

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения лекций

по дисциплине «**Основы инженерной деятельности**»

Л-3

Разработал:

доцент кафедры ктн Гончаров Р.А.

г. Ростов – на – Дону

2019

Лекция №3 (продолжение)

**Тема:** **«Проектирование и конструирование изделий».**

§ 1. Краткий перечень работ, выполняемых в процессе проектирования и конструирования

§ 2. Ошибки при конструировании

§ 3. Об авторском надзоре

**Цель занятия:** Лекции составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией видео- и кинофильмов, схем, плакатов, показом моделей, приборов и макетов, использованием электронно-вычислительной техники.

**I.** ***Вводная часть***: Отобразить тему и учебные вопросы на доске, объявить цель, указать на актуальность данного занятия, довести порядок проведения занятия

**II*. Основная часть:***

**§ 1. Краткий перечень работ, выполняемых в процессе проектирования и конструирования**

**Определение точного целевого назначения изделия.** Это первая задача конструктора. Для рабочих машин и машин-орудий целевое назначение определяется из технологического задания, а для машин-двигателей – по эксплуатационному заданию.

На основе технологического или эксплуатационного задания разрабатывается кинематическая или принципиальная схема изделия.

**Кинематическая схема изделия.** Она в значительной степени определяет конструкцию и вес основных деталей, а также экономичность изделия в производстве. Задача конструктора – подбор таких кинематических цепей, которые содержали бы минимальное количество звеньев. Конструктор, выбирая тот или иной механизм, опирается, прежде всего, на опыт конструирования и общие положения науки о механизмах. Кинематические схемы наиболее сложны у рабочих машин. Кинематические схемы таких машин принято делить на следующие основные части: -исполнительные механизмы, одно или несколько звеньев которых связаны с рабочими органами; -трансмиссионные механизмы для передачи движения и мощности от двигателя к ведущему звену исполнительного механизма; -прочие механизмы (управления, блокировки, регулирования, контроля и т.п.). Закон движения рабочего звена в рабочих машинах зависит от поставленной технологической задачи и может быть реализован механизмами с различными кинематическими схемами. Разрабатываются, поэтому, несколько вариантов кинематических схем, из которых после соответствующего анализа (надежности, экономичности и т.п.) выбирается одна из них.

**Механизм** – это система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемое движение других тел.

Одно или несколько жестко соединенных твердых тел, входящих в состав механизма, называются **звеном**. Звено, принимаемое за неподвижное, называется стойкой.

**Кинематической парой** называется соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение.

Совокупность поверхностей, линий, точек звена, по которым оно может соприкасаться с другим звеном, образуя кинематическую пару, называется **элементом звена** (элементом кинематической пары).

**Узел сопряжения** – это совокупность поверхностей, линий, точек звена, по которым оно в данный момент соприкасается с другим звеном, образуя кинематическую пару. Узел сопряжения это часть элемента звена, которая непосредственно соприкасается с другим звеном.

**Определение усилий и действующих нагрузок.** Чем точнее определены нагрузки, действующие в изделии, тем точнее можно определить усилия на отдельные детали и в итоге – их минимально необходимые размеры (от веса деталей зависят металлоемкость и вес изделия). Выбор материалов и определение размеров деталей. Выбор материала и определение размеров деталей обусловлены эксплуатационными и экономическими требованиями. С эксплуатационной точки зрения качество материала и размеры деталей должны обеспечить эксплуатационную надежность изделия в независимости от его веса. С экономической точки зрения в рационально сконструированном изделии физические свойства материалов должны быть использованы наиболее полно для получения требуемой прочности и жесткости при минимальном весе. Размеры деталей при одной и той же нагрузке зависят от качества материала и принятых запасов прочности.

**Вес и себестоимость деталей** зависят от их размеров. Эксплуатационная надежность детали достигается только при точном расчете ее на прочность (или выносливость) и износ. Силовой расчет заключается в определении сил, действующих на изделие. При этом составляется расчетная схема нагружения изделия с последующим расчетом деталей на прочность. Силовой расчет производится двумя способами:

-расчет по силам или моментом сил, приложенным к рабочему органу изделия;

-расчет на основе предварительно определенной мощности привода. В первом случае исходят из расчетных или опытных данных об усилиях, возникающих на рабочем звене во время технологического процесса. На основе этих данных определяются крутящий момент на ведущем звене и мощность двигателя. Во втором случае определяется усилие на рабочем органе по крутящему моменту на ведущем звене.

**Компоновка изделия.** Компоновка в значительной мере влияет на металлоемкость и вес изделия. Получив расчетные размеры основных изделий (валы, оси, зубчатые колеса и т.д.), приступают к компоновке общих видов изделия. Иногда размеры отдельных деталей устанавливают, исходя из конструктивных соображений. Общих правил рациональной компоновки изделий не существует. Удачная компоновка зависит от способностей, опыта, изобретательности и общей подготовленности конструктора. При конструировании крупных изделий предусматривается их разделение на узлы. Это позволяет вести параллельную сборку, производить обкатку, регулирование и испытание каждого узла в отдельности. При этом следует помнить, что стыки между узлам и в изделии снижают жесткость и виброустойчивость конструкции. Вопрос о применении моноблочной или составленной из отдельных блоков конструкции решается с учетом преимуществ и недостатков каждой из них.

**Определение веса и себестоимости изделия.** Проектный вес и проектная себестоимость изделия являются одними из основных его технико-экономических показателей. Общая компоновка изделия позволяет ориентировочно оценить его вес. Конструктор уже при конструировании изделия должен наметить предельные значения его основных показателей. Лучшие из них достигаются последовательным приближением к все более и более совершенной конструкции. Однако более короткий путь решения поставленной задачи имеет место, если исходить из опыта мирового машиностроения на основе изучения хорошо отработанных подобных конструкций в данных статистики. Вес изделия должен соответствовать эксплуатационным требованиям. Так вес кузнечных машин, работающих с ударами, должен быть достаточным для поглощения ударных нагрузок. Однако утяжеление должно быть только в пределах необходимого.

**Вес и жесткость** металлорежущих станков должны быть достаточными для противодействия возникающим в процессе резания металла колебаниям системы «станок – приспособление – инструмент – деталь»

Для транспортных машин требуется наибольший вес при достаточной прочности. В большинстве случаев вопрос оптимального веса изделия решается на основе опыта эксплуатации и путем сравнения с показателями по весу хорошо выполненных аналогичных изделий. Проектная себестоимость изделия определяется по его проектному весу после общей компоновки. При этом используются специальные ценники и прейскуранты. Величина себестоимости, полученная при техническом конструировании, должна уточняться. По окончании конструирования конструктор должен иметь полное представление о себестоимости будущего изделия. Экономическая эффективность изделий в эксплуатации. Эта эффективность зависит от двух факторов: энергетического КПД и эксплуатационной экономичности изделия. При низком расчетном КПД не исключается пересмотр разработанной кинематической схемы.

**Конструирование общих видов узлов.** Как этап конструирования оно ведется на основе общей компоновки изделия, принятого разделения конструкции на узлы, принятых по расчету размеров ответственных деталей. В процессе конструирования возможно появление новых решений конструкций узлов. При конструировании узлов достаточно четко выявляются конструктивные формы отдельных деталей. Проверочные расчеты. Такие расчеты деталей производятся только в случаях изменения их размеров, ранее полученных расчетом. С изменением размеров деталей изменяются условия их работы в конструкции и, следовательно, изменяются рабочие напряжения в материале деталей. Если при этом новые размеры деталей получаются меньше по сравнению с расчетными, то при проверочном расчете деталей по новым размерам проверяется запас прочности их материала. Если же новые размеры деталей при изменении получаются больше по сравнению с расчетными, то проверочный расчет предусматривает замену материала деталей на материал повышенного качества с целью сохранения прежних размеров.

**Конструирование общего вида изделия** производится после вычерчивания узлов и увязки сопрягаемых мест. При этом иногда выявляются неточности в местах сопряжения узлов. Таких неточностей тем меньше, чем тщательнее выполнена предварительная проработка конструкции изделия. Расчет размерных цепей производится при деталировке узлов для обеспечения взаимозаменяемости деталей, их правильной сборки, при которой обеспечивались бы требуемые зазоры и натяги в сопряжениях деталей. Расчет размерных цепей позволяет правильно определить размеры деталей с учетом допусков.

Необоснованное назначение допусков на размеры приводят к необходимости ручной пригонки, неоднократному монтажу и демонтажу узлов. Разработка рабочих чертежей деталей производится только для оригинальных деталей (чертежи гостированных деталей не выполняются). Первыми разрабатываются внутренние детали узла, затем – детали корпуса, облегающего узел. После определения формы и размеров деталей подсчитывается их чистый вес (по таблицам).

В себестоимость изготовленной детали входят:

-заработная плата конструктора и накладные расходы;

-стоимость материала детали (себестоимость заготовки детали;

-дополнительные расходы, связанные с изготовлением детали (зарплата рабочего, стоимость станочной оснастки, амортизация оборудования ит.п.). *Рационально сконструированная деталь, равно как и изделие в целом, - это такая деталь, которая удовлетворяет всем эксплуатационным требованиям и изготавливается при минимальной себестоимости.*

**Технологический контроль** должны проходить все изготовленные рабочие чертежи. Наиболее правильный способ такого контроля – непрерывный просмотр ведущим технологом готовых рабочих чертежей до их тиражирования. Замечания и указания технолога должны быть учтены конструктором. В случае необходимости для консультации привлекаются технологи по видам обработки деталей.

**Нормализационный контроль** производится специалистом – нормоконтролером. Цель контроля – обеспечения соответствия рабочих чертежей стандартам и нормалям в том числе и заводским. Отступление при конструировании от стандартов и нормалей затрудняет изготовление изделия, усложняет ход производственного процесса, усложняет производство. В ряде случаев дополнительно могут производиться вычерчивание контрольно-сборочных чертежей узлов, их нормализованный контроль, уточнение общих видов изделия. Заканчивается конструирование определением степени совершенства изделия с точек зрения производственной и технологической и устанавливаются необходимых для изделия технико-экономические показатели. Если не-которые из этих показателей выходят за установленные практикой или расчетом пределы, то возможен частичный и даже полный пересмотр конструкции изделия. Последним шагом при конструировании является соответствие технической документации по эксплуатации и обслуживанию изделия. Подытоживая сказанное, основные шаги при расчете и конструировании детали представим в виде схемы (Рис. 3.2):



**§ 2. Ошибки при конструировании**

Носителями информации об изделии являются чертежи. Они содержат сведения о конструкции изделия, его размерах, материалах и в известной степени – о технологии изготовления. Чертежи обеспечивают конкретное и однозначное изготовление деталей. Сведения, заложенные в чертежах, являются обязательными для исполнения. Только без ошибочное выполнение чертежа обеспечивает изготовление годной для эксплуатации детали. Статистический анализ неисправностей машин показывает, что до 90% таких неисправностей связаны с ошибками при конструировании и изготовлении. Часть ошибок обнаруживается уже в процессе изготовления и испытаний опытного образца, другая часть – в процессе эксплуатации изделия. Отказы при эксплуатации изделия сокращают его межремонтный период или ресурс его работы в целом.

Причины возникновения ошибок заложены в сущности процесса самого конструирования. ***Творческий процесс конструирования – это процесс в воображении конструктора.*** Используя данные технического задания, информационных материалов и практического опыта, конструктор создает мысленный образ изделия, который посредством чертежей приобретает реальные черты. При переходе от мысленного (идеального) образа изделия к его реальному воплощению конструктору приходится считаться с целым рядом требований и ограничений. Эти факторы часто противоречивы и не позволяют создать тот реальный образ изделия, к которому стремился конструктор. ***Удаление реального качества изделия от мнимой идеальной конструкции (эталона) служит критерием совершенства реальной конструкции. Если удаление больше, чем средний инженерно-технический уровень времени создания конструкции, то конструкцию можно считать ошибочной.***

**Ошибка конструирования** – это отклонение результата проектирования и конструирования от принятых норм, заложенных в технических условиях и ограничениях, отклонение от эталона или объективного закона существующего в природе. Различают ошибки конструирования **явные** (очевидные) и **скрытые.** **Явные ошибки** обнаруживаются при сравнении конструкции изделия с эталоном, при контроле технической документации. К явным ошибкам относят ошибки размерных цепей и расчета на прочность; отклонения параметров, таких, как силы, скорости, давления и т.п.

**Скрытые ошибки** имеют место, как правило, в новых разработках, в которых применяется еще непроверенный практикой принцип работы изделия или отсутствует достаточное количество информации для внедрения уже известного принципа. Скрытые ошибки выявляются, как правило, экспериментально, при испытаниях опытного образца изделия. Ошибки в конструкторской документации делятся на три группы. В каждую группу входят несколько отнесенных к этой группе ошибок.

ГРУППА 1.

1.Ошибки, вызванные не верным направлением разработки изделия. Такие ошибки уже заложены в техническом задании на проектирование.

2.Ошибки в функции применения проектируемого изделия.

3.Ошибки в выборе материала.

4.Ошибки в выборе формы деталей.

5.Ошибки в оценке психологических и социальных сторон нового изделия. Конструкция должна следовать новым требованиям эксплуатации, учитывать требования моды, желания человека, соответствие окружающей среде и др. 6.Ошибки эстетического характера и соответствия изделия требованиям техники безопасности.

ГРУППА 2.

1.Ошибки в расчетах на прочность.

2.Ошибки в расчетах на жесткость.

3.Ошибки в расчетах кинематических схем.

ГРУППА 3.

1.Ошибки в расчете размерных цепей. Причина: не верный расчет размеров и допускаемых отклонений.

2.Ошибка в определении размера узкого места в механизме (например, в корпусе). Может возникнуть случай, когда изделие нельзя будет собрать. 3.Ошибка из-за халатности конструктора (например, неправильная запись правильно рассчитанного размера и отклонения к нему).

О качестве конструкторской документации свидетельствует правильная простановка в чертежах размеров и допускаемых отклонений. Размеры и допускаемые отклонения определяют точность сборочного процесса, взаимозаменяемость деталей, использование рациональной технологии изготовления деталей.

**§ 3. Об авторском надзоре**

Любая конструкция, используемая в промышленном и иных видах производства, постоянно совершенствуется и модернизируется. Этот процесс продолжается до тех пор, пока изделие не будет снято с производства как морально устаревшее, дальнейшая модернизация которого экономически нецелесообразна. Анализ ошибок и недостатков конструкции изделия в этом случае может послужить полезной информацией для дальнейших (новых) разработок.

Конструктор после разработки рабочей документации продолжает изучать и совершенствовать конструкцию на всех этапах существования изделия:

- на этапе подготовки производства;

- при изготовлении деталей и контроле размеров;

- при монтаже, эксплуатации и ремонте изделия.

***Цель авторского надзора*** заключается в том, чтобы обеспечить выполнение всех требований, заложенных в конструкторской документации разработчиком, а также устранить возможные технические недостатки. Вопросы авторского надзора регламентированы ГОСТом 15.304-80.

Объектом авторского надзора могут быть [1]:

- вся конструкция или ее составные части;

- технологические вопросы изготовления изделия, в том числе и метрологического обеспечения;

- материал для изготовления изделия;

- внедрение изделия в производство.

Авторский надзор производит организация - разработчик, привлекающая для этой цели группу специалистов, в том числе и автора-разработчика.

Предприятие - изготовитель на основе сообщений авторского надзора проводит работу по внедрению предложений и устранению обнаруженных недостатков.

Авторский надзор начинается с технической подготовки производства изделия. Особенно важен этап изготовления изделия:

- опытного образца опытной серии;

- установленной серии;

- головной (контрольной) серии.

ГОСТ 2.103-68 «Стадии разработки» предусматривает корректировку конструкторской документации по результатам изготовления и испытаний опытных образцов.

Испытания, даже ускоренные, позволяют судить о работоспособности, реальной долговечности конструкции и дают возможность обнаружить ее недостатки. Испытания раскрывают следующие противоречия:

- между данными, полученными аналитическим путем, и реальными данными, полученными путем эксперимента;

- между искаженным, неверным пониманием физического принципа, заложенного в основу нового изделия, и реальным физическим принципом.

Испытания раскрывают дефекты конструкции, которые недопустимы и должны быть немедленно устранены.

Авторский надзор выявляет многие недостатки конструкции изделия и конструкторской документации на него.

В соответствии с замечаниями авторского надзора корректируется конструкторская и технологическая документация. Корректировка документации

осуществляется путем внесения в нее изменений. На все вносимые в конструкторскую документацию изменения выпускаются извещения об изменениях согласно ГОСТу 2.503-74.

Классификация вносимых в конструкторскую и технологическую документацию изменений позволяет установить:

- соответствие требований конструкторской документации техническим возможностям предприятия, которое изготавливает изделия;

- уровень технологичности инструкции изделия;

- уровень, на котором проведены конструкторские и технологические работы, техническая подготовка производства, организация производства и др.

Распределение на группы извещений об изменении позволяет установить причины их возникновения:

ГРУППА 1 - конструктивные недоработки;

ГРУППА 2 - изменения, вызванные технологическими недоработками;

ГРУППА 3 - изменения, вызванные недостатками технологической подготовки;

ГРУППА 4 - изменения, вызванные недостатками организационной подготовки производства;

ГРУППА 5 - чертежно-графические неточности.

Степень отработки конструкции на технологичность отражается на совершенстве изделия и является основным источником возникновения извещений об изменениях. Эта степень в равной мере зависит как от работы конструктора, так и от работы технолога и других специалистов, обеспечивающих необходимую технологичность конструкции.

***III. Заключительная часть***

Преподаватель напоминает тему, учебные цели и вопросы занятия отмечает положительные отрицательные моменты при проведении занятия отвечает на вопросы, объявляет оценки, поясняет порядок подготовки к следующему занятию.

***Литература.***

1. Методология инженерной деятельности : учеб. пособие / В.С. Шейнбаум, – Н. Новгород, 2007, -360 с.
2. Овсянников В.Е., Шпитко Г.Н. Основы проектирования и конструирования машин: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. –75 с.
3. Лоцманенко В.В., Кочегаров Б.Е. Проектирование и конструирование (основы): Учеб. пособие. Владивосток: Изд-воДВГТУ, 2004. - 96 с. ISBN 5-94073-011-5