

Технология производства гидромашин, гидропривода и

СКИФ



**Кафедра «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и
тепловые процессы»**

Лекционный курс

Автор

К.т.н. Килина М.С.

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» и 27.03.05 «Инноватика».

Электронный курс лекций содержит основные понятия производства и сборки элементов гидро- и пневмопривода, основы расчета размерных цепей, материалы применяемые для изготовления различных элементов гидро- и пневмоприводов их особенности.

Автор



Килина Мария Степановна –

Кандидат технических наук

Сфера научных интересов – гидроприводы, гидравлические амортизаторы, системы 3D моделирования, технологии производства.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
Лекция №1	4
Введение	4
Лекция 2	7
Металлические материалы, применяемые в гидрооборудовании, гидромашинах и гидравлических приводах.	7
Не металлические материалы, применяемые в гидрооборудовании, гидромашинах и гидравлических приводах.	9
Лекция 3	10
Методы изготовления. Точность изготовления и качество обработанной поверхности деталей гидромашин, гидроприводов и средств ГПА	10
Лекция 4	13
Точность в машиностроении, методы достижения точности	13
Особенности производства элементов гидромашин, гидромашин, гидроприводов и средств ГПА.	14
Лекция 5	17
Технология сборки	17
Лекция 6	21
Формы сборки гидроприводов: стационарная и подвижная, расчет основных параметров.	21
Лекция 7	26
Механизация сборки	26
Автоматизация сборки	27
Лекция 8	28
Методы сборки гидроприводов и их элементов: полной взаимозаменяемости, сборка с групповой взаимозаменяемостью, метод компенсатора, метод подвижного компенсатора.	28
Лекция 9	33
Особенности технологии сборки; технический контроль деталей и собранных узлов. ..	33
Лекция 10	37
Технический контроль деталей и собранных узлов.	37
Лекция 11	40
Типы монтажа гидропривода	40
Лекция 12	43
Плиты гидравлические.	43
Лекция 13	46
Баки гидравлические	46
Лекция 14	49
Испытания узлов гидропривода	49
Лекция 15	52
Размерные цепи. Виды размерных цепей. Методы расчёта размерных цепей.	52
Список рекомендуемой литературы	58

Лекция №1

Введение.

Технология (от др.-греч. Τέχνη – искусство, мастерство, умение; λόγος – совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата; в широком смысле — применение научного знания для решения практических задач.

Технология машиностроения – наука о производстве деталей машин и аппаратов – изучает технологические процессы, применяемые на машиностроительных предприятиях при изготовлении изделий требуемого качества, в установленном программой количестве и при наименьшей себестоимости.

Технология машиностроения рассматривает методы разработки и построения рациональных технологических процессов, выбор способа получения заготовки, технологического оборудования, инструмента и приспособлений, назначение режимов резания и установление технически обоснованных норм времени.

Основные понятия и определения. Связи в машине и производственном процессе ее изготовления. Основы технологии машиностроения. Производственный и технологический процессы.

Производственный процесс – совокупность действий, необходимых для превращения исходного сырья в готовую деталь. В этот процесс входит изготовление детали, сборка изделия, контроль качества, транспортировка, хранение, учет.

Производственный процесс может рассматриваться в рамках завода, цеха, участка.

Технологический процесс – часть производственного процесса, который приводит к изменению формы, размеров и свойств детали.

К технологическому процессу относятся и вспомогательные операции: например, технический контроль.

Технологические процессы подразделяются по степени унификации:

- единичные, типовые и групповые.

По содержанию операций перемещения:

- комплексные.

По детализации описания с:

- маршрутным, маршрутно-операционным, операционным описанием.

- Маршрутное описание технологического процесса (маршрутный техпроцесс) – сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте, в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

- Маршрутно-операционное описание технологического процесса (маршрутно-операционный техпроцесс) – сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте, в последовательности их выполнения с полным отдельных операций.

- Операционное описание технологического техпроцесса (операционный техпроцесс) – полное описание всех технологических операций в

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

Части технологического процесса: формообразование, литье, гальванопластика, спекание, обработка давлением, термическая, электрофизическая, электрохимическая, слесарная обработка, нанесение покрытий, сборка, сварка, пайка, клепка, склеивание, монтаж, ремонт, контроль качества изделия, маркирование, консервация, упаковывание, расконсервация.

Под технологической операцией понимается часть технологического процесса, выполненная на одном рабочем месте.

Рабочее место – часть площади цеха, предназначенной для выполнения работы одним или группой рабочих. На этой площади размещены: оборудование, инструменты, приспособления. Стеллажи для хранения готовых деталей и заготовок. Технологическая операция охватывает все действия оборудования и рабочего, на нее устанавливают норму времени, и при расчете оборудования, расчете рабочих, используют за основу – операцию. Технологические операции состоят из:

- установок,
- позиций,
- технологических переходов,
- вспомогательных переходов,
- рабочих ходов,
- вспомогательных ходов.

В машиностроении различают три типа производства: единичное (индивидуальное), серийное и массовое. Серийное производство в свою очередь подразделяют на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Единичное и мелкосерийное производства характеризуются выпуском изделий в малых, редко повторяющихся или вовсе не повторяющихся количествах при широкой номенклатуре выпускаемых изделий. В этих условиях применяют преимущественно универсальное оборудование, нормализованный режущий инструмент и универсальную технологическую оснастку.

Среднесерийное производство характеризуется установившейся номенклатурой выпускаемой продукции, повторяющимися сериями изготавливаемых изделий.

При серийном производстве возможна частичная специализация оборудования и применение автоматов и полуавтоматов, с учетом возможности их переналадки при переходе от изготовления одних изделий к другим.

Крупносерийное и массовое производства характеризуются выпуском в больших количествах определенных изделий ограниченной номенклатуры. Выпуск продукции происходит непрерывно. При изготовлении нескольких моделей или конструкций изделий их выпускают параллельно или одновременно.

Оборудование устанавливают в последовательности выполнения операций технологического процесса. Массовое и крупносерийное производства отличаются широким применением агрегатных станков, станков-автоматов и автоматических линий, высокой степенью автоматизации всех производственных процессов и применением специальной технологической оснастки и специального инструмента.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Квалификация рабочих низкая, но в бригады по наладке станков входят рабочие высокой квалификации.

Продукцией массового производства являются автомобили, тракторы, комбайны, сельскохозяйственные орудия (плуги, диски, культиваторы) и т. п.

На одном и том же заводе или цехе могут быть совмещены несколько типов производств, поэтому отнесение производства завода или цеха к одному из типов обычно делают по преобладающему типу производства.

Производственные процессы делят на два вида: непоточный и поточный.

При непоточном виде организации производственного процесса движение заготовок на разных стадиях изготовления прерывается их задержкой на рабочих местах или промежуточных складах. Сборку изделий начинают лишь при наличии полных комплектов деталей. В непоточном производстве отсутствует такт выпуска, а производственный процесс регулируют графиком, составленным с учетом плановых сроков и трудоемкости изготовления изделий.

Поточное производство характеризуется непрерывностью и равномерностью. В поточном производстве заготовку после завершения первой технологической операции без задержки передают на вторую операцию, затем – на третью и т. д., а изготовленную деталь сразу подают на сборку.

Ритм выпуска – число изделий определенного наименования, выпускаемых в единицу времени.

Такт выпуска является основной расчетной величиной для операций, выполняемых на поточной линии. Построение технологического процесса обуславливается тем, что штучное время каждой операции должно быть равно или кратно такту выпуска.

Каждому типу производства соответствует определенная система расположения технологического оборудования.

Для единичного и мелкосерийного производств наиболее характерна организация производства с расстановкой оборудования по типам станков. В этом случае организуют участки токарных, фрезерных, шлифовальных и других станков, на которых производят выполнение соответствующих технологических операций. Заготовки в процессе обработки резанием переходят с одного участка на другой.

При серийном производстве целесообразно применять предметную форму организации производства (участки обработки корпусных деталей, валов, шестерен, втулок).

В условиях среднесерийного производства оборудование может быть расположено в последовательности выполнения технологического маршрута с оснащением технологического оборудования групповыми наладками оснастки с возможностью ее переналадки.

Для крупносерийного и массового производств наиболее характерна организация производства, при которой станки располагают в последовательности выполнения технологических операций. При этом станки закрепляют за определенными технологическими операциями.

Лекция 2

Металлические материалы, применяемые в гидрооборудовании, гидромашинах и гидравлических приводах.

Таблица 1.

№	Наименование	Область применения
Стали – сплав железа и углерода (до 2,14%), поддающийся ковке. По способу получения сталь разделяют на бессемеровскую, конверторную (с продувкой кислородом), мартеновскую, электросталь, тигельную сталь, получаемую прямым восстановлением из обогащенной руды (окатышей).		
1	Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380-2000)	выпускается до 70% всего проката (углеродистая обыкновенного качества), широко применяется в строительстве, машиностроении и т.д.; Прокатом называются полуфабрикаты (по отношению к машиностроению) металлические изделия, характеризующиеся большим отношением длины к толщине или поперечному сечению. К сортовому прокату относятся круглый, квадратный, шестигранный и прямоугольный (полоса), лист.
2	Сталь углеродистая качественная общего назначения (ГОСТ 1050-88)	
3	Сталь углеродистая специализированная (инструментальная, котельная, мостовая, судостроительная и т.д.).	
Чугуны – это сплав железа и углерода, в котором Fe более 90%, а С - не более 6,67%, но и не менее 2,14%.		
4	Серый чугун	Это литейный чугун. Он обладает хорошими литейными свойствами, хорошо обрабатывается резанием, сопротивляется износу, обладает способностью рассеивать колебания при вибрационных и переменных нагрузках. Из него изготавливают станины металлорежущих станков, блоки и гильзы автомобильных и тракторных двигателей, поршневые кольца, корпуса и др
5	Ковкий чугун	Ковкий чугун широко используют в сельскохозяйственном машиностроении для изготовления деталей, которые в процессе работы испытывают ударные нагрузки
Прецизионные сплавы (от франц. precision — точность) — металлические сплавы с заданными физическими свойствами (магнитными, электрическими, тепловыми, упругими) или с редким сочетанием свойств, обусловленным точностью химического состава, отсутствием примесей, тщательностью изготовления и обработки.		
6	Магнитно-мягкие сплавы	обладают высокой магнитной проницаемостью и малой коэрцитивной силой в слабых полях. Одна из областей

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

		применения - автоматика
7	Сплавы с высокими упругими свойствами	обладают комплексом упругих свойств и их применяют в качестве пружин и пружинных элементов, упругочувствительных элементов измерительных приборов, мембран расходомеров.
Цветные металлы и сплавы		
8	Алюминий алюминиевые сплавы	Алюминиевые сплавы в соответствии с основными компонентами получили названия: силумины (алюминий-кремний), дюралюмины (алюминий-медь-марганец), магналии (алюминий –марганец). В настоящее время получили широкое распространение монтажные плиты изготавливаемые из алюминиевых плит, это связано с меньшей стоимостью изготовления и массой в сравнении со стальными плитами. Из алюминия изготавливают разнообразные промышленные изделия: элементы двигателей, конвейерные ленты, системы автоматизированного управления, лестницы, строительные леса и т. д.
9	Медь и медные сплавы. Латунь	Латунь – сплав меди с цинком. В состав такого сплава также может входить никель, олово, железо и другие металлы. Компания Zipro использует для изготовления корпусов зажигалок латунь. Ручки Parker также имеют корпуса из этого сплава. Из сплава изготавливают сантехническое оборудование (краны, трубы, крепежные элементы и другое комплектующее).
10	Медь и медные сплавы. Бронза	Бронза является многокомпонентным сплавом, состоящим из двух и более элементов, основной из которых медь. Второй – марганец, олово, свинец, хром, фосфор, железо и другие элементы, кроме цинка. Благодаря своим разнообразным свойствам бронзу применяют в машиностроении, ракето- и авиастроении, судостроении и многих других отраслях. Качество антикоррозионной устойчивости, износостойкости и низкий коэффициент трения сделало ее незаменимым материалом для машин и агрегатов, которые вовлечены в подвижные узлы с высоким трением. Изготавливают регулируемую арматуру для различных трубопроводов. Так же для уплотнительных элементов в аппаратуре, рассчитанной на высокие давления

Не металлические материалы, применяемые в гидрооборудовании, гидромашинах и гидравлических приводах.

Таблица 2

№	Наим-ние	Область применения
1	Фторопласты	<p>Фторопласт (тефлон) – это фторсодержащий синтетический полимер белого цвета, который обладает уникальными свойствами и применяется во многих отраслях промышленности.</p> <p>Из него изготавливают наполнители для высокотемпературных мембранных фильтров, термостойкие прокладки различных видов, различные уплотнительные элементы, ответственные элементы запорной и регулирующей арматуры, клапанов и насосного оборудования в химической отрасли.</p> <p>В производстве транспортных средств, машин, механизмов, в станкостроении и авиационной промышленности используются конструкционные свойства тефлона. В узлах, подвергающихся воздействию больших нагрузок, используются скользящие элементы и подшипники, состоящие из металлического основания, покрытого тефлоном.</p>
2	Полиимиды	<p>Полиимид (PI) - термопластичный полимер, обладающий низким коэффициентом трения.</p> <p>Отличные характеристики вещества позволяют использовать его во многих отраслях промышленности и в разных сферах деятельности. PI способны заменить стекло или самые прочные металлы (например, сталь) даже там, где к прочности и устойчивости материала предъявляют повышенные требования.</p> <p>Из полиимидов изготавливают стойки шасси, части двигателя, подшипники и направляющие скольжения. Он служит изоляцией свинцовых кабелей в погружных насосах, изоляционным материалом для двигателей.</p> <p>Устойчивость к температурным воздействиям, влиянию масел и жиров, а также пригодность для контакта с пищевыми продуктами позволяет производить посуду, упаковочные материалы для продуктов питания, бытовые приборы.</p>
3	Полиамиды	<p>Термостойкий полимер</p> <p>В машиностроении, авиа и судостроении для изготовления деталей амортизационных механизмов, роликов и втулок, различных аппаратов и т. д.</p>
4	Резина	<p>эластичный материал, образующийся в результате вулканизации натурального (НК) и синтетических каучуков (СК).</p> <p>применяются для изготовления уплотнения любого типа;</p>

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

		втулки, вилки, патроны, клапаны и пробки; амортизаторы, шланги, трубы, рукава высокого давления и т.д.
5	Эбонит	представляет собой продукт высокой степени вулканизации натурального или синтетического каучука серой Эбониты применяются для изготовления деталей электрических приборов, аккумуляторных баков и емкостей для агрессивных жидкостей. Эбониты хорошо поддаются механической обработке, негигроскопичны, газонепроницаемы, стойки к действию растворов кислот, оснований, солей, растит и животных жиров; разрушаются сильными окислителями, ароматическими и хлорированными углеводородами
6	Графиты	При производстве задаются определенные свойства графита. Применение этого вещества полностью зависит от них. Графит используют в металлургии при изготовлении тугоплавких форм или ковшей, емкостей. При литейном процессе порошок из представленного вещества используется в виде смазки.
7	Керамика	Керамика промышленная - изделия, получаемые путем спекания неорганических, неметаллических материалов и имеющие промышленное или техническое применение. Компонентами этих материалов обычно являются вещества с высокой температурой плавления или размягчения. Керамики на основе нитрида кремния, карбида кремния и диоксида циркония используются в дизельных и газотурбинных двигателях. Полностью керамический двигатель, работающий при очень высоких температурах, успешно испытан в лаборатории. Промышленная керамика широко используется при нормальных температурах в условиях, требующих от материала твердости, стойкости к истиранию и прочности. Из карбидокремниевой и алюмооксидной керамики изготавливают уплотнения насосов и детали клапанов, подверженные абразивному действию суспензий и жидкостей. Износостойкие элементы центробежных машин, износостойкие элементы подшипников, рабочие пластины режущих инструментов

Лекция 3

Методы изготовления. Точность изготовления и качество обработанной поверхности деталей гидромашин, гидроприводов и средств ГПА

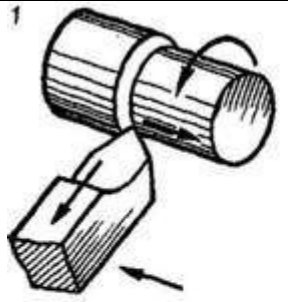
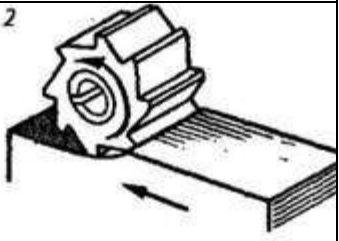
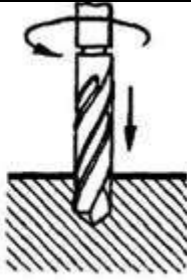
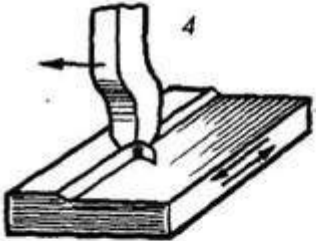
Таблица 3.

№	Наим-ние метода	Область применения	Эскиз
---	-----------------	--------------------	-------

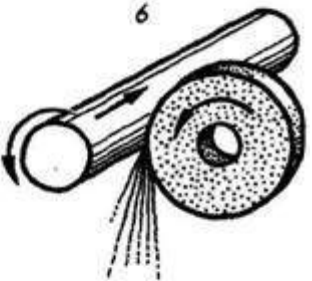
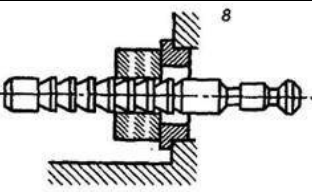
Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Заготовительная			
1	Отливки	<p>Заготовка, полученная методом литья. Известно множество разновидностей литья:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. в песчаные формы (ручная или машинная формовка); 2. в многократные (цементные, графитовые, асбестовые формы); 3. в оболочковые формы; 4. по выплавляемым моделям; 5. по замораживаемым ртутным моделям; 6. центробежное литье; 7. в кокиль; 8. литьё под давлением; 9. по газифицируемым (выжигаемым) моделям; 10. вакуумное литьё; 11. электрошлаковое литьё; <p>литьё с утеплением.</p>	
2	Ковка	<p>высокотемпературная обработка различных металлов (железо, медь и её сплавы, титан, алюминий и его сплавы), нагретых до ковочной температуры. Различают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ковка на молотах (пневматических, паровых и гидравлических) 2. ручная ковка 3. штамповка 	
3	Штамповка	<p>процесс пластической деформации материала с изменением формы и размеров тела. Чаще всего штамповке подвергаются металлы или пластмассы.</p>	
4	Прокат	<p>продукция, получаемая на прокатных станах путём горячей, теплой или холодной прокатки. Металлопрокат производится из следующих видов металла: алюминий, медь, чёрный прокат, бронзовый, конструкционный, нержавеющий, титан, мельхиор, никель. По способу проката круглый, квадратный, прямоугольный, н-образный например «балка», тавр.</p>	
Механическая обработка			

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

5	Токарная	операция обработки тел вращения, винтовых и спиральных поверхностей резанием при помощи резцов на станках токарной груп-пы. При точении заготовке сообщается вращательное движение (главное движение), а режущему инструменту (резцу) — медленное посту-пательное перемещение в продольном или поперечном направлении (движение подачи).	
6	Фрезерная	высокопроизводительный и распространенный процесс обработки материалов резанием, выполняемое на фрезерных стан-ках. Главное (вращательное) движение получает фреза, а движение подачи в продольном направлении — заготовка	
7	Сверление	операция обработки материала резанием для получения отверстия. Режущим инструментом служит сверло, совершающее вращательное движение (главное движение) резания и осевое перемещение по-дачи. Сверление производится на сверлильных станках	
8	Строгание	способ обработки резанием плоскостей или линейчатых поверхностей. Главное движение (прямолинейное возвратно-поступательное) совершает изогнутый строгальный резец, а движение подачи (прямолинейное, перпендикулярное главному движению, прерывистое) — заготовка. Строгание производится на строгательных станках	
9	Долбление	способ обработки резцом плоскостей или фасонных поверхностей. Главное движение (прямолинейное возвратно-поступательное) совершает резец, а движение подачи (прямолинейное, перпендикулярное главному движению, прерывистое) — заготовка. Долбление производят на долбежных станках	

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

10	Шлифование	процесс чистовой и отделочной обработки деталей машин и инструментов посредством снятия с их поверхности тонкого слоя металла шлифовальными кругами, на поверхности которого расположены абразивные зерна.	
11	Протягивание	процесс, производительность при котором в несколько раз больше, чем при строгании и даже фрезеровании. Главное движение прямолинейное и реже вращательное	

Лекция 4

Точность в машиностроении, методы достижения точности

Точностью изделия в машиностроении называют степень соответствия заранее установленному образцу. Под точностью детали понимается степень соответствия реальной детали, полученной механической обработкой заготовки, по отношению к детали, заданной чертежом и техническими условиями на изготовление, т.е. соответствие формы, размеров, взаимного расположения обработанных поверхностей, шероховатости поверхности обработанной детали требованиям чертежа.

При работе на металлорежущих станках применяют следующие методы достижения заданной точности:

1. обработка по разметке или с использованием пробных проходов путем последовательного приближения к заданной форме и размерам; после каждого прохода инструмента производится контроль полученных размеров, после чего решают какой припуск необходимо снять; точность в этом случае зависит от квалификации рабочего, например токаря или фрезеровщика;

2. обработка методом автоматического получения размеров, когда инструмент предварительно настраивается на нужный размер, а затем обрабатывает заготовки в неизменном положении; в этом случае точность зависит от квалификации наладчика и способа настройки;

3. автоматическая обработка на копировальных станках и станках с программным управлением, в которых точность зависит от точности действия системы управления.

Но какой бы станок или способ обработки не применялся, несколько деталей, даже обработанных на одном и том же станке одним и тем же инструментом, будут немного отличаться друг от друга. Это объясняется появлением неизбежных погрешностей обработки, которые служат мерой точности обработанной детали.

Таким образом, к причинам, вызывающим появление погрешностей при обработке можно отнести следующие:

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

1. неточности самого металлорежущего станка, вызванное погрешностями изготовления его деталей и неточностями сборки;
2. погрешности установки заготовки;
3. неточности изготовления, установки, настройки и износ режущего инструмента;
4. упругие деформации технологической системы;
5. тепловые деформации технологической системы;
6. остаточные деформации в заготовке;
7. изношенность направляющих, ходовых винтов и в целом самого станка и др.

При эксплуатации инструмента по мере его изнашивания наступает такой момент, когда дальнейшее резание инструментом должно быть прекращено, а инструмент отправлен на переточку. Момент затупления инструмента устанавливается в соответствии критериями износа, под которым понимается сумма признаков или один решающий признак. Применяется два критерия: первый — критерий оптимального износа и второй - критерий технологического износа.

Качество поверхности, обработанной режущими инструментами, определяется шероховатостью и физическими свойствами поверхностного слоя. Обработкой резанием не может быть получена идеально ровная поверхность. Режущие кромки инструментов оставляют неровности в виде впадин и выступов различной формы и размеров.

Таким образом, на качество обработанной поверхности влияет много факторов: материал обрабатываемой заготовки, вид обработки, жесткость системы станок — приспособление — инструмент деталь, характер, форма, материал и степень остроты или износа режущих инструментов, режим обработки, вид смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), а также квалификация рабочего.

Оптимизация всех факторов, обеспечит получения желаемого результата: качества изделия.

Особенности производства элементов гидромашин, гидромашин, гидроприводов и средств ГПА.

Фактор, который обязательно следует учитывать - производством элементов гидравлической системы должны заниматься только опытные и квалифицированные профессионалы. Лишь в этом случае можно обеспечить высокое качество, надежность и функциональность агрегата. В гидроаппаратуре достаточно часто встречаются прецизионные детали и пары, такие как золотниковые пары (гильза – золотник), подвижный элемент клапана и седло, поршень и гильза ГЦ и т.д., для получения требуемой точности деталей применяют ряд методов металлообработки, таких как:

Высокоточная металлообработка

Токарная высокоточная обработка в своей сущности представляет резание. Точность работ определяется не только программами и опытом оператора, но и качественными инструментами.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Высокую точность необходимо выдерживать при обработке внешних и внутренних поверхностей, при снятии кромки и фаски, при создании канавок и пазов, при нарезании резьбы, торцевании краёв и обрезании заготовки.

Точность движения инструмента определяется компьютером, который без участия человека, в точном соответствии с чертежом направляет инструмент и совершает необходимые действия с отклонением не более 10-30мкм.

Хромирование (применяется в подвижных элементах гидроаппаратуры (шток ГЦ)) представляет собой процесс насыщения поверхностей из металлических материалов хромом

Использование процесса хромирования необходимо для того, чтобы защитить металлы от образования коррозии.

Благодаря хромирования на поверхности образуется тонкий слой защитного вещества, которое делает структуру металла более прочной. Именно поэтому хромированные детали могут прослужить долгие годы.

Весь процесс можно разделить на несколько этапов, которые заключаются в:

Очистке. На данном этапе хромирования осуществляется удаление сильных загрязнений с поверхности металлов, что слой хрома лег ровно и аккуратно.

Тонкой очистке. Данный шаг предполагает удаление оставшихся следов загрязнений, чтобы они не мешали проведению дальнейших работ.

Предварительной подготовке. В зависимости от материала, на который будет наноситься состав хрома, зависит то, какие меры следует предпринимать для того, чтобы подготовить его для проведения дальнейших работ.

Помещении в ванну с подготовленным раствором. На данном этапе хромирования металлические изделия помещаются в ванну с подготовленным составом, состоящим из хрома и других вспомогательных элементов. Здесь осуществляется температурное выравнивание.

Подключении тока. Этот шаг заключается в том, чтобы подключить к раствору с материалом для хромирования ток определенной силы. Обработка током происходит для образования на поверхности металла слоя хрома определенной толщины.

Во время хромирования выделяется большое количество токсичных веществ, которые могут навредить здоровью человека.

Выделяются следующие виды данного процесса:

Гальваническое хромирование

Данный способ хромирования представляет собой метод нанесения на поверхность металлов или пластмассовых материалов специального покрытия методом использования электрического тока. Благодаря этому достигается утолщение поверхности, устойчивости к образованию ржавчины, в приобретении привлекательного внешнего вида. Во время использования гальванического хромирования используется трехслойное нанесение металлического вещества.

Химическое хромирование.

При использовании данного метода хромирования не применяется электрический ток. При этом очень важно перед обработкой отдельных деталей методом покрытия хромированным составом нанести тонкий слой меди.

Хромирование золочение.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Данный вид хромирования подразумевает нанесение на поверхность металлов тонкого слоя золотого металла. Делается это не только для достижения наилучшего декоративного эффекта, но и для защиты материала от появления коррозии. Золочение делает материал более плотным и износостойким.

Полирование — это слесарная операция, при которой детали обрабатывают мелкозернистыми и мягкими материалами: различными сортами пасты ГОИ, сукном, байкой, фетром. Полировать можно вручную и механическим способом.

Полируют вручную при помощи полировочных паст так же, как и шлифуют. Разница только в том, что на напильнике или деревянном бруске крепят и периодически смазывают пастой суконную или войлочную полоску.

При полировании пастами необходимо менять положение детали, повертывая ее на 90° при каждом последующем проходе и замене отработанной пасты.

Плоские детали удобнее полировать на стеклянных плитах. Стеклянную плиту, протертую керосином и вытертую насухо, покрывают тонким слоем пасты и перемещают по ней деталь вперед и назад 5 — 7 раз. Затем плиту снова протирают и покрывают пастой и продолжают полировать до тех пор, пока поверхность детали не станет гладкой и блестящей. Отполированную деталь протирают тряпкой, смоченной в керосине, и вытирают насухо чистой тряпкой.

Для механического полирования применяют полировальные станки. На шпинделе таких станков установлен полировальный круг из плотно сложенных слоев сукна, фетра, байки или войлока. Можно использовать и деревянные круги с наклеенными на них толстыми лентами из указанных материалов. Наносят пасту ГОИ на круг и сообщают ему 2000 — 2500 оборотов в минуту. Деталь периодически поворачивают разными сторонами и прижимают к кругу — полируют. Круг время от времени покрывают новым слоем пасты. Окончив полировать, деталь протирают начисто.

Хонингование — это процесс чистовой обработки отверстий абразивными брусками, применяется для обеспечения высокой точности формы отверстия, незначительной шероховатости, малого деформированного поверхностного слоя и создания специфического микропрофиля обработанной поверхности. Ему должна предшествовать обработка, обеспечивающая требуемую точность расположения оси (операция растачивания, развертывания, протягивания и шлифования). Наиболее эффективно этот процесс применяют в условиях серийного и массового производства.

Хонингованием обрабатывают цилиндры, отверстия в блоках цилиндров под вкладыши коренных подшипников коленчатых валов, отверстия под пиноли задних бабок станков и другие детали, сквозные и глухие отверстия. При обработке глухих отверстий необходимо предусматривать канавку для выхода брусков.

Хонингование позволяет вести обработку отверстий диаметром от 6 до 500 мм и более при длине этих отверстий от значений, меньших диаметра, до 1 м и более. При обработке отверстий малых диаметров хонингование эффективнее шлифования. Точность обработки хонингованием — 4 — 6-й квалитеты, шероховатость обработанной поверхности Ra 0,16...0,04 мкм.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

В промышленности широко применяют хонингование алмазными брусками, которое имеет ряд преимуществ перед хонингованием абразивом: большую износостойчивость алмазных брусков (в 150 — 200 раз), в сравнении с абразивными, что обеспечивает стабильность и надежность настройки на станке, высокую эффективность исправления исходных погрешностей обработки, более форсированные режимы. При алмазном хонинговании точность формы отверстия повышается в 10 раз, а шероховатость поверхности снижается на 2 — 4 класса.

Суперфиниширование (суперфиниш) — механическая операция по обработке металлических деталей.

Суперфиниширование применяют в качестве финишной операции, в основном при обработке наружных поверхностей деталей, эксплуатируемых в условиях трения скольжения или качения; в ряде случаев суперфинишированием обрабатывают также внутренние и торцовые поверхности, например дорожки качения наружных колец радиальных и упорных подшипников качения. Как правило, суперфиниширование производят после операций шлифования

Притирка рабочих поверхностей представляет собой наиболее ответственную заключительную операцию притирки элементов друг к другу. При серийном производстве притирку производят на специальных станках, обеспечивающих высокую чистоту и исключительную плоскостность притираемой поверхности. Так примером могут служить притирка рабочих поверхностей из бронзы, закаленной или азотированной стали ведут в несколько стадий. Первая - черновая притирка - осуществляется смесью микропорошка белого электрокорунда М28 с керосином (для стали) или пастой ГОИ (размер зерен 25 - 30 мкм) - для бронзы, притирка рабочих поверхностей сопла и золотника, притирка рабочих поверхностей деталей гидростатического уплотнения, притирка рабочих поверхностей золотников и седел, притирка рабочих поверхностей клапана и гнезда и усилием пружины.

Лекция 5

Технология сборки

Изделия и его элементы.

Гидропривод с технологической точки зрения представляет собой изделие, состоящее из элементов различной сложности и являющийся частью машины. Условия эксплуатации определяют технические требования, предъявляемые как к целой машине, так и к отдельным её элементам. Выполнение этих требований обеспечивается соответствующими конструктивными решениями и технологией производства.

Гидропривод состоит из различных элементов соединенных между собой в определенной последовательности с целью выполнения заданного цикла работы. В свою очередь деталью называется часть изделия, выполненная из материала, представляющего собой одно целое. Деталь является первичным звеном сборки. Декоративные, антикоррозийные, антифрикционные, износостойчивые и другие покрытия поверхностей деталей не меняют их характеристики как первичного звена сборки, так как покрытия относятся к процессам обработки, а не сборки.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

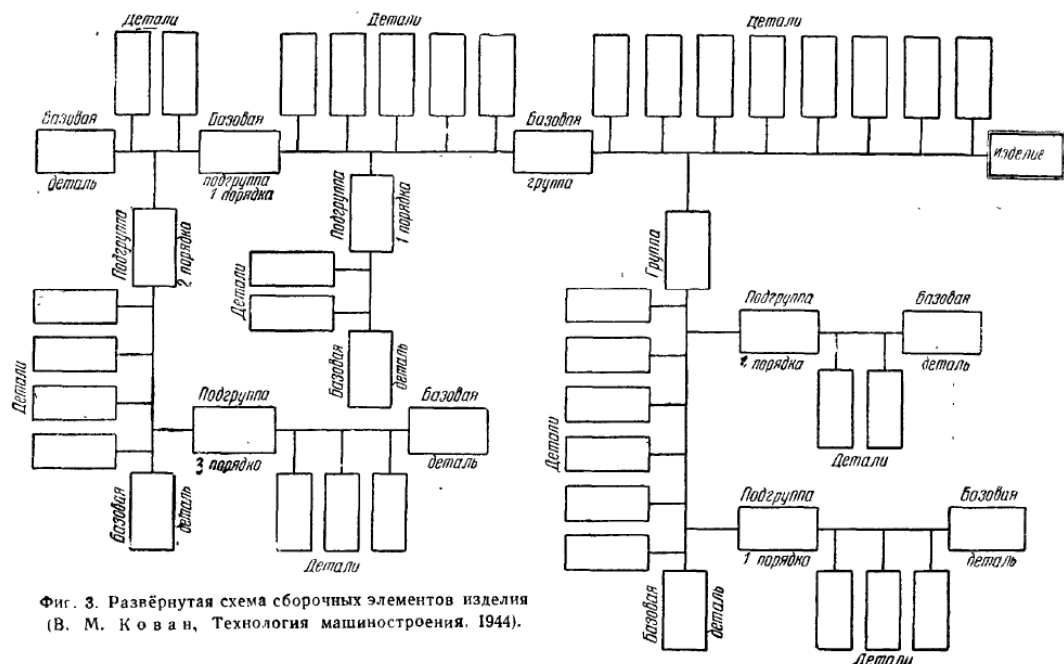
Узел называется часть изделия, представляющая собой соединение некоторого количества деталей, независимо от вида соединений и методов их выполнения.

Узел, входящий непосредственно в изделие, называют группой; узел, входящий непосредственно в группу – подгруппой 1-го порядка; узел, входящий непосредственно в подгруппу 1-го порядка – подгруппой 2-го порядка и т. д.

Каждая подгруппа любого порядка может состоять либо из отдельных деталей, либо из подгрупп низших порядков и деталей. Подгруппа последнего порядка для данного изделия будет состоять только из отдельных деталей.

Между собранными и конструктивными элементами и изделиями не всегда наблюдается полное соответствие; например, распределительный механизм автомобильного двигателя представляет собой конструктивный элемент его, но не является сборочным элементом двигателя, так как не может быть собран отдельно. Некоторые сборочные элементы изделия, а именно подгруппы, не всегда представляют собой законченные конструктивные элементы. Вместе с тем группы и детали изделия являются обычно не только сборочными, но и конструктивными элементами изделия, поэтому их называют иногда конструктивно-сборочными элементами изделия.

При решении технологических задач расчленение машины на элементы осуществляется путём построения схемы сборочных элементов изделия.



Фиг. 3. Развёрнутая схема сборочных элементов изделия (В. М. Кован, Технология машиностроения. 1944).

Рисунок 1 развёрнутая схема сборочных элементов изделий

Метод, показанный на рисунок 1, полностью отражает последовательный порядок комплектования изделия из отдельных его элементов и обеспечивает возможность путём незначительных дополнений, если таковые требуются, легко превратить схему сборочных элементов изделия в технологическую схему сборки (Рисунок 1 развёрнутая схема сборочных элементов изделий). При составлении схем сборочных элементов изделия каждая деталь, группа и подгруппа

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА обозначаются прямоугольником; в левой части прямоугольника проставляется индекс детали, в середине - наименование, а справа - количество монтируемых деталей, подгрупп или групп (фиг. 4). называют основную подгруппу, с которой начинается сборка подгруппы высшего порядка. Базовой подгруппой 1-го порядка называют основную подгруппу, с которой начинается сборка данной группы. Базовой группой называют основную группу, с которой начинается сборка изделия.

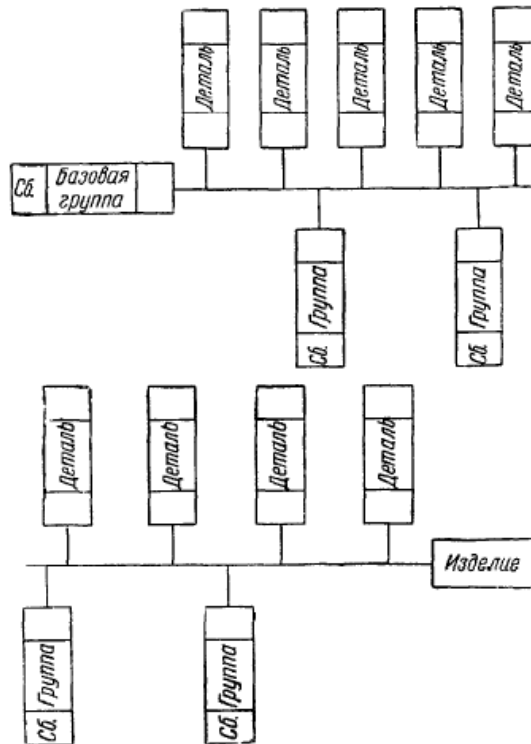


Рисунок 2 Укрупненная схема сборочных элементов изделия

Продуктом конечной стадии технологических процессов сборки является целое изделие.

Понятие об изделии обуславливается объектом производства. Например, для автомобильного завода автомобиль является изделием, двигатель - группой, а карбюратор - подгруппой; вместе с тем для завода автотракторных двигателей изделием является двигатель, а карбюратор - группой; для карбюраторного завода изделием является карбюратор.

Схемы сборочных элементов изделия показывают порядок комплектования отдельных узлов и целых машин. Они значительно упрощают проектирование технологических процессов сборки и вносят определённую стройность в их выполнение.

Характеристика соединений при сборке.

Всё многообразие выполняемых при сборке соединений можно привести к следующим четырём типам: 1) неподвижные неразборные соединения, 2) неподвижные разборные соединения, 3) подвижные разборные соединения, 4) подвижные неразборные соединения.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Неподвижные соединения обеспечивают неизменное взаимное положение собранных деталей или узлов.

Подвижные соединения обеспечивают возможность определённого взаимного перемещения сопряжённых деталей.

Неразборными называют соединения, разборка которых в процессе эксплуатации не предусмотрена, а потому крайне затруднительна, требует больших усилий или сопровождается повреждением сопряжённых или крепёжных деталей либо скрепляющего вещества.

Разборными называют соединения, которые могут быть разобраны без особых затруднений и без повреждений сопряжённых или крепёжных деталей.

Неподвижные неразборные соединения выполняются следующими методами: сваркой, паянием, клёпкой, посадкой с натягом, склеиванием карбинольным клеем, заливкой металла, прессованием пластмасс.

Неподвижные разборные соединения обеспечиваются посадками глухой, тугой, напряжённой и плотной; винтовыми соединениями - винтами, шпильками, болтами; посадкой на конус в комбинации с винтовыми или клиновыми соединениями и другими способами и, обеспечивающими неизменное взаимное положение соединяемых деталей или узлов при возможной последующей их разборке.

Подвижные соединения обеспечиваются посредством подвижных посадок по цилиндрическим, коническим, сферическим, винтовыми поверхностями и весьма разнообразными способами.

Выполнение соединений

В процессе сборки и монтажа элементов гидропривода и самого гидропривода в машине применяются следующие операции:

1. Неподвижные разъёмные соединения - относят наиболее распространенные соединения, осуществляемые установкой сопрягаемых деталей по охватывающим (охватываемым) поверхностям или по установочным элементам сборочных приспособлений. Соединение осуществляют с гарантированным зазором вручную или автоматически без приложения сил. Этот вид соединений применяют как при узловой, так и при общей сборке изделий.

2. Неподвижные неразъёмные соединения - относят соединения, выполняемые пластическим деформированием крепёжных деталей (сплошных или трубчатых заклепок) или соединяемых деталей (расклепывание, развальцовывание, отбортовка, соединение в фальц, отгибка или скручивание специальных выступов, обжимка, постановка шплинтов, постановка рифленых штифтов).

3. Подвижные разъёмные соединения - выполняют упругим деформированием соединяемых или соединительных деталей: запрессовкой (осуществляемой приложением осевой силы или тепловым воздействием на сопрягаемые детали), постановкой стопорных упругих колец на валы и в канавки корпусных деталей, постановкой упругих разрезных шайб, сборкой с помощью упругих защелок, пружинных фиксаторов положения сопряжённых деталей, пустотелых упругих штифтов. К достоинствам данного класса соединений

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

относятся малые габариты, удобство и быстрота сборки и разборки, что важно не только для производства, но и для обслуживания машин.

В большинстве случаев усилие для сборки и разборки соединений невелико, а надежность их работы высокая даже в условиях толчков и вибраций. Соединения с упругими элементами применяют как при узловой, так и при общей сборке.

4. Подвижные неразъемные соединения - объединяет разъемные соединения, осуществляемые различными крепежными и фиксирующими деталями (резьбовые детали, клинья, цилиндрические и конические штифты). Наиболее распространены резьбовые соединения; их выполняют отдельными крепежными деталями (винтами, болтами, шпильками), а также специальными крепежными деталями. При сборке данных соединений обеспечивают требуемый натяг и стопорение резьбовых деталей различными способами.

Лекция 6

Формы сборки гидроприводов: стационарная и подвижная, расчет основных параметров.

Организационные формы сборки

Организационные формы сборки зависят от типа производства, размера выпуска, трудоёмкости процесса сборки и других факторов. Различают две основные организационные формы сборки - стационарную и подвижную.

Стационарная сборка выполняется на одном сборочном посту, к которому подаются все необходимые детали и части.

Подвижная сборка выполняется при перемещении собираемого объекта от одного сборочного поста к другому; на каждом из таких постов выполняется находящимися на нём рабочими только одна определённая повторяющаяся операция. Детали и узлы подаются к соответствующим рабочим местам сборочного поста, оборудованного приспособлениями и инструментами, необходимыми для выполнения работы.

Стационарная сборка может осуществляться по принципам концентрации или дифференциации.

При стационарной сборке, осуществляемой по принципу концентрации, весь сборочный процесс выполняется из отдельных деталей на одном сборочном посту одной бригадой рабочих. Вследствие разнообразия работ, выполняемых в этом случае при сборке, такая организационная форма сборки требует высокой квалификации рабочих-сборщиков и больших сборочных площадей, необходимых для размещения деталей собираемого изделия и организации дополнительных рабочих мест, на которых выполняются подготовительные к сборке работы. В связи с тем, что сборочный процесс осуществляется в последовательном порядке из отдельных деталей, продолжительность сборки в этом случае будет весьма значительной.

Длительность процесса стационарной сборки по принципу концентрации может быть определена по формуле:

$$T_c = \frac{\tau_{сб}}{B} N_c,$$

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

где T_c — длительность сборки серии в часах или минутах; $t_{сб}$ — трудоёмкость процесса сборки изделия в человеко-часах или человеко-минутах; B — количество рабочих в сборочной бригаде; N_c — размер серии, т. е. число изделий в серии.

Количество рабочих в бригаде определяется возможностью такой расстановки сборщиков, при которой они могут выполнять работы без помехи друг другу.

Сборка ГП осуществляется методом общей сборки. На сборочный участок поступают элементы в сборе, фитинги и различные трубопроводы (рукава, трубки и т.д.).

Поточная сборка на неподвижных стендах представляет собой стационарную сборку, выполняемую по принципу дифференциации, и широко применяется в серийных производствах, в особенности в тяжёлом машиностроении, когда перемещение собираемых изделий в процессе сборки затруднительно вследствие большого веса и значительных размеров собираемых машин. Эта организационная форма сборки может найти также применение и в тех случаях, когда по условиям технологии сборки перемещение изделия в процессе сборки должно быть исключено.

Длительность поточной сборки на неподвижных стендах определяется так же, как при подвижной сборке.

Подвижная сборка осуществляется двумя способами:

1. Сборка со свободным движением собираемого объекта, который перемещается в процессе сборки вручную (по верстаку, на рольганге, на безрельсовых тележках или на тележках по рельсовому пути) или посредством различных механических транспортирующих устройств (конвейеров, кранов и т. п.). В последнем случае конвейеры имеют исключительно транспортное назначение для межоперационного перемещения собираемых возле конвейера изделий небольших весов и габаритов. Краны и тому подобные устройства применяются в этом случае для межоперационного перемещения тяжёлых и крупных изделий.
2. Сборка с принудительным движением собираемого объекта, который перемещается в процессе сборки посредством конвейера или тележек, ведомых замкнутой цепью, причём процесс сборки осуществляется непосредственно на конвейере или тележках.

Во втором случае различают подвижную сборку непрерывного движения и подвижную сборку периодического движения.

Преимущество сборки с принудительным движением сравнительно со сборкой со свободным движением заключается в более строгом соблюдении темпа сборки, под которым следует понимать отрезок времени, определяющий равномерный выпуск собранных объектов (темпередставляет собой отрезок времени, отделяющий выпуск с поточной линии двух последовательно собираемых изделий или узлов).

Темп зависит от количества собираемых объектов, т. е. от заданного выпуска, и определяется как частное от деления времени на программное задание в штуках:

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

$$t' = \frac{60 \Phi}{N_2}$$

где t' — номинальный темп сборки в минутах; Φ — годовой фонд рабочего времени в часах; N_2 — размер годовой производственной программы в штуках.

$$\Phi = C \cdot c \cdot T_{см}$$

где C — число рабочих дней в году; c — число рабочих смен за день; $T_{см}$ — длительность каждой рабочей смены в часах.

Длительность сборочной операции должна быть равна или кратна темпу сборки.

Действительное время работы за каждую рабочую смену определится как разность между длительностью смены и потерями времени на обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы (для отдыха и на естественные потребности рабочих).

Действительный темп в этом случае определится по формуле:

$$t = \frac{60 T_{см} - (T_{об} + T_n)}{N_{см}}$$

где t — действительный темп сборки в минутах; $T_{см}$ — длительность рабочей смены в часах; $T_{об}$ — потеря времени в течение смены на обслуживание рабочего места в минутах; T_n — потеря времени в минутах в течение смены на регламентированные перерывы для отдыха и удовлетворения естественных потребностей рабочих; $N_{см}$ — программный выпуск за смену в штуках.

$$N_{см} = \frac{N_2}{C \cdot c}$$

Если исходить при расчёте действительного темпа из годовой программы, то, подставляя значение $N_{см}$, будем иметь:

$$t = \frac{C \cdot c (60 T_{см} - T_{об} - T_n)}{N_2}$$

Время оперативной работы в норме штучного времени на каждом рабочем месте сборочной линии не должно превышать действительного темпа сборки.

При подвижной сборке периодического движения (свободного и принудительного) должно учитываться время на перемещение собираемого объекта.

Подвижная сборка может быть применена как в массовом, так и в серийном производствах во всех тех случаях, когда трудоёмкость сборочного процесса превышает темп со значительной кратностью. В этом случае на сборочной линии может быть установлено несколько сборочных постов.

В тех случаях, когда на сборку объекта затрачивается время, равное темпу, сборка осуществляется за одну операцию на одном и том же сборочном посту. В этом случае будем иметь стационарную сборку, осуществляемую по принципу массового производства, так как на данном сборочном посту будет выполняться одна и та же постоянно повторяющаяся операция.

Если на сборку узла затрачивается время, кратное темпу, но самый процесс сборки не представляется возможным расчленить на отдельные операции по

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА технологическим соображениям, то сборка выполняется на нескольких рабочих местах параллельно. Рабочие места в этом случае будут дублированы; сборка будет стационарная по принципу массового производства.

Если в подобном случае сборка одного объекта не обеспечивает достаточной загрузки сборочного поста с дублированными рабочими местами, то его необходимо догрузить сборкой других объектов; при этом будем иметь серийную сборку.

Во всех случаях, когда затрачиваемое время на сборку значительно меньше темпа, будем иметь стационарную серийную сборку.

Дифференциация процесса сборки осуществляется в зависимости от темпа сборки. Чем быстрее темп, т. е. чем меньше величина темпа t , тем в большей степени приходится расчленять сборочный процесс на отдельные операции, число которых возрастает. Наоборот, чем медленнее темп, т. е. чем больше величина t , тем продолжительнее будут операции и тем меньше их будет на линии сборки.

Длительность T_0 подвижной сборки определяется по формуле

$$T_0 = n_n \cdot t,$$

где n_n — число постов на сборочной линии.

Число постов определяется количеством сборочных и контрольных операций, включая предусмотренные резервные посты.

Количество рабочих, необходимых для выполнения данной операции, устанавливается в зависимости от трудоёмкости технологических переходов, возможности их совмещения и удобства одновременного выполнения (в целях увязки с темпом сборки), а также от веса и габаритов собираемых деталей и узлов.

Производительность сборочного поста определяется по формуле:

$$Q = \frac{T \cdot B}{t_{шт}}$$

Где Q — производительность в единицу времени (часовая, сменная), выраженная в штуках собираемых изделий или узлов; T — рабочее время, к которому отнесена производительность (час, смена), в часах или минутах; B — количество рабочих, занятых на сборочном посту; $t_{шт}$ —штучное время, затрачиваемое на выполнение сборочной операции, в часах или минутах.

Коэффициент загрузки сборочного поста поточной линии K_n определяется по формуле:

$$K_n = \frac{t_{шт}}{t \cdot B}$$

Коэффициент загрузки поточной линии K_n определяется как средняя арифметическая коэффициентов загрузки всех её постов:

$$K_{\text{ср}} = \frac{1}{n_n} \sum_{i=1}^{n_n} K_n$$

Поточная сборка как организационная форма является господствующей в массовом и серийном производствах. Во многих случаях переменнo-поточная

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

сборка с успехом может быть применена для производств, выпускающих продукцию сравнительно небольшими сериями.

К преимуществам поточной сборки по сравнению с другими организационными формами сборки относятся расширение фронта работ, сокращение межоперационных заделов, специализация рабочих мест и операторов, от которых не требуется в этом случае высокой квалификации. В результате применения метода поточной сборки будет иметь место уменьшение времени оборота изделий в производстве, сокращение незавершённого производства, снижение трудоёмкости сборочных процессов в результате их дифференциации и лучшей специализации рабочих-сборщиков. Вместе с тем применение поточной сборки связано с выполнением определённых требований, которые не ограничиваются устройством конвейера или поточной сборочной линии, а распространяются на все предшествующие этапы производственного процесса.

При поточной сборке чертежи собираемого изделия должны быть особенно тщательно отработаны с точки зрения учёта технологических условий поточного производства и содержать все данные, необходимые для выполнения работ (**см. стр. 260 построение сборочных операций и технологических процессов сборки**). Должно быть обеспечено бесперебойное и равномерное, соответствующее темпу, поступление на сборку взаимозаменяемых узлов и деталей собираемого изделия. На линии лоточной сборки не должны иметь места слесарно-пригоночные работы, которые в случаях, обусловливаемых технологией производства, выполняются в механических цехах. При необходимости индивидуальной пригонки деталей таковые поступают на сборку спаренными.

Методы механической обработки деталей машин должны обеспечивать выполнение технологических требований поточной сборки /взаимозаменяемость, качество обработанных поверхностей, взаимное расположение осей и поверхностей деталей собираемого изделия ит. п.). В свою очередь возможность построения технологических процессов механической обработки, обуславливающих соблюдение этих требований, может быть обеспечена лишь определёнными техническими условиями приёмки заготовок для деталей машин (качество и обрабатываемость материала, точность форм и размеров, припуски на обработку и др.).

В современном машиностроительном производстве уровень механизации сборочных процессов колеблется в широком диапазоне:

1. **Частичная механизация**, при которой механизированные средства применяются лишь на определенных сборочных операциях, а основная доля работ производится вручную с помощью простейшего инструмента.

2. **Комплексная, или всесторонняя, механизация**, когда все основные рабочие операции выполняются с помощью механизированных инструментов и приспособлений

3. **Частичная автоматизация**, если часть рабочих процессов сборки осуществляется с применением автоматизированных средств, а остальная работа выполняется операторами-сборщиками с помощью механизированных инструментов и приспособлений.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

4. Комплексная автоматизация, представляющая собой высшую форму механизации сборки, выполняемая машинами-автоматами под наблюдением небольшого количества наладчиков

Рассмотрим самые распространенные операции механизации

Лекция 7

Механизация сборки

Таблица 4

№ п.п	Наименование	Содержание операции
1	Обрубка	Рубка металла в случаях когда обработка на станках затруднительна или не целесообразна
2	Опиловка	Опиловка при сборке производится с целью исправления неточностей форм размеров и относительного расположения поверхностей сопрягаемых деталей. Различают следующие классы опиловочных работ по качеству выполнения: а) опиловка опорных поверхностей жёстко соединяемых деталей (плоскости соединения с фундаментной рамой станин, подшипников, стоек и т. п.); б) опиловка поверхностей деталей, соединяемых с мягкой прокладкой (крышки люков, лазов и т. п.); в) опиловка поверхностей деталей с целью снятия заусенцев, наплывов, неровностей и других дефектов (отделка рычагов, ручек и т. п.);
3	Шабровка	Шабровка при сборочных работах выполняется в целях получения: а) требуемой по условиям работы точности формы и размеров; б) плотного прилегания сопрягаемых поверхностей (количество точек контакта не менее трёх на участке 25х25 мм) в) герметичности соединения (количество точек контакта не менее пяти на участке 25х25 мм). Методы обработки, предшествующие шабровке: строгание, фрезерование, торцовое обтачивание для плоскостей и растачивание для отверстий. Шабровку производят по плитам, эталонам или сопрягаемым деталям.
4	Притирка	Притирочные работы, выполняемые при сборке, производятся для достижения плотного или герметичного соединения сопрягаемых деталей. Притирка производится пастами или абразивными порошками, разведёнными смачивающими жидкостями. Притёртые детали перед сборкой тщательно промываются. Припуски на притирку не должны превышать 0,01— 0,02 мм.
5	Обработка отверстий	Сверление отверстий и нарезание резьб диаметром меньше 5 мм у крупных деталей в тяжёлом машиностроении обычно на станках не производится, а выполняется в сборочном цехе. Развёртывание в линию производится в целях получения

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

		соосного расположения отверстий в нескольких деталях после их сборки
6	Промывка и очистка деталей перед сборкой	Детали, поступающие на сборку, подвергаются промывке и очистке от посторонних частиц, масла, следов охлаждающей жидкости или антикоррозийной обмазки
7	Консервация	

Автоматизация сборки

Трудоемкость сборочных работ в машиностроении составляет примерно 20–50% от общей трудоемкости изготовления изделий. На машиностроительных заводах из всего объема сборочных работ 60–70% сборочных операций выполняется вручную, 20–30% механизировано и лишь 7–10% составляют операции автоматической сборки.

Из мирового опыта известно, что автоматизация сборочных процессов повышает производительность и качество продукции, улучшает условия труда рабочих, сокращает число рабочих-сборщиков, потребную площадь помещений цеха под сборку, себестоимость выпускаемой продукции. Поэтому необходимо снижать трудоемкость сборочных работ путем автоматизации. Сборочные процессы отстают от механизации и автоматизации ТП механической обработки деталей. Применение их малой автоматизации, при которой автоматизируют отдельные сборочные операции, приводит к облегчению условий труда рабочих, несколько улучшает качество собираемых изделий, но число рабочих-сборщиков не уменьшается. Значит выборочная автоматизация дает небольшой эффект.

Высшей ступенью является комплексная автоматизация всех основных и вспомогательных сборочных работ. При этом автоматизируют все операции сборки узла или изделия с применением автоматов или линий, выполняющих ее без участия человека. Функции рабочих-наладчиков сводятся к наблюдению за правильной работой устройств, подналадке, загрузке бункеров деталями.

Слабая механизация и автоматизация сборочных процессов в российском машиностроении объясняется необходимостью больших капитальных и финансовых затрат на техническое перевооружение предприятий, недостаточной технологичностью собираемых изделий, отсутствием типовых устройств для автоматизации сборки, нестабильностью размеров собираемых деталей изделия.

Необходимо учитывать, что хорошо собираемая конструкция изделия при ручной сборке может оказаться непригодной для ее перевода на автоматическую. Например, сборка современных газотурбинных двигателей из-за сложности конструкции, большой номенклатуры собираемых деталей на современном уровне технологического оборудования не может быть автоматизирована.

При проектировании автоматизированных процессов сборки должны быть разработаны типовые устройства определенного назначения, из которых можно компоновать различные автоматы и линии. В этом случае значительно сокращаются трудоемкость и стоимость автоматизированных сборочных устройств и уменьшаются сроки их внедрения на заводах.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Чтобы успешно автоматизировать серийное производство, необходимо разработать переналаживаемые сборочные автоматы с различными системами программного управления. Это, в свою очередь, требует изучения надежности и отказов в работе автоматического сборочного оборудования на предприятиях, где оно уже используется, и опыта настройки автоматизированных устройств.

В массовом производстве ТП сборки основаны на принципе подвижно-поточной организации, предусматривающей:

- разделение всего ТП сборки на ряд последовательно выполняемых по времени и выстроенных в пространстве сборочных операций, осуществляемых в определенном комплексе сборочных работ операторами-сборщиками;
- применение специальных транспортных устройств для перемещения собираемых узлов между сборочными устройствами и обеспечения заданного темпа сборки;
- применение специальных транспортных устройств для подачи деталей и узлов к главному сборочному конвейеру для сборки изделий;
- использование специального и унифицированного инструмента и приспособлений для механизации и автоматизации процесса;
- механическую обработку деталей и сборку узлов изделий в механосборочных цехах.

Лекция 8

Методы сборки гидроприводов и их элементов: полной взаимозаменяемости, сборка с групповой взаимозаменяемостью, метод компенсатора, метод подвижного компенсатора.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СБОРКИ определяют содержание тех операции и приёмов, которые не явствуют непосредственно из схемы сборочных элементов изделия.

Технологические схемы сборки ГОСТ 23887-79 (так же как и схемы сборочных элементов изделий) могут быть построены развёрнутыми и укрупнёнными в зависимости от сложности собираемого изделия. Для сложного изделия целесообразнее строить укрупнённую технологическую схему сборки изделия, соответствующую общей его сборке, и технологические схемы сборки узлов, соответствующие узловой сборке. Построение технологических схем показано на фиг. 107.

Технологическая схема сборки, обеспечивая наглядное изображение сборочного процесса, является одним из основных документов, фиксирующих технологический процесс сборки. Технологические схемы сборки легко читаются, без затруднений увязываются со сборочными чертежами и другой документацией технологических процессов сборки, наглядно изображают всю совокупность технологических операций, являясь, таким образом, удобным оперативным документом, отражающим все основные элементы сборочного процесса.

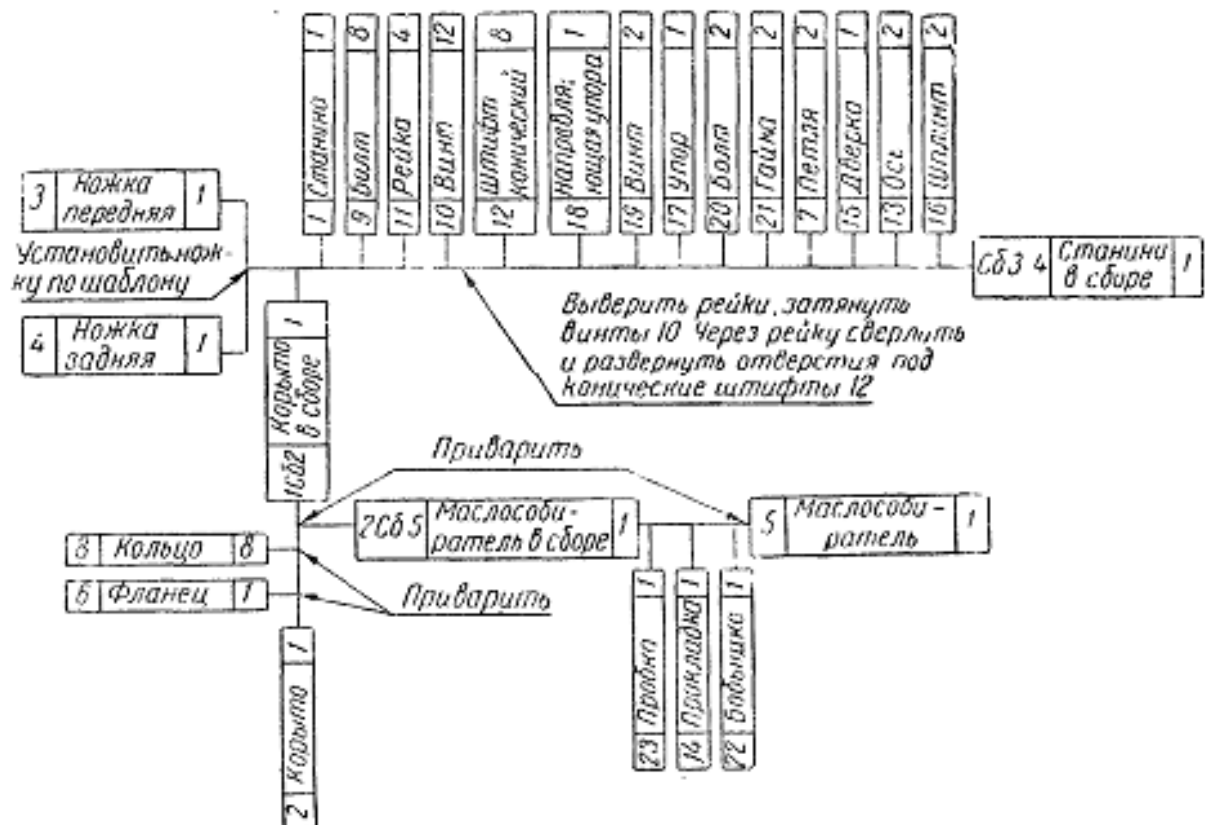


Рисунок 3. Технологическая схема сборки станины токарно-револьверного станка.

Технологические схемы сборки способствуют также анализу конструкций с технологической точки зрения и внесению в них изменений, упрощающих сборочный процесс.

Технологические схемы сборки целесообразно составлять во всех случаях независимо от типа производства, так как они способствуют дифференциации процессов сборки значительно сокращающей длительность производственного цикла.

В ряде случаев сборка некоторых узлов машины (обычно подгрупп) выполняется в процессе механической обработки. В этих случаях обработанные детали соединяются в узлы, которые затем подвергаются дальнейшей механической обработке. Например, сварная конструкция, составленная из отдельных ранее обработанных деталей, подвергается после сварки той или иной обработке на металлорежущих станках; внутренние поверхности втулок, колец и т. п. деталей после их запрессовки подвергаются дальнейшей механической обработке, исходя от баз охватывающих деталей. Необходимость и целесообразность выполнения части общего сборочного процесса в механических цехах весьма наглядно выясняется при составлении технологических схем сборки.

Построение сборочных операций и технологических процессов сборки

Исходными данными для проектирования технологических процессов сборки

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА являются сборочный чертёж, технические условия приёмки изделия и размер программного задания.

Разработку технологического процесса сборки начинают с изучения конструкции собираемого объекта, условий его работы и технических условий его приёмки. Изучение конструкции целесообразно совмещать с технологическим контролем сборочного чертежа.

Сборочный чертёж должен содержать данные, необходимые, для выполнения сборки, а именно: 1) проекции и разрезы, обеспечивающие полное освоение конструкции-изделия; 2) номера деталей и узлов, составляющих собираемое изделие, а также спецификацию этих деталей и узлов; 3) размеры, которые необходимо соблюдать при сборке; остальные размеры на сборочных чертежах обычно не указываются, чтобы не затемнять чертежа и не затруднять его чтение; 4) зазоры, которые должны быть соблюдены при сборке; 5) вес изделия; 6) технические условия сборки.

Не ограничиваясь изучением только сборочного чертежа, необходимо ознакомиться также с рабочими чертежами деталей, входящих в собираемый объект, с целью выяснения характера дополнительных работ, которые необходимо будет произвести при сборке

Изучение собираемого изделия или узла завершается составлением схемы сборочных элементов, которая определяет их взаимную связь и показывает порядок комплектования отдельных узлов и целого изделия.

При разработке технологического процесса сборки должны быть предусмотрены необходимые пригоночные работы и соответствующее оборудование для их выполнения.

При установлении последовательности операций сборки необходимо руководствоваться следующими соображениями: 1) предшествующие операции не должны затруднять выполнение последующих операций; 2) при поточной сборке разбивка процесса на операции диктуется темпом сборки, причём время, затрачиваемое на выполнение каждой операции, должно быть примерно равно или кратно темпу; 3) после выполнения операций, при которых имеется вероятность получения сборочного брака, а также после операций, включающих регулировку, необходим обязательный контроль.

Развёрнутые схемы сборочных элементов целесообразно составлять только для простых изделий. В целях упрощения как построения самих схем, так и разработки технологических процессов сборки следует составлять для более или менее сложных изделий укрупнённые схемы сборочных элементов изделий и узлов.

Снабжая в случае необходимости схемы сборочных элементов надписями, содержащими указания о дополнительных работах, необходимых для выполнения сборки и не вытекающих непосредственно из этих схем.

Пользуясь технологической схемой сборки, записывают в последовательном порядке весь процесс сборки по переходам, понимая под каждым технологическим переходом сборочную, пригоночную или какую-либо дополнительную работу, относящуюся только к одному определённом соединению и выполняемую посредством одного и того же инструмента (неизменность соединения и инструмента).

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

В условиях поточной сборки последовательные переходы объединяются в операции с таким расчетом, чтобы сумма оперативных времён переходов, включённых в операцию и выполняемых каждым рабочим, приближалась по возможности к действительному темпу сборки.

Построение сборочных операций может быть осуществлено либо по принципу дифференциации, либо по принципу концентрации, при этом для построения различных операций одного и того же технологического процесса могут быть применены оба принципа.

При построении операции по принципу дифференциации таковая представляет собой только один технологический переход. Такое построение возможно только при поточной сборке и лишь в том случае, когда оперативное время технологического перехода приблизительно равно действительному темпу сборки. Во всех остальных случаях как при подвижной, так и при стационарной сборке построение операций базируется на принципе концентрации, т. е. совмещении нескольких переходов в одну операцию. При этом имеет место либо последовательное, либо параллельное, либо параллельно-последовательное выполнение технологических переходов, составляющих операцию.

Таблица 5.Классификация сборочных операций с указанием условий их применения

№ пп	Символ класса операции	Принцип построения операции	Характеристика операции	Условия применения			
				Размеры и конструкции изделия или узла	Виды сборки	Организационные формы сборки	Взаимосвязь оперативного времени перехода с действительным темпом сборки
1	Д	По принципу дифференциации	Выполнение одного технологического перехода	Любые размеры и любая конструкция изделия или узла	Сборка по принципу полной или ограниченной взаимозаменяемости	только поточная сборка	Оперативное время перехода должно быть приблизительно равно темпу выпуска
2	КПС	По принципу концентрации	Последовательное выполнение двух или нескольких технологических переходов	Любые размеры и любая конструкция изделия или узла	Любые виды сборки	Любые организационные формы сборки	Сумма оперативных времен переходов, составляющих операцию, не должно превышать темп при поточной сборке

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

3	КПР	По принципу концентрации	Параллельное выполнение двух или нескольких технологических переходов	Конструкции и размеры изделия или узла должны обеспечить возможность одновременного выполнения работ несколькими сборщиками	Любые виды сборки	Любые организационные формы сборки	Оперативное время каждого из переходов, составляющих операцию, не должны превышать темпа при поточной сборке
4	КПП	По принципу концентрации	Параллельно-последовательное выполнение трех или нескольких технологических переходов	Конструкции и размеры изделия или узла должны обеспечить возможность одновременного выполнения работ несколькими сборщиками	Любые виды сборки	Любые организационные формы сборки	Сумма оперативных времен переходов, выполняемых последовательно, не должна превышать действительного темпа при поточной сборке

При построении сборочных операций для поточной сборки в целях наибольшего приближения нормы времени к темпу сборки можно регулировать время оперативной работы путём переноса некоторых технологических переходов из одной операции в другую, причем не обязательно в смежную, если, конечно, это не нарушает необходимой технологической последовательности сборки.

Расчленив, таким образом, процесс сборки на операции, в соответствии с действительным темпом сборки определяют нормы времени на сборочные операции путём начисления на оперативное время времени обслуживания рабочего поста и времени перерывов. Затем определяют время технологически неизбежных простоев, как разность между темпом и временем, затрачиваемым на выполнение сборочной операции.

Количество рабочих устанавливается в соответствии с построением каждой операции.

Основными направлениями для повышения производительности при сборке следует считать механизацию и автоматизацию сборочных работ, применение рабочих и контрольных приспособлений, сокращение технологически неизбежных простоев при конвейерной сборке путём соответствующего распределения технологических переходов по операциям.

Разработанный технологический процесс сборки, представляющий собой совокупность операций, фиксируется в виде определённых документов.

К документации технологических процессов сборки относятся: а) сборочные чертежи; б) технологические схемы сборки; в) сборочные операционные и инструкционные карты; г) нормировочные карты; д) пояснительные записки.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Трудоёмкость сборочного процесса, определяемая как сумма норм времени по операциям, является основным абсолютным показателем, характеризующим процесс сборки.

Лекция 9

Особенности технологии сборки; технический контроль деталей и собранных узлов.

Сборка гидропривода и гидросистемы

Сборка гидроприводов и гидросистем должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 17411.

Перед сборкой детали должны быть промыты жидкостью, обеспечивающей удаление посторонних частиц и загрязнений.

Детали внутреннего набора перед сборкой должны быть покрыты тонким слоем чистой рабочей жидкости.

Штоки, поршни, клапаны, золотники и т. п. до установки уплотнительных колец и манжет должны свободно перемещаться в цилиндре или корпусе на всю длину своего хода.

Установка уплотнительных колец и защитных шайб в наружные канавки должна осуществляться инструментом, исключающим их повреждение и скручивание.

После сборки внутренние полости гидропривода для длительного хранения должны быть заполнены рабочей жидкостью и закрыты технологическими заглушками.

Комплекующие сборочные единицы и детали гидросистемы, поступающие на сборку, должны соответствовать требованиям стандартов, технических условий и чертежам на конкретную машину.

Элементы гидропривода (насосы, гидромоторы, гидроцилиндры и др.) должны быть разгружены от изгибающих усилий, возникающих при эксплуатации и монтаже из-за деформации несущих металлоконструкций, вибрации и других факторов.

При установке насосов и гидромоторов необходимо следить за тем, чтобы изгибающая нагрузка на их валы не превышала допустимую величину, указанную в документации на них.

Сборка гидросистем должна исключать попадание в нее абразивной пыли и других загрязнений.

Заглушки от присоединительных отверстий элементов гидросистемы должны сниматься непосредственно перед их монтажом.

Элементы гидросистемы с заусенцами на присоединительных кромках должны быть возвращены на доработку.

Соединения трубопроводов должны отвечать требованиям государственных стандартов, техническим условиям и требованиям рабочих чертежей.

Сборочные единицы и детали трубопроводов должны отвечать требованиям ГОСТ 22790, ГОСТ 22826, если в конструкторской документации отсутствуют другие требования.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Монтаж трубопроводов гидросистемы должен производиться без упругих деформаций с использованием компенсаторов, предусмотренных в технической документации.

В групповых проводках трубопроводов, проходящих через общие колодки, между параллельными трубопроводами должны быть зазоры, предотвращающие соприкосновение трубопроводов.

Между трубопроводами и конструкцией должен быть зазор, предотвращающий соприкосновение трубопроводов с конструкцией.

Для длинных трубопроводов в зонах, где группа трубопроводов перегибается или поворачивает при проходе около острых кромок конструкции или около подвижных элементов, а также при проходе через отверстия, необходимо предусмотреть зазоры, исключающие соприкосновение трубопроводов.

Трубопроводы должны быть надежно закреплены в предусмотренных конструкторской документацией местах. Для крепления следует применять детали, указанные в конструкторской документации, или детали по ГОСТ 17019.

При установке рукавов не допускаются их резкие перегибы. Минимально допустимые радиусы перегибов должны применяться по нормативно-технической и конструкторской документации.

При взаимном перемещении частей машины должно быть исключено касание, трение и задевание рукавов о подвижные и неподвижные элементы конструкции.

При прокладке рукавов на направляющих роликах должно быть исключено их выпадание из ручьев.

Рабочая жидкость, предназначенная для заливки в гидросистему, должна находиться в инвентарной опломбированной таре, должна быть снабжена паспортом и сертификатом и соответствовать классу чистоты по ГОСТ 17216.

Если такая рабочая жидкость отсутствует, в гидросистему разрешается заливать паспортизированную рабочую жидкость из общей тары с предварительной фильтрацией и проверкой ее на соответствие стандарту. Заливку следует производить через технологический фильтр с тонкостью фильтрации 10-25 мкм.

После сборки должна быть произведена общая промывка гидросистемы рабочей жидкостью (с помощью кольцевания определенных магистралей) в течение 3—5 мин. Величина расхода должна приниматься по конструкторской документации.

По мере заполнения отдельных частей гидросистемы должно быть обеспечено отсутствие воздуха в узлах системы. Стравливание воздуха должно производиться до тех пор, пока жидкость пойдет ровной струей без пенообразования. В необходимых случаях должны быть установлены технологические заглушки в местах подсоединений к другим частям гидросистемы.

Сборочные приспособления

Универсальные приспособления

Универсальные сборочные приспособления применяются преимущественно в условиях индивидуального производства.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Плиты (рисунок 4). Для установки и сборки машин или отдельных узлов применяются плиты. Они выполняются из чугуна с обработанной гладкой или снабжённой Т-образными пазами поверхностью. Применение плит обеспечивает проверку взаимного расположения собираемых деталей узлов, а также проведение ряда таких вспомогательных работ, как разметка, предварительное крепление деталей и др.

Установку плит производят на полу или на специальных подставках.

В сборочных цехах тяжёлого машиностроения применяют плиты, состоящие из отдельных пустотелых секций со скрепляющими рёбрами. Верхняя их поверхность снабжена Г-образными пазами, идущими в одном или двух взаимно перпендикулярных направлениях. Эти плиты устанавливают обычно на уровне пола.

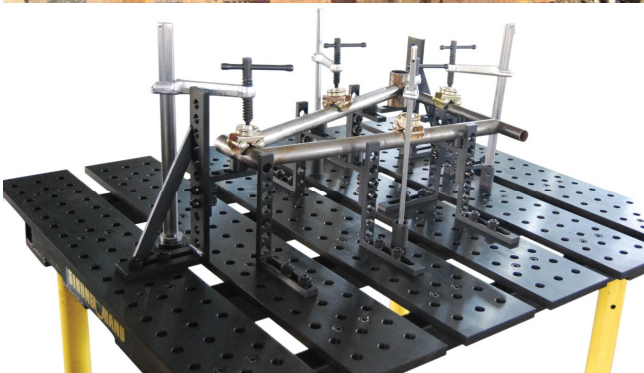
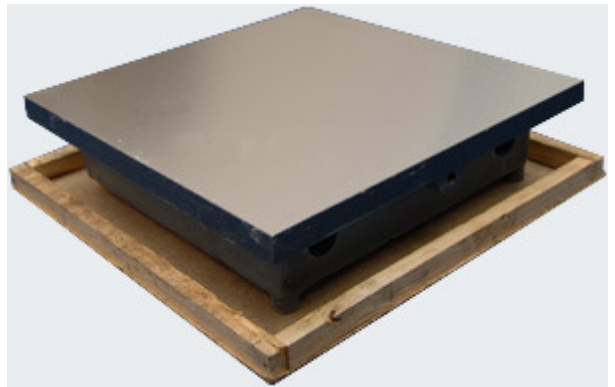


Рисунок 4. Плиты монтажные.

Струбцины (рисунок 5) служат для временного скрепления деталей и узлов собираемых машин, а также для выполнения некоторых вспомогательных работ (правка, запрессовка, распрессовка и т.д.).



Рисунок 5. Струбцины

Домкраты (рисунок 6) служат для выверки и поддержки громоздких деталей.



Рисунок 6. Домкраты

Вспомогательные устройства. К числу таковых относятся: 1) металлические или деревянные подкладки и клинья, служащие для установки и выверки собираемых деталей; 2) винтовые прихваты, применяющиеся для крепления собираемых деталей к плитам и балкам; 3) устройства для раскладывания подготовленных к сборке деталей (деревянные брусья, доски, козлы).

Устройства для подъёма и перемещения деталей и узлов при сборке. Для подъёма и перемещения громоздких и тяжёлых деталей и узлов при стационарной сборке в качестве подъёмно-транспортных устройств применяют

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА блоки, тали, электротали (рисунок 8) (подвешенные неподвижно или перемещаемые по монорельсу), пневматические подъемники, поворотные или мостовые краны. Захват деталей этими устройствами осуществляется: а) посредством цепей, канатов и стропов, применяя обычные такелажные приёмы; б) непосредственно крюком за выступающие и удобные для захвата места или рамы; в) посредством специальных захватов.

При подвижной сборке изделия перемещают или непосредственно по рольгану (рисунок 7), склизу и т.п., или в специальных приспособлениях, закреплённых на транспортирующем устройстве. К числу последних относятся, например, приспособления на цепных или пластинчатых конвейерах для установки на них собираемых изделий, а также устройства для установки изделий на тележках.



Рисунок 7 Рольган



Рисунок 8 Электроталь

Лекция 10

Технический контроль деталей и собранных узлов.

Таблица 6.

№	Наим-ние	Суть метода
Проверка плоских поверхностей		
1	Проверка на краску	рабочую поверхность линейки покрывают тонким слоем краски (сажа, сурик), затем линейку накладывают на проверяемую поверхность и плавно без нажима перемещают по проверяемой поверхности. После этого линейку осторожно снимают и по расположению и количеству пятен на поверхности судят о прямолинейности поверхности. При хорошей плоскостности пятна краски располагаются равномерно по всей поверхности. Чем больше пятен на поверхности квадрата 25 X 25 мм, тем выше плоскостность
2	Проверка линейкой и щупом	На проверяемую плоскость накладывают в разных направлениях точную линейку. Величина просвета определяет отклонение от плоскости и замеряется щупом или полосками папиросной бумаги; степень точности до 0,02 мм

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

3	Проверка линейкой и штихмасом	Над проверяемой плоскостью на двух одинаковых по высоте сухарях устанавливается линейка. Колебание величины зазора в разных местах определяет отклонения от плоскости и замеряется штихмасом с точностью до 0,01 мм.
4	Проверка линейкой и ватерпасом	На проверяемую плоскость укладывается линейка, обе грани которой строго параллельны. С помощью подкладок (полосок папиросной бумаги или металлических пластинок) устанавливают верхнюю грань в горизонтальное положение по ватерпасу по всей длине линейки. По разнице в толщине подкладок определяют отклонения плоскости от прямолинейности и горизонтальности расположения. Это: способ позволяет пользоваться линейками малой жёсткости
5	Проверка при помощи водяного зеркала	применяется при проверке длинных горизонтальных направляющих, для чего на последних устанавливают ползун с микрометрической головкой. Затем берут отсчёты от уровня жидкости, налитой в открытый жёлоб, расположенный вдоль проверяемой поверхности. Взятие отсчётов происходит в момент касания измерительного наконечника микрометра поверхности жидкости. Данный метод обеспечивает точность до 0,02 мм.
6	Проверка струной	применяется при проверке горизонтальных и вертикальных плоскостей длиной 1—10 м, а иногда и более. В качестве струны применяют шёлковую нить или стальную проволоку диаметром около 0,2 мм. Натяжение проволоки не должно вызывать напряжений в ней более одной трети предела прочности
7	Проверка струной и микроскопом	Струну натягивают вдоль проверяемой направляющей, а закреплённые концы её устанавливают, пользуясь микроскопом, укреплённым на специальном ползуне. Передвигая ползуны вдоль направляющей, можно видеть в микроскоп величину получаемого отклонения. Точность этого способа — до 0,01 мм.
8	Проверка линейкой и индикатором	Индикатор закрепляют в ползуне, перемещаемом по проверяемой направляющей; индикатор соприкасается измерительным наконечником с закреплённой линейкой, отмечая отклонения от прямолинейности в разных точках. Точность этого способа до 0,01 мм.
Методы проверки криволинейных поверхностей		
9	Проверка лекалами и шаблонами	Результаты оцениваются визуально по зазору или щупом
Проверка взаимного положения сопрягаемых деталей и прилегания поверхностей		
10	Не параллельно	Инструменты: штихмас, глубиномер, штангенрейсм, промерами или с использованием плит и линеек,

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

	сть	индикаторами или линейкой с ватерпасом, универсальный уровень Кука Для проверки объектов большой длины (до 40 м) целесообразно применять оптические методы. В зависимости от конструкции проверяемых объектов возможны также сочетания перечисленных методов проверки.
11	Неперпендикулярность	определяется угольником (с проверкой зазоров щупами полосками тонкой бумаги, на глаз или краской), угольником и индикатором, рамным уровнем, а при большой длине объектов — оптическими методами.
12	Перекося осей	валов в горизонтальной плоскости определяется после установки в отверстия скалок замерами межосевого расстояния на крайних точках штихмасом или другими измерительными инструментами (штангенциркуль, микрометр, индикатор). Перекося осей валов в вертикальной плоскости может быть определён универсальным уровнем Кука непосредственной установкой его на шейку каждого вала вертикальной плоскости и специальным угольником с ватерпасом — в горизонтальной плоскости. Перекося проверяются при помощи линеек, угольников, индикаторов, простых и рамных уровней, а также универсальными и специальными измерительными инструментами и приспособлениями.
Контроль качества сборки		
13	<p>1.Проверка наличия деталей в собираемом объекте и правильности их установки.</p> <p>2.Проверка точности взаимного положения собираемых деталей и узлов.</p> <p>3.Проверка качества выполненных соединений (винтовые соединения, клёпка, запрессовка, пайка, сварка).</p> <p>4.Проверка зазоров и мёртвых ходов производится щупами, индикаторами или специальными контрольными приспособлениями.</p> <p>5.Контроль выполнения особых требований: проверка статической и динамической уравновешенности; проверка веса деталей и узлов, имеющих возвратно-поступательное движение; проверка бесшумности работы механизмов и др.</p> <p>6. Проверка соответствия характеристики собираемых объектов паспортным данным (проверка станков на точность без нагрузки и под нагрузкой; проверка двигателей при заданном режиме работы и др.).</p> <p>Контроль выполнения требований, указанных в двух последних пунктах, устанавливается техническими условиями, а для осуществления контроля применяются специальные стенды.</p>	

Лекция 11

Типы монтажа гидропривода

Для удобства применения в различных промышленных системах гидравлические элементы изготавливают в различных исполнениях, чаще всего изготавливаются аппараты трубного, стыкового, модульного, фланцевого, ввертного, вставного монтажа.

Аппараты модульного монтажа

В аппаратах модульного монтажа выполнены каналы А, В, Р и Т, проходящие насквозь всего корпуса. Эти каналы независимо от типа гидравлического аппарата выполнены на одном расстоянии и позволяют установить один гидроаппарат на другой без использования трубопроводов, рукавов шлангов.

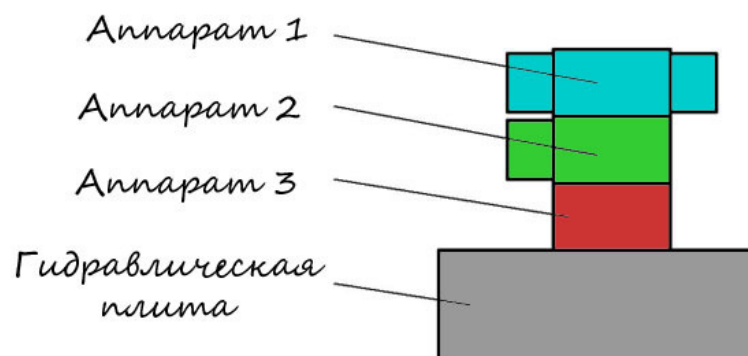


Рисунок 9. Модульный монтаж

Присоединительные размеры модульных аппаратов с диаметром условного прохода 6 показаны на следующем рисунке.

При необходимости между элементами можно расположить специальную монтажную плиту, обеспечивающую соединение нужных каналов. Модульный монтаж позволяет собрать о модульную плиту, состоящую из различных гидравлических аппаратов **модульного монтажа**.

Гидравлические аппараты стыкового монтажа

Аппараты *стыкового монтажа* имеют посадочную поверхность на которую выведены все подводящие каналы. Несколько гидравлических элементов стыкового монтажа часто располагают на одной гидравлической плите, в которой выполняют соединительные каналы.

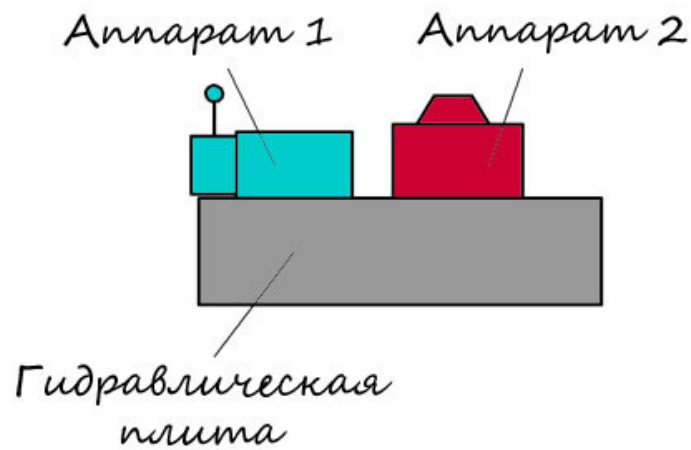


Рисунок 10. Стыковой монтаж

Аппараты Фланцевого монтажа

Гидравлические аппараты *фланцевого монтажа* как правило предназначены для систем с высокими расходами рабочей жидкости. Гидроаппараты можно присоединить к трубопроводам или соединить между собой с помощью фланцев.

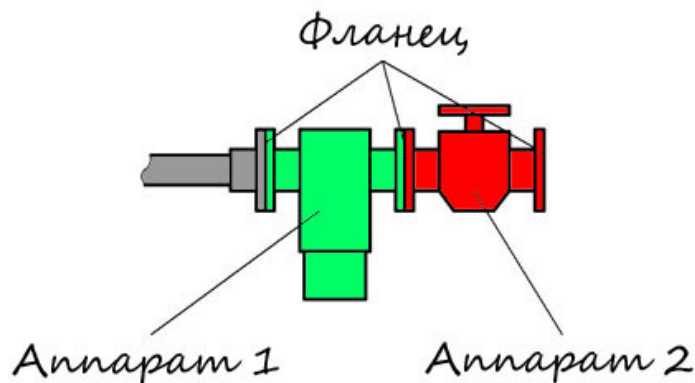


Рисунок 11. Фланцевый монтаж

Аппараты трубного монтажа

Гидравлических аппараты *трубного монтажа* выполнены с резьбой во всех каналах к которым подводится (отводится) рабочая жидкость. К этим каналам крепятся резьбовые штуцера и трубопроводы и таким образом образуется гидравлическая система.

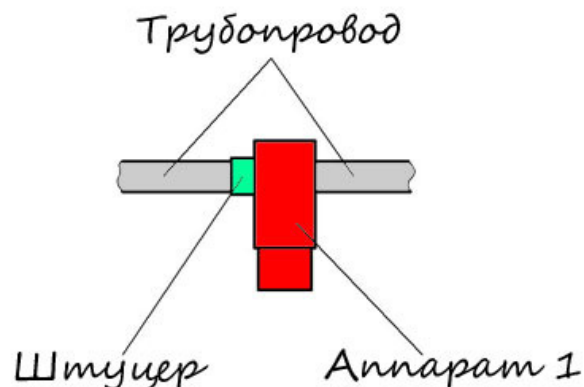


Рисунок 12. Трубный монтаж

Гидравлическая аппаратура ввертного монтажа

Гидравлические элементы *ввертного, встраиваемого или вставного монтажа*, могут устанавливаться в гидравлическую плиту, в которой выполнены соответствующие каналы. Таким образом, элементы ввертного, вставного монтажа могут устанавливаться на одну **гидравлическую плиту** с элементами стыкового монтажа, которая обеспечит соединение нужных каналов, формируя гидравлическую систему.

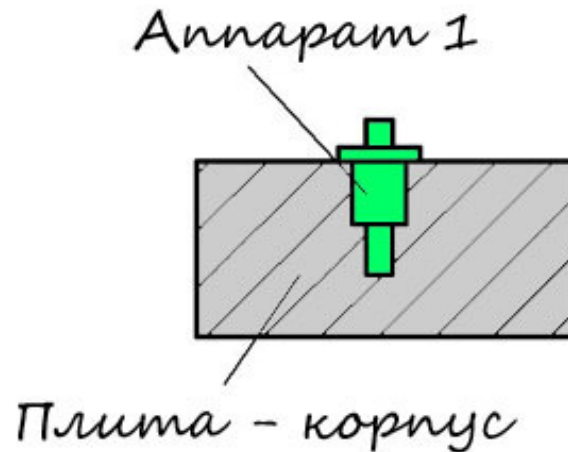


Рисунок 13. Ввертный монтаж

Ввертные элементы можно установить в специально изготовленный корпус, который в свою очередь может быть с фланцевыми, резьбовыми подводами, или выполнять роль плиты модульного, стыкового монтажа. Получается, что при необходимости гидравлические элементы ввертного монтажа можно использовать как модульные, стыковые, фланцевые или трубные.

Схема системы с гидравлическими аппаратами различных монтажных исполнении показана на рисунке.

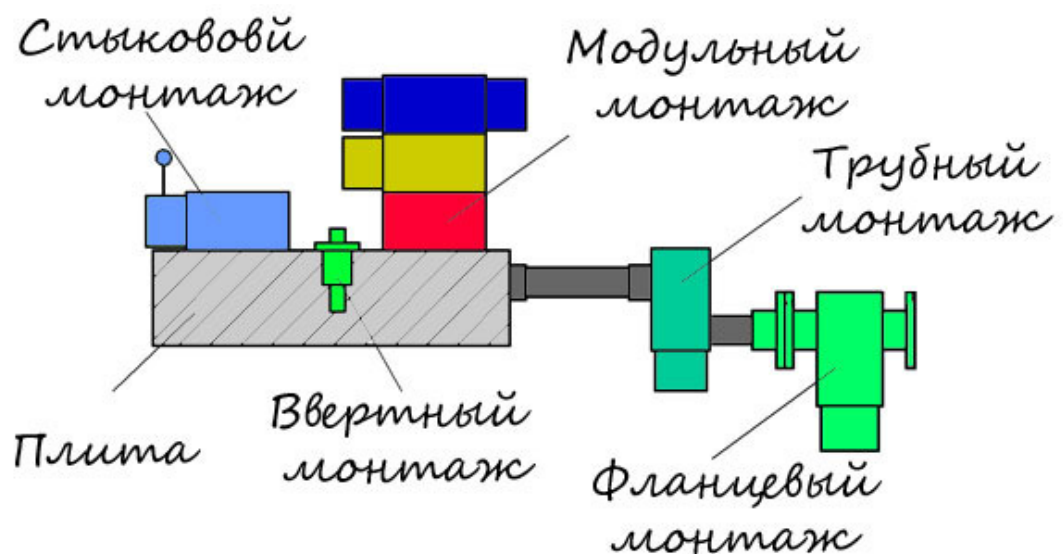


Рисунок 14. Комбинированный монтаж

Лекция 12

Плиты гидравлические.

Монтажные плиты являются удобным средством для сборки множества компонентов гидросистемы в одном месте. Можно отметить следующие **преимущества использования монтажных плит**:

- более компактный дизайн
- меньшее количество утечек
- более простое обслуживание
- сокращение расходов на сборку и установку от 30% до 50%
- сокращение требуемого для установки места до 33%
- появляется возможность установить контролирующие устройства максимально близко к оборудованию
- возможно изготовление монтажной плиты, максимально подходящей для конкретной гидросхемы.

Различают два основных типа монтажных плит – унифицированные и модульные. Унифицированные монтажные плиты рассчитаны на работу со стандартными исполнениями различных клапанов. Модульные же плиты предназначены для работы только с одним клапаном и содержат специальные внутренние соединения для прохода гидравлических жидкостей. Обычно такие плиты соединены в серию модульных блоков, образующих вместе полную гидросистему.

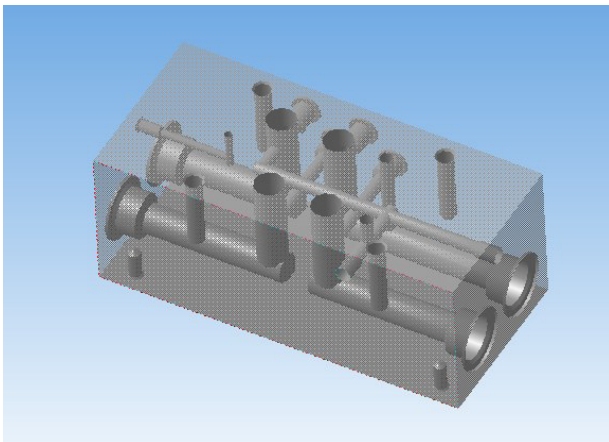
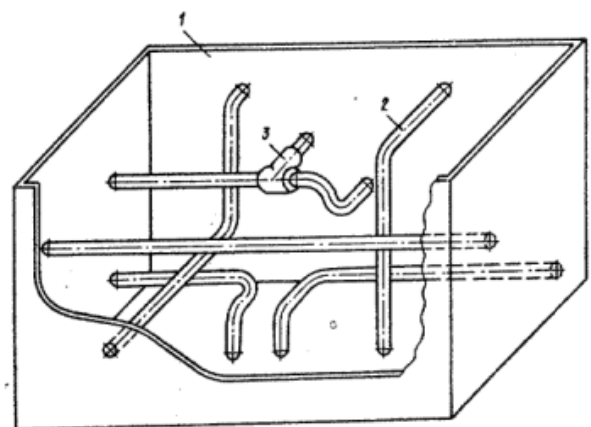
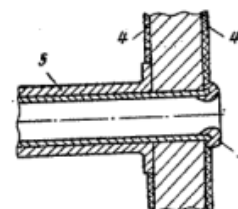


Рисунок 15. Плита монтажная с высверленными отверстиями



Фиг. 1



Фиг. 2

Рисунок 16. патент 697750 1978 года

Оба типа монтажных плит имеют свои преимущества и недостатки. Какой из типов монтажных плит больше подойдет конкретной гидросистеме зависит от целого набора факторов, таких как область применения гидросистемы, требуется

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА ли обеспечить специальные функции, цена, доступное место для монтажа и длительность жизни гидросистемы и т.п.

Некоторые производители выпускают монтажные плиты, предназначенные для работы только с их фирменными клапанами, другие же выпускают стандартные монтажные плиты, позволяющие устанавливать на них гидроаппаратуру любых производителей. Т.к. выпускается все большее количество гидроаппаратуры в стандартном исполнении, то замена запасных частей при использовании стандартных монтажных плит не представляет собой проблему.

Унифицированные монтажные плиты выполняются в двух исполнениях – ламинарные и с высверленными в металлическом блоке отверстиями.

В **монтажных плитах ламинарного исполнения** несколько слоев металла, металла с пластиком или резиной (рисунок 16. патент 697750 1978 года), с просверленными в них отверстиями и ходами для гидравлической жидкости, собираются в единую сборку по принципу «бутерброда». Ходы для гидравлической жидкости могут быть изготовлены самой разнообразной конфигурации, поэтому монтажные плиты ламинарного типа способны поддерживать функционирование любого требуемого количества клапанов. Вся стопка сваривается, что позволяет ей выдерживать давление до 60 МПа.

Монтажные плиты ламинарного типа изготавливаются по индивидуальному заказу. Клапаны и соединения могут быть размещены там, где это требуется, однако внесение изменений в гидросхему, если в ней используется монтажная плита ламинарного типа, невозможно.

Монтажные плиты с отверстиями, высверленными в металлическом блоке. Чаще всего для их изготовления используются стальные, алюминиевые или чугунные плиты, в которых затем высверливают отверстия для прохода гидравлических жидкостей в соответствии с требуемой конфигурацией расположения клапанов, однако, т.к. отверстия высверливают, то ходы для жидкости могут быть только прямыми.

Для монтажа картриджных клапанов используются специальные монтажные плиты. В некоторых из них картриджные вверчиваются и закрепляются на плите с помощью резьбы на стенках своего посадочного места, в других посадочное место гладкое, а сам клапан крепится на поверхности монтажной плиты.

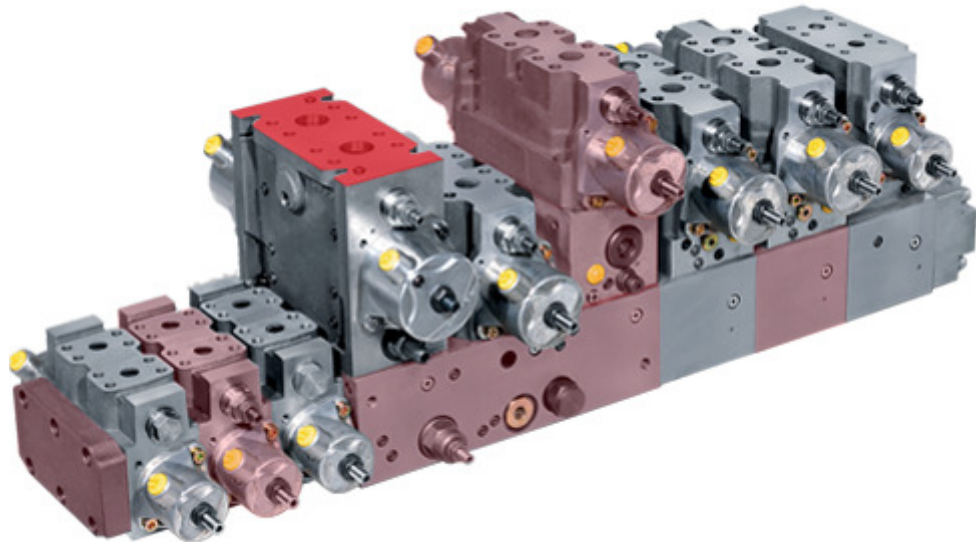


Рисунок 17. Модульные монтажные плиты

Модульные монтажные плиты (рисунок 17, рисунок 18) состоят из нескольких блоков, которые затем собираются в единую модульную конструкцию. Модули представляют собой стальные, алюминиевые или чугунные плиты, которые состыковываются друг с другом. Модульные плиты поставляются как для сборки на месте, так и в собранном готовом к эксплуатации виде.

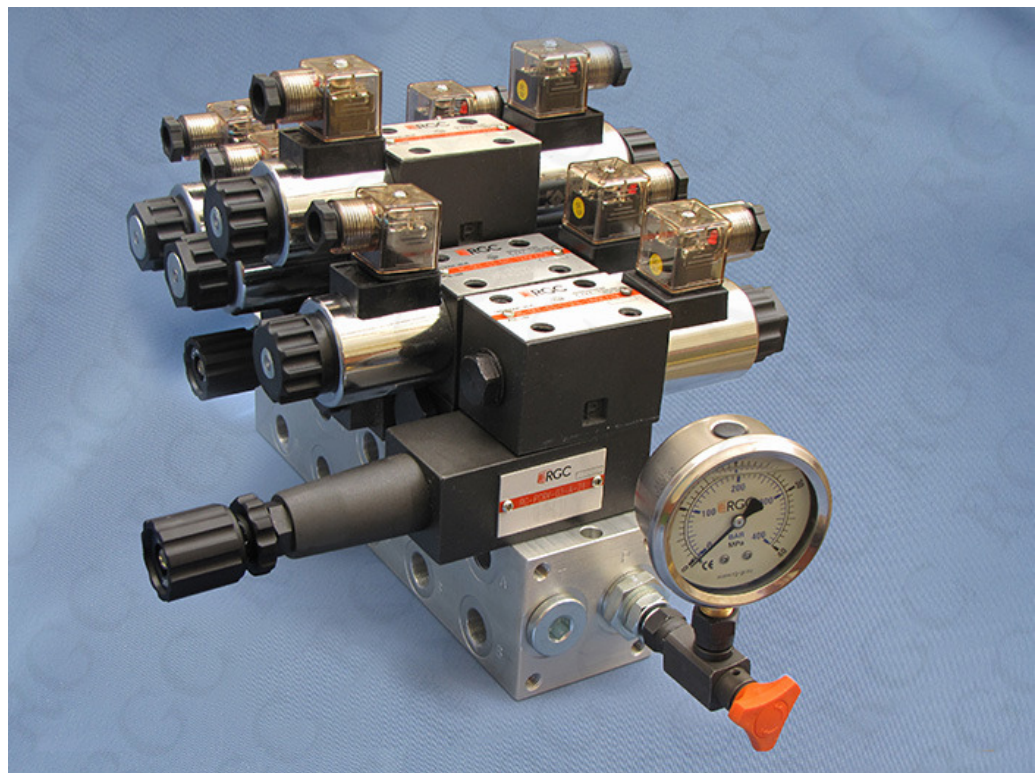


Рисунок 18. Модульный монтаж ГА на плите.

Торцевые модули содержат отверстия для присоединения насоса и резервуара для гидравлической жидкости. Между торцевыми модулями устанавливаются промежуточные модули различного назначения, позволяющие,

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА например, модифицировать конфигурацию модульной монтажной плиты и приспособлять ее для более удобного размещения отдельных элементов.

На верхней поверхности монтажных плит высверлены отверстия для крепления клапанов. Для различных типов клапанов поставляются специальные монтажные плиты. Некоторые компании даже маркируют свои плиты различными цветами, чтобы их можно было различать визуально. Одни модульные монтажные плиты позволяют устанавливать на них картриджные клапаны, другие – нет. Перед выбором монтажной плиты для конкретной гидросистемы необходимо убедиться, подойдет ли она для нее, будет ли обеспечена возможность использовать другие клапаны с этой плитой.

Методы соединения монтажных плит между собой различны. Некоторые монтажные плиты соединяются между собой с помощью стяжек, проходящих сквозь плиты. Другой вариант исполнения – внешние фланцы для подсоединения. Необходимо надежно уплотнять соединения с помощью специальных уплотнений, предназначенных именно для того типа гидравлической жидкости, который используется в системе.

Каждый **вариант исполнения** имеет свои преимущества. На некоторых монтажных плитах отверстия для присоединения насоса и бака располагаются с торцов, на других – снизу. При размещении отверстия для присоединения насоса снизу плиты жидкости приходится проходить меньший путь, она поступает непосредственно в схему или между двумя параллельными схемами. Расположение отверстий для подвода жидкости с торцов монтажной плиты может быть более удобным для некоторых типов оборудования. Возможны варианты исполнения, в которых насос крепится непосредственно к монтажной плите, таким образом, сокращается путь жидкости к другим элементам гидросистемы.

Электрические соединения могут быть подведены непосредственно к каждому соленоиду, либо проходить в специально отведенных для этого каналах внутри монтажных плит.

Лекция 13

Баки гидравлические

Когда возникает необходимость проектирования и изготовления гидравлического бака важно понимать, что больше не значит лучше. На самом деле в последнее время прослеживается тенденция к уменьшению объемов гидравлических баков.

Помимо выполнения основной функции хранения необходимого объема гидравлической жидкости, необходимого для работы системы гидравлический бак должен отвечать следующим требованиям:

- Обладать достаточной площадью поверхности для рассеивания тепла в отгружающую среду
- Наличие достаточного объема для замедление потока жидкости, чтобы загрязнения осели на дно, а воздух смог собраться в пузырьки и подняться на поверхность
- Иметь перегородку, разделяющую линию слива, по которой жидкость поступает в гидравлический бак и линию всасывания

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

- Иметь воздушное пространство над жидкостью, чтобы принять воздух из пузырьков
- Наличие доступа для удаления старой гидравлической жидкости и загрязнений из бака и заполнения бака новой гидравлической жидкостью
- Наличие достаточного объема для того, чтобы вместить гидравлическую жидкость, объем которой изменяется под воздействием температуры, при завершении цикла работы, когда жидкость самотеком стекает в бак и при пиковых нагрузках операционного цикла
- Иметь удобную поверхность для крепления компонент гидравлической системы (зависит от конфигурации установки)

Это стандартные требования к гидравлическому баку, однако, в последнее время, все чаще происходит отклонение от них. Например, современные гидравлические системы высокого давления требуют значительно меньших объемов гидравлических баков, чем те, что базируются на основе традиционных эмпирических правил.

Объем гидравлического бака обычно принимают равным двум или трём величинам подачи насоса. Устанавливать гидравлические баки рекомендуют выше уровня, на котором находится насос. Это делают с той целью, чтобы улучшить условия всасывания, а также предупреждения возникновения кавитации в насосной полости. Выделяют еще такой вид баков как гидравлический бак с наддувом. Он представляет собой гидробак, газ в котором над жидкостью находится под давлением, которое превышает атмосферное. Гидравлические баки с наддувом устанавливаются тогда, когда необходимо улучшить условия насосного всасывания, а также предотвратить возникновение кавитации. Гидробаки часто используются в авиации, жидкость в них с воздухом не соприкасается, находясь под поршнем. Действует на этот поршень сила упругости пружины, которая прижимает его к поверхности жидкости. «Перевернутый» полёт самолёта возможен лишь при такой конструкции гидравлического бака. Рассмотрим алюминиево-стальные гидравлические баки, а также современные способы покрытий.

Один из самых больших производителей гидравлических и топливных резервуаров и баков Запада сообщает о создании новой технологии по изготовлению баков, емкость которых составляет выше 400 литров. Производятся такие баки из следующих материалов: алюминий, нержавеющая сталь, сталь, а еще, так называемая, алюминизированная сталь. Последний материал представляет собой наибольший интерес. Компания, объявившая о этой новинке, стала первопроходцем по использованию такой «алюминизированной» стали». Эта сталь представляет собой стальные листы, с нанесением горячего алюминиево-кремниевого расплава по обе стороны. При помощи такого решения можно избавиться от проблем загрязненной поверхности, ведь она характерна для сталей без всякого покрытия.

Гидравлические баки в гидрообъемных трансмиссиях одновременно выполняют несколько функций и поэтому получаются сложными. Рабочая жидкость в них после возврата из системы должна успокоиться, стабилизироваться, из нее должен выйти попавший в процессе работы воздух, а в специальном отстойнике осесть крупные частицы грязи, продукты износа, вода.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Развитая поверхность гидравлического бака с ребрами жесткости используется для частичного охлаждения рабочей жидкости. В случае применения наддува гидросистемы большое значение приобретает прочность и жесткость обечайки бака, особенно при изготовлении ее из алюминиевого сплава, что вполне рационально.

Иногда в гидравлическом баке размещают жидкостной теплообменник, который кроме частичного охлаждения рабочей жидкости способен также подогреть ее перед запуском системы при низких температурах окружающего воздуха (при работе на всесезонных маловязких жидкостях МГЕ-10А, АМГ-10, 7-50С-3 предпусковой подогрев до температуры -50°C не требуется). Для этих же целей иногда в корпусе гидробака монтируются тепло электро-нагревательные элементы с питанием от постороннего источника тока.



Рисунок 19. Гидравлические баки.

Жидкостная емкость гидробака, обычно составляющая 82...88% от его полной геометрической емкости.

Есть тенденция к дальнейшему уменьшению объема бака за счет его лучшей оснащённости.

Конструкция современного гидравлического бака обычно включает в себя входной обратный клапан (позволяет отсоединять входной трубопровод без слива жидкости из бака), центробежный "циклон"-колодец с мелкой сеткой, который отделяет газы из возвращаемой жидкости и осаждаёт крупные посторонние частицы и воду в специальном съёмном отстойнике (с отсечным клапаном), находящимся под циклоном. Там же устанавливается сливная магнитная пробка, иногда - с аварийным датчиком появления в рабочей жидкости металлических включений.

В корпусе гидробака - несколько связанных между собой успокоительных перегородок с отверстиями. На линии всасывания из гидробака - предварительный сетчатый Фильтр и запорный кран с сигнализацией,

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

позволяющий проводить обслуживание гидросистемы. В гидравлическом баке обычно устанавливаются датчики температуры рабочей жидкости с сигнализацией перегрева, указатель уровня с датчиком аварийного падения его ниже нормы, мерное стекло с температурной градуировкой оптимального уровня, иногда - указатель давления в корпусе бака.

Сообщение гидробака с атмосферой (при отсутствии наддува) - через сетчатый фильтр-успокоитель с воздушным - трактом двигателя. При введении наддува гидравлического бака, что полезно для гидросистемы в целом, он дополнительно оборудуется редукционным клапаном (регулятором давления) наддува, обратным и предохранительными клапанами, вакуумным клапаном. Если воздух для наддува отбирается от пневмосистемы транспортного средства (при ее наличии), он проходит через фильтр-осушитель.

При отсутствии отдельной пневмосистемы используется баллон со сжатым воздухом, иногда - с техническим азотом, что предотвращает окисление рабочей жидкости. Гидравлический бак обычно не имеет заливной горловины, источника его загрязнения. Заправка всей гидросистемы чаще всего осуществляется подачей жидкости из емкости через заправочный кран и фильтр с помощью заправочного насоса непосредственно в гидросистему со сливом излишков в гидробак. Этим обычно занимается специальная сервисная служба, в противном случае трудно осуществить данную операцию качественно и обеспечить нужную чистоту гидросистемы.

В большинстве случаев баки имеют сварную конструкцию и изготавливаются из листовой стали. В некоторых гидроприводах баки служат станиной для установки насосов и других устройств. Насос следует устанавливать так, чтобы его высота над уровнем жидкости в баке не превышала 700 мм. Заливку жидкости в бак целесообразно производить через сетчатый фильтр. При проектировании бака следует руководствоваться ГОСТ 12448 - 80.

Закрытые гидробаки с избыточным давлением применяют в некоторых гидроприводах для обеспечения лучшего заполнения рабочих камер насосов и исключения возникновения кавитации на их входе. Герметичный бак, представляющий собой сварной цилиндр, заполняют воздухом или инертным газом под давлением до 0,2 - 0,3 МПа. Надув осуществляется инертным газом (азотом), применение которого не вызывает окисления масла. В гидросистемах прессов такие баки служат для заполнения рабочих цилиндров жидкостью при холостом ходе машины. Избыточное давление в них достигает 0,8...1,0 МПа.

Лекция 14

Испытания узлов гидропривода

Назначение, виды и цель испытаний

Испытания гидравлических систем и агрегатов являются важнейшим методом контроля их технического состояния, как в процессе отработки новых изделий, так и в процессе их длительной эксплуатации. Испытаниям могут подвергаться отдельные агрегаты, узлы систем или целые системы в собранном виде.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

В качестве примера приведена классификация испытаний принятая в авиационной промышленности, которая носит общий характер и применима как для испытания самолетов, двигателей, так и отдельных систем и агрегатов.

В зависимости от поставленных целей испытания подразделяются на научно-исследовательские, опытные и серийные.

Научно-исследовательские испытания обычно предшествуют всем другим видам испытаний. Цели этих испытаний могут быть различными, но их главная задача сводится к изучению и анализу происходящих в агрегатах или системе явлений и процессов, определению различных характеристик, а также изучению факторов, влияющих на надежность и долговечность.

Проведение научно-исследовательских испытаний является обязательным условием при разработке принципиально новых конструкций агрегатов и узлов гидравлических систем. Такие испытания, как правило, проводятся в научно-исследовательских институтах, лабораториях высших учебных заведений и конструкторских организациях.

Таблица 7.

Испытания гидравлических систем	Научно-исследовательские		
	Опытные	Доводочные	Агрегатов (в лабораторных условиях)
			Узлов (в лабораторных условиях)
			Гидравлической системы на опытной машине
		Лабораторные	
		Государственные	
		Эксплуатационные	
	Серийные (заводские)	Сдаточные	
		Контрольные	
		Эксплуатационные	
		Длительные стендовые	ресурсные испытания до гарантированного срока службы
			за месячную программу
			до разрушения агрегата

Результаты научно-исследовательских испытаний дают возможность уточнить и дополнить выдвинутые теоретические положения и методы расчета, определить рабочие параметры и характеристики, определить нагрузки, действующие на потребители, и решить многие другие вопросы. На основе проведения таких испытаний могут быть также разработаны технические требования на проектируемые агрегаты и системы. В отдельных случаях материалы испытаний могут послужить основой для создания новых методов расчета и теоретических обобщений.

Опытные испытания представляют собой второй этап в создании новых конструкций. Целью опытных испытаний являются отработка и доводка новых

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА агрегатов и систем. В процессе этих испытаний используются результаты, полученные при научно-исследовательских испытаниях.

В соответствии со своей основной целью опытные испытания могут подразделяться на: **доводочные, лабораторные, летные, государственные и эксплуатационные.**

Доводочные испытания могут проводиться по двум направлениям: отработка агрегатов и отдельных узлов систем (в лабораторных условиях) и отработка собранной гидравлической системы на опытной машине. При проведении таких испытаний стараются воспроизвести реальные условия работы агрегатов, которые можно ожидать в процессе длительной эксплуатации машины.

После окончания опытных испытаний, как правило, удается выполнить отладку рабочих процессов, отработку конструкции агрегатов или узлов, проверить правильность выбора материалов и технологии изготовления, определить предварительный срок службы тех или иных агрегатов, довести параметры и характеристики агрегатов и системы до обусловленных в технических требованиях. Зачастую при этом возникает необходимость в проведении специальных испытаний по программам, учитывающим те или иные условия эксплуатации, например, низкие или высокие температуры окружающей среды.

После успешного проведения доводочных и лабораторных испытаний приступают к **опытным испытаниям** гидравлической системы на машине в реальных условиях.

Естественно, что в период проведения опытных испытаний могут обнаружиться отдельные недостатки конструкции, а также те или иные неисправности, которые устраняются до поступления изделий в серийное, производство.

В процессе **государственных испытаний** специальная комиссия проверяет соответствие характеристик и параметров испытываемого объекта установленным для него техническим требованиям; при этом возможны доработки испытываемого объекта, улучшающие его характеристики.

После окончания государственных испытаний и положительного заключения государственной комиссии по испытываемому объекту последний передается на **эксплуатационные испытания**, которые длительны и проводятся в реальных условиях эксплуатации, для которых предназначена данная машина.

Серийные испытания проводятся на заводах-изготовителях. Различают следующие виды серийных испытаний: **сдаточные, контрольные, длительные стендовые и эксплуатационные.**

Каждый выпускаемый заводом агрегат проходит **сдаточные испытания**; при этом проверяются основные его параметры, правильность сборки и соответствие техническим требованиям.

В процессе **контрольных испытаний**, которые, как правило, проводятся выборочно, проверяются более тщательно основные параметры и характеристики агрегатов и систем. Периодичность этих испытаний и их объем зависят от назначения изделий, а в ряде случаев согласовывают с заказчиком.

Агрегаты гидравлических систем на заводах-изготовителях подвергаются **длительным стендовым** испытаниям. Они могут разделяться на три вида:

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

- 1) ресурсные испытания до гарантированного срока службы;
- 2) испытания за месячную программу.

Длительность этих испытаний устанавливается до 50% гарантированного ресурса. Таким испытаниям обычно подвергаются авиационные двигатели;

- 3) испытания до разрушения агрегата.

Все эти испытания проводятся по согласованию с заказчиком и по специально утвержденным программам и методикам. В процессе длительных испытаний определяются надежность серийных изделий и их срок службы. По результатам испытаний разрабатываются предложения по улучшению испытанных конструкций.

Эксплуатационные испытания носят также длительный характер и проводятся эксплуатирующими организациями в реальных условиях работы машины. Все замечания по техническому состоянию изделий, а также пожелания по улучшению конструкции и повышению надежности систематизируются и отсылаются на завод и в конструкторское бюро для изучения и реализации их в производстве на последующих сериях.

В связи с повышенным вниманием к вопросам надежности и долговечности различных технических изделий серьезное внимание уделяется длительным испытаниям для определения фактического ресурса изделий.

Различные виды таких испытаний проводятся уже давно на серийных заводах и в конструкторских организациях, однако они не всегда достигают желаемой цели, так как в большинстве случаев не учитывают реальные условия эксплуатации. К тому же с увеличением сроков службы агрегатов свыше 2000 ч, возникают затруднения с выполнением длительных испытаний. Даже при круглосуточной работе для проведения таких испытаний нужно более двух месяцев.

Особенно серьезные затруднения в этой области испытывает авиационная промышленность. Последнее объясняется тем, что после выполнения тех или иных доработок гидравлические агрегаты необходимо испытать на надежность. Без этих испытаний невозможно запускать серию, а проведение испытаний затягивается на несколько месяцев. В таких случаях целесообразно проведение ускоренных или форсированных испытаний гидравлических агрегатов.

Лекция 15

Размерные цепи. Виды размерных цепей. Методы расчёта размерных цепей.

При конструировании механизмов, машин, приборов и других изделий, проектировании технологических процессов, выборе средств и методов измерений возникает необходимость в проведении размерного анализа, с помощью которого достигается правильное соотношение взаимосвязанных размеров и определяются допустимые ошибки (допуски). Подобные геометрические расчеты выполняются с использованием теории размерных цепей.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Размерная цепь – совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующая в решении поставленной задачи. На чертежах размерная цепь оформляется незамкнутой, без обозначения размеров и отклонений одного из звеньев. В реальном объекте правильно составленная размерная цепь всегда замкнута. Последний (замыкающий) размер и поле допуска этого размера являются функцией остальных размеров. Все размеры цепи функционально взаимосвязаны и изменение любого из звеньев влечет за собой необходимость изменения как минимум еще одного звена.

В соответствии с определением целевое назначение размерной цепи зависит от решаемой задачи: обеспечение работоспособности конструкции (конструкторские цепи), обеспечение точности изготовления (технологические цепи), обеспечение точности измерения (измерительные цепи).

В одном объекте могут быть разные размерные цепи, причем некоторые из них могут включать одни и те же звенья. Звенья размерной цепи – размеры (элементы), образующие размерную цепь. Все звенья, входящие в цепь, называют составляющими звеньями размерной цепи. Звено, которое технологически получается последним в размерной цепи (при изготовлении или при сборке), называют замыкающим звеном.

Правильно рассчитанные размерные цепи обеспечивают нормальное функционирование реального объекта за счет нужных ограничений исходных звеньев. Исходное звено размерной цепи – звено, номинальное значение и отклонения которого должны быть обеспечены в ходе создания размерной цепи, поскольку они определяют функционирование изделия. В качестве примеров можно рассматривать зазоры в направляющих скольжения или по высоте шпонки в призматическом сопряжении. В процессе сборки изделия исходный размер, как правило, становится замыкающим. Размер замыкающего звена может быть положительным, отрицательным или равным нулю.

Надо иметь в виду, что любая конструкция представляет собой замкнутую размерную цепь. При обработке любой детали имеет место технологическая размерная цепь, где замыкающим звеном является размер обрабатываемого элемента детали. При измерениях средство измерения вместе со вспомогательными элементами образуют измерительную размерную цепь, где замыкающим звеном является размер измеряемого элемента детали.

По виду задач, в решении которых участвуют размерные цепи, они разделяются на: конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторские размерные цепи решают задачу по обеспечению точности при конструировании, устанавливают связь размеров детали в изделии.

Технологические размерные цепи решают задачу по обеспечению точности при изготовлении деталей машин, устанавливают связь размеров деталей на разных этапах технологического процесса.

Измерительные размерные цепи решают задачу обеспечения точности при измерении, устанавливают связь между звеньями, которые влияют на точность измерения.

Звеном называется каждый из размеров, образующих размерную цепь. Звеном размерной цепи может быть линейный или угловой размер машины, узла, детали, определяющий размер поверхности (например, диаметр) или

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

относительное расстояние (например, координирующий размер), либо относительный поворот поверхностей или их осей. Каждая размерная цепь содержит одно (и только одно) исходное или замыкающее звено и несколько составляющих звеньев.

В зависимости от расположения звеньев, цепи делятся на плоские и пространственные. В зависимости от вида звеньев различают линейные размерные цепи (звеньями являются линейные размеры) и угловые.

Линейной размерной цепью называют цепь, все звенья цепи сварной конструкции, состоящей из трех элементов которой параллельны между собой и лежат в одной плоскости или могут быть без изменений спроектированы на эту плоскость. Если все размеры этой цепи угловые, то такую цепь называют угловой размерной цепью.

Плоскостной размерной цепью называют цепь, звенья которой не параллельны между собой, но лежат в одной плоскости или могут быть без изменений спроектированы на эту плоскость.

Пространственной размерной цепью называют цепь, одно или несколько звеньев которой лежит в других плоскостях и не могут быть без изменений спроектированы на плоскость остальных звеньев. Размерные цепи судовых корпусных конструкций по длине судна чаще являются линейными. Для расчета прежде всего устанавливают схему линейной размерной цепи данной корпусной конструкции, намечают все ее составляющие звенья, определяют замыкающее звено и составляют уравнение размерной цепи.

Исходным материалом для линейной или угловой размерной цепи является чертеж, но для решения могут применяться специально составленные схемы.

Расчет размерных цепей и их анализ – обязательный этап конструирования машин, способствующий повышению качества, обеспечению взаимозаменяемости и снижению трудоемкости их изготовления.

Сущность расчета размерной цепи заключается в установлении допусков и предельных отклонений всех ее звеньев исходя из требований конструкции и технологии. При этом различают две задачи: прямая и обратная.

Прямая задача заключается в определении номинальных размеров, допусков и предельных отклонений всех составляющих звеньев размерной цепи по заданным номинальному размеру и допуску (отклонениям) исходного звена. Такая задача относится к проектному расчету размерной цепи.

Обратная задача заключается в определении номинального размера, допуска и предельных отклонений замыкающего звена по установленным номинальным размерам, допускам и предельным отклонениям составляющих звеньев. Такая задача относится к поверочному расчету размерной цепи.

Размерная цепь строится, начиная с замыкающего (исходного) звена. Затем по чертежу находят примыкающую к нему слева деталь, размер которой непосредственно влияет на размер замыкающего звена. Далее находят размер второй детали, сопряженной с размером первой. И так последовательно выявляют детали сборочного соединения, сопряженные друг с другом, размеры которых непосредственно влияют на размер замыкающего звена. Последний из этих размеров должен примкнуть к размеру замыкающего звена, замкнув цепь. В состав размерной цепи от каждой детали входит только один размер.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

У покупных изделий в размерную цепь включают конечный размер.

У изделия, как правило, несколько размерных цепей. Каждой цепи присваивается определенная буква. Звеньям линейной цепи обычно присваивают букву русского алфавита, угловым - греческого. Каждому составляющему звену присваивают индекс в виде порядкового номера, отсчет которого производится, от левой границы замыкающего звена. Замыкающему звену присваивают индекс. Увеличивающие звенья обозначают стрелками, проставленными над буквенным обозначением звена и направленными вправо, а также знаком «+» уменьшающие - стрелками влево и знаком « - ».

Расчет и анализ размерной цепи позволяет:

1. установить количественную связь между размерами деталей изделия
2. установить номинальные значения
3. допуски взаимосвязанных размеров, исходя из эксплуатационных требований и экономической точности обработки деталей и сборки изделия
4. определить, какой вид взаимозаменяемости (полный, неполный) будет наиболее экономичен
5. добиться наиболее правильной простановки размеров на рабочих чертежах
6. определить операционные допуски и сделать пересчет размеров при несовпадении технологических, конструкторских, измерительных баз.

Методы расчёта размерных цепей.

При расчете размерных цепей применяют методы:

- а) полной взаимозаменяемости (по ГОСТу метод расчета на максимум-минимум);
- б) теоретико-вероятностный;
- в) групповой взаимозаменяемости;
- г) регулирования;
- д) пригонки.

На сборочных чертежах обычно не указывают принятый метод достижения точности замыкающего звена. Тогда технологу приходится самому устанавливать метод сборки на основании выявления и проверочного расчета сборочных размерных цепей, что предлагается сделать в данной лабораторной работе.

Выбор метода сборки зависит от точности звеньев цепи; реальной возможности технологического оборудования по обеспечению точности составляющих звеньев в механическом цехе; уровня организации сборочных работ.

Метод взаимозаменяемости применяют в том случае, когда на оборудовании механического цеха безусловно можно выдержать допуски составляющих звеньев, назначенных конструктором. Если это невыполнимо, пытаются применить метод неполной взаимозаменяемости. При этом значительно расширяются производственные допуски по сравнению с конструкторскими (в 1,5 ~ 2 раза), но у 0,27 размерных цепей (у трех из тысячи) предельные значения замыкающего звена (при нормальном законе распределения) могут быть не выдержаны. Если эти расширенные допуски трудновыполнимы, прибегают к использованию методов регулировки или пригонки (последний - в единичном или

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА мелкосерийном производстве). В этом случае устанавливают на составляющие звенья легко выдерживаемые в данных производственных условиях допуски.

В редких случаях, когда точность звеньев исключительно высока, применяют метод групповой взаимозаменяемости (зазоры в плунжерных парах, подшипниках).

Метод полной взаимозаменяемости

Метод полной взаимозаменяемости - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается у всех объектов путем включения в нее составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их значений.

Технологический процесс сборки при этом сводится к присоединению деталей в соответствии с установленным характером сопряжения без выполнения какой-либо пригонки, подбора деталей или регулирования их взаимного положения.

Основными достоинствами метода полной взаимозаменяемости являются простота и экономичность сборки, применение поточных организационных форм сборочных процессов, высокий уровень механизации и автоматизации сборочных процессов, возможность широкого кооперирования заводов, развитие специализированных предприятий с высоким уровнем автоматизации, возможность организации легкого, быстрого и дешевого ремонта изделий, упрощение системы изготовления запасных частей и др.

Метод полной взаимозаменяемости требует повышенной точности составляющих звеньев размерных цепей. В многозвенных цепях требуемая точность может существенно повышать среднюю экономическую, а иногда и достижимую точность, соответствующую существующим технологическим методам обработки. Поэтому метод полной взаимозаменяемости находит применение для короткозвенных размерных цепей или в случае, когда к замыкающим звеньям многозвенных цепей не предъявляют высоких точностных требований.

Метод групповой взаимозаменяемости

Метод групповой взаимозаменяемости - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается добавлением в размерную цепь составляющих звеньев, принадлежащих к одной из групп, на которые они предварительно рассортированы.

Достоинством метода является достижение высокой точности замыкающего звена при экономически целесообразных допусках составляющих звеньев размерной цепи. Метод находит применение в массовом и крупносерийном производстве для коротко-звенных размерных цепей (3 - 4 звена).

Примерами применения метода могут служить комплектация шариков и колец шариковых подшипников, подбор при сборке поршней и поршневых колец, подбор при сборке пальца к отверстию верхней головки шатуна двигателя внутреннего сгорания.

К недостаткам метода относят увеличение незавершенного производства ввиду количественных несоответствий в группах деталей, соединяемых при сборке; дополнительные затраты на сортировку деталей по группам; усложнение снабжения запасными частями.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Метод пригонки

Метод пригонки, или технологической компенсации, — метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением размера компенсирующего звена удалением с компенсатора определенного слоя материала. Для этого компенсирующее звено детали компенсатора поступает на сборку с заранее установленным припуском, удаляемым по мере надобности, методами механической обработки в процессе пригонки для достижения требуемого значения замыкающего звена. На все другие составляющие звенья размерной цепи, в том числе компенсирующие, устанавливаются экономически целесообразные допуски. Метод применяется в индивидуальном и мелкосерийном производстве.

Расчет параметров размерных цепей может проводиться как методом максимума-минимума, так и вероятностным методом. К недостаткам метода относят удорожание сборки и повышенную трудоемкость сборочных работ, а также усложнение планирования и снабжения изделия запасными частями.

Метод регулирования

Метод регулирования. Общая характеристика метода. Метод регулирования - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением размера компенсирующего звена без удаления материала с компенсатора.

Изменение компенсирующего звена при сборке изделия достигается или применением специальных конструктивных устройств (компенсаторов) с помощью непрерывных либо периодических перемещений: деталей по резьбе, клиньям, коническим поверхностям, эксцентрикам и т.д., или подбором сменных деталей типа прокладок, колец и втулок.

В качестве неподвижных компенсаторов обычно применяют комплекты из деталей изделия, например сменных колец, втулок, шайб и т.д., подбираемых при сборке по месту до достижения требуемой точности замыкающего звена, или наборы прокладок одинаковой или разной толщины, подбираемых по месту с той же целью. Подвижные компенсаторы - это устройства или отдельные детали, за счет регулировки которых, достигаемой перемещением или поворотом, обеспечивается требуемый размер замыкающего звена.

Подвижные компенсаторы по непрерывности регулирования разделяют на компенсаторы с периодическим регулированием (резьбовые, клиновые, эксцентриковые и др.) и компенсаторы с непрерывным регулированием, как правило автоматического регулирования. При использовании подвижных и неподвижных (набор прокладок) компенсаторов создаются условия для поддержания требуемой точности замыкающего звена в процессе эксплуатации.

По назначению все типы компенсаторов делят на группы, компенсирующие линейные или угловые размеры. Расчет параметров размерных цепей проводят методом максимума-минимума или вероятностным методом.

К недостаткам метода регулирования относят некоторое усложнение конструкции введением конструктивного компенсатора и усложнение сборки из-за необходимости проводить регулировку. Метод нашел широкое применение для многосвязных цепей с высокими требованиями к точности замыкающих звеньев.

Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА

Список рекомендуемой литературы

1. Энциклопедия машиностроения, под общ. ред. Фролов К. В.; 40 томов, раздел 3, 1994-2013 г., М.; «Машиностроение»
2. Станочные гидроприводы: Справочник; Свешников В.К.; 1982 г.; М.; «Машиностроение»
3. Станочные гидроприводы. Справочник; Свешников В.К.; 1988 г.; М.; «Машиностроение»
4. Станочные гидроприводы. Справочник; Свешников В.К.; 1995 г.; М.; «Машиностроение»
5. Гидрооборудование. Международный справочник. В 3-х кн.; Свешников В.К.; 2001 г.; М.; «Машиностроение»
6. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т.; Анурьев В.И.; 2006 г.; М.; «Машиностроение-1»
7. ГОСТ 23887-79 Сборка. Термины и определения.
8. Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей. РД 50-635-87.
9. Машиностроительные материалы: Краткий справочник; В.М. Раскатов, В.С. Чуенков, Н.Ф. Бессонова, Д.А. Вейс. – 3-е издание; 1980г.; М.: «Машиностроение»
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.; под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещеряков. – 4-е издание; 1985 г.; М.: «Машиностроение»