,г – точки 5,6; ж – точки 4,6; к – точки 1,2; 3,4; 5,6).

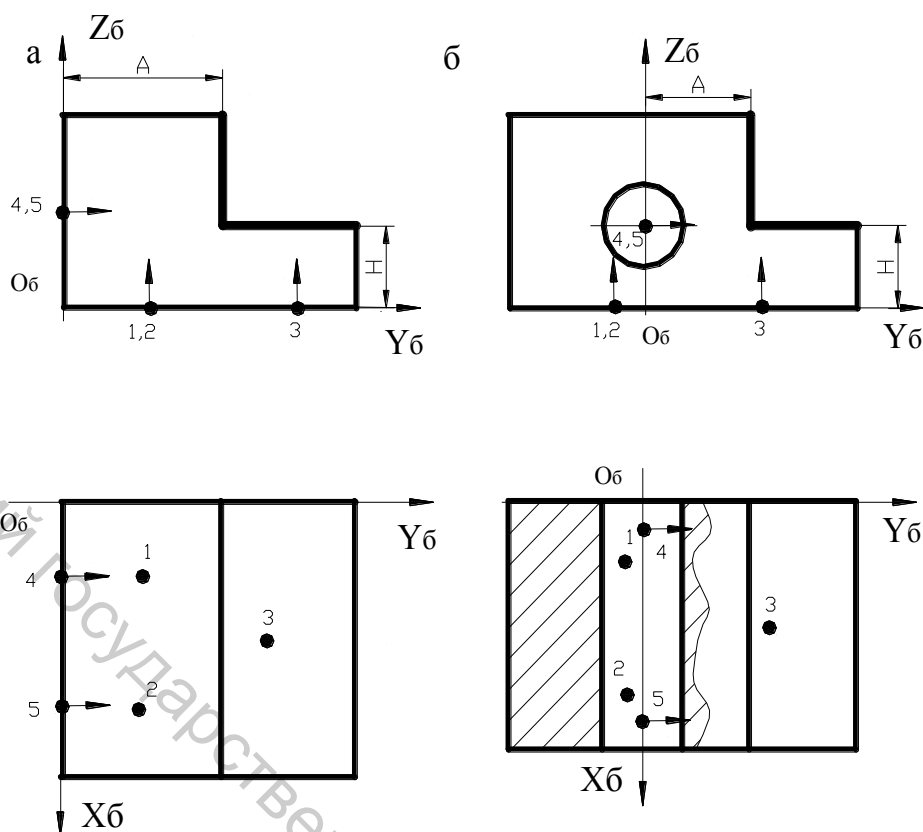


Рисунок 2.14 – Схема реализации направляющей базы с помощью: (а) плоскости, (б) оси цилиндра геометрической модели заготовки

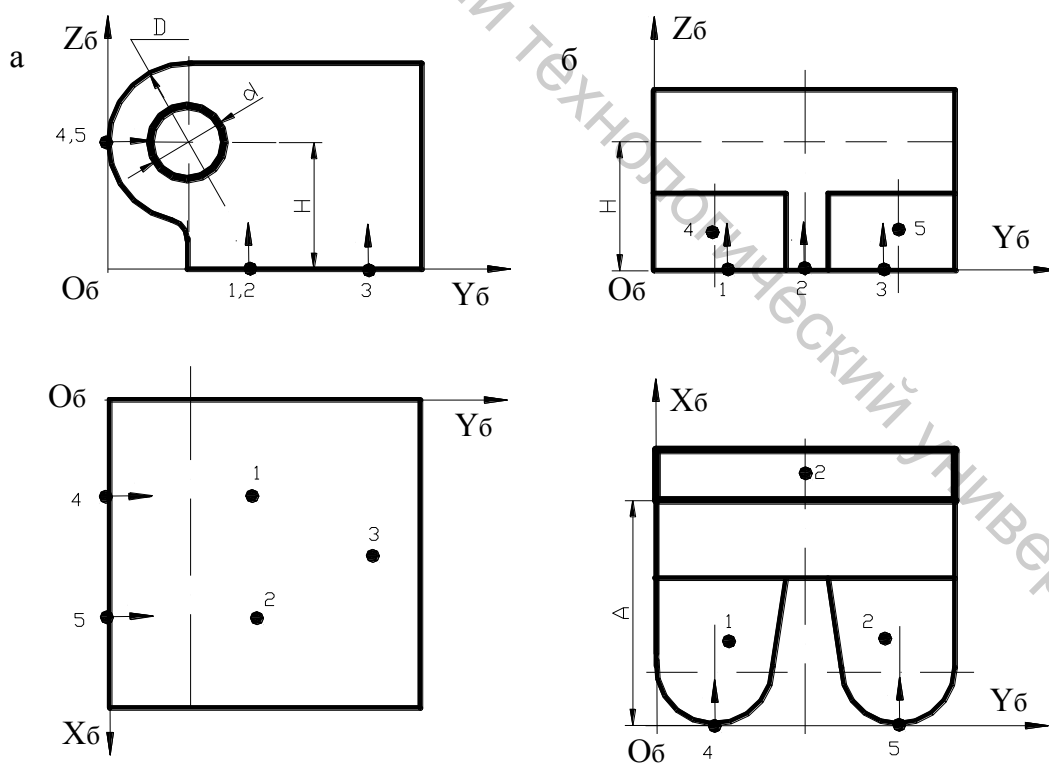


Рисунок 2.15 – Схема реализации направляющей базы с помощью: образующей цилиндра (а), образующими двух наружных цилиндров (б)

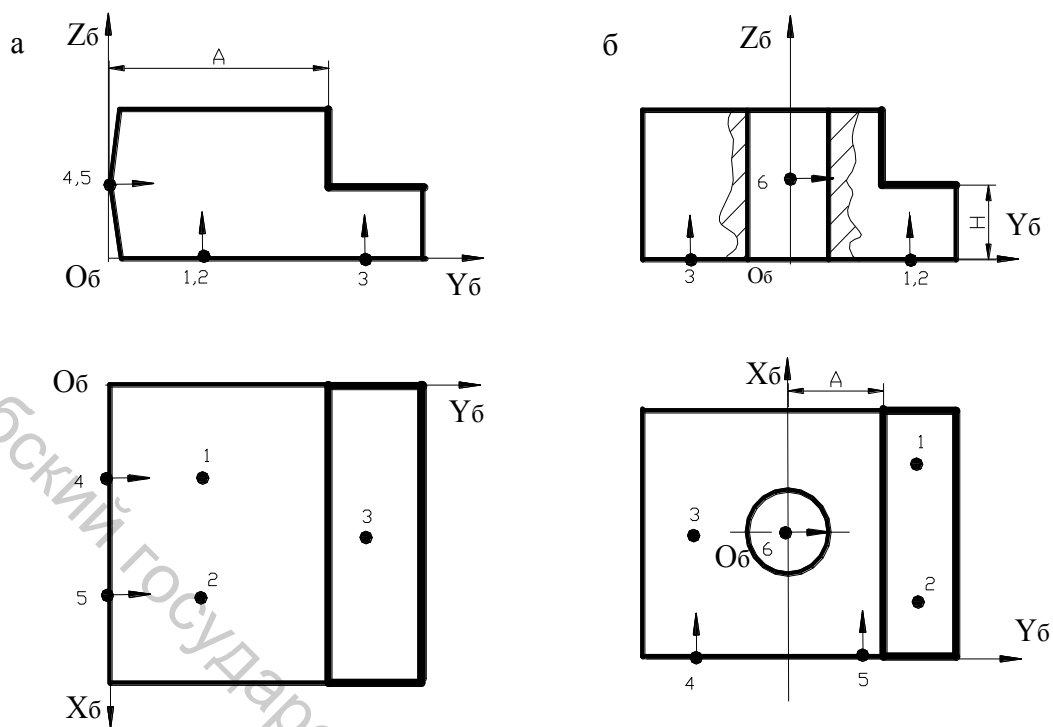


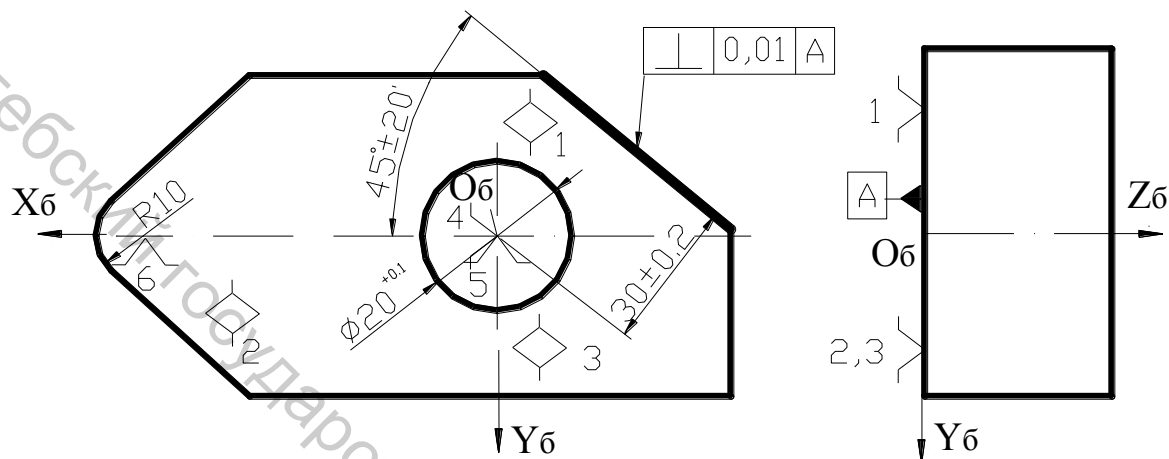
Рисунок 2.16 – Схема реализации направляющей базы с помощью точек, лежащих на: линии пересечения плоскостей (а), опорной базы – с помощью точки на оси цилиндра (б)

С помощью центра сферической поверхности или точки на оси конической поверхности можно реализовать **тройную разнонаправленную (тройную опорную) технологическую базу**, если в центре сферы или в одной из точек оси конуса расположены три слившиеся точки сопряжения, а соответствующие направляющие векторы взаимно перпендикулярны (рис. 2.9; 2.10д,ж,з – точки 1,2,3). Обычно в эту базу помещают начало базовой системы координат. Тройная разнонаправленная (тройная опорная) база накладывает три связи: определенность положения обрабатываемого элемента заготовки вдоль осей БСК.

С помощью достаточно длинной оси цилиндрической поверхности заготовки можно реализовать **четверную (двойную направляющую) технологическую базу**, если на этой оси расположены четыре попарно слившиеся точки сопряжения, а направляющие векторы, выходящие из каждой пары слившихся точек сопряжения, взаимно перпендикулярны. Можно представить двойную направляющую базу как сочетание двух лежащих на одной оси и перпендикулярных двойных однонаправленных (направляющих) баз или двух лежащих на одной оси двойных разнонаправленных (двойных опорных) баз. Четверная (двойная направляющая) база накладывает четыре связи: определенность расстояния обрабатываемого элемента заготовки вдоль двух осей базовой системы координат (две связи), перпендикулярных оси, которая реализует данную базу, и определенность углового положения (поворота) вокруг этих же осей (еще две связи) (рис. 2.9; 2.10в,г, точки 1-4).

На рисунок 2.17 и 2.18 показаны примеры **схемы базирования** заготовки. Состояние заготовки отражается совокупностью размеров и углов, характери-

зующих положение обработанного конструктивного элемента (в данном случае плоскости, выделенной жирной линией) относительно технологических баз (собственной системы координат). Это расстояние от оси Z_6 , равное $30 \pm 0,2$ мм, допуск перпендикулярности относительно плоскости $X_6 O_6 Y_6$ и угол $45^\circ \pm 20'$ относительно плоскости $X_6 O_6 Z_6$. Острые значка следует направлять в соответствии с направлением направляющего вектора.



условные обозначения направляющих векторов

на виде сбоку; $\diamond$ – в плане

Рисунок 2.17 – Пример схемы базирования

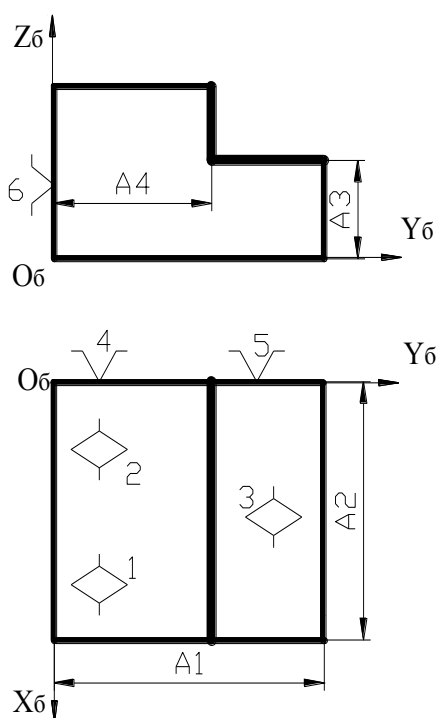


Рисунок 2.18 – Пример схемы базирования

Возможные варианты схем базирования можно условно разделить на четыре класса. Первый класс объединяет варианты схем базирования, в которых главной является тройная однонаправленная (установочная) база. Эта база сочетается в комплект либо с двойной однонаправленной (направляющей) и одиночной (опорной) (рис. 2.18), либо с двойной разнонаправленной (двойной опорной) и одиночной (опорной) базами (рис. 2.17 и 2.19).

Второй класс объединяет варианты схем базирования, в которых главной является четверная (двойная направляющая) база (ось "длинного" цилиндра). Эта база сочетается в комплект либо с двумя одиночными (опорными) (рис. 2.20), либо с двойной разнонаправленной (двойной опорной) базой.

К третьему классу относятся варианты схем базирования, в которых главной является тройная разнонаправленная (тройная опорная) база. Эта база сочетается в комплект либо с двойной однонаправленной (направляющей)

и одиночной (опорной) базами, либо с двойной разнонаправленной (двойной опорной) и одиночной (опорной) базами, либо с тремя одиночными (опорными) базами (рис. 2.21 и 2.22).

К четвертому классу относятся варианты схем базирования, где нет главной базы, а комплект технологических баз образуется сочетанием трех одинаковых (двойных однонаправленных (направляющих) или двойных разнонаправленных (двойных опорных) (рис. 2.23)) баз.

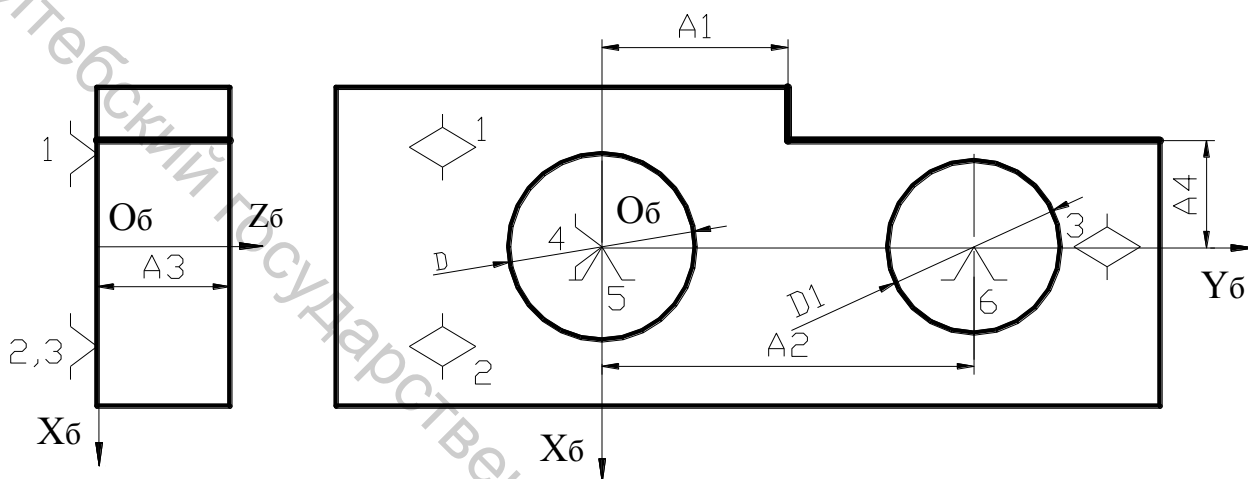


Рисунок 2.19 – Пример схемы базирования первого класса (с двойной опорной базой)

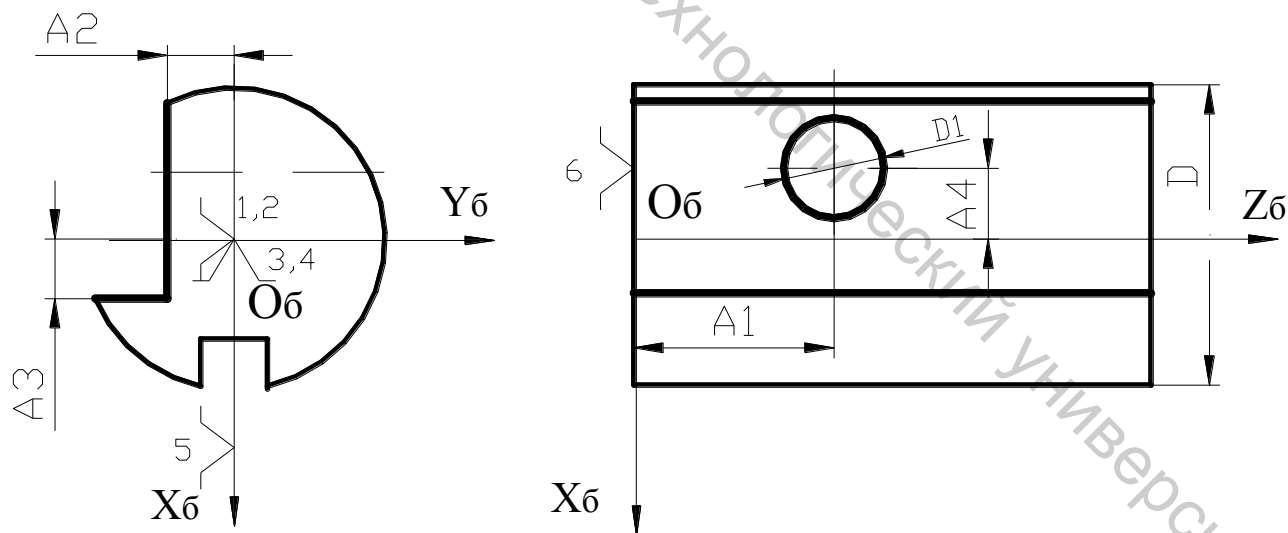


Рисунок 2.20 – Пример схемы базирования второго класса

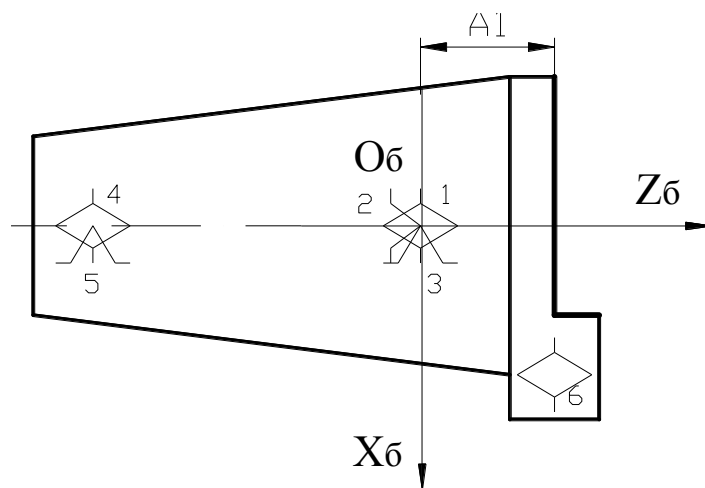


Рисунок 2.21 – Пример схемы базирования третьего класса

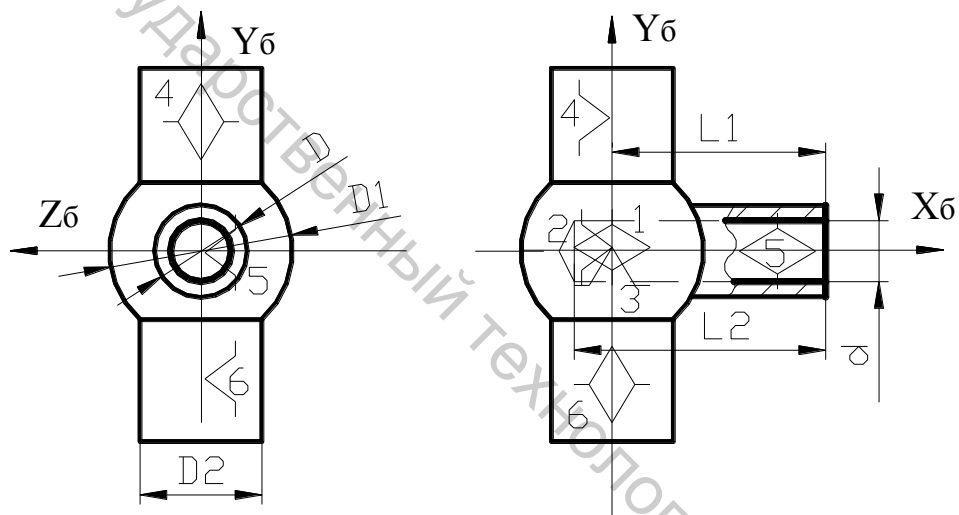


Рисунок 2.22 – Пример схемы базирования третьего класса

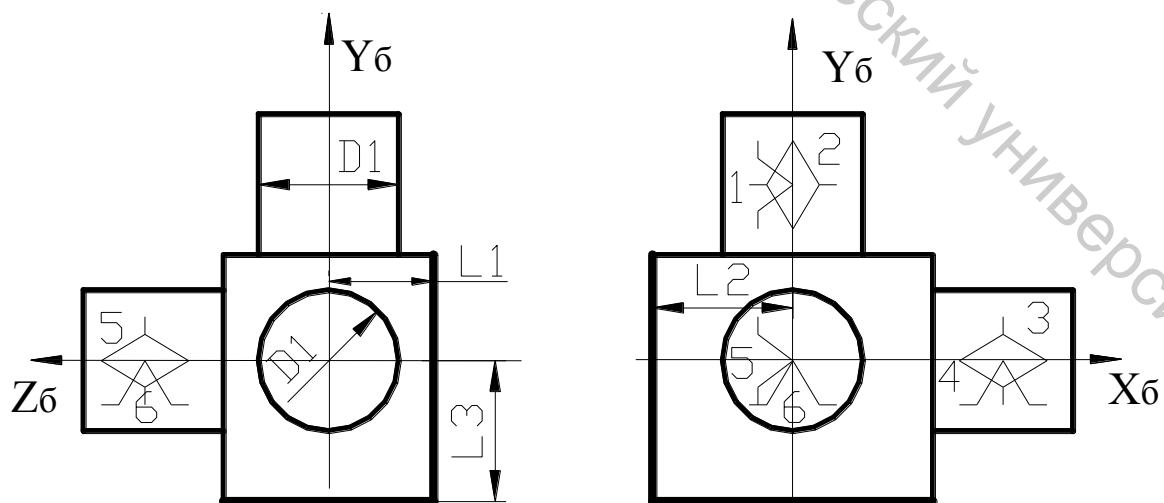


Рисунок 2.23 – Пример схемы базирования четвертого класса

Под **настроечной** базой будем понимать обрабатываемую поверхность, по

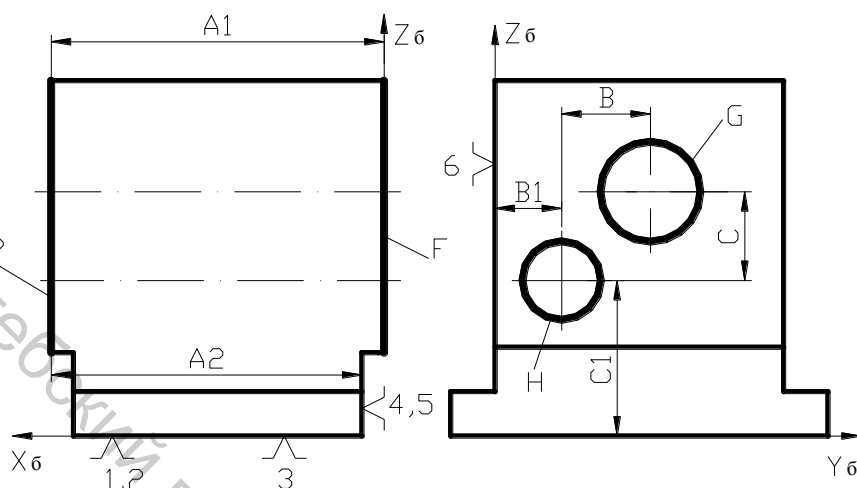


Рисунок 2.24 – Настроечные базы при обработке заготовки на станке с ЧПУ, оснащённом поворотным столом

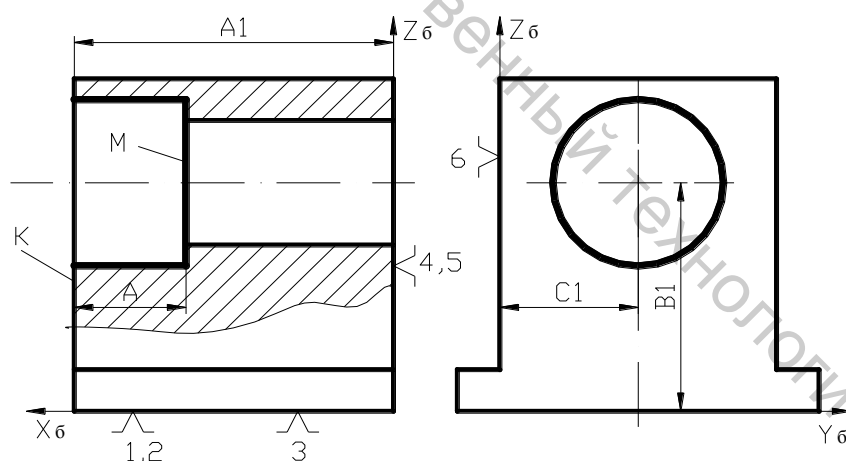


Рисунок 2.25 – Настроечная база при растачивании отверстия

ношению к которой заданы размеры (или) относительные повороты другой обрабатываемой поверхности при той же схеме базирования. Первая обрабатываемая поверхность ориентирована относительно технологических баз.

Так, например, при обработке подшипникового гнезда (рис. 2.24) при обработке поверхности М настроечной базой является поверхность К. При обработке поверхности Р на станке с ЧПУ, оснащённом поворотным столом (рис. 2.25), настроечной базой является поверхность F, а при обработке отверстия G настроечной базой является поверхность H (цепной метод простановки размеров на чертеже).

Если от комплекта технологических баз ориентируются две поверхности и расстояния (относительные повороты) до них заданы цепным методом, то поверхность, связанная с технологической базой и будет являться настроечной базой. Если цепным методом задано несколько поверхностей, то каждая предыдущая поверхность в цепи будет для последующей настроечной базой.

Под теоретической **схемой установки** будем понимать графическое изображение геометрической модели заготовки (абсолютно твердого тела, поверхности которого (в том числе плоскости, оси и центры симметрии) идеальны) в

состоянии после выполнения рассматриваемой операции, на которой выделены обработанные поверхности, проставлены выдерживаемые размеры и допуски взаимного расположения, условные обозначения установочных и установочно-зажимных элементов, точки приложения и направления силы закрепления.

На рисунке 2.26 показана *схема установки*, соответствующая схеме базирования, показанной на рисунке 2.17, а также проведена установочная система координат.

Условными знаками обозначены три плоские опоры, с которыми соприкасается установочная база $\triangle^3$, цилиндрический палец $\circ$, и подвижная

призма $\triangle$ согласно ГОСТ 3.1107-81 «Опоры, зажимы, и установочные устройства. Графические обозначения». Сила закрепления, приложенная вблизи обрабатываемой плоскости, направлена на плоские опоры.

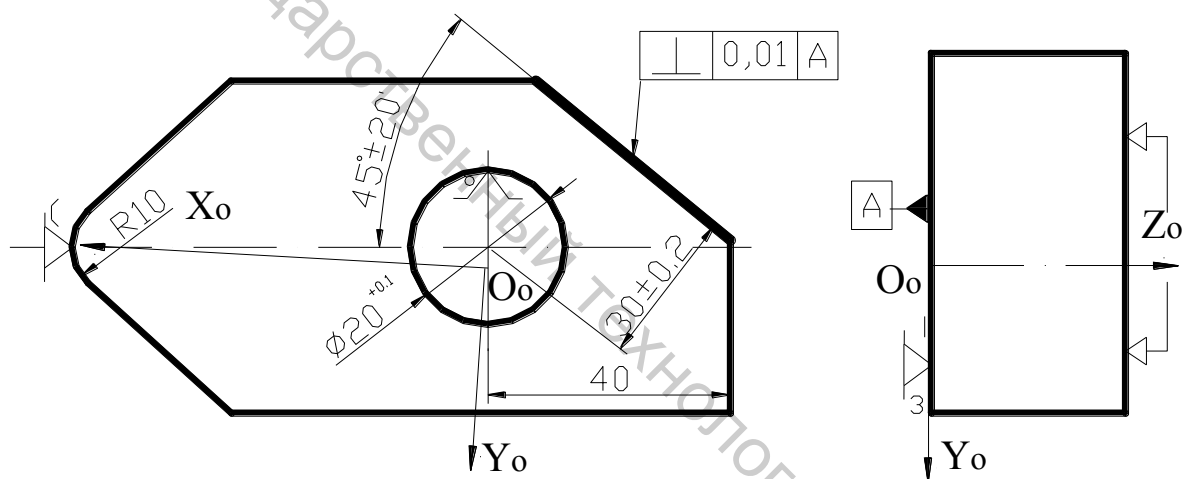


Рисунок 2.26 – Пример схемы установки

В приложении Б приведены условные обозначения установочных и зажимных компонентов приспособлений. Причем в приложении установлено соответствие установочного компонента проектной технологической базе. На рисунках 2.27...2.30 приведены примеры схем установки. Следует отметить, что в указанном ГОСТе отсутствует обозначение некоторых современных опор, зажимов и установочных устройств. Так, например, в нем нет обозначений для клиновых оправок, оправок с тарельчатыми пружинами, клиноплунжерных оправок, втулок, полувтулок и др. В приложении Б на такие элементы приводятся рекомендуемые обозначения.

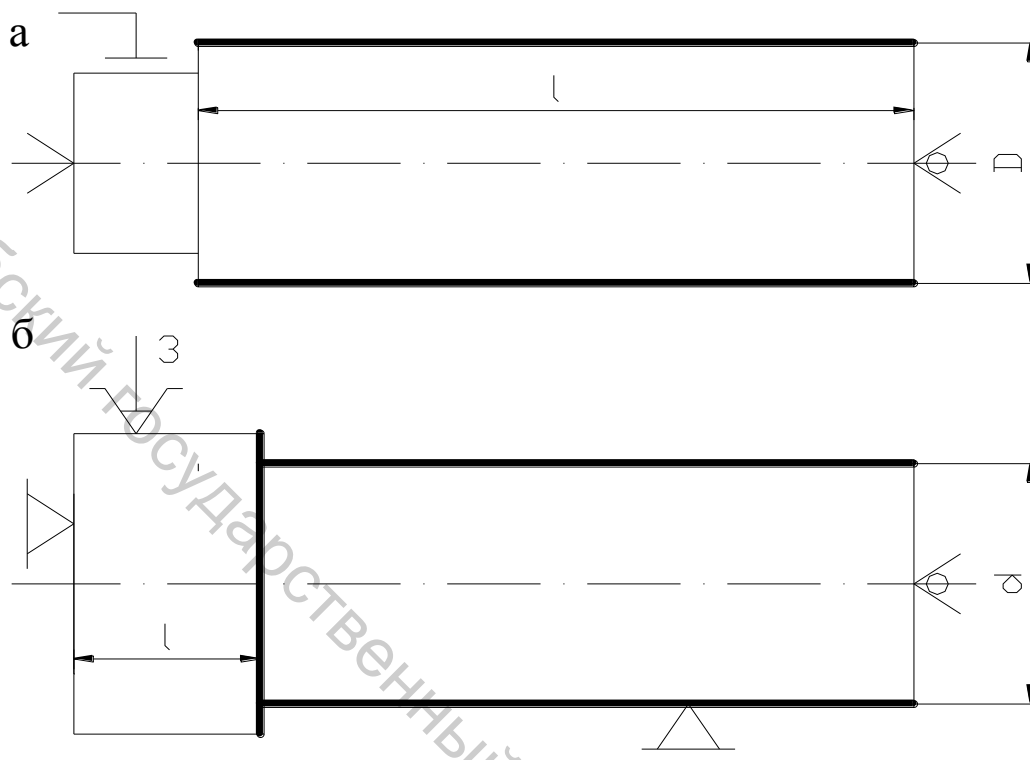


Рисунок 2.27 – Схемы установки цилиндрических заготовок:
 а – в центрах и поводковом патроне; б – в трехкулачковом патроне, вращающемся центре и подвижном люнете

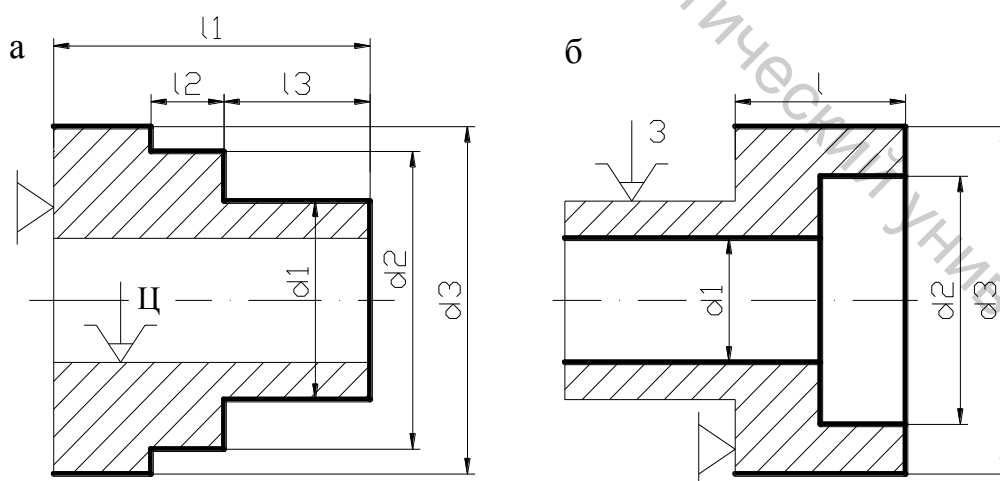


Рисунок 2.28 – Схемы установки цилиндрических заготовок:
 а – в цанговой оправке; б – в трехкулачковом патроне

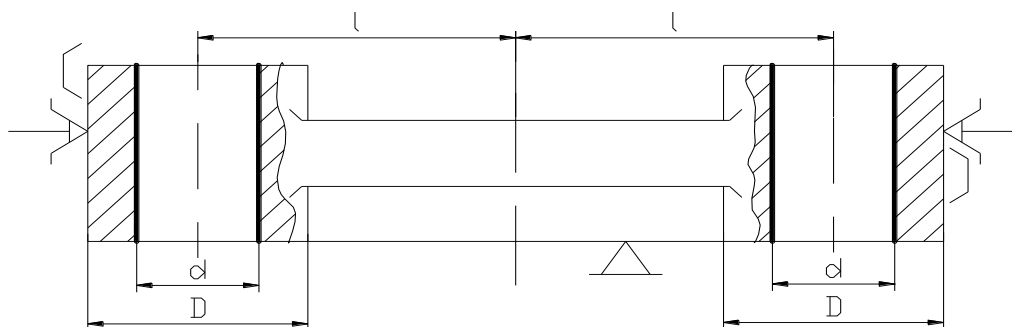


Рисунок 2.29 – Схема установки заготовки в самоцентрирующих тисках с призматическими губками

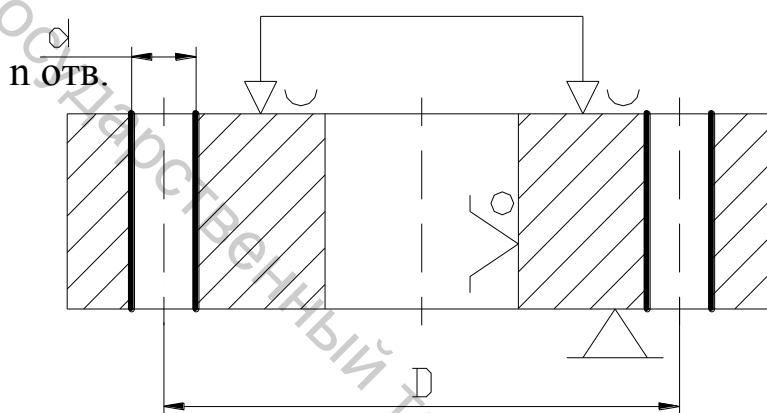


Рисунок 2.30 – Схема установки заготовки на плоскость и цилиндрический палец

Таким образом, процесс разработки модели установки заготовки предлагается разделить на пять этапов:

- 1) определение **комплекта баз ориентации**;
- 2) разработка **теоретической схемы базирования** (определение числа налагаемых связей);
- 3) разработка **теоретической схемы установки** (выдача задания на проектирование оснастки);
- 4) оценка **погрешности схемы установки**;
- 5) разработка (или выбор) **конструктивной модели приспособления**.

При переходе от первого этапа проектирования к последнему происходит наращивание объема информации о реальном процессе установки. Однако никогда модель установки не может быть тождественна реальному процессу, да это и не требуется.

3 РАЗМЕРНАЯ НАСТРОЙКА

Кроме элементов расположения (параллельность, перпендикулярность, угол) при обработке необходимо обеспечить заданные расстояния. Это обеспечивается **размерной настройкой**. При обработке на настроенном станке партии заготовок заданные размеры (расстояния) обеспечиваются соответствующим реальным базированием.

Под размерной настройкой будем понимать ориентацию формообразующих элементов режущей кромки инструмента относительно технологических баз обрабатываемой заготовки и ограничение длины рабочего хода. Если базирование заготовки осуществляется методом сопряжения, то режуще-формообразующая кромка ориентируется относительно установочных элементов приспособления (рис. 3.1).

Наиболее простым методом размерной настройки является настройка по эталону (рис. 3.2).

Чтобы повысить точность настройки и не повредить режущую кромку инструмента 3 при его подводе к эталону 2, применяют промежуточный элемент щуп 4 заданной толщины. Тогда размер эталона (расстояние от установочного элемента) определяется из выражения

$$A_{\text{эт}} = A_{\text{н}} - b,$$

где $A_{\text{эт}}$ – размер (высота) эталона, $A_{\text{н}}$ – размер настройки.

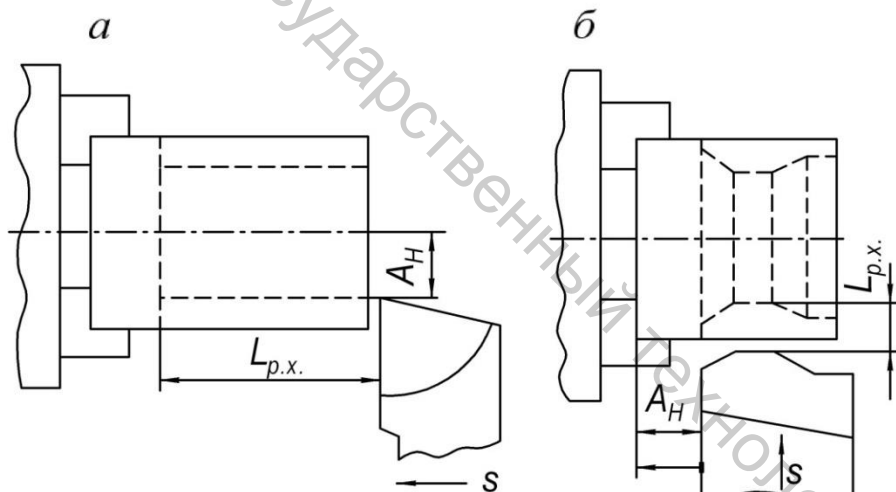


Рисунок 3.1 – Схема размерной настройки при токарной обработке:

а – с продольной подачей $s_{\text{прод}}$; б – с поперечной подачей $s_{\text{поп}}$; $L_{\text{р.х.}}$ – длина рабочего хода; $A_{\text{н}}$ – размер настройки

В некоторых случаях в качестве начала отсчета при размерной настройке используется технологическая база. Пример такой настройки показан на рисунке 3.3. Заготовка 1 предварительно базируется и закрепляется на столе 2. При помощи щупа 3 калиброванная оправка 4, установленная в шпиндель станка, фиксируется в начальной позиции. Затем при помощи механизмов ручной подачи стола и бабки шпинделя осуществляется перемещение на расстояния x и y для совмещения осей шпинделя (O) с осью будущего (расточиваемого) отверстия (O_1). Где

$$x = A + b + d/2;$$

$$y = B - b - d/2.$$

Отсчет перемещений осуществляется при помощи лимба или набора концевых мер с индикатором.

Пример настройки при обработке отверстия расположенного под углом к оси другого отверстия показан на рисунке 3.4. Заготовка с помощью индикатора базируется и фиксируется на столе координатно-расточного станка таким образом, чтобы ось оправки с шариком и ось заготовки совпали. Далее осуществляется поворот стола на заданный угол α по отношению к оси шпинделя. Ось шпинделя (при помощи

индикатора) устанавливается в нуль относительно шарика оправки. Затем осуществляется отвод стола на расстояние x , где

$$x = \frac{D}{2} \cos \alpha + (L - a) \sin \alpha.$$

При размерной настройке резцов в расточных борштангах применяют эталоны или приборы типа «наездник» (рис. 3.5). Прибор 1, оснащенный индикатором 3 часового типа, настраивается предварительно по изготовленной для этой цели втулке с наружным диаметром $d = 2 \cdot A_n$. Эта втулка по скользящей посадке устанавливается на борштангу. Иногда призма прибора 1

снабжается магнитом, который при необходимости можно выключить. Такой прибор удобнее простого (без магнита). Точность установки резцов по прибору 0,005...0,015 мм. Предварительная размерная настройка инструментов для станков с ЧПУ осуществляется вне станка при помощи оптико-механических приборов.

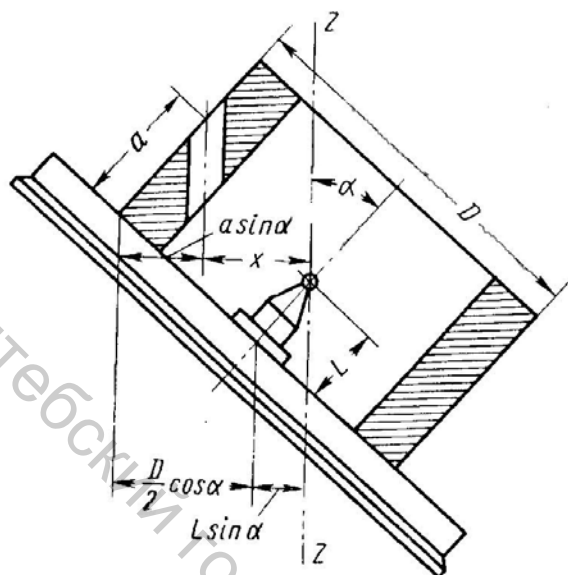


Рисунок 3.4 – Схема настройки для обработки под углом α на расстоянии a

Некоторые станки с ЧПУ снабжены измерительными преобразователями 2 (рис. 3.6), которые позволяют осуществить размерную настройку. Для этого каждый из инструментов 1 подводится к измерительному преобразователю 2, который устанавливается на столе станка или на приспособлении с известной высотой B_n . Система ЧПУ переводится в режим измерения. При отводе шпиндельной бабки в исходное положение системой определяется расстояние C_n , а следовательно и A_n от стола до инструмента. Таким образом, в памяти УЧПУ формируется необходимое перемещение $z = A_u - A_n$ для выхода на размер настройки A_n .

Все описанные выше методы **статической размерной настройки** имеют общий недостаток – не учитывают действующие в процессе обработки силы и соответствующие им упругие деформации, вследствие которых фактический размер обработки $A_{\text{факт}}$ никогда не равен размеру настройки A_n . Последнее обстоятельство во многих случаях имеет существенное значение.

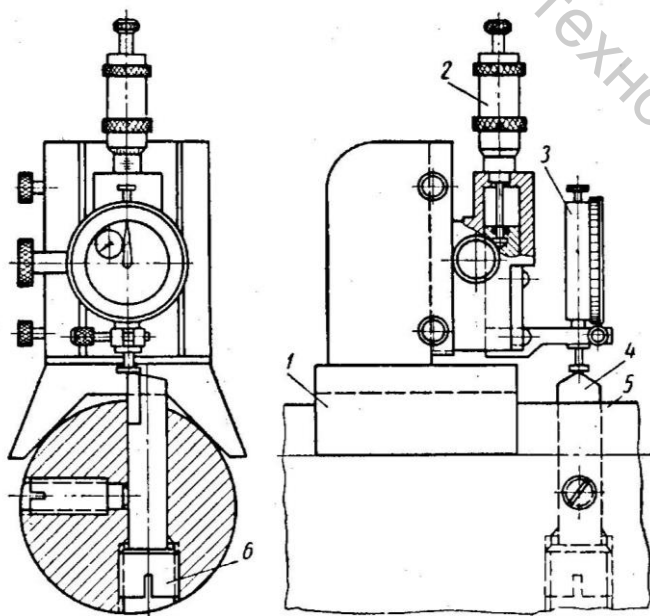


Рисунок 3.5 – Схема настройки резца на размер растачиваемого отверстия

Поэтому статическая настройка дополняется динамической, при которой регулирование положения инструментов и упоров, ограничивающих длину рабочего хода, осуществляется на основании результатов замера первых обработанных заготовок. Во многих случаях сразу осуществляется динамическая размерная настройка без статической.

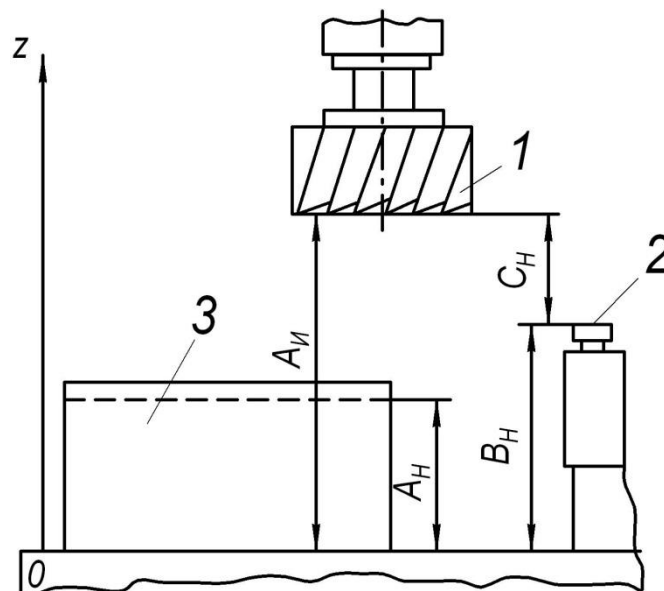


Рисунок 3.6 – Схема размерной настройки инструментов многоцелевого станка с ЧПУ по оси Z

Различают два вида **динамической размерной настройки**: *единичная*, когда процедура настройки повторяется при обработке каждой заготовки, и *настройка на партию заготовок*, когда настроенным на размер инструментом обрабатывается партия заготовок, соответствующая периоду его стойкости. Единичная динамическая размерная настройка осуществляется методами «пробной стружки» и «пробных проходов». Пример первого метода, реализуемого на токарном станке, показан на рисунке 3.7.

После включения вращения шпинделя вершина резца переводится из исходного положения (точка 0) до касания с заготовкой (в точке 1). Затем резец отводится вправо (в точку 2), лимб поперечной подачи устанавливается на нуль и осуществляется переход в точку 3 поперечной подачей на $(D - d_1) / 2$. Значение d_1 выбирается согласно неравенству $d_1 > d$, где d – требуемый размер детали. Включается продольная подача, заготовка протачивается на небольшой длине L_1 , (переход в точку 4) и резец ускоренно отводится вправо (в точку 5, которая может совпадать с точкой 3). Вращение шпинделя выключается и осуществляется измерение полученного диаметра d_1 . Снова включается вращение шпинделя, вершина резца перемещается в точку 6 на расстояние $(d_1 - d) / 2$ и заготовка обрабатывается на полную длину L .

Недостатком данного метода является относительно низкая точность. Кроме того, окончательно на участке длиной L_1 получается уменьшенный размер, так как этот участок обрабатывается с меньшей глубиной резания, чем вся остальная заготовка.

Метод «пробных проходов» отличается от метода «пробной стружки» тем, что предварительно обрабатывается не малый участок заготовки, а вся заготовка. Далее, после отвода в точку 5, проводится коррекция размерной настройки (перевод в точку 6) и повторная обработка на всей длине. Послед-

нюю процедуру можно повторять несколько раз, пока не будет достигнут заданный размер. Данный метод обеспечивает высокую точность, ограничиваемую только точностью измерения, точностью регулировки (по лимбу винта подачи или по индикатору часового типа) и минимальной глубиной резания, с которой может работать данный инструмент. Однако при обработке методом "пробных проходов" существенно теряется производительность.

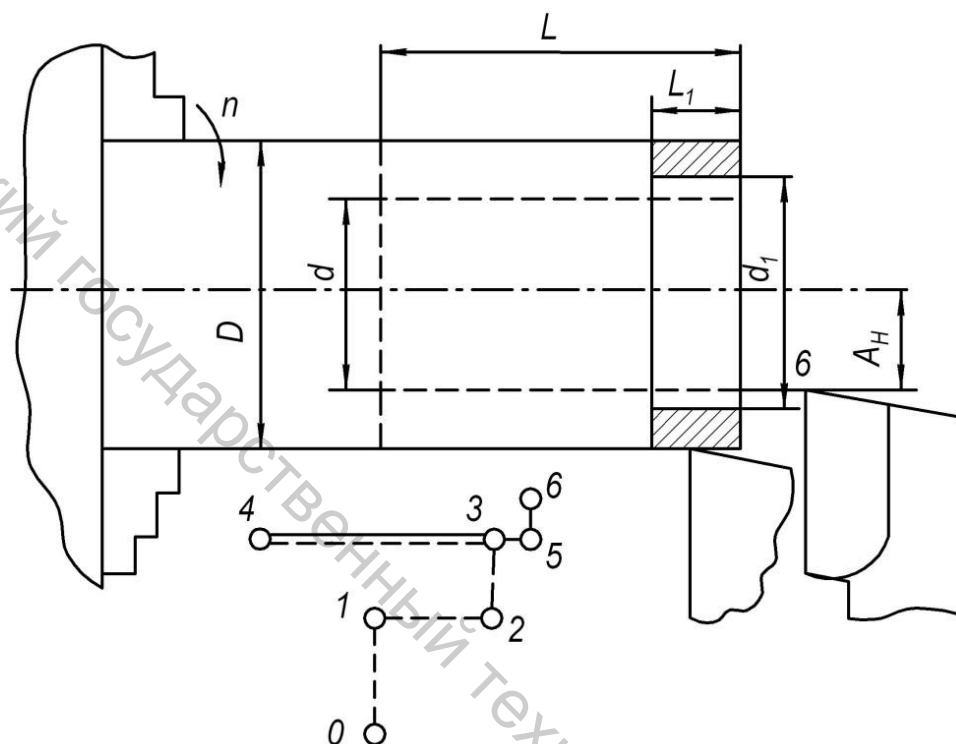


Рисунок 3.7 – Схема размерной настройки методом «пробной стружки»

При динамической размерной настройке на партию заготовок необходимо обеспечить не только заданную точность, но и максимальную долговечность работы инструмента между коррекциями размерной настройки, которые производятся несколько раз за период его стойкости. Основной причиной, вызывающей необходимость этой коррекции, является износ инструмента, из-за которого размер обработки может систематически увеличиваться (для наружной поверхности) или уменьшаться (для внутренней).

Размерная настройка осуществляется в три этапа: 1) индивидуальная настройка по первой заготовке; 2) обработка пробной партии заготовок; 3) анализ результатов измерения деталей пробной партии и первая коррекция, размерной настройки с целью так расположить в пределах поля допуска размера мгновенное поле рассеивания технологического размера, чтобы получать максимальный запас на изнашивание инструмента.

4 СИНТЕЗ СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ И УСТАНОВКИ

4.1 Проектирование схем базирования

Первым шагом решения задачи синтеза состава установочных элементов приспособления является идентификация комплекта баз ориентации. Для этого рассматриваются поверхности сформированных на предыдущем этапе комплектов баз ориентации и определяется характер поверхности (ось поверхности вращения или плоскость).

Всего возможно четыре варианта сочетаний поверхностей (рис. 5.1). Далее определяется принадлежность рассматриваемого комплекта к одному из четырех описанных выше (глава 2). Комплект О-О-Оприменяется крайне редко.

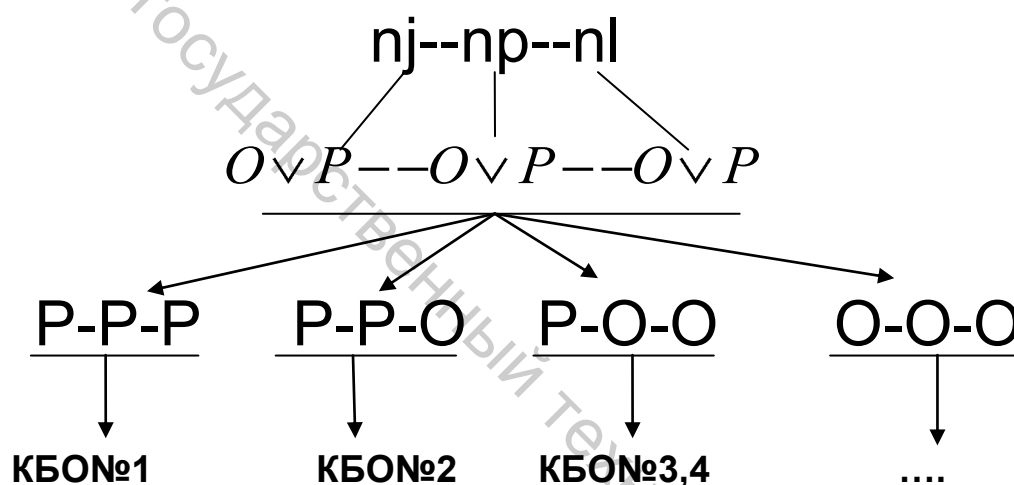


Рисунок 4.1 – Модель идентификации комплекта баз

Для определения функций компонентов комплекта технологических баз ориентации (синтеза схемы базирования) следует пользоваться следующими утверждениями.

Утверждение 1.

Схема базирования, в первую очередь, должна обеспечить заданную точность взаимного расположения, а затем точность размеров. Если не обеспечена требуемая точность допуска взаимного расположения, то деталь неизбежно перейдет в неустранимый брак, линейные размеры можно компенсировать.

Утверждение 2.

Технологическими базами могут быть назначены только те компоненты геометрической модели заготовки, от которых заданы размеры до обрабатываемых поверхностей и, по отношению к которым, заданы допуски взаимного расположения (перпендикулярность, параллельность, угол и т.д.) обрабатываемой поверхности. Несоблюдение этого требования приведет к появлению погрешности схемы базирования.

Утверждение 3.

Точность взаимного (углового) расположения обеспечивают только тройная однонаправленная (установочная), двойная однонаправленная (направляющая) и четверная (двойная направляющая) базы, а также сочетания двойной разнонаправленной (двойной опорной и одиночной (опорной) баз и тройной разнонаправленной (тройной опорной) и одиночной (опорной) баз.

Например, на рисунке 4.2 преднамеренно поверхность, по отношению к которой задан допуск перпендикулярности плоскости, взята в качестве одиночной (опорной) базы. Опорная (одиночная) база определяет точку, относительно которой под действием силы резания деталь может поворачиваться. Установочная (тройная

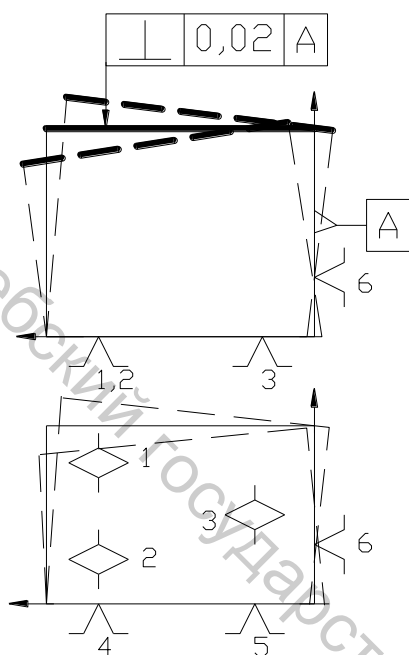


Рисунок 4.2 – Схема базирования, не обеспечивающая допуск перпендикулярности

однонаправленная) база определяет плоскость. В этом случае поворот исключается. Тем самым обеспечивается допуск взаимного расположения.

Утверждение 4.

Та технологическая база, по отношению к которой удельный допуск взаимного расположения или расстояний более жесткий, должна накладывать больше связей. Под удельным допуском понимается допуск взаимного расположения, приведенный к одной базовой длине.

Например, на рисунке 4.3 базовая поверхность Б определена тремя направляющими векторами 1-3 как плоскость. Двойная однонаправленная (направляющая) база (точки 4,5) определяет линию. Перпендикулярность относительно плоскости А, в отличие от плоскости Б, в полном объеме обеспе-

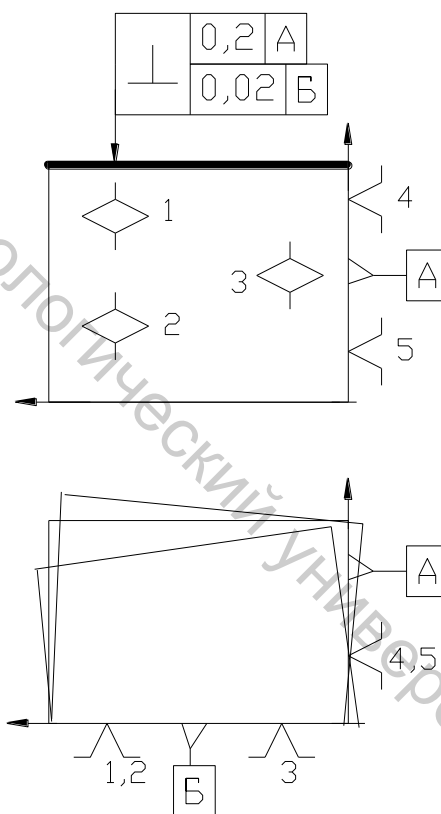


Рисунок 4.3 – Схема базирования, обеспечивающая требования к перпендикулярности плоскости

чена не может. К плоскости Б допуск жестче, следовательно его обеспечение является приоритетным для конструктора. Поэтому именно плоскость Б – тройная однонаправленная(установочная) база.

Разработан массив продукционных моделей для назначения вида компонентов комплекта технологических баз из 62 алгоритмов(приложение В). Структура массива полностью соответствует вариантам корректного задания допусков взаимного расположения относительно комплектов баз (см. раздел 2.1). Каждому варианту задания допуска ставится в соответствие алгоритм определения вида компонента комплекта. Для комплекта баз ориентации №2 на рисунке 4.4 приведен фрагмент массива, некоторые его элементы (алгоритмы в формальном (на языке алгебры логики) виде).

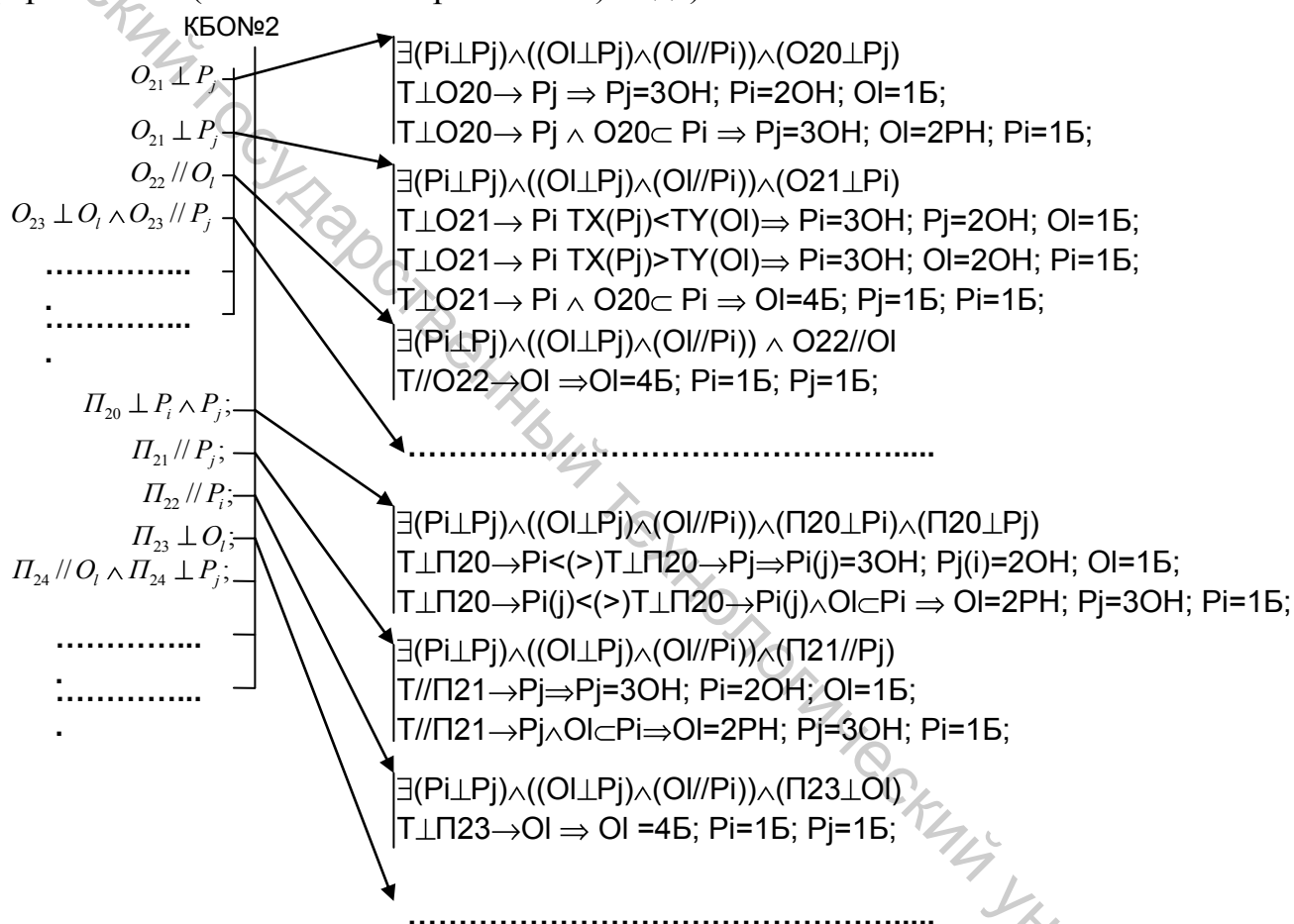


Рисунок 4.4 – Элементы массива продукционных моделей для комплекта баз №2

Например, алгоритм O21 означает: если существует комплект технологических баз состоящий из двух взаимно перпендикулярных плоскостей $P_i \perp P_j$ и оси $(O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)$ перпендикулярной одной из них (параллельной другой) и задан допуск перпендикулярности оси поверхности вращения O21 относительно плоскости P_i , а допуск линейного размера относительно P_j меньше допуска линейного размера относительно O_i , то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной (установочной) базой, плоскость P_j двойной однонаправлен-

ной (направляющей), ось O_l одиночной (опорной). Если допуск линейного размера относительно P_j больше допуска линейного размера относительно O_l , то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной (установочной) базой, ось O_l двойной однонаправленной (направляющей), плоскость P_j одиночной (опорной) базами. В частном случае, если плоскость P_i совпадает с осью O_l , то ось O_l назначается четверной (двойной направляющей), базой плоскости P_i и P_j назначаются одиночными (опорными) базами (приложение В, рис. 4.5).

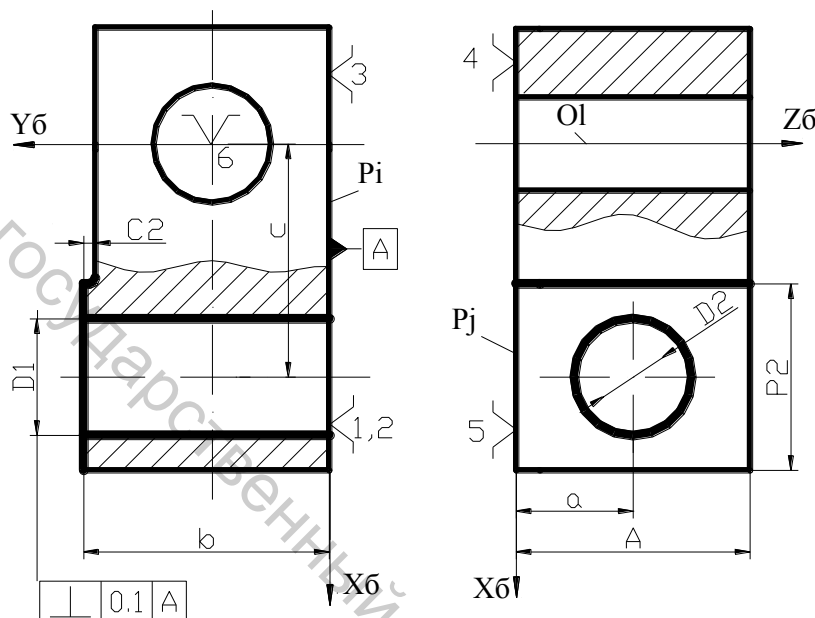


Рисунок 4.5 – Пример назначения вида компонентов комплекта технологических баз по правилу O21

Алгоритм O11 гласит: если существует комплект технологических баз состоящий из трех взаимно перпендикулярных плоскостей $P_i \perp P_j \perp P_k$ и заданы допуски параллельности главной оси ФМ O_{11} относительно плоскостей P_i и P_j , а численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости $P_{i(j)}$ меньше численного значения допуска параллельности оси относительно плоскости $P_{j(i)}$, то плоскость $P_{i(j)}$ назначается тройной однонаправленной (установочной) базой, плоскость $P_{j(i)}$ двойной однонаправленной (направляющей), плоскость P_k одиночной (опорной) базами. Аналогично определяются компоненты комплекта, если задан допуск параллельности оси относительно плоскостей P_i и P_k , P_j и P_k (см. рис. 4.6).

$$\exists (P_i \perp P_j \perp P_k) \wedge ((O_{11} // P_i) \wedge (O_{11} // P_j)) \vee ((O_{11} // P_i) \wedge (O_{11} // P_k)) \vee ((O_{11} // P_j) \wedge (O_{11} // P_k));$$

$$T // O_{11} \rightarrow P_{i(j)} < T // O_{11} \rightarrow P_{j(i)} \Rightarrow P_{i(j)} = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; P_k = 1\text{Б};$$

$$T // O_{11} \rightarrow P_{i(k)} < T // O_{11} \rightarrow P_{k(i)} \Rightarrow P_{i(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(i)} = 2\text{ОН}; P_j = 1\text{Б};$$

$$T // O_{11} \rightarrow P_{j(k)} < T // O_{11} \rightarrow P_{k(j)} \Rightarrow P_{j(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(j)} = 2\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$$

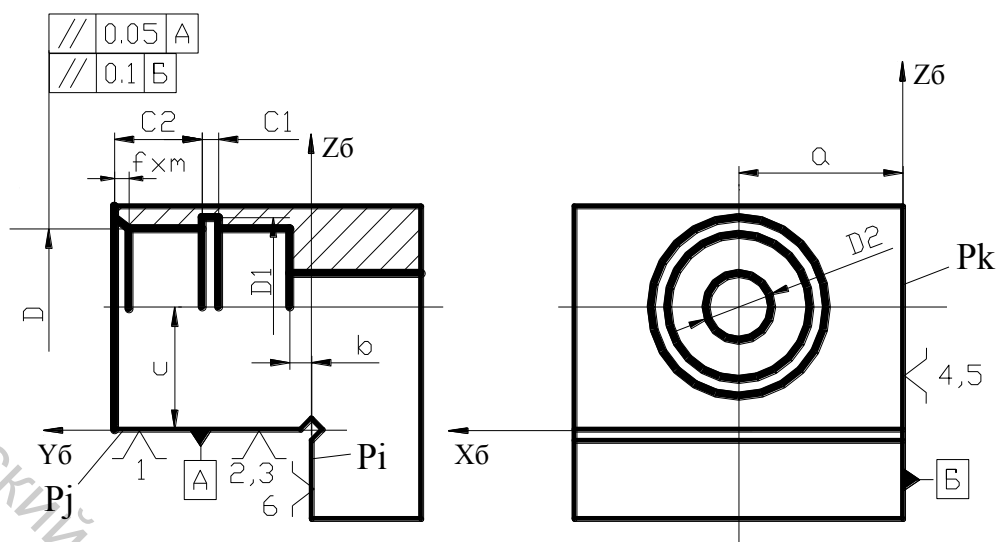


Рисунок 4.6 – Пример назначения вида компонентов комплекта технологических баз по правилу O11

Алгоритм П 34 означает: если заданы допуски перпендикулярности плоскости Π_{34} относительно плоскости P_i и углового расположения относительно плоскости $\{O_l O_n\}$ и численное значение допуска перпендикулярности относительно P_i меньше численного значения допуска углового расположения относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной (установочной) базой, одна из осей, от которой задан линейный размер, – двойной разнонаправленной (двойной опорной), вторая – одиночной (опорной) базами. Если численное значение допуска перпендикулярности относительно P_i больше численного значения допуска углового расположения относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость $\{O_l O_n\}$ назначается тройной однонаправленной (установочной) базой, P_i – двойной однонаправленной (направляющей), одна из осей, от которой задан линейный размер, – одиночной (опорной) базами (глава 2; рис. 2.17).

Или в символьном виде:

$$\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (\Pi_{34} \angle \{O_l O_n\} \wedge \Pi_{34} \perp P_i);$$

$$T \angle \Pi_{34} \rightarrow \{O_l O_n\} > T \perp \Pi_{34} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; O_{l(n)} = 2\text{РН}; O_{n(l)} = 1\text{Б};$$

$$T \angle \Pi_{30} \rightarrow \{O_l O_n\} < T \perp \Pi_{30} \rightarrow P_i \Rightarrow \{O_l O_n\} = 3\text{ОН}; P_i = 2\text{ОН}; O_{n(l)} = 1\text{Б} \text{ и т.д.}$$

При использовании данной методики логика синтеза проектной базы заменяется логикой выбора, что не совсем удобно для человека, но легко реализуемо с помощью ЭВМ.

Задача проектирования схем базирования актуальна и для немашинного проектирования. Синтез схемы базирования «вручную» рекомендуется выполнять согласно приведенным ниже шагам.

Первый шаг. Построить геометрическую модель заготовки с выделением обрабатываемых поверхностей, указанием размерных связей и допусков взаимного расположения, которые необходимо обеспечить на операции.

Второй шаг. Проверив правильность задания допусков взаимного расположения ФМ, согласно 62 правилам однозначности и корректности и выявив, если необходимо, неуказанные допуски относительного расположения (перпендикулярность, соосность, симметричность), определить комплект технологических баз ориентации.

Третий шаг. Сформировать базовую систему координат.

Четвертый шаг. Определить вид каждого из компонентов установленного комплекта баз (число налагаемых связей) согласно утверждениям 3, 4 и 5.

В качестве примера проведем обоснование схемы базирования, приведенной в главе 2 на рисунке 2.17, согласно указанному выше алгоритму.

Первый шаг.

Обрабатываемая поверхность – плоскость, перпендикулярная плоскости А, расположенная под углом $45^\circ \pm 20'$ к плоскости, проходящей через ось отверстия $\varnothing 20^{+0,1}$ и ось скругления R10, и находящаяся на расстоянии $30 \pm 0,2$ от оси отверстия $\varnothing 20^{+0,1}$.

Второй шаг. Согласно утверждению 2 комплект технологических баз будет состоять из плоскости А и двух перпендикулярных к ней осей (ось отверстия $\varnothing 20^{+0,1}$ и ось скругления R10, что соответствует №3 в таблице 2.1). Расположение обрабатываемой плоскости согласно пункту П34 задано корректно и однозначно.

Третий шаг. Согласно таблице 2.1 строится базовая система координат.

Четвертый шаг. Согласно утверждениям 3, 4 и 5 плоскость А назначается тройной однонаправленной (установочной) базой (обеспечивает перпендикулярность с максимальной точностью). Ось отверстия $\varnothing 20^{+0,1}$ назначается двойной разнонаправленной (двойной опорной) базой, а ось скругления R10 – одиночной (опорной).

В том случае, если относительно комплекта ориентируется несколько главных поверхностей конструктивных элементов, то вид компонента комплекта определяется с помощью ранжирования численных значений допусков по компонентам комплекта и последующего определения приоритета компонента (в зависимости от этого значения). Например, если относительно комплекта баз, состоящего из трёх взаимно перпендикулярных плоскостей, ориентируется две оси и заданное численное значение допуска перпендикулярности одной оси относительно одной плоскости меньше численного значения допуска перпендикулярности второй оси относительно второй плоскости, то первая плоскость назначается тройной однонаправленной (установочной) базой, а вторая (двойной однонаправленной) направляющей.

4.2 Проектирование схем установки

Задачу структурного синтеза схемы установки предлагается решать в терминах абстрактных условных установочных элементов. Для чего применен ме-

тод типовых технических решений (Тр), при реализации которого вид компонента схемы базирования заменяются соответствующими условными установочными элементами.

Замену элемента схемы базирования элементом схемы установки предлагается осуществлять с помощью схемы соответствия вида компонента установочным элементам (рис. 4.7, см. приложение Б) и таблицы сокращения вариантов технических решений (приложение Г, элементы приведены в табл. 4.1).



Рисунок 4.7 –Фрагмент схемы соответствия вида компонента возможным установочным элементам

Следует отметить, что в ГОСТ 3.1107-81 (СТ СЭВ 1803-79) отсутствует обозначение некоторых используемых в настоящее время опор, зажимов и установочных устройств. Так, например, в ГОСТ нет обозначений для магнитной плиты, клиновых оправок, оправок с тарельчатыми пружинами, клиноплунжерных оправок, втулок, полувтулок и др.

Для реализации метода синтеза технических решений необходимо отобрать варианты установочных компонентов для реализации проектных баз комплекта ТБ. Выбранные компоненты заносятся в морфологическую таблицу, столбцы которой соответствуют функциям реализации той или иной технологической базы и закрепления, а строки – вариантам функциональных компонентов. Для комплекта проектных технологических баз – тройная одинаправленная (установочная), двойная одинаправленная (направляющая), одиночная (опорная), абстрактная морфологическая таблица будет иметь вид, представленный в таблице 4.2. . Здесь Ф1, Ф2, Ф3– функции наложения определенного числа связей.

Таблица 4.1 – Элементы таблицы сокращения вариантов

База	Код	Тип производства					Габариты и масса обрабатываемой детали				...
		е	мс	с	кс	м	м	с	к	ок	...
3ОН	Тр 1.1	х	х	х			х	х			...
	Тр 1.2	х	х	х	х	х		х	х	х	...
	Тр 1.3	х	х	х	х	х		х	х	х	...
	...										...
2ОН	Тр 2.1	х	х	х			х	х			...
	Тр 2.2	х	х	х	х			х	х	х	...
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..

При выборе вариантов технических решений, заносимых в морфологическую таблицу, с помощью таблицы сокращения вариантов учитываются следующие ограничения: тип производства, габариты и масса обрабатываемой детали, показатели качества базы, поверхность базирования (наружная, внутренняя), тип поверхности, характер базы (явная, скрытая), вид обработки (отделочная, чистовая, предварительная).

Таблица 4.2 – Морфологическая таблица

Функции		
Ф1	Ф2	Ф3
Тр 1.1.	Тр 2.1.	Тр 3.1.
Тр 1.2.	Тр 2.2.	Тр 3.2.
.....		
Тр 1.i.	Тр 2.j.	Тр 3.k.

Окончательно решение о выборе необходимого набора компонентов может быть принято с помощью интегральных показателей сложности состава компонентов

схемы установки на основе коэффициентов сложности (стоимости) установочных, установочно-зажимных компонентов.

Если в морфологической таблице число сочетаний компонентов невелико, (до 20) и проектирование проводится без помощи ЭВМ, то выбор наилучшего варианта комплекта возможен путем полного перебора сочетаний компонентов.

В противном случае число рассматриваемых вариантов уменьшается методом отбора по столбцам, а именно способом сокращения числа рассматриваемых вариантов путем исключения наихудших комбинаций.

Для реализации способа сокращения числа рассматриваемых вариантов путем исключения наихудших комбинаций необходимо из морфологической таблицы выбрать два столбца (из первых трех) с наименьшим количеством ва-

риантов технических решений ($i < k < j$) и образовать из них все возможные парные комбинации (табл. 4.4).

Таблица 4.4 – Таблица парных комбинаций

Технические решения	Технические решения			
	Тр 3.1.	Тр 3.2.	...	Тр 3.k.
Тр 1.1.	<u>Тр11,31</u>	Тр11,32	Тр11,...	Тр11,3k
Тр 1.2.	Тр12,31	<u>Тр12,32</u>	Тр12,...	Тр12,3k
...	Тр...,31	Тр...,32	...	Тр...,3k
Тр 1.i.	Тр1i,31	Тр1i,32	Тр1i,...	Тр1i,3k

Сравнительный анализ этих комбинаций позволяет две-три из них (например, подчеркнутые) отнести к наилучшим и включить в дальнейшее рассмотрение, а остальные – исключить. Из исходной таблицы выбирается следующий столбец с наименьшим из оставшихся числом вариантов технических решений и составляется из них и отобранных парных комбинаций все возможные тройные комбинации. Сравнительный анализ позволит выделить и отбросить неэффективные сочетания и оставить те, которые имеют максимальную эффективность. В конце концов, остается некоторое множество комбинаций, которое сокращается до одного-двух технических решений.

Направление силы зажима (в случае применения компонентов, не имеющих зажимных элементов) определяется в направлении технологической базы, накладывающей наибольшее количество связей. В случае применения призмы и компонента реализующего одиночную(опорную) базу (за исключением самоцентрирующего компонента) возможно направлять силу зажима на этот компонент. Причем этот компонент располагается на максимальном удалении от оси технологической базы.

Таким образом, формируется схема установки – основная часть задания на выбор или проектирование конструкции приспособления (или состава типовых установочных, установочно-зажимных и зажимных элементов при базировании на столе станка и т.п.).

5 ПОГРЕШНОСТЬ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ

Погрешность установки заготовки в приспособлении обусловлена: 1) погрешностями формы и относительного положения технологических баз; 2) погрешностями, заложенными при проектировании технологического процесса (погрешность схемы базирования и погрешность схемы установки); 3) погрешностями закрепления. Погрешности технологических баз приводят к смещению Δ_{δ} измерительных баз (рис. 5.1) и проявляются как стационарные случайные погрешности обеспечиваемых на данной операции размеров A и B , поскольку в данной задаче размер настройки A_H считается неизменным.

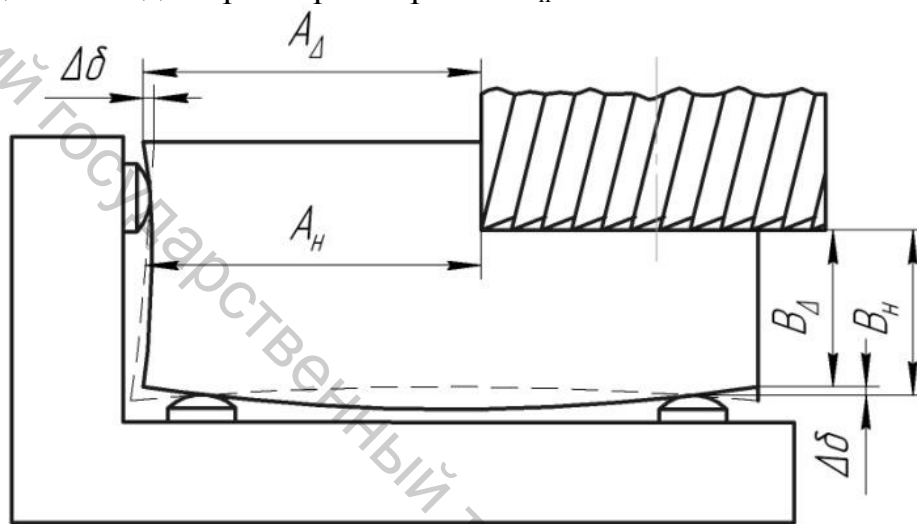


Рисунок 5.1 – Схема формирования погрешности базирования

Схема базирования должна быть спроектирована таким образом, чтобы базовая система координат лежала на компонентах ГМЗ, от которых заданы размеры и показатели угловой ориентации обрабатываемых элементов заготовки. Если это требование **невозможно выполнить**, то появляются условия для возникновения погрешности схемы базирования.

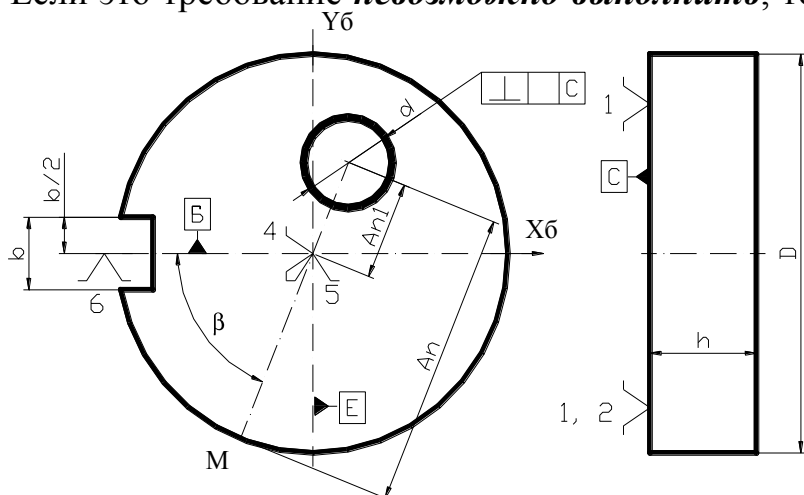


Рисунок 5.2 – Иллюстрация условий для проявления погрешности схемы базирования по размеру

Условия для возникновения погрешности схемы базирования имеют место, когда из-за некорректной простановки размеров или по другим причинам невозможно создать БСК на компонентах ГМЗ, от которых заданы размеры и показатели угловой ориентации обрабатываемых элементов заготовки.

Пример указанной ситуации приведен на рисунке 5.2. Положение оси обрабатываемого отверстия определяется углом β , который откладывается от плоскости Б, перпендикулярной установочной базе (плоскость С), и расстоянием A_n , которое откладывается от наружного диаметра ГМО. Плоскость Б будет направляющей базой. Провести третью плоскость СКО через точку М нельзя, так как в этом случае не получится декартовой системы координат. Кроме того, ее положение не является постоянным, а зависит от диаметра D , который изменяется в пределах допуска. Поэтому эту плоскость ССК (Е) следует провести через точку О. В таком случае размер A_n зависит от фактического значения радиуса детали и колеблется в пределах допуска. Тогда погрешность схемы базирования

$$\Delta_{сб}(A_n) = TD/2.$$

Если задать размер A_{n1} вместо A_n , то условий для появления погрешности схемы базирования не будет.

На этапе проектирования теоретической схемы установки нужно обеспечить контакт технологических баз с моделями установочных компонентов (сформировать опорные точки) тем самым определить положение установочной системы координат (УСК) (рис. 5.3). Однако, это возможно далеко не всегда, особенно если технологические базы являются скрытыми. Тогда возникают условия для появления *погрешности теоретической схемы установки*. Погрешностью теоретической схемы установки будем называть поле рассеяния отклонений положения установочной системы координат от базовой системы координат при разработке схемы установки.

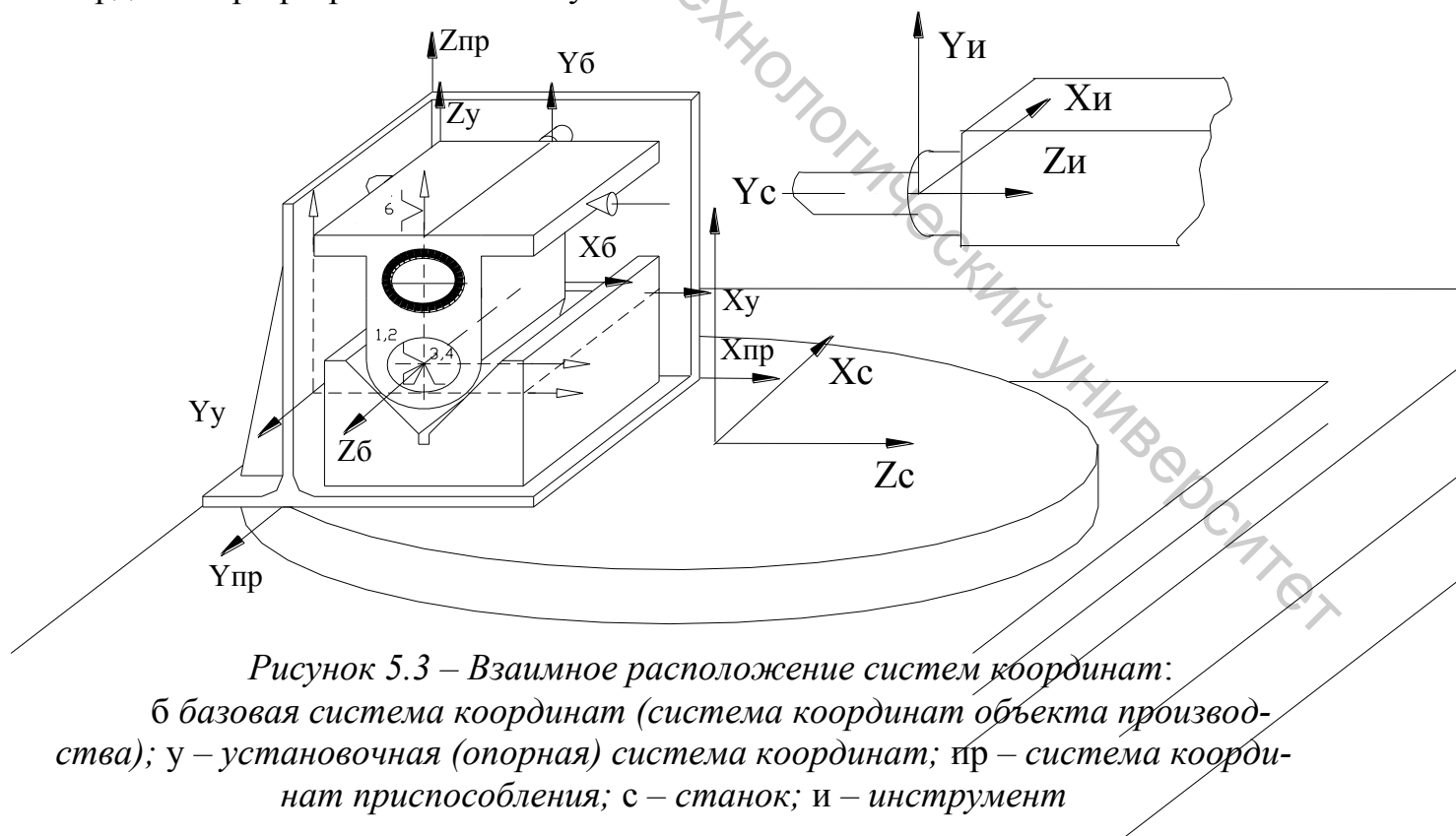


Рисунок 5.3 – Взаимное расположение систем координат:

б – базовая система координат (система координат объекта производства); у – установочная (опорная) система координат; пр – система координат приспособления; с – станок; и – инструмент

Таким образом, при проектировании схемы установки желательно совместить опорную систему координат с базовой (собственной), чтобы не создавать условия для возникновения *погрешности схемы установки* – меры несовпадения опорной и базовой систем координат.

Погрешностью схемы установки будем называть поле рассеяния отклонений положения базовой системы координат заданного при разработке схемы установки. При этом считается, что технологические базы не имеют погрешностей формы. Причиной возникновения погрешности схемы установки являются погрешности размеров объекта производства, которые получены на этапах обработки, предшествующих рассматриваемому. Погрешность схемы установки относят обычно к размерам, выполняемым на рассматриваемой операции.

Например, на операции фрезерования выполняются размеры A_2 и B_2 (рис. 5.4), для чего режущие кромки фрезы устанавливаются относительно компонентов ОСК на расстояния, соответствующие размерам настройки A_n и B_n . Другие погрешности обработки, возникающие по разным причинам, в данной задаче не учитываются. При выполнении размера A_2 ось Y_y УСК не совпадает с осью Y_6 СКО. Следовательно, условия для возникновения погрешности схемы установки по этому размеру имеются.

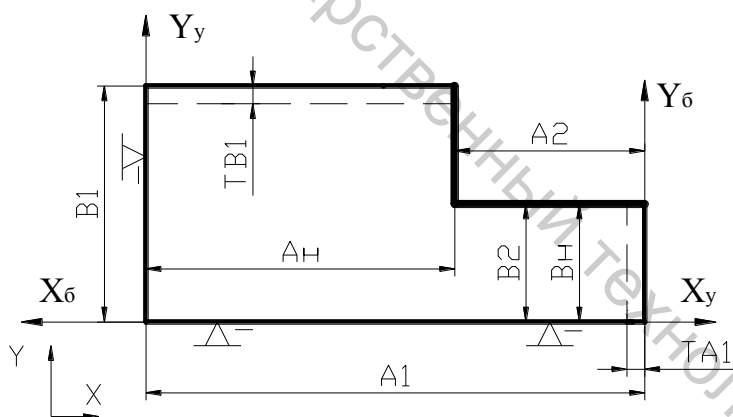


Рисунок 5.4 – Операционный эскиз

деталей и другие погрешности в данной задаче не учитываются, то A_2 может изменяться только в зависимости от размера A_1 в пределах допуска TA_1 .

Погрешность схемы установки проявляется как случайная величина, так как причина, ее порождающая (погрешность размера A_1), тоже является случайной величиной. Принято считать, что погрешность схемы установки – симметричная случайная величина, которая подчиняется нормальному закону распределения с математическим ожиданием, равным нулю. Тогда ее характеристикой будет максимально возможное поле рассеяния, в рассматриваемом случае TA_1 . Следовательно, можно записать

$$\Delta_{cy}(A_2) = TA_1, \quad (5.1)$$

где $\Delta_{cy}(A_2)$ – погрешность схемы установки по размеру A_2 .

При выполнении размера B_2 оси X_6 (СКО) и X_y (УСК) совпадают. Следовательно, условий для возникновения погрешности схемы установки нет. Действительно, случайные погрешности размера B_1 не влияют на положение X_6 ,

т.е. на размер B_2 .

Очень часто погрешность схемы установки зависит не от одного, а от нескольких размеров. В таких случаях алгоритм решения задачи определения погрешности схемы установки многозвенной размерной цепи состоит из следующих этапов: 1) на операционном эскизе указываются все выполненные ранее и выполняемые на рассматриваемой операции размеры, СКО и УСК, а также размеры настройки (рис. 5.5, а); 2) строится размерная цепь (рис. 5.5, б); 3) определяется погрешность замыкающего звена, которым является выполняемый размер. При этом погрешность настроечного размера A_n считается равной нулю, так как она, оставаясь постоянной для всей партии обрабатываемых деталей, не может быть источником случайной погрешности.

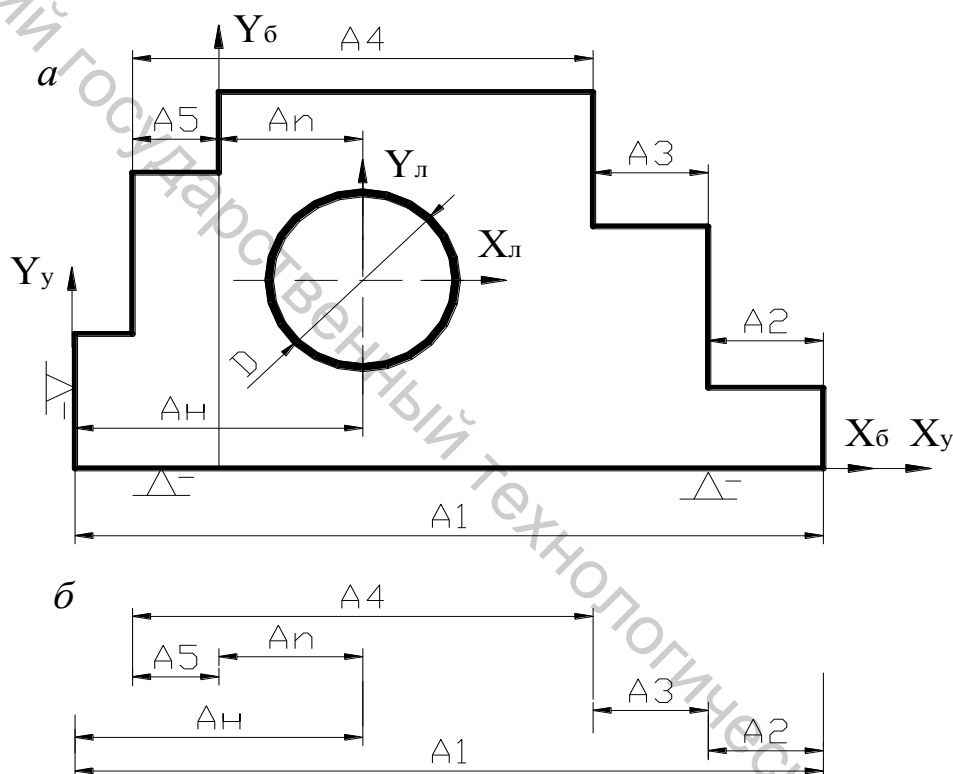


Рисунок 5.5 – Расчетная схема и размерная цепь

Максимально возможное (но весьма маловероятное) значение погрешности схемы установки определяется по формуле

$$\Delta_{cy}(A_n) = \sum_{i=1}^{n-1} TA_i, \quad (5.2)$$

где n -- число звеньев размерной цепи.

Из математической статистики известно, что при заданной доверительной вероятности P поле рассеяния случайной величины (в нашем случае погрешность звена размерной цепи A_i) связано со стандартным отклонением, а следовательно, и с дисперсией D_i следующим равенством: $TA_i = \lambda_i \sqrt{D_i}$, где λ_i -- коэф-

фициент, зависящий от закона распределения рассматриваемого звена и доверительной вероятности P . С другой стороны, известно, что если случайная величина является алгебраической суммой других случайных величин, то дисперсия суммы равна сумме дисперсий слагаемых. На этом основании можно записать для линейной размерной цепи:

$$\Delta_{cy}(A_n) = \lambda_n \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (TA_i / \lambda_i)^2},$$

где λ_i для нормального закона распределения равен 3, а для закона равной вероятности – 1,732.

Последним выражением предлагается пользоваться при $n > 3$ (если погрешности составляющих звеньев распределены по нормальному закону) и при $n > 6$ (если погрешности составляющих звеньев распределены по закону равной вероятности).

Для случая, показанного на рисунке 5.5, можем записать

$$\Delta_{cy}(A_n) = \sqrt{TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2}$$

Погрешность схемы установки для *плоской размерной цепи* определяется так же, как и для многозвенной линейной цепи. Отличие состоит только в том, что все звенья плоской размерной цепи необходимо спроектировать на направление вектора замыкающего звена. Например, размерная цепь для схемы, показанной на рисунке 5.6 а, изображена на рисунке 5.6б. Размерная настройка в данном случае осуществляется от начала УСК. Проектируя звенья размерной цепи на A_n , получаем

$$A_n - B_1 \sin \alpha - A_1 \cos \alpha - A_n = 0.$$

Тогда

$$\Delta_{cy}(A_n) = TB_1 \sin \alpha + TA_1 \cos \alpha$$

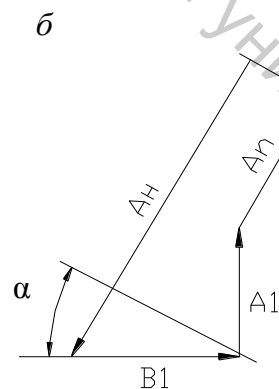
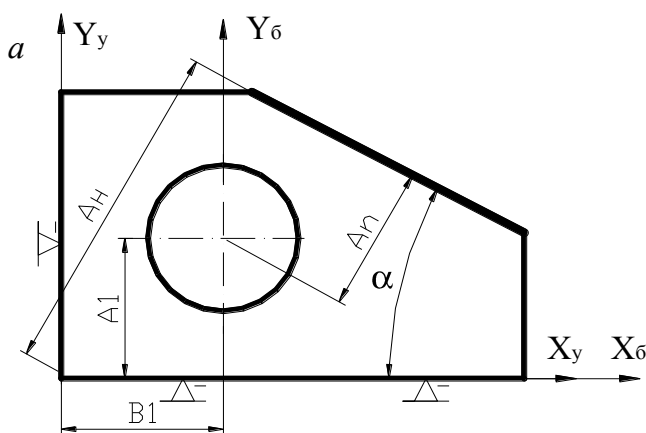


Рисунок 5.6 – Расчетная схема и плоская размерная цепь

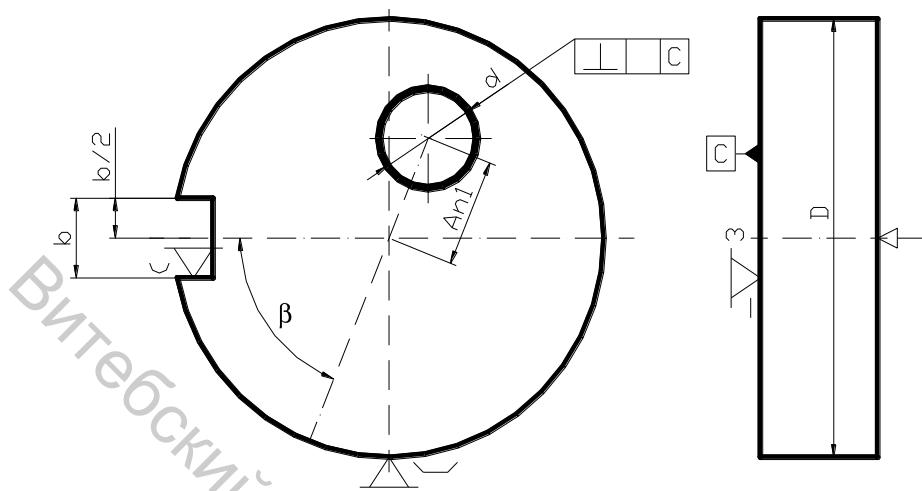


Рисунок 5.7 – Схема установки, соответствующая схеме базирования детали представленной на рисунке 5.2

Рассмотрим установку по наружной цилиндрической поверхности при помощи призмы для обработки отверстия диаметром d . Кроме того, должны быть выдержаны размер A_{n1} и угол β . До рассматриваемой операции были обработаны наружный диаметр D с допуском TD , шпоночный паз шириной b с допуском Tb . Соответствующая схема установки пока-

зана на рисунке 5.7, а расчетная схема и размерные цепи для расчета погрешности схемы установки – на рисунке 5.8.

Уравнение плоской размерной цепи, показанной на рисунке 5.8б, имеет вид

$$A_{n1} \sin \beta + A_{n2} \cos \beta = A_{n1} + OM \sin \beta, \quad (5.3)$$

где $OM = D / (2 \cdot \sin \alpha)$.

тогда

$$A_{n1} = A_{n1} \sin \beta + A_{n2} \cos \beta - D \sin \beta / 2 \sin \alpha,$$

Дифференцированием по D получаем

$$d(A_{n1}) = dD \cdot \sin \beta / (2 \sin \alpha)$$

Размеры A_{n1} , A_{n2} и β от размера D не зависят. Поэтому, заменив дифференциал малыми погрешностями, погрешность схемы установки по размеру A_{n1} можно определить с помощью модели

$$\Delta_{cy}(A_{n1}) = TD \cdot \sin \beta / (2 \sin \alpha).$$

Из второй размерной цепи (рис. 5.8в) получаем

$$A_{n1} \sin \beta + A_{n2} \cos \beta = A_n - D / 2 + OM \sin \beta,$$

Погрешность схемы установки по размеру A_n можно определить с помощью модели

$$\Delta_{cy}(A_n) = TD / 2 - TD \cdot \sin \beta / (2 \sin \alpha).$$

В этом случае погрешность схемы установки включает в себя соответствующую погрешность схемы базирования.

Причем если $\beta = \alpha$, то $\Delta_{cy}(A_n) = 0$

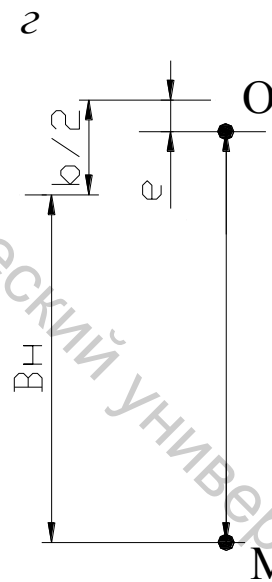
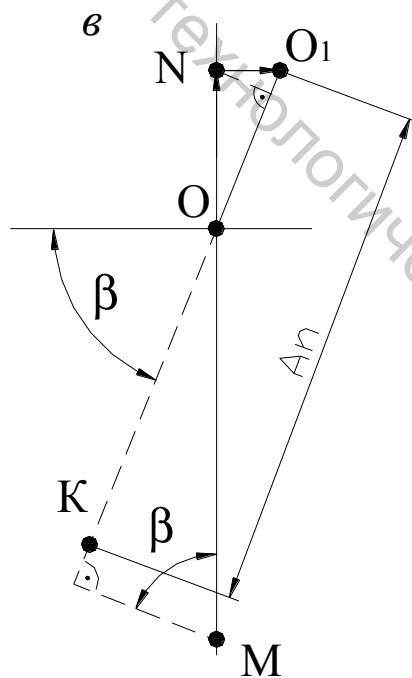
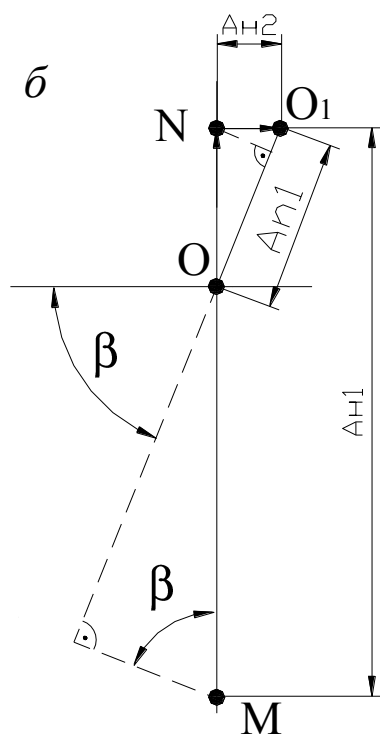
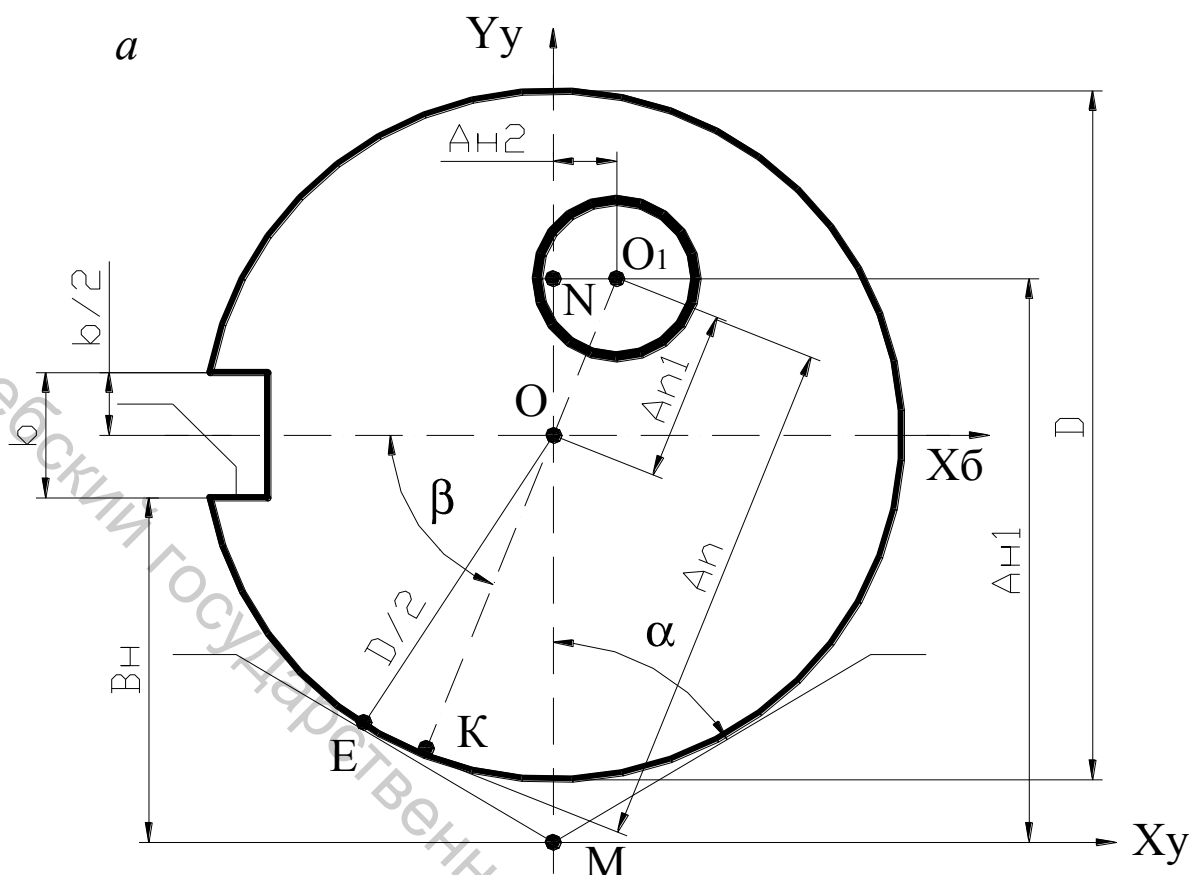


Рисунок 5.8 – Расчетная схема и размерные цепи для определения погрешности схемы установки представленной на рисунке 5.7.

Уравнение размерной цепи, показанной на рисунке 5.8г, имеет вид.

$$B_n + b / 2 = e + OM = e + D / 2 \sin \alpha ,$$

где e - смещение оси цилиндра, вызванное погрешностью размеров D и b . Тогда дополнительный поворот заготовки (погрешность схемы установки по углу β) будет.

$$\Delta_{cy}(\beta) = e / (D / 2) = (TD / \sin \alpha + Tb) / D$$

При установке по отверстию на цилиндрический палец возникает неопределенность положения заготовки, которая может смещаться в любом направлении в пределах зазора (рис. 5.9).

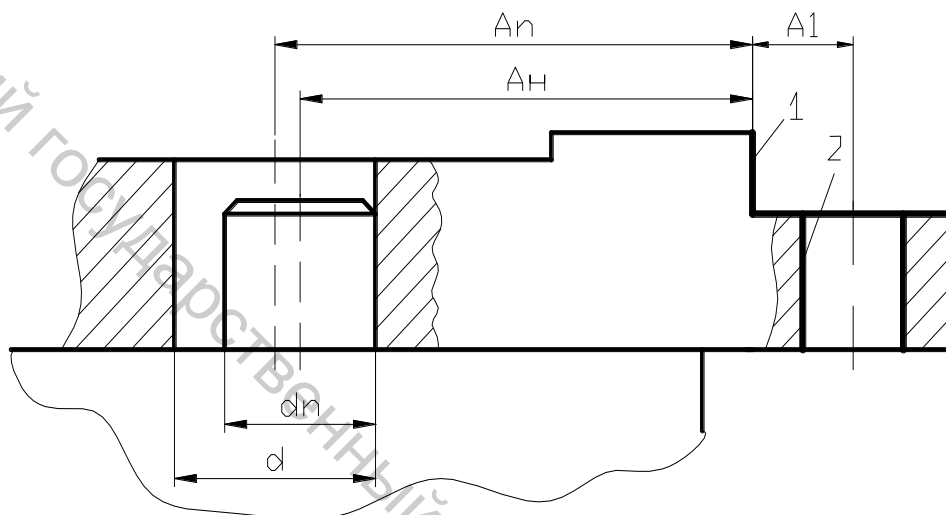


Рисунок 5.9 – Установка заготовки по отверстию на цилиндрический палец

Погрешность схемы установки $\Delta_{cy}(A_n)$ в этом случае можно определить по модели

$$\Delta_{cy}(A_n) = Td + BO(d_n),$$

где Td – допуск диаметра отверстия; $BO(d_n)$ – верхнее отклонение диаметра цилиндрического пальца.

При обработке нескольких поверхностей с одной установки только по отношению к одной определяется погрешность схемы установки и эта поверхность далее служит настроечной базой. Погрешность схемы установки $\Delta_{cy}(A_1) = 0$, т.к. поверхность 1 служит настроечной базой для обработки поверхности 2.

При установке заготовки на два пальца расчетная схема для определения погрешности схемы установки по углу α будет иметь вид представленный на рисунок 5.10.

На этой схеме O_1, O_2 – оси отверстий, $П_1$ ось симметрии ромбического пальца, $П_2$ – ось цилиндрического пальца. Тогда

$$\Delta_{cy}(\alpha) = \frac{e1_{\max} + e2_{\max}}{B} = \frac{(TD1 + BO(b1)) + (TD2 + BO(d2))}{B},$$

где $TD1$, $TD2$ – допуски диаметров соответствующих отверстий; $BO(b1)$, $BO(d2)$ – верхние отклонения соответствующих пальцев. Погрешностью размера B можно пренебречь.

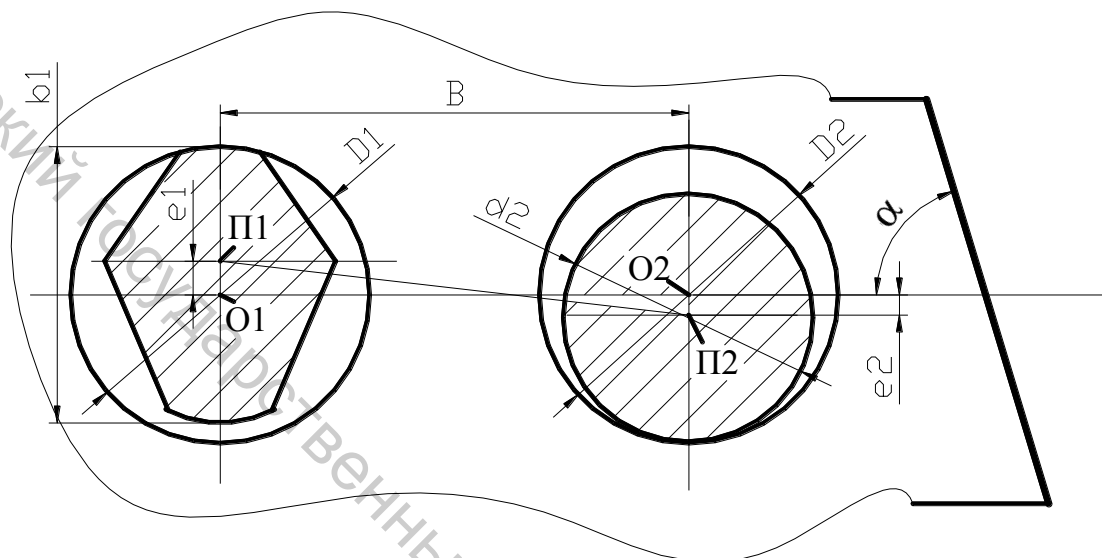


Рисунок 5.10 – Расчетная схема для определения погрешности схемы установки по углу α при установке на цилиндрический и ромбический пальцы

Для анализа пригодности принятой схемы установки нужно оценить значение ее погрешности. В примере рис. 2.26, возникают условия для возникновения погрешности схемы установки по размерам $30 \pm 0,2$ и 45° .

Расчетная схема для определения погрешности схемы установки по размеру $30 - \Delta_{cy}(30)$ показана на рисунке 5.11. Согласно размерной цепи, показанной на нем, $A_{\Delta} = A_n \pm e$, где A_{Δ} – фактический размер, A_n – размер настройки, а e – максимальное отклонение положения технологической базы, равное полусумме

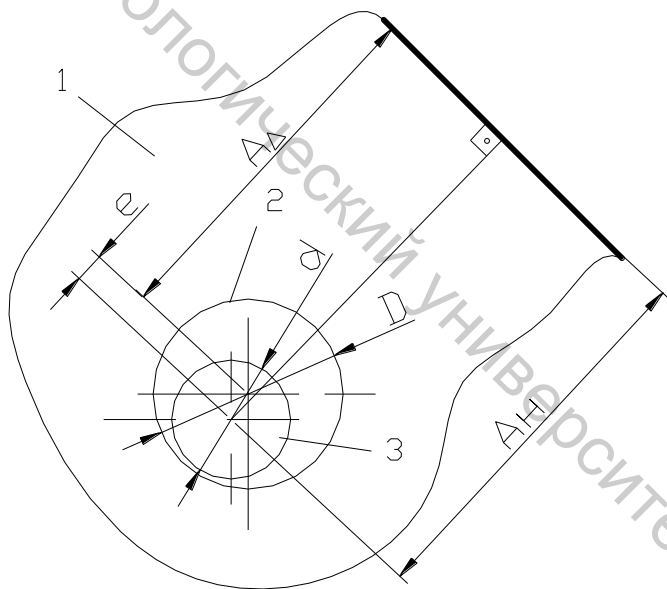


Рисунок 5.11 – Расчетная схема по размеру 30: 1 - заготовка; 2 - отверстие; 3 - палец

допуска на размер отверстия (TD) и верхнего отклонения пальца (BOd). Тогда $\Delta_{cy}(30) = 2(0,05 + 0,01) = 0,12$ мм. Так как допуск для расстояния от оси отверстия до обрабатываемой плоскости (0,4 мм) на много больше погрешности схемы установки по этому размеру, то по нему принятая схема установки может считаться пригодной.

Расчетная схема для определения погрешности схемы установки по размеру 45° показана на рисунке 5.12. Согласно угловой цепи, показанной на нем, $\alpha_\Delta = \alpha_n \pm \gamma$, где α_Δ – фактический угол, α_n – угол настройки, γ – максимальное отклонение угла. Вследствие малости угла γ , его значение в минутах можно определить из следующего выражения $\gamma = 180 \cdot 60 \cdot e / (\pi \cdot B)$.

Подставляя значение $e = 0,06$ и значение $B = 60$, получим $\gamma = 3,44'$. Тогда погрешность схемы установки по углу $\Delta_{cy}(45^\circ) = 2 \cdot 3,44 = 6,88'$. Это значение на много меньше допуска на угол, который составляет $40'$. Значит и по углу расположения обрабатываемой плоскости принятая схема установки может считаться пригодной.

Требование точности перпендикулярности обрабатываемой плоскости к конструкторской базе выбранная схема установки также обеспечивает, так как в этом случае нет условий для появления погрешности схемы установки.

Погрешность схемы установки по цилиндрической поверхности равна нулю, если в качестве установочных элементов используются: 1) подпружиненный конический палец 1 (рис. 5.13); 2) самоцентрирующие установочно-зажимные элементы, (цанги, разжимные оправки, гидро-

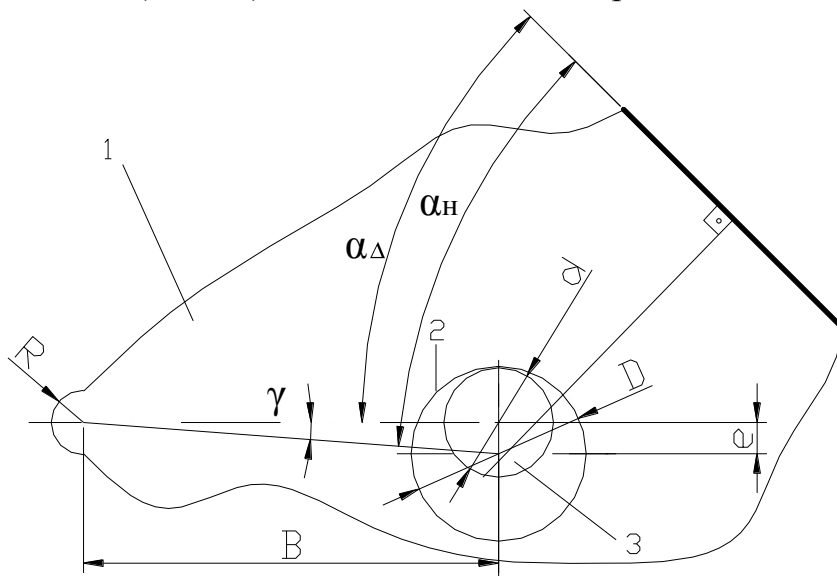


Рисунок 5.12 – Расчетная схема по размеру 45° :
1 - заготовка; 2 - отверстие; 3 - палец

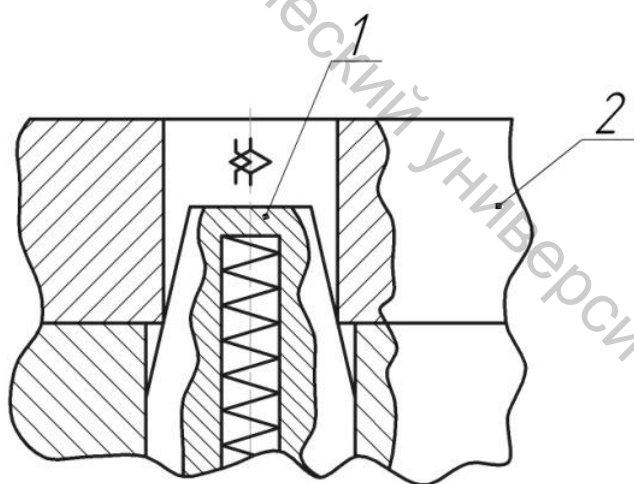


Рисунок 5.13 – Установка заготовки с помощью конического пальца

пластовые зажимы и т. д.).

Под действием зажимающих сил изменяются полученное при базировании положение заготовки и ее форма. Причинами изменения исходного положения заготовки являются контактные упругие деформации в местах сопряжения заготовки с установочными элементами приспособления, а также упругие деформации самого приспособления. Для партии заготовок **погрешность закрепления** считается равной нулю, если смещение конструкторской базы хотя и существует, но постоянно. В этом случае смещение конструкторской базы частично компенсируется размерной настройкой. Остаются некомпенсированными относительные повороты, возникающие из-за неравномерной нагрузки на установочные элементы.

Большая часть упругих деформаций станочных приспособлений приходится на стыки, особенно в подвижных соединениях, жесткость которых намного меньше, чем жесткость затянутых стыков. Последнее обстоятельство при установке заготовок в кулачковых патронах или в тисках приводит к существенному смещению зажимаемой заготовки в направлении, перпендикулярном к зажимаемой силе. Как это видно из схемы, изображенной на рисунке 5.14, указанное смещение возникает из-за поворота подвижной губки тисков парой сил (зажимающей $P_{зж}$ и реакции R) на плечо h . Зазоры и малая контактная жесткость направляющих делает этот поворот существенным.

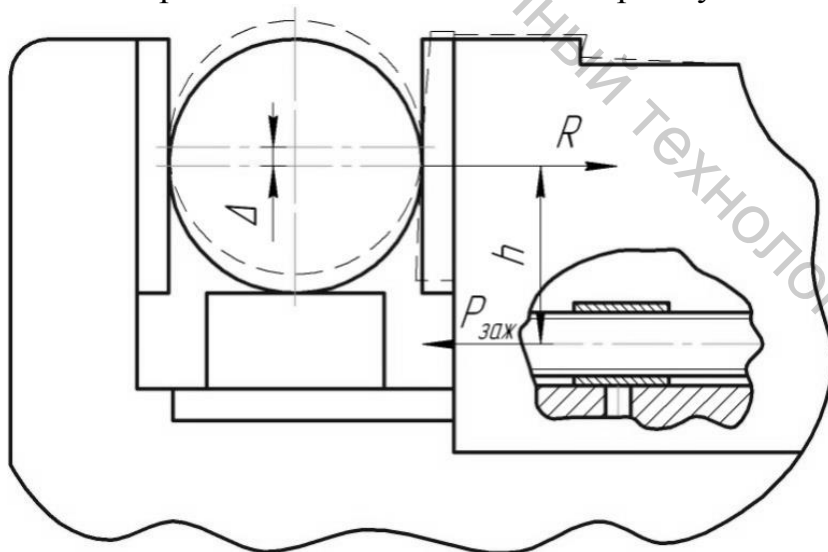


Рисунок 5.14 –Схема смещения заготовки в направлении, перпендикулярном к зажимающей силе

Такая погрешность формы сопоставима с допуском (и даже превышает его) при обработке тонкостенных и высокоточных деталей. Уменьшить ее можно, увеличив количество установочно-зажимных элементов. Если за единицу принять погрешность формы, получаемую при закреплении в трехкулачковом патроне, то погрешность закрепления в четырехкулачковом патроне составит 0,38, а в шестикулачковом – 0,11. Существенно уменьшает упругую деформацию увеличение ширины кулачков (угла охвата). При этом радиус цилиндрической поверхности установочно-зажимного элемента для ба-

Кольца и втулки при обработке закрепляются в самоцентрирующих патронах или на разжимных оправках. Под действием радиальных зажимающих сил эти заготовки деформируются (рис. 5.15). После обработки в закрепленном состоянии получается поверхность правильной формы. Но после открепления заготовки и ее упругого восстановления форма поверхности

зирования по наружной поверхности кольца должен быть равен радиусу технологической базы. При увеличении угла охвата зоны контакта кулачка с заготовкой от нормального для трехкулачкового патрона до 60° относительная погрешность формы уменьшается в 8...12 раз. Погрешность формы существенно уменьшается, если силы зажима прикладываются к торцу тонкостенной или высокоточной втулки.

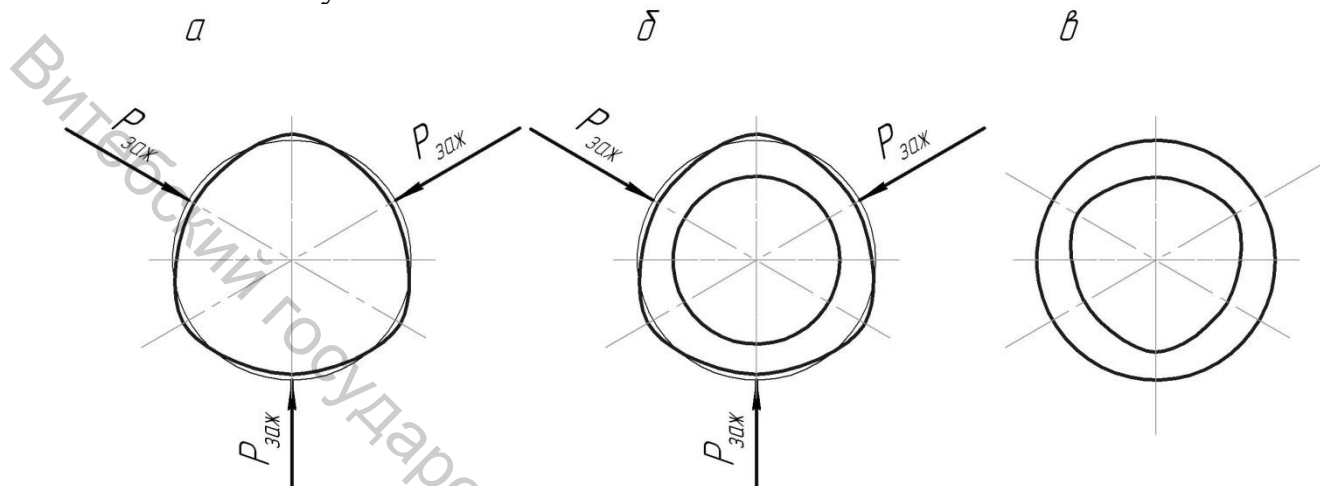


Рисунок 5.15 – Схема формирования погрешности формы при действии зажимающих сил: а – форма заготовки после закрепления; б – форма расточенного отверстия в закрепленной заготовке; в – форма отверстия после раскрепления заготовки

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию технологическая база.
2. Укажите методы реального базирования.
3. Укажите достоинства и недостатки базирования по разметке.
4. Укажите достоинства и недостатки базирования выверкой.
5. Укажите достоинства и недостатки базирования сопряжением.
6. Дайте определение понятию «база».
7. Как классифицируются базы по назначению?
8. Дайте определение понятию «конструкторская база».
9. Дайте определение понятию «технологическая база».
10. Дайте определение понятию «сборочная база».
11. Дайте определение понятию «измерительная база».
12. Чем основная сборочная база отличается от вспомогательной сборочной базы?
13. Дайте определение понятию реального базирования?
14. Какие методы реального базирования Вы знаете?
15. Когда применяется базирование по разметке?
16. С помощью чего осуществляется контроль положения линий разметки при базировании по разметке?

17. С помощью чего осуществляется регулировка положения заготовки при базировании по разметке?
18. Опишите недостатки и достоинства метода выверки по разметке.
19. Что выверяется при базировании выверкой по реальной технологической базе?
20. Опишите недостатки и достоинства базировании выверкой по реальной технологической базе.
21. Назовите этапы разработки модели установки?
22. Назовите цель проектного базирования?
23. Дайте определение понятию «геометрическая модель объекта производства».
24. Как осуществляется создание собственной системы координат при проектном базировании?
25. Дайте определение понятию «номинальная поверхность».
26. Дайте определение понятию «проектная технологическая база».
27. Чем реальная технологическая база отличается от проектной технологической базы?
28. Дайте определение понятию «комплект технологических баз».
29. Перечислите известные Вам комплекты технологических баз ориентации.
30. Какие базы называются явными?
31. Какие базы называются скрытыми?
32. Дайте определение понятию размерная настройка.
33. Изобразите схему размерной настройки.
34. Назовите методы размерной настройки .
35. Укажите недостатки размерной настройки по эталону.
36. Укажите недостатки размерной настройки методом пробной стружки.
37. Укажите цели размерной настройки на партию.
38. Назовите этапы (процедуры) размерной настройки на партию.
39. Что определяет вид компонента комплекта баз?
40. Дайте определение понятию «установочная технологическая база».
41. Сколько и каких связей накладывает установочная технологическая база?
42. С помощью чего может быть реализована установочная технологическая база?
43. Дайте определение понятию «направляющая технологическая база».
44. Сколько и каких связей накладывает направляющая технологическая база?
45. С помощью чего может быть реализована направляющая технологическая база?
46. Дайте определение понятию «опорная технологическая база».
47. Сколько и каких связей накладывает опорная технологическая база?
48. С помощью чего может быть реализована опорная технологическая база?
49. Дайте определение понятию «двойная опорная технологическая база».

50. Сколько и каких связей накладывает двойная опорная технологическая база?

51. С помощью чего может быть реализована двойная опорная технологическая база?

52. Дайте определение понятию «двойная направляющая технологическая база».

53. Сколько и каких связей накладывает двойная направляющая технологическая база?

54. С помощью чего может быть реализована двойная направляющая технологическая база?

55. Дайте определение понятию «тройная опорная технологическая база».

56. Сколько и каких связей накладывает тройная опорная технологическая база?

57. С помощью чего может быть реализована тройная опорная технологическая база?

58. Перечислите комплекты технологических баз в зависимости от вида компонента.

59. С какими базами может сочетаться в комплект установочная база?

60. С какими базами может сочетаться в комплект двойная направляющая база?

61. С какими базами может сочетаться в комплект тройная опорная база?

62. С какими базами может сочетаться в комплект направляющая база?

63. С какими базами может сочетаться в комплект двойная опорная база?

64. Дайте определение понятию «теоретическая схема базирования».

65. На какие классы можно разделить варианты схем базирования в зависимости от «главной» базы?

66. Дайте определение понятию «погрешность схемы базирования».

67. Назовите условия возникновения погрешности схемы базирования.

68. Дайте определение понятию «настроечная база».

69. Как должно задаваться относительное угловое положение оси поверхности вращения на чертеже детали или оси обрабатываемой поверхности заготовки на операционном эскизе?

70. Как должно задаваться относительное угловое положение плоской поверхности на чертеже детали или оси обрабатываемой поверхности заготовки на операционном эскизе?

71. Что, в первую очередь, должна обеспечивать схема базирования?

72. Какие базы обеспечивают точность взаимного углового расположения?

73. Какая база должна накладывать больше связей?

74. Опишите пути прямого обеспечения заданных требований к угловому расположению обрабатываемых поверхностей.

75. Перечислите рекомендуемые шаги синтеза схемы базирования.

76. Дайте определение понятию «теоретическая схема установки».

77. Дайте определение понятию «погрешность теоретической схемы установки».

78. Назовите условия возникновения погрешности схемы установки.

79. Назовите причины возникновения погрешности схемы установки.

80. Что является характеристикой погрешности схемы установки?

81. Опишите алгоритм решения задачи определения погрешности схемы установки многозвенной размерной цепи.

82. Опишите алгоритм решения задачи определения погрешности схемы установки для плоской размерной цепи.

83. Как определяется погрешность схемы установки на призму?

84. Как определяется погрешность схемы установки на цилиндрический палец, а также на цилиндрический и конический пальцы?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов, Ф. Н. О разработке терминологии базирования в машиностроении / Ф. Н. Абрамов // Вестник машиностроения. – 2006. – № 2. – С. 67–72.
2. Абрамов, Ф. Н. О классификации терминов базирования / Ф. Н. Абрамов // Вестник машиностроения. – 2006. – № 3. – С. 56–61.
3. Базров, Б. М. Выбор баз для установки сменных элементов системы СПИД / Б. М. Базров // СТИН. – 1982. – № 5. – С. 24.
4. Байор, Б. Н. О развитии методологии базирования / Б. Н. Байор // СТИН. – 2000. – № 3. – С. 24–26.
5. Балакшин, Б. С. Основы технологии машиностроения / Б. С. Балакшин. – Москва : Машиностроение, 1966. – 556 с.
6. Беляков, Н. В. Методика разработки схем базирования / Н. В. Беляков, Е. И. Махаринский // Вестник Витебского государственного технологического университета / УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – Вып. 4. – С. 38–43.
7. Беляков, Н. В. Направление развития теории базирования / Н. В. Беляков, Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский // Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С. М. Литовский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2003. – Вып. 5. – С. 54–59.
8. Беляков, Н. В. Погрешность теоретической схемы установки / Н. В. Беляков, Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский // Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – Вып. 9. – С. 72–77.
9. Беляков, Н. В. Формализация синтеза технологических процессов механической обработки заготовок корпусных деталей машин / Н. В. Беляков // Материалы, технологии, инструменты. – 2006. – № 4. – С. 32–38.
10. Емельянов, В. Н. О разработке теоретических схем базирования / В. Н. Емельянов // СТИН. – 2002. – № 1. – С. 32–34.
11. Колесов, И. М. Основы технологии машиностроения : учебник для машиностроительных спец. вузов / И. М. Колесов. – Москва : Высшая школа, 1999. – 591 с.
12. Колыбенко, Е. И. Системные знания теории базирования в машиностроении / Е. И. Колыбенко // Вестник машиностроения. – 2004. – № 6. – С. 58–62.
13. Колыбенко, Е. И. Системные знания теории базирования в машиностроении / Е. И. Колыбенко // Вестник машиностроения. – 2005. – № 11. – С. 23–31.
14. Маталин, А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград : Машиностроение, 1985. – 464 с.
15. Маталин, А. А. Технология механической обработки / А. А. Маталин. – Ленинград : Машиностроение, 1977. – 464 с.

16. Махаринский, Е. И. Базирование в задачах создания САПР процессов механической обработки и средств оснащения / Е. И. Махаринский, Н. В. Беляков, Ю. Е. Махаринский // Вестник ПГУ. – 2008. – №2, Серия В. Прикладные науки. – С. 47-56.

17. Махаринский, Е. И. Базирование и базы при механической обработке / Е. И. Махаринский, Б. Н. Сухиненко // Сборник научных трудов ВГТУ. – Витебск : ВГТУ, 1995. – С. 13–14.

18. Махаринский, Е. И. Основы технологии машиностроения : учебник / Е. И. Махаринский, В. А. Горохов. – Минск : Вышэйшая школа, 1997. – 423 с.

19. Махаринский, Е. И. О теории базирования при механической обработке / Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский, Н. В. Беляков // СТИН. – 2005. – № 4. – С. 29–32.

20. Махаринский, Е. И. Теория базирования в проблеме проектирования технологических процессов механической обработки и станочных приспособлений / Е. И. Махаринский, Н. В. Беляков, Ю. Е. Махаринский // Вестник машиностроения. – 2008. – №9. – С. 34-45.

21. Основы теории проектирования технических систем : учебное пособие для студентов вузов / Махаринский Е. И. и [др.]. –Витебск: УО «ВГТУ», 2009. – 354 с.

22. Проектирование технологий : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / И. М. Баранчукова [и др.] ; под общ. ред. Ю. М. Соломенцева. – Москва : Машиностроение, 1990. – 461 с.

23. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / И. П. Филонов [и др.] ; под общ. ред. И. П. Филонова. – Минск : УП «Технопринт», 2003. – 910 с.

24. Технология машиностроения (специальная часть) : учебник для машиностроительных специальностей вузов / А. А. Гусев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1986. – 480 с.

25. Технология машиностроения : учебник для вузов. В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения / В. М. Бурцев [и др.] ; под ред. А. М. Дальского. – Москва : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1997. – 564 с.

Приложение А

**ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НЕУКАЗАННЫХ ДОПУСКОВ
ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТИ, СООСНОСТИ И СИММЕТРИЧНОСТИ**

Таблица П.А.1 – Числовые значения неуказанных допусков соосности и пересечения осей

Интервалы номинальных размеров	Значения неуказанных допусков соосности и пересечения осей при определяющем допуске размера			
	по квалитетам			
	12 и точнее	13 и 14	15 и 16	17
	по классам точности			
	точный	средний	грубый	очень грубый
До 3	0,05	0,12	0,20	0,30
Св. 3 до 10	0,06	0,16	0,25	0,40
>> 10 >>18	0,08	0,20	0,30	0,50
>> 18 >>30	0,10	0,25	0,40	0,60
>> 30 >>50	0,12	0,30	0,50	0,80
>> 50 >>120	0,16	0,40	0,60	1,00
>> 120 >>250	0,20	0,50	0,80	1,20
>> 250 >>400	0,25	0,60	1,00	1,60
>> 400 >>630	0,30	0,80	1,20	2,00
>> 630 >>1000	0,40	1,00	1,60	2,50
>> 1000 >>1600	0,05	1,20	2,00	3,00
>> 1600 >>2500	0,60	1,60	3,00	4,00

Таблица П.А.2 – Числовые значения неуказанных допусков симметричности

Интервалы но- минальных размеров	Значения неуказанных допусков симметричности при определяю- щем допуске размера			
	по квалитетам			
	12 и точнее	13 и 14	15 и 16	17
	по классам точности			
	точный	средний	грубый	очень грубый
До 3	0,20	0,30	0,50	0,80
Св. 3 до 10	0,25	0,40	0,60	1,00
>> 10 >>18	0,30	0,50	0,80	1,20
>> 18 >>30	0,40	0,60	1,00	1,60
>> 30 >>50	0,50	0,80	1,20	2,00
>> 50 >>120	0,60	1,00	1,60	2,50
>> 120 >>250	0,80	1,20	2,00	3,00
>> 250 >>400	1,00	1,60	2,50	4,00
>> 400 >>630	1,20	2,00	3,00	5,00
>> 630 >>1000	1,60	2,50	4,00	6,00
>> 1000 >>1600	2,00	3,00	5,00	8,00
>> 1600 >>2500	2,50	4,00	6,00	10,0

Таблица П.А.3 – Значения неуказанных допусков перпендикулярности

Интервалы номинальных размеров	Значения неуказанных допусков перпендикулярности при определяющем допуске размера по квалитетам			
	12 и точнее	13 и 14	15 и 16	17
	по классам точности			
	точный	средний	грубый	очень грубый
До 10	0,06	0,10	0,16	0,25
Св. 10 до 16	0,08	0,12	0,20	0,30
>> 16 >>25	0,10	0,16	0,25	0,40
>> 25 >>40	0,12	0,20	0,30	0,60
>> 40 >>63	0,16	0,25	0,40	0,80
>> 63 >>100	0,20	0,30	0,60	1,00
>> 100 >>160	0,25	0,40	0,80	1,20
>> 160 >>250	0,30	0,60	1,00	1,60
>> 250 >>400	0,40	0,80	1,20	2,00
>> 400 >>630	0,60	1,00	1,60	2,50
>> 630 >>1000	0,80	1,20	2,00	3,00
>> 1000 >>1600	1,00	1,60	2,50	4,00
>> 1600 >>2500	1,20	2,00	3,00	5,00

За базу, к которой относится неуказанный допуск перпендикулярности в одном координатном направлении, принимается поверхность (или ее ось) из числа обрабатываемых или необрабатываемых поверхностей, имеющая больший размер в рассматриваемых перпендикулярных направлениях, а при одинаковых размерах – поверхность, имеющая меньшую шероховатость. Если деталь имеет элементы, для которых указаны допуски перпендикулярности, то неуказанные допуски следует относить к тем же базам, что и указанные. Числовые значения неуказанных допусков перпендикулярности определяются в зависимости от номинального размера и определяющего допуска размера

Приложение Б

УСТАНОВОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Таблица П.Б.1 – Разные обозначения

№ п/п	Наименование	Обозначение на схеме установки		
		сбоку	сверху	снизу
1	Опора подвижная			
2	Опора регулируемая			
3	Люнет подвижный			
4	Люнет неподвижный			
5	Патрон поводковый			
6	Зажим одиночный			
7	Зажим двойной			

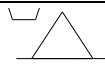
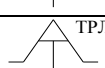
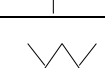
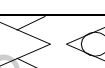
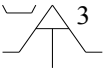
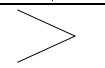
Таблица П.Б.2 – Таблица соответствия установочных элементов технологическим базам

№ п/п	Наименование	Код	Обозначение на схеме установки		
			сбоку	сверху	снизу
1	2	3	4	5	6
Установочная	Плоская поверхность корпуса приспособлений	Тр 1.1.			
	Две опорные пластины	Тр 1.2.			
	Опоры точечные неподвижные с плоской поверхностью	Тр 1.3.			
	Опоры точечные неподвижные со сферической поверхностью	Тр 1.4.			
	Опоры точечные неподвижные с рифленой поверхностью	Тр 1.5.			
	Опоры плавающие с плоской поверхностью	Тр 1.6.			
	Опоры плавающие со сферической поверхностью	Тр 1.7.			
	Опоры плавающие с рифленой поверхностью	Тр 1.8.			
	Опорное кольцо	Тр 1.9.			
	Пластина и точечная опора	Тр 1.10.			
	Магнитная плита	Тр			
Направляющая	Плоская поверхность корпуса приспособлений	Тр 2.1.			
	Пластина опорная	Тр 2.2.			
	Опоры точечные неподвижные с плоской поверхностью	Тр 2.3.			
	Опоры точечные неподвижные со сферической поверхностью	Тр 2.4.			
	Опоры точечные неподвижные с рифленой поверхностью	Тр 2.5.			
	Опоры плавающие с плоской поверхностью	Тр 2.6.			
	Опоры плавающие со сферической поверхностью	Тр 2.7.			
	Опоры плавающие с рифленой поверхностью	Тр 2.8.			
	Два цилиндрических пальца	Тр 2.9.			
	Зажим самоцентрирующийся	Тр 2.10.			

Продолжение таблицы П.Б.2

1	2	3	4	5	6
Опорная	Опора точечная неподвижные с плоской поверхностью	Тр 3.1.			
	Опора точечная неподвижные со сферической поверхностью	Тр 3.2.			
	Опора точечная неподвижные с рифленой поверхностью	Тр 3.3.			
	Опора плавающая с плоской поверхностью	Тр 3.4.			
	Опора плавающая со сферической поверхностью	Тр 3.5.			
	Опора плавающая с рифленой поверхностью	Тр 3.6.			
	Палец ромбический	Тр 3.7.			
	Палец цилиндрический	Тр 3.8.			
	Зажим самоцентрирующийся	Тр 3.9.			
	Опора призматическая подводимая	Тр 3.10.			
Двойная опорная	Призма	Тр 4.1.			
	Палец цилиндрический	Тр 4.2.			
	Палец конический плавающий	Тр 4.3.			
	Втулка	Тр 4.4.			
	Полувтулка	Тр 4.5.			
	Двухкулачковый патрон	Тр 4.6.			
	Трехкулачковый патрон	Тр 4.7.			
	Четырехкулачковый патрон	Тр 4.8.			
	Втулка разрезная	Тр 4.9.			
	Оправка цанговая				
	Оправка кулачковая				
	Оправка клиновья	Тр 4.10.			
	Оправка клиноплунжерная	Тр 4.11.			
	Оправка с гофрир. элементами	Тр 4.14.			
	Оправка с тарельчатыми пружинами	Тр 4.15.			
	Оправка с витой пружиной	Тр 4.16.			
	Оправка шлицевая	Тр 4.17.			
	Оправка резьбовая	Тр 4.18.			

Окончание таблицы П.Б.2

1	2	3	4	5	6
Двойная направ- ляющая	Длинная призма	Тр 5.1.			
	Оправка цилиндрическая	Тр 5.2.			
	Оправка коническая	Тр 5.3.			
	Оправка цанговая	Тр 5.4.			
	Втулка	Тр 5.			
	Оправка клиновья	Тр 5.			
	Оправка клиноплунжерная	Тр 5.1.			
	Оправка с гофрированными элемен- тами	Тр 5.8.			
	Оправка с тарельчатыми пружинами	Тр 5.9.			
	Двойная призма	Тр 5.10.			
	Оправка с витой пружиной	Тр 5.11.			
	Оправка шлицевая	Тр 5.12.			
	Оправка резьбовая	Тр 5.13.			
	Центра: неподвижный и вращающий- ся	Тр 5.14.			
	Центра: рифленый и вращающийся	Тр 5.15.			
	Центра: плавающий и вращающийся	Тр 5.16.			
	Трехкулачковый патрон и вращаю- щийся центр	Тр 5.17.			
Тройная опорная	Трехкулачковый патрон с призматиче- скими губками	Тр 6.1.			
	Центр неподвижный	Тр 6.2.			

АЛГОРИТМЫ НАЗНАЧЕНИЯ ВИДА КОМПОНЕНТОВ
КОМПЛЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ

Таблица П.В.1 – Алгоритмы назначения вида компонента комплекта технологических баз №1

Пра- вило	Содержание
1	2
O10	Если существует комплект технологических баз состоящий из трех взаимно перпендикулярных плоскостей $P_i \perp P_j \perp P_k$ и задан допуск перпендикулярности оси O_{10} относительно плоскости P_i, а допуск линейного размера относительно $P_{j(k)}$ меньше допуска линейного размера относительно $P_{k(j)}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной (установочной) базой, плоскость $P_{j(k)}$ – двойной однонаправленной (направляющей), плоскость – $P_{k(j)}$ одиночной (опорной). Аналогично определяются компоненты комплекта, если задан допуск перпендикулярности относительно плоскости P_j либо плоскости P_k. В символическом виде на языке алгебры логики: $\exists(P_i \perp P_j \perp P_k) \wedge ((O_{10} \perp P_i) \vee (O_{10} \perp P_j) \vee (O_{10} \perp P_k))$ $T \perp O_{10} \rightarrow P_i \wedge TX(Z) < TZ(X) \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; P_{j(k)} = 2\text{ОН}; P_{k(j)} = 1\text{Б};$ $T \perp O_{10} \rightarrow P_j \wedge TY(Z) < TZ(Y) \Rightarrow P_j = 3\text{ОН}; P_{i(k)} = 2\text{ОН}; P_{k(i)} = 1\text{Б};$ $T \perp O_{10} \rightarrow P_k \wedge TX(Y) < TY(X) \Rightarrow P_k = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; P_{i(j)} = 1\text{Б}.$
O11	Если заданы допуски параллельности оси O_{11} относительно плоскостей P_i и P_j, а численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости $P_{i(j)}$ меньше численного значения допуска параллельности оси относительно плоскости $P_{j(i)}$, то плоскость $P_{i(j)}$ назначается тройной однонаправленной базой, плоскость $P_{j(i)}$ – двойной однонаправленной, плоскость P_k – одиночной. Аналогично определяются компоненты комплекта, если задан допуск параллельности оси относительно плоскостей P_i и P_k, P_j и P_k. $\exists(P_i \perp P_j \perp P_k) \wedge ((O_{11} // P_i) \wedge (O_{11} // P_j)) \vee ((O_{11} // P_i) \wedge (O_{11} // P_k)) \vee ((O_{11} // P_j) \wedge (O_{11} // P_k))$ $T // O_{11} \rightarrow P_{i(j)} < T // O_{11} \rightarrow P_{j(i)} \Rightarrow P_{i(j)} = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; P_k = 1\text{Б};$ $T // O_{11} \rightarrow P_{i(k)} < T // O_{11} \rightarrow P_{k(i)} \Rightarrow P_{i(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(i)} = 2\text{ОН}; P_j = 1\text{Б};$ $T // O_{11} \rightarrow P_{j(k)} < T // O_{11} \rightarrow P_{k(j)} \Rightarrow P_{j(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(j)} = 2\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$

Продолжение таблицы П.В.1

1	2
O12	Если заданы допуски параллельности оси O_{12} относительно плоскости P_i и допуск углового расположения относительно $P_{j(k)}$, а численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости P_i меньше численного значения допуска углового расположения оси относительно плоскости $P_{j(k)}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость $P_{j(k)}$ двойной однонаправленной, плоскость $P_{k(j)}$ – одиночной. Если численное значение допуска углового расположения меньше допуска параллельности, то в качестве тройной однонаправленной базы назначается плоскость $P_{j(k)}$, двойной однонаправленной – P_i, одиночной – $P_{k(j)}$. Аналогично определяются компоненты комплекта, если задан допуск параллельности оси относительно плоскостей P_j и P_k и углового расположения относительно $P_{i(k)}$ и $P_{i(j)}$. $\exists(P_i \perp P_j \perp P_k) \wedge ((O_{12} // P_i) \vee (O_{12} \angle P_j)) \vee ((O_{12} // P_i) \vee (O_{12} \angle P_k)) \vee ((O_{12} // P_j) \vee (O_{12} \angle P_k))$ $T // O_{12} \rightarrow P_{i(j)} < T \angle O_{12} \rightarrow P_{j(i)} \Rightarrow P_{i(j)} = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; P_k = 1\text{Б};$ $T // O_{12} \rightarrow P_{i(k)} < T \angle O_{12} \rightarrow P_{k(i)} \Rightarrow P_{i(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(i)} = 2\text{ОН}; P_j = 1\text{Б};$ $T // O_{12} \rightarrow P_{j(k)} < T \angle O_{12} \rightarrow P_{k(j)} \Rightarrow P_{j(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(j)} = 2\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$
Π10	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости Π_{10} относительно плоскостей P_i и P_j, а численное значение допуска перпендикулярности плоскости относительно плоскости P_i меньше численного значения допуска перпендикулярности относительно плоскости P_j, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j – двойной однонаправленной, плоскость P_k – одиночной. Если численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_i больше численного значения допуска перпендикулярности относительно плоскости P_j, то в качестве тройной однонаправленной базы назначается плоскость P_j, двойной однонаправленной – P_i, одиночной – P_k. Аналогично определяются компоненты комплекта, если задан допуск параллельности оси относительно плоскостей P_i и P_k, P_j и P_k. $\exists(P_i \perp P_j \perp P_k) \wedge ((\Pi_{10} \perp P_i) \vee (\Pi_{10} \perp P_j)) \vee ((\Pi_{10} \perp P_i) \vee (\Pi_{10} \perp P_k)) \vee ((\Pi_{10} \perp P_j) \vee (\Pi_{10} \perp P_k))$ $T \perp \Pi_{10} \rightarrow P_{i(j)} < T \perp \Pi_{10} \rightarrow P_{j(i)} \Rightarrow P_{i(j)} = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; P_k = 1\text{Б};$ $T \perp \Pi_{10} \rightarrow P_{i(k)} < T \perp \Pi_{10} \rightarrow P_{k(i)} \Rightarrow P_{i(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(i)} = 2\text{ОН}; P_j = 1\text{Б};$ $T \perp \Pi_{10} \rightarrow P_{j(k)} < T \perp \Pi_{10} \rightarrow P_{k(j)} \Rightarrow P_{j(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(j)} = 2\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$
Π11	Если задан допуск параллельности плоскости Π_{11} относительно плоскости P_i, а допуск линейного размера относительно $P_{j(k)}$ меньше допуска линейного размера относительно $P_{k(j)}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость $P_{j(k)}$ – двойной однонаправленной, плоскость $P_{k(j)}$ – одиночной. Аналогично определяются компоненты комплекта, если задан допуск параллельности относительно плоскости P_j либо плоскости P_k. $\exists(P_i \perp P_j \perp P_k) \wedge ((\Pi_{11} // P_i) \vee (\Pi_{11} // P_j) \vee (\Pi_{11} // P_k))$ $T // \Pi_{11} \rightarrow P_i \wedge TX(Z) < TZ(X) \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; P_{j(k)} = 2\text{ОН}; P_{k(j)} = 1\text{Б};$ $T // \Pi_{11} \rightarrow P_j \wedge TY(Z) < TZ(Y) \Rightarrow P_j = 3\text{ОН}; P_{i(k)} = 2\text{ОН}; P_{k(i)} = 1\text{Б};$ $T // \Pi_{11} \rightarrow P_k \wedge TX(Y) < TY(X) \Rightarrow P_k = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; P_{i(j)} = 1\text{Б}.$

Окончание таблицы П.В.1

1	2
П12	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости Π_{12} относительно плоскости P_i и допуск углового расположения относительно $P_{j(k)}$, а численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_i меньше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости $P_{j(k)}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость $P_{j(k)}$ – двойной однонаправленной, плоскость $P_{k(j)}$ – одиночной. Если численное значение допуска углового расположения меньше численного значения допуска параллельности, то в качестве тройной однонаправленной базы назначается плоскость $P_{j(k)}$, двойной однонаправленной – P_i, одиночной – $P_{k(j)}$. Аналогично определяются компоненты комплекта, если задан допуск перпендикулярности плоскости относительно плоскостей P_j и P_k, углового расположения относительно $P_{i(k)}$ и $P_{i(j)}$. $\exists (P_i \perp P_j \perp P_k) \wedge ((\Pi_{12} \perp P_i) \vee (\Pi_{12} \angle P_{j(k)})) \vee ((\Pi_{12} \perp P_j) \vee (\Pi_{12} \angle P_{k(i)})) \vee ((\Pi_{12} \perp P_k) \vee (\Pi_{12} \angle P_{j(i)}))$ $T \perp \Pi_{12} \rightarrow P_i < T \angle O_{12} \rightarrow P_{j(k)} \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; P_{j(k)} = 2\text{ОН}; P_{k(j)} = 1\text{Б};$ $T \perp \Pi_{12} \rightarrow P_j < T \angle O_{12} \rightarrow P_{k(i)} \Rightarrow P_j = 3\text{ОН}; P_{k(j)} = 2\text{ОН}; P_{j(k)} = 1\text{Б};$ $T \perp \Pi_{12} \rightarrow P_k < T \angle O_{12} \rightarrow P_{j(i)} \Rightarrow P_k = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; P_{i(j)} = 1\text{Б};$ $T \perp \Pi_{12} \rightarrow P_i > T \angle O_{12} \rightarrow P_{j(k)} \Rightarrow P_i = 2\text{ОН}; P_{j(k)} = 3\text{ОН}; P_{k(j)} = 1\text{Б};$ $T \perp \Pi_{12} \rightarrow P_j > T \angle O_{12} \rightarrow P_{k(i)} \Rightarrow P_j = 2\text{ОН}; P_{k(j)} = 3\text{ОН}; P_{j(k)} = 1\text{Б};$ $T \perp \Pi_{12} \rightarrow P_k > T \angle O_{12} \rightarrow P_{j(i)} \Rightarrow P_k = 2\text{ОН}; P_{j(i)} = 3\text{ОН}; P_{i(j)} = 1\text{Б}.$

Таблица П.В.2 – Алгоритмы назначения вида компонента комплекта технологических баз №2

Правило	Содержание
1	2
О20	Если существует комплект технологических баз, состоящий из двух взаимно перпендикулярных плоскостей $P_i \perp P_j$ и оси $(O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 // P_i)$, перпендикулярной одной из них (параллельной другой) и задан допуск перпендикулярности оси O_{20} относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_1 назначается двойной разнонаправленной (двойной опорной) базой, а плоскость P_j – одиночной. $\exists (P_i \perp P_j) \wedge ((O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 // P_i)) \wedge (O_{20} \perp P_j)$

	$T \perp O_{20} \rightarrow P_j \Rightarrow P_j = 3\text{ОН}; P_i = 2\text{ОН}; O_i = 1\text{Б};$ $T \perp O_{20} \rightarrow P_j \wedge O_{20} \subset P_i \Rightarrow P_j = 3\text{ОН}; O_i = 2\text{РН}; P_i = 1\text{Б}.$
--	--

Продолжение таблицы П.В.2

1	2
O21	Если задан допуск перпендикулярности оси O_{21} относительно плоскости P_j, а допуск линейного размера относительно P_i меньше допуска линейного размера относительно O_i, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_i – двойной однонаправленной, ось O_i – одиночной. Если допуск линейного размера относительно P_i больше допуска линейного размера относительно O_i, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, ось O_i – двойной однонаправленной, плоскость P_i – одиночной базами. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_i, то ось O_i назначается четверной (двойной направляющей), базой, плоскости P_j и P_i назначаются одиночными базами. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge (O_{21} \perp P_i)$ $T \perp O_{21} \rightarrow P_i \text{ TX}(P_j) < \text{TY}(O_i) \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; P_j = 2\text{ОН}; O_i = 1\text{Б};$ $T \perp O_{21} \rightarrow P_i \text{ TX}(P_j) > \text{TY}(O_i) \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; O_i = 2\text{ОН}; P_i = 1\text{Б};$ $T \perp O_{21} \rightarrow P_i \wedge O_{20} \subset P_i \Rightarrow O_i = 4\text{Б}; P_j = 1\text{Б}; P_i = 1\text{Б}.$
O22	Если задан допуск параллельности оси O_{22} относительно оси O_i, то ось O_i назначается четверной базой, плоскости P_i и P_j назначаются одиночными базами. В частности, точка пересечения P_i и O_i может быть тройной одиночной базой (в зависимости от возможной реализации), ось O_i – двойной разнонаправленной, а P_j – одиночной. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge O_{22} // O_i$ $T // O_{22} \rightarrow O_i \Rightarrow O_i = 4\text{Б}; P_i = 1\text{Б}; P_j = 1\text{Б}.$
O23	Если задан допуск перпендикулярности оси O_{23} относительно O_i и параллельности относительно P_j, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, ось O_i – двойной однонаправленной, плоскость P_i – одиночной. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge (O_{23} // P_i) \wedge (O_{23} \perp O_i)$ $T // O_{23} \rightarrow P_i \wedge T \perp O_{23} \rightarrow O_i \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; O_i = 2\text{ОН}; P_j = 1\text{Б}.$
O24	Если заданы допуски параллельности оси O_{24} относительно плоскостей P_i и P_j, а численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости $P_{i(j)}$ меньше численного значения допуска параллельности оси относительно плоскости $P_{j(i)}$, то плоскость $P_{i(j)}$ назначается тройной однонаправленной базой, плоскость $P_{j(i)}$ – двойной однонаправленной, ось O_i – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_i назначается двойной разнонаправленной базой, а плоскость P_j – одиночной. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge (O_{24} // P_j) \wedge (O_{24} // P_i)$ $T // O_{24} \rightarrow P_j <(>) T // O_{24} \rightarrow P_i \Rightarrow P_{j(i)} = 3\text{ОН}; P_{i(j)} = 2\text{ОН}; O_i = 1\text{Б};$ $T // O_{24} \rightarrow P_j <(>) T // O_{24} \rightarrow P_i \wedge O_i \subset P_i \Rightarrow O_i = 2\text{РН}; P_j = 3\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$

Продолжение таблицы П.В.2

1	2
O25	Если заданы допуски параллельности оси O_{25} относительно плоскости P_j и допуск углового расположения относительно плоскости P_i, а численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости P_j больше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_1 назначается двойной разнонаправленной базой, а плоскость P_j – одиночной. Если численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости P_j меньше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_i, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_i – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 // P_i)) \wedge (O_{25} \angle P_j) \wedge (O_{25} // P_i)$ $T \angle O_{25} \rightarrow P_j <(>) T // O_{25} \rightarrow P_i \Rightarrow P_{j(i)} = 3\text{ОН}; P_{i(i)} = 2\text{ОН}; O_1 = 1\text{Б};$ $T \angle O_{25} \rightarrow P_j <(>) T // O_{25} \rightarrow P_i \wedge O_1 \subset P_i \Rightarrow O_1 = 2\text{РН}; P_j = 3\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$
O27	Если заданы допуски параллельности оси O_{27} относительно плоскости P_j и допуск углового расположения относительно оси O_1, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, ось O_1 – двойной однонаправленной, плоскость P_i – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то ось O_1 назначается четверной базой, а плоскости P_j и P_i – одиночными. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 // P_i)) \wedge (O_{26} \angle O_1) \wedge (O_{26} // P_i)$ $T \angle O_{26} \rightarrow O_1 \wedge T // O_{26} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; O_1 = 2\text{ОН}; P_j = 1\text{Б};$ $T \angle O_{26} \rightarrow O_1 \wedge T // O_{26} \rightarrow P_i \wedge O_1 \subset P_i \Rightarrow O_1 = 4\text{Б}; P_i = 1\text{Б}; P_j = 1\text{Б}.$
O29	Если заданы допуски параллельности оси O_{29} относительно плоскости P_i и допуск углового расположения относительно плоскости P_j, а численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости P_i меньше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_j, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то O_1 назначается двойной разнонаправленной базой, а плоскости P_j и P_i одиночной и тройной однонаправленной соответственно. Если численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости P_i больше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_j, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_i – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 // P_i)) \wedge (O_{29} \angle P_i) \wedge (O_{29} // P_j)$ $T \angle O_{29} \rightarrow P_i <(>) T // O_{29} \rightarrow P_j \Rightarrow P_{j(i)} = 3\text{ОН}; P_{i(i)} = 2\text{ОН}; O_1 = 1\text{Б};$

	$T \angle O_{29} \rightarrow P_i <(>) T // O_{29} \rightarrow P_j \wedge O_i \subset P_i \Rightarrow O_i = 2PH; P_j = 3OH; P_i = 1B.$
--	---

Продолжение таблицы П.В.2

1	2
П20	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости Π_{20} относительно плоскостей P_i и P_j, а численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_i меньше численного значения допуска перпендикулярности относительно плоскости P_j, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j – двойной однонаправленной, ось O_i – одиночной. Если численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_i больше численного значения допуска перпендикулярности относительно плоскости P_j, то в качестве тройной однонаправленной базы назначается плоскость P_j, двойной однонаправленной – P_i, одиночной – ось O_i. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_i, то O_i назначается двойной разнонаправленной базой, а плоскости P_j и P_i – одиночной и тройной однонаправленной соответственно. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge (\Pi_{20} \perp P_i) \wedge (\Pi_{20} \perp P_j)$ $T \perp \Pi_{20} \rightarrow P_i <(>) T \perp \Pi_{20} \rightarrow P_j \Rightarrow P_{i(j)} = 3OH; P_{j(i)} = 2OH; O_i = 1B;$ $T \perp \Pi_{20} \rightarrow P_{i(j)} <(>) T \perp \Pi_{20} \rightarrow P_{j(i)} \wedge O_i \subset P_i \Rightarrow O_i = 2PH; P_j = 3OH; P_i = 1B.$
П21	Если задан допуск параллельности плоскости Π_{21} относительно плоскости P_j, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_i – двойной однонаправленной, ось O_i – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_i, то O_i назначается четверной базой, а плоскости P_j и P_i – одиночными. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge (\Pi_{21} // P_j)$ $T // \Pi_{21} \rightarrow P_j \Rightarrow P_j = 3OH; P_i = 2OH; O_i = 1B;$ $T // \Pi_{21} \rightarrow P_j \wedge O_i \subset P_i \Rightarrow O_i = 2PH; P_j = 3OH; P_i = 1B.$
П22	Если задан допуск параллельности плоскости Π_{22} относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j – двойной однонаправленной, ось O_i – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_i назначается двойной разнонаправленной базой, а плоскости P_j – одиночной. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge (\Pi_{22} // P_i)$ $T // \Pi_{22} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3OH; P_j = 2OH; O_i = 1B;$ $T // \Pi_{22} \rightarrow P_i \wedge O_i \subset P_j \Rightarrow O_i = 2PH; P_i = 3OH; P_j = 1B.$
П23	Если задан допуск перпендикулярности плоскости Π_{23} относительно оси O_i, то ось O_i назначается четверной базой, плоскости P_i и P_j назначаются одиночными базами. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_i \perp P_j) \wedge (O_i // P_i)) \wedge (\Pi_{23} \perp O_i)$ $T \perp \Pi_{23} \rightarrow O_i \Rightarrow O_i = 4B; P_i = 1B; P_j = 1B.$

Продолжение таблицы П.В.2

1	2
П24	Если задан допуск параллельности плоскости Π_{24} относительно O_1 и перпендикулярности относительно P_j, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, ось O_1 – двойной однонаправленной, плоскость P_i – одиночной. Если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то O_1 назначается четверной базой, а плоскости P_i и P_j – одиночными. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 // P_i)) \wedge (\Pi_{24} // O_1) \wedge (\Pi_{24} \perp P_j)$ $T // \Pi_{24} \rightarrow O_1 \wedge T \perp \Pi_{24} \rightarrow P_j \Rightarrow P_j = 3\text{ОН}; O_1 = 2\text{ОН}; P_i = 1\text{Б};$ $T // \Pi_{24} \rightarrow O_1 \wedge T \perp \Pi_{24} \rightarrow P_j \wedge O_1 \subset P_i \Rightarrow O_1 = 4\text{Б}; P_i = 1\text{Б}; P_j = 1\text{Б}.$
П25	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости Π_{25} относительно плоскости P_j и допуск углового расположения относительно плоскости P_i, а численное значение допуска параллельности оси относительно плоскости P_j больше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j двойной однонаправленной, ось O_1 одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_1 назначается двойной разнонаправленной базой, а плоскость P_j – одиночной. Если численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_j меньше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_i, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_i – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. $\exists(P_i \perp P_j) \wedge ((O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 // P_i)) \wedge (\Pi_{25} \angle P_j) \wedge (\Pi_{25} // P_i)$ $T \angle \Pi_{25} \rightarrow P_j <(>) T // \Pi_{25} \rightarrow P_i \Rightarrow P_{j(i)} = 3\text{ОН}; P_{i(i)} = 2\text{ОН}; O_1 = 1\text{Б};$ $T \angle \Pi_{25} \rightarrow P_j <(>) T // \Pi_{25} \rightarrow P_i \wedge O_1 \subset P_i \Rightarrow O_1 = 2\text{РН}; P_j = 3\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$
П26	Если заданы допуски перпендикулярности Π_{26} относительно плоскости P_i и допуск углового расположения относительно плоскости P_j, а численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_i меньше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_j, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_j – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то O_1 назначается двойной разнонаправленной базой, а плоскости P_j и P_i – одиночной и тройной однонаправленной соответственно. Если численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_i больше численного значения допуска углового расположения относительно плоскости P_j, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, плоскость P_i – двойной однонаправленной, ось O_1 – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_1, то O_1 назначается четверной базой, а плоскости P_i и P_j – одиночными.

	$\exists (P_i \perp P_j) \wedge ((O_l \perp P_j) \wedge (O_l // P_i)) \wedge (\Pi_{26} \angle P_i) \wedge (\Pi_{26} \perp P_i)$ $T \angle \Pi_{26} \rightarrow P_i <(>) T \perp \Pi_{26} \rightarrow P_i \Rightarrow P_{i(j)} = 3\text{ОН}; P_{j(i)} = 2\text{ОН}; O_l = 1\text{Б};$ $T \angle \Pi_{26} \rightarrow P_j <(>) T \perp \Pi_{26} \rightarrow P_i \wedge O_l \subset P_i \Rightarrow O_l = 2\text{РН}; P_i = 3\text{ОН}; P_i = 1\text{Б}.$
--	--

Окончание таблицы П.В.2

1	2
П27	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости Π_{27} относительно плоскости P_j и допуск углового расположения относительно оси O_l, а численное значение допуска перпендикулярности относительно плоскости P_j меньше численного значения допуска углового расположения относительно оси O_l, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, ось O_l – двойной однонаправленной, плоскость P_i – одиночной. В частном случае, если плоскость P_j совпадает с осью O_l, то ось O_l назначается четверной базой, а плоскости P_i и P_j – одиночными. $\exists (P_i \perp P_j) \wedge ((O_l \perp P_j) \wedge (O_l // P_i)) \wedge (\Pi_{27} \angle O_l) \wedge (\Pi_{27} \perp P_i)$ $T \angle \Pi_{27} \rightarrow O_l <(>) T \perp \Pi_{27} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; O_l = 2\text{ОН}; P_j = 1\text{Б};$ $T \angle \Pi_{27} \rightarrow O_l <(>) T \perp \Pi_{27} \rightarrow P_i \wedge O_l \subset P_i \Rightarrow O_l = 4\text{Б}; P_j = 1\text{Б}; P_i = 1\text{Б}.$

Таблица П.В.3 – Алгоритмы назначения вида компонента комплекта технологических баз №3

Правило	Содержание
1	2
О30	Если существует комплект технологических баз состоящий из плоскости P_i и двух параллельных осей перпендикулярных плоскости P_i, т.е. $(O_l // O_n) \perp P_i$ и задан допуск перпендикулярности оси O_{30} относительно плоскости P_i, то плоскость P_j назначается тройной однонаправленной базой, одна из осей – двойной разнонаправленной, вторая – одиночной. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (O_{30} \perp P_i)$ $T \perp O_{30} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3\text{ОН}; O_{l(n)} = 2\text{РН}; O_{n(l)} = 1\text{Б}.$
О31	Если задан допуск параллельности оси O_{31} относительно оси $O_{l(n)}$, то ось $O_{l(n)}$ назначается четверной базой, ось $O_{n(l)}$ и плоскость P_i назначаются одиночными базами. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (O_{31} // O_{l(n)})$ $T // O_{31} \rightarrow O_{l(n)} \Rightarrow O_{l(n)} = 4\text{Б}; O_{n(l)} = 1\text{Б}; P_i = 1\text{Б}.$
О32	Если задан допуск перпендикулярности оси O_{32} относительно плоскости, проходящей через две оси $\{O_l O_n\}$, то ось, от которой задан размер до обраба-

	тываемой оси, назначается четверной базой, другая ось и плоскость назначаются одиночными базами. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (O_{32} \perp \{O_l O_n\})$ $T \perp O_{32} \rightarrow \{O_l O_n\} \Rightarrow O_{l(n)} = 4Б; O_{n(l)} = 1Б; P_i = 1Б.$
--	---

Продолжение таблицы П.В.3

1	2
О33	Если заданы допуски параллельности оси O_{33} относительно плоскостей P_i и плоскости проходящей через две оси $\{O_l O_n\}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, одна из осей двойной разнонаправленной, вторая одиночной. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (O_{33} // \{O_l O_n\} \wedge O_{33} // P_i)$ $T // O_{33} \rightarrow \{O_l O_n\} \wedge T // O_{33} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3ОН; O_{l(n)} = 2РН; O_{n(l)} = 1Б.$
О34	Если заданы допуски параллельности оси O_{34} относительно плоскости, проходящей через две оси $\{O_l O_n\}$, и допуск углового расположения относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, одна из осей – двойной разнонаправленной, вторая – одиночной. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (O_{34} // \{O_l O_n\} \wedge O_{34} \angle P_i)$ $T // O_{34} \rightarrow \{O_l O_n\} \wedge T \angle O_{34} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3ОН; O_{l(n)} = 2РН; O_{n(l)} = 1Б.$
О36	Если заданы допуски параллельности оси O_{36} относительно плоскости $\{O_l O_n\}$ и допуск углового расположения относительно оси $O_{l(n)}$, то ось $O_{l(n)}$ назначается четверной базой, одна из осей и плоскость P_i – одиночными. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (O_{34} // \{O_l O_n\} \wedge O_{34} \angle O_{l(n)})$ $T // O_{34} \rightarrow \{O_l O_n\} \wedge T \angle O_{34} \rightarrow O_{l(n)} \Rightarrow O_{l(n)} = 4Б; O_{n(l)} = 1Б; P_i = 1Б.$
П30	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости P_{30} относительно плоскости $\{O_l O_n\}$ и P_i и численное значение допуска перпендикулярности относительно P_i меньше численного значения допуска перпендикулярности относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, одна из осей, от которой задан размер, – двойной разнонаправленной, вторая – одиночной. Если численное значение допуска перпендикулярности относительно P_i больше численного значения допуска перпендикулярности относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость $\{O_l O_n\}$ назначается тройной однонаправленной базой, P_i – двойной однонаправленной, одна из осей, от которой задан размер – одиночной. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (P_{30} \perp \{O_l O_n\} \wedge P_{30} \perp P_i)$ $T \perp P_{30} \rightarrow \{O_l O_n\} > T \perp P_{30} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3ОН; O_{l(n)} = 2РН; O_{n(l)} = 1Б;$ $T \perp P_{30} \rightarrow \{O_l O_n\} < T \perp P_{30} \rightarrow P_i \Rightarrow \{O_l O_n\} = 3ОН; P_i = 2ОН; O_{n(l)} = 1Б.$
П31	Если задан допуск параллельности плоскости P_{31} относительно плоскости $\{O_l O_n\}$, то одна из осей назначается четверной базой, вторая ось и плоскость P_i назначаются одиночными базами. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (P_{31} // \{O_l O_n\})$

	$T//P_{31} \rightarrow \{O_l O_n\} \Rightarrow O_{l(n)}=4Б; O_{n(l)}=1Б; P_i=1Б.$
--	---

Окончание таблицы П.В.3

1	2
П32	Если задан допуск параллельности плоскости P_{32} относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, одна из осей – двойной разнонаправленной, вторая – одиночной. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (P_{31} // P_i)$ $T // P_{31} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i=3ОН; O_{l(n)}=2РН; O_{n(l)}=1Б.$
П33	Если задан допуск перпендикулярности плоскости P_{33} относительно одной оси, то эта ось назначается четверной базой, вторая ось и плоскость P_i назначаются одиночными базами. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (P_{33} \perp O_{l(n)})$ $T \perp P_{33} \rightarrow O_{l(n)} \Rightarrow O_{l(n)}=4Б; O_{n(l)}=1Б; P_i=1Б.$
П34	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости P_{34} относительно плоскости P_i и углового расположения относительно плоскости $\{O_l O_n\}$ и численное значение допуска перпендикулярности относительно P_i меньше численного значения допуска углового расположения относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, одна из осей, от которой задан размер, – двойной разнонаправленной, вторая – одиночной. Если численное значение допуска перпендикулярности относительно P_i больше численного значения допуска углового расположения относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость $\{O_l O_n\}$ назначается тройной однонаправленной базой, P_i – двойной однонаправленной, одна из осей, от которой задан размер, – одиночной. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (P_{34} \angle \{O_l O_n\} \wedge P_{34} \perp P_i)$ $T \angle P_{34} \rightarrow \{O_l O_n\} > T \perp P_{34} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i=3ОН; O_{l(n)}=2РН; O_{n(l)}=1Б;$ $T \angle P_{30} \rightarrow \{O_l O_n\} < T \perp P_{30} \rightarrow P_i \Rightarrow \{O_l O_n\}=3ОН; P_i=2ОН; O_{n(l)}=1Б.$
П35	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости P_{35} относительно плоскости $\{O_l O_n\}$ и углового расположения относительно плоскости P_i $\{O_l O_n\}$ и численное значение допуска углового расположения относительно P_i меньше численного значения допуска перпендикулярности относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, одна из осей, от которой задан размер, – двойной разнонаправленной, вторая – одиночной. Если численное значение допуска углового расположения относительно P_i больше численного значения допуска перпендикулярности относительно $\{O_l O_n\}$, то плоскость $\{O_l O_n\}$ назначается тройной однонаправленной базой, P_i – двойной однонаправленной, одна из осей, от которой задан

	размер, – одиночной. $\exists (O_l \perp P_i \wedge O_n \perp P_i) \wedge (P_{35} \perp \{O_l O_n\} \wedge P_{35} \angle P_i)$ $T \perp P_{35} \rightarrow \{O_l O_n\} > T \angle P_{35} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3OH; O_{l(n)} = 2PH; O_{n(l)} = 1Б;$ $T \perp P_{30} \rightarrow \{O_l O_n\} < T \angle P_{30} \rightarrow P_i \Rightarrow \{O_l O_n\} = 3OH; P_i = 2OH; O_{n(l)} = 1Б.$
--	--

Таблица П.В.4 – Алгоритмы назначения вида компонента комплекта технологических баз №4

Пра- вило	Содержание
1	2
О40	Если существует комплект технологических баз, состоящий из плоскости P_i и двух осей одна из которых O_n перпендикулярна плоскости P_i, а другая O_l параллельна и задан допуск перпендикулярности оси O_{40} относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_l – двойной однонаправленной, O_n – одиночной. В том случае, если ось O_l лежит в плоскости P_i то ось назначается четверной базой, а другая ось и плоскость – одиночными. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (O_{40} \perp P_i) \wedge (O_{40} \perp P_i)$ $T \perp O_{40} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3OH; O_l = 2OH; O_n = 1Б;$ $T \perp O_{40} \rightarrow P_i \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 1Б; P_i = 1Б.$
О41	Если задан допуск перпендикулярности оси O_{41} относительно оси O_l и параллельности относительно плоскости P_i, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_l – двойной однонаправленной, O_n – одиночной. В том случае, если ось O_l лежит в плоскости P_i, то указанная ось назначается четверной базой, а другая ось и плоскость – одиночными. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (O_{41} \perp O_l \wedge O_{41} // P_i)$ $T \perp O_{41} \rightarrow O_l \wedge T // O_{41} \rightarrow P_i \Rightarrow P_i = 3OH; O_l = 2OH; O_n = 1Б;$ $T \perp O_{41} \rightarrow P_i \wedge T // O_{41} \rightarrow P_i \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 1Б; P_i = 1Б.$
О42	Если задан допуск параллельности оси O_{42} относительно оси O_l, то ось O_l назначается четверной базой, O_n и P_i – одиночными. В частности, если плоскость совпадает с O_n, то O_n принимается в качестве двойной разнонаправленной базы. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (O_{42} // O_n)$ $T // O_{42} \rightarrow O_n \Rightarrow O_n = 4Б; P_i = 1Б; O_l = 1Б;$ $T // O_{42} \rightarrow O_n \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 2PH.$
О43	Если задан допуск параллельности оси O_{43} относительно оси O_n, то ось O_n назначается четверной базой, O_l и P_i – одиночными. В частности, если плоскость совпадает с O_l то O_l принимается в качестве двойной разнонаправленной базы. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (O_{43} // O_l)$

	$T//O_{43} \rightarrow O_l \Rightarrow O_l = 4Б; P_i = 1Б; O_n = 1Б;$ $T//O_{43} \rightarrow O_l \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 2РН.$
О44	Если задан допуск перпендикулярности оси O_{44} относительно осей O_n и O_l, а ось лежит в плоскости и численное значение допуска относительно $O_{n(l)}$ меньше численного значения допуска относительно $O_{l(n)}$, то ось $O_{n(l)}$ назначается четверной базой, а $O_{l(n)}$ – двойной разнонаправленной. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (O_{41} \perp O_l \wedge O_{41} \perp O_n)$ $T \perp O_{41} \rightarrow O_l (>) T \perp O_{41} \rightarrow O_n \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_{l(n)} = 4Б; O_{n(l)} = 2РН.$

Продолжение таблицы П.В.4

1	2
О45	Если заданы допуски параллельности оси O_{45} относительно плоскости P_i и углового расположения относительно оси O_l, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_l – двойной однонаправленной, ось O_n – одиночной. В том случае, если ось O_l лежит в плоскости P_i, то указанная ось назначается четверной базой, а другая ось и плоскость – одиночными. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (O_{45} // P_i \wedge O_{45} \angle O_l)$ $T//O_{45} \rightarrow P_i \wedge T \angle O_{45} \rightarrow O_l \Rightarrow P_i = 3ОН; O_l = 2ОН; O_n = 1Б;$ $T//O_{45} \rightarrow P_i \wedge T \angle O_{45} \rightarrow O_l \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 1Б; P_i = 1Б.$
П42	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости P_{42} относительно плоскости P_i и параллельности относительно оси O_l, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_l – двойной однонаправленной, ось O_n – одиночной. В том случае, если ось O_l лежит в плоскости P_i, то указанная ось назначается четверной базой, а другая ось и плоскость – одиночными. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (P_{42} \perp P_i \wedge P_{42} // O_l)$ $T \perp P_{42} \rightarrow P_i \wedge T // P_{42} \rightarrow O_l \Rightarrow P_i = 3ОН; O_l = 2ОН; O_n = 1Б;$ $T \perp P_{42} \rightarrow P_i \wedge T // P_{42} \rightarrow O_l \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 1Б; P_i = 1Б.$
П43	Если заданы допуски перпендикулярности плоскости P_{43} относительно плоскости P_i и углового расположения относительно оси O_l, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_l – двойной однонаправленной, ось O_n – одиночной. В том случае, если ось O_l лежит в плоскости P_i, то указанная ось назначается четверной базой, а другая ось и плоскость – одиночными. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (P_{43} \perp P_i \wedge P_{43} \angle O_l)$ $T \perp P_{43} \rightarrow P_i \wedge T \angle P_{43} \rightarrow O_l \Rightarrow P_i = 3ОН; O_l = 2ОН; O_n = 1Б;$ $T \perp P_{43} \rightarrow P_i \wedge T \angle P_{43} \rightarrow O_l \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 1Б; P_i = 1Б.$
П44	Если заданы допуски параллельности плоскости P_{44} относительно оси O_n и углового расположения относительно оси O_l, а ось лежит в плоскости, и численное значение допуска параллельности плоскости относительно оси O_n меньше численного значения допуска углового расположения относительно оси O_l, то ось O_n назначается четверной базой, ось O_l – одиночной. Если чис-

	ленное значение допуска параллельности плоскости относительно оси O_n больше численного значения допуска углового расположения относительно оси O_l, то ось O_l назначается четверной базой, ось O_n – одиночной. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (P_{44} // O_l \wedge P_{44} \angle O_n)$ $T // P_{44} \rightarrow O_l <(>) T \angle P_{44} \rightarrow O_n \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_{l(n)} = 4Б; O_{n(l)} = 2РН.$
--	---

Окончание таблицы П.В.4

1	2
П45	Если заданы допуски углового расположения плоскости P_{45} относительно плоскости P_i и параллельности относительно оси O_l, то плоскость P_i назначается тройной однонаправленной базой, ось O_l – двойной однонаправленной, ось O_n – одиночной. В том случае, если ось O_l лежит в плоскости P_i, то указанная ось назначается четверной базой, а другая ось и плоскость – одиночными. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (P_{45} \angle P_i \wedge P_{45} // O_l)$ $T \angle P_{45} \rightarrow P_i \wedge T // P_{45} \rightarrow O_l \Rightarrow P_i = 3ОН; O_l = 2ОН; O_n = 1Б;$ $T \angle P_{45} \rightarrow P_i \wedge T // P_{45} \rightarrow O_l \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_l = 4Б; O_n = 1Б; P_i = 1Б.$
П46	Если заданы допуски параллельности плоскости P_{46} относительно оси O_l и углового расположения относительно оси O_n, а ось O_l лежит в плоскости, и численное значение допуска параллельности плоскости относительно оси O_l меньше численного значения допуска углового расположения относительно O_n, то ось O_l назначается четверной базой, ось O_n – одиночной. Если численное значение допуска параллельности плоскости относительно оси O_l больше численного значения допуска углового расположения относительно O_n, то ось O_n назначается четверной базой, ось O_l – двойной разнонаправленной. $\exists (O_n \perp P_i) \wedge (O_l // P_i) \wedge (P_{46} // O_l \wedge P_{46} \angle O_n)$ $T // P_{46} \rightarrow O_l <(>) T \angle P_{46} \rightarrow O_n \wedge P_i \subset O_l \Rightarrow O_{l(n)} = 4Б; O_{n(l)} = 2РН.$

Примечания:

1. В приложении В приводятся алгоритмы для достаточно распространенных вариантов ориентации конструктивных элементов относительно компонентов комплекта. Отсутствуют алгоритмы на варианты только угловой ориентации и очевидно-аналогичные алгоритмы.

2. В случае необходимости задания допуска перпендикулярности оси относительно оси второго комплекта, а также допуска перпендикулярности оси относительно оси четвертого комплекта, перпендикулярной плоскости, однозначно задать ориентацию не удастся. В этом случае необходимую точность можно получить либо задав допуск косвенно, т. е. относительно другого компонента

комплекта, либо обработкой от единой базы всех поверхностей, связанных указанными требованиями за один установ.

3. В алгоритмах О44, П44, П46 показаны варианты ориентации относительно пересекающихся осей. В том случае, если оси скрещиваются, то необходимую точность можно получить обработкой от единой базы всех поверхностей, связанных указанными требованиями за один установ, либо применить очень редкий комплект баз: двойная однонаправленная (направляющая), двойная однонаправленная (направляющая), двойная однонаправленная (направляющая).

ТАБЛИЦА СОКРАЩЕНИЯ ВАРИАНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

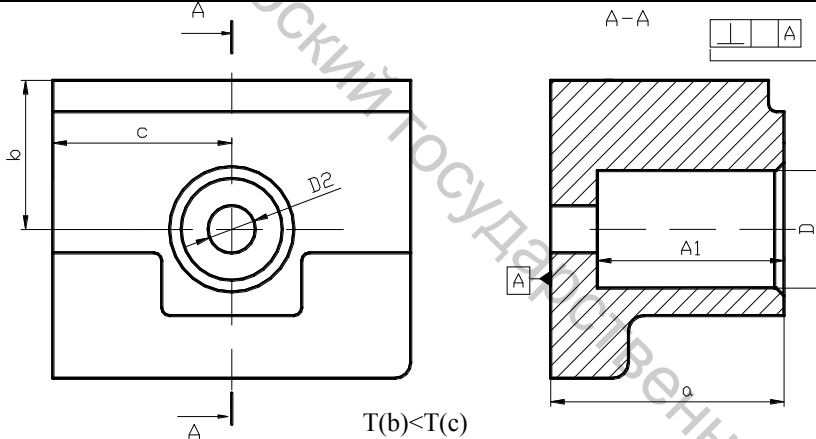
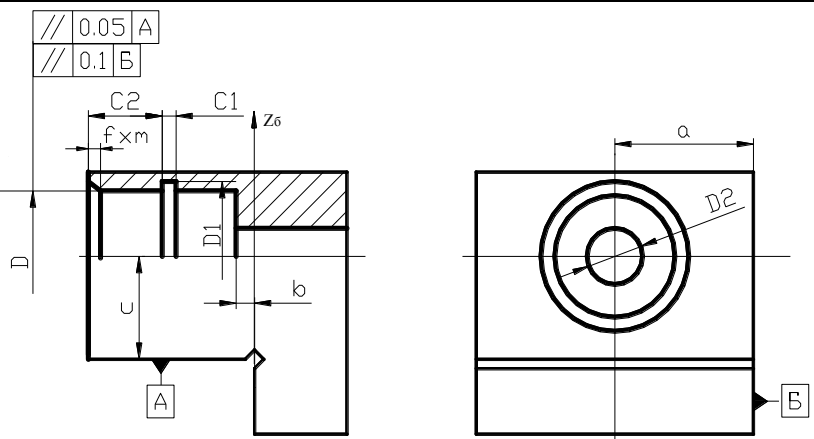
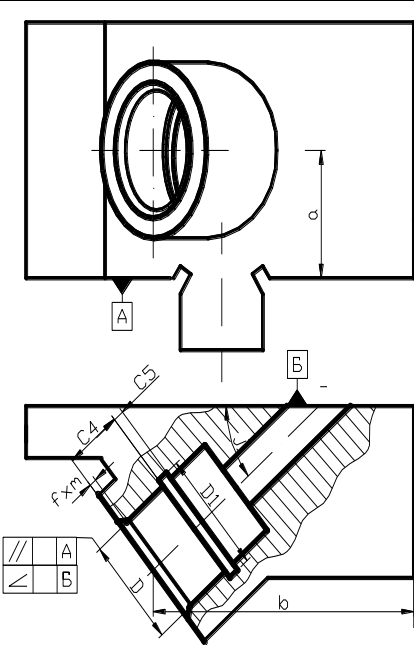
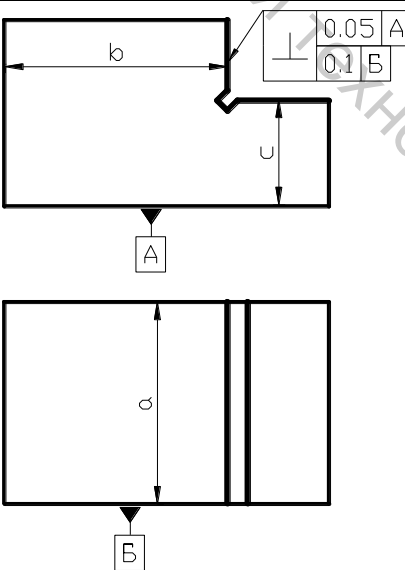
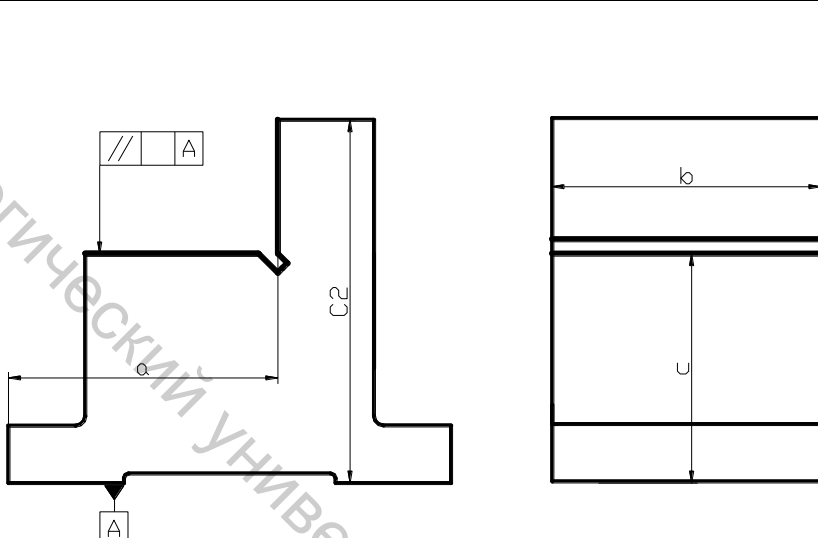
База	Код	Условия отбора																		
		Тип производства					Габариты и масса обрабатываемой детали				Показатели качества базы			Базирование		Характер базы		Обработка		
		е	мс	с	кс	м	м	с	к	ок	Ra=50 IT 16-14	Ra=6.3 3.2 IT 13-8	Ra=1.25 0.8 IT 6-7	По наруж. пов.	По внутр. пов.	Явная	Скрытая (пл. сим-метр)	Отделка	Чистовая	Пред-варит.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Установочная	Tr 1.1.	x	x	x			x	x					x	x		x		x	x	x
	Tr 1.2.	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x		x	x	x
	Tr 1.3.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x			x	x
	Tr 1.4.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x		x		
	Tr 1.5.	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		x				x
	Tr 1.6.	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x			x	x
	Tr 1.7.	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x		x		
	Tr 1.8.	x	x	x	x	x			x	x	x			x		x				x
	Tr 1.9.	x	x	x	x	x			x	x		x	x	x		x		x	x	
	Tr 1.10.	x	x	x	x	x			x	x		x	x	x		x		x	x	
	Tr 1.11.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	
Направляющая	Tr 2.1.	x	x	x			x	x					x	x		x		x	x	x
	Tr 2.2.	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x		x	x	x
	Tr 2.3.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x
	Tr 2.4.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
	Tr 2.5.	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		x	x			x
	Tr 2.6.	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x			x	x
	Tr 2.7.	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x		x		
	Tr 2.8.	x	x	x	x	x			x	x	x			x		x				x
	Tr 2.9.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	
	Tr 2.10.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Tr 3.1.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	x		x	x
Опорная	Tr 3.2.	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		x	x	x		
	Tr 3.3.	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		x	x			x
	Tr 3.4.	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		x			x	x
	Tr 3.5.	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		x		x		
	Tr 3.6.	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		x				x
	Tr 3.7.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x	x	
	Tr 3.8.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x
	Tr 3.9.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
	Tr 3.10.	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x

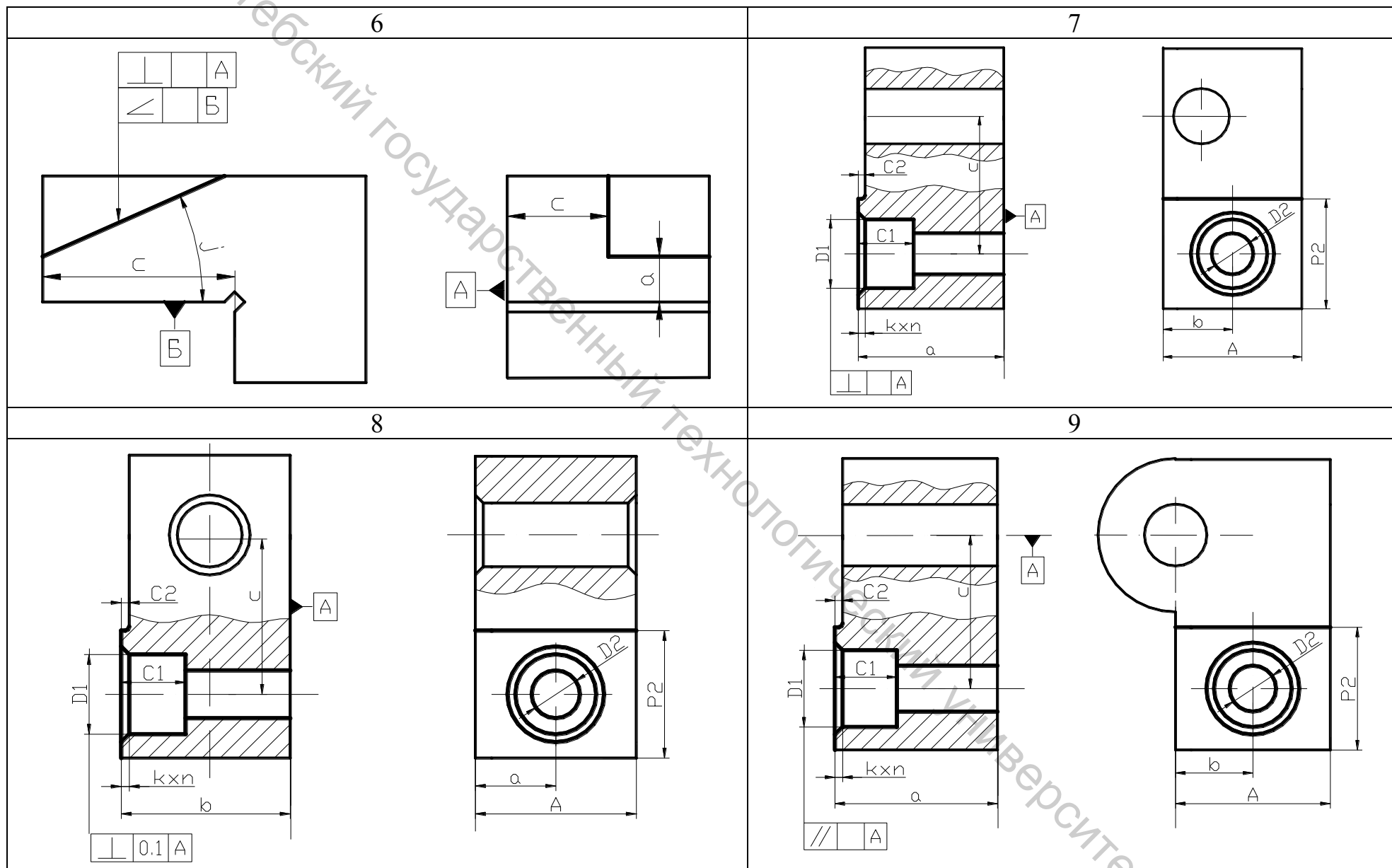
Окончание приложения Г

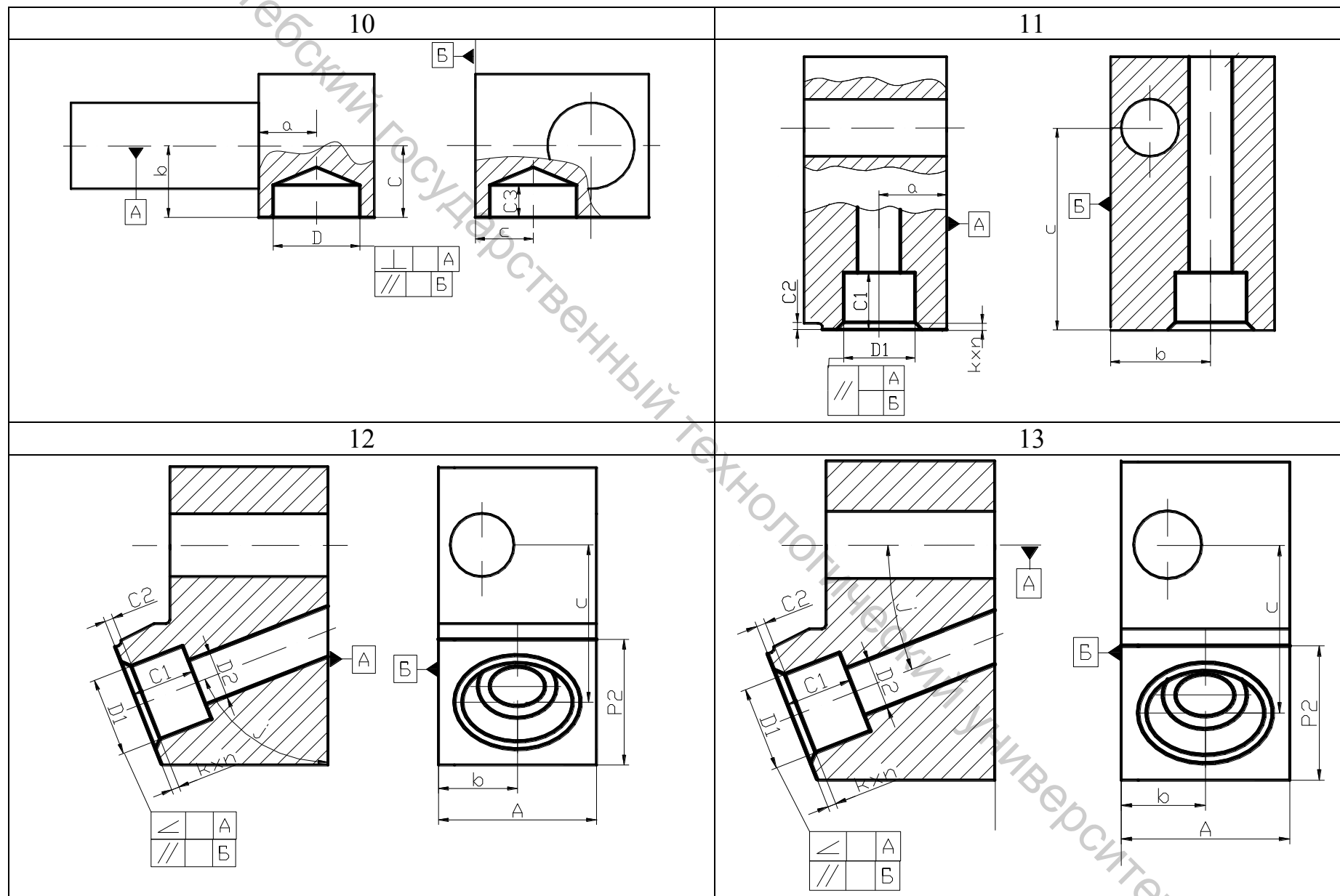
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Двойная опорная	Тр 4.1.	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x
	Тр 4.2.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.3.	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.4.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x
	Тр 4.5.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x
	Тр 4.6.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
	Тр 4.7.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
	Тр 4.8.	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
	Тр 4.9.	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x			x	x	x	x
	Тр 4.10.			x	x	x	x	x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.11.			x	x	x		x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.12.			x	x	x		x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.13.			x	x	x		x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.14.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.15.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.16.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.17.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 4.18.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
Двойная направляющая	Тр 5.1.				x	x		x	x	x	x		x	x			x	x	x	x
	Тр 5.2.			x	x	x		x	x	x		x	x		x		x	x	x	x
	Тр 5.3.	x	x	x			x	x	x			x	x		x		x	x	x	
	Тр 5.4.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 5.5.				x	x		x	x			x	x	x			x	x		
	Тр 5.6.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	
	Тр 5.7.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	
	Тр 5.8.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	
	Тр 5.9.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	
	Тр 5.10.			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
	Тр 5.11.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	
	Тр 5.12.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 5.13.			x	x	x		x	x			x	x		x		x	x	x	x
	Тр 5.14.	x	x	x	x	x	l/d>2	l/d>2	l/d>2	l/d>2	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Тр 5.15.	x	x	x	x	x	l/d>2	l/d>2	l/d>2	l/d>2	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Тр 5.16.	x	x	x	x	x	l/d>2	l/d>2	l/d>2	l/d>2	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Тр 5.17.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Тройная опорная	Тр 6.1.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Тр 6.2.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x

Примечание. Тр 5.14. Тр 5.15. Тр 5.16. Тр 5.17. применяются для деталей класса «вал»

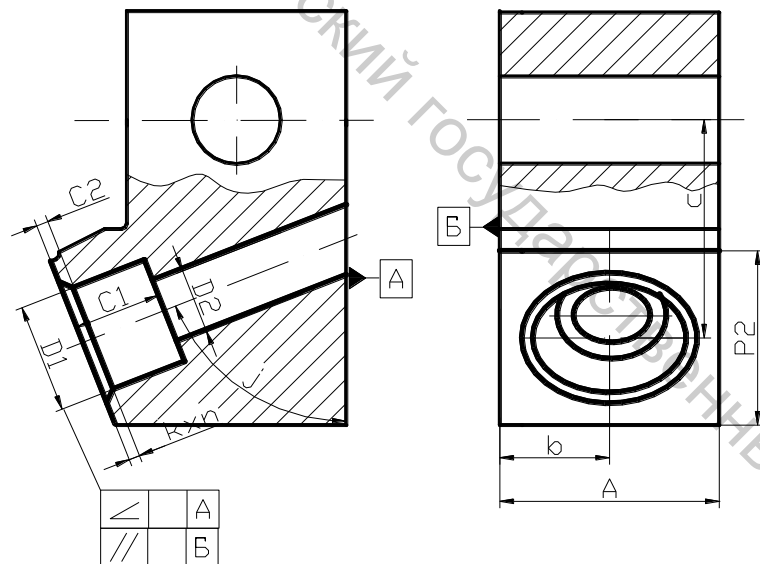
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

1	2	
 $T(b) < T(c)$		
3	4	5
		

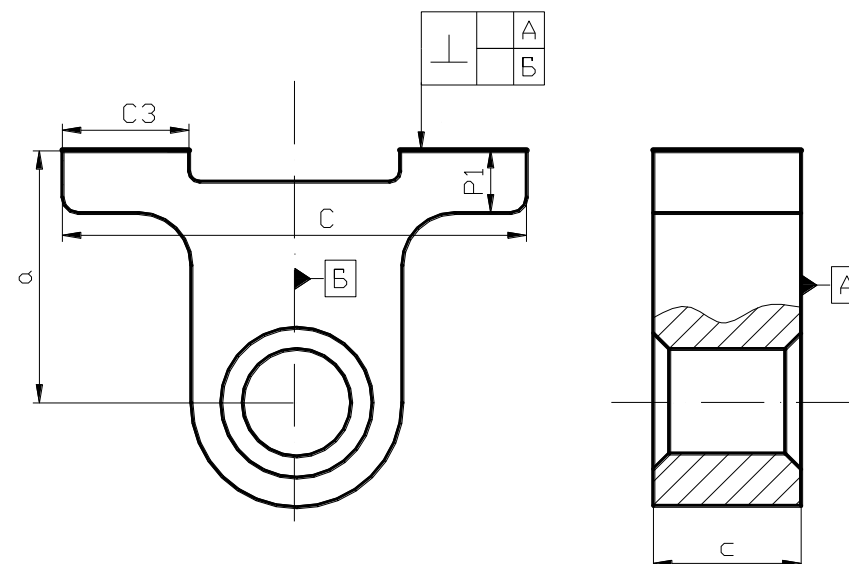




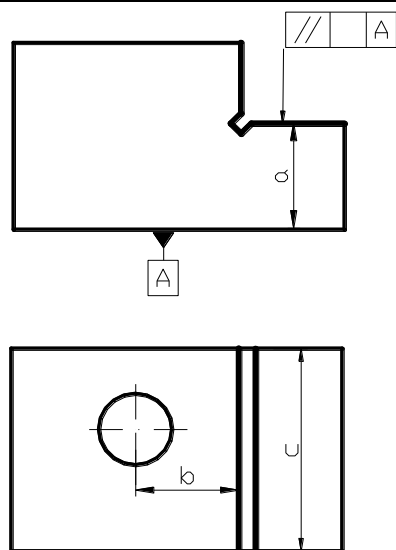
14



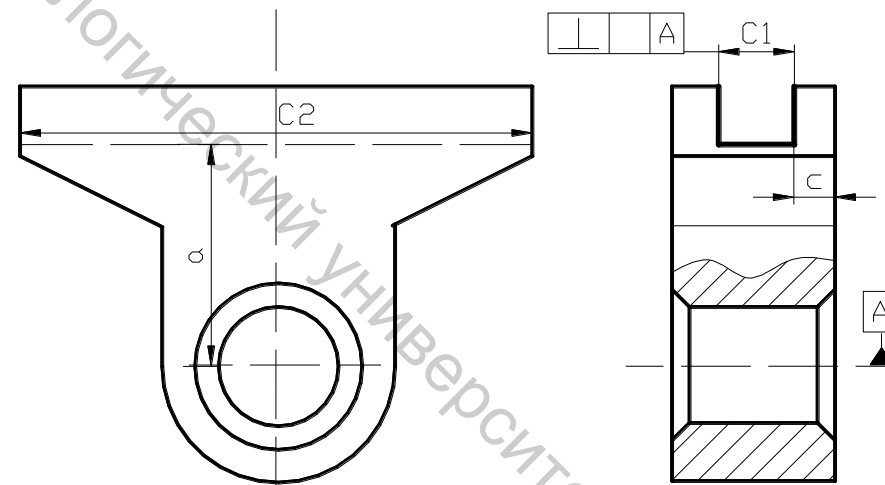
15

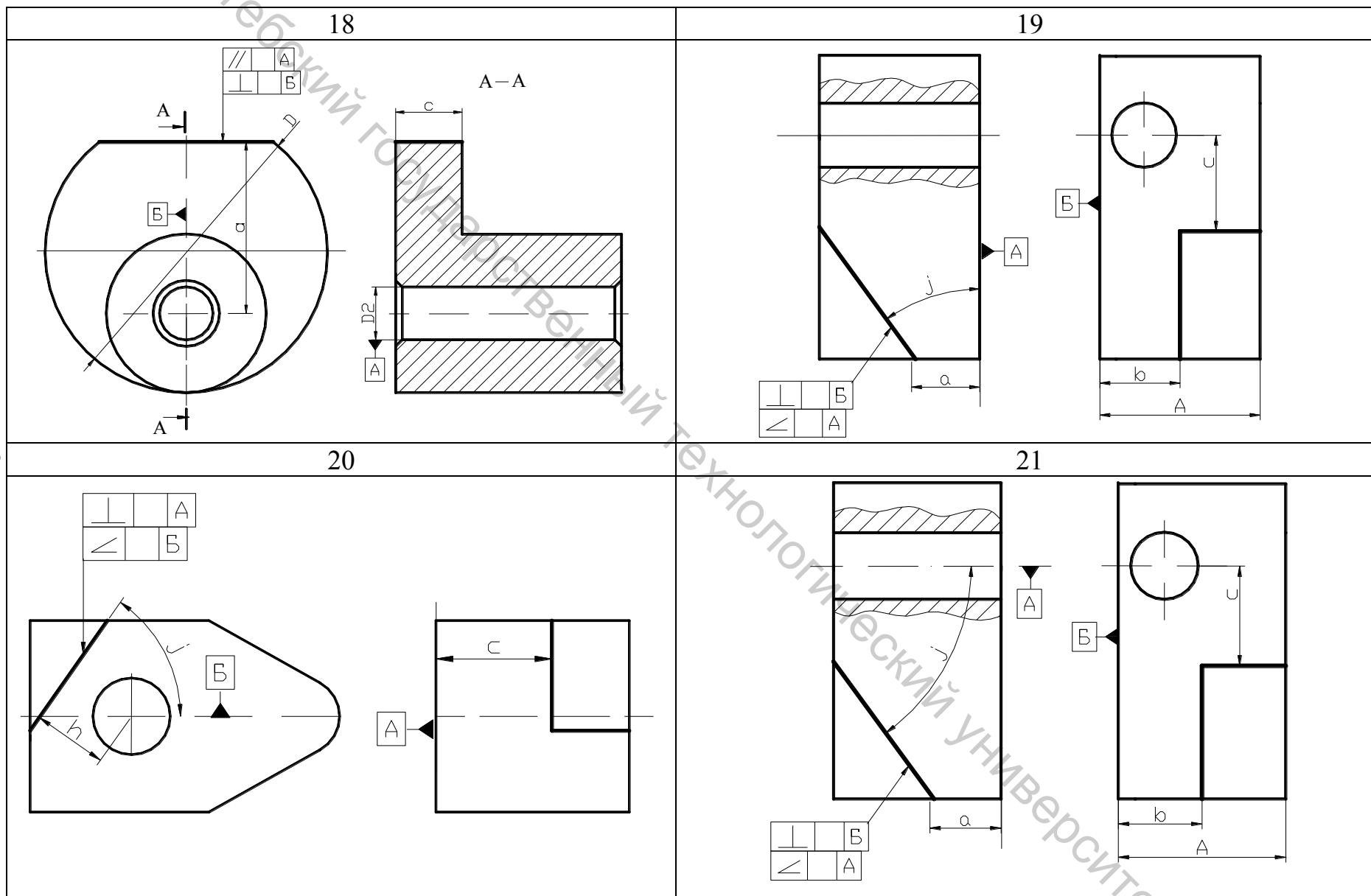


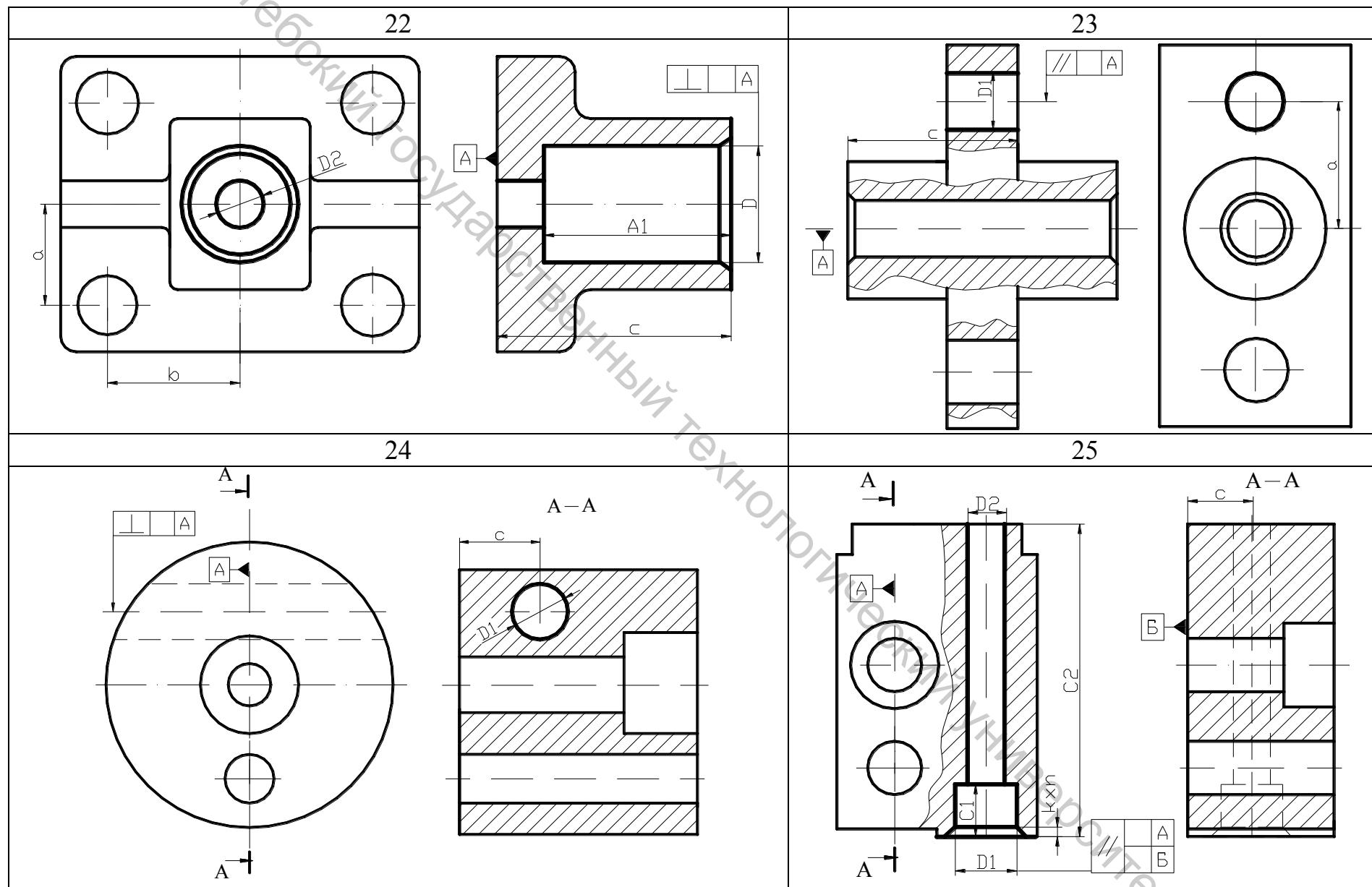
16

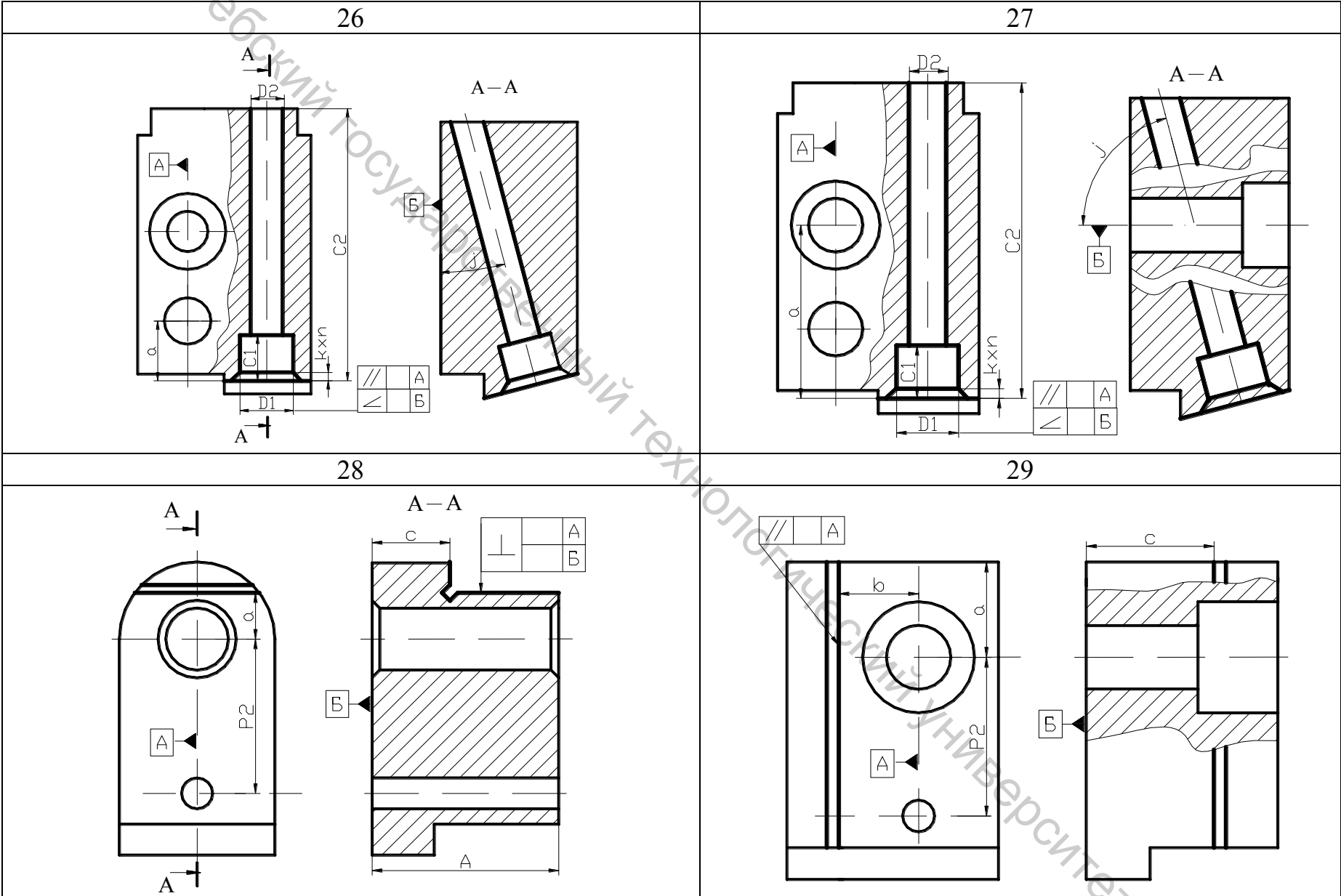


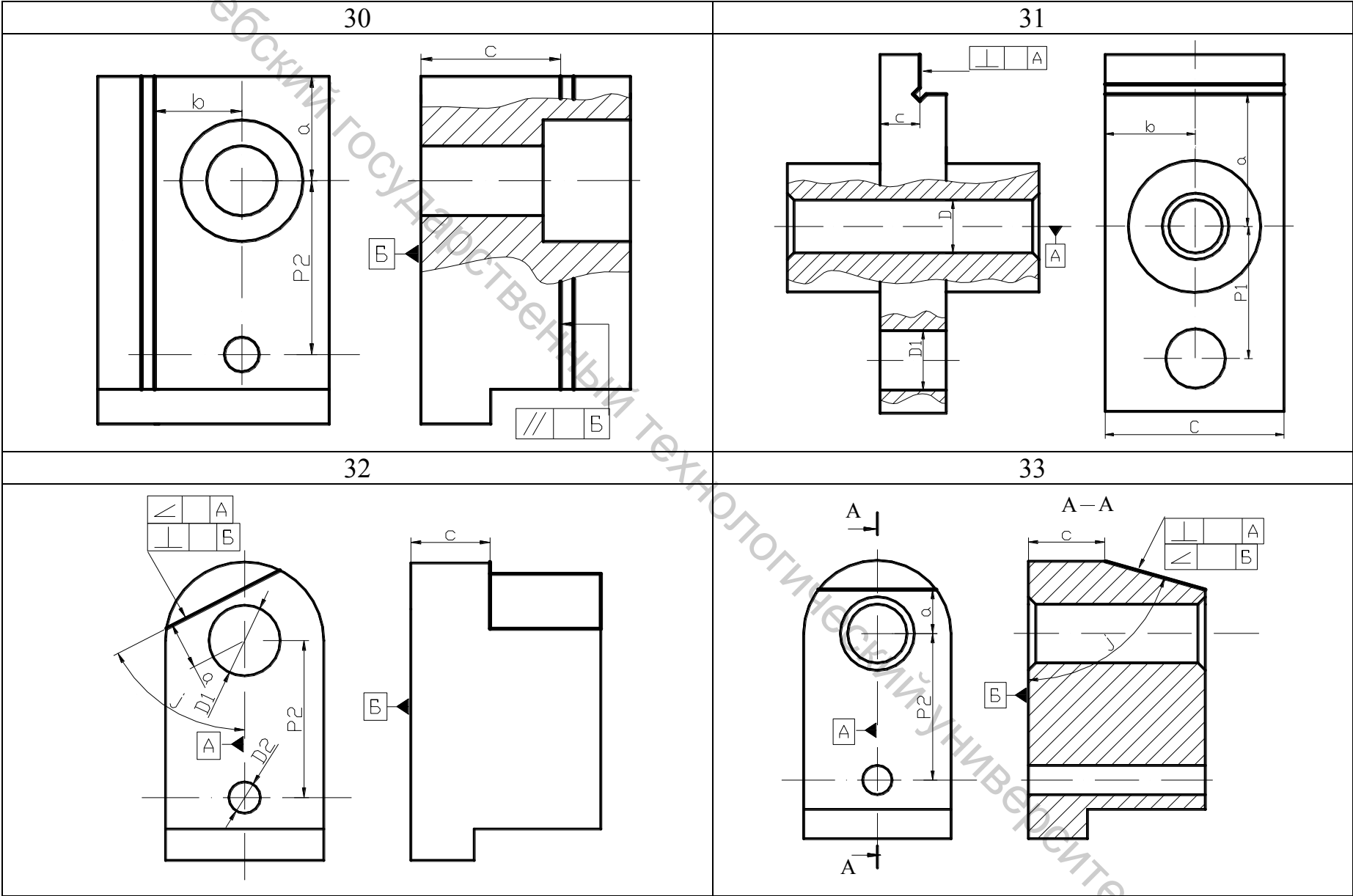
17



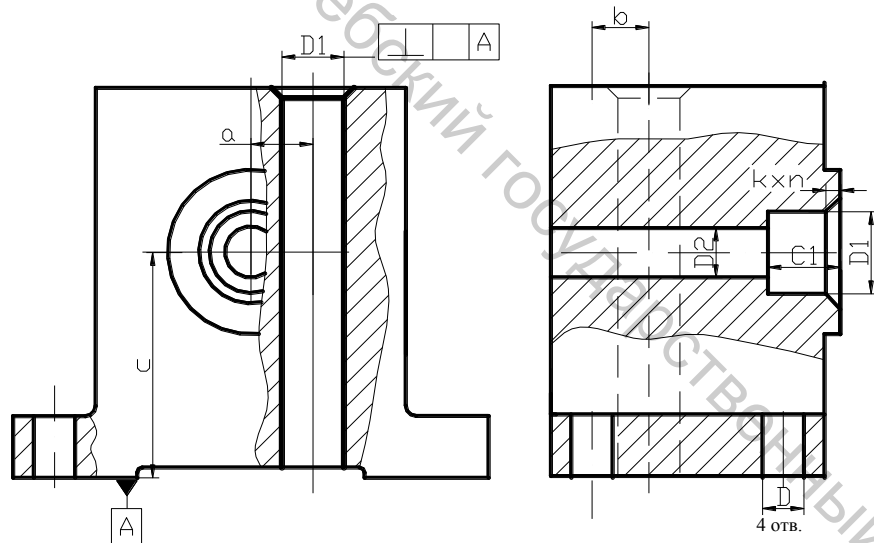




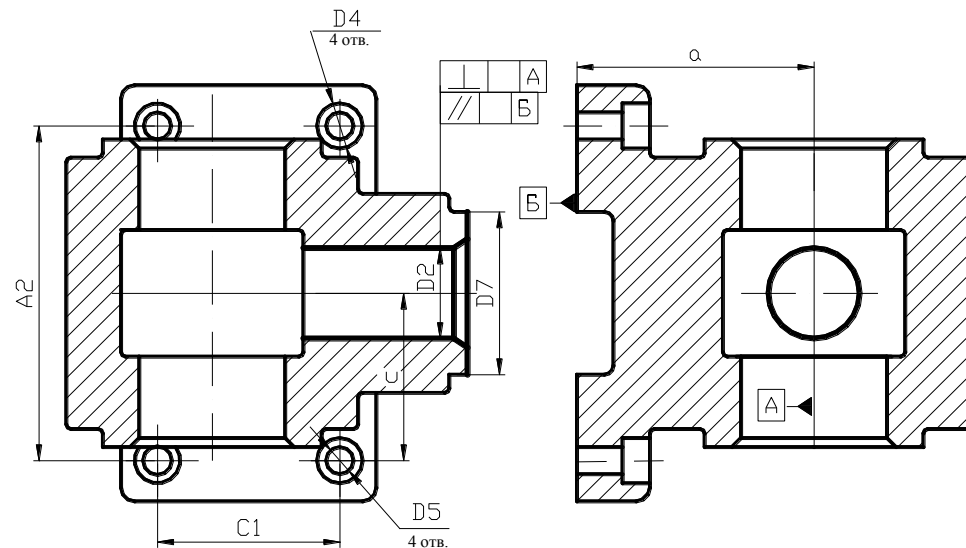




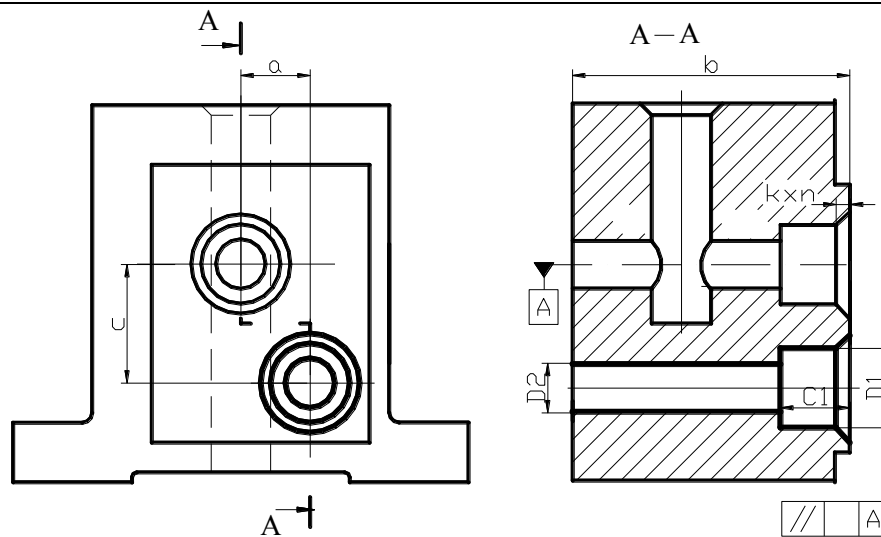
34



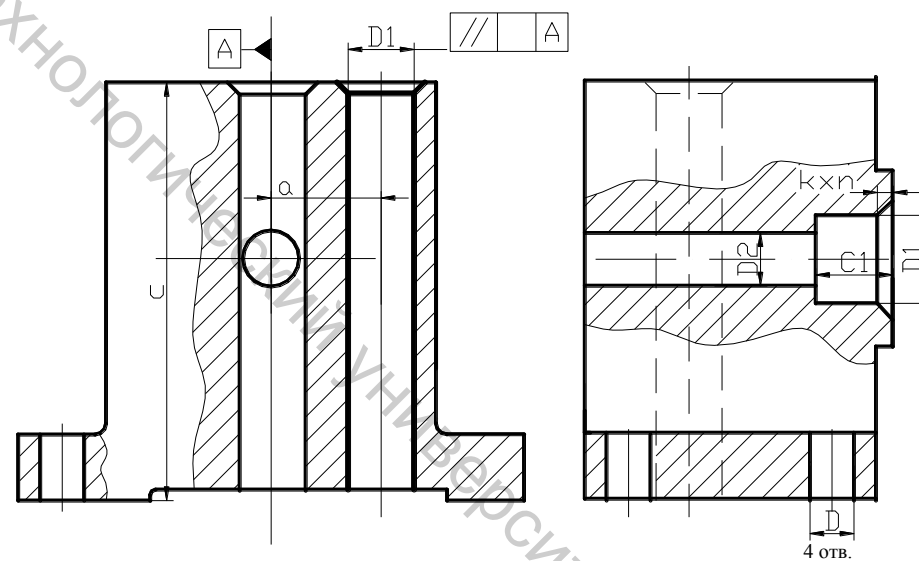
35



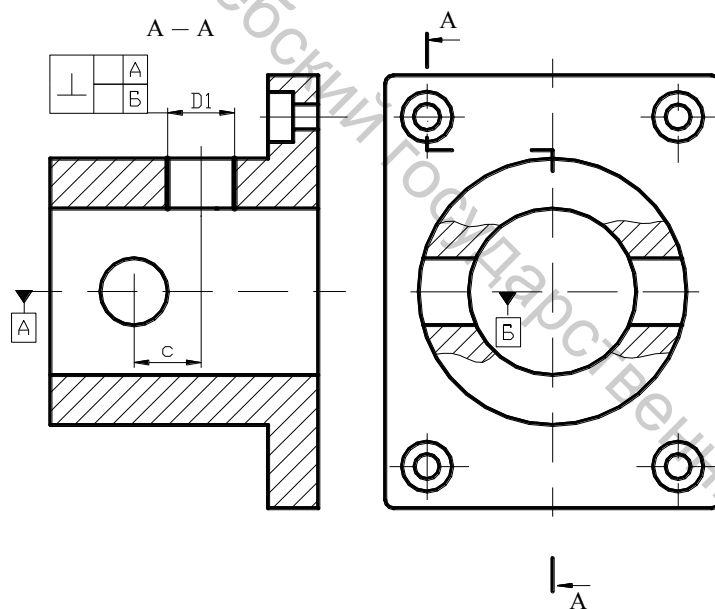
36



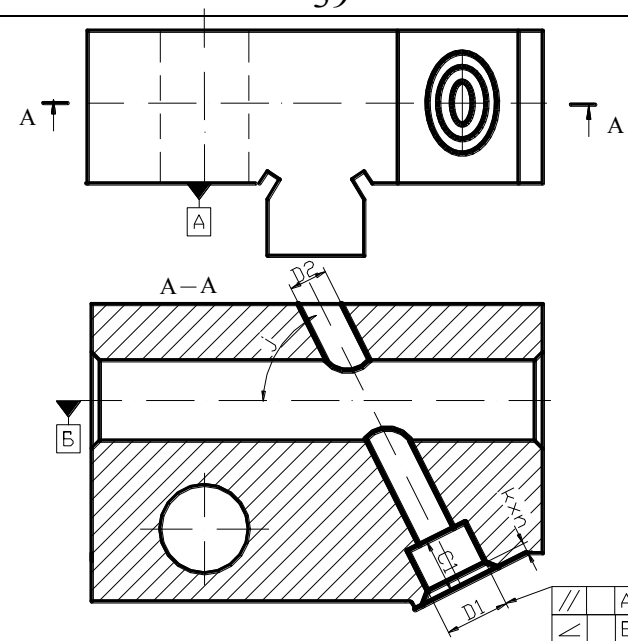
37



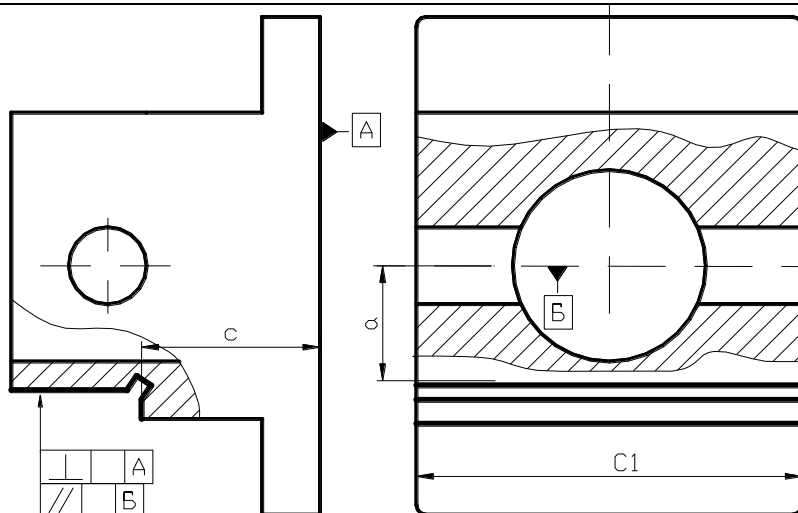
38



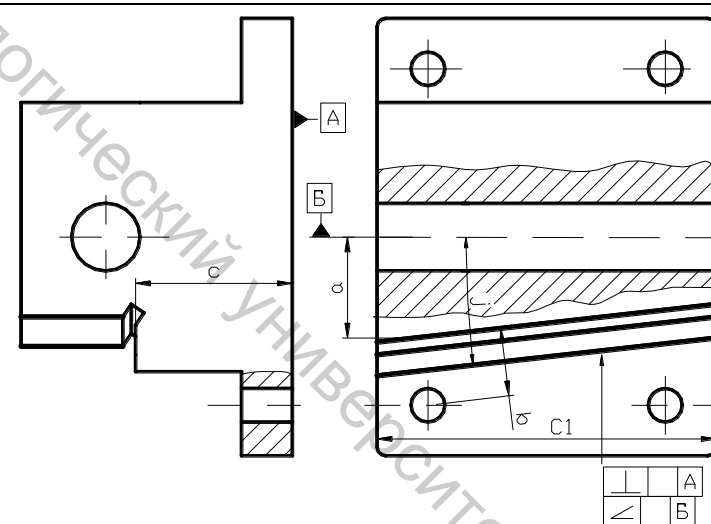
39



40



41



Окончание приложения Д.

93

