

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет



АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ЭЛЕМЕНТОВ И СОЕДИНЕНИЙ ПРИБОРОВ

Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«Конструирование элементов, приборов и систем»
для студентов дневной и заочной форм обучения
специальности 7.090901 «Приборы точной механики»



Севастополь
2004



УДК 681.2 : 620.1.08(7)

Анализ и синтез элементов и соединений приборов:

Метод. указания к практическим занятиям по дисциплине
«Конструирование элементов, приборов и систем»/Разраб. Л.А. Глеч. –
Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2003. – 41 с.

Целью методических указаний является развитие у студентов практических навыков и творческого мышления при решении конструкторских инженерных задач.

Методические указания предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 7.090901 – «Приборы точной механики».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Приборостроение» 26 августа 2003г., протокол №1.

Допущено учебно-методическим центром и научно-методическим советом СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: А.П. Васютенко, доц. кафедры «Приборостроение»,
канд. техн. наук.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическое занятие №1. Анализ и синтез соединений прибора (4 часа).....	4
1.1. Цель работы.....	4
1.2. Теоретический раздел.....	4
1.3. Порядок выполнения работы и набор типовых задач.....	7
1.4. Содержание отчёта.....	8
1.5. Контрольные вопросы.....	8
2. Практическое занятие №2. Анализ и синтез инвертированных элементов конструкций (4 часа).....	15
2.1. Цель работы.....	15
2.2. Теоретический раздел.....	15
2.3. Порядок выполнения работы и набор типовых задач.....	16
2.4. Содержание отчёта.....	16
2.5. Контрольные вопросы.....	17
3. Практическое занятие №3. Исследование, анализ и конструирование центрирующих соединений (4 часа).....	22
3.1. Цель работы.....	22
3.2. Теоретический раздел.....	22
3.3. Порядок выполнения работы и набор типовых задач.....	24
3.4. Содержание отчёта.....	25
3.5. Контрольные вопросы.....	25
4. Практическое занятие №4. Способы стопорения крепёжных деталей (6 часов).....	29
4.1. Цель работы.....	29
4.2. Теоретический раздел.....	29
4.3. Порядок выполнения работы и набор типовых задач.....	38
4.4. Содержание отчёта.....	38
4.5. Контрольные вопросы.....	38
Библиографический список.....	41



1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СОЕДИНЕНИЙ ПРИБОРОВ

(4 часа)

1.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1.1. Изучение правил конструирования соединений при помощи резьбовых соединений, установочных винтов.

1.1.2. Анализ элементов несущих колонок.

1.1.3. Приобретение навыков конструирования соединений винтов, штифтов, колонок.

1.1.4. Анализ встречающихся ошибок при конструировании.

1.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.2.1. Основные положения при конструировании соединений с применением стандартных крепёжных резьбовых деталей

Применяя в конструкции стандартные крепёжные резьбовые детали, следует придерживаться рекомендуемых в стандартах размерных соотношений элементов соединений. В обобщённом виде эти соотношения представлены на рисунке 1 и справедливы для основной метрической резьбы, нарезанной на стальных, бронзовых и латунных деталях. Размеры каждого из элементов представлены в виде функции от наружного диаметра резьбы. Если резьба нарезана в материале из лёгкого сплава или формируется в пластмассе, то каждый из элементов соединения следует увеличивать приблизительно на $0,5d$ для $d \geq 2,5$ мм и на d для $d \leq 2$ мм.

В резьбовых соединениях с деталями больших диаметров или тонкостенными деталями обычно используется мелкая резьба, причём шаг резьбы S выбирают в пределах от $0,015$ до $0,05 D$, где D – диаметр резьбы. Верхний предел здесь относится к резьбе с $D = 20 \div 50$ мм, а нижний – к резьбам с $D = 80 \div 120$ мм.

Резьба по технологическим причинам не может быть выполнена на всю длину винта или нарезана на всю длину глубокого отверстия. По возможности отверстие под резьбу следует делать сквозным.

Глубину завинчивания или длину свинчивания винта для стальных деталей рекомендуется брать не менее одного диаметра резьбы, а для алюминиевых и пластмассовых – $2...3 d$. Резьба должна нарезаться на участке чуть больше длины свинчивания ($10...20\%$). В

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас конструкций элементов приборных устройств: Учеб. пособие для ВУЗов/ Под ред. О.Ф.Тищенко.- М.: Машиностроение, 1982. – 116с.

2. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-метод. пособие / П.И. Орлов – В 2-х томах:- М.: Машиностроение, 1988. – Т.1. 560с. – Т.2. 545с.

3. Элементы приборных устройств: Курсовое проектирование. В 2-х частях/ Под ред. О.Ф.Тищенко.- М.: Высш. шк., 1978. – Ч.1. 328с.- Ч.2. 232с.

4. Элементы приборных устройств (Основной курс). В 2-х частях/ Под ред. О.Ф.Тищенко.- М.: Высш. шк., 1982. – Ч.1. 304с. – Ч.2. 264с.



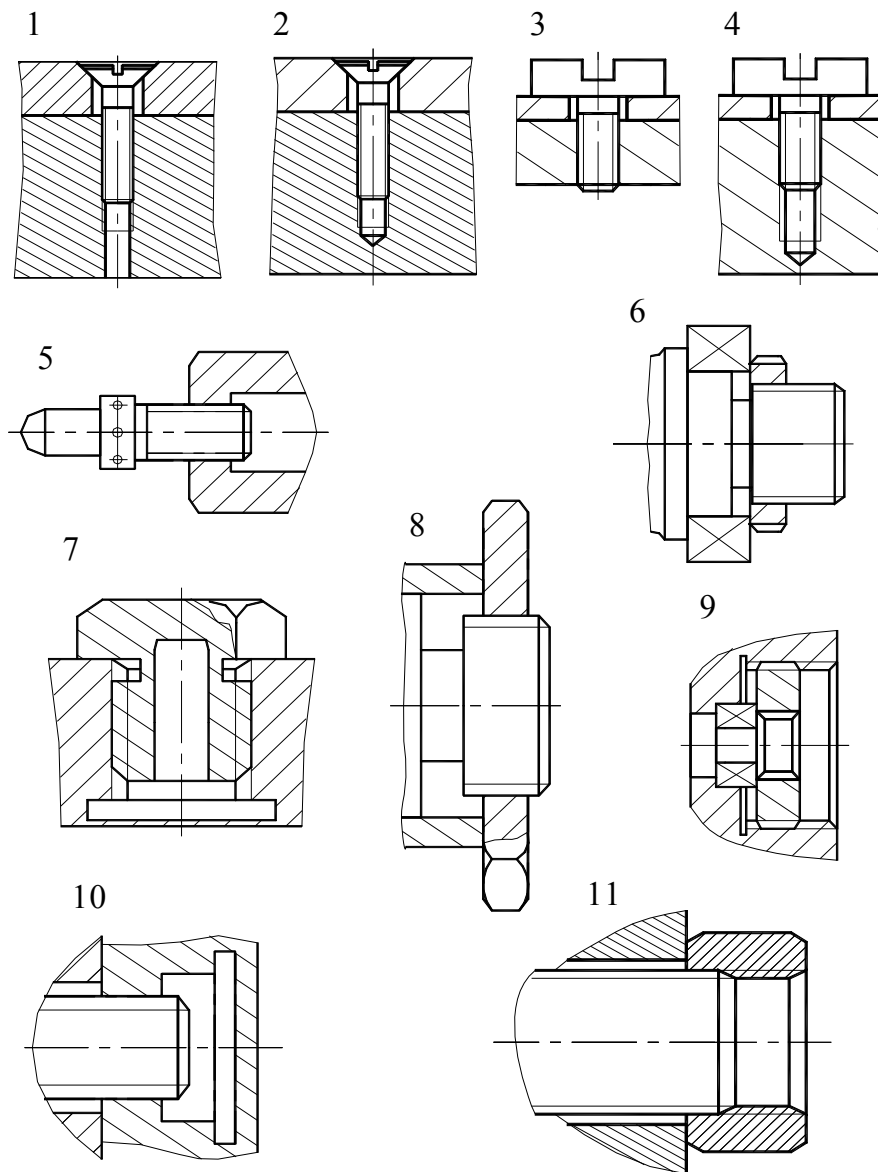


Рисунок 4.1 – Для каждой сборки разработать два-три варианта стопорения крепёжных деталей

соединяемых деталях резьба нарезается только в одной детали, в противном случае свинчивание (сжатие) не произойдёт.

В винтовых соединениях прижим деталей друг к другу осуществляется головкой винта, которая должна иметь возможность увеличить усилие прижима за счёт дополнительного поворота головки винта. Головки винтов нельзя использовать для центрирования детали.

Конструируя соединения с резьбовыми деталями, следует избегать:

- излишней длины свинчивания и излишних запасов резьбы;
- предусматривать удобный подход и выход режущего инструмента;
- обеспечивать удобную сборку и разборку соединения;
- исключать центрирование деталей по резьбе;
- не допускать статическую неопределённость соединения;
- не допускать деформацию элементов конструкции при затяжке крепёжных деталей за исключением тех случаев, когда такая деформация необходима;
- предусматривать предохранение соединения от саморазвинчивания.

1.2.2. Основные положения при конструировании соединений с применением установочных штифтов

Установочные штифты применяются в случаях, когда необходимо зафиксировать положение одной детали относительно другой, а также для восприятия поперечных сил, действующих в плоскости разъёма двух деталей (например, для передачи крутящего момента во фланцевом соединении валов).

Применяют два типа установочных штифтов: цилиндрические и конические съёмные.

Цилиндрические штифты устанавливают обычно наглухо в одной из соединяемых деталей, выступающий конец штифта входит в отверстие другой детали по посадке Js7/h6 или H7/h6. Форма штифта имеет большое значение для правильной работы и долговечности соединения. Наиболее простая форма – цилиндрическая с заходными фасками под углом 45° .

При установке штифта во всех случаях обязательны заходные фаски на отверстиях соединяемых деталей. В посадочном гнезде фаски необходимы для облегчения запрессовки, в отверстиях съёмных деталей фаски нужны для облегчения монтажа.



Установочные штифты изготавливают из высокоуглеродистой или легированной стали с закалкой до твердости $HRC_{\Sigma} 50 \div 60$. Рабочие поверхности обтачивают не ниже шестого качества с параметрами шероховатости $Ra = 0,32 \div 0,63$ мкм.

При установке штифтов необходимо соблюдать определённые, установленные практикой, правила:

- штифт должен быть утоплен в отверстии съёмной детали, в противном случае он может быть повреждён случайным ударом или расшатан в посадочном гнезде;
- штифты следует располагать в непосредственной близости от крепёжных элементов;
- в деталях, не имеющих других фиксирующих элементов, например, центрирующих заточек, устанавливают два штифта;
- для более точной фиксации штифты располагают как можно дальше друг от друга и от геометрической оси детали;
- длина запрессовки штифта зависит от материала отверстия: для стали, высокопрочного и ковкого чугуна $l \approx 2d$, для серого чугуна $l \approx (2 + 2,5)d$, для алюминиевых, магниевых, цинковых сплавов $l \approx (2,5 + 3)d$, для пластмасс $l \approx (3,3 + 3,5)d$;
- рабочая высота h выступающей части штифта должна быть не меньше $(1,5 + 2,5)d$;
- отверстия под штифты должны быть сквозными.

1.2.3. Основные положения при конструировании соединений несущих колонок с платами (рисунки 1.2 б, г) и зубчатых колёс с трибками (рисунки 1.2 а, в)

Массивные цилиндрические детали (колонки, стойки) соединяют две платы, между которыми обычно располагают редуктор или какую – либо рычажную систему.

Колонки должны обеспечить заданное расстояние между платами и соосность в отверстиях плат для свободного вращения осей редуктора.

Колонки могут быть соединены с платами при помощи развальцовки торцов (рисунок 1.2 б). В этом случае детали обычно сажают на переходных посадках или на посадках с натягом.

Наиболее прочное соединение обеспечивает посадка с натягом, развальцовка в этом случае является средством страховки. Кроме того, очень часто применяется соединение колонок с помощью винтов (рисунок 1.2, г). Оно обеспечивает неподвижное и надёжное

4.5.3. Какие применяются виды стопорных шайб?

4.5.4. Каковы недостатки способов стопорения пластинчатыми стопорами и вязкой проволокой?

4.5.5. Перечислите основные условия для конструирования самоконтрящихся гаек.

4.5.6. Расскажите и сделайте эскизы стопорения винтов.

4.5.7. В чём заключаются особенности стопорения различных деталей?

4.5.8. В каких случаях применяется стопорение покрытиями?



Особенно прочное стопорение между деталью и корпусом получается в случае, когда материал покрытия затекает в кольцевой зазор между деталью и корпусом, установленных заподлицо.

4.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.3.1. Изучить виды стопорения крепёжных деталей согласно изложенному выше.

4.3.2. Изучить виды стопорения крепёжных деталей, показанных на стенде; определить, к какому виду стопорения они относятся.

4.3.3. Выполнить эскизы крепёжных соединений для каждого вида стопорения со всеми необходимыми разрезами, сечениями, сделать эскиз фиксирующей детали.

4.3.4. Выполнить задание по рисунку 4.1 согласно таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Варианты заданий

	Последняя цифра зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер выполняемой сборки на рисунке 4.1	1	2	3	4	5	6	8	9	7	6
	4	3	5	8	6	9	1	2	8	4
	9	7	6	11	7	10	5	1	9	11
								0		

4.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Титульный лист

4.4.1. Цель работы.

4.4.2. Эскизы крепёжных соединений для каждого вида стопорения.

4.4.3. Эскизы с выполненным заданием по рисунку 4.1.

Выводы

Библиография

4.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

4.5.1. Какие виды стопорения вы знаете?

4.5.2. Каковы особенности стопорения контргайками и шплинтами?

крепление плат к колонкам с точным их центрированием. Центрирование по резьбе недопустимо.

Запрессовка зубчатого колеса на срезанный зуб стальной трибки показана на рисунке 1.2 в.

1.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И НАБОР ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

1.3.1. Изучить основные требования конструирования типовых соединений (рисунки 1.1, 1.2).

1.3.2. Изучить задание на рисунке 1.3 и выполнить его согласно номерам позиций, указанных в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

	Последняя цифра зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера выполняемой сборки	1	4	7	10	2	8	5	11	9	7
	2	5	8	11	4	10	7	4	3	2
	3	6	9	1	6	3	11	6	5	10

1.3.3. Рассмотреть задание на рисунке 1.4, произвести сравнительный анализ конструкций.

1.3.4. Рассмотреть задание на рисунке 1.5, проанализировать ошибки по каждому варианту, сделать эскиз правильного варианта штифтового соединения.

1.3.5. Рассмотреть задания на рисунках 1.6 и 1.7, проанализировать ошибки по каждому варианту, сделать эскизы правильного соединения колонок.

1.3.6. Выполнить задание на рисунке 1.8, сделать эскиз соединения невыпадающими винтами.

1.3.7. Выполнить задание на рисунке 1.9, предложив 3 эскиза соединения винта с тонкостенной деталью.

1.3.8. Разработать соединения двух плат при помощи составной колонки, состоящей из распорной втулки и болта, и соединение трёх плат колонками.



1.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Титульный лист

1.4.1. Цель работы.

1.4.2. Анализ ошибок в указанных сборках винтовых соединений и 3 эскиза с внесёнными в конструкцию изменениями.

1.4.3. Описание требований к конструкции на рисунке 1.4, сравнительный анализ конструкций.

1.4.4. Анализ ошибок и неточностей штифтовых соединений по каждому варианту, эскиз правильного варианта конструкции.

1.4.5. Анализ ошибок и неточностей соединений колонки с платой по каждому варианту, эскизы правильного варианта конструкции.

1.4.6. Эскизы соединения с невыпадающими винтами.

1.4.7. Разработанные 3 эскиза соединения винта с тонкостенной деталью.

1.4.8. Разработанные эскизы соединения двух и трёх плат колонками.

Выводы

Библиография

1.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1.5.1. Назовите основные требования конструирования резьбовых соединений; штифтовых соединений; соединений колонками.

1.5.2. Назовите особенности конструкции с невыпадающими винтами.

1.5.3. Каковы сложности сборки тонкостенных деталей.

Иногда стопорение по этому способу осуществляется заливкой или опрессовкой головки пластидами.

4.2.11.5. Пробки

Имеются способы стопорения поворотными пружинами часто отвёртываемых пробок. Для освобождения пробки достаточно вывести пружину из зацепления с фиксирующими элементами пробки и отвести пружину в сторону.

4.2.11.6. Парное и групповое стопорение

В случае парного или группового расположения крепёжных деталей стопорение облегчается тем, что стопор может быть закреплён смежной крепёжной деталью.

Очень часто применяют вязку проволокой, пропускаемой через отверстия в гранях гаек или в головках болтов. Для корончатых гаек применяют вязку через отверстия в болте и пазы, расположенные в гайке.

Важно соблюдать следующее правило: при затяжке проволоки скручиванием её концов должен создаваться момент, направленный в сторону завёртывания гаек. Для гаек с правой резьбой это условие сводится к тому, что наклон вяжущей проволоки между смежными деталями должен быть левым.

Надёжнее стопорение подкладными пластинками с отгибными лапками, заводимыми на грани гаек, пластинки изготавливают из мягкой листовой стали.

4.2.12. Стопорение покрытиями

В некоторых случаях для машин, работающих в закрытых помещениях без тряски и толчков, наружные крепёжные детали специально не стопорят, а фиксируют лакокрасочными покрытиями, наносимыми на поверхность машины.

Применение современных покрытий на основе синтетических смол, создающих на поверхности машины прочную, эластичную плёнку, устойчивую против внешних взаимодействий, значительно повышает надёжность этого способа стопорения.



Стопорить винты с потайной конической головкой довольно трудно; до сих пор ещё не разработан универсальный приём стопорения таких винтов.

Имеется один из способов стопорения, когда под головку винта подкладывают кольцо из мягкого материала; при затяжке кольцо, деформируясь, выходит наружу и охватывает головку. От проворачивания относительно детали кольцо страхуется рифтами в гнезде.

4.2.11. Стопорение разных деталей

4.2.11.1. Стопорение полых винтов

Стопорение полых винтов достигается пружинным фиксатором, перемещающимся по треугольным шлицам в гайке и сцепляющимся квадратным хвостиком с корпусом. Для освобождения гайки фиксатор утапливают.

Стопорение полых винтов для случая, когда винт должен фиксироваться в любом осевом положении, достигается затяжкой разрезной части винта при помощи конуса.

4.2.11.2. Стопорение ниппельных соединений

Для стопорения элементов ниппельных соединений чаще всего используют вязку проволокой.

4.2.11.3. Клеммное стопорение

Клеммное стопорение нарезных стержней применяется в тех случаях, когда конфигурация охватывающей детали допускает образование клеммы.

4.2.11.4. Стопорение пластически деформируемыми вставками

Для стопорения нарезных стержней часто применяют способ, когда головка стержня делается рифлёной и утапливается в отверстии с ответными рифлениями. В промежуток между рифлениями головки и отверстия зачеканивают кольцо из мягкого материала, чаще всего из свинца. Затекая в рифления, металл надёжно стопорит стержень. Этот способ часто применяют в соединениях, нуждающихся в опломбировании.

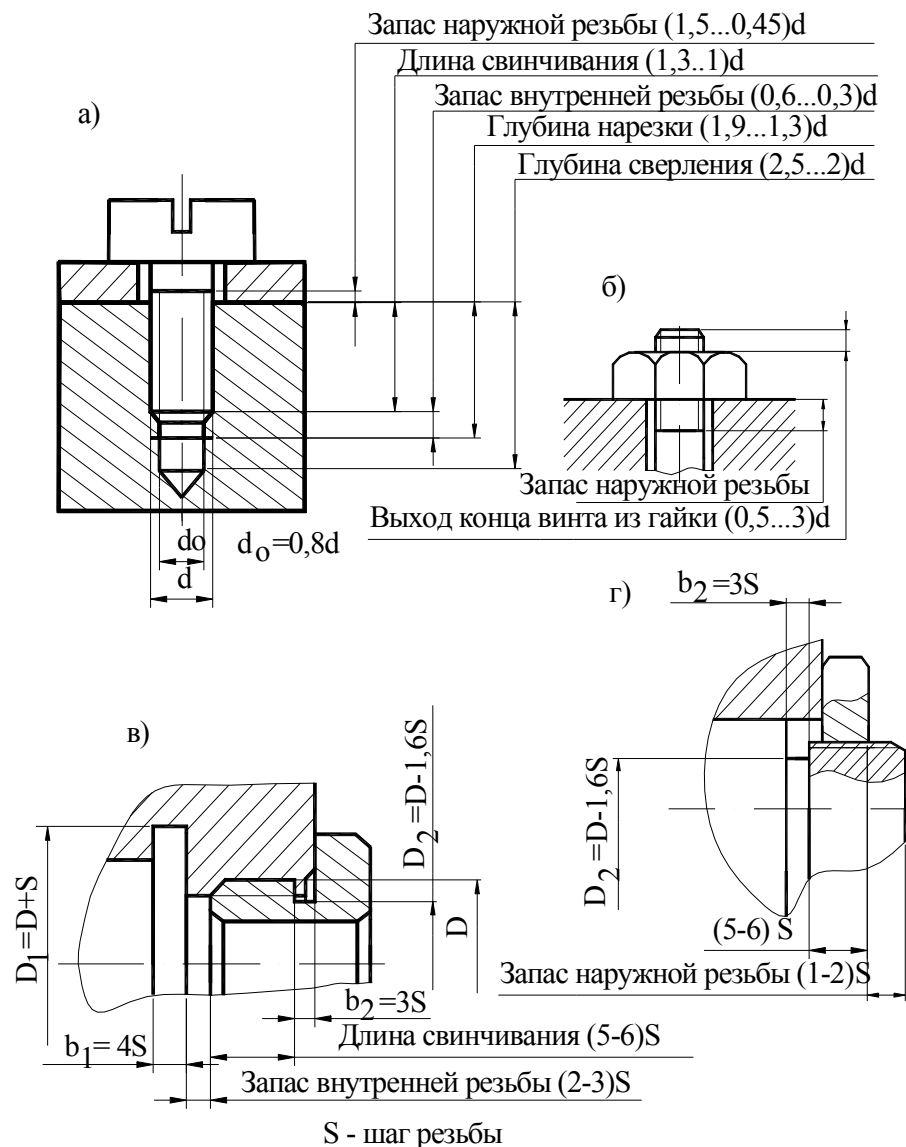


Рисунок 1.1 – Размерные соотношения элементов соединений



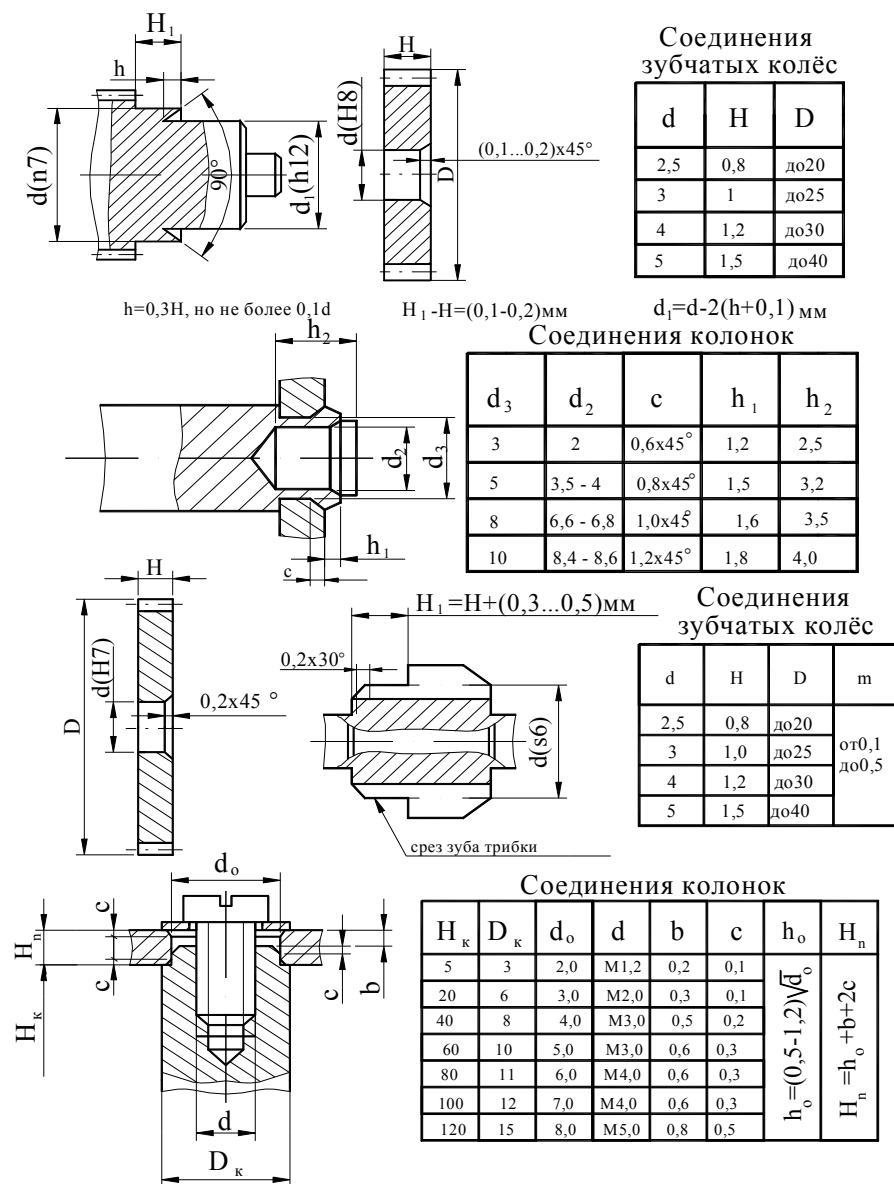


Рисунок 1.2 – Соединение зубчатых колёс а), в) и колонок б), г) с платами

Недостаток стопорения лепестковыми шайбами – вероятность среза (который может остаться незамеченным) фиксирующей лапки при затяжке гайки. Эта опасность исключается, если между стопорной шайбой и гайкой установить зафиксированную от проворота жёсткую шайбу.

Для фиксации стопорной шайбы на валу используют элементы конструкции, например, шпоночные канавки, впадины между шлицами на валах.

Наилучший способ фиксации обеспечивается в том случае, если стопорная шайба снабжается зубчатым венчиком, который входит в шлицы и надёжно стопорит шайбу.

Наряду со стопорными шайбами применяют и другие способы стопорения: контргайками, проволокой, шплинтами, привертными пластинками, винтами, штифтами, пружинными фиксаторами.

4.2.9. Стопорение ввертных болтов

Для стопорения ввертных болтов с шестигранной головкой применяют те же способы, что и для стопорения гаек: упругими, храповыми и лепестковыми шайбами, пластинчатыми стопорами, вязкой и т. д.

4.2.10. Стопорение винтов

Винты со сферической и цилиндрической головками стопорятся без затруднений упругими и храповыми шайбами. Винты с цилиндрической головкой можно стопорить также вязкой.

Винты, устанавливаемые в сквозные отверстия, можно стопорить с нарезного конца следующими способами:

- разведением нарезного конца винта;
- закерновкой материала детали в пазы на конце винта;
- расклёпкой конца винта;
- развальцовкой конца винта;
- заваркой (запайкой) конца винта;
- шплинтом;
- пружинной лепестковой гайкой;
- пружинной гайкой;
- корончатой гайкой со шплинтом.



Наиболее совершенный способ увеличения трения – это применение посадок с натягом для резьбовых деталей или резьб с разным шагом в гайке и на болте.

Самоконтрящиеся гайки с коническими опорными поверхностями, основанные на принципе сжатия резьбы, применяют в настоящее время редко, в силу ряда присущих им недостатков.

Имеются самоконтрящиеся гайки с удлиненной коронкой; гайки со вставками из пластмассы; гайки с упругими нарезными венчиками; гайки, в которых в верхней части продельвают прорезы, после чего подрезанную часть гайки обжимают или осаживают; гайки, действие которых основано на известном явлении самозатягивания упругого витка при вращении его по валу; гайки с упругим элементом, состоящим из нескольких лепестков, концы которых расположены по винтовой линии и образуют полный виток гайки; гайки, действие которых основано на весьма целесообразном принципе – создании в резьбе натяга, пропорционального силе затяжки; гайки из пластика (нейлона), предназначенные для несения небольших нагрузок; гайки для глухих соединений с корпусами из пластичных металлов, на торце гайки имеется кольцевой выступ.

4.2.8. Стопорение кольцевых гаек

Ныне почти вышли из употребления способы стопорения наружных кольцевых гаек нажимными винтами, а также способ, при котором гайка прорезается на некотором участке пазом; разрезанные части гайки стягиваются или распираются винтом, благодаря чему в витках на прорезанном участке создается натяг. Недостаток этого способа – значительное ослабление гайки.

По этой же причине вышли из употребления и разрезные гайки. Редко применяют способ стопорения пружинным разрезным кольцом.

Наиболее распространены способы стопорения с помощью шайб с отгибными лапками (иногда называемых лепестковыми шайбами).

Стопорная шайба затягивается между устанавливаемой на вал деталью и гайкой. Одну из лапок, предупреждающую проворачивание шайбы на валу, заводят в паз на валу; другую лапку отгибают в паз гайки.

Применяют два основных способа фиксации стопорной шайбы на валу. При первом способе фиксирующую лапку отгибают “от гайки”, при втором – “под гайку”.

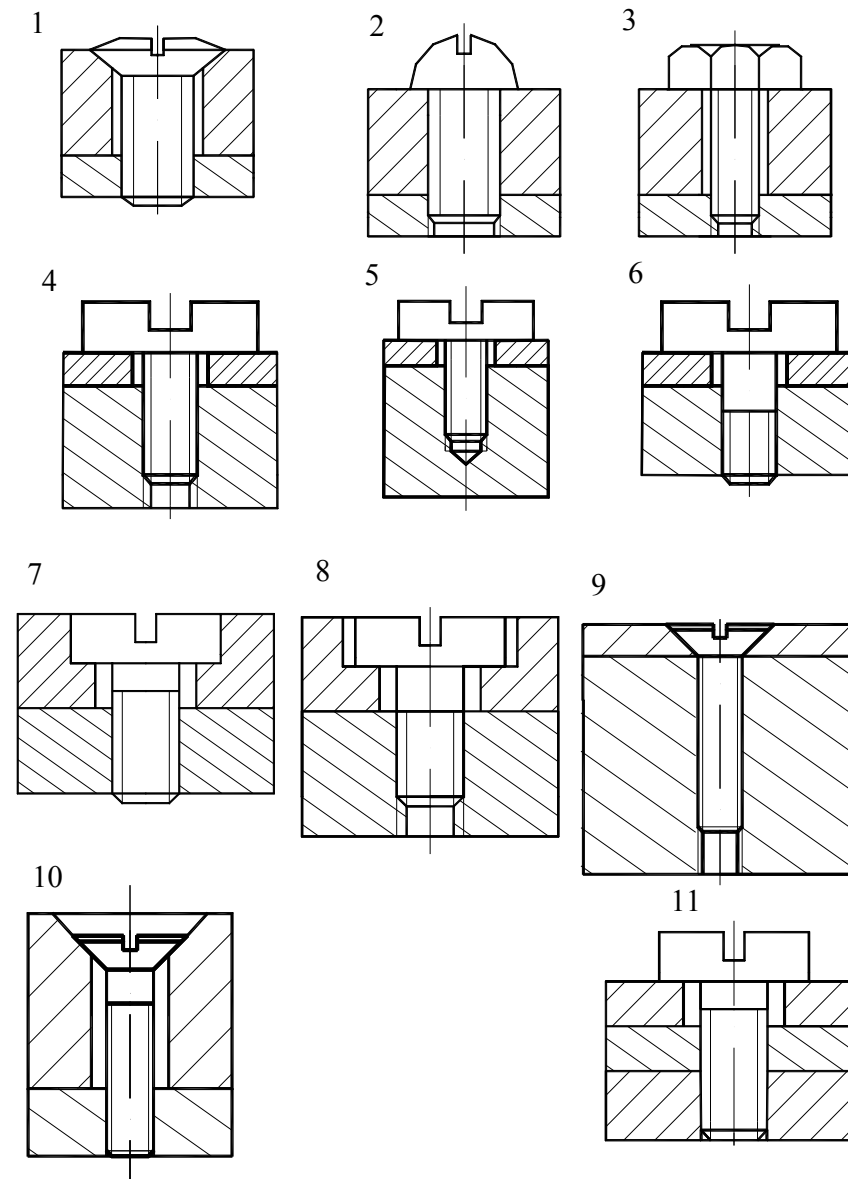


Рисунок 1.3 – В каждой из сборок допущена ошибка или неточность. Внесите необходимые изменения в конструкцию



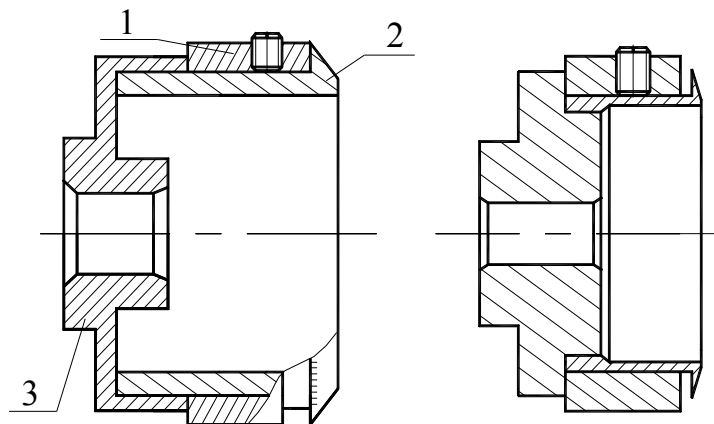


Рисунок 1.4 – Деталь 1 с отсчётным штрихом должна свободно вращаться относительно шкалы 2, жёстко связанной с деталью 3.
Сравните, какая из конструкций удачнее

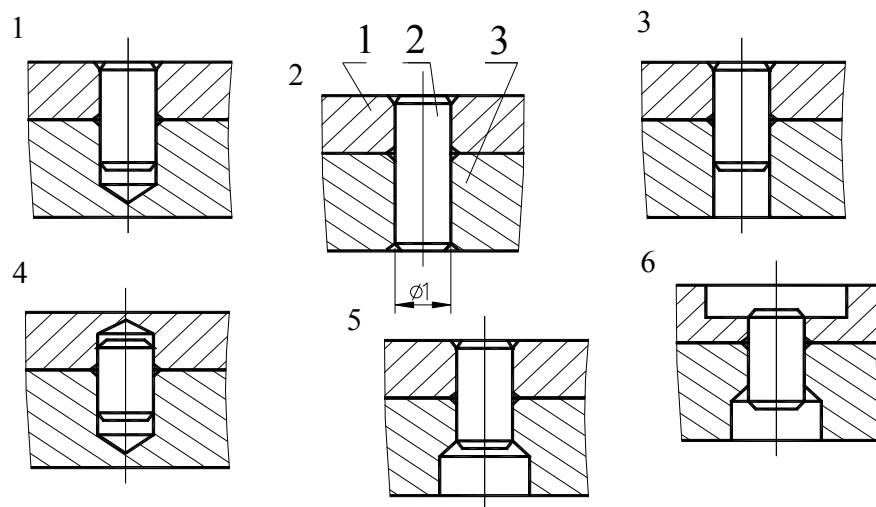


Рисунок 1.5 – Установочный штифт 2 должен быть неподвижно закреплён в детали 1, а с деталью 3 должен сопрягаться по посадке, близкой к посадке скольжения. Укажите правильный вариант конструкции

Храповые шайбы не применяют, если притягиваемая деталь изготовлена из мягкого или очень твёрдого металла.

4.2.5. Пластинастые стопоры

Пластинастые стопоры представляют собой пластину с вырезами под шестигранный гайки. Стопор устанавливают около гайки и крепят к корпусу обычно в двух точках (для того, чтобы предупредить самоповорачивание стопора).

К недостаткам стопоров относятся сложность крепления стопора и необходимость стопорения деталей, крепящих стопор. По этой причине пластинастые стопоры применяют чаще всего для стопорения парных болтов, когда пластинка крепится самими стопорными гайками.

4.2.6. Вязка проволокой

Во многих случаях применяют стопорение гаек при помощи проволоки. Проволоку пропускают через отверстия в гранях стопорной гайки и через отверстие в смежной гайке или каком-нибудь близлежащем элементе детали, или в специально устанавливаемом элементе. Концы проволоки скручивают плоскогубцами.

Операцию сверления отверстий в гайках выполняют в специальных приспособлениях. Обычно сверлят три отверстия.

4.2.7. Самоконтрящиеся гайки

Правильно сконструированные самоконтрящиеся гайки должны отвечать следующим условиям:

- стопорение гайки должно быть надёжным;
- конструкция должна обеспечивать лёгкое заворачивание гайки вплоть до последней стадии затяжки;
- конструкция не должна мешать полной затяжке соединения;
- конструкция должна допускать многократное применение гайки;
- конструкция должна допускать применение стандартных ключей;
- конструкция должна допускать применение механизированных способов заворачивания.

Как правило, действие самоконтрящихся гаек основано на принципе фрикционного стопорения, т. е. создания повышенного трения в витках резьбы.



Сила трения препятствуют отвёртыванию гайки при вибрациях, пульсации сил, действующих на соединение, а также при появлении остаточных явлений деформации в системе. Чем больше упругость шайбы, тем надежнее стопорение.

Простейшая и наиболее часто применяемая форма упругого стопорения – разрезная пружинная шайба – шайба Гровера. Шайба представляет собой изготовленное из закаленной стали кольцо с косым разрезом под углом $\sim 15^\circ$ к оси кольца. Наклон разреза делается левым под правую резьбу и правым для левой резьбы.

Недопустима установка шайб Гровера на поверхности мягких металлов: зубчики шайб портят такие поверхности. Применение стальных подкладных шайб сводит на нет стопорящий эффект врезания зубчиков в тело корпуса.

Для работы соединения как упругой системы безразлично, где установлена шайба: под гайкой или под головкой болта, или одновременно под гайкой и болтом. В последнем случае упругость системы увеличивается вдвое.

Основной недостаток шайбы Гровера заключается в том, что от увеличения сечения кольца в ширину и высоту возрастает развиваемая кольцом упругая сила, но не повышается упругая деформация. Другой существенный недостаток – неизбежность внецентренного приложения силы затяжки, вызванная тем, что сила затяжки передаётся гайке в большей степени на участке расположения храповых зубчиков, чем на остальной окружности.

Лучше в этом отношении пружинные шайбы сферические, конические, выгнутые по цилиндру и перекрученные плоские.

4.2.4.3. Храповые шайбы

При этом способе под гайку подкладывают шайбы, выполненные из закалённой стали и снабжённые зубчиками, форма зубчиков такова, что они, не мешая завёртыванию гайки, препятствуют её отвёртыванию, впиваясь своими острыми гранями в торец гайки и в опорную поверхность корпуса и действуя наподобие храповых собачек.

Стопорение осуществляется отчасти по принципу упругого стопорения, отчасти по принципу жёсткой связи между корпусом и гайкой; гайка стопорится “на корпус” и “на болт”.

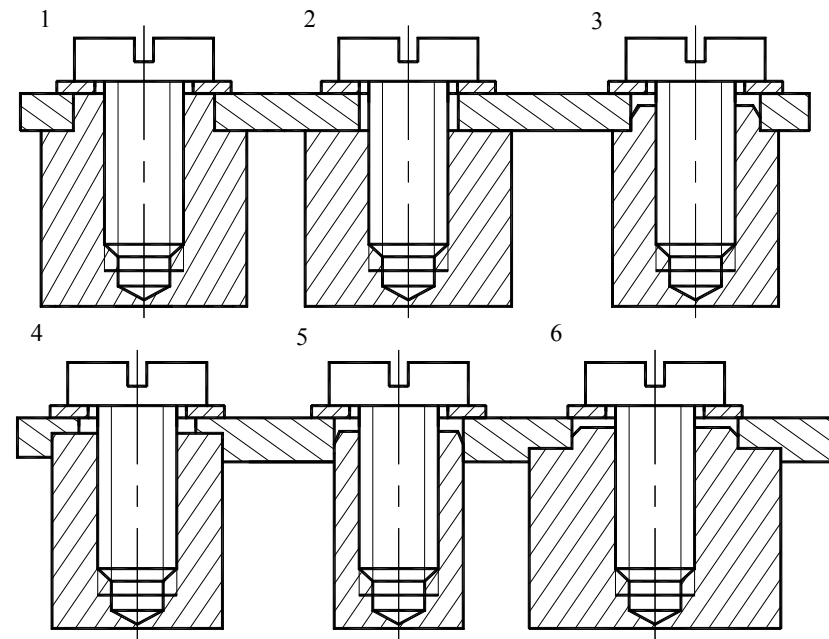


Рисунок 1.6 – Укажите правильный вариант крепления колонки

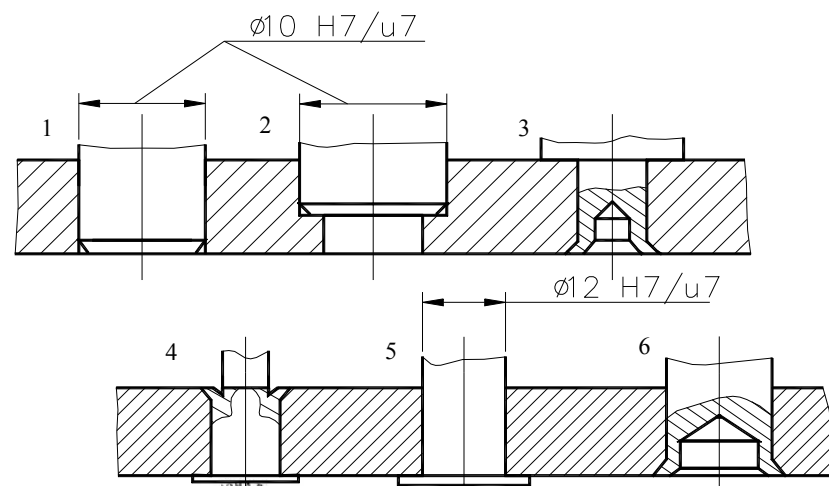


Рисунок 1.7 – Колонка должна быть закреплена в плате неподвижно. Какую из конструкций вы считаете правильной?

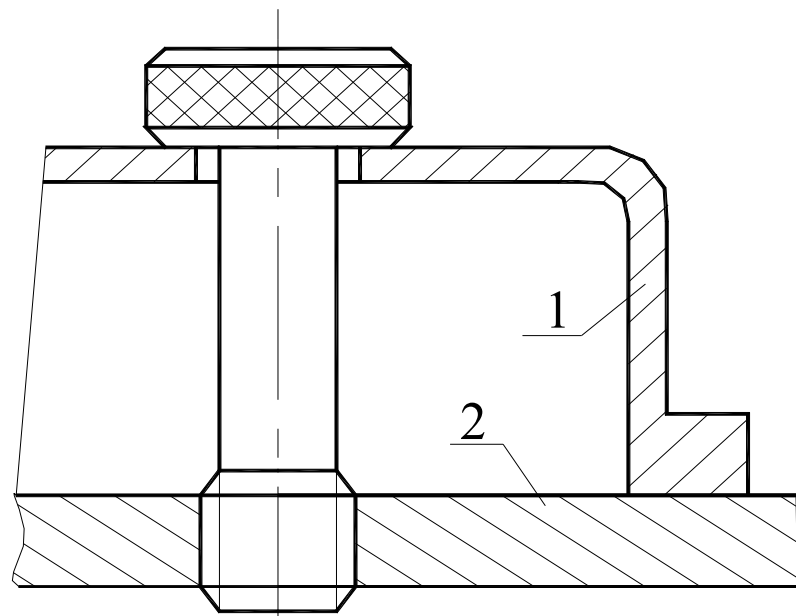


Рисунок 1.8 – Исключите возможность выпадения винта из крышки 1 после его полного вывинчивания из основания 2

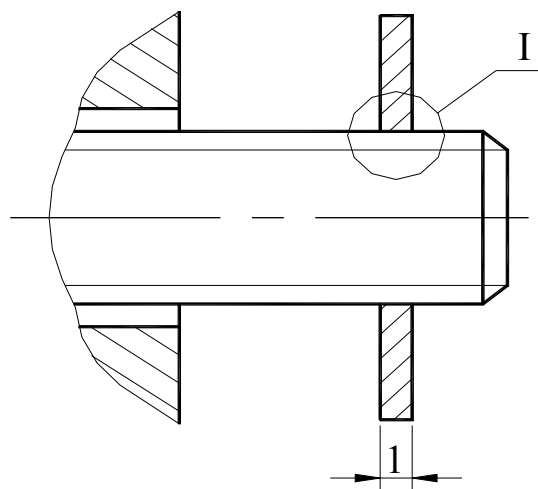


Рисунок 1.9 – Усиьте место I резьбового соединения винта с тонкостенной деталью

В современных конструкциях для увеличения хода затяжки в верхней части гайки делают пазы глубиной h , существенно большей диаметра шплинта d . Шплинт, выполненный из проволоки полукруглого сечения, вводят в один из проделанных пазов гайки и в поперечное отверстие в верхней, ненагруженной части болта; концы шплинта отгибают.

Применяют два способа установки шплинтов. При первом – шплинт устанавливают плоскостью кольца параллельно оси болта; концы шплинта отгибают: один на грань гайки, другой на торец болта. При втором способе шплинт устанавливают плоскостью кольца перпендикулярно оси болта; концы шплинта отгибают на грани гайки.

Иногда применяют способ шплинтовки, при котором паз выполняют на конце болта, а отверстие – в гайке.

Шплинты выполняют из мягкой стали и после однократного применения заменяют новыми.

4.2.4. Стопорение шайбами

4.2.4.1. Отгибные шайбы

Распространённым способом позитивного стопорения является стопорение отгибными шайбами.

Шайбы изготавливают из мягкой листовой стали, снабжают их лапками.

При установке шайб под гайку одну из лапок фиксируют на стягиваемой детали, другую отгибают на грань гайки. Получается жёсткая связь между гайкой и стягиваемой деталью.

Помимо отгибки на фланец, практикуют и другие способы фиксации шайбы на стягиваемые детали, пользуясь для этого любыми подходящими элементами детали, находящимися поблизости от гайки.

Фиксация стопорными шайбами применима для ввертных болтов и для гаек, навёртываемых на шпильки. При стопорении гаек, навёртываемых на болты, необходима одновременная фиксация головки болта от поворота.

4.2.4.2. Упругие шайбы

Стопорение упругими шайбами основано на создании постоянных сил трения в резьбе и на торце гайки.



приёмами создают повышенное трение, увеличивающее сцепление между гайкой и болтом.

К данному способу относят, например, стопорение за счёт натяга в соединении контргайками, упругими подкладными шайбами, самоконтрящимися упругими гайками и т. д.

2) *Гайка удерживается за тело болта.* При этом способе применяют стопор той или иной формы, который одновременно входит в отверстия и выемки в теле болта и гайки. К данному способу относят стопорение шплинтами, шайбами, шайбами с отгибными лапками и т. д. Этот способ стопорения позитивный.

3) *Гайка удерживается за корпус.* При этом способе создают жёсткую или упругую связь между гайкой и стягиваемой деталью или установленными на ней элементами. К данному способу относят, например, стопорение гаек лепестковыми шайбами с отгибам лепестков на гайку и корпус, стопорение привертными шайбами с вырезами под гайку, вязку гаек проволокой и т. д. При этом способе обязательна одновременная фиксация болта от проворота относительно корпуса; иначе возможно самопроизвольное вывёртывание болта из гайки.

4) *Глухое стопорение.* Этот способ применяют в случаях, когда гайку на болте устанавливают навсегда. Наиболее простым способом глухого стопорения является сварка, особенно частичная.

4.2.2. Стопорение контргайками

Стопорение контргайками применяют редко вследствие недостаточной надёжности. Этому способу присущ и другой недостаток : при затяжке контргайка, вытягивая болт, принимает на себя всю нагрузку, в то время как основная гайка разгружается.

Контргайки применимы в тех случаях, когда требуется бесступенчатая фиксация положения гайки на болте. Часто применяют стопорение контргайкой в узлах регулирования осевого натяга подшипников качения.

4.2.3. Стопорение шплинтами

Стопорение шплинтами гаек — надёжный и очень распространённый способ стопорения, применяемый в наиболее ответственных местах.

2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ИНВЕРТИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ (4 часа)

2.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

2.1.1. Ознакомление с методом инверсии, приобретение навыков самостоятельного анализа конструкций деталей и узлов и творческого решения конструкторских задач данным методом

2.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

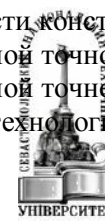
Среди приёмов, облегчающих сложную работу конструирования, видное место занимает метод инверсии (обращение функции, форм и расположения деталей).

В узлах иногда бывает выгодным поменять детали ролями, например, ведущую деталь сделать ведомой, направляющую — направляемой, охватывающую — охватываемой, неподвижную — подвижной. Целесообразно иногда инвертировать формы деталей, например, наружный конус заменить внутренним, выпуклую сферическую поверхность — вогнутой. В других случаях оказывается выгодным переместить конструктивные элементы одной детали на другую, например, шпонку с вала на ступицу или боек с рычага на толкатель.

Каждый раз конструкция при этом приобретает новые свойства. Дело конструктора — взвесить преимущества и недостатки исходного и инвертированного вариантов с учётом надёжности, технологичности, удобства эксплуатации и выбрать наилучший из них. У опытного конструктора метод инвертирования является неотъемлемым инструментом мышления и значительно облегчает процесс поиска решений, в результате которых рождается рациональная конструкция. Рациональность конструкции зависит от проведения всестороннего анализа конструкции узлов.

Можно рекомендовать следующую последовательность проведения анализа:

- анализ жёсткости конструкции;
- анализ требуемой точности взаимного расположения деталей;
- анализ требуемой точности цилиндрических сопряжений;
- исследование технологичности изготовления деталей;



- исследование технологичности сборки и регулировки;
- анализ удобства эксплуатации и надёжности в работе.

2.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И НАБОР ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

2.3.1. Провести анализ конструкции узлов, изображённых на рисунке 2.1, указать устранённые недостатки.

2.3.2. Проанализировать конструкцию узла на рисунке 2.2 и, используя метод инверсии, изменить конструкцию, повысив технологичность. Номер сборочного узла выбрать по последней цифре зачётной книжки.

2.3.3. Выполнить задания по рисункам 2.3 – 2.8 согласно таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Варианты заданий

	Последняя цифра зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера рисунков	2.7	2.8	2.10	2.8	2.9	2.8	2.11	2.9	2.7	2.10
	2.11	2.9	2.12	2.10	2.11	2.7	2.12	2.10	2.8	2.11

2.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Титульный лист

2.4.1. Цель работы.

2.4.2. Подробный анализ конструкции узлов на рисунке 2.1 с указанием устранённого недостатка.

2.4.3. Подробный анализ и описание конструкции узла с эскизом по рисунку 2.2; разработанный эскиз с устранёнными недостатками; подробное описание преимуществ разработанного узла.

2.4.4. Эскизы и описание узлов конструкции по рисункам 2.3 – 2.8 согласно таблице 2.2, эскизы конструкций с выполненными заданиями.

Выводы

Библиография

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ КРЕПЁЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ (6 часов)

4.1. ЦЕЛЬ РАБОТ

4.1.1. Изучение способов стопорения крепёжных деталей, приобретение навыков рационального применения способов стопорения в разрабатываемых конструкциях.

4.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.2.1. Виды стопорения крепёжных деталей

Все нарезные крепёжные детали машин должны быть надёжно застопорены от самоотвёртывания. Различают два основных способа стопорения. *Позитивное* (или жёсткое) стопорение заключается в том, что стопоримая деталь соединяется со стопорящей деталью жёсткой связью – стопором; отвёртывание стопоримой детали невозможно без среза, разрушения или деформации стопора. К этому способу относятся стопорения шплинтами, отгибными шайбами, пластинками, вязочной проволокой и т. д.

Другой способ заключается в создании повышенного трения между стопоримой и стопорящей деталями; этот способ называют *фрикционным стопорением*. К нему относятся стопорение контргайками, упругими подкладными шайбами, самоконтрящимися гайками и т. д. Фрикционное стопорение менее надёжно, чем позитивное; всегда существует опасность уменьшения силы трения и, как следствие, ослабление соединения.

Разновидностью фрикционного стопорения является упругое стопорение, заключающееся в том, что в соединение вводят упругий элемент, постоянно поддерживающий постоянное натяжение в системе. При стопорении контргайками система почти не обладает упругостью. При стопорении шайбами Гровера (пружинными шайбами) – обладает упругостью.

Гайку можно стопорить на болт и на корпус (стягиваемую деталь). Различают следующие случаи:

1) *Гайка удерживается за резьбу болта*. При этом способе между витками резьбы гайки и болта теми или иными



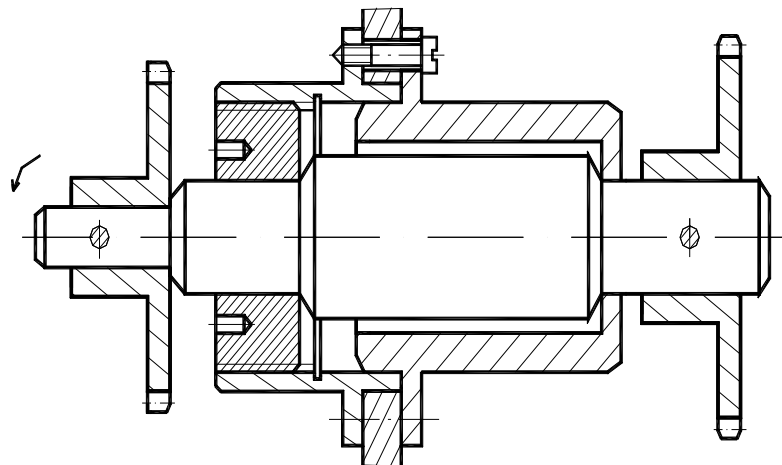


Рисунок 3.3 – Измените конструкцию с целью повышения технологичности центрирующих соединений

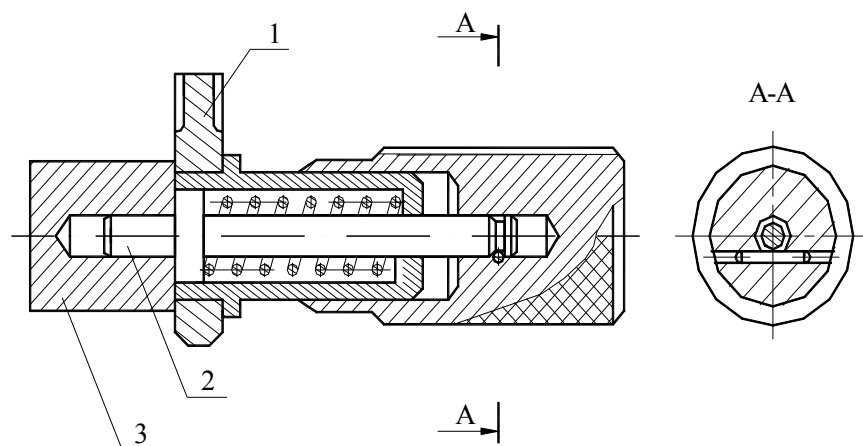


Рисунок 3.4 – Рукоятка с фиксирующим устройством
Чтобы повернуть маховик 1, рукоятку следует оттянуть вправо, не допуская выхода фиксирующего пальца 2 из гнезда в корпусе

В каждой из сборок найдите конструкторские ошибки или неточности и предложите улучшенные варианты конструкции

2.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

2.5.1. Что такое метод инверсии, в чём заключается сущность этого метода?

2.5.2. Какие существуют виды инверсии?

2.5.3. Какие недостатки конструкции могут быть устранены при инвертировании? Приведите примеры.

2.5.4. Почему метод инверсии должен являться необходимым инструментом мышления конструктора?

2.5.5. Можете ли вы самостоятельно разработать пример применения метода инверсии при конструировании?

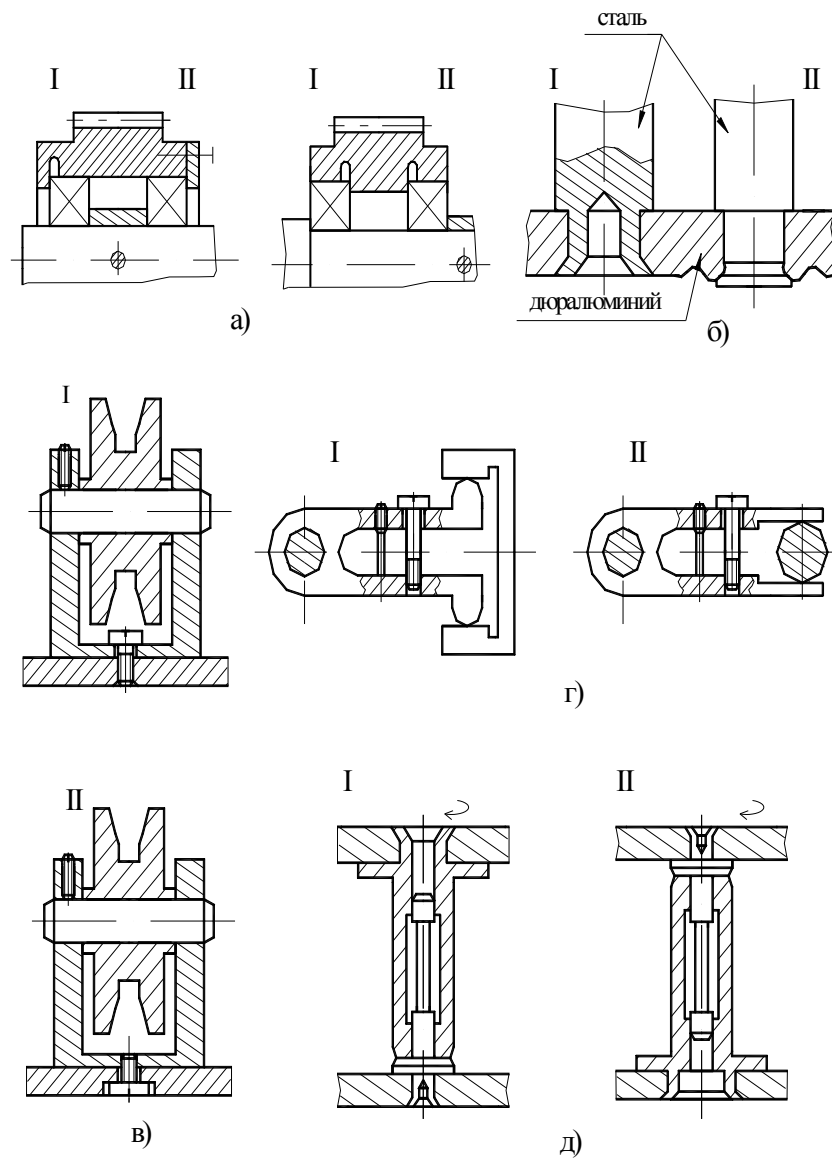


Рисунок 2.1 – Примеры инвертированных элементов конструкций

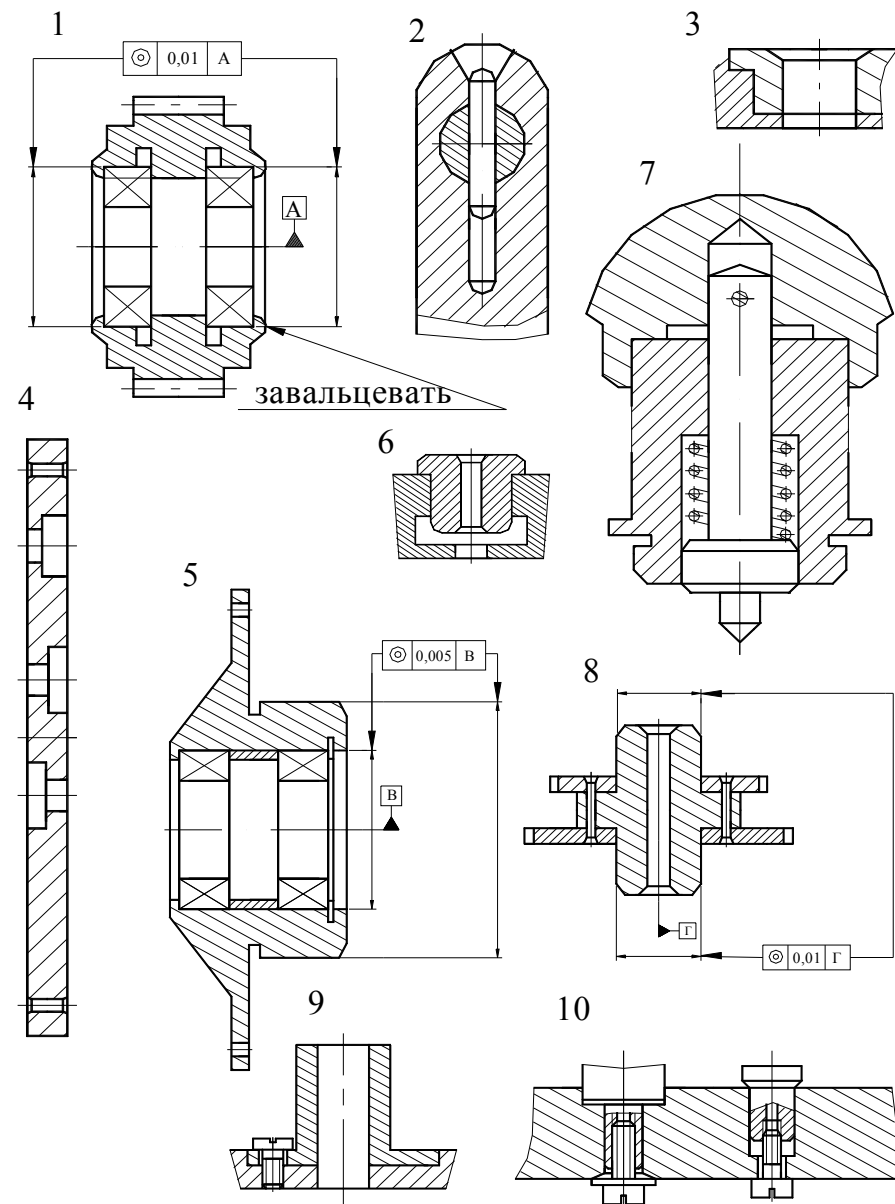


Рисунок 3.2 Измените конструкцию с целью повышения технологичности центрирующих соединений

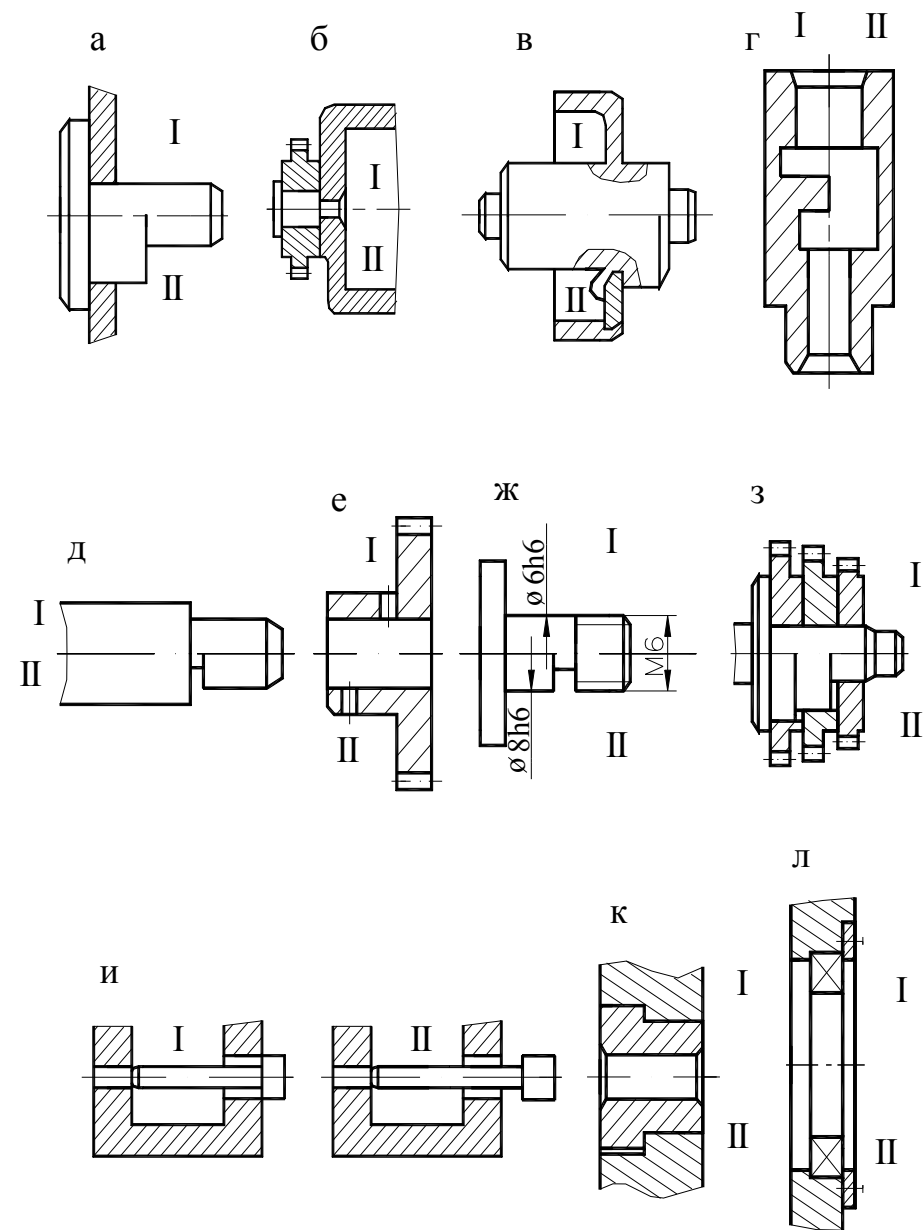


Рисунок 3.1 – Проведите анализ конструкций и определите, какой из вариантов (I или II) предпочтительней и почему

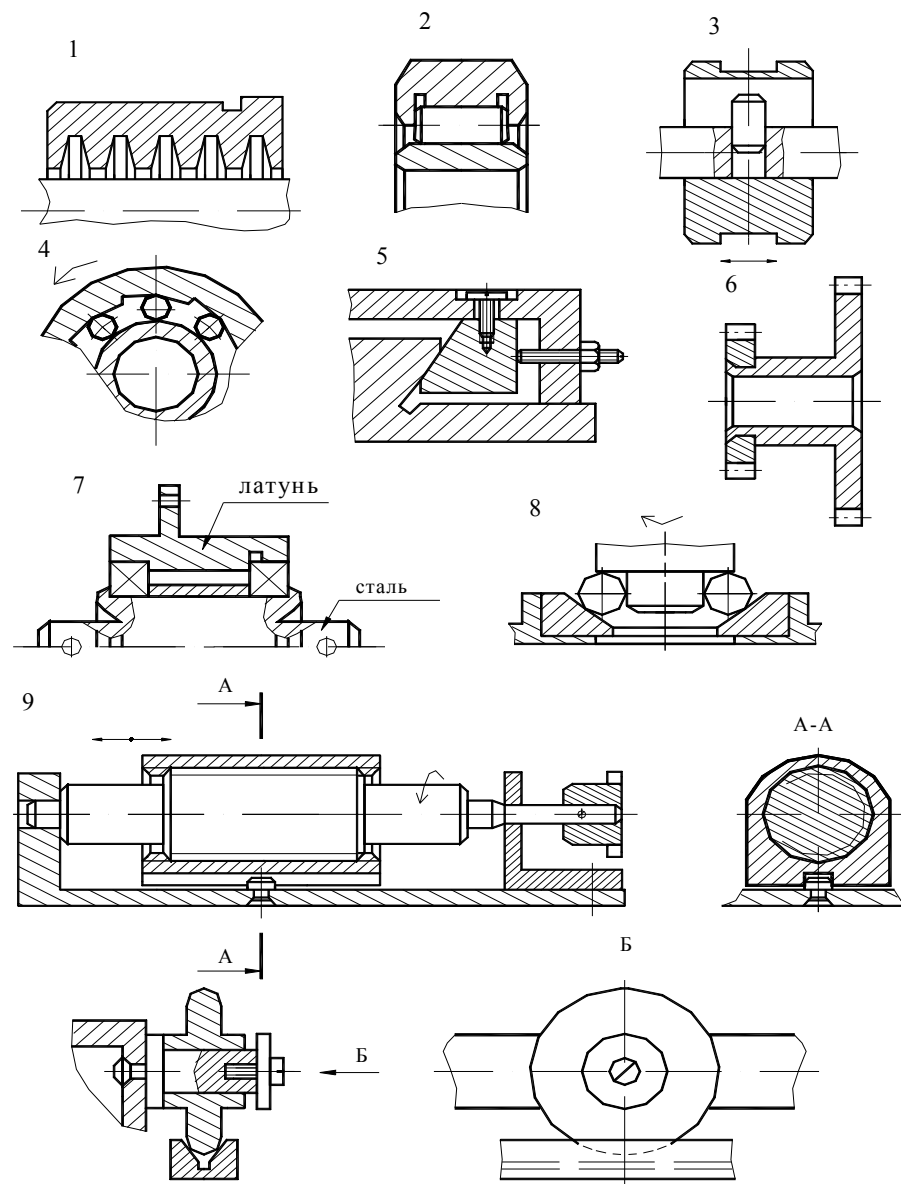


Рисунок 2.2 – Инвертируя форму деталей, повысьте их технологичность



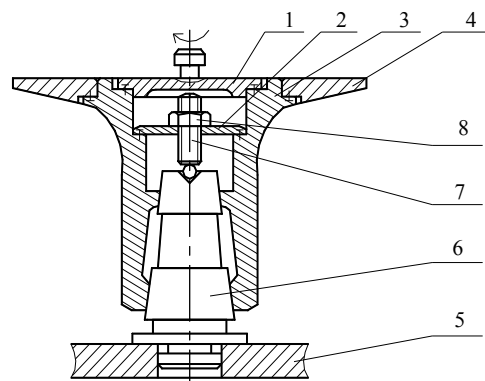


Рисунок 2.3 – В этой сборке шесть оригинальных деталей (1 – 6). Доступ к регулировочному винту 7 и стопорной гайке 8 затруднён. Применив метод инверсии, разработайте конструкцию с неподвижной втулкой 3 и подвижным валом 6. Сократите при этом количество оригинальных деталей до четырёх

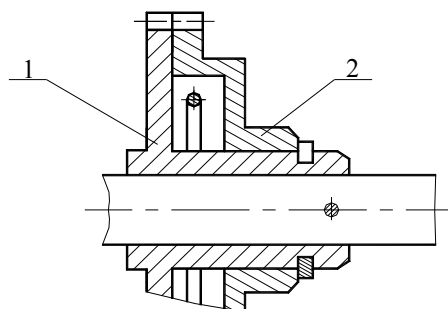


Рисунок 2.4 – Измените конструкцию таким образом, чтобы уменьшился момент трения между зубчатыми колёсами 1 и 2

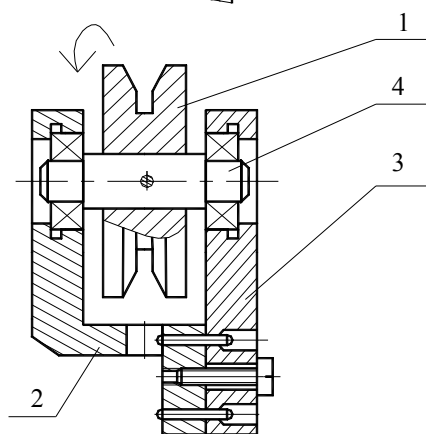


Рисунок 2.5 – Разработайте два варианта конструкции с подвижным и неподвижным валом 4. В обоих случаях детали 2 и 3 должны быть выполнены за одно целое

Таблица 3.3 – Варианты заданий

	Последняя цифра зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера узлов на рисунке 3.2	1	2	3	4	6	4	1	2	1	2
	3	7	5	5	8	6	5	7	3	5
	10	9	7	10	9	10	9	8	6	8

3.3.4. Изучить конструкцию и принцип действия узлов, изображённых на рисунках 3.3 – 3.4, найти не менее пяти конструкторских ошибок, сделать эскизы улучшенных вариантов конструкций, проставить посадки центрирующих соединений.

3.3.5. Разработать 2 – 3 эскиза узлов конструкций с центрирующими соединениями.

3.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Титульный лист

3.4.1 Цель работы.

3.4.2 Анализ центрирующих соединений, эскизы предпочтительных вариантов по рисунку 3.1.

3.4.3 Эскизы изменённых узлов, перечень ошибок и неточностей по рисункам 3.2 – 3.4.

3.4.4 Эскизы разработанных конструкций узлов центрирующих соединений.

Выводы

Библиография

3.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

3.5.1. Что называется центрирующим соединением?

3.5.2. Какие виды центрирующих соединений вам встретились в рассматриваемых конструкциях узлов?

3.5.3. Почему следует стремиться к центрированию по наименьшему диаметру?

3.5.4. Почему следует избегать двойного центрирования?

3.5.5. В чём недостаток центрирования по нескольким поверхностям?

3.5.6. Чем определяется центрирующее сопряжение?

3.5.7. Дать анализ одного из центрирующих соединений.

3.5.8. Уметь разработать самостоятельно пример на одно из правил конструирования центрирующих соединений.



В большинстве случаев в соединении имеется значительный зазор, особенно при низких квалитетах. Следовательно, посадки Н/н точного центрирования не обеспечивают.

Зазоры получаются и при посадке Н/js. Беззазорной является посадка Н/к, которую следует применять при необходимости точного центрирования. Посадка Н/т обеспечивает в соединении незначительный натяг.

Посадки Н/т и Н/к можно применять без усложнения сборки и разборки, если центрирующие поверхности имеют незначительную длину. Детали с длинными центрирующими поверхностями лучше устанавливать по посадкам Н/js и Н/н, если не предъявляются повышенные требования к точности центрирования и нет опасности разбивания посадочных поверхностей под действием нагрузок.

При назначении посадок следует учитывать температурный режим работы соединения. Первоначальная (холодная) посадка может сильно измениться при нагреве, особенно если охватываемая и охватывающая детали выполнены из материалов с различными коэффициентами линейного расширения. В таких случаях обязателен тепловой расчёт соединения.

3.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И НАБОР ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

3.3.1. Изучить правила конструирования центрирующих соединений.

3.3.2. Провести анализ конструкций, изображённых на рисунке 3.1, и определить, какой из вариантов (I или II) является предпочтительней, объяснить – почему. Выполнить эскизы предпочтительных вариантов.

3.3.3. Выполнить задание на рисунке 3.2 в соответствии с номерами, указанными в таблице 3.3, проставить посадки центрирующих соединений.

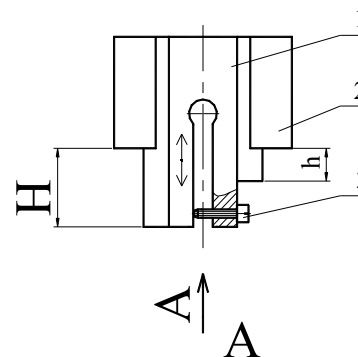


Рисунок 2.6 – Зажим каретки 1 в направляющих 2 осуществляется винтом 3. Условия зажима здесь не одинаковы для различных положений каретки, а её ход не более h . Инвертируя конструкцию, устраните эти недостатки и увеличьте ход каретки до величины H

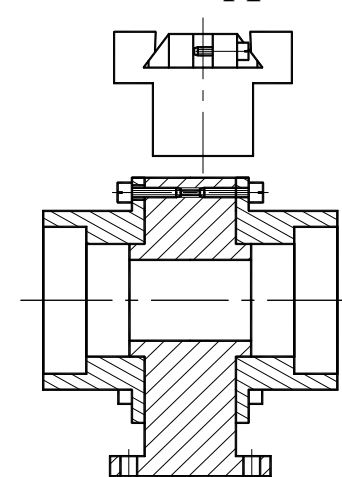


Рисунок 2.7 – Инвертируйте форму деталей с тем, чтобы повысить их технологичность

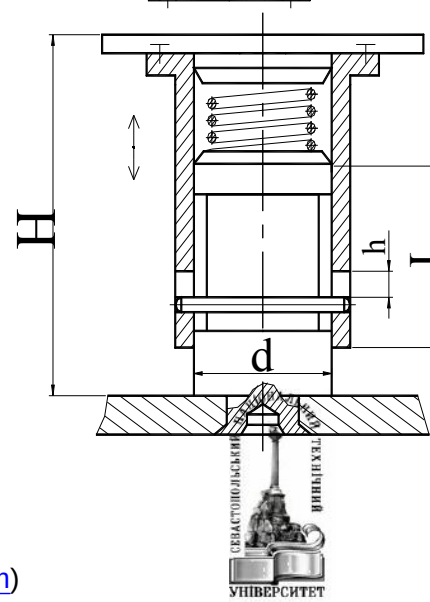


Рисунок 2.8 – Инвертируйте конструкцию стойки таким образом, чтобы увеличилось соотношение L/d . Размеры пружины, высота H и ход h должны остаться неизменными

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 ИССЛЕДОВАНИЕ, АНАЛИЗ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦЕНТРИРУЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ (4 часа)

3.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

3.1.1. Изучение основных правил конструирования центрирующих соединений.

3.1.2. Овладение методикой исследования точности и анализа центрирующих соединений в изучаемых узлах приборов.

3.1.3. Приобретение навыков разработки центрирующих соединений.

3.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Правила конструирования

3.2.1. Для повышения точности центрирования и уменьшения влияния температурных деформаций необходимо центрировать детали по наименьшему допускаемому конструкцией диаметру.

3.2.2. При центрировании деталей типа фланцев следует обеспечивать достаточную длину центрирующих буртиков, имея в виду, что заходные фаски в отверстиях и на охватываемой поверхности, а также прокладки существенно уменьшают фактическую длину центрирующих поверхностей.

Высоту буртика H выбирают так, чтобы обеспечить уверенное центрирование на пояске h .

Размеры центрирующего пояска h и фасок в рядовых соединениях можно принимать равными:

Диаметр центрир. поверхности, мм	До 100	100 – 200	200 – 300	300 – 500	Св.500
h , мм	3 – 4	4 – 5	5 – 6	6 – 7	7 – 8
Фаски	$0,5 \times 45^\circ$	$0,8 \times 45^\circ$	$1 \times 45^\circ$	$1,5 \times 45^\circ$	$2 \times 45^\circ$

3.2.3. Для выхода режущего инструмента при обработке торца фланца и центрирующей поверхности, а также во избежание защемления прокладки во входящем угле соединения отделяют от

поверхности стыка радиальными, торцовыми или диагональными канавками.

3.2.4. В корпусных деталях центрирующие поверхности следует выполнять в виде отверстий, легко обрабатываемых на расточных станках. Особенно важно соблюдение этого правила при центрировании по соосным поверхностям, расположенным по разные стороны корпуса. В правильной конструкции центрирующие отверстия корпуса обрабатываются напроход с одной установки, что обеспечивает соосность.

3.2.5. Следует избегать центрирования одновременно по двум поверхностям. Центрировать необходимо только по одной поверхности, оставляя на другой гарантированный зазор.

3.2.6. Частой ошибкой начинающих конструкторов является введение центрирования там, где оно не требуется условиями работы.

3.2.7. В узлах, состоящих из нескольких концентричных деталей, необходимо сокращать число центрирующих поверхностей, т. к. наложение производственных неточностей на каждом центрированном поясе уменьшает точность центрирования в целом.

3.2.8. При центрировании на цилиндрическом штифте, запрессованном в деталь, в узлах, требующих точного центрирования, следует обрабатывать центрирующую часть штифта после запрессовки концентрично с точными поверхностями детали или выполнять центрирующий шип как одно целое с деталью.

3.2.9. Цилиндрические поверхности следует центрировать по полной окружности. Наличие местных выборок небольшой протяжённости не отражается существенно на точности центрирования. В отдельных случаях, когда этого требует конструкция, детали центрируют по неполной окружности при условии, если дуга центрирующей окружности имеет угол не менее 270° и деталь обладает достаточной радиальной жёсткостью.

3.2.10. На практике иногда применяют центрирование по отдельным выступам, если их число не менее трёх и они расположены симметрично по окружности, а также центрирование по зубьям и шлицам.

3.2.11. Центрирование резьбовых соединений должно осуществляться при помощи центрирующих поясков.

3.2.12. Цилиндрические поверхности обычно центрируют по посадкам с зазором: H/g , H/h и переходным посадкам: H/js , H/k , H/m . При посадке H/h зазор равен нулю только в предельном случае.

