ЛЕКЦИЯ 2

Стадии проектирования ЭС

Нормативно-технической документацией и государственными стандартами регламентирован порядок разработки и постановки на производство изделий технического назначения.

ГОСТ 2.103-68 устанавливает следующие стадии разработки конструкторской документации (КД) на изделие в строго определенном порядке:

- техническое предложение;
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект.

Конструирование ЭС начинают с изучения и анализа технического задания (ТЗ). В ТЗ указано назначение и область применения разрабатываемого изделия, технические, конструктивные, эксплуатационные и экономические требования к ЭС, а также условия его хранения и транспортирования, требования к надежности и к качеству, правила проведения испытаний и приемки готовой продукции.

Технические условия

Технические условия на продукцию являются тем документом, разработка которого осуществляется на основании решения изготовителя или же по требованию заказчика являющегося потребителем продукции.

ТУ (именно такой аббревиатурой принято обозначать технические условия) – это неотъемлемая часть комплекта технической документации на самые разнообразные изделия. В тех случаях, когда необходимая документация отсутствует, технические условия должны содержать все существенные требования, предъявляемые к продукции, а так же ее изготовлению, техническому контролю и окончательной приемке.

Технические условия, как правило, разрабатывают на следующие изделия:

- Вещества, материалы, отдельные конкретные изделия и т.п.
- Группы материалов, веществ, изделий (в этом случае они именуются групповыми *ТУ*)

Те требования, которые устанавливаются в технических условиях, прежде всего не должны вступать в противоречия с теми государственными стандартами, которые распространяются на оговоренную продукцию.

В тех случаях, когда некоторые требования, предъявляемые к той или иной продукции, четко закреплены в действующих стандартах или другой технической документации, они не подлежат повторению в технических условиях, а указываются в них в качестве ссылок на соответствующие документы и стандарты.

Оформление технических условий производится на стандартных листах формата *А4*, а основная надпись на них составляется согласно формам *2* и *2а*.

Разработчиками присваивается обозначение технических условий. При этом продукция машиностроения и приборостроения должна иметь шифр *ТУ*, который наносится согласно правил обозначения изделий и конструкторских документов. К примеру: *ГБАВ.987654.123*, где *ГБАВ* – код разработчика; *987654* – код изделия согласно классификатору *ЕСКД*; *123* – регистрационный порядковый номер.

Что касается веществ, материалов и прочего, то для них обозначения *ТУ* имеет смысл составлять по следующей схеме: сначала код технических условий, а после него – разделенные при помощи дефисов четыре группы цифр, обозначающие следующее:

- Присваиваемый согласно классификатору продукции страны-производителя код *ТУ* (в России он соответствует коду ОКП)(Общероссийский классификатор продукции)
- Присваиваемый разработчиком регистрационный номер (должен иметь три разряда)
- Код, который имеет предприятие-разработчик технических условий (в России он соответствует коду ОКПО) (Общероссийский классификатор предприятий и организаций)
- Две или четыре последние цифры года утверждения технических условий.
- Разработка технических условий на продукцию в Российской Федерации производится согласно государственному стандарту *ГОСТ 2.114-95*.

Этот документ, а также некоторые другие обязательные к исполнению законодательные акты, предусматривают, что *ТУ* должны иметь водную часть, а также располагающиеся в следующей последовательности разделы:

- Технические требования
- Требования, касающиеся безопасности
- Экологические требования
- Процедура и правила приемки
- Методы контроля качества
- Требования, предъявляемые к транспортировке и хранению
- Требования к эксплуатации
- Гарантийные обязательства изготовителя

Получение сертификатов соответствия нередко происходит на основе технических условий на продукцию.

Техническое предложение

Стадия технического предложения предполагает выполнение анализа существующих технических решений, патентного поиска, обсуждения возможных вариантов создания ЭС и выбора из них наиболее предпочтительного. Макетирование отдельных узлов позволяет определить требования для последующих этапов разработки.

Документам технического предложения присваивается литера «П».

Основными этапами технического предложения являются:

- Подбор всех необходимых материалов
- Мероприятия по разработке технического предложения, где всей документации присваивается литера «*П*»
- Изучение, рассмотрение и окончательное утверждение технического предложения

Главной целью, с которой разрабатывается **техническое предложение**, является выявление того, существуют ли какие-либо уточненные или дополнительные требования, предъявляемые к изделию. К их числу относятся как показатели качества, так и отдельные **технические характеристики**, которые по тем или иным причинам не были указаны изначально, но которые необходимо обозначить для того, чтобы проанализировать

различные варианты изделия и, при необходимости, проработать их с конструкторской точки зрения.

На стадии разработки **технического предложения** составляется определенный перечень работ. Что именно должно быть в него включено, определяется разработчиком в зависимости от того, какое именно назначение имеет изделие.

Каждое **техническое предложение** должно включать в себя всю ту конструкторскую документацию, которая предусмотрена первоначальным техническим заданием. Что касается тех конструкторских документов, которые разрабатываются для того, чтобы по ним изготавливать макеты, то они в техническое предложение не включаются.

На таких обязательных процедурах, как рассмотрение, согласование и утверждение представляются не оригиналы, а копии документов, включенных в *состав технического предложения*. Впрочем, если это согласовано с заказчиком, то могут быть представлены и их подлинники.

Общие требования к выполнению документов

Если графические или тестовые документы, которые относятся к различным вариантам разрабатываемого изделия, имеют сведения небольшого объема, то их лучше всего оформлять в виде таблицы.

В тех случаях, когда документы имеют в своем составе текст достаточно большого объема, причем его сведения относятся к различным вариантам изделия, то их рекомендуется излагать последовательно, причем одним из следующих способов:

• Каждый раздел документа содержит только те сведения, которые относятся к конкретному варианту, причем их можно делить на подразделы.

• После тех разделов, которые содержат сведения, являющиеся общими для всех вариантов изделия, вводится отдельный раздел (имеющий подразделы), где указываются различия между вариантами.

Что касается такой конструкторской документации, как схемы изображения и чертежи, то на них те изображения, которые относятся к различным вариантам изделия, могут размещаться как на одном, так и на различных листах.

Чертеж общего вида и прилагаемая к нему **пояснительная записка** являются составными частями практически любого технического предложения.

Чертеж общего вида

При этом чертеж общего вида должен содержать следующие компоненты:

• Текстовую часть, а также надписи, которые нужны для того, чтобы иметь возможность сопоставить между собой различные рассматриваемые варианты изделия, а также их изображения. Эти данные позволяют также установить те требования, которые предъявляются к изделию, а также представление о том, какие именно конструктивные и компоновочные особенности оно имеет. Кроме того, становится ясен принцип его работы и взаимодействия отдельных составных частей.

• Название и обозначение тех компонентов изделия, которые требуют указания определенных дополнительных данных, или записей, необходимых для описания принципа работы изделия, пояснения чертежа общего вида, указании о составе отдельных узлов и т.п.

• Основные технические характеристики изделия в тех случаях, когда это требуется для сопоставления отдельных его вариантов на основе чертежа общего вида. В таких случаях чаще всего технические характеристики в пояснительной записке не приводятся, а вместо этого ссылаются на чертеж общего вида.

Все изображения, которые имеются в *технических предложениях*, выполняются максимально упрощенными. При этом они не должны противоречить требованиям и стандартам, содержащимся в действующей редакции единой системы конструкторской документации (*ЕСКД*).

Пояснительная записка
Согласно действующим на сегодняшний день стандартам оформления конструкторской документации, **пояснительные записки** должны включать в себя следующие основные разделы:

- Введение
- Область применения и назначение
- Основные технические характеристики
- Предполагаемые технико-экономические показатели
- Использованные при разработке устройств источники

В зависимости от того, какие именно особенности имеет тот или иной документ, в него допустимо вводить новые разделы и подразделы, а также объединять его части.

Введение
Этот раздел должен содержать или условное обозначение темы разработки, или наименование программы. Кроме того, во введении нужно также указать те документы, которые послужили основанием для разработки, а также наименование ведущей ее организации и дату утверждения.

Назначение и область применения
Как нетрудно догадаться из самого названия этого раздела, он должен содержать описание области применения устройства или программы, их основное назначение и краткие характеристики.

Технические характеристики
В этом разделе должно содержаться несколько подразделов:

- Техническое задание на разработку, описание применяемого математического аппарата, а также, в случае необходимости, различных ограничений и допущений.
- Обоснование того, почему выбран тот или иной алгоритм решения задачи, а также его краткое, но достаточное для понимания описание. Обозначение возможностей взаимодействия с другим математическим обеспечением.
- Обоснование того, почему выбраны те или иные методы организации входных и выходных данных, а также их описание.
- Обоснование того, почему выбраны те или иные программные и технические средства (с приведением расчетов и процедуры анализа), а также схема используемого программой распределения носителей данных.

Ожидаемые технико-экономические показатели
В этом разделе необходимо указать технико-экономические показатели, которые предполагается получить при использовании технического решения, а также привести аргументацию выбора подобного варианта. Кроме того, нужно обозначить значения ожидаемых оперативных показателей.

Источники, использованные при разработке
Этот раздел пояснительной записки должен содержать тот перечень научно-технических материалов, публикаций и нормативно-технических документов, на которые в основном тексте есть ссылки. В этот раздел обычно включают различные расчеты, таблицы, обоснования и методики, которые использовались в процессе разработки.

Формат документа

Согласно действующим стандартам оформления технической документации *пояснительная записка* составляется на листах формата *А4*. В тех случаях, когда она выполняется с использованием компьютерной техники, интервал между строками следует выставлять полуторный, а шрифт использовать *Arial* или *Times New Roman* с кеглем *12* или *14*. Величина абзацного отступа должна составлять 10 миллиметров

После того, как техническое предложение согласовывается и утверждается в том порядке, который установлен соответствующими нормативными документами, оно становится тем основанием, на котором разрабатывается технический (эскизный) проект.

Эскизный проект

На стадии эскизного проекта осуществляют проработку выбранного варианта реализации ЭС с точки зрения поиска наиболее удачных конструкторско-технологиче- ских решений его реализации: технологии изготовления, наладки и испытания элементов, узлов, блоков и ЭС в целом, и затем изготавливают действующий образец или серию образцов. Далее проводят их испытания в объеме, достаточном для подтверждения заданных в ТЗ значений технических и эксплуатационных параметров, и разрабатывают комплект необходимой документации, которой присваивается литера «Э».
Эскизный проект представляет собой конструкторскую документацию, в которой должна содержаться подробная и исчерпывающая информация относительно того, какие именно конструктивные решения были применены при разработке изделия, каково его устройство и принцип работы, а также данные относительно габаритов, основных параметров и назначения.
Основными этапами эскизного проекта являются:

- Разработка, в ходе которой всей документации, входящей в эскизный проект, присваивается литера «Э»
- Производство согласно документации макетов, а также (если возникает необходимость) их испытание
- Проработка, рассмотрение и окончательное утверждение эскизного проекта

После того, как эскизный проект в установленном порядке успешно пройдет стадии согласования и утверждения, он становится основанием, согласно которому производится разработка или рабочей конструкторской документации, или же технического проекта.

Технический проект

Стадия технического проекта характеризуется принятием окончательных решении о конструкции изделия и технологии его изготовления. Документам технического проекта присваивается литера «Т».

<u>Технический проект</u> представляет собой комплект конструкторской документации, в которой должна содержаться подробная и исчерпывающая информация относительно того, какие именно конструктивные особенности имеет разрабатываемое изделие, каково его устройство. Кроемее того, технический проект должен содержать все исходные данные, которые требуются для успешной подготовки всей необходимой рабочей документации.

Основными этапами технического проектирования являются следующие:

- Тщательная разработка технического проекта, в ходе которой всей касающейся его документации присваивается литера «*Т*»
- Производство макетов и (если в этом есть необходимость) проведение их испытаний
- Проработка, рассмотрение и окончательное утверждение технического проекта

Разработкой *технического проекта* специалисты занимаются в тех случаях, когда он необходим и выполняется по техническому заданию, эскизному проекту или протоколу рассмотрения технического предложения.

Разработка *технического проекта* ведется для того, чтобы определить окончательные технические решения, согласно которым можно составить полное впечатление о том, какую именно конструкцию и ее особенности имеет то или иное изделие. Чаще всего это целесообразно сделать еще до того, как будет разработана рабочая документация.

В тех случаях, когда это необходимо, в *техническом проекте* содержится не один, а два или более вариантов, которые могут иметь отдельные составные части изделий. В таких случаях обычно бывает, что окончательный, наиболее оптимальный вариант, определяется только по результатам практических испытаний, которым подвергаются опытные образцы.

Разработка *технического проекта* предполагает выполнение целого ряда работ, которые нужны для того, чтобы получить полное представление о том, какую именно конструкцию будут иметь изделие, а также, то какие именно требования к ней предъявляются.

Кроме того, *технический проект* должен в полной мере соответствовать тем требованиям, которые содержатся в его техническом задании, описывать технологичность изделия, а также то, насколько сложно его изготавливать. Помимо этого, в нем необходимо приводить сведения об упаковке, возможностях и целесообразности ремонта, монтажа и транспортировки, а также применения в том или ином качестве.

Необходимо ли изготавливать макеты, и если да, то сколько именно, определяет та организация, которая изделие разрабатывает. Эти вопросы она может также решать совместно с заказчиками. Сами макеты необходимы для того, чтобы можно было на практике проверить, насколько хороши и правильны ли схемные и конструктивны решения того или иного проекта, изделия или его составной части. Это требуется для того, чтобы принять окончательное решение по поводу отдельных элементов изделия, его составных частей. Что касается конструкторской документации, по которой изготавливаются макеты, то в комплект технического проекта она не входит.

Когда разрабатывается *технический проект*, то допускается использование в нем отдельных документов, разработанных на прошлых стадиях проектирования, но только в тех случаях, когда они полностью соответствуют требованиям, которые предъявляются к документации технического проекта. Кроме того, в нее могут вноситься изменения для того, чтобы такое соответствие обеспечить.

Разработка *технического проекта* предполагает выполнение следующих работ:

• Выработка оптимальных решений относительно конструкции изделия и его основных составных частей.
• Расчет конструкций с соблюдением всех условий, установленных техническим заданием, с обеспечением достижения требуемых технико-экономических показателей.
• Построение схем соединений, принципиальных схем и т.п.
• Проработка технических решений, их обоснование, достижение тех показателей надежности, которые были определены на предшествующих стадиях разработки техническим заданием.
• Проработка технологических параметров изделия с целью обеспечения наиболее оптимальных условий его изготовления в конкретных условиях производства, с учетом того оборудования, которое имеется на предприятии-изготовителе.
• Проработка, выпуск макетов изделий, а также их испытание.
• Оценка того, насколько изделие соответствует требованиям, предъявляемым к его экономическим и эстетическим характеристикам.
• Оценка того, насколько удобно изделие в хранении, транспортировке и монтаже там, где будет применяться.
• Подготовка заявок на конструирование и выпуск тех компонентов и материалов, которые необходимы для выпуска разрабатываемого изделия.
• Оформление заявок на изобретения, сделанные при разработке изделия, а также проверка их патентной чистоты.
• Согласование с окончательными потребителями и заказчиками изделия всех его габаритов, присоединительных и установочных размеров.
• Оценка качественных параметров изделия и его технического уровня.
• Разработка такой документации, как чертежи деталей и сборочных единиц в тех случаях, когда это требуется для того, чтобы ускорить выпуск оснастки и специализированного производственного оборудования.
• Проверка того, насколько принимаемые решения соответствуют требованиям производственной санитарии и техники безопасности.
• Разработка перечня тех работ, которые нужно для того, чтобы разработать техническую документацию; уточнение и дополнение перечня тех работ, которые предусматриваются эскизным проектом, техническим предложением и техническим заданием.
• Выработка предложений, затрагивающих разработку стандартов, применение которых предусматривается на этой стадии техническим заданием.

Рабочая конструкторская документация

После того, как технический проект в установленном порядке успешно пройдет стадии согласования и утверждения, он становится основанием, согласно которому производится разработка рабочей конструкторской документации.

Затем изготавливается опытная серия ЭС, и проводятся ее испытания на соответствие заданным в ТЗ значениям технических и эксплуатационных параметров, в том числе надежности и качеству.

По результатам стадии технического проекта разрабатывается полный комплект рабочей КД опытного образца, которой присваивается литера «О».

Далее осуществляется технологическая подготовка производства, выпуск установочной серии (комплект КД с литерой «А») и организация серийного (массового) выпуска ЭС (комплект КД с литерой «Б»).

Стадии технического предложения и эскизного проекта обычно выполняются в рамках научно-исследовательской работы, а стадия разработки технического проекта — в виде опытно-конструкторской разработки.

Рабочая конструкторская документация опытного образца

Этот *этап разработки* конструкторской документации состоит из следующих обязательных процедур:

- Проработка и оформление полного пакета конструкторской документации, которая требуется для того, чтобы изготовить и испытать опытный образец (или же опытную партию). При этом литера документам не присваивается
- Выпуск и проведение предварительных испытаний изготовленного опытного образца (или всей опытной партии)
- Мероприятия по корректировке конструкторской документации, внесение в нее необходимых изменений по результатам испытаний, и присвоение ей литеры «*О*»
- Еще одни, теперь уже приемочные испытания опытного образца (или же опытной партии)
- Мероприятия по корректировке конструкторской документации, внесение в нее необходимых изменений, необходимость которых выявлена в результате повторных испытаний, с дальнейшим присвоением ей литеры «O_1»
- Те изделия, которые разрабатываются по заказам Министерства обороны Российской Федерации, в случае возникновения необходимости изготавливаются повторно, после чего производится их испытание, а документации присваивается литера «O_2»

Рабочая конструкторская документация серийного производства

Этот этап разработки конструкторской документации состоит из следующих обязательных процедур:

- Выпуск установочной серии, ее испытание согласно документации с литерой «O_1» или «O_2»
- Мероприятия по корректировке конструкторской документации, внесение в нее необходимых изменений, необходимость которых выявлена в результате установочных испытаний, с дальнейшим присвоением ей литеры «*А*»
- Те изделия, которые разрабатываются по заказам Министерства обороны Российской Федерации, в случае возникновения необходимости изготавливаются повторно, после чего производится испытание контрольной (головной) серии в соответствии с документацией с литерой «*А*»; по результатам корректировки ей присваивается литера «*Б*».