Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 15:30:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсовой работы по
дисциплине

«Технологическая оснастка механообрабатывающего производства»

Методические указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»
Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

Квалификация – инженер
Форма обучения – очная

Составитель: Б.В. Шандров

Москва – 2026

ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью выполнения курсовой работы является следующее:

1. Получение студентами практических навыков по решению таких задач дисциплины, как:
   - Составление схемы базирования и разработка схемы установки различных «классов» деталей;
   - Расчет механизмов приспособлений для закрепления заготовок на операциях механообработки.
2. Подготовка студентов к дипломному проектированию по специальности «Проектирование технологических комплексов в машиностроении».

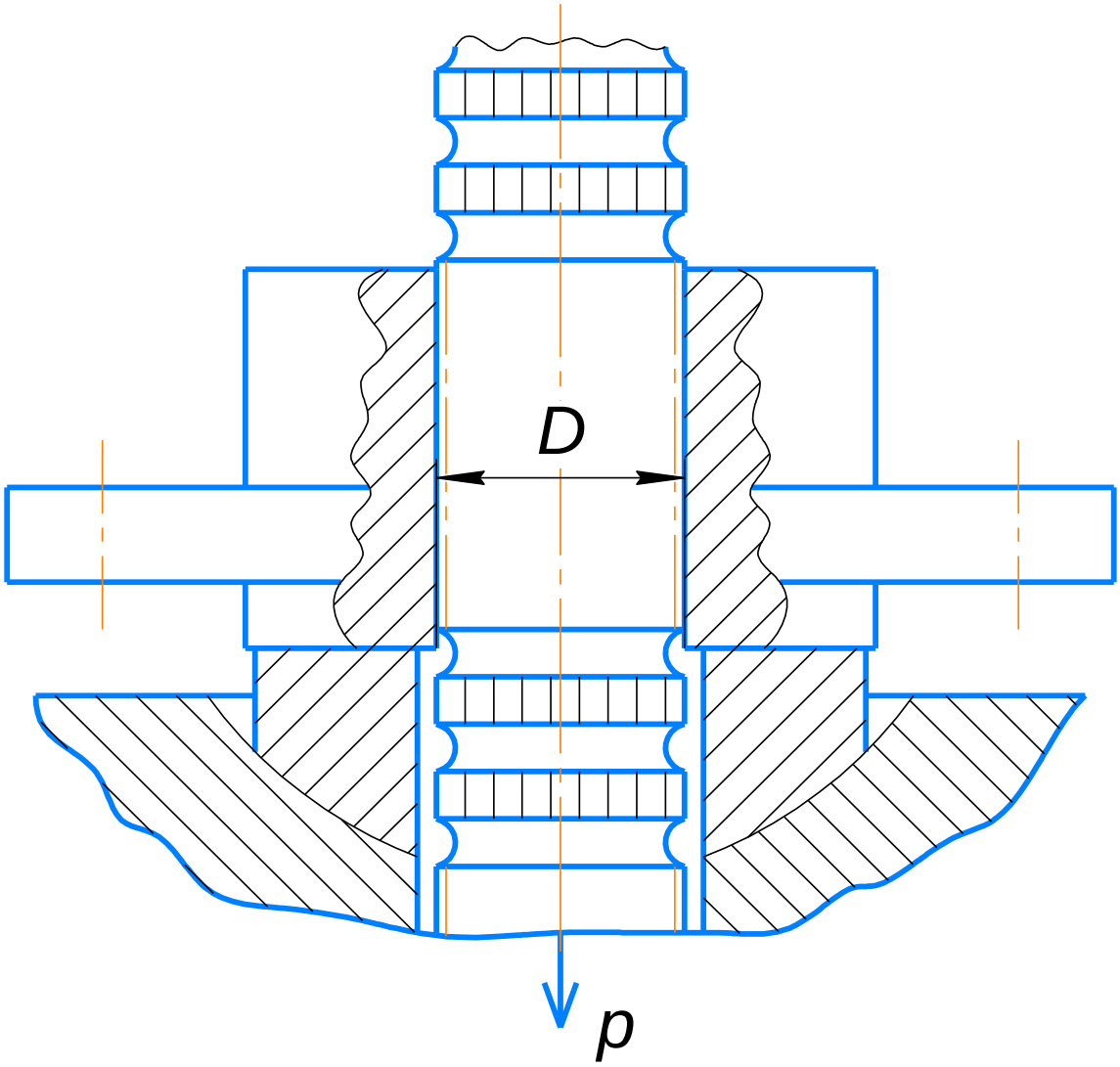
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Технологическая оснастка механообрабатывающего производства» предусмотрена учебным планом этой дисциплины. Выполняется курсовая работа в течение восьмого семестра в часы самостоятельной работы по заданию преподавателя дисциплины. Задание выдается каждому студенту на первой-второй неделе семестра. Ход выполнения задания контролируется преподавателем дисциплины при проведении практических занятий. Выполнение курсовой работы оформляется студентом в виде отдельной расчетно-пояснительной записки, которая представляется к защите не позднее последней недели семестра. Пример оформления расчетно-пояснительной записки и выполнения задания по курсовой работе приведен в приложении 1 данного методического указания.

Дисциплина «Технологическая оснастка механообрабатывающего производства» в основном состоит из двух разделов. В первом разделе на основе теории базирования в машиностроении изучаются вопросы разработки схем базирования и установки различных деталей в приспособления с целью их обработки. Этот раздел дисциплины называется «установкой». Во втором разделе дисциплины изучаются вопросы проектирования и применения механизмов приспособлений для закрепления заготовок. Этому разделу дисциплины дается название «механизмы». Исходя из этого, задание на курсовую работу по данной дисциплине состоит их двух частей: первая часть по разделу «установка», вторая часть – по разделу «механизмы».

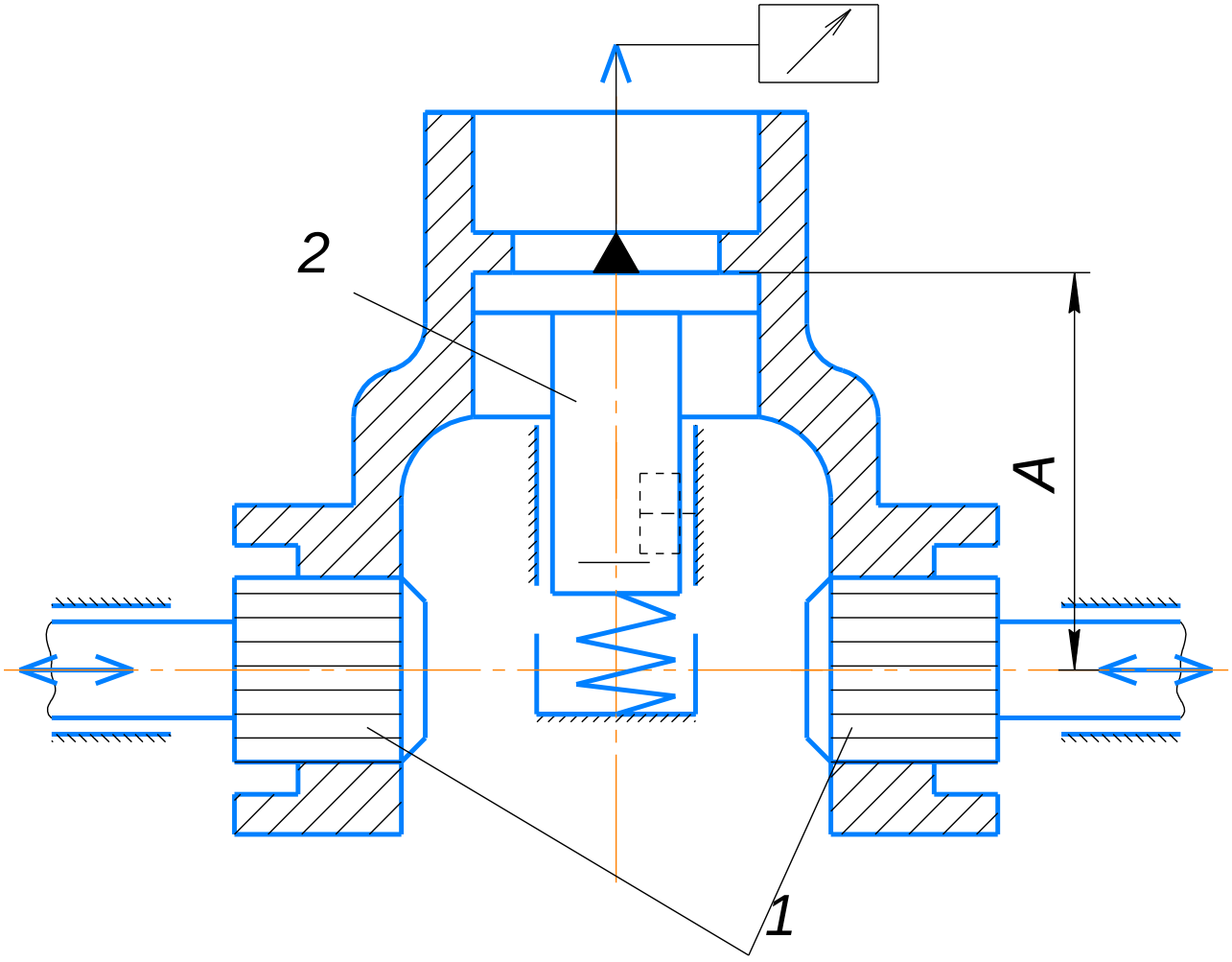
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО РАЗДЕЛУ I «УСТАНОВКА»

Вариант 1.I



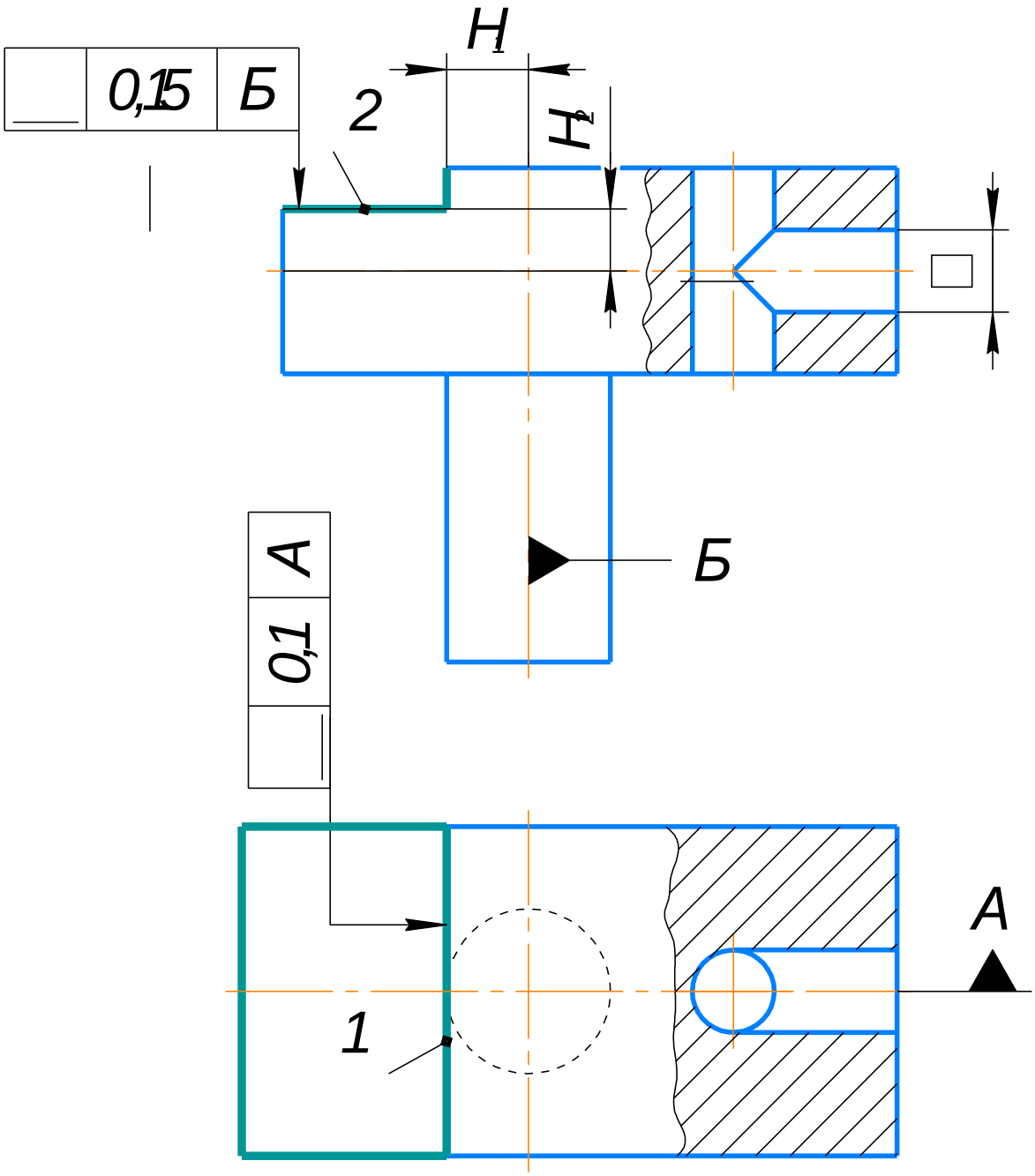
Какой схеме базирования соответствует данная схема установки заготовки фланца 1 на операции протягивания отверстия D круговой протяжкой 2 при помощи сферической опоры 3? Р – рабочее усилие протягивания.

Вариант 2.I



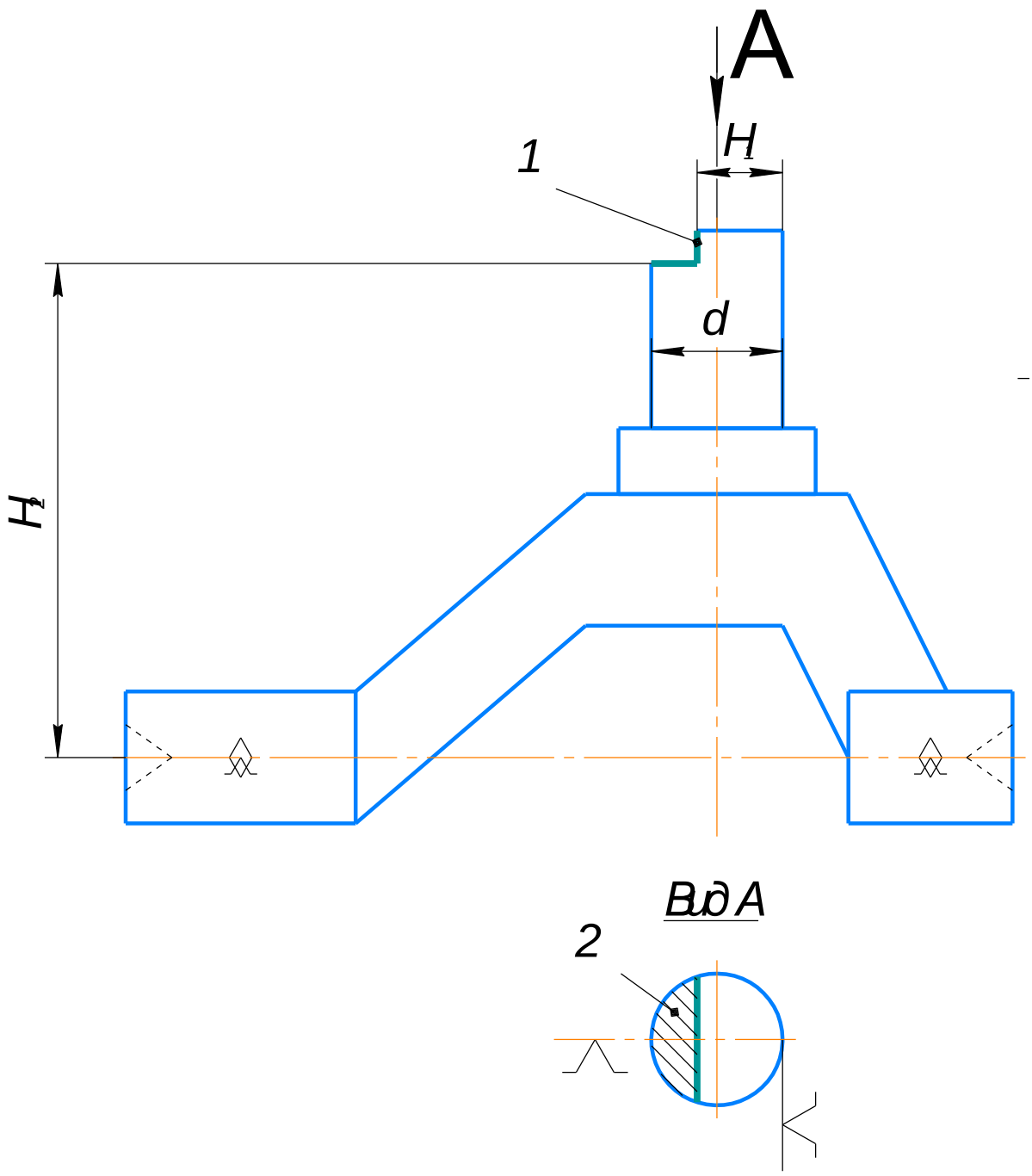
На рисунке показана схема установки картера при контроле размер А, в которой 1 – цилиндрические пробки с зазором, 2 – измерительный грибок. Какой схеме базирования соответствует эта схема установки?

Вариант 3.I



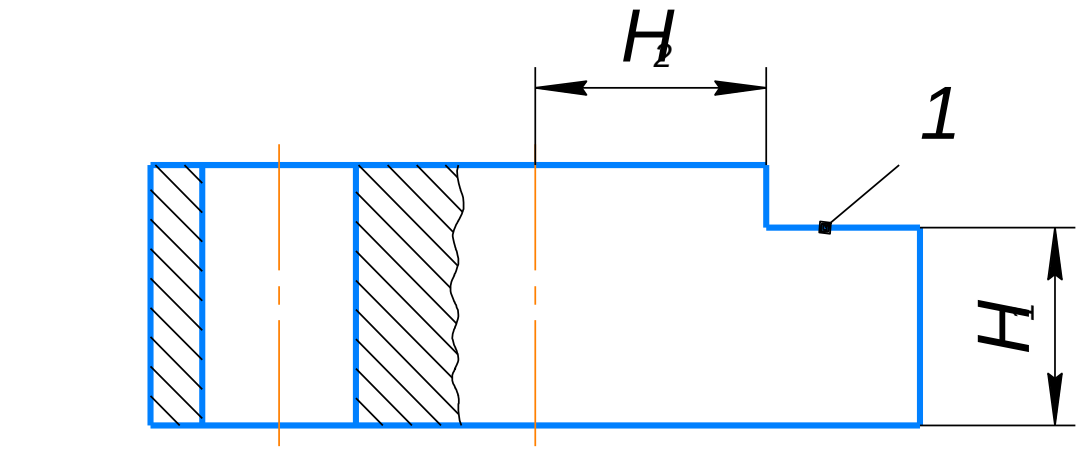
Для операции фрезерования поверхностей 1 и 2 уступа кронштейна с указанными техническими требованиями составьте схему базирования и разработайте схему установки. Назовите базы.

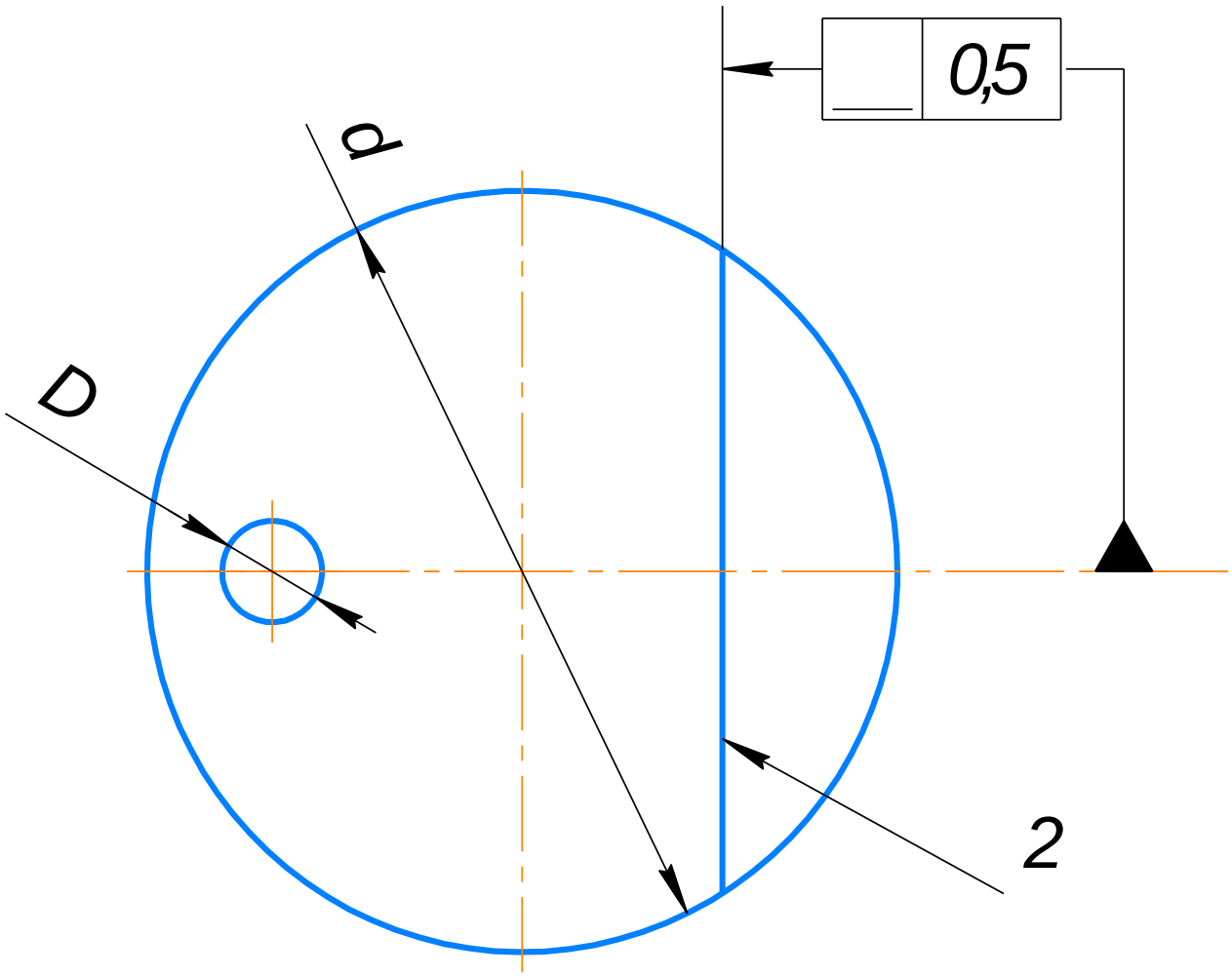
Вариант 4.I



Для данной схемы базирования разработайте схему установки. Назовите базы. 1, 2 – обрабатываемые поверхности; H_1, H_2 – заданные размеры.

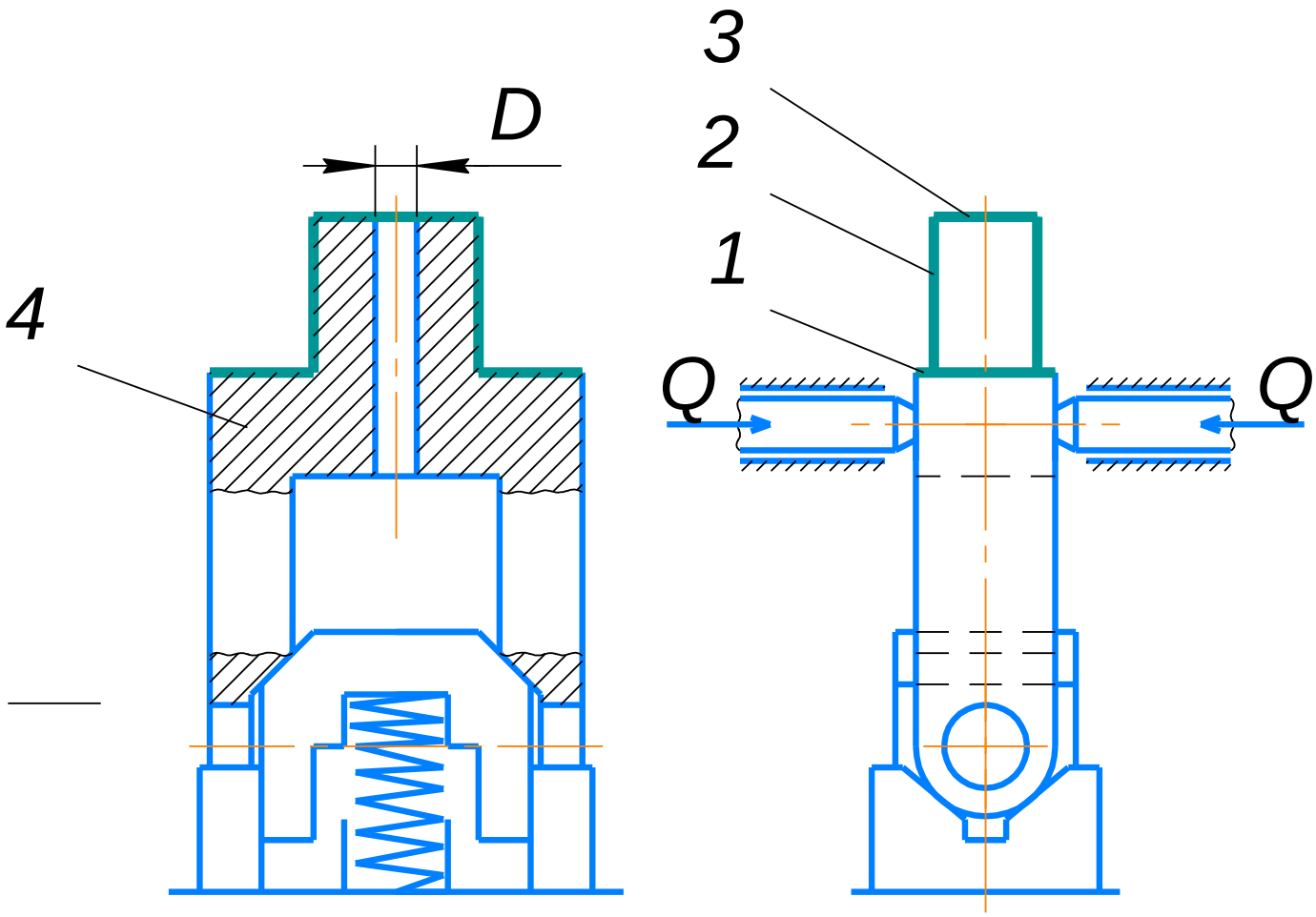
Вариант 5.I





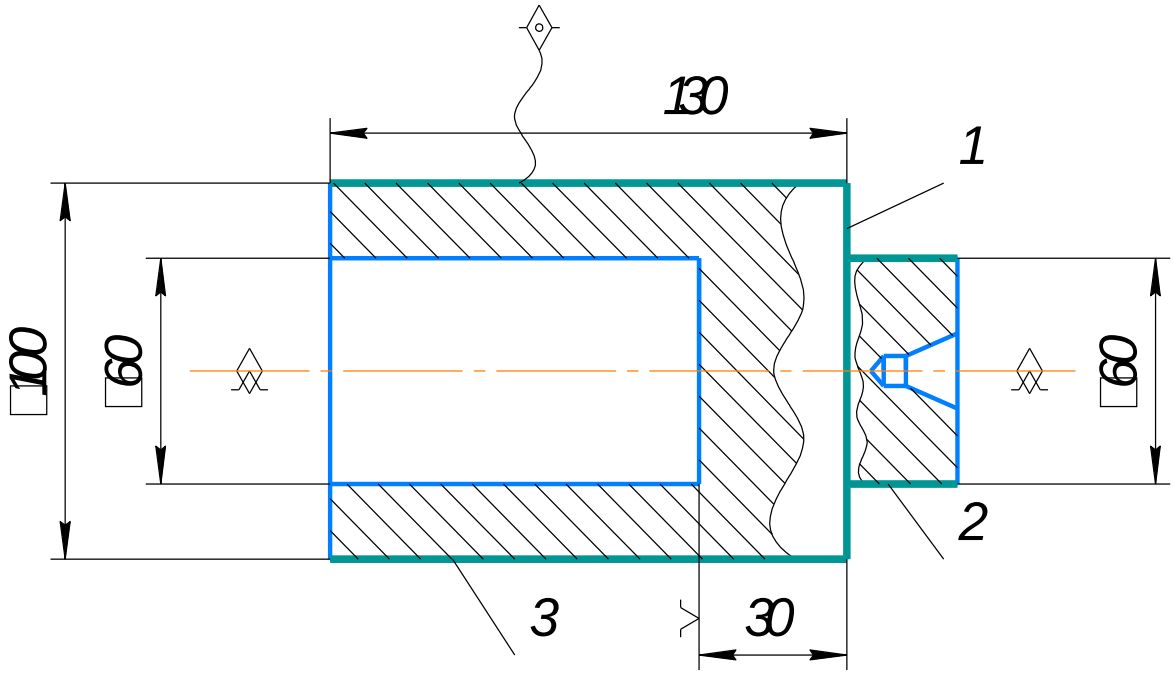
Для операции фрезерования уступа с указанными техническими требованиями составьте схему базирования и разработайте схему установки. 1, 2 – обрабатываемые поверхности заготовки; H_1, H_2 – заданные размеры.

Вариант 6.I



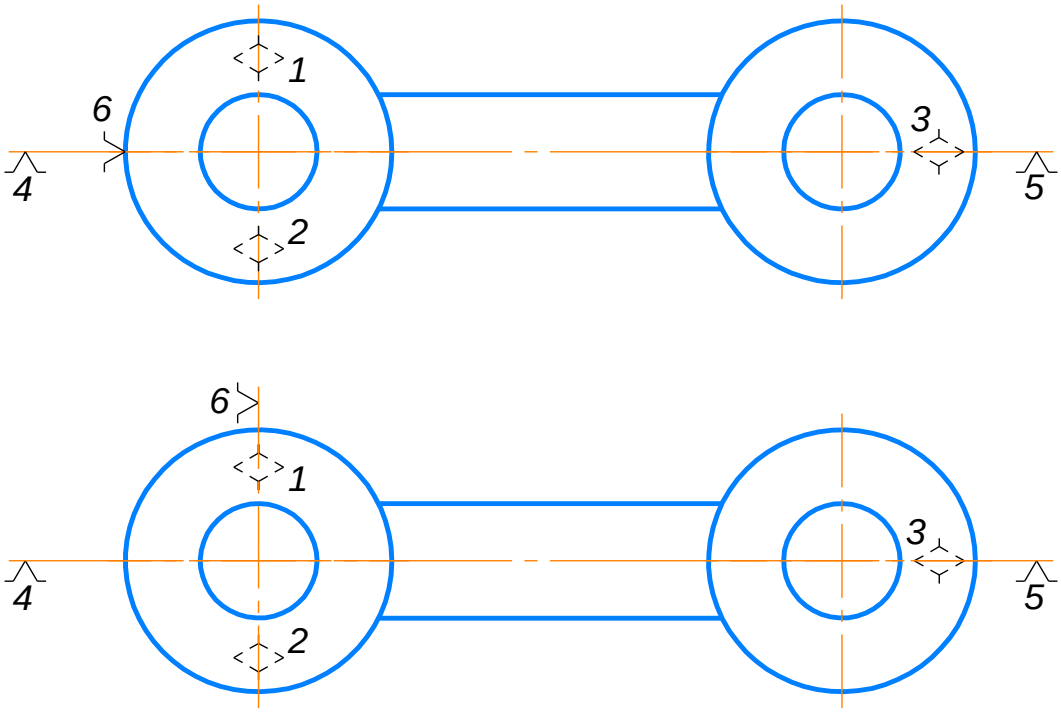
Какой схеме базирования соответсвует данная схема установки при выполнении операции фрезерования поверхностей 1, 2, 3 и сверлении отверстия D в заготовке кронштейна 4.

Вариант 7.I



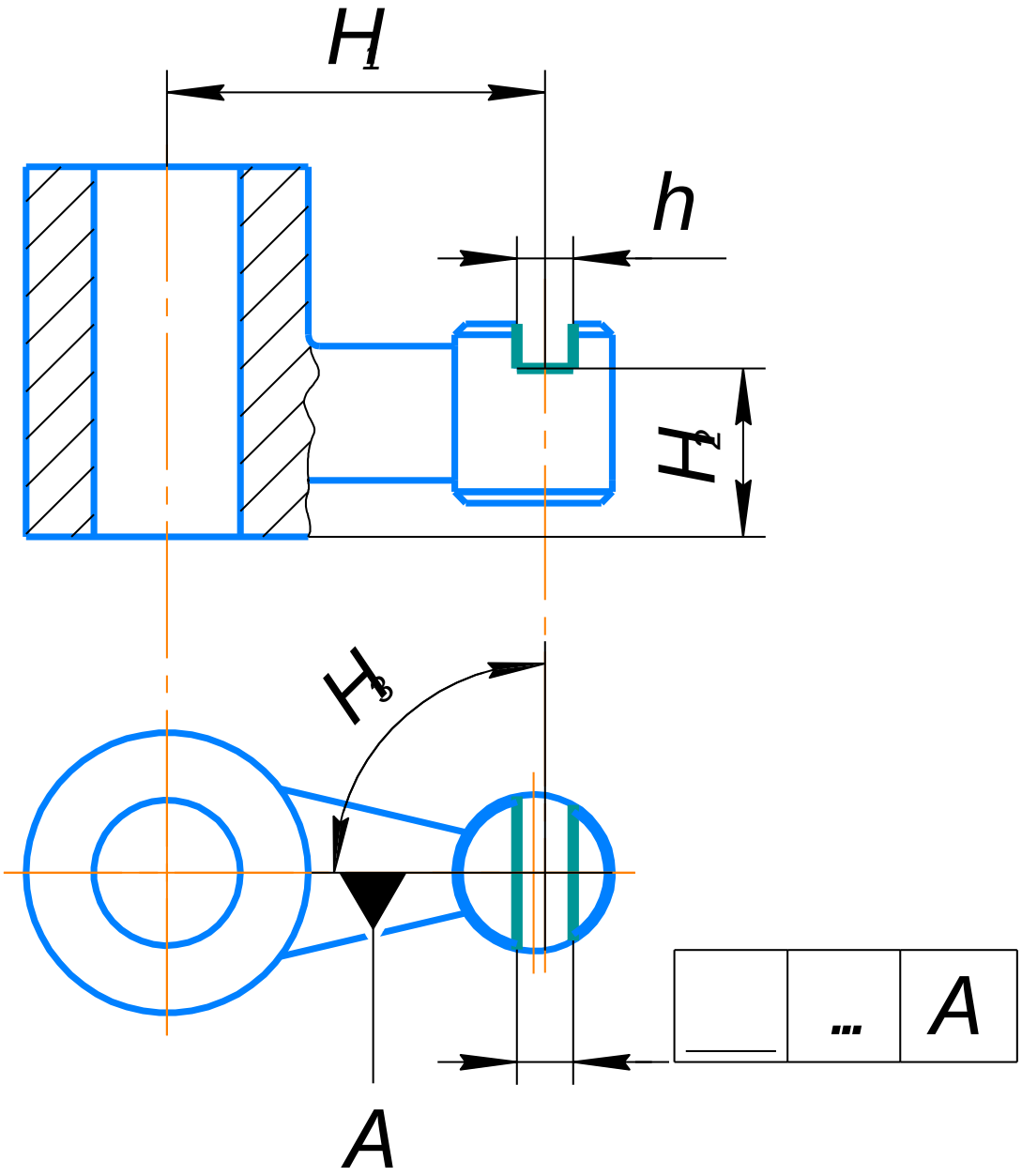
Для токарной обработки торца 1 и цилиндрических поверхностей 2, 3 составлена схема базирования. Для данной схемы базирования разработайте схему установки.

Вариант 8.I



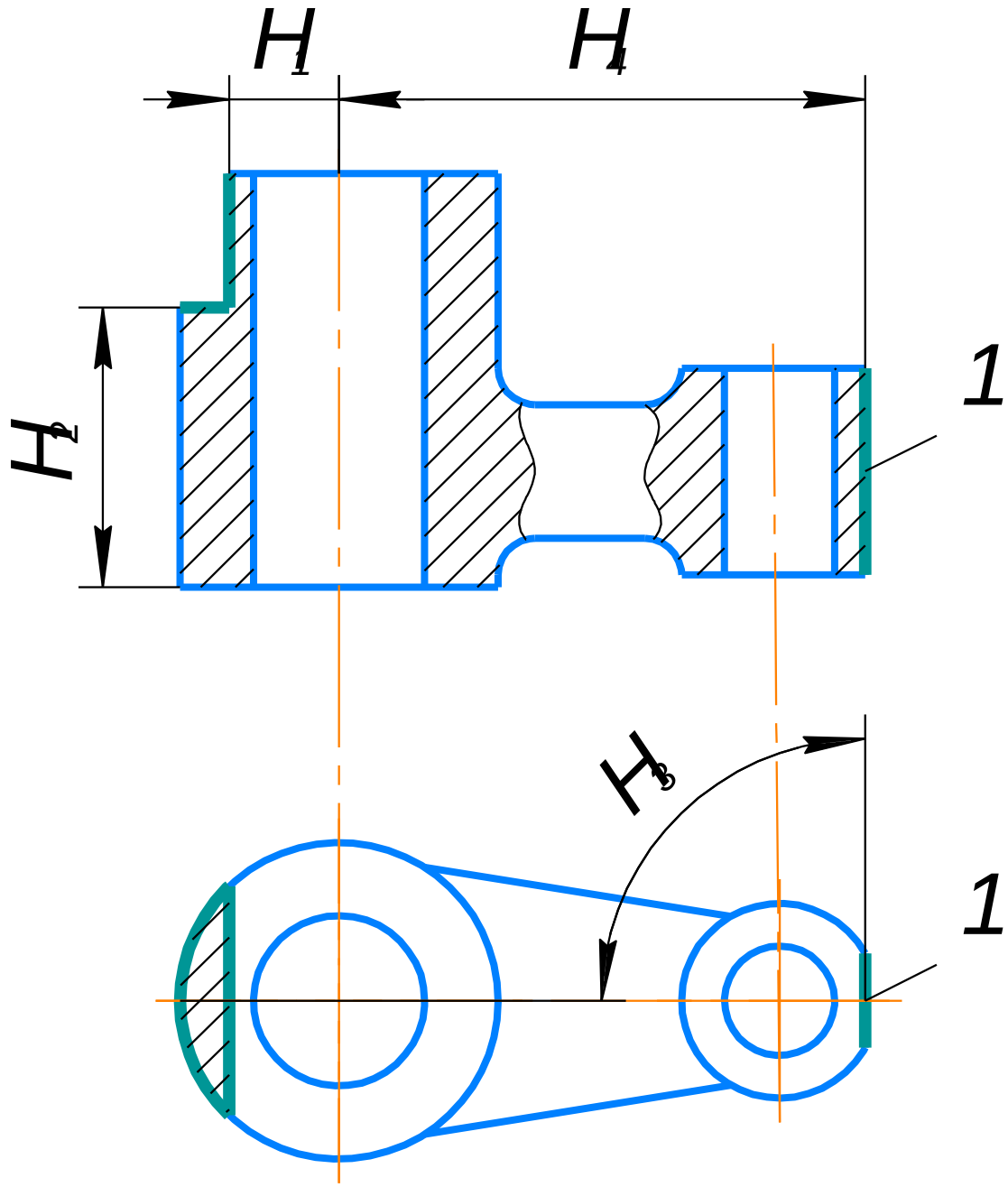
В разных условиях производства при сверлении двух отверстий в заготовках рычагов могут применяться данные схемы базирования. Назовите технологические базы на этих схемах базирования и разработайте соответствующие им схемы установки.

Вариант 9.I



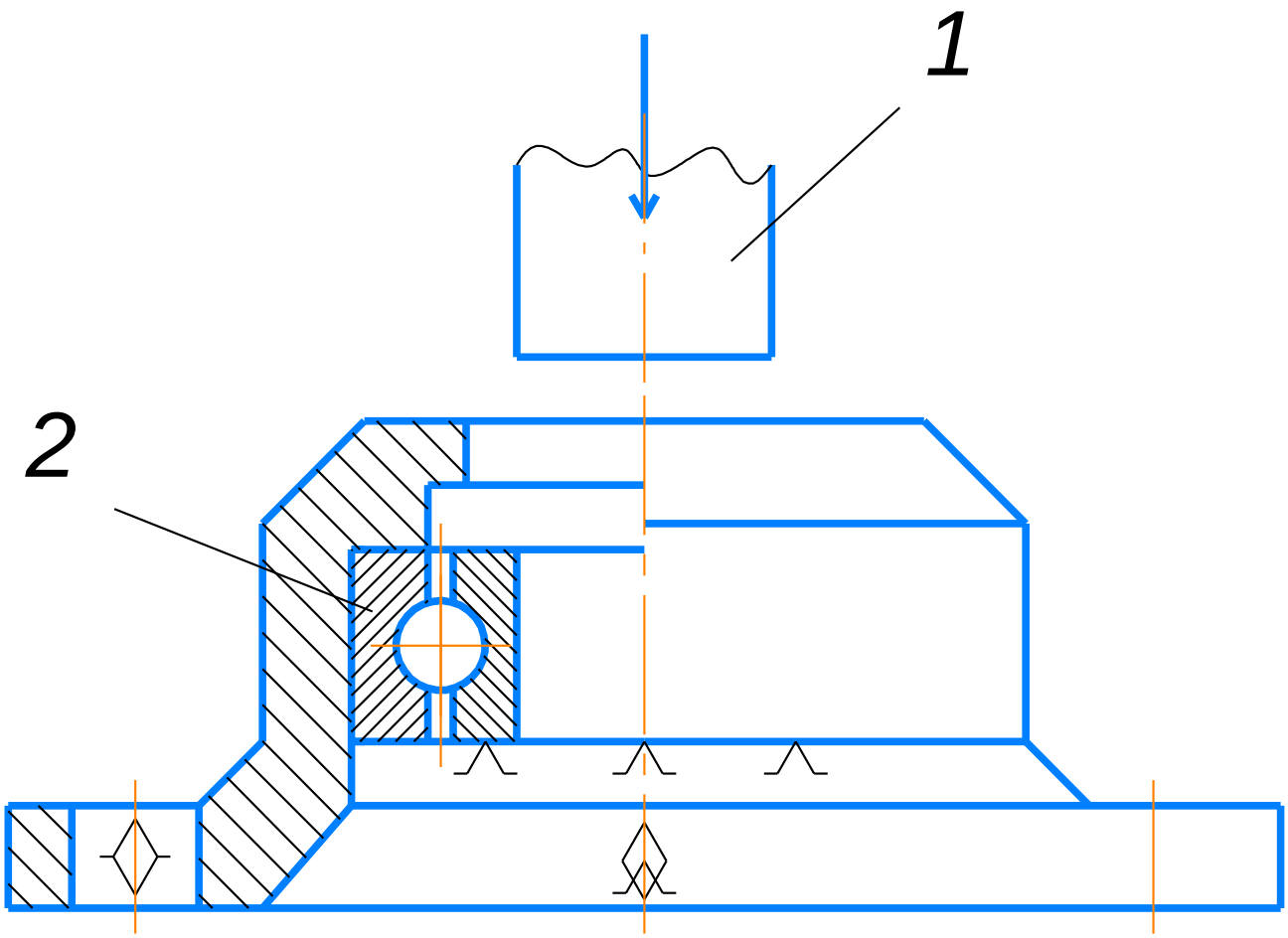
Для операции фрезерования паза в заготовке кронштейна с указанными техническими требованиями составьте схему базирования и разработайте схему установки. Назовите технологические базы. H_1, H_2, H_3 – заданные размеры; h – ширина паза, обеспечивается размерным инструментом.

Вариант 10.I



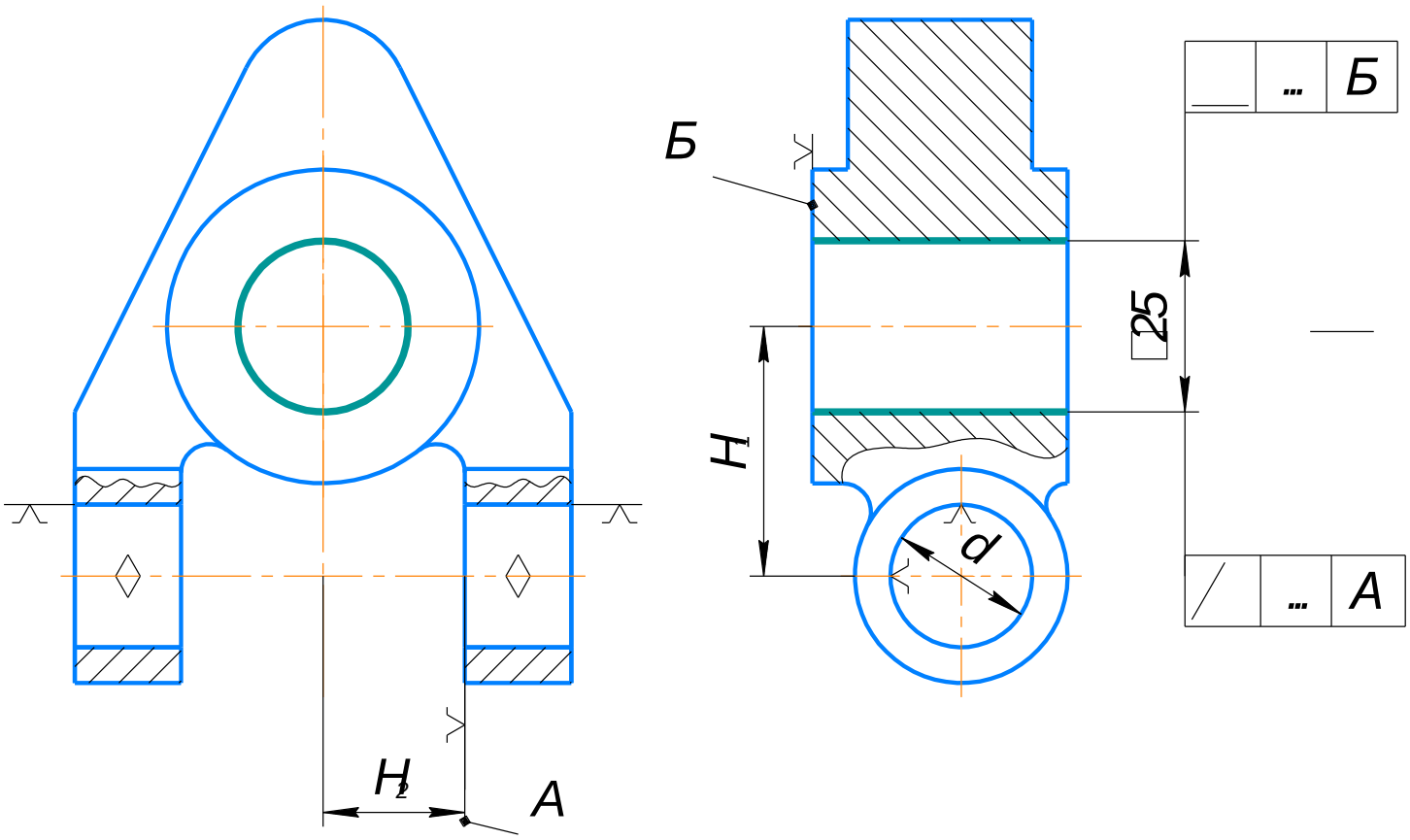
Для операции фрезерования уступа в заготовке кронштейна с заданными техническими требованиями составьте схему базирования заготовки и разработайте схему установки. Назовите технологические базы.

Вариант 11.I



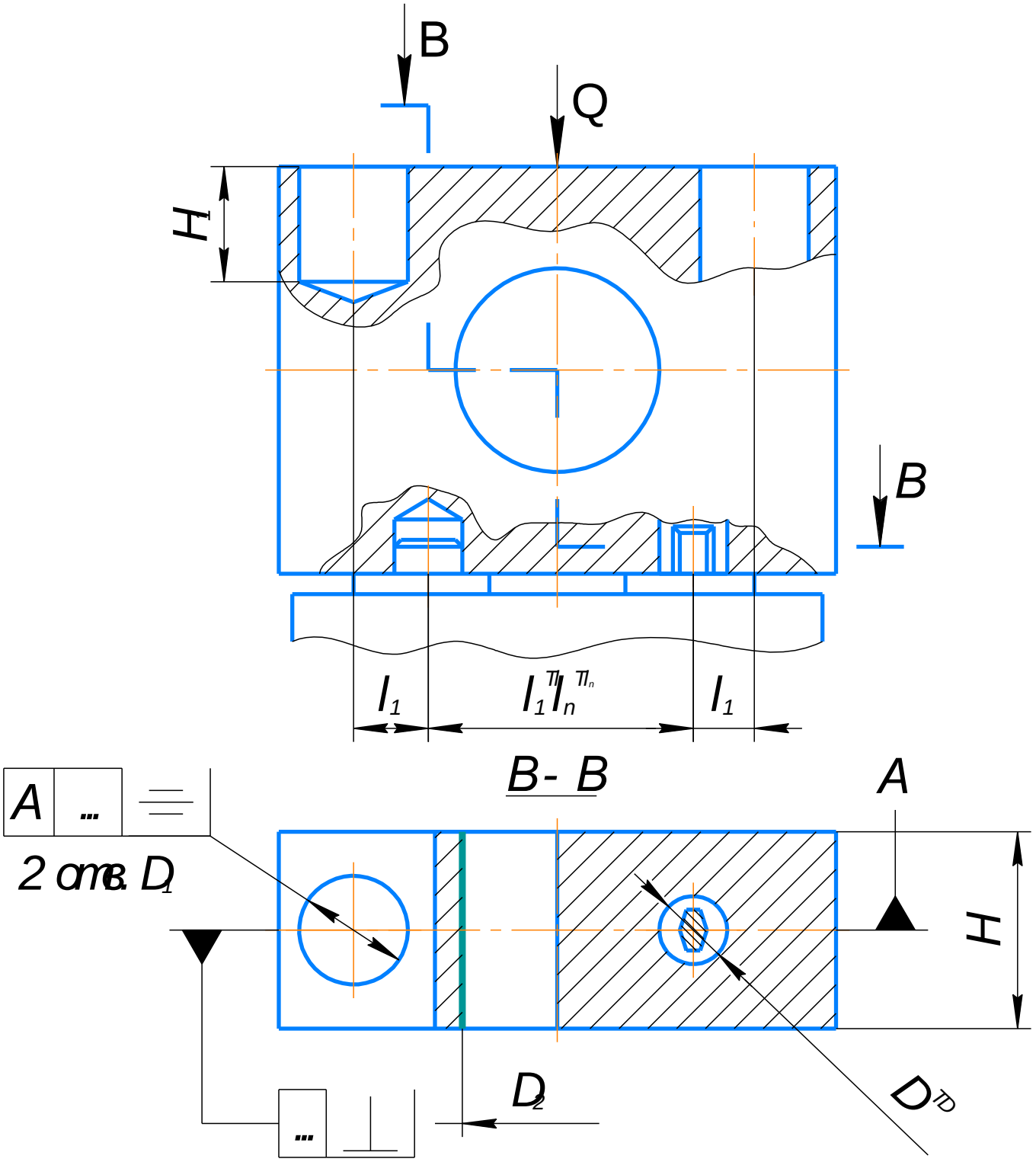
Данная схема базирования сборочной единицы применяется на операции запрессовки вала 1 во внутреннее кольцо подшипника 2. Назовите технологические базы и разработайте схему установки для данной схемы базирования.

Вариант 12.I



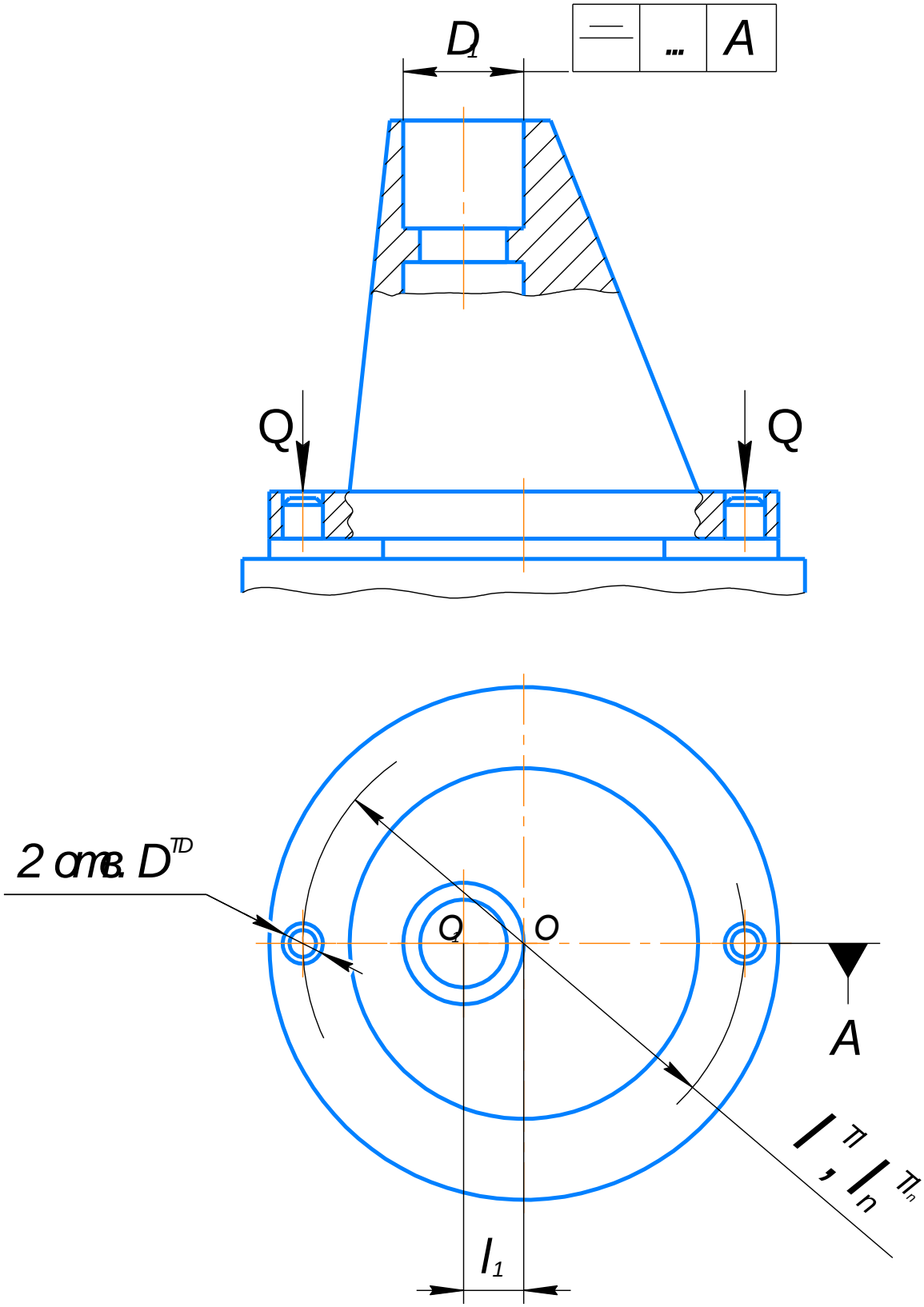
При расточке отверстия (диаметр) 25 в заготовке кронштейна с указанными техническими требованиями применяется данная схема базирования. Назовите базы и разработайте для данной схемы базирования схему установки.

Вариант 13.I



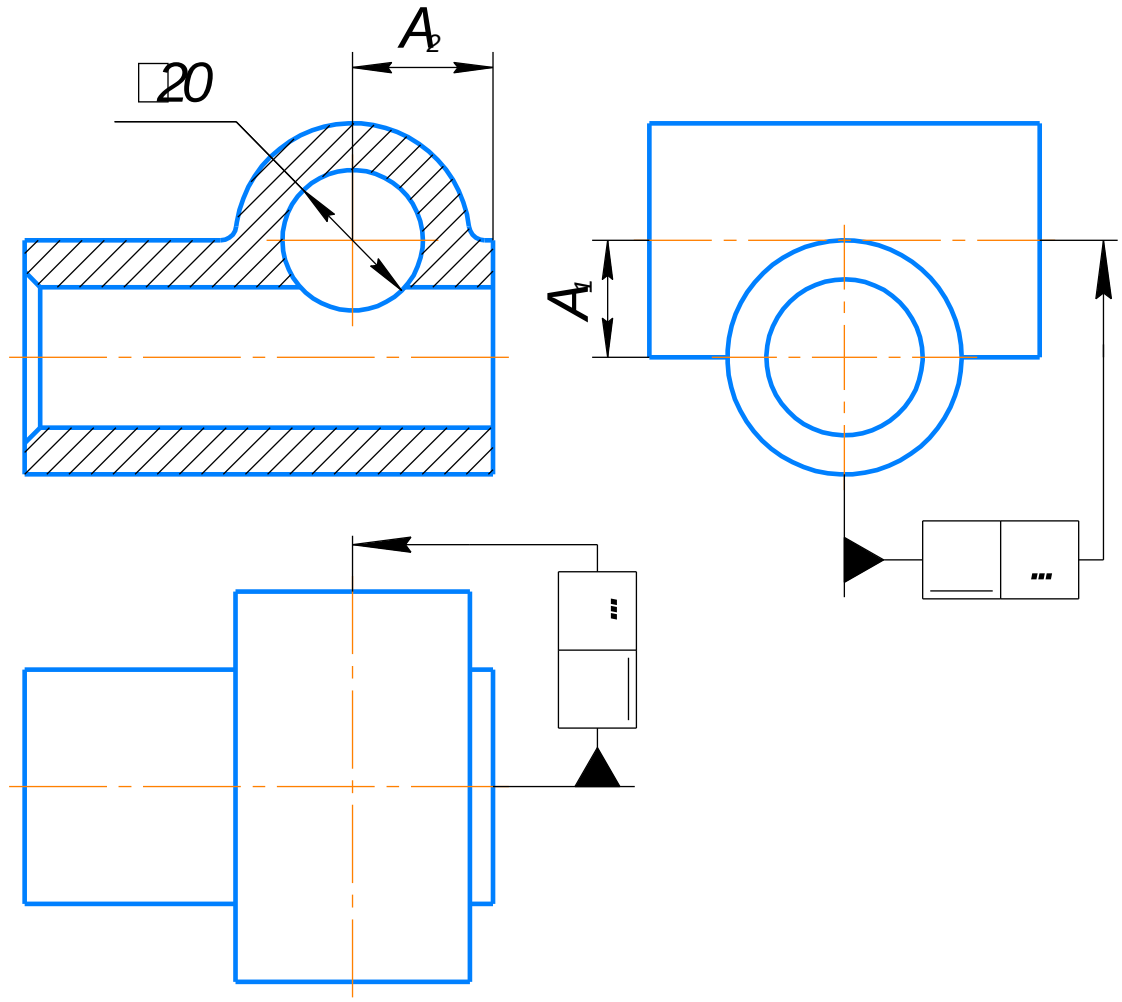
Для данной схемы установки заготовки корпусной детали на операциях обработки отверстий D_1 и D_2 определите возможные погрешности базирования осей этих отверстий.

Вариант 14.I



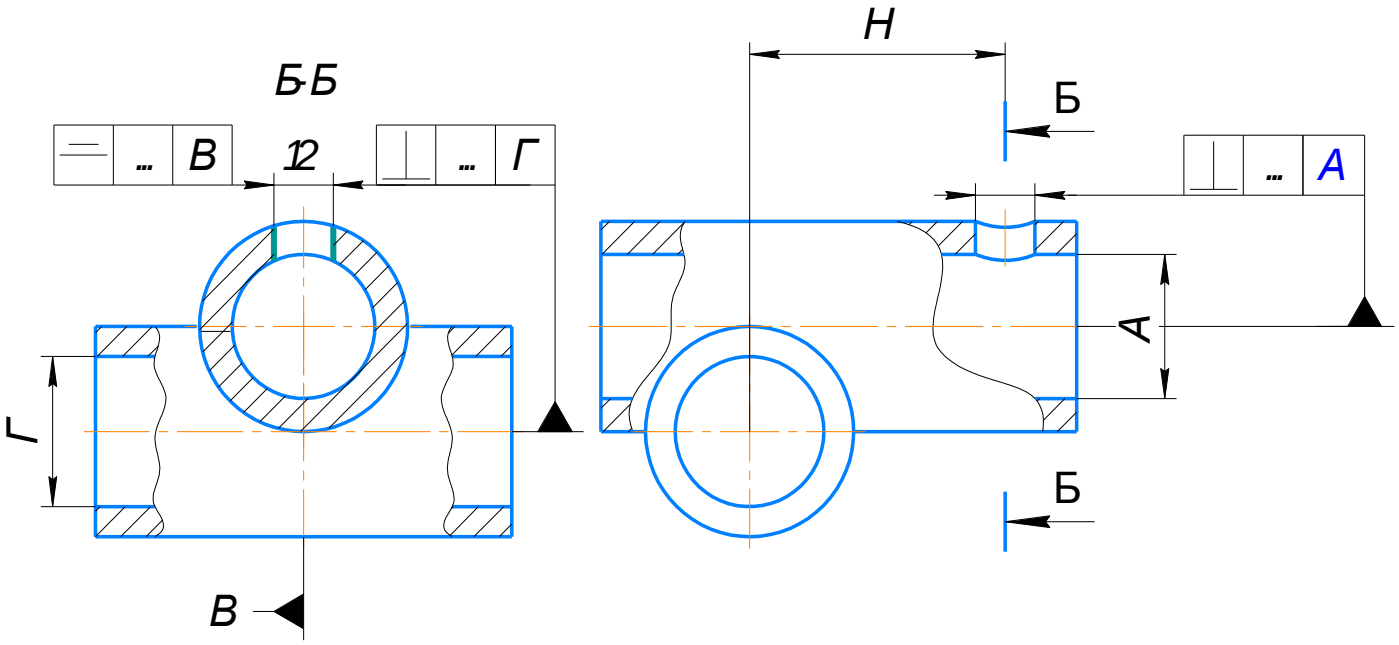
Для данной схемы установки картера при обработке отверстия D_1 определите возможные погрешности базирования оси O_1 отверстия D_1 в горизонтальной плоскости.

Вариант 15.I



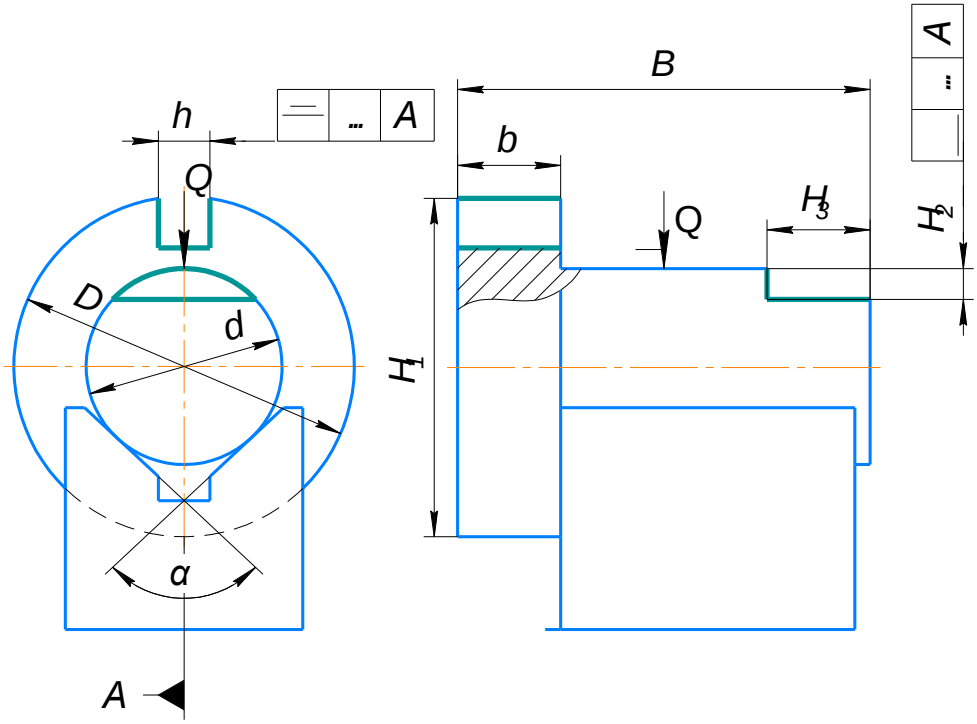
Для операции обработки отверстия (диаметра)20 с указанными техническими требованиями в заготовке корпусной детали, выдерживая размеры A_1 и A_2, составьте схему базирования и разработайте схему установки данной заготовки. Назовите базы.

Вариант 16.I



Для операции обработки отверстия (диаметр) 12 с указанными техническими требованиями в заготовке корпусной детали, выдерживая размер Н, составьте схему базирования и разработайте схему установки данной заготовки. Назовите базы.

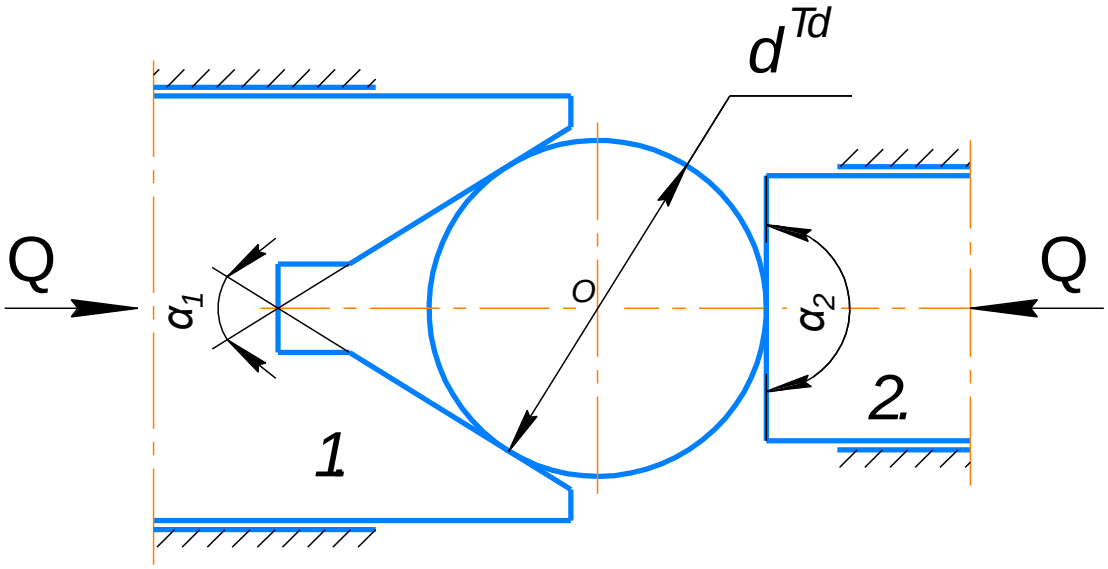
Вариант 17.I



На операциях обработки шпоночного паза и уступа на ступенчатом валике с указанными техническими требованиями заготовка валика устанавливается на опорной призме с углом α.

Определите для партии заготовок возможные погрешности базирования на этих операциях.

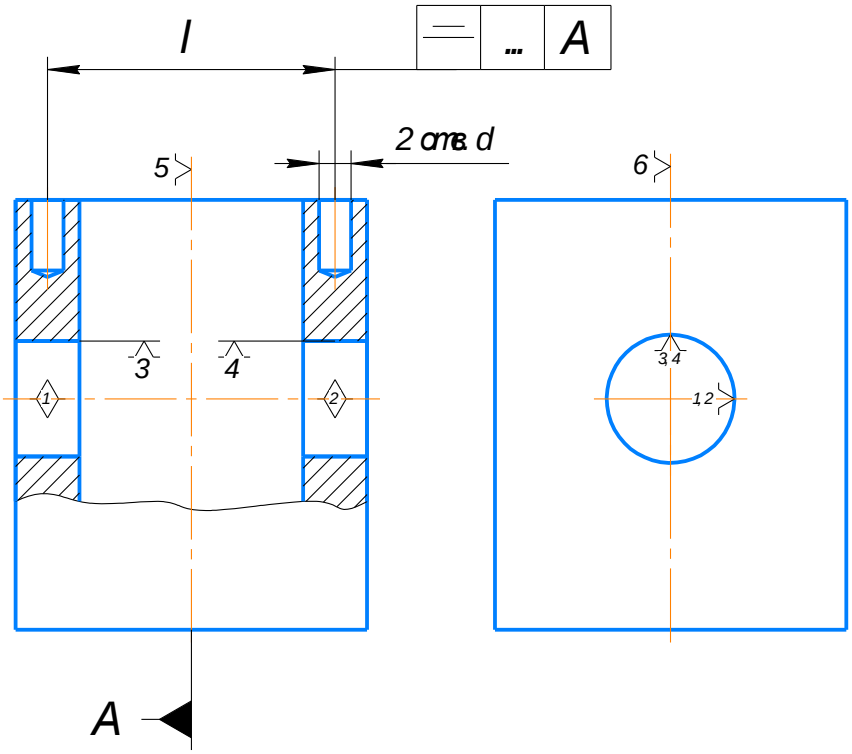
Вариант 18.I



Заготовка вала на операции зацентровки торцев с диаметральным допуском Td = 1 мм устанавливается в центрирующие призмы с углами $\alpha_1 = 60°$ и $\alpha_2 = 180°$.

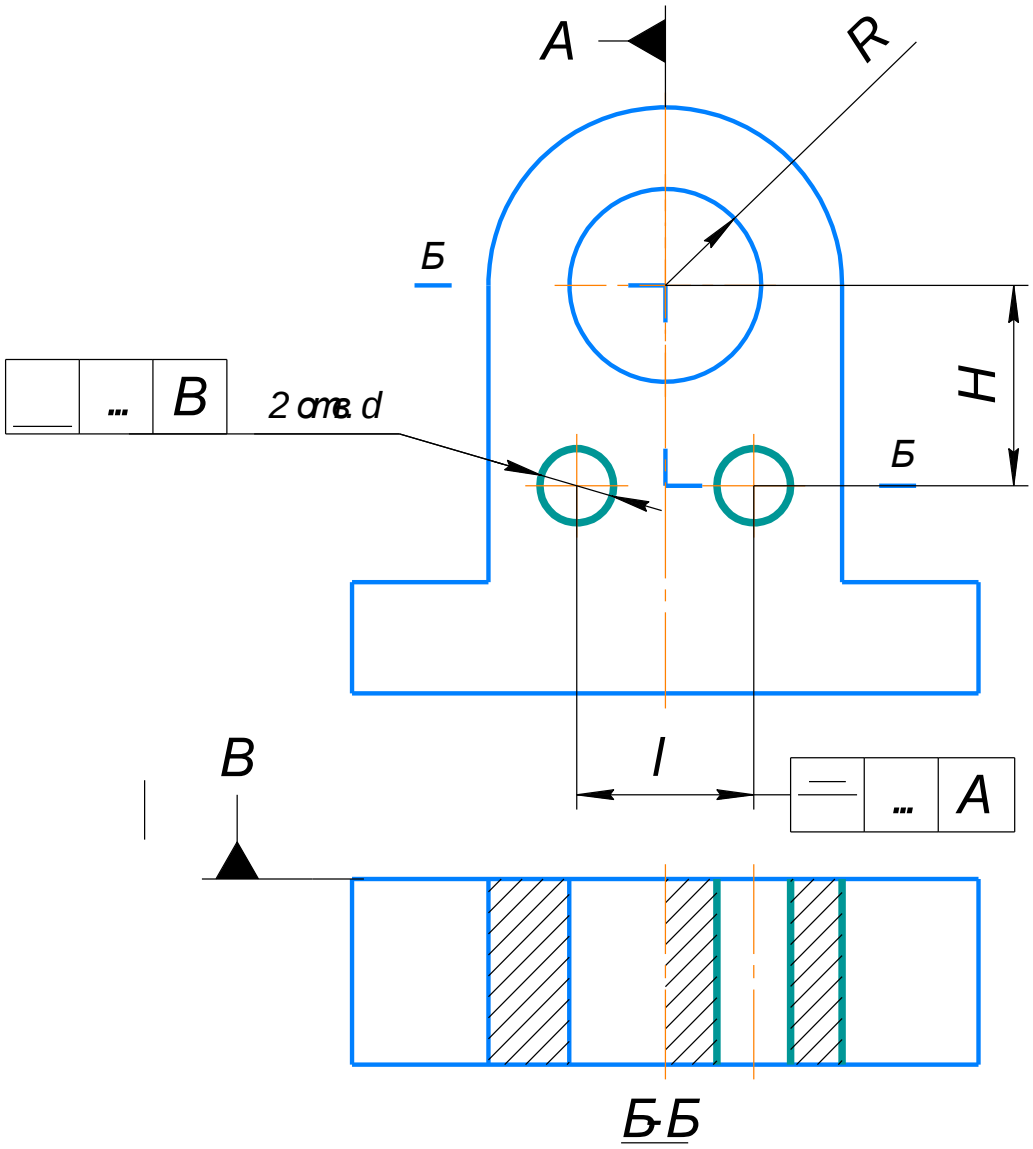
Определите величину погрешности зацентровки и покажите эту погрешность на схеме установки, если призмы настраиваются по эталонной заготовке диаметром d.

Вариант 19.I



Для данной схемы базирования заготовки поршня на операции обработки двух отверстий d с указанными техническими требованиями разработайте схему установки.

Вариант 20.I



На операции обработки двух отверстий d с указанными техническими требованиями в заготовке корпусной детали составьте схему базирования и разработайте схему установки.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по РАЗДЕЛУ I «УСТАНОВКА»

1.I ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О БАЗИРОВАНИИ ЗАГОТОВОК

Проектирование станочного приспособления для механообработки начинается с разработки схемы установки, основой разработки которой является схема базирования. Согласно ГОСТ 21495-76, схема базирования представляет собой схему расположения опорных точек на базах заготовки. Опорными точками обозначаются технологические базы заготовки, которые используются для базирования заготовки в процессе механообработки.

Технологические базы классифицируются по двум признакам – по лишаемым степеням свободы и характеру проявления. По первому признаку технологические базы различаются на установочные, направляющие, опорные, двойные направляющие и двойные опорные. По второму признаку – на явные и скрытые.

Явная технологическая база – база в виде реальной поверхности заготовки. Скрытая технологическая база – база в виде воображаемой плоскости, оси или точки, принадлежащие заготовке. Например, плоскость или ось симметрии заготовки, точка пересечения оси и плоскости. Применение скрытых баз связано с конструированием деталей, когда необходимо на рабочих чертежах деталей указать требования по точности пространственных отклонений поверхностей деталей (отклонений от симметричности, перпендикулярности, конусности, параллельности и т.д.).

Опорная точка на схеме базирования заготовки является символом геометрической связи между установочными элементами приспособления и технологической базой заготовки. Такая связь лишает заготовку одной степени свободы в принятой системе координат – перемещения вдоль или поворота вокруг координатной оси. Виды геометрических связей, их распределение по координатным осям зависят от вида технологической базы. На рисунке 1.I приведены схемы геометрических связей и соответствующие им схемы опорных точек для различных видов технологических баз, которыми обозначаются эти базы на схемах базирования.

«а» - установочная база, лишает заготовку трех степеней свободы – перемещений 1 вдоль одной оси и поворотов 2, 3 вокруг двух других осей; обозначается тремя опорными точками (1, 2, 3), расположенными на базе по вершинам треугольника; как правило – явная;

«б» - направляющая база, лишает заготовку двух степеней свободы – перемещения 1 вдоль одной оси и поворота 2 вокруг другой оси; обозначается двумя опорными точками (1, 2), расположенными вдоль базы линейно на максимально возможном расстоянии друг от друга; бывает явной и скрытой;

«в» - опорная база, лишает заготовку одной степени свободы – перемещения 1 вдоль оси, обозначается одной опорной точкой (1), расположенной на базе в удобном месте; бывает явной или скрытой;

«г» - опорная база, лишает заготовку одной степени свободы – поворота 1 вокруг оси; обозначается одной опорной точкой (1), расположенной на базе в удобном месте; бывает явной или скрытой;

«д» - двойная направляющая база, лишает заготовку четырех степеней свободы – перемещений 1, 3 вдоль двух осей и поворотов 2, 4 вокруг этих осей; обозначается четырьмя опорными точками (1, 2, 3, 4), расположенными вдоль базы двумя парами (1, 3) и (2, 4) на максимально возможном расстоянии между парами; бывает в основном скрытой, но может быть явной;

«е» - двойная опорная база, лишает заготовку двух степеней свободы – перемещений 1, 2 вдоль двух осей; обозначается двумя опорными точками, расположенными на базе парой (1, 2) в одной плоскости или в одной точке; бывает скрытой или явной.

Согласно ГОСТ 21495-76 базированием называется придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат. Для базирования заготовок в приспособлениях механообрабатывающего производства используют прямоугольную систему координат XYZ. Такая система образуется совокупностью из трех баз, которая называется комплектом баз. Поскольку система координат состоит из трех координатных осей, поскольку при базировании заготовка по каждой оси лишается двух степеней свободы, комплект технологических баз лишает заготовку шести степеней свободы. Это означает, что на схеме базирования должно быть ровно шесть опорных точек.

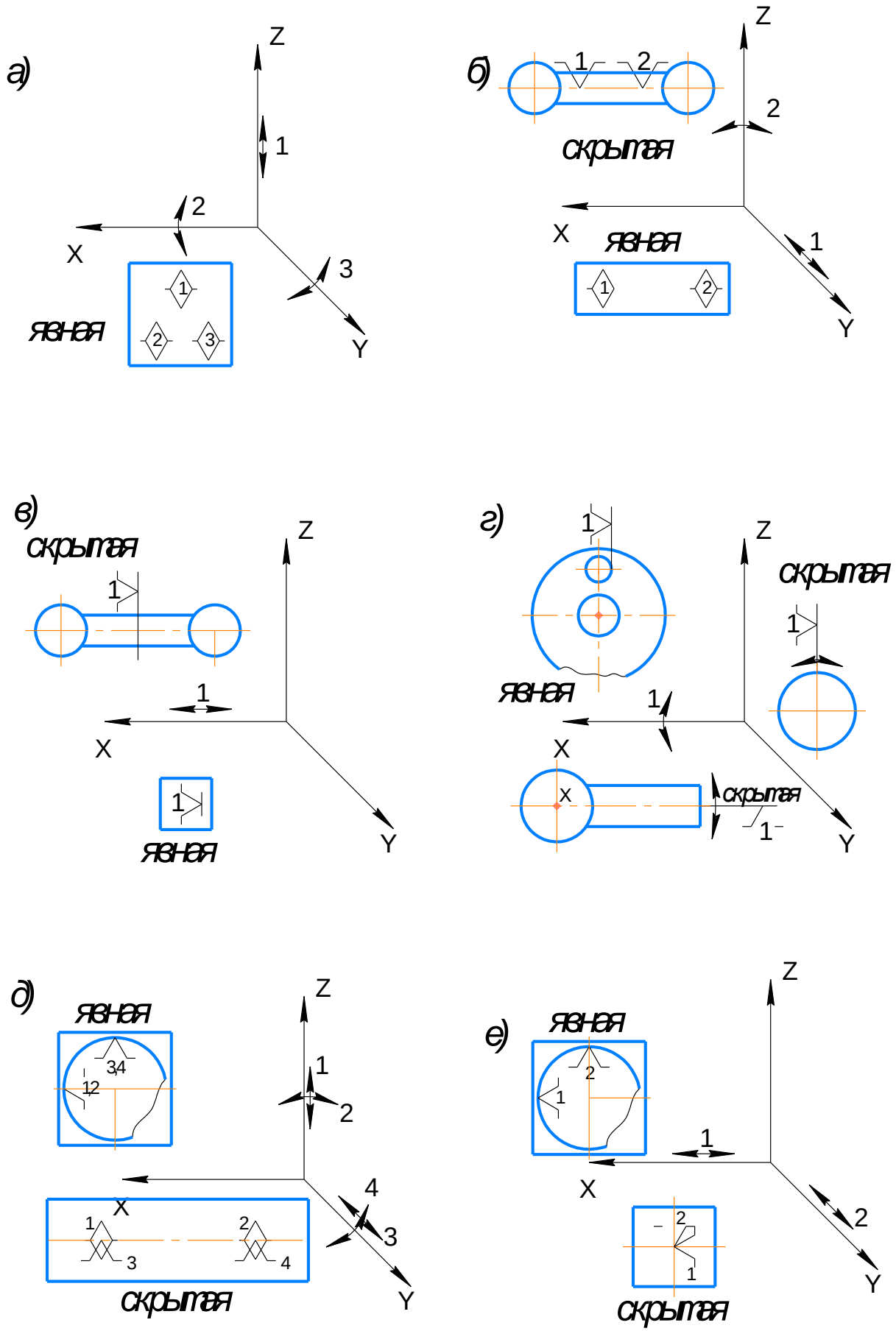


Рисунок 1.I – схемы геометрических связей и опорных точек для различных видов технологических баз.

Анализ схем геометрических связей и соответствующих им схем опорных точек для различных видов технологических баз, приведенных на рисунке 1.I, позволил определить комплекты технологических баз, схемы которых приведены на рисунке 2.I. Эти комплекты стали основой применения типовых схем установки на операциях механообработки.

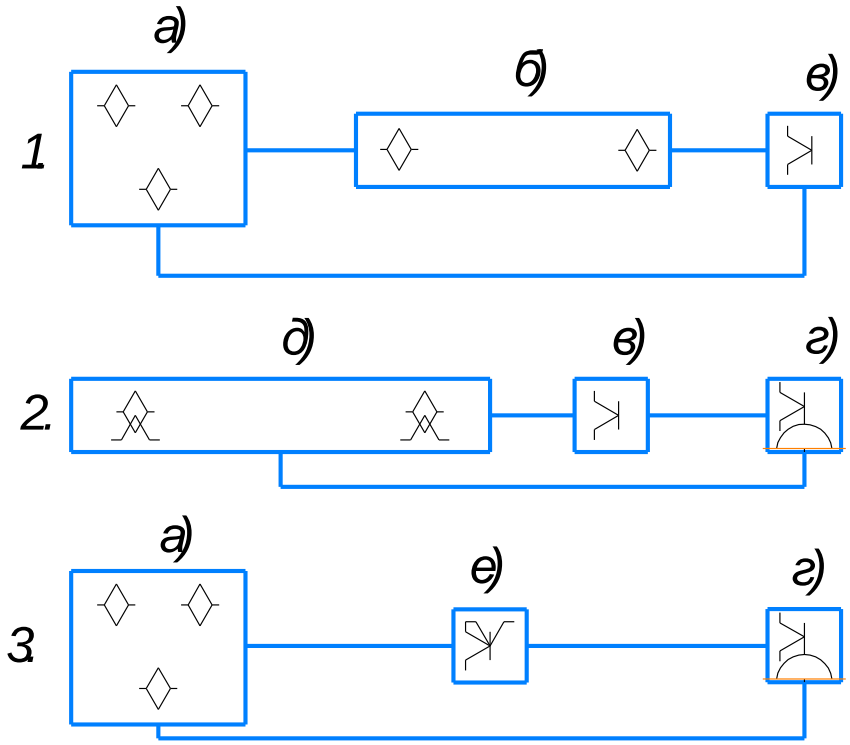


Рисунок 2.I – схемы типовых комплектов технологических баз.

КОМПЛЕКТ 1. Состоит из установочной базы *«а»*, направляющей базы *«б»* и опорной базы *«в».* Комплект применяется в схемах установки заготовок корпусных деталей, а также деталей класса «рычага».

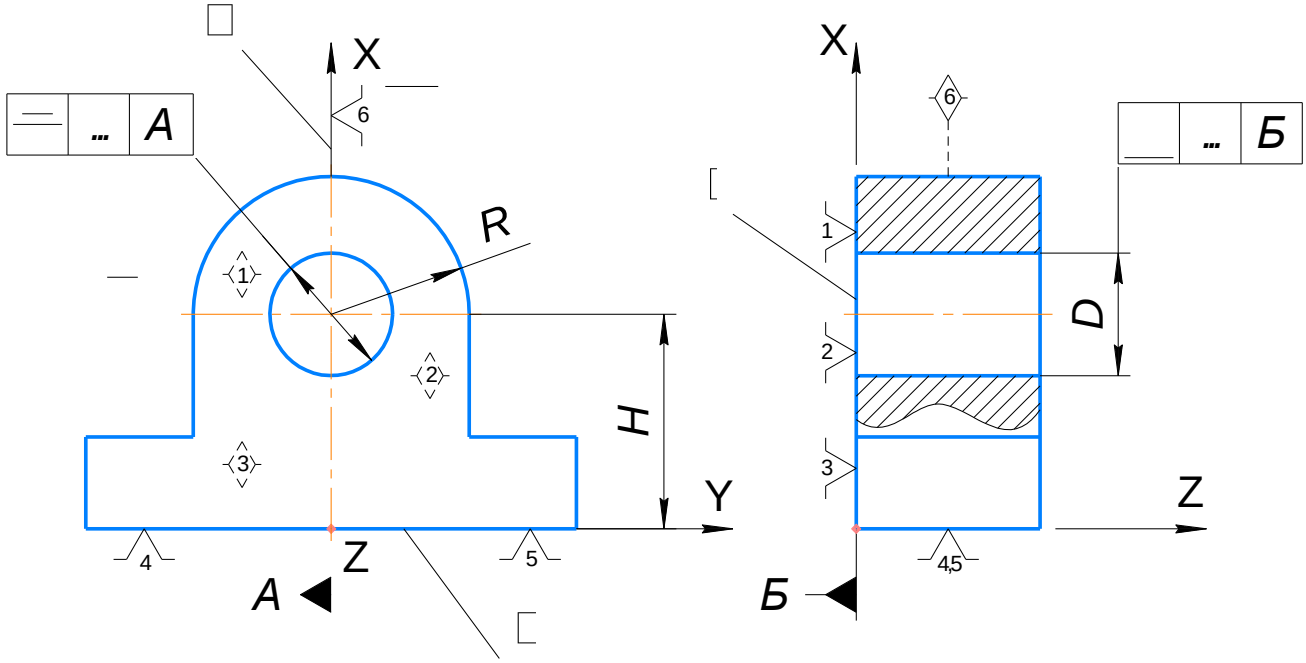


Рисунок 3.I – схема базирования заготовки корпусной детали для операции обработки отверстия.

На рисунке 3.I приведена схема базирования заготовки корпусной детали, в которой система координат XYZ образована комплектом 1 технологических баз: I – торцевая плоская поверхность заготовки «Б», установочная явная база, опорные точки 1, 2, 3; II – плоская поверхность основания заготовки, направляющая явная база, опорные точки 4, 5; III – плоскость симметрии детали «А», опорная скрытая база, опорная точка 6. Схема базирования составлена для операции обработки отверстия D, на которой требуется выдержать размерную точность диаметра отверстия и размера H, а также требования симметричности и перпендикулярности оси отверстия.

В комплекте 1 установочная база является основной базой. В качестве этой базы следует принимать поверхность заготовки, при базировании на которую обеспечивается максимальная устойчивость заготовки в приспособлении. По такому же принципу принимается направляющая база, которая для этого должна иметь достаточную длину. Опорная база в данном комплекте должна быть удобной для базирования заготовки.

Примечание: на схемах базирования ось X проводится по базе с наибольшим числом опорных точек, ось Z – по базе с наименьшим числом опорных точек.

РИСУНОК

КОМПЛЕКТ 2. Состоит из двойной направляющей базы *«д»*, опорной базы *«в»* и опорной базы *«г».* Комплект применяется в схемах установки заготовок деталей класса «валы», полые цилиндры в центрах и патронах, на цилиндрических оправках и опорной призме, а также подвижными призмами.

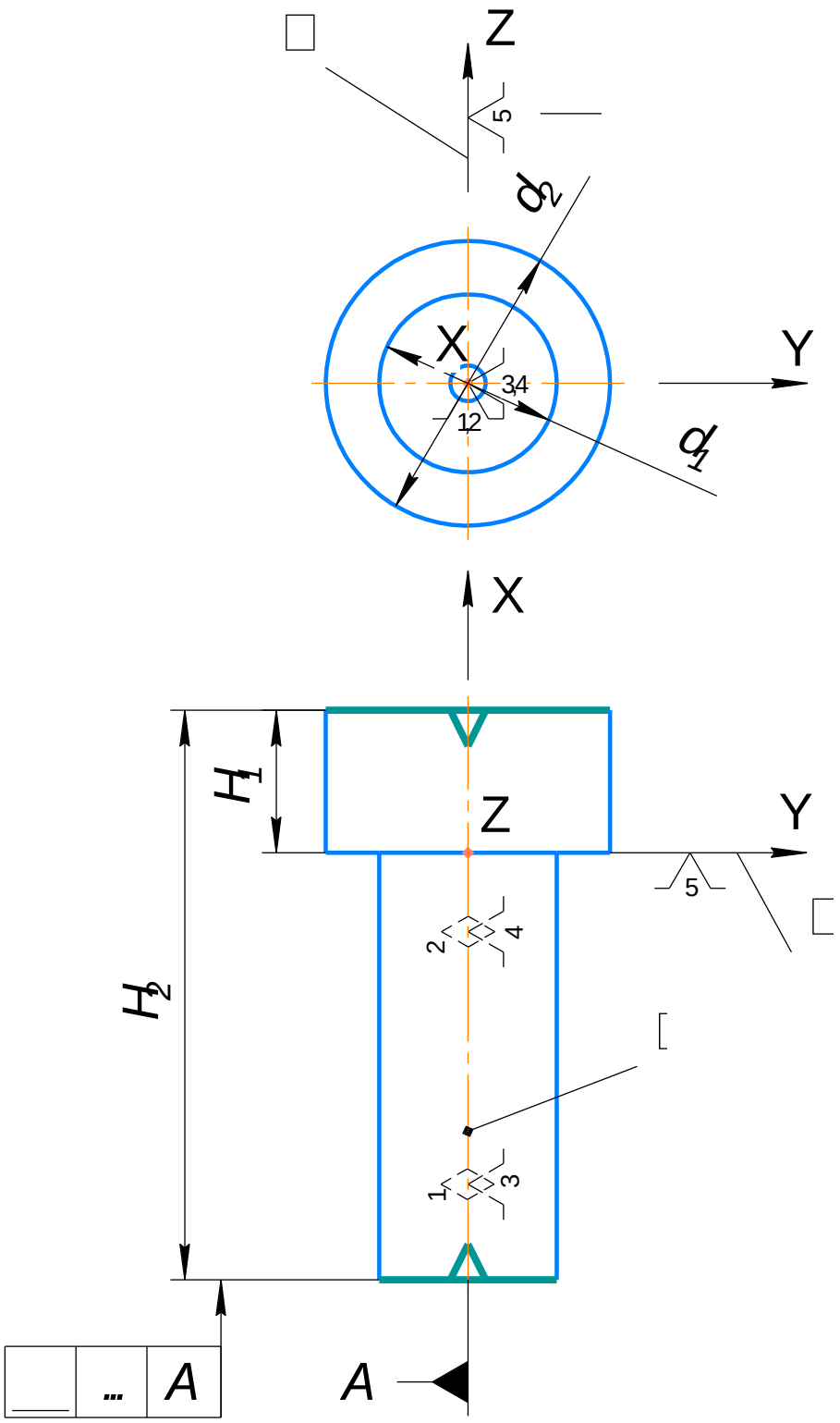


Рисунок 4.I – схема базирования заготовки ступенчатого вала для операции обработки и зацентровки торцев вала.

На рисунке 4.I приведена схема базирования заготовки ступенчатого вала, в которой система координат XYZ образована комплектом 2 технологических баз: I – ось вала, двойная направляющая скрытая база, опорные точки 1, 2, 3, 4; II – внутренний торец вала, опорная явная база, опорная точка 5; III – опорная скрытая база, плоскость симметрии поперечного сечения установочной цилиндрической поверхности заготовки, проходящая по оси Z, опорная точка 6. Схема базирования

составлена для операции обработки и зацентровки торцев вала. На операции выдерживаются размеры вала H_1 и H_2, а также требование перпендикулярности торцев относительно оси вала.

В комплекте 2 двойная направляющая база является основной базой. Эта база должна иметь достаточную длину. Чем больше длина базы, тем выше устойчивость заготовки в приспособлении. При установке в патроны или на цилиндрические оправки устойчивость заготовки зависит от длины контакта кулачков или оправки с установочной цилиндрической поверхностью заготовки. Длина контакта должна быть в разы больше диаметра этой поверхности. Опорной базой II может быть любая торцевая поверхность заготовки вала, удобная для базирования заготовки. Что касается опорной скрытой базы III, она является условной, так как заготовка не нуждается в базировании вокруг оси X. Опорная точка 6 на этой базе означает, что шестой степени свободы заготовка лишается при ее закреплении в приспособлении. Если база III является явной, она реализуется путем использования элементов конструкции детали (см. схему *«г»* на рисунке 1.I).

КОМПЛЕКТ 3. Состоит из установочной базы *«а»*, двойной опорной базы *«е»* и опорной базы *«г»*. Комплект применяется в схемах установки заготовок корпусных деталей на два пальца, а также деталей класса «диски» в патроны и на оправки.

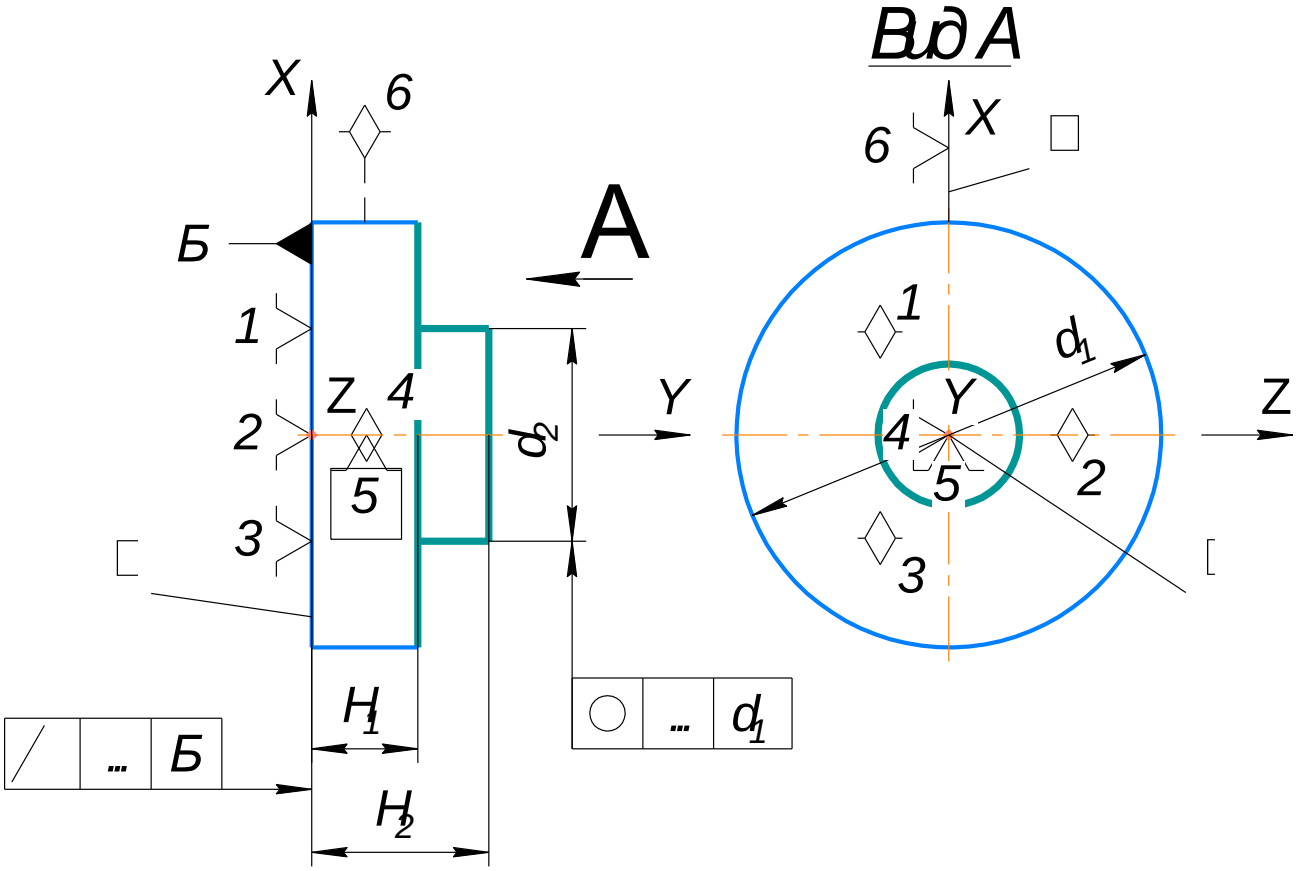


Рисунок 5.I – схема базирования заготовки детали «класса» диски для операции обработки торцевых поверхностей детали.

На рисунке 5.I приведена схема базирования заготовки диска, в которой система координат XYZ образована комплектом 3 технологических баз: I – наружная торцевая плоская поверхность, установочная явная база, опорные точки 1, 2, 3; II – ось диска, двойная опорная скрытая база, опорные точки 4, 5; III – плоскость симметрии поперечного сечения установочной цилиндрической поверхности заготовки, проходящая по оси X. Схема базирования составлена для операции обработки внутренних торцев заготовки диска диаметром d_1 и цилиндрического уступа d_2. В процессе обработки помимо диаметра уступа d_2, выдерживаются размеры H_1 и H_2, а также требования параллельности торцев диска и концентричности уступа относительно диска.

Рекомендации по установочной и опорной базе аналогичны рекомендациям, сделанным по этим базам в комплектах 1, 2. Двойная опорная база II должна быть короткой, по длине не превышать диаметра установочной цилиндрической поверхности заготовки. Только в этом случае база II лишает заготовку двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей. В противном случае будет «конкурировать» с установочной базой, сто может быть причиной статической неопределенности положения заготовки в принятой системе координат.

2.I РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ

Составление схемы базирования является одной из задач проектирования технологического процесса механообработки. Составляется схема базирования технологом процесса. Составляется для каждой операции технологического процесса. Исходным материалом для составления схемы базирования являются:

- Чертеж заготовки с техническими требованиями на обработку;
- Название операции механообработки, для которой требуется составить схему базирования.

Составление схемы базирования рекомендуется в следующей последовательности:

1. По чертежу заготовки определяются тип детали и особенности ее конструкции (симметричность, устойчивость, поверхности основные и вспомогательные).
2. Проводится анализ технических требований на обработку заготовки детали на операции, для которой составляется схема базирования.
3. Для обрабатываемых поверхностей заготовки определяются конструкторские базы, с помощью которых заготовка базируется в агрегате или изделии.
4. При назначении технологических баз в первую очередь следует руководствоваться принципом единства баз, согласно которому в качестве баз принимаются конструкторские базы. При несоблюдении этого принципа (по условиям конструкции или обработки) в процессе обработки на данной операции будет иметь место погрешность базирования, последствия которой

учитываются при назначении технологических допусков на размер заготовки.

5. Из трех технологических баз составляется комплект, образующий систему координат XYZ, относительно которой происходит базирование заготовки. Комплект должен иметь шесть опорных точек. В соответствии с нумерацией точек по координатным осям системы обозначаются геометрические связи, которые лишают заготовку шести степеней свободы.
6. При выполнении п.п. 4 и 5 учитывать материал, изложенный в разделе 1.I данных методических указаний.

3.I ПРИМЕР СОСТАВЛЕНИЯ СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ

В качестве примера рассмотрим составление схемы базирования заготовки корпусной детали для операции обработки сквозного отверстия D. Фрагмент чертежа заготовки показан на рисунке 3.I. Составление схемы базирования проводится согласно рекомендациям 2.I.

1. Из чертежа заготовки следует, что деталь корпусная. Конструкция детали симметрично относительно плоскости «А», проходящей через ось отверстия D; устойчива по торцевым поверхностям и основанию.
2. Положение отверстия в заготовке задается размером H, а также требованиями симметричности относительно плоскости симметрии детали «А» и перпендикулярности относительно торца «Б».
3. Отсюда следует, что для обрабатываемого отверстия конструкторскими базами являются основания заготовки, плоскость симметрии «А» и торец «Б».
4. Эти конструкторские базы принимаются в качестве технологических баз. По соображениям наибольшей устойчивости заготовки торец заготовки «Б» назначается основной технологической базой, которой является установочная явная база I. Также по соображениям устойчивости заготовки второй технологической базой назначается основание заготовки, которой является направляющая явная база II.
5. Получается комплект технологических баз, образующий систему координат XYZ для базирования данной заготовки. База I имеет три опорные точки 1, 2, 3, поэтому располагается по оси X. База II имеет две опорные точки 4, 5, поэтому располагается по оси Y. База III с одной опорной точки 6 располагается по оси Z.

База I лишает заготовку трех степеней свободы – перемещения 1 вдоль оси Z, а также поворотов 2 и 3 вокруг осей X и Y. База II лишает заготовку двух степеней свободы – перемещения 4 вдоль оси X и поворота 5 вокруг оси Z. База III лишает заготовку одной степени свободы – перемещения 6 вдоль оси Y. В итоге данный комплект технологических баз, лишая заготовку шести степеней свободы, обеспечивает требуемое положение заготовки в системе координат XYZ.

4.I ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВОЧНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ МЕХАНООБРАБОТКИ

Практика эксплуатации станочных приспособлений для механообработки позволила сформулировать требования к установочным элементам. Эти требования необходимо учитывать при разработке схем установки. Основные из них следующие.

1. Установочные элементы (УЭ) должны обеспечивать устойчивое положение заготовки и достаточную жесткость установки в приспособлении, а также УЭ не должны деформировать заготовку и наносить ее поверхности каких-либо повреждений (вмятин, царапин, забоин и др.)

На практике это комплексное требование выполняется следующим образом.

Если установка заготовки выполняется по черновым (необработанным) поверхностям или поверхностям предварительно обработанным, приоритетным является требование обеспечения устойчивого положения заготовки. В таких случаях УЭ применяют с минимальной площадью контакта и точки контакта располагают на максимально возможных расстояниях. При этом снижается влияние погрешностей заготовки на точность установки.

Если установка заготовки выполняется по чистовым поверхностям, приоритетным является требование сохранения этих поверхностей. Для этого применяют УЭ с максимально возможной площадью контакта. При этом, во-первых, за счет чисто обработанных поверхностей точность установки заготовки не снижается; во-вторых, за счет увеличения площади контакта УЭ повышается жесткость установки, не снижается устойчивость заготовки и исключаются повреждения ее поверхностей.

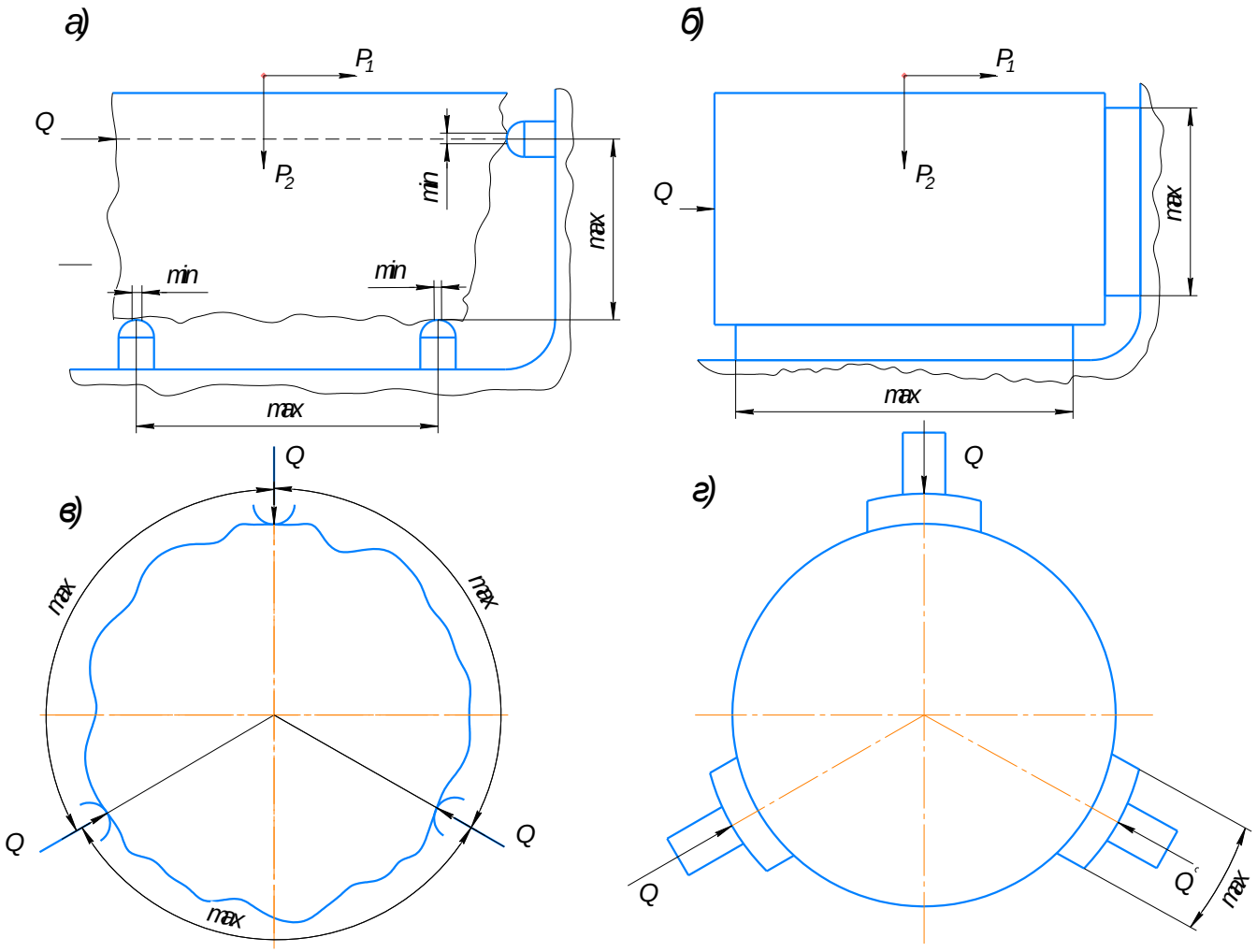


Рисунок 6.I – схемы установки заготовок различных деталей по черновым и чистовым поверхностям.

На рисунке 6.I в качестве примеров выполнения указанных требований показаны схемы установки заготовок по плоским поверхностям (а – черновым, б – чистовым) и цилиндрическим поверхностям (в – черновым, г – чистовым).

5.I ОСНОВЫНЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СХЕМЫ УСТАНОВКИ

Заданием для разработки схемы установки является схемы базирования, которую составляет технолог при проектировании технологического процесса механообработки.

В первую очередь, схема установки должна соответствовать схеме базирования и показывать способ ее реализации в приспособлении.

На схеме установки, согласно ГОСТ 21 495-76, рабочее положение установочных и зажимных элементов приспособления показываются в графическом изображении. Поэтому такую схему установки часто называют конструктивной. Ее разрабатывает конструктор приспособления при участии и консультации технолога.

Исходным материалом для разработки схемы установки являются:

- схема базирования заготовки для операции процесса механообработки;
- краткая характеристика операции процесса механообработки и схема обработки (метод и способ обработки, обрабатывающий инструмент);

- состояние поверхностей заготовки, используемых для ее базирования при установке в приспособлении (черновые, обработаны предварительно, чистовые).

Разработку схемы установки начинают с анализа исходного материала. Затем делается выбор установочных элементов, который основан на двух правилах.

Правило первое – в приспособлении явная база реализуется путем контакта с установочным элементом, скрытая база – путем контакта установочных элементов с поверхностью заготовки, геометрически формируемой относительно этой базы. Правило второе – установочные элементы, с помощью которых в приспособлении реализуются технологические базы, должны обеспечивать статическую определенность положения заготовки. Статическая неопределенность появляется, когда установочные элементы на заготовку накладывают больше шести связей и неизвестно, какие шесть из них действуют при установке отдельно взятой заготовки. В заключении кратко излагается последовательность движения заготовки во время установки.

6.I ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ СХЕМЫ УСТАНОВКИ

Исходный материал:

- схема базирования заготовки на операции обработки сквозного отверстия (см. рисунок 3.I);

- токарная обработка, растачивание на проход резцом, установленным на жесткой скалке;

- торцевая плоская поверхность заготовки «Б» (явная база I) обработана чисто; основание заготовки (явная база II) обработано предварительно; цилиндрическая наружная поверхность заготовки радиусом R обработана окончательно.

Разработанная схема установки показана на рисунке 7.I.

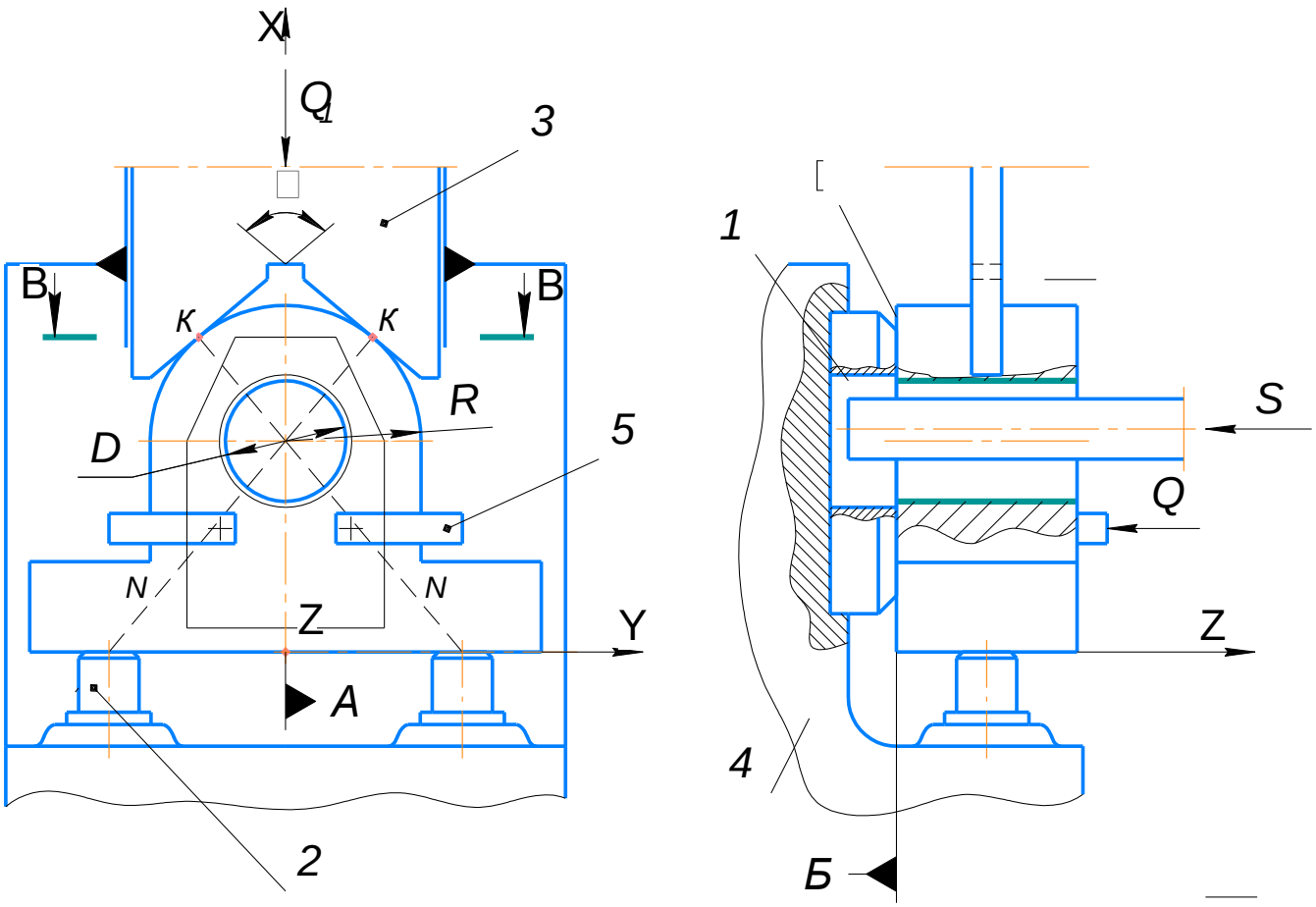


Рисунок 7.I – схема установки заготовки корпусной детали на операции токарной обработки сквозного отверстия.

В качестве установочных элементов применяются пластина 1, штыри с плоской головкой 2 и узкая подвижная призма 3. Указанные установочные элементы монтируются в корпусе приспособления 4. Такой выбор установочных элементов обусловлен следующими факторами.

Базой I является плоская, чисто обработанная торцевая поверхность заготовки «Б», на которую в процессе обработки отверстия D действует основная часть внешней нагрузки. Контакт такой поверхности с пластиной обеспечивает в процессе обработки требуемую перпендикулярность отверстия, высокую жесткость установки и сохранение состояние поверхности. База II – узкая, плоская, предварительно обработанная поверхность заготовки относительно большой протяженности. Контакт такой поверхности с плоскими головками штырей обеспечивает хорошую устойчивость заготовки в процессе обработки и возможность во время установки перемещения заготовки по оси Y под действием призмы. База III является плоскость симметрия заготовки «А». Относительно этой базы геометрически формируется цилиндрическая поверхность заготовки, так как центр радиуса R поверхности располагается на базе III. В этом случае, согласно первому правилу, чтобы реализовать скрытую базу III, для контакта с цилиндрической поверхностью заготовки следует применить узкую призму.

Последовательность движений заготовки во время установки следующая. Вначале заготовка базируется по оси X путем контакта базы II со штырями. Затем заготовка базируется по оси Z путем контакта базы I с пластиной. В заключении к заготовке с усилием Q_1 подводится призма. Под действием призмы заготовка легко перемещается вдоль оси Y до положения, при котором обе наклонные плоскости призмы будут контактировать с цилиндрической поверхностью заготовки. Так происходит базирование заготовки по базе III. Но для этого угол призмы α должен быть таким, чтобы нормали N в точках контакта наклонных плоскостей призмы с заготовкой не выходили за пределы базы II, как показано на схеме установки. Установка заканчивается закреплением заготовки силой Q при помощи двух пневматических рычажных механизмов 5.

При разработке данной схемы установки возможны следующие ошибки.

1. Применение широкой призмы вместо узкой.

Широкая призма в отличие от узкой при контакте с заготовкой накладывает на заготовку больше одной геометрической связи. При наличии погрешностей заготовки, а они всегда имеются, это может быть причиной появления статической неопределенности положения заготовки в приспособлении, которая будет с разной степенью повторяться при установке очередной заготовки.

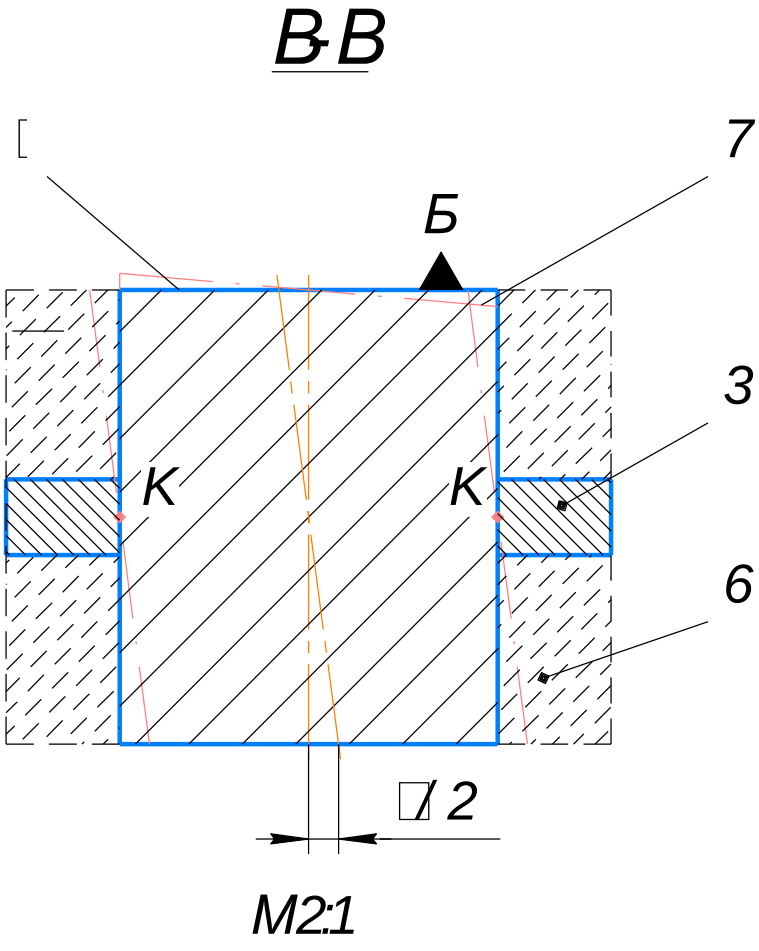


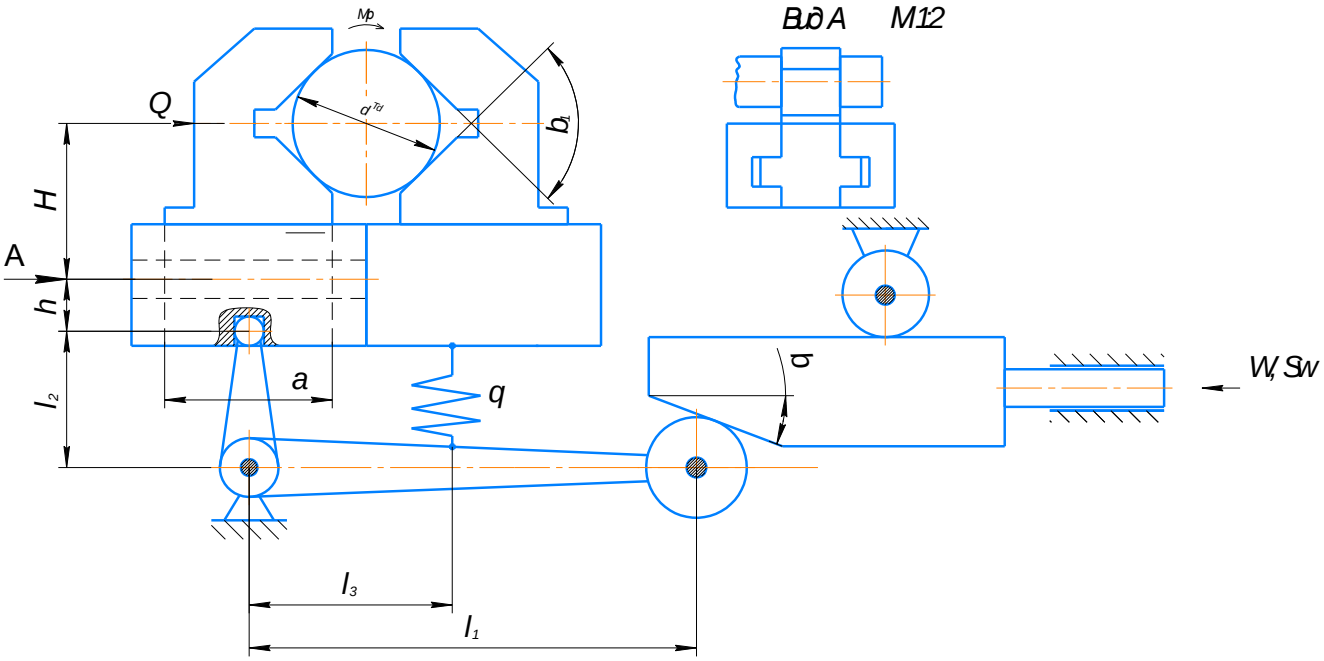
Рисунок 8.I – схема поперечного сечения цилиндрической части заготовки «В-В», которое проходит через точки контакта «К-К» с призмой.

На рисунке 8.I приведена схема поперечного сечения «В-В» цилиндрической части заготовки, которое происходит через точки контакта «К-К» с призмой 3. Из схемы следует, благодаря узкому контакту призмы с заготовкой, практически отсутствует влияние на положение базы I после ее контакта с пластиной 1, отклонений Δ от перпендикулярности контактируемой поверхности и торцевой поверхности «Б» заготовки. Широкая призма 6 контактирует с заготовкой по всей ширине контактируемой поверхности и в случае погрешности Δ нарушит контакт базы I с пластиной 1. В результате база I примет положение 7, при котором снижается жесткость установки и, следовательно, точность обработки отверстия заготовки.

2. Применение штырей со сферической головкой вместо штырей с плоской головкой.
   Устойчивость заготовки повысится. Однако, под влиянием призмы и веса заготовки на ее основании появятся вмятины.
3. Применение штырей с плоской головкой вместо пластины.
   Устойчивость заготовки повысится. Однако, снизится жесткость установки и, следовательно, точность обработки отверстия, особенно по диаметру и перпендикулярности.
4. Угол призмы меньше или больше α.
   Если угол меньше, при контакте призмы с заготовкой нормали N проходят за пределами опорной поверхности и заготовка поворачивается вокруг оси Z, отрываясь от одного из штырей. Если угол больше, нормали N проходят внутри опорной поверхности под большим углом и перемещение заготовки по оси Y не происходит. В том и другом случае базирования заготовки по плоскости симметрии А не будет.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО РАЗДЕЛУ II «МЕХАНИЗМЫ»

Вариант 1.II



Объясните работу механизма при закреплении заготовки вала. Определите величину хода штока привода S_w.

Дано: d, Td – диаметр и допуск на диаметр установочной цилиндрической поверхности заготовки вала;

b – угол клина;

l_1, l_2, l_3 – плечи рычага;

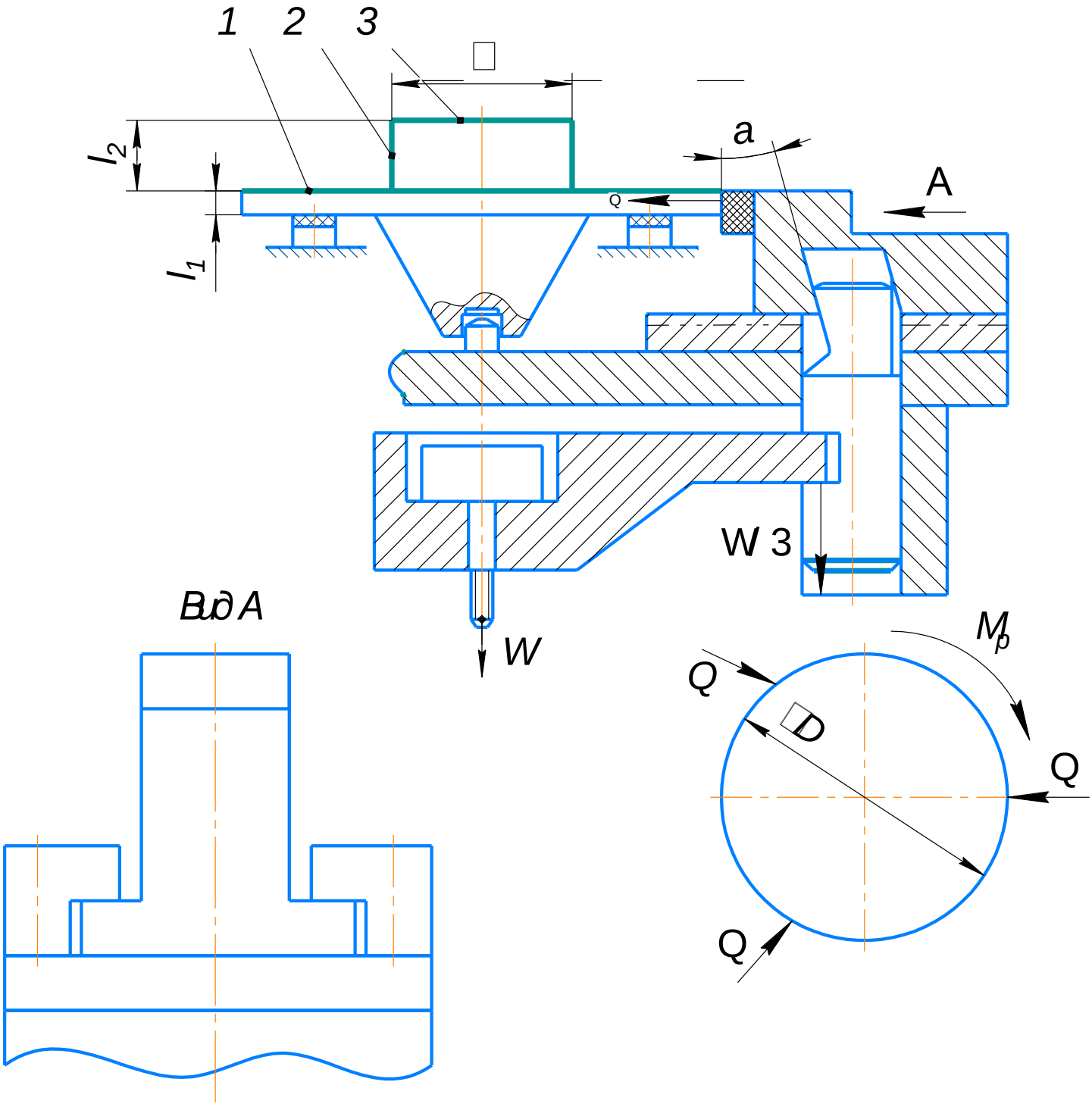
M_p – внешний момент обработки;

b_1 – угол призм;

q – сила растяжения пружины при закреплении заготовки;

H, h и a – плечи и длина направляющего паза подвижной призмы.

Вариант 2.II



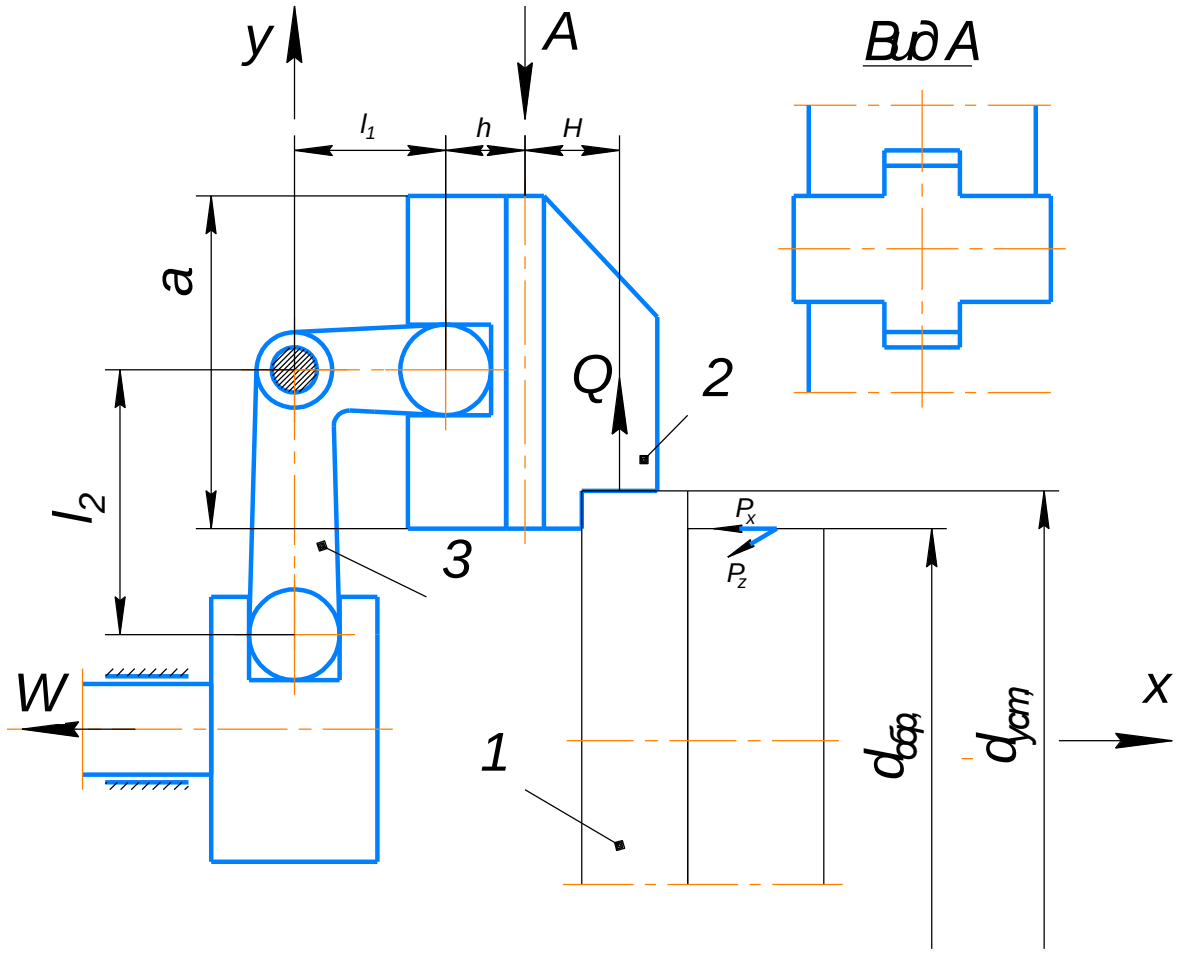
Объясните работу механизма. Определите величину исходной силы привода патрона W.

Дано: M_p – наибольшая величина внешнего момента резания при обработке поверхностей 1, 2, 3 заготовки;

l_1, l_2 и ⌀ - размеры обрабатываемых поверхностей заготовки;

а – угол наклона клинового паза в кулачках патрона.

Вариант 3.II



На операции наружного точения заготовки ступенчатого диска 1, установленной в трехкулачковом токарном рычажном патроне, определите силу закрепления заготовки Q, действующую на каждом кулачке патрона 2.

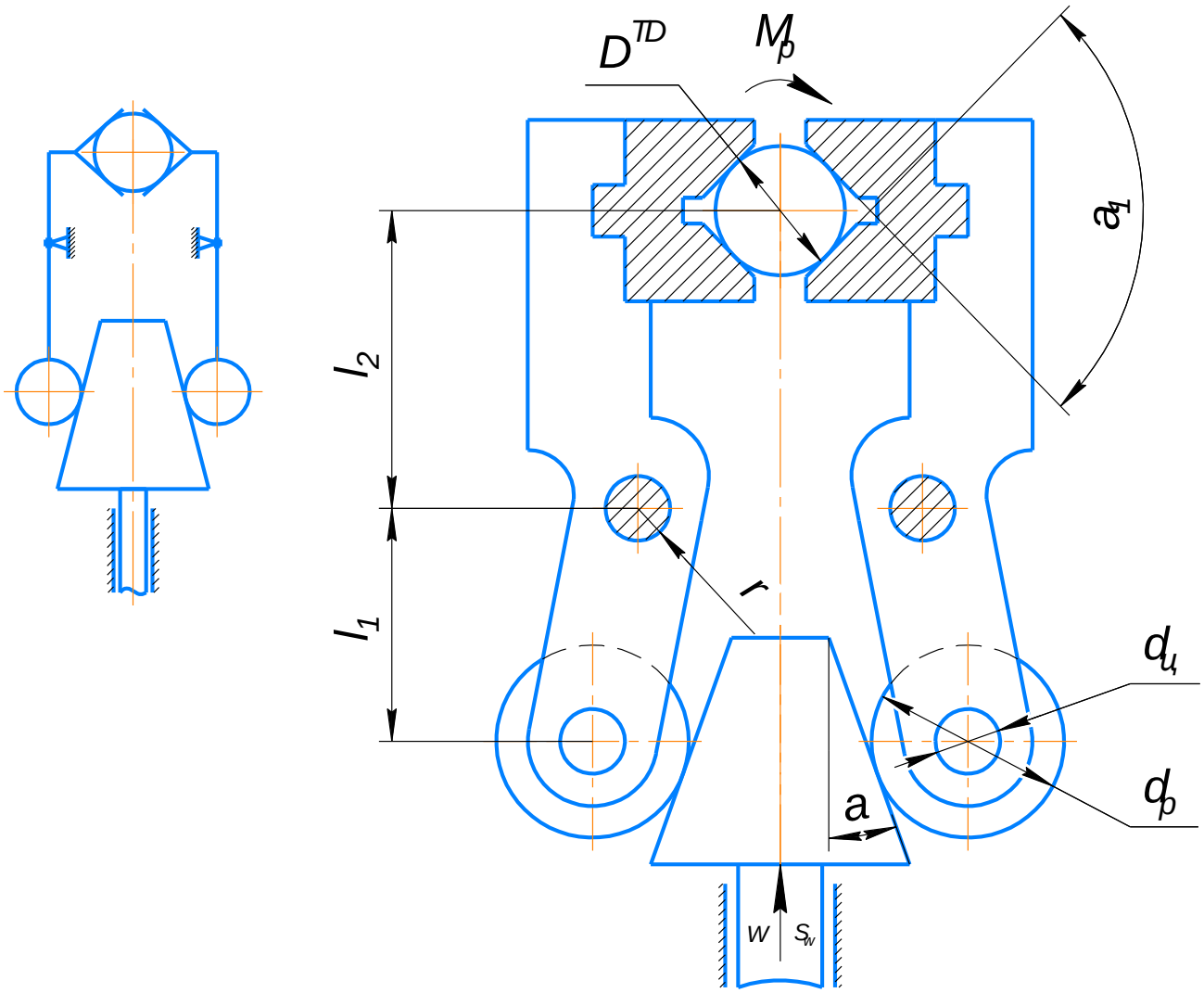
Дано: W – исходная сила привода, прикладываемая к трем рычагам 3;

P_x и P_z – силы обработки заготовки;

l_1 и l_2 – плечи каждого рычага;

a – ширина и плечи h, H каждого кулачка.

Вариант 4.II



Для данного механизма определите величину исходной силы привода W и величину хода штока привода с учетом потерь на трение в рычагах.

Дано: l_1, l_2 – плечи рычагов;

r – радиус опор рычагов;

$d_р$, $d_ц$ – диаметры роликов и цапф рычагов;

a – угол клина;

a_1 – угол призм;

D и TD – диаметр и допуск на диаметр установочной цилиндрической поверхности заготовки вала;

$M_р$ – внешний момент обработки;

Вариант 5.II

Цанговый патрон с тянущей цангой. Какой должен быть угол цанги a = ?, чтобы обеспечить коэффициент силовой передачи зажимного механизма патрона $i_c = 2$?

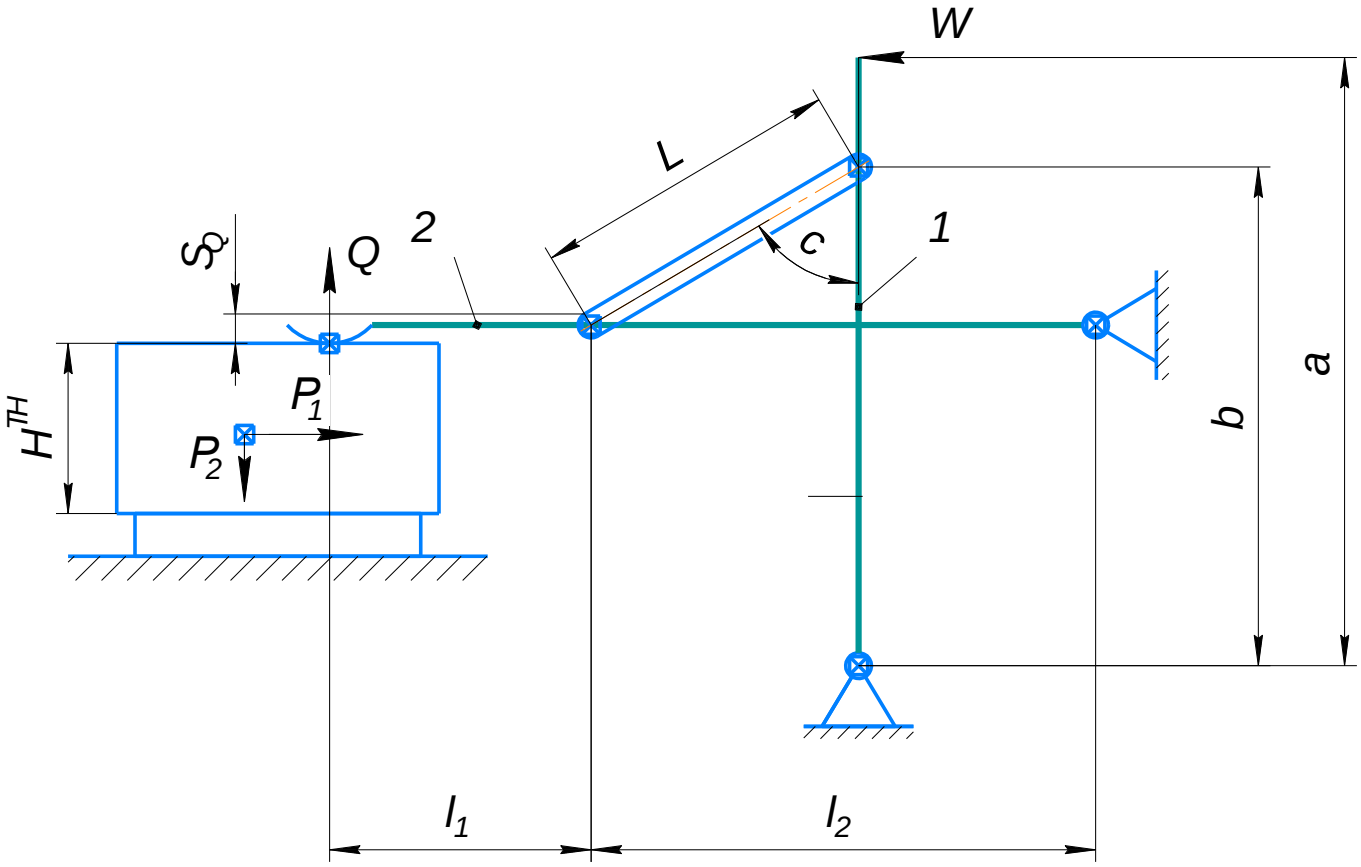
При расчете принять z * q = 0,25 * Q,

где z – число лепестков цанги;

q – сила, затрачиваемая на прогиб лепестка цанги при закреплении заготовки;

Q – сила закрепления заготовки в патроне всеми лепестками цанги.

Вариант 6.II



Как называется этот механизм? Определите величину исходной силы W и величину хода механизма S_Q при закреплении заготовки с установочным размером H-TH.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

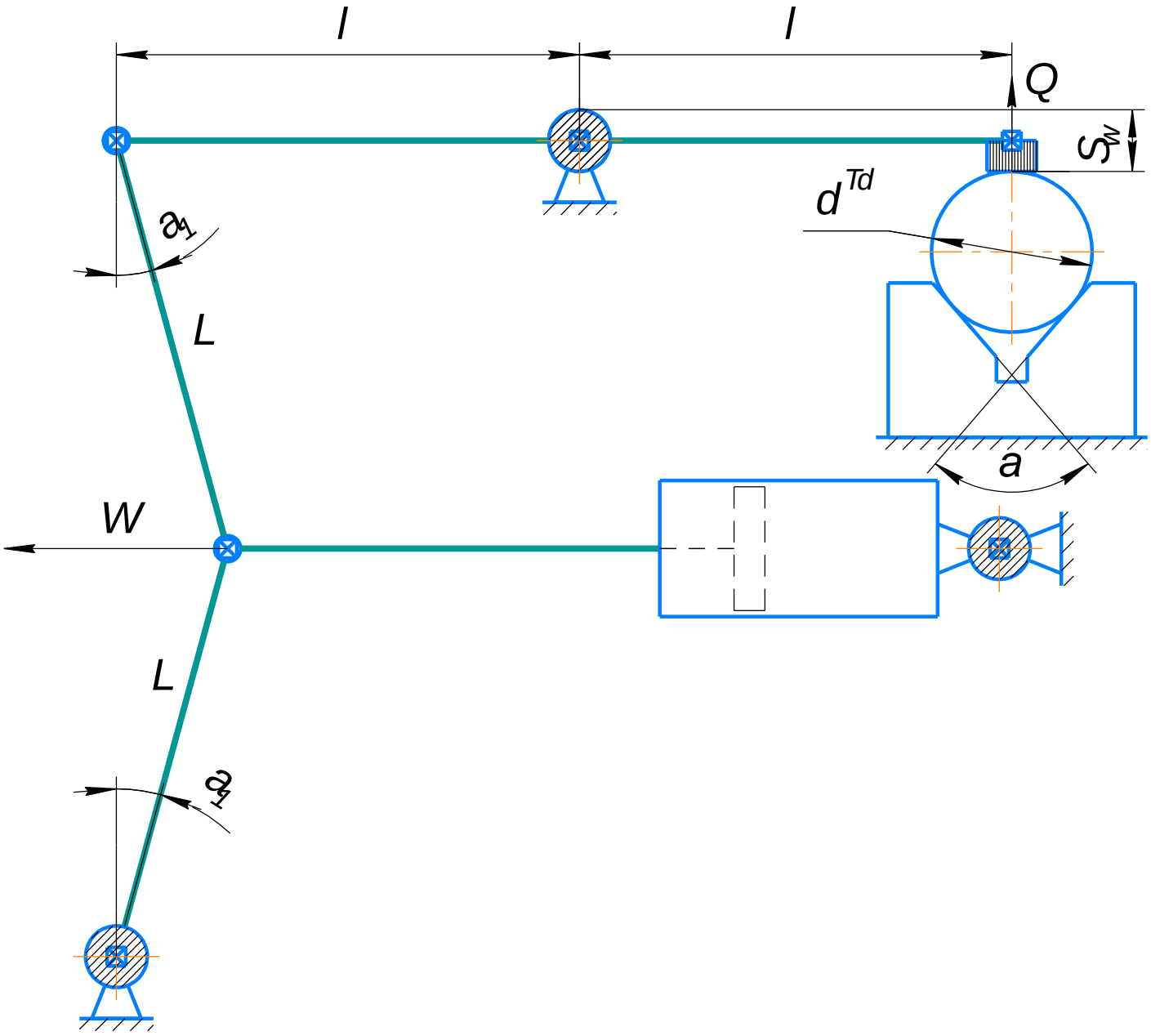
a, b – плечи рычага 1;

l_1, l_2 – плечи рычага 2;

L и c – длина шарнирного рычага и угол его наклона в рабочем положении;

P_1, P_2 – составляющие силы обработки заготовки.

Вариант 7.II



Дайте определение этому механизму. Назовите основные элементы механизма. Определите величину хода штока S_W при установке заготовки вала диаметром d на опорной призме с углом a.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

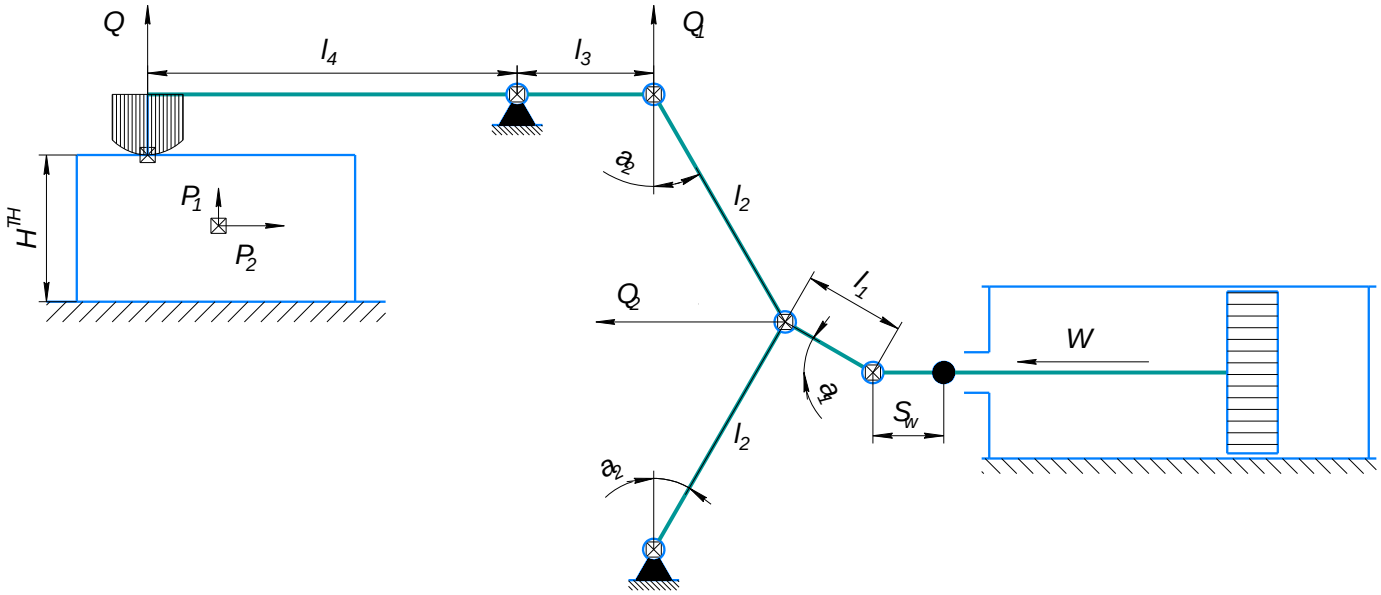
L – длина шарнирных рычагов;

a_1 – угол наклона шарнирных рычагов в рабочем положении;

l – длина плеч обычного рычага;

Td – допуск на диаметр заготовки d.

Вариант 8.II



Дайте определение этому механизму. Объясните назначение шарнирного рычага l_1. Определите исходную силу привода W и величину хода штока привода S_W при закреплении заготовки корпусной детали.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

A_1, a_2 – углы наклона шарнирных рычагов в рабочем положении;

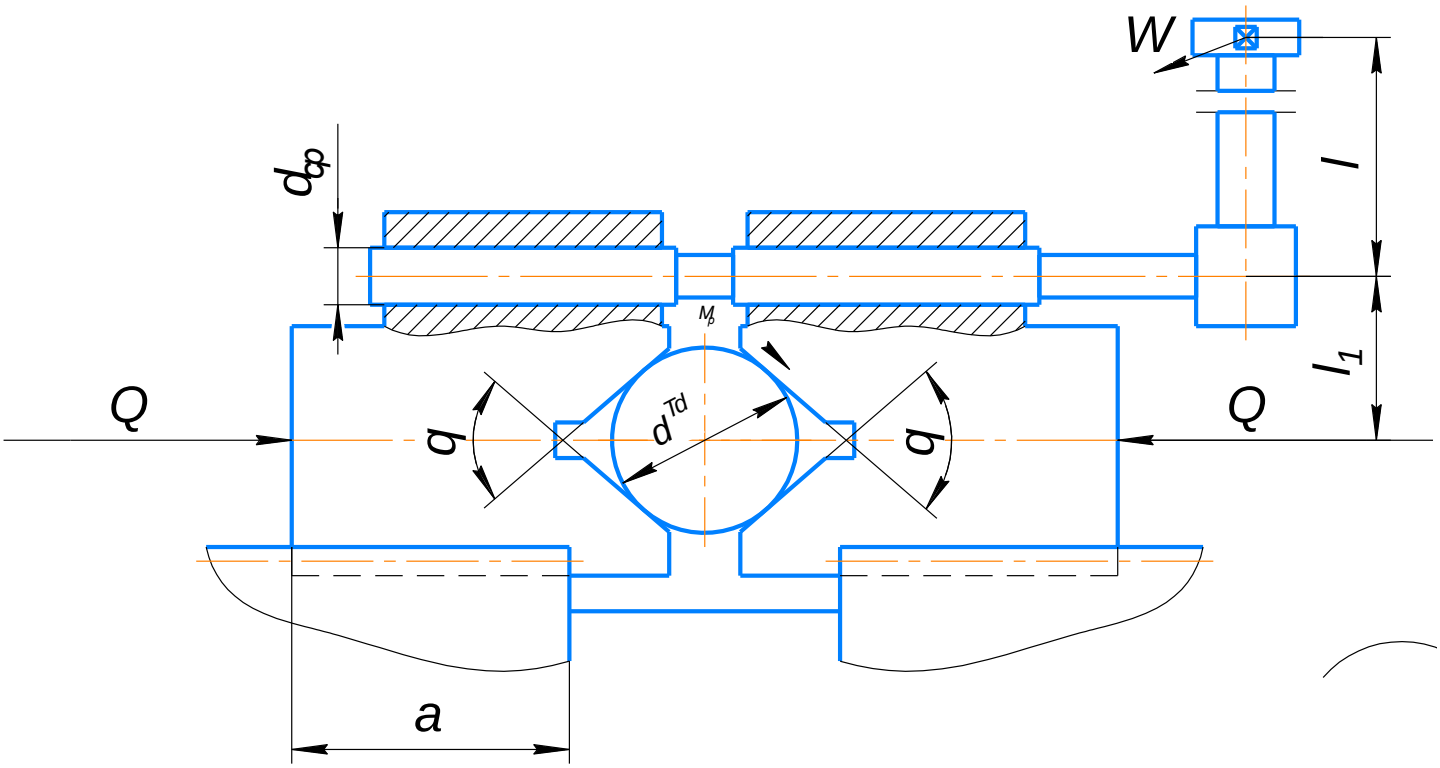
l_1, l_2 – длины шарнирных рычагов;

l_3, l_4 – плечи обычного рычага;

P_1, P_2 – составляющие силы обработки заготовки;

TH – допуск на установочный размер H заготовки.

Вариант 9.II



Дайте определение данному механизму. Назовите его элементы и объясните его работу. Определите какая должна быть длина l плеча приводного рычага, чтобы обеспечить надежное закрепление вала в тисках.

Дано: W – исходная сила на приводном рычаге;

l_1 – плечо действия приводного вала относительно плоскости приложения сил закрепления Q к заготовке;

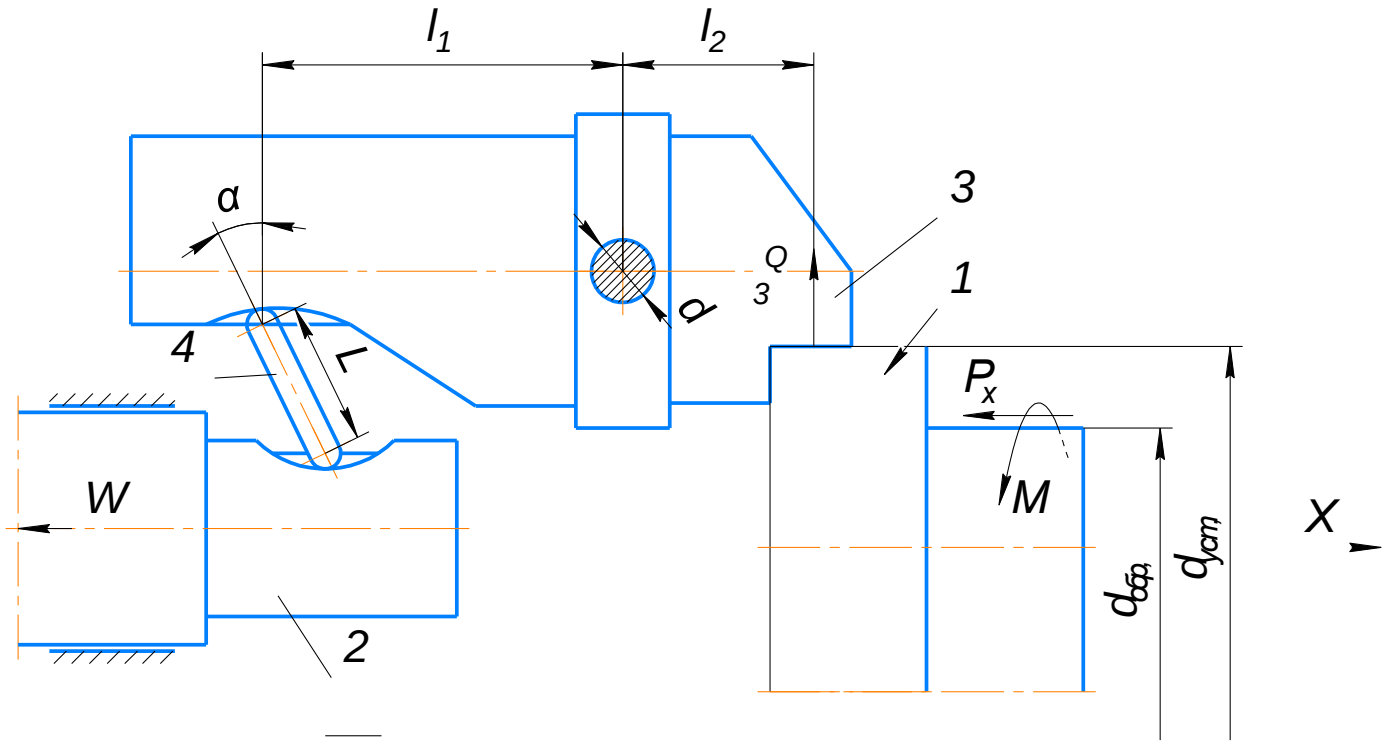
$d_{ср}$ – средний диаметр резьбы на приводном валу;

b – угол призм-установочных элементов механизма;

a – длина опор призма в рабочем положении;

$M_р$ – внешний момент обработки.

Вариант 10.II



Как называется этот механизм? Объясните работу механизма на операции токарной обработки заготовки 1 ступенчатого диска. Определите исходную силу W на штоке привода 2.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

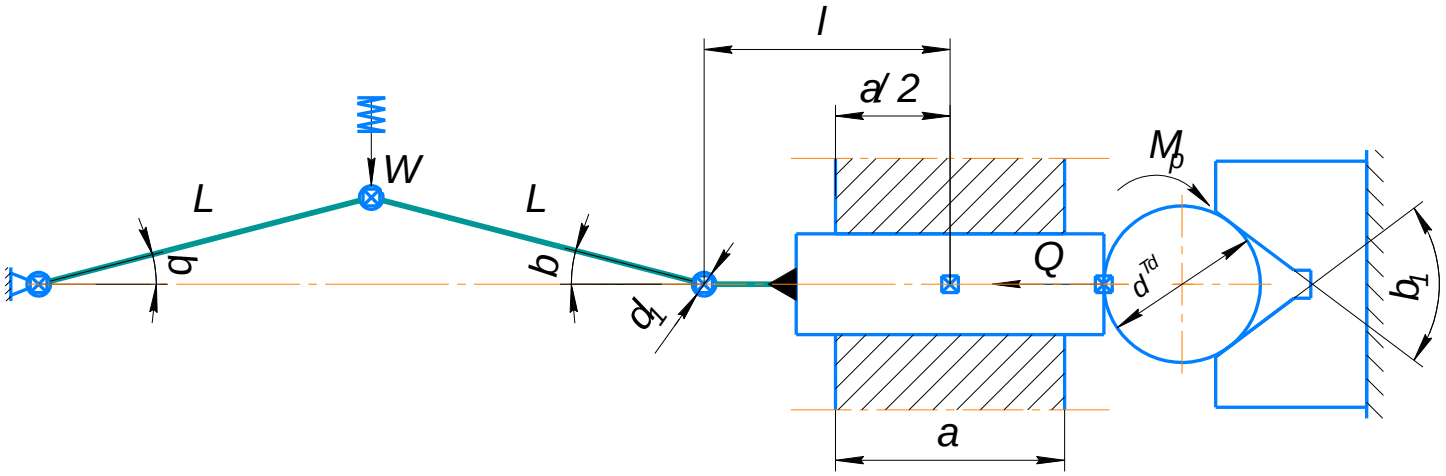
момент обработки M и осевая сила обработки $P_x > Qf/3$, где Q – сила закрепления заготовки суммарная тремя рычагами 3;

диаметры заготовки – $d_{обр.}$ и $d_{уст.}$;

плечи l_1, l_2 и диаметр d опоры рычага 3;

длина L и угол α наклона шарнирного рычага 4.

Вариант 11.II



Назовите этот механизм. Определите длину шарнирных рычагов L и угол их наклона в исходном положении механизма b.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

W – исходная сила привода;

M_p – внешний момент обработки заготовки вала диаметром d – Td;

a – ширина направляющей опоры плунжера;

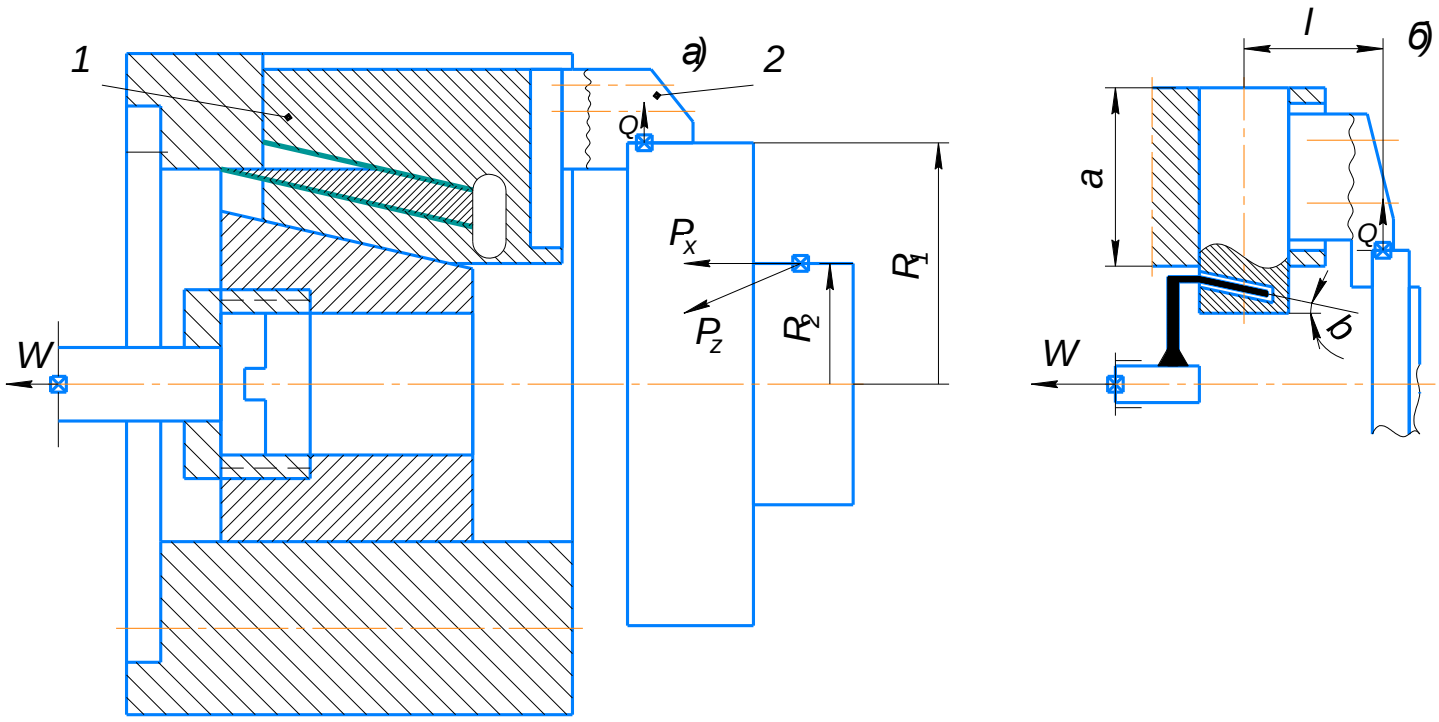
l – вылет шарнира d_1 относительно опоры плунжера;

d_1 – диаметр шарнира;

b_1 – угол опорной призмы;

b – угол наклона шарнирных рычагов в рабочем положении механизма.

Вариант 12.II



Назовите механизм данного патрона. Определите величину исходной силы привода патрона W.

Дано: конструктивная а) и расчетная схема б) патрона;

a – ширина опоры плунжера 1;

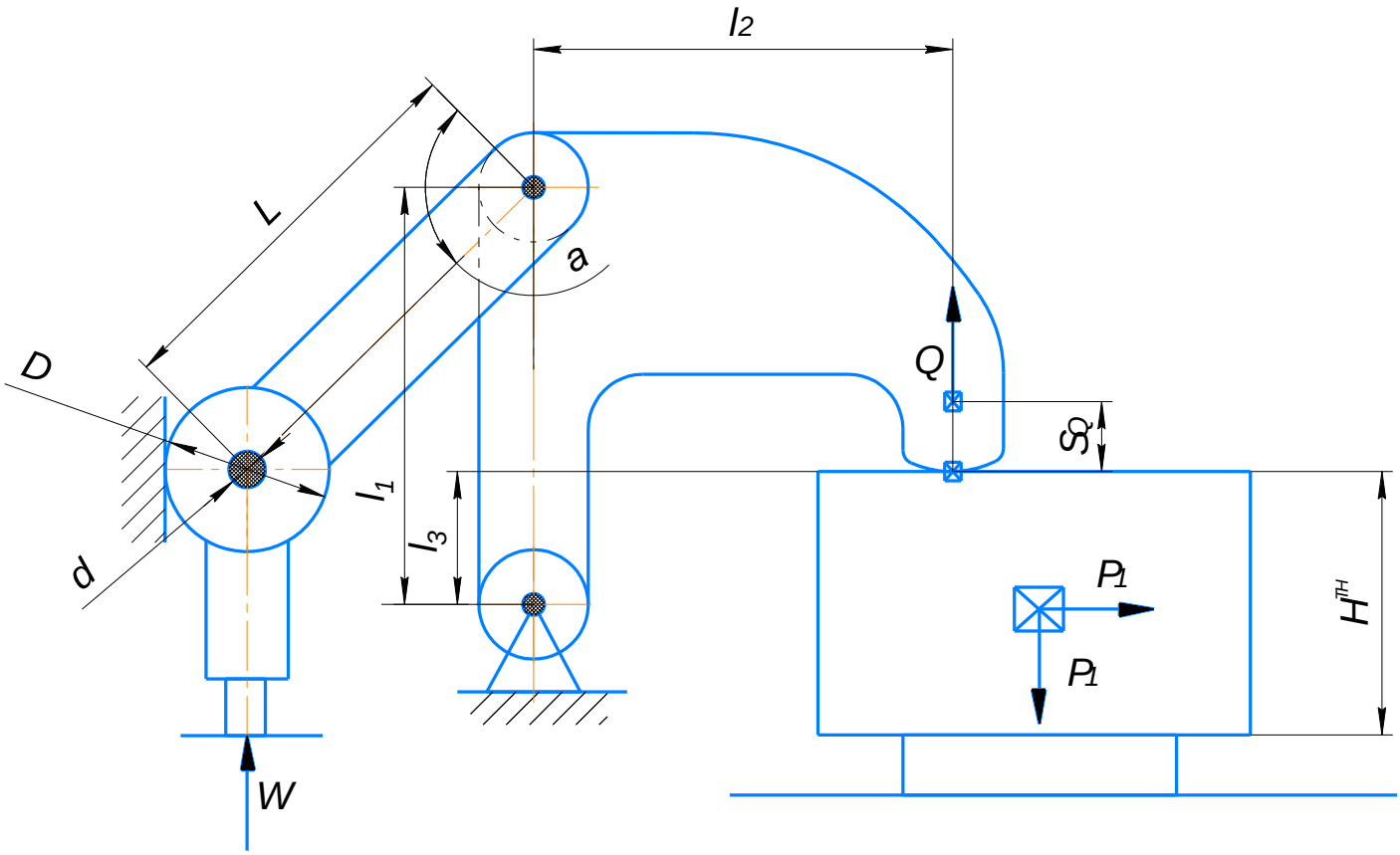
l – вылет кулака 2 относительно плунжера;

b – угол плоского клина;

P_x и P_z - радиусы цилиндрических поверхностей заготовки;

z = 3 – количество кулаков патрона.

Вариант 13.II



Дайте определение данному механизму. Определите величину исходной силы W и величину хода механизма S_Q при закреплении заготовки корпусной детали размером высоты Н-ТН.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

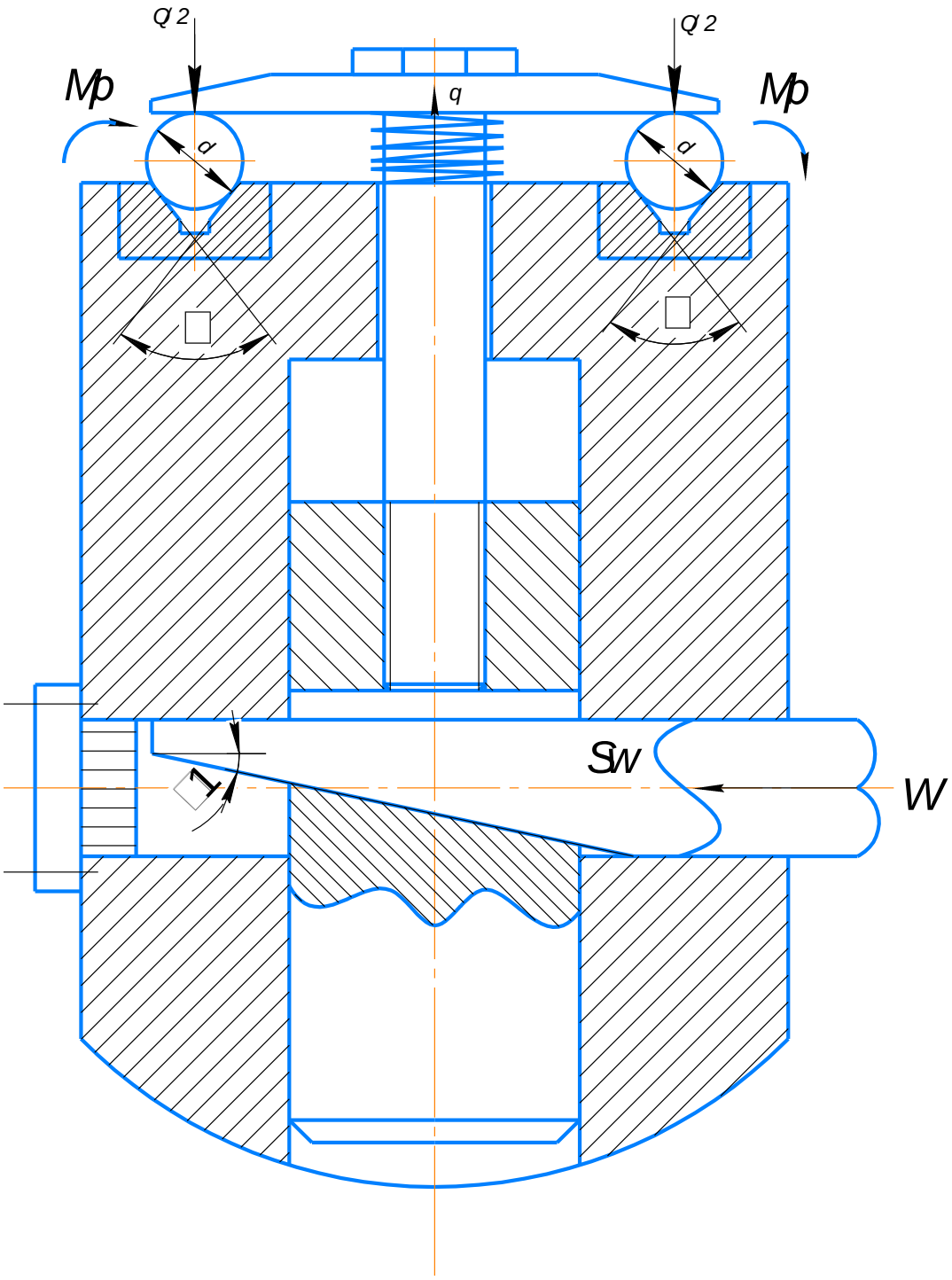
$l_1,\ l_2,\ l_3$ – плечи простого рычага;

L и a – длина и угол наклона шарнирного рычага в рабочем положении;

D и d – диаметры ролика и его цапфы;

P_1 и P_2 – составляющие силы обработки заготовки.

Вариант 14.II



Как называется данный механизм? Объясните его работу. Определите величину исходной силы привода W и величину хода клина S_W, к которому она прикладывается.

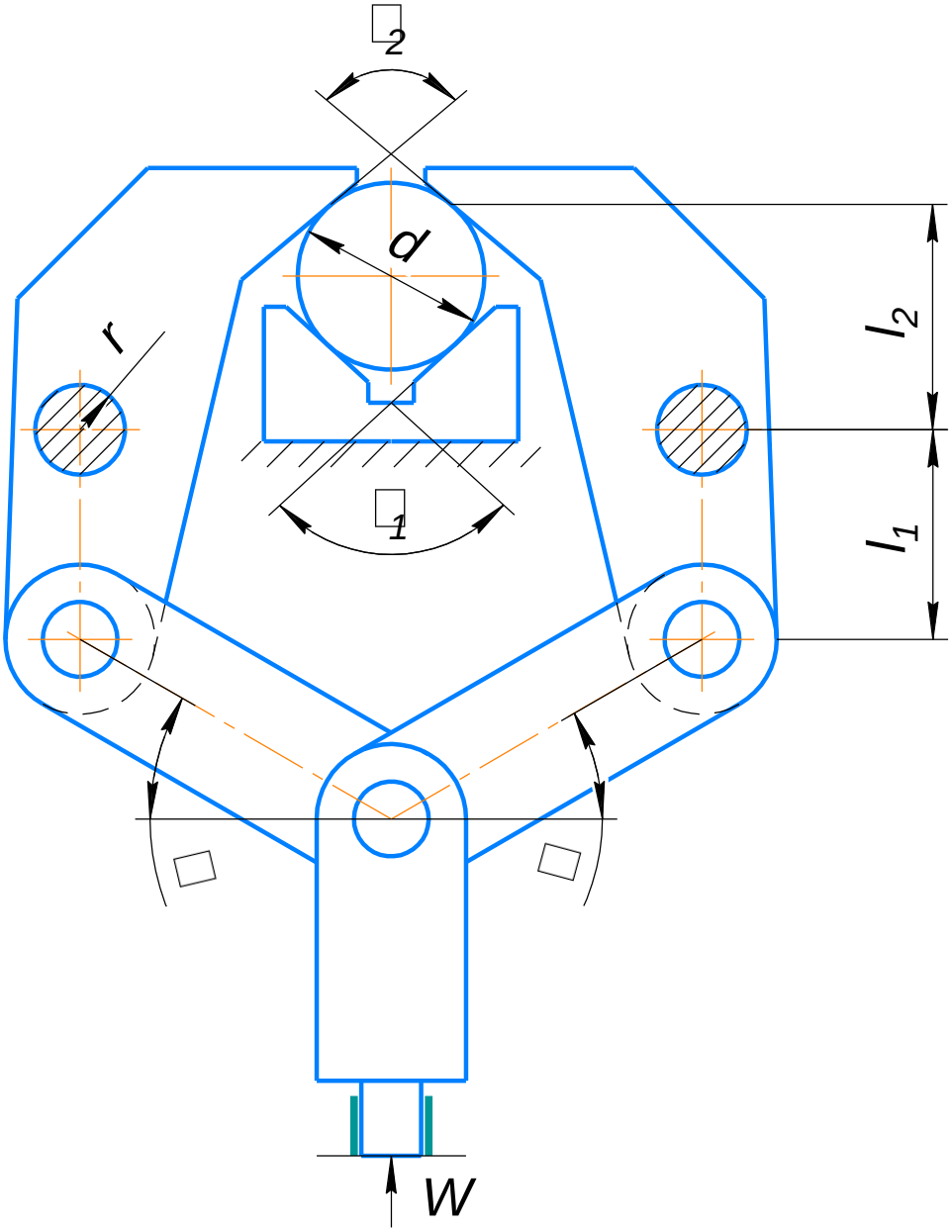
Дано: a_1 – угол клина;

M_P – внешний момент обработки торцев заготовок валов;

d и Td – диаметр и допуск на диаметр цилиндрических поверхностей заготовок валов, по которым выполняется установка;

a – угол установочных опорных призм.

Вариант 15.II



Назовите этот механизм. Определите величину исходной силы привода W с учетом потерь на трение в простом рычаге.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

l_1, l_2, r и a_2 – плечи, радиусы опор и угол расположения рабочих плоскостей простого рычага;

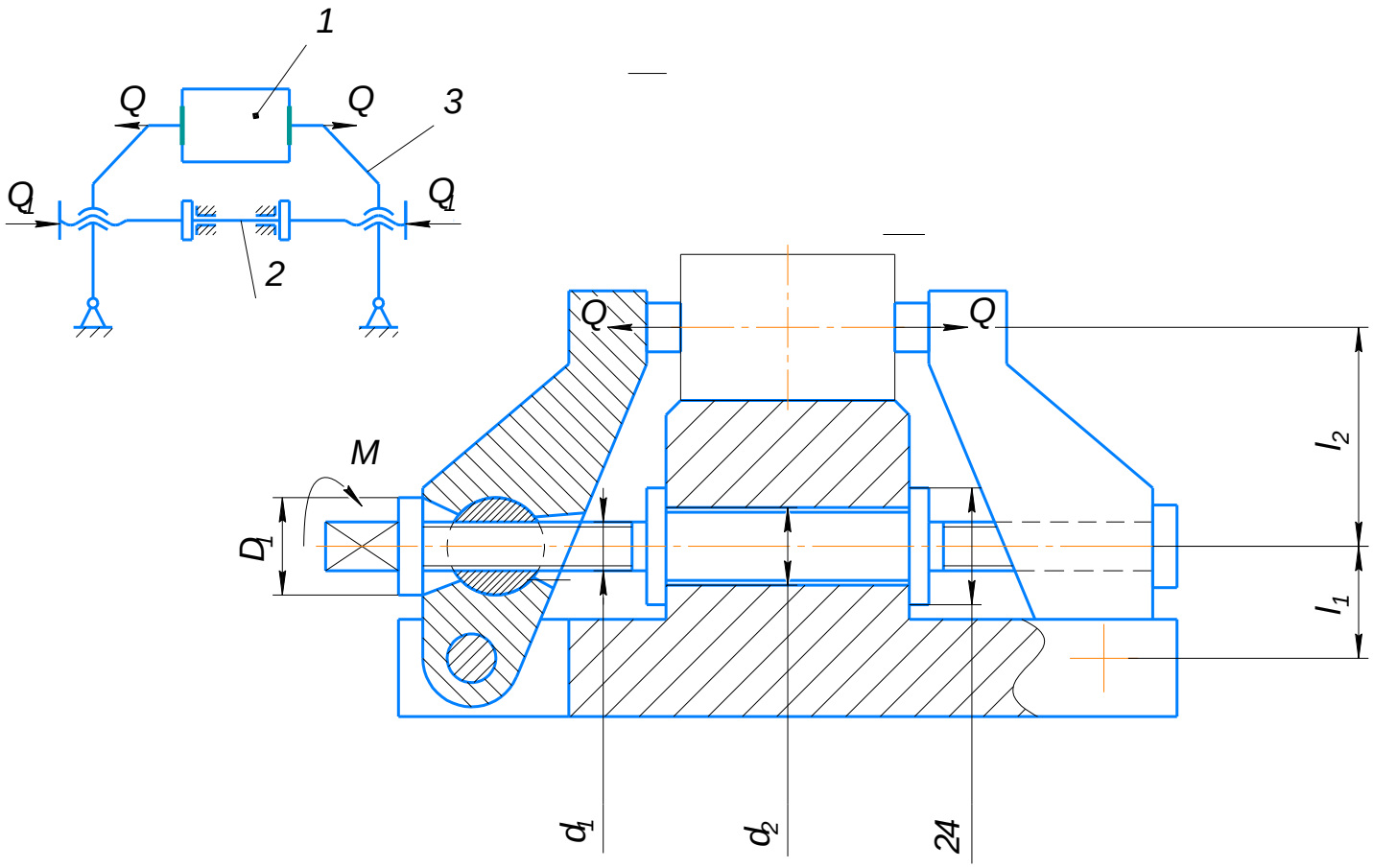
a_1 – угол опорной призмы;

a – угол наклона шарнирных рычагов в рабочем положении;

d – диаметр заготовки вала;

M_p – внешний момент обработки заготовки.

Вариант 16.II



Как называется этот механизм? Объясните работу механизма при закреплении заготовки корпусной детали 1. Определите величину внешнего момента М на приводном винтовом валу 2, чтобы обеспечить закрепление заготовки силами Q.

Дано: конструктивная схема и расчетная схема механизма;

l_1, l_2 – плечи рычагов 3;

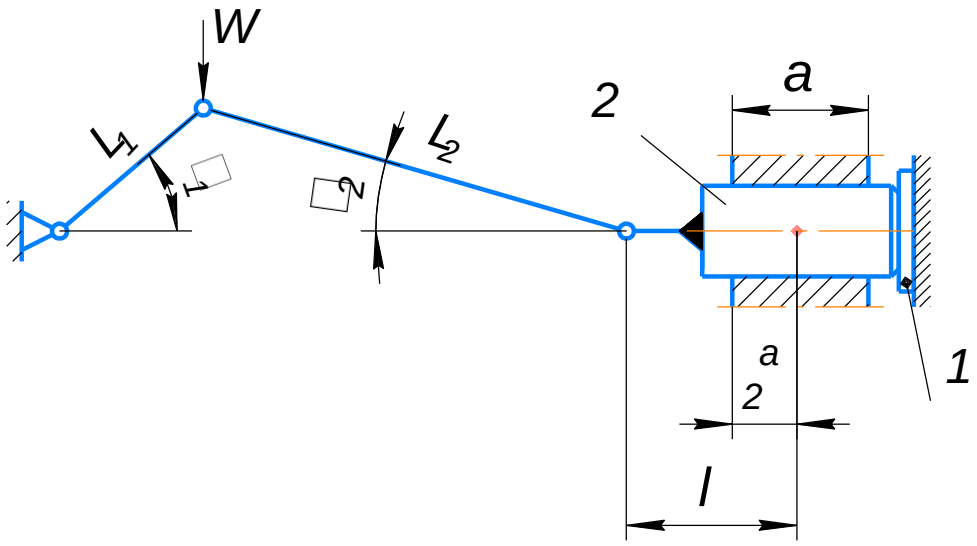
d_1 – диаметр резьбы;

d_2 – диаметр шейки;

D_1 – диаметр буртов;

D_2 – диаметр винтового вала.

Вариант 17.II



Дайте название этого механизма. Определите исходную силу привода W, чтобы обеспечить закрепление заготовки 1 силой Q.

Дано: схема механизма в рабочем положении;

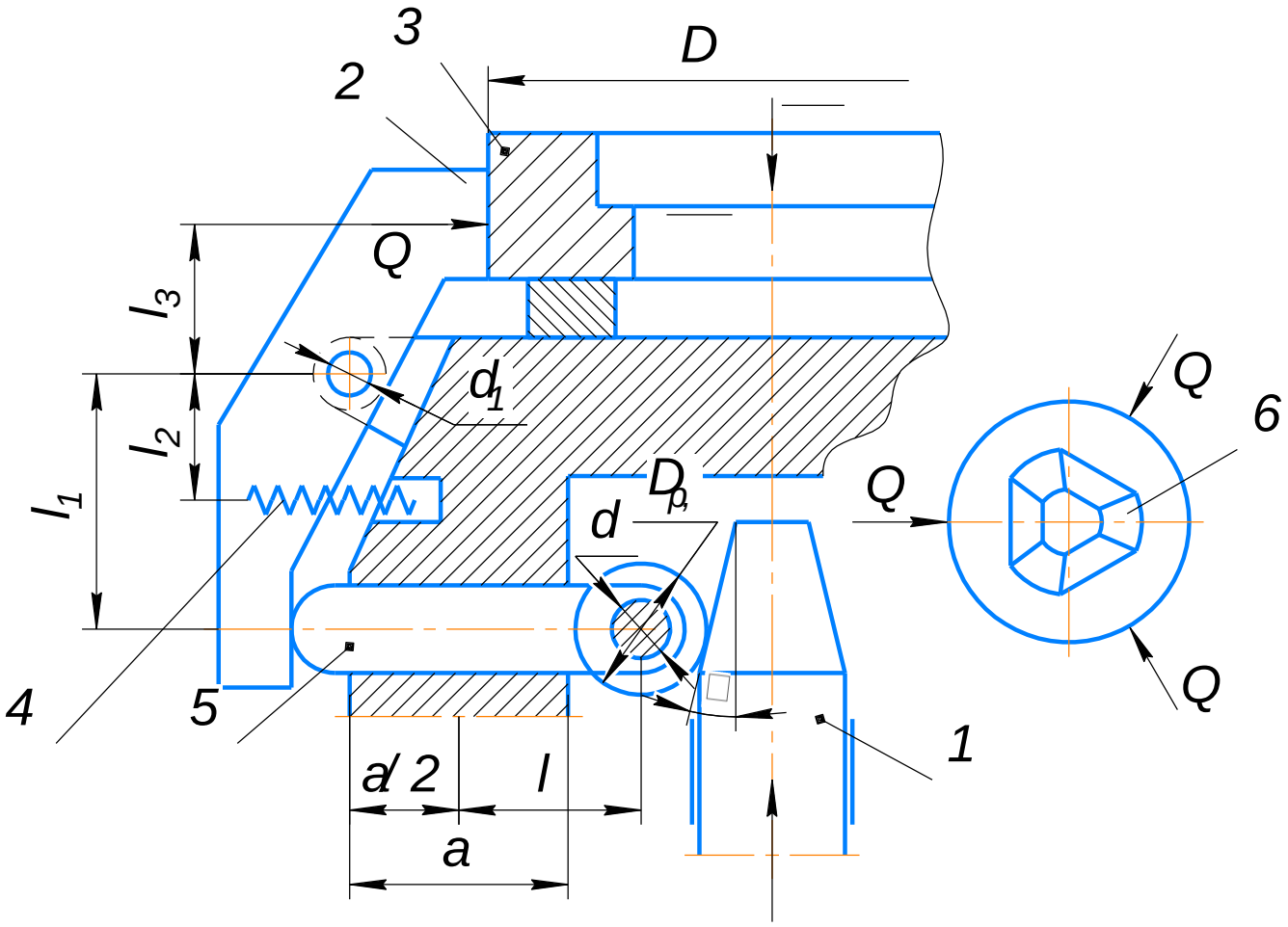
L_1 и L_2 – длина шарнирных рычагов;

α_2 – угол наклона шарнирного рычага L_2;

a – ширина опоры плунжера 2;

l – вылет плунжера.

Вариант 18.II



Как называется этот механизм? Определите величину исходной силы W на штоке 1 привода механизма, чтобы обеспечить на каждом рычаге 2 механизма требуемую силу Q для закрепления заготовки диска 3.

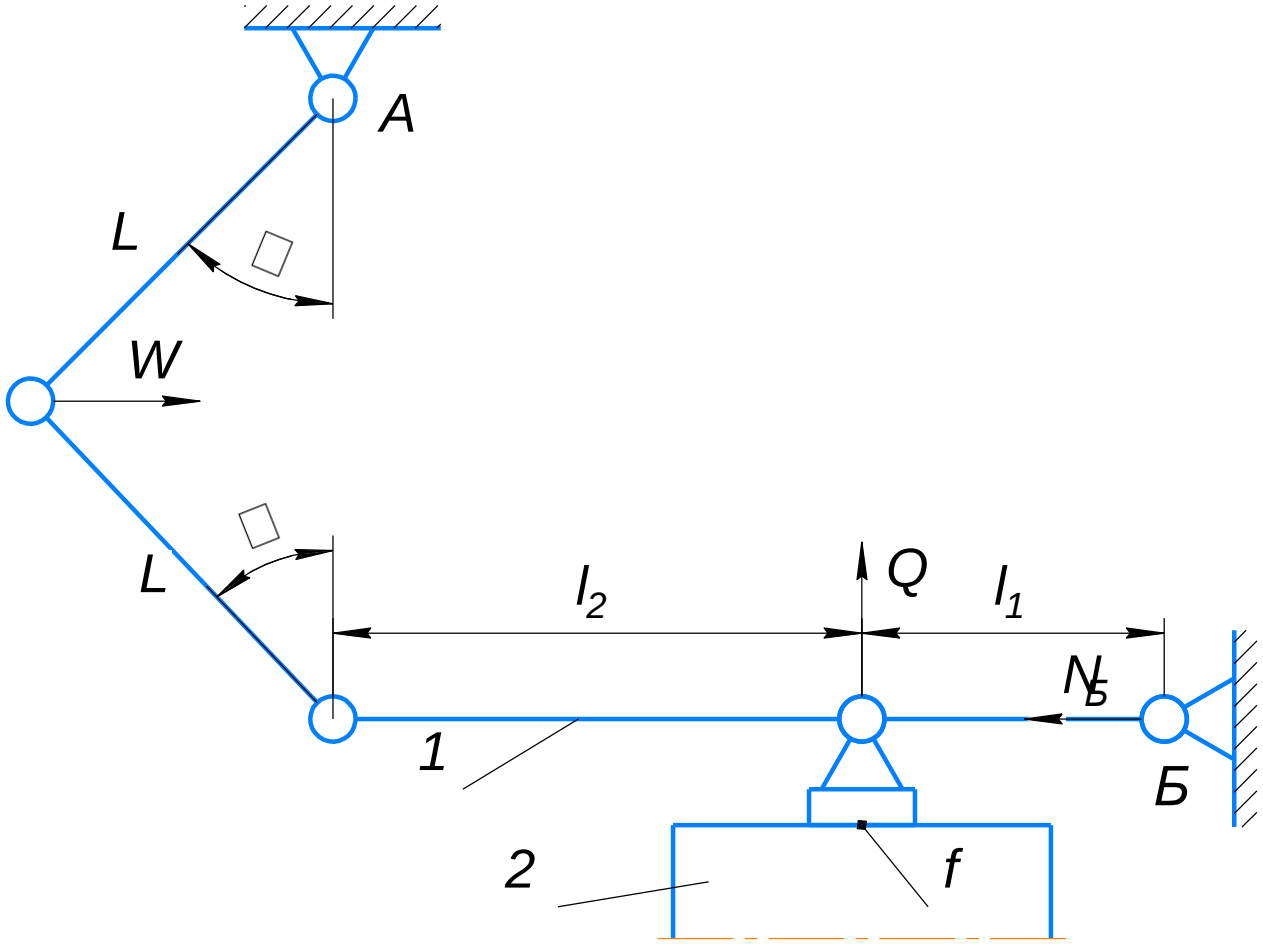
Дано: момент M и осевая сила $P_{ос.}$ обработки;

плечи l_1, l_2, диаметр опоры d_1 и плечо l_3 действия пружин 4 рычагов;

ширина опоры «a», вылет l, диаметр опоры d_2 и диаметр ролика D_P плунжера 5;

угол плоского клина α на каждой грани 6 штока привода.

Вариант 19.II



Как называется этот механизм? Определите при каком соотношении плеч рычага 1 реакция $N_Б$ со стороны опоры Б будет близка к нулю при закреплении заготовки 2.

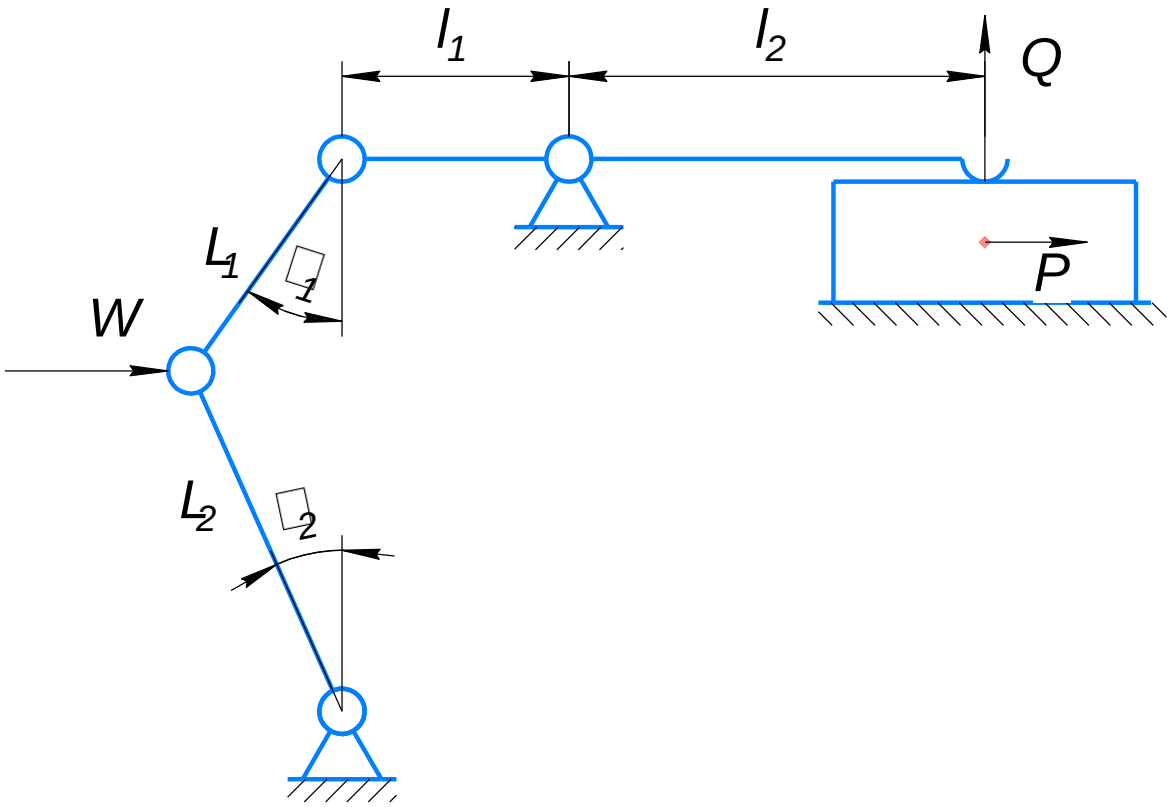
Дано: схема механизма в рабочем положении;

$\alpha = 44°$;

$\beta = 1°$;

Коэффициент трения $f = 0{,}1$.

Вариант 20.II



Как называется этот механизм? Определите длину L_2 шарнирного рычага 2.
Дано: схема механизма в рабочем положении;
длина L_1 шарнирного рычага 1;
W – исходная сила привода;
P – сила обработки;
плечи l_1 и l_2 обычного рычага;

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по РАЗДЕЛУ II «МЕХАНИЗМЫ»

1.II Основные положения по расчету механизмов.

Одной из задач, решаемых при проектировании технологической оснастки механообрабатывающего производства, является расчет зажимных механизмов станочных приспособлений. Поэтому расчет зажимных механизмов принят за основу задания по разделу II данной курсовой работы.

Целью расчета является определение силовых и кинематических параметров зажимных механизмов, таких как: сила привода W, коэффициент силовой передачи, величина рабочего хода штока привода, размер и угол наклона звена механизма. Объектами расчета являются клиноплунжерные, шарнирно-рычажные механизмы, а также комбинированные механизмы, состоящие из рычажных, резьбовых, клиновых или эксцентриковых простых механизмов.

Исходным материалом для расчета зажимного механизма является схема базирования, на которой обозначаются:

- основные функциональные элементы механизма;
- действие внешних сил;
- размерные и геометрические параметры механизма.

Выполнение задания по разделу II следует начинать с анализа исходного материала, на основе которого определяется вид механизма, взаимодействие его звеньев и дается краткое описание работы механизма. После такого выполняется расчет механизма.

Расчет механизма начинается с построения расчетной схемы механизма, которая является основой расчета. На расчетной схеме помимо внешних сил показывается действие внутренних сил, таких как сил трения, реактивных сил и моментов. Если необходимо, на расчетной схеме строится исходное положение звеньев механизма. При расчете, как правило, с помощью расчетных уравнений звеньев следует «двигаться» по механизму от заготовки к приводу.

2.II Пример расчета механизма

Исходный материал:

- схема механизма для закрепления заготовки вала на опорной призме на операции обработки торцев (рисунок 1.II);

- основные функциональные элементы механизма:

1 – привод (гидроцилиндр), 2 – плоский клин, 3 – ролик, 4 – плунжер, 5 – опора плунжера, 6 – заготовка вала, 7 – широкая призма, 8 – пружина;

- внешние силы: W – исходная сила привода, Q – сила закрепления заготовки, q – сила растяжения пружины, M – момент обработки;

- размерные и геометрические параметры: D – диаметр ролика, d – диаметр опоры ролика, a – ширина опоры плунжера, α – угол плоского клина, α_1 –

угол призмы, d_1 – диаметр заготовки, l – расстояние от центра ролика до середины опоры плунжера (вылет плунжера).

Дано: M, d_1, Td_1, α, α_1; D, d, q, a, l, q.

Требуется определить W и величину хода штока гидроцилиндра x.

РАСЧЕТ

1. Из схемы механизма следует, что данный механизм является клиноплунжерным с роликом. При работе механизма клин 1 получает рабочее перемещение от штока привода 1 под действием исходной силы W, величину которой требуется определить в результате расчета механизма. Перемещение клина передается на ролик 3 с плунжером 4, который перемещается на опоре 5 и передает исходную силу привода на заготовку 6 в виде силы закрепления Q. Таким образом происходит закрепление заготовки на опорной призме 7 при помощи данного механизма. Постоянный контакт клина и ролика при работе механизма обеспечивается пружиной 8.

2. на основе схемы механизма и п. 1 строится расчетная схема механизма, которая приведена на рисунке 3.II. На расчетной схеме помимо внешних сил W, q и Q обозначены силы, которые действуют внутри механизма, вследствие контактов между его элементами.

Вначале расчета определяется требуемая сила закрепления заготовки Q. Для этого в данном случае используется формула из условия статического равновесия заготовки на опорной призме, как сумма моментов относительно оси заготовки O_1:

$$Q = \frac{k * M}{\frac{d_1}{2}\left(f_4 + \frac{f_5}{\sin\frac{\alpha}{2}}\right)},$$

k – коэффициент запаса, принимается в зависимости от вида и режимов обработки (k = 1,5…2,0);

M – внешний момент обработки; Н*мм;

d_1 – диаметр заготовки, мм;

α_1 – угол призмы;

f_4 и f_5 – коэффициенты, учитывающие влияние сил трения F_4 и F_5, принимаются в зависимости от состояния контактируемых поверхностей, обычно $f_4 = f_5 =$ (0,1…0,12);

F_4 – сила трения между заготовкой и плунжером;

F_5 – сила трения между заготовкой и наклонными плоскостями призмы.

Далее рассматривается действие сил на ролик с плунжером со стороны клина. Согласно свойству плоского клина на ролик с плунжером действуют силы Q_1 и Q_2, которые условно прикладываются к оси ролика O_2 и по отношению к ролику с плунжером являются внешними силами. Эти силы образуют треугольник сил, из которого следует, что

$$Q_1 = Q_2 tg(\alpha + \varphi_{1пр.}) \dots (1),$$

где α – угол плоского клина, град.;

$\varphi_{1пр.}$ – приведенный угол трения, учитывающий влияние силы трения качения $F_{1пр}$ между клином и роликом:

$$tg(\varphi_{1пр.}) = tg(\varphi) * \frac{d}{D} = f_1 * \frac{d}{D},$$

D – диаметр ролика, мм;

d – диаметр опоры ролика, мм;

f_1 – коэффициент трения скольжения между клином и роликом, f_1 = 0,08…0,10.

Сила Q_2 действует на плече l и создает внешний момент $Q_2\, l$, который уравновешивается реактивным моментом $\frac{2}{3}aN$, от пары нормальных реакций N, каждая из которых является равнодействующей реактивных сил, распределенных по закону треугольника на каждой половине опоры плунжера шириной a, то есть:

$$Q_2 l = \frac{2}{3} aN \dots (2),$$

Действие силы Q_1 при помощи плунжера передается на заготовку в виде силы закрепления Q, которая по отношению к плунжеру является реакцией заготовки. Передача происходит с учетом влияния сил трения F_3, обусловленного действием нормальных реакций N на каждой половине опоры плунжера. Поэтому

$$Q = Q_1 - 2F_3 = Q_1 - 2f_3 N \dots (3),$$

где $f_3 = f_1$.

Решая систему уравнений 1, 2, 3 относительно силы Q_2, в итоге получим

$$Q_2 = \frac{Q}{\left[tg(\alpha + \varphi_{1пр.}) + f_3 \frac{3l}{a}\right]} \text{ Н.}$$

Теперь для определения силы привода W используется уравнение плоского клина. При этом учитывается, что часть этой силы расходуется на растяжение пружины q:

$$W = Q_2\left[tg(\alpha + \varphi_{1пр.}) + tg(\varphi_2)\right] + qcos(90° - \alpha) \text{ Н,}$$

где φ_2 – угол трения, учитывающий влияние силы трения скольжения на направляющих плоского клина.

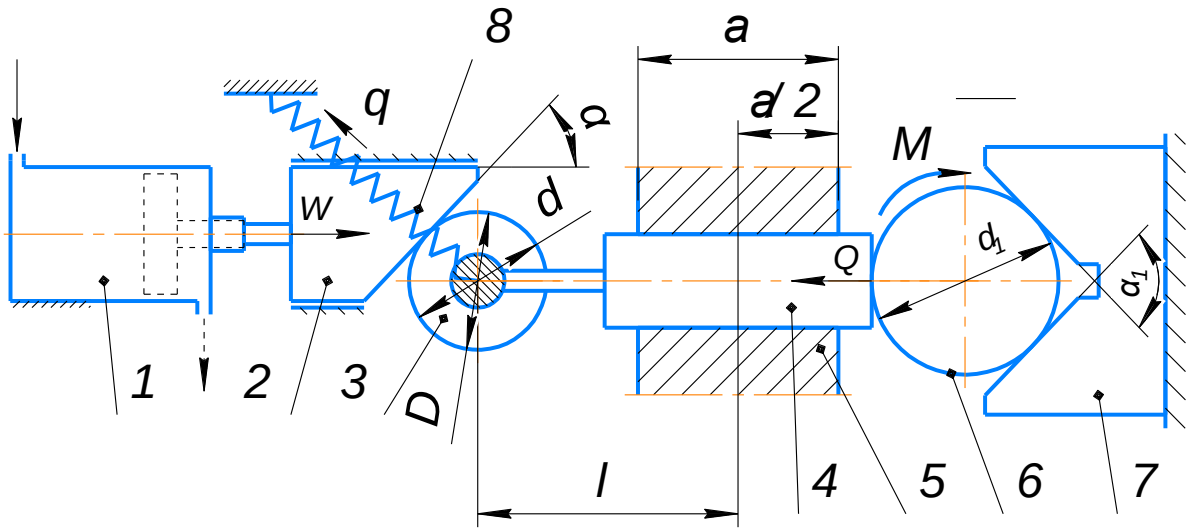


Рисунок 1.II – схема механизма для закрепления заготовки вала на опорной точке.

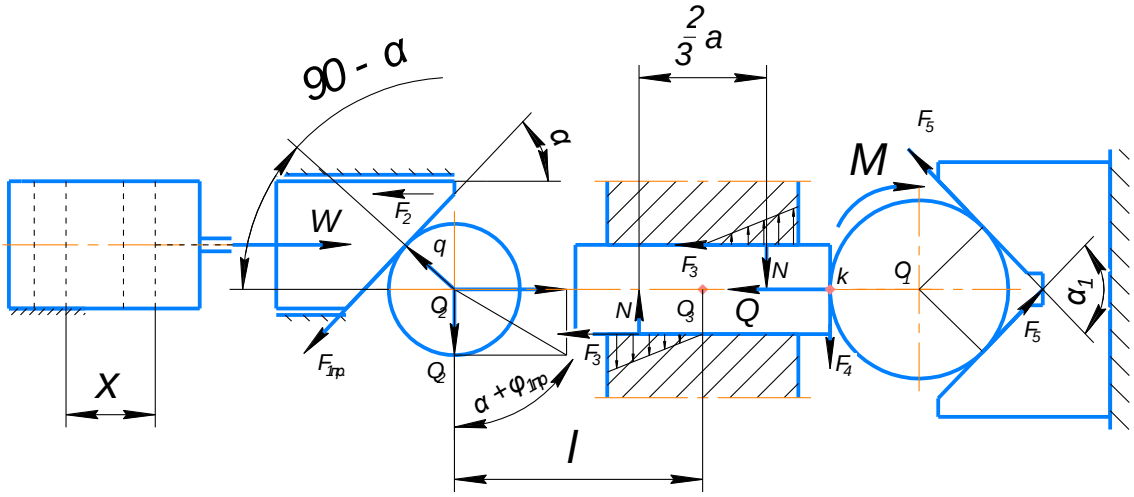


Рисунок 2.II – расчетная схема механизма для закрепления заготовки вала на опорной точке.

Величина хода штока гидроцилиндра x определяется по отклонению точки «k» заготовки на опорной призме с учетом влияния коэффициента передачи плоского клина, который равен тангенсу угла клина. Таким образом

$$x = \frac{1}{tg(\alpha_1)} * \left[\frac{Td_1}{2}\left(1 + \frac{1}{\sin(\frac{\alpha_1}{2})}\right)\right] \text{ мм,}$$

где Td_1 – допуск на диаметр заготовки.

Литература

А.Г. Холодкова «Технологическая оснастка» Учебник М.: Машиностроение, 2013, 2013. – 321с.

Б.В. Шандров «Технологическая оснастка» Учебное пособие М.: ООО «Компания Демос», 2014. – 180с.

В.Ю. Блюментшейн, А.А. Клепцов «Проектирование технологической оснастки» Учебное пособие, С-Петербург «Лань», 2021. – 224с.

В.С. Корсаков «Основы конструирования приспособлений» Учебник М.: Машиностроение, 1983. – 278с.

Приложение

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Титульный лист

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ

Машиностроительный факультет

Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

по курсовой работе дисциплины «Технологическая оснастка механообрабатывающего производства».

Направление подготовки: 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов». Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении».

Студент……. Группа……

Преподаватель……

Курсовая работа выполнена с оценкой…….

Преподаватель…….. Дата……

МОСКВА – 202…

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ

Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу дисциплины «Технологическая оснастка механообрабатывающего производства»

ВАРИАНТ…

Студент……..
Группа……

Преподаватель……../……/
Дата выдачи задания……

Зав. кафедрой ……../……/

МОСКВА – 202… г.

ВАРИАНТ 21.I

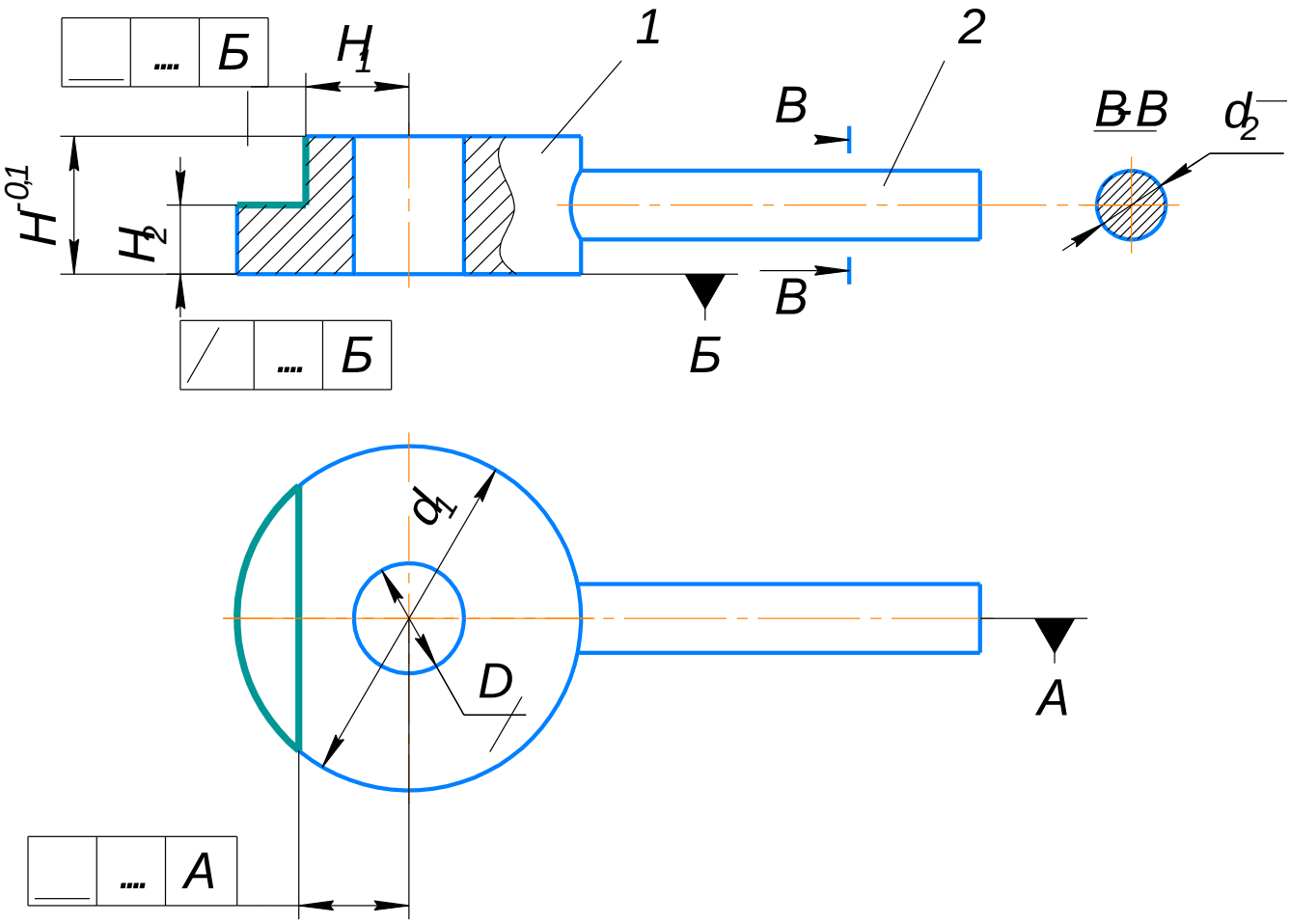


Рисунок 1

Для операции обработки уступа на заготовке рычага с указанными на чертеже заготовки техническими требованиями составить схему базирования и разработать схему установки данной заготовки.

Исходный материал: чертеж заготовки (см. рисунок 1).

СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ

1. Согласно заданию, схема базирования составляется для операции механообработки уступа на головке детали.

2. Деталь относится к классу «рычаги». Конструкция детали состоит из двух функционально взаимосвязанных частей – головки 1 и рычага 2, выполненных в форме цилиндров диаметрами d_1 и d_2. Головка имеет сквозное отверстие D, ось которого совпадает с осью цилиндрической головки. Конструкция детали симметрична, имеет плоскость симметрии «А», которая проходит по оси головки и по оси рычага. Конструкция детали достаточно устойчива по торцевой плоскости головки «Б».

3. Положение и размеры уступа задаются размерами H_1 и H_2, а также требованиями перпендикулярности и параллельности.

4. Исходя из технических требований на обработку уступа, конструкторскими базами для поверхностей уступа являются торцевая плоскость головки «Б», плоскость симметрии детали «А» и ось отверстия D.

5. Руководствуясь принципом единства баз, указанные конструкторские базы принимаются за технологические базы. Среди них, по соображениям устойчивости заготовки в процессе обработки уступа, в качестве основной технологической базы назначается торцевая плоскость головки «Б», которая является установочной явной базой I. Второй по значимости технологической базой назначается ось отверстия D, которая является двойной опорной скрытой базой II. Третьей технологической базой становится плоскость симметрии детали «А», которая является опорной скрытой базой III.

6. Получается комплект технологических баз, образующий систему координат XYZ, в которой составляется схема базирования данной детали. База I имеет три опорные точки 1, 2, 3, поэтому располагается по оси X. База II имеет две опорные точки 4, 5, поэтому располагается по оси Y. База III с одной опорной точкой 6 располагается по оси Z.

База I лишает заготовку трех степеней свободы – перемещения 1 вдоль оси Y и поворотов 2, 3 вокруг осей X и Z. База II лишает заготовку двух степеней свободы – перемещений 4, 5 вдоль осей X и Z. База III лишает заготовку одной степени свободы – поворота вокруг оси Y. Таким образом, данный комплект технологических баз лишает заготовку шести степеней свободы в системе координат XYZ.

Составленная схема базирования показана на рисунке 2.

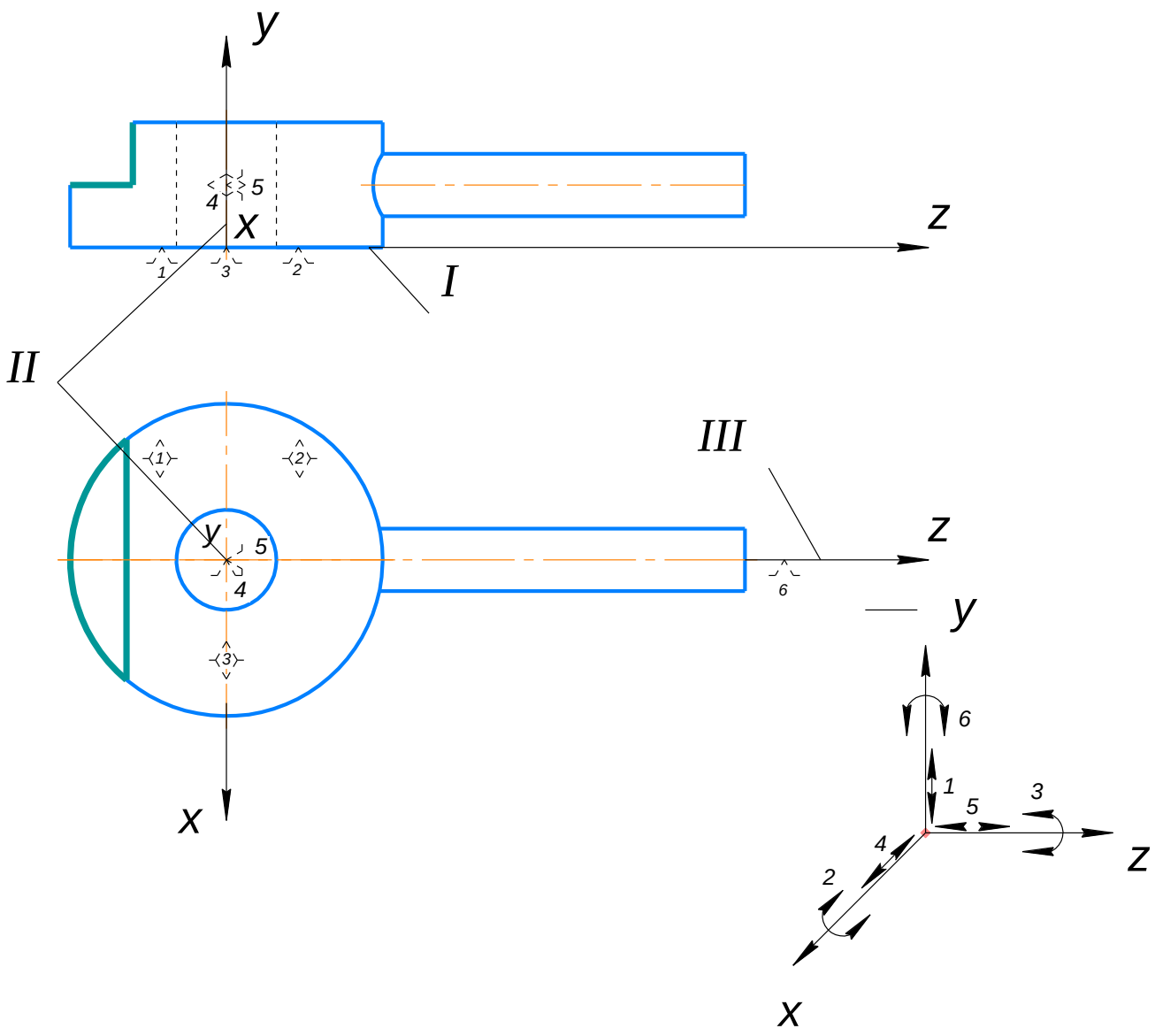


Рисунок 2.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УСТАНОВКИ

Исходный материал:

- схема базирования заготовки детали класса «рычаги» на операции обработки плоских поверхностей уступа на головке детали;
- обработка на вертикально-фрезерном станке, фрезерование двухстороннее с поперечной подачей;
- все базовые поверхности заготовки чисто обработаны.

Разработанная схема установки показана на рисунке 3.

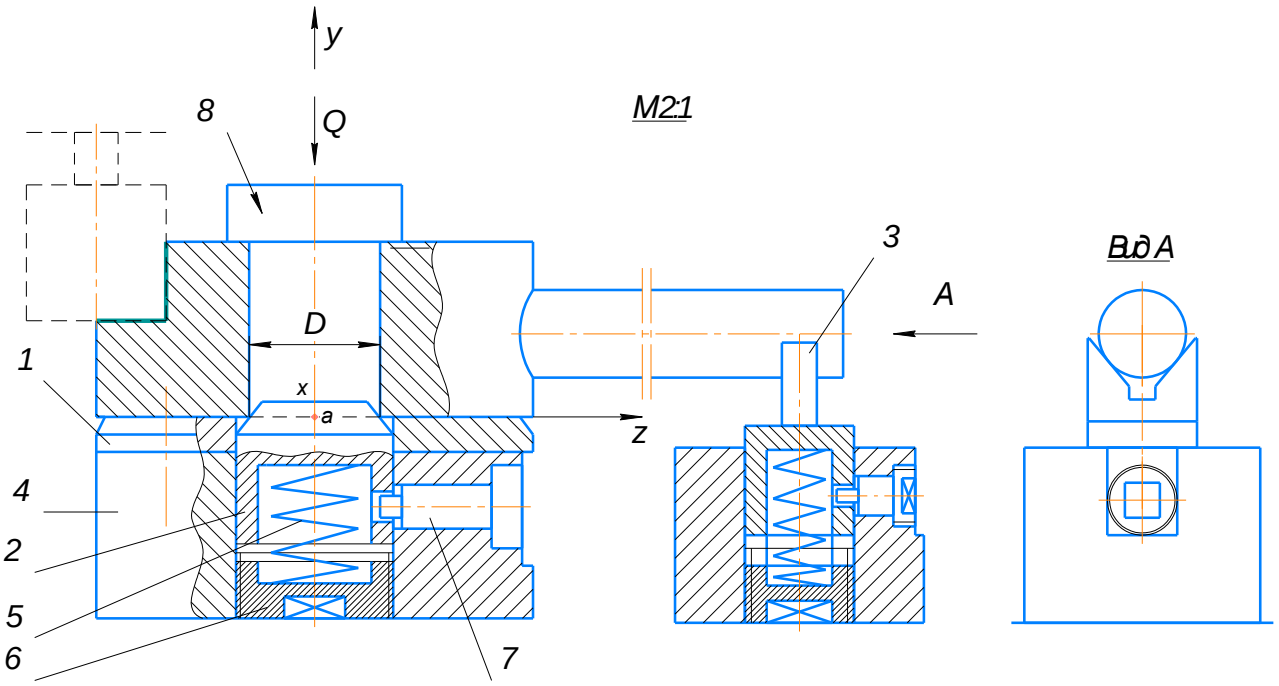


Рисунок 3.

В качестве установочных элементов применяется пластина 1, подвижной конический палец 2 и подвижная узкая призма.

3. Указанные установочные элементы монтируются в корпусе приспособления 4. Их выбор объясняется следующими факторами.

Технологической базой I является плоская, чисто обработанная торцевая поверхность головки «Б», на которую в процессе обработки поверхностей уступа действует основная часть внешней нагрузки. Контакт такой базы с пластиной обеспечивает в процессе обработки требуемую точность по размеру H_2 и параллельности, а также высокую жесткость установки и сохранение состояния базовой поверхности.

Технологической базой II является ось отверстия D в головке. Согласно первому правилу, чтобы реализовать скрытую базу II и тем самым обеспечить в процессе обработки требуемую точность по размеру H_1 и перпендикулярности, необходим контакт установочного элемента с поверхностью отверстия, которое геометрически формируется относительно этой базы. В данном случае конус пальца контактирует с кромкой отверстия и база II реализуется в точке «а», которая за счет конуса располагается на оси отверстия. Согласно второму правилу, палец должен быть подвижным. Для этого конструкция пальца снабжается пружиной 5, резьбовой пяткой 6 и фиксатором 7.

Технологической базой III является плоскость симметрии детали «А», которая проходит по оси головки и рычага. Рычаг имеет форму цилиндра, поэтому для базирования рычага по плоскости симметрии, самым оптимальным вариантом является применение призмы. Согласно второму правилу, призма должна быть узкой и подвижной.

Последовательность движений заготовки во время установки следующая. Вначале заготовка базируется вокруг оси Y путем контакта цилиндрической

поверхности рычага с призмой. Базирование происходит за счет угла призмы «α», который в данном случае должен быть по возможности небольшим, меньше 90°. Тогда контакт получается более надежный и базирование рычага более точным. Затем заготовка базируется вдоль осей Z и X путем контакта конуса пальца с кромкой отверстия D в головке детали. Заканчивается базирование заготовки контактом базы I с пластиной, в результате которого заготовка базируется вдоль оси Y и вокруг осей X и Z. В заключении процесса установки заготовка закрепляется силой Q при помощи рычажного механизма 8.

При разработке данной схемы установки возможны следующие ошибки.

1. Применение цилиндрического пальца вместо конического. Тогда схема установки не будет соответствовать заданной схеме базирования, что выразится в снижении точности обработки по размеру H_1.

2. Применение широкой призмы вместо узкой. Тогда, вследствие погрешностей заготовок, положения заготовок в приспособлении будут разными, что отразится на снижении точности обработки по обеспечению перпендикулярности поверхности уступа плоскости симметрии детали «А».

3. Применение штырей с плоской головкой вместо пластины. Устойчивость заготовки повысится. Но снизится жесткость установки, что отразится на снижении точности обработки по размеру H_2 и обеспечению перпендикулярности поверхности уступа торцу головки «Б».

ВАРИАНТ 21.II

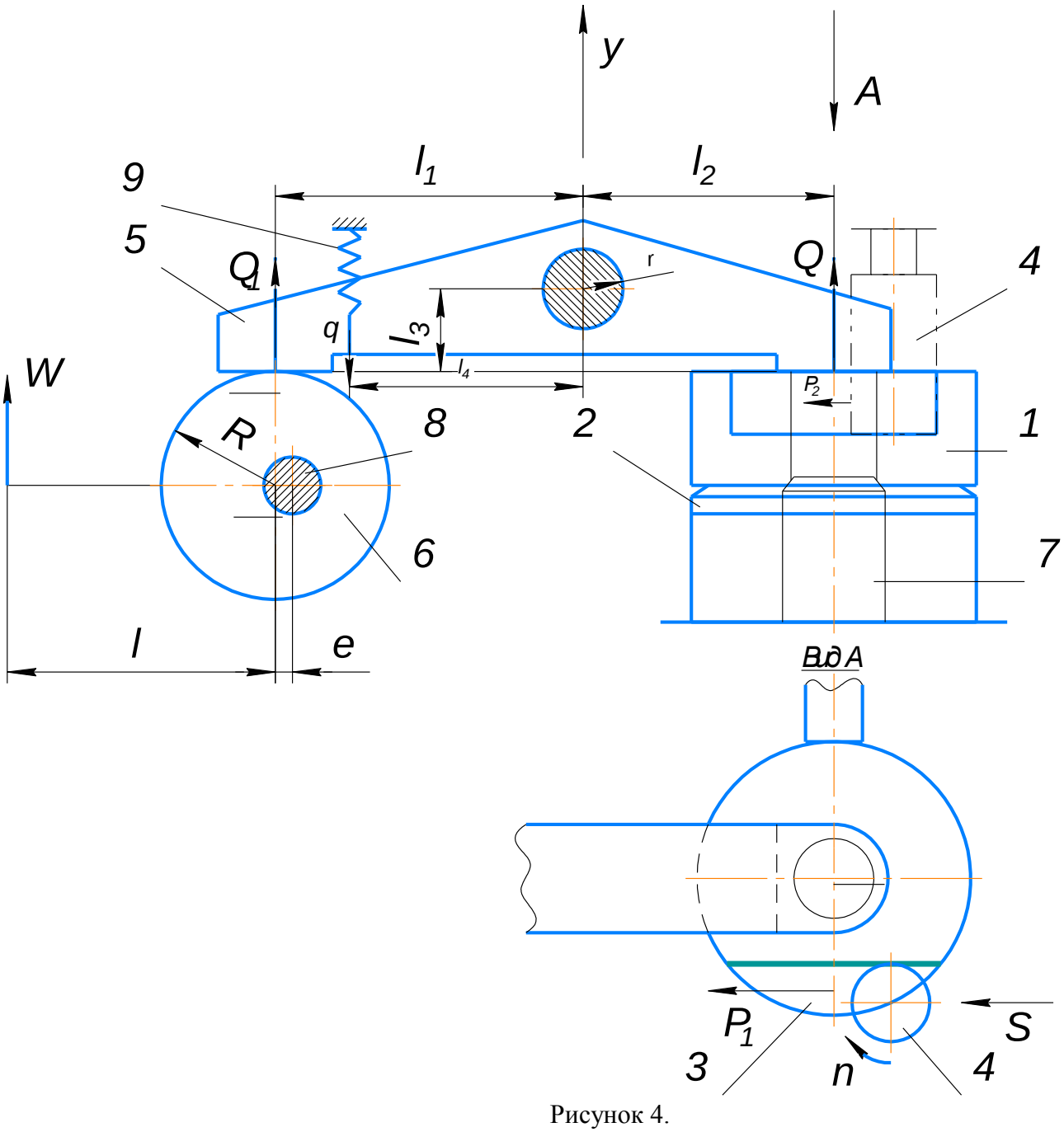


Рисунок 4.

Для закрепления заготовки 1 силой Q в приспособлении на пластине 2 при выполнении операции фрезерования уступа 3 на вертикально-фрезерном станке фрезой 4 применяется комбинированный механизм, в котором рычаг 5 приводится в действие эксцентриком 6 силой Q_1. Постоянный контакт эксцентрика и рычага обеспечивается пружиной 9, расположенной на плече l_4 .

Требуется определить величину эксцентриситета e и радиуса эксцентрика R, при которых силы обработки при фрезеровании уступа воспринимаются только пластиной и не действуют на установочный палец 7.

Исходный материал:

- схема механизма и схема обработки уступа (рисунок 4);

- схема установки (рисунок 3);
- силы обработки P_1 и P_2;
- радиус опоры рычага r;
- усилие сжатия пружины q;
- сила W ручного привода на плече эксцентрика l;
- плечи рычага: плечо l_1 действия Q_1, плечо l_2 действия силы Q, плечо контактов рычага с эксцентриком и заготовкой, плечо l_4 действия силы q.

РАСЧЕТ МЕХАНИЗМА

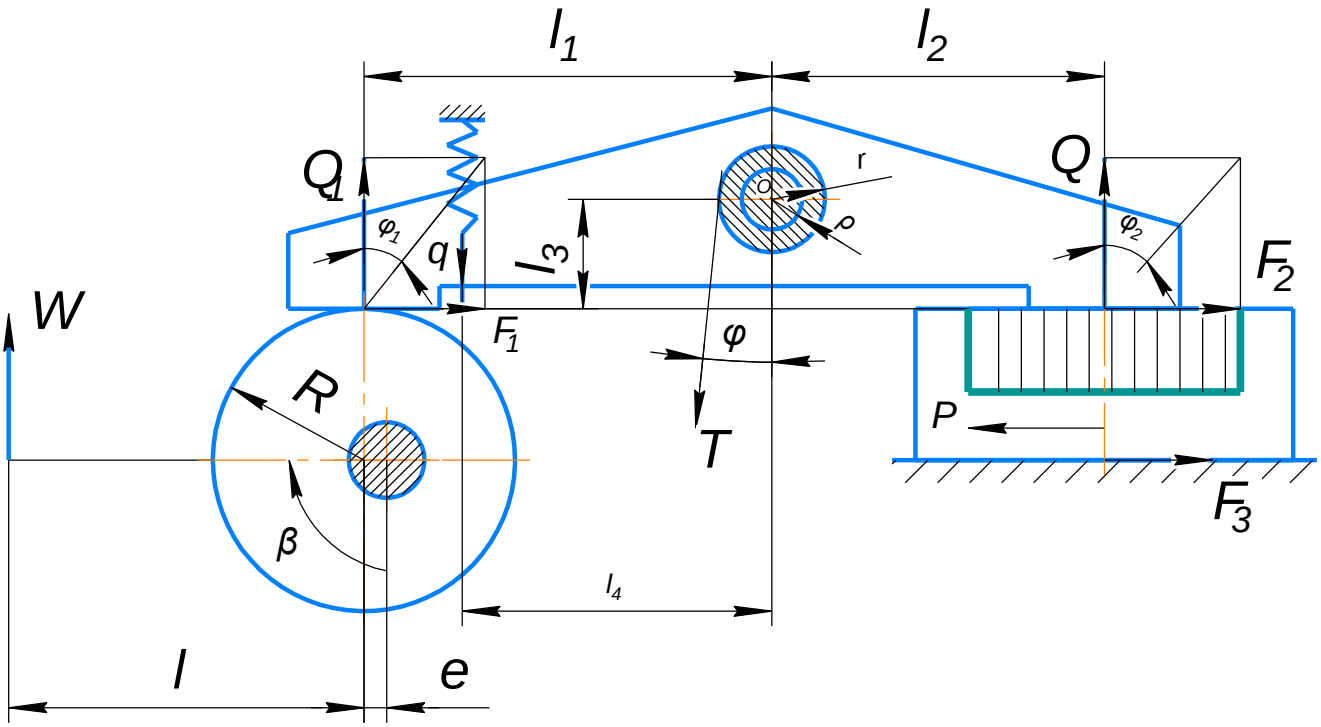


Рисунок 5.

Строится расчетная схема механизма (см. рисунок 5). Начинаем «движение» от заготовки. Из условия статического равновесия заготовки получается формула (1) для определения силы закрепления заготовки

$$Q = \frac{k * P}{f_2 + f_3} \quad \text{Н} \ldots (1),$$

где $P = P_1 + P_2$ – суммарная сила обработки при фрезеровании уступа;

f_2 и f_3 – коэффициенты трения, учитывающие влияние сил трения F_2 и F_3, обусловленных действием силы Q, обычно $f_3 = f_2 = f = 0{,}1$;

F_2 – сила трения между механизмом и заготовкой;

F_3 – сила трения между установочными элементами и заготовкой.

Далее переходим на рычаг. Рассматривается действие сил на рычаг и на этой основе составляется условие статического равновесия рычага, как $\sum M_0 = 0$:

$$Q_1 l_1 = F_1 l_3 + F_2 l_3 + Q l_2 + T\rho + q l_4, \ldots (2)$$

где Q_1 – внешняя сила, создаваемая эксцентриком при его повороте на угол $\beta = 90°$;

F_1 – сила трения, которая не позволяет эксцентрику раскрыться при работе механизма, обусловлена действием силы Q_1, пожтмоу $F_1 = Q_1 * \text{tg}\varphi_1$;

φ_1 – угол трения между рычагом и эксцентриком;

Q – реакция со стороны заготовки, равная силе закрепления;

F_2 – сила трения, обусловленная действием реакции Q, поэтому $F_2 = Q * \text{tg}\varphi_2$;

φ_2 – угол трения между рычагом и заготовкой;

T – реакция со стороны опоры рычага, обусловленная действием внешних сил Q_1, q и реакции Q; вследствие трения на опоре рычага происходит под углом трения φ касательно к окружности трения радиусом $\rho = r + tg(\varphi)$;

- по законам механики $\varphi = \varphi_1 + \frac{\varphi_2}{2}$.

В инженерных расчетах обычно принимают:

$$tg(\varphi_1) = tg(\varphi_2) = tg(\varphi) = f \text{ и } \cos\varphi = 1.$$

Для определения реакции T составляется второе условие статического равновесия рычага, как $\sum Y = 0$:

$$T = Q_1 + Q - q \ldots (3)$$

Решая совместно формулы (2) и (3), получается формула (4) для определения силы Q_1:

$$Q = \frac{Q(l_2 + l_3 f + rf) + q(l_4 - rf)}{l_1 - l_2 - rf} \ldots (4)$$

С другой стороны, сила Q_1 создается эксцентриком при его повороте относительно опоры 8. Величина этой силы определяется формулой (3) эксцентрика

$$Wl = Q_1 e * \frac{1}{k} \ldots (3),$$

где k – коэффициент, учитывающий переменные параметры эксцентрика в зависимости от угла его поворота β.

При $\beta = 90°, k = 0{,}4$.

Таким образом $e = \frac{W}{Q_1} lk$ мм.

Радиус эксцентрика определяется условие самоторможения эксцентрика $R = 7e$ мм.