Последовательность операций

каких исходных размеров (по указанию преподавателя) нарушен принцип совмещения баз. Что можно изменить в операционном эскизе, чтобы не было брака по исходным размерам?

Задание 1.24

Рабочий чертеж детали представлен на рис. 1.31, *а*. Определить возможную величину допусков на исходные размеры А и В при об-

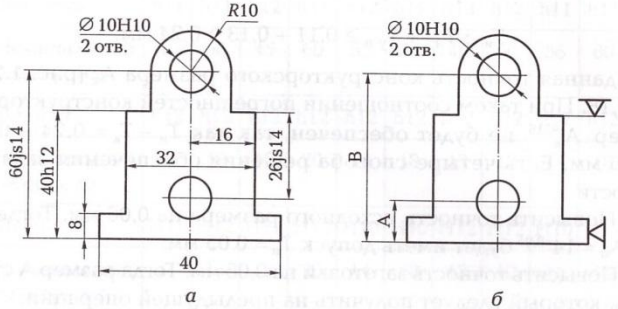

Рис. 1.31. Чертеж детали (*а*) и схема базирования заготовки (*б*)

работке двух отверстий ∅ 10H10, если заготовка базируется в зоне обработки станка по схеме, показанной на рис. 1.31, *б*.

1.6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ

Для предотвращения погрешности от несовмещения баз следует назначать последовательность операций (или переходов) с учетом координации поверхностей на рабочем чертеже детали. При этом рекомендуют придерживаться следующих правил:

- каждая из двух поверхностей, связанных на рабочем чертеже детали одним размером, является конструкторской базой по отношению к другой. В соответствии с принципом совмещения баз при обработке одной из этих поверхностей роль установочной базы и исходной базы должна выполнять вторая из этих двух поверхностей;
- уже обработанная поверхность, как более точная, должна служить установочной и исходной базой на следующей операции;
- третьей по порядку должна обрабатываться та поверхность, которая связана координирующим размером с одной из двух ранее обработанных поверхностей;
- четвертой по порядку следует обрабатывать ту поверхность, которая связана координирующим размером или с третьей (уже обработанной) поверхностью, или с одной из двух, ранее обработанных поверхностей.

Задание 1.25

Рабочий чертеж детали представлен на рис. 1.32, *а*. Составить два варианта последовательности операций, состоящих из одного перехода, и, соблюдая принцип совмещения баз, дать схемы обработки заготовки (рис. 1.32, *б*) для изготовления детали.

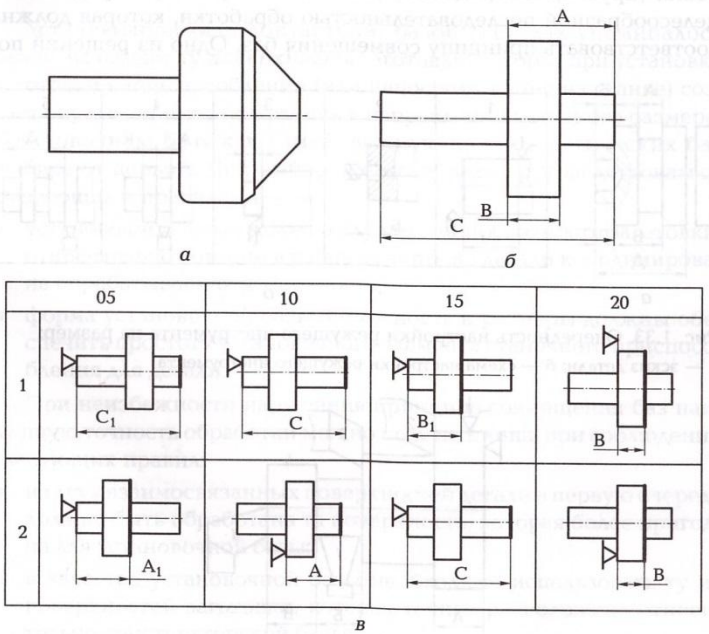

Рис. 1.32. Схема обработки детали:

а — эскиз заготовки; *б* — эскиз детали; *в* — варианты (1, 2) последовательности операций

Так как первой следует обрабатывать ту поверхность, относительно которой координировано несколько других поверхностей, то возможные два варианта (1 и 2) последовательности операций (05, 10, 15, 20) обработки заготовки представлены в виде таблицы на рис. 1.32, *в*.

Задание 1.26

Определить очередность настройки режущего инструмента на размеры А, Б, В, Г, Д в операции, показанной на рис. 1.33, *а*, при условии равноточности всех измерений. Значения операционных размеров в данном задании не указываются. Предложить вариант последовательности выполнения переходов этой операции аналогично варианту, рассмотренному в решении.

Все поверхности обрабатываются при одной установке заготовки (прутка). Очередность установки на размер определяется целесообразной последовательностью обработки, которая должна соответствовать принципу совмещения баз. Одно из решений показано на рис. 1.33, *б*. Операция состоит из пяти переходов, в которых обрабатываются все требуемые поверхности детали без нарушения принципа совмещения баз. Возможны и другие варианты последовательности обработки, которые и предстоит предложить обучаемому.

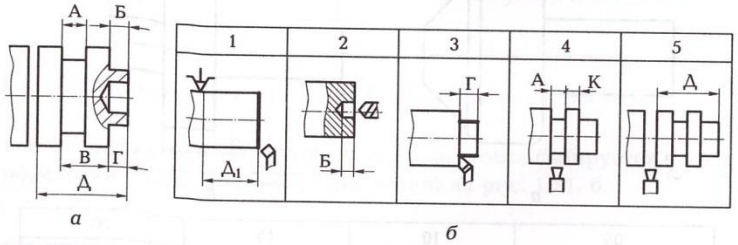

Рис. 1.33. Очередность настройки режущего инструмента на размер:
а — эскиз детали; *б* — схема настройки режущего инструмента

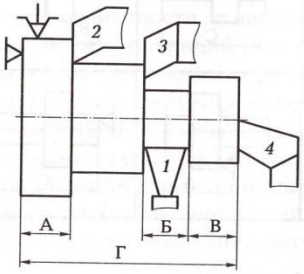

Рис. 1.34. Схема обработки на токарно-револьверном станке:
1—4 — резцы

Задание 1.27

Указать оптимальную очередность установки резцов *1—4* на заданные размеры А, Б, В и Г в операции (рис. 1.34), выполняемой на токарно-револьверном станке. Погрешность измерения всех размеров одинакова.

1.7. ВЫБОР УСТАНОВОЧНОЙ БАЗЫ

Установочной (или контактной) базой (УБ), как упоминалось ранее, называют ту ***поверхность*** заготовки, которая при установке заготовки в приспособлении (или непосредственно на станке) создает определенность положения в направлении исходного размера. Установочную базу как самую важную из технологических баз выбирают первой. При выборе целесообразно руководствоваться следующими правилами:

- установочной базой должна служить та поверхность заготовки, относительно которой в рабочем чертеже детали координирована обрабатываемая поверхность;
- форма установочной базы, ее точность и размеры должны обеспечить простоту установочного элемента станочного приспособления для детали.

При неизбежности нарушения принципа совмещения баз наилучшую точность обработки можно получить лишь при соблюдении следующих правил:

- из двух взаимосвязанных поверхностей детали в первую очередь должна быть обработана та поверхность, которая более пригодна для установочной базы;
- в качестве установочной базы необходимо использовать ту из поверхностей заготовки, которая точнее расположена относительно конструкторской базы;
- обработку всех (или группы) поверхностей детали выполняют, пользуясь на всех операциях одной и той же (постоянной) установочной базой.

Задание 1.28

На операции сверления отверстия ∅10Н13 (рис. 1.35) необходимо обеспечить не только параметры самого отверстия, но и исходные размеры $A_{и1}$ и $A_{и2}$, координирующие положение оси этого отверстия. Требуется выбрать установочные базы и изобразить схему обработки заготовки, соблюдая принцип совмещения баз.

Задание 1.29

На операции сверления двух отверстий ∅12Н12 (рис. 1.36) требуется выдержать исходные размеры $A_{и1}$, $A_{и2}$ и $A_{и3}$. Определить, какие элементы заготовки должны быть использованы в качестве установочной базы, чтобы соблюсти принцип совмещения баз. Изобразить схему установки заготовки на данной операции.

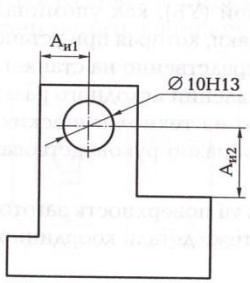

Рис. 1.35. Эскиз обрабатываемой детали к заданию 1.28

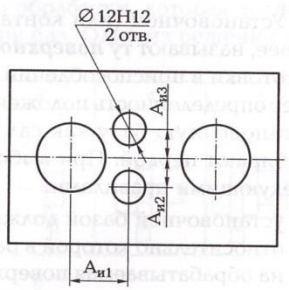

Рис. 1.36. Эскиз обрабатываемой детали к заданию 1.29

Задание 1.30

Выполнить операционные эскизы для обработки двух отверстий ∅20Н9 (рис. 1.37) с указанием установочных баз, соблюдая принцип совмещения баз по отношению к исходным размерам $A_{и1}$ и $A_{и2}$.

Задание 1.31

Определить последовательность обработки двух поверхностей (плоской поверхности М и цилиндрического отверстия К), связанных размером $A_к$ (рис. 1.38, *а*).

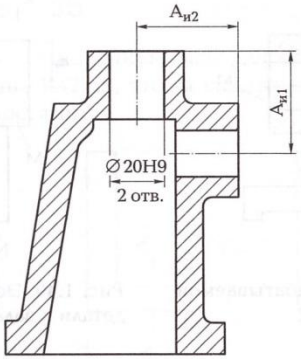

Рис. 1.37. Эскиз обрабатываемой детали к заданию 1.30

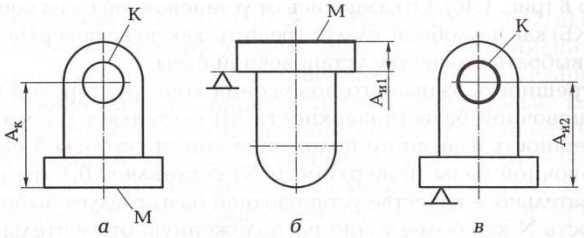

Рис. 1.38. Последовательность обработки поверхностей:

а — чертеж конструктора; *б* — обработка плоскости; *в* — обработка отверстия

Из двух взаимосвязанных поверхностей — плоской поверхности М и цилиндрической К — безусловно, лучшей установочной базой будет плоская поверхность. Поэтому последовательность обработки этих поверхностей такова: сначала обрабатывают плоскую поверхность М (рис. 1.38, *б*), обеспечивая размер $A_{и1}$, а затем обрабатывают цилиндрическую поверхность К, обеспечивая размер $A_{и2} = A_к$ (рис. 1.38, *в*).

Задание 1.32

Следует решить, какую из поверхностей М или К (рис. 1.39) следует обрабатывать в первую очередь, если они взаимосвязаны размером *С*.

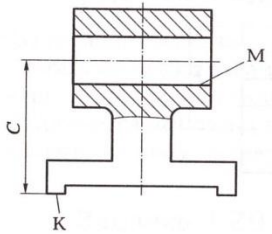

Рис. 1.39. Эскиз обрабатываемой детали к заданию 1.32

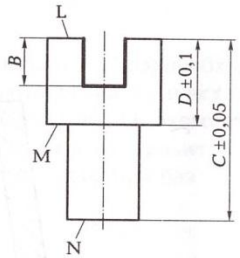

Рис. 1.40. Эскиз обрабатываемой детали к заданию 1.33

Задание 1.33

В операции фрезерования паза необходимо выдержать заданный размер *B* (рис. 1.40). Отказавшись от установочной базы поверхности L (КБ) как неудобной, следует решить, какую из поверхностей M или N выбрать в качестве установочной базы.

Погрешность взаимного положения конструкторской базы L и установочной базы (поверхности M) составляет 0,2 мм (±0,1), а погрешность взаимного положения конструкторской базы L и установочной базы (поверхности N) составляет 0,1 мм (±0,05). Следовательно, в качестве установочной базы следует выбрать поверхность N как более точно расположенную относительно конструкторской базы (поверхности L).

Задание 1.34

На операции фрезерования паза шириной 8H10 (рис. 1.41) необходимо выдержать размер $A_и$. Требуется определить, какой из элементов заготовки целесообразнее выбрать в качестве установочной базы, и изобразить схему базирования заготовки в зоне обработки станка.

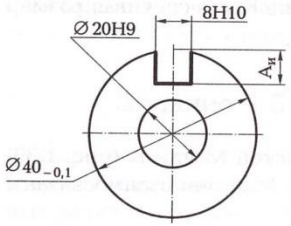

Рис. 1.41. Эскиз обрабатываемой детали к заданию 1.34

Задание 1.35

Выбрать единую установочную базу для обработки плоскости K и отверстия M (рис. 1.42, *а*), чтобы выдержать размер $A_к$ с наименьшими погрешностями.

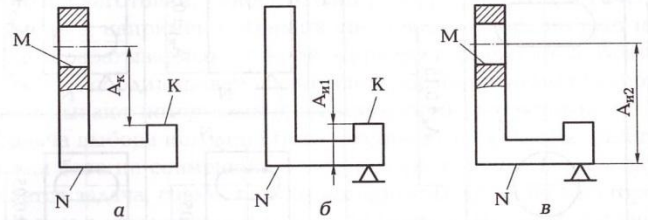

Рис. 1.42. Выбор установочной базы:
а — чертеж конструктора; *б* — операция № 1; *в* — операция № 2

После анализа рабочего чертежа детали (см. рис. 1.42, *а*) можно сделать вывод, что в данном случае целесообразно применить правило единой установочной базы. Возможно несколько вариантов использования единой установочной базы, относительно которой будет базироваться заготовка при обработке и поверхности K, и отверстия M. Один из возможных вариантов представлен на рис. 1.42, *б* и *в*. В качестве установочной базы выбрана поверхность N, относительно которой на первой операции (см. рис. 1.42, *б*) базируют заготовку при фрезеровании поверхности K, выдерживая размер $A_{и1}$, после чего на следующей операции (см. рис. 1.42, *в*) при таком же базировании заготовки обрабатывают отверстие M, выдерживая размер $A_{и2}$. Требуемый размер $A_к$ получится как разность этих исходных размеров, т. е. $A_к = A_{и2} - A_{и1}$.

Задание 1.36

Определить возможные варианты базирования заготовки при обработке отверстия M и паза *T* (рис. 1.43, *а*), чтобы выдержать размер $A_к \pm 0{,}15$.

Из анализа чертежа детали (см. рис. 1.43, *а*) следует, что использовать в качестве установочных баз поверхности N и C не представляется возможным, так как погрешность взаимного положения этих поверхностей равна 0,4 мм (Б ± 0,2), что превышает требуемую точность 0,3 мм ($A_к \pm 0{,}15$) взаимного расположения осей паза и отверстия.

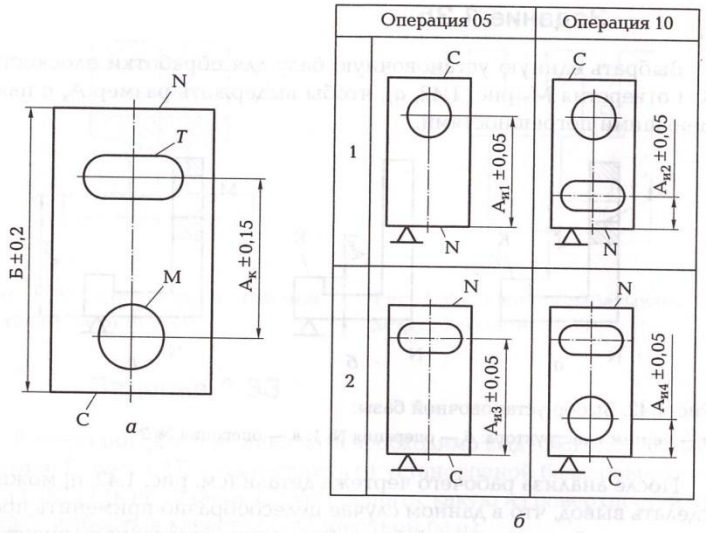

Рис. 1.43. Последовательность обработки поверхностей:
а — чертеж конструктора; *б* — варианты (1 и 2) последовательности обработки

Рассмотрим варианты базирования заготовки при обработке отверстия М и паза *Т*, являющегося конструкторской базой по отношению к отверстию, на единую установочную базу. Наиболее очевидными являются два варианта базирования.

1. Единая установочная база — поверхность N используется и при обработке отверстия (см. операция 05, рис. 1,43, *б*) с обеспечением исходного размера $A_{и1} \pm 0{,}05$ и при обработке паза (см. операция 10, рис. 1.43, *б*) с обеспечением исходного размера $A_{и2} \pm 0{,}05$. Тогда действительное значение требуемого размера ($A_{кд} = A_{и1} - A_{и2}$) получим с ожидаемой погрешностью 0,2 ($A_{кд} \pm 0{,}1$), что соответствует требуемой точности размера $A_к \pm 0{,}15$.

2. Единая установочная база — поверхность С используется и при обработке паза (см. операция 05, рис. 1.43, *б*) с обеспечением исходного размера $A_{и3} \pm 0{,}05$ и при обработке отверстия (см. операция 10, рис. 1.43, *б*) с обеспечением исходного размера $A_{и4} \pm 0{,}05$. Тогда действительное значение требуемого размера ($A_{кд} = A_{и3} - A_{и4}$) получим с ожидаемой погрешностью 0,2 ($A_{кд} \pm 0{,}1$), что соответствует требуемой точности размера $A_к \pm 0{,}15$.

Как видим, по ожидаемой точности оба варианта (1 и 2) последовательности обработки равноценны.

1.8. ВЫБОР ИСХОДНОЙ БАЗЫ

Вспомним, что исходная база (ИБ) — это одна из технологических баз, в качестве которой технолог выбирает поверхность, линию или точку заготовки, относительно которых в ***технологическом документе***, например в операционной карте, координирует положение обрабатываемых в данной операции поверхностей. Размеры, которыми координировано положение обрабатываемых поверхностей, называют ***исходными*** (операционными) ***размерами***.

Задача выбора исходной базы возникает тогда, когда конструкторская база не совмещена с установочной базой. В этом случае решается задача, совместить ли исходную базу с конструкторской базой или с установочной базой. Решение принимается с учетом того, какая из этих двух баз (УБ или КБ) будет лучшей измерительной базой.

При этом руководствуются двумя важными соображениями в пользу совмещения исходной базой с конструкторской базой (ИБ = КБ):

- при совмещении (ИБ = КБ) связь между операционным (исходным) размером и размером на рабочем чертеже детали (конструкторским размером) получается очевидной, и легко проследить обеспечение заданной точности при разработке технологического процесса;
- любая другая простановка операционного размера (ИБ ≠ КБ) потребует увеличения объема послеоперационного контроля деталей.

Однако отклонить эти оба соображения и совместить исходную базу с установочной (ИБ = УБ) следует тогда, когда для этого есть весомые причины:

- необходимо контролировать исходный размер в процессе наладки станка на операционные размеры;
- конструкторская база мало пригодна для роли измерительной базы.

Задание 1.37

При обработке паза М (рис. 1.44, *а*) заготовка базируется по схеме, показанной на рис. 1.44, *б*. Необходимо решить, каким образом в операционном эскизе проставить исходный размер $A_и$, координирующий дно паза, чтобы обеспечить конструкторский размер $A_к$.

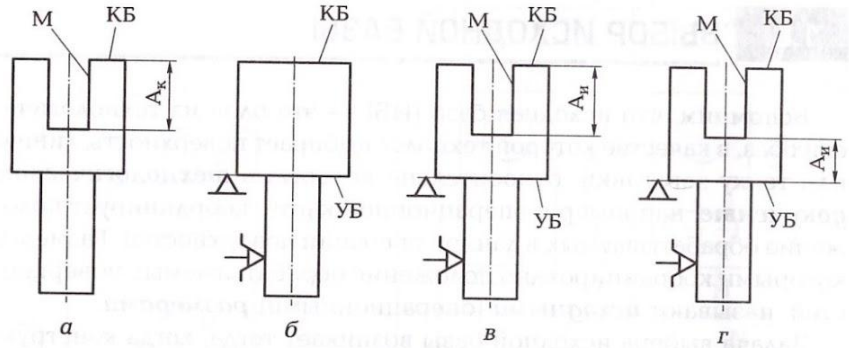

Рис. 1.44. Выбор баз при обработке паза:

а — чертеж конструктора; *б* — схема установки заготовки; *в* — совмещение ИБ и КБ (ИБ = КБ); *г* — совмещение ИБ и УБ (ИБ = УБ)

Решая вопрос, совместить ли исходную базу с конструкторской (рис. 1.44, *в*) или с установочной (рис. 1.44, *г*), следует принять во внимание то, что при наладке операции требуется установка режущего инструмента (фрезы) на заданный размер. Поэтому нужно совместить исходную базу с установочной базой, т. е. исходный размер на операционном эскизе проставить так, как показано на рис. 1.44, *г*.

Задание 1.38

При обработке отверстия К (рис. 1.45, *а*) на расточном станке невращающаяся заготовка *1* базируется по схеме, изображенной на рис. 1.45, *б*. Требуется наилучшим образом проставить исходный размер на операционном эскизе.

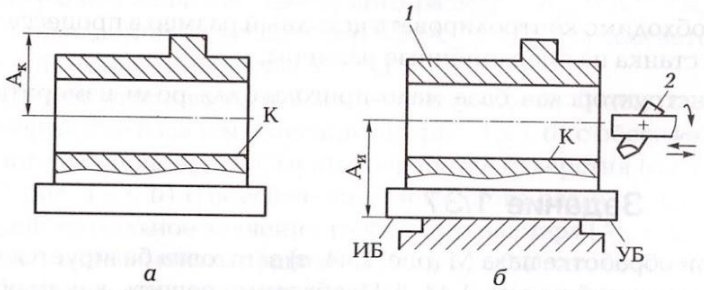

Рис. 1.45. Схема растачивания отверстия при неподвижной детали:

а — чертеж конструктора; *б* — выбор исходной базы (ИБ = УБ)

Так как при наладке операции требуется контролировать положение расточного резца *2*, то в целях исключения пересчета размеров при наладке исходный размер $A_и$ следует проставить так, как показано на рис. 1.45, *б*, совместив исходную базу с установочной базой. Если же совместить ИБ с КБ, то процесс наладки операции усложнится из-за пересчета размеров, так как ИБ не будет совмещена с УБ.

Задание 1.39

При обработке паза (рис. 1.46, *а*) заготовку *1* устанавливают на цилиндрическую оправку *2* (рис. 1.46, *б*) по внутреннему диаметру. Требуется проставить в операционном эскизе исходный размер, обеспечивающий получение конструкторского размера $A_к$.

В данном случае конструкторской базой служит образующая М наружной цилиндрической поверхности, которая не может выполнять роль измерительной базы ввиду ее отсутствия у готовой

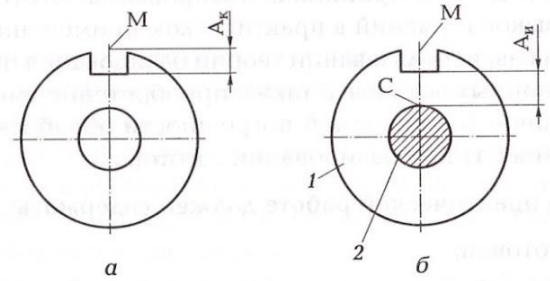

Рис. 1.46. Схема обработки паза:

а — чертеж конструктора; *б* — выбор исходной базы (ИБ = УБ)

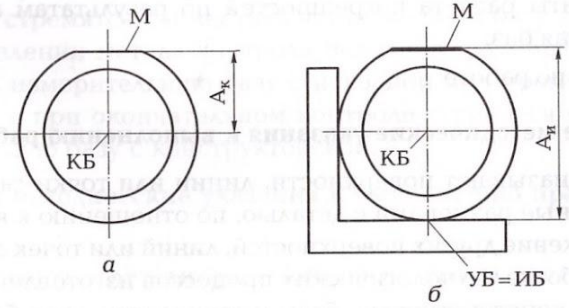

Рис. 1.47. Простановка исходного размера:

а — чертеж конструктора; *б* — выбор исходной базы (ИБ = УБ)

детали. Поэтому исходную базу следует совместить с установочной базой, а исходный размер $A_и$ проставить, как показано на рис. 1.46, *б*. Измерительной базой в данном случае будет образующая С внутренней цилиндрической поверхности.

Задание 1.40

Конструкторская база показана на рис. 1.47, *а*. Оценить, правильно ли проставлен исходный размер $A_и$ на операционном эскизе фрезерования плоскости М при базировании заготовки по схеме, изображенной на рис. 1.47, *б* (УБ = ИБ).

Практическая работа № 1.3. Базирование заготовок в зоне обработки станка

Цель работы — закрепление знаний о конструкторских и технологических базах и принципах базирования заготовок; приобретение навыков и умений в практическом применении принципа совмещения баз, использовании теории базирования при составлении операционных эскизов, а также приобретение умений в определении величины ожидаемой погрешности обработки в случаях несовмещения баз при базировании заготовок.

Отчет по практической работе должен содержать:

- эскиз заготовки;
- операционный эскиз своего варианта задания;
- результаты анализа соблюдения принципа совмещения баз по каждому исходному размеру;
- результаты расчета погрешностей по результатам анализа совмещения баз;
- выводы по работе.

Краткие методические указания к выполнению работы

Базами называют поверхности, линии или точки самой детали или связанные размерами с деталью, по отношению к которым задают положение других поверхностей, линий или точек этой детали. При разработке технологических процессов изготовления деталей различают конструкторские базы и технологические базы.

Конструкторские базы использует конструктор для взаимосвязи поверхностей детали на рабочем чертеже этой детали или на сборочном чертеже. На этих чертежах все взаимосвязанные поверхности являются конструкторскими базами одна по отношению к другой.

Технологические базы используют в технологических чертежах, главным из которых является операционный эскиз. Этими базами являются в основном поверхности, обработанные на предыдущих операциях, в том числе на заготовительной операции. Технологические базы удобно разделить на исходные, установочные (контактные) и измерительные.

Исходную базу используют для координации положения обрабатываемой поверхности с помощью исходного размера в операционной карте.

Установочную базу используют при базировании заготовки в зоне обработки станка (установка заготовки или в приспособление, или непосредственно на стол станка). С помощью этой базы создают определенность положения заготовки в направлении исходного размера при ее обработке. Так как установочная база контактирует с установочным элементом приспособления, то для нее может быть выбрана лишь реально существующая поверхность заготовки.

Измерительную базу используют для проверки правильности положения обработанной поверхности, т. е. относительно нее проверяют исходный размер.

При построении каждой операции технолог должен стремиться к совмещению всех перечисленных ранее баз, т. е. использовать один и тот же элемент детали, который уже определен конструктором на рабочем чертеже детали.

Таким образом, для технолога основной базой является конструкторская, с которой он стремится совместить исходную при разработке операции по обработке поверхности заготовки. В случае проектирования специального станочного приспособления для детали стремятся совместить установочную базу с исходной. При определении метода контроля исходного размера стремятся совместить измерительную базу с исходной при промежуточных проверках, а при окончательном контроле стремятся совместить измерительную базу с конструкторской.

Краткие методические указания к выполнению практической работы:

- изучить чертеж детали (рис. 1.48, *а*) и чертеж заготовки (рис. 1.48, *б*);
- составить чертеж детали, соответствующий своему варианту (табл. 1.29);

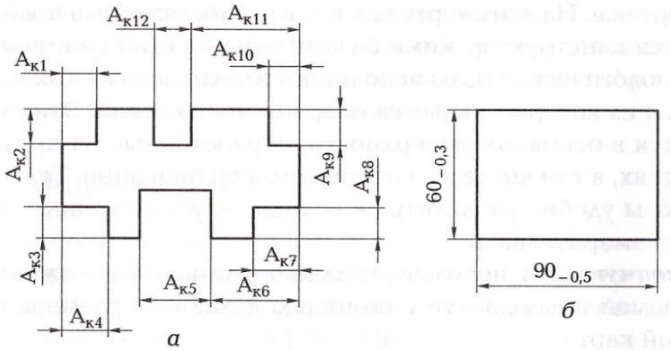

Рис. 1.48. Чертеж обрабатываемой детали (*а*) и заготовки (*б*)

- составить схему базирования для обработки заготовки (в один установ) по данным своего варианта задания;
- по своему варианту задания определить конструкторские базы для обрабатываемых поверхностей заготовки;
- проанализировать соблюдение принципа совмещения баз для каждого исходного размера;
- определить ожидаемую погрешность для каждого конструкторского размера;
- составить выводы по работе, обратив особое внимание на последствия от несовмещения баз.

Пример выполнения практической работы (вариант № 0)

Проанализировав вариант № 0 задания и комплексный чертеж детали, составим чертеж детали, соответствующий варианту № 0 (рис. 1.49, *а*), с конструкторскими размерами $A_{к1}$ = 10H14, $A_{к2}$ = = 20H14, $A_{к3}$ = 10H15, $A_{к4}$ = 15H13, $A_{к9}$ = 15H15 и $A_{к10}$ = 10H14.

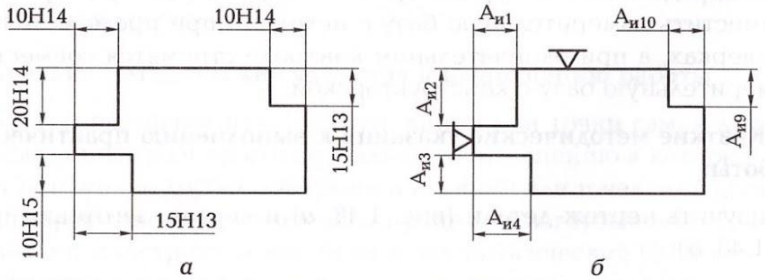

Рис. 1.49. Варианты (*а* и *б*) обрабатываемой детали

Таблица 1.29. **Индивидуальные варианты для выполнения практической работы № 1.3**

Показатели детали		Вариант										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A_{к1}$	Номинальный размер, мм	10	12	8	—	12	—	—	14	12	—	6
	Точность	H14	H13	H16	—	H14	—	—	H12	H13	—	H14
$A_{к2}$	Номинальный размер, мм	20	12	8	—	14	—	—	10	10	—	6
	Точность	H14	H13	H14	—	H16	—	—	H14	H13	—	H16
$A_{к3}$	Номинальный размер, мм	10	—	—	12	—	14	—	12	—	6	7
	Точность	H15	—	—	H14	—	H14	—	H16	—	H14	H13
$A_{к4}$	Номинальный размер, мм	15	—	—	14	—	12	—	12	—	8	7
	Точность	H14	—	—	H16	—	H13	—	H14	—	H15	H14
$A_{к5}$	Номинальный размер, мм	—	10	—	—	8	—	10	—	8	10	—
	Точность	—	H13	—	—	H13	—	H13	—	H13	H13	—
$A_{к6}$	Номинальный размер, мм	—	20	—	—	14	—	22	—	18	20	—
	Точность	—	h15	—	—	h15	—	h14	—	h15	h16	—
$A_{к7}$	Номинальный размер, мм	—	12	—	—	10	—	11	10	—	12	—
	Точность	—	js13	—	—	js13	—	js15	js13	—	js14	—
$A_{к8}$	Номинальный размер, мм	—	10	—	—	10	—	10	12	—	12	—
	Точность	—	js13	—	—	js15	—	js13	js16	—	js13	—
$A_{к9}$	Номинальный размер, мм	15	—	8	14	—	12	—	6	—	—	10
	Точность	H15	—	H14	H15	—	H16	—	H13	—	—	H14
$A_{к10}$	Номинальный размер, мм	10	—	8	10	—	12	—	6	—	—	12
	Точность	H14	—	H16	H13	—	H14	—	H14	—	—	H15

Окончание табл. 1.29

Показатели детали		Вариант										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A_{к11}$	Номинальный размер, мм	—	—	20	15	—	22	20	—	22	—	24
	Точность	—	—	js13	js15	—	js14	js16	—	js13	—	js13
$A_{к12}$	Номинальный размер, мм	—	—	5	10	—	8	6	—	10	—	9
	Точность	—	—	H13	H15	—	H16	H13	—	H14	—	H13

При составлении схемы базирования заготовки для обработки в один установ по данным своего варианта задания (см. табл. 1.29) за установочные базы примем те поверхности заготовки, которые являются конструкторскими базами по отношению к большему числу обрабатываемых поверхностей. Принятая схема базирования заготовки при таких условиях и получаемые исходные размеры $A_и$ представлены на рис. 1.49, *б*.

Проанализируем соблюдение принципа совмещения баз для каждого исходного размера. Из анализа схемы базирования заготовки (см. рис. 1.49, *б*) следует, что исходные размеры $A_{и1}$, $A_{и2}$, $A_{и3}$, $A_{и4}$ и $A_{и9}$ обеспечиваются без нарушения принципа совмещения баз (УБ = КБ = ИБ), и точность конструкторских размеров будет соответствовать точности исходных размеров. В то же время исходные размеры $A_{и3}$ и $A_{и10}$ обеспечиваются с нарушением принципа совмещения баз (УБ ≠ КБ ≠ ИБ), и точность конструкторских размеров $A_{к3}$ и $A_{к10}$ не будет соответствовать точности исходных размеров. Чтобы достичь такого соответствия, точность исходного размера $A_{и3}$ следует повысить на 0,3 мм, что равно погрешности взаимного положения КБ и УБ (размер $60_{-0,3}$), а точность исходного размера $A_{и10}$ следует повысить на величину 0,5 мм, что равно погрешности взаимного положения КБ и УБ (размер $90_{-0,5}$).

Если запаса точности исходного размера будет недостаточно, то можно повысить точность соответствующих размеров заготовки (размеры $60_{-0,3}$ и $90_{-0,5}$) или понизить точность конструкторских размеров $A_{к3}$ и $A_{к10}$.

В качестве выводов можно отметить, что нарушение принципа совмещения баз всегда приводит к пересчету размеров, а в ряде случаев и к изменению точности заготовки и детали.