

Управление качеством на проектных стадиях

Грибанов Д.Д. – к.т.н., профессор по кафедре «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского политехнического университета; действительный член Академии проблем качества

Мартишкин В.В. – к.т.н., доцент кафедры СМиС Московского политехнического университета

Одной из важных задач машиностроения является разработка технически грамотной концепции машины или устройства на исходных этапах конструирования. Однако самое трудное в разработке грамотной концепции – это слишком большое пространство, в котором приходится вести поиск решений, обеспечивающих высокое качество изделий. Выявить и получить нужный результат в этом пространстве без использования специфических приемов, практически не возможно.

В качестве одного такого специфического приема мы предлагаем использовать предварительную оценку качества технических изделий на стадиях ЭП и ТП (эскизный и технический проекты) и РД (разработка рабочей документации). Эта концепция вполне укладывается в принцип, который обеспечивает принятие адекватного решения, и представляет собой переход от сравнения альтернативных вариантов в целом, к сравнению их отдельных свойств (показателей). Основная идея такого перехода состоит в том, что и отдельное свойство (показатель) дает возможность однозначно выявить, какой из вариантов предпочтительнее.

По выбранным на этапе разработки ТП основным параметрам разрабатывается эскизный проект (ЭП). Этот проект выполняется в соответствии с требованиями. На этой стадии начинается процесс конструирования объекта. Эскизный проект дает общее представление об устройстве, принципе работы, назначении, основных показателях, параметрах и габаритах разрабатываемого объекта.

Техническая документация на стадии эскизного проекта должна содержать:

- 1) чертеж общего вида объекта;

- 2) габаритный чертеж объекта;
- 3) теоретический чертеж объекта;
- 4) общие виды основных узлов;
- 5) пояснительную записку, включающую следующие разделы:
 - а) результаты исследований по выбору и обоснованию предлагаемого технического решения;
 - б) техническая характеристика объекта (назначение, габариты, масса, потребляемая мощность, производительность, режим работы и т.д.);
 - в) описание конструкции объекта с указанием его особенностей;
 - г) расчет технико-экономических показателей работы объекта и сравнение с самыми высокими показателями, достигнутыми на сегодняшний день;
 - д) расчеты (кинематические, динамические, прочностные и др.);
 - е) ведомость эскизного проекта.

Как правило, в состав ЭП также входят: схемы (кинематическая, гидравлическая, электрическая и др.), ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения покупных изделий, программы и методики испытаний, расчеты, таблицы, патентный формуляр, карта технического уровня и качества продукции.

В состав эскизного проекта может входить также конструкторская документация макетов отдельных частей конструкции объекта для проверки принципов их работы, утвержденных в техническом предложении.

В процессе эскизного проектирования, в отличие от этапа технического проектирования, расчеты выполняются по более уточненным данным и методикам. Если расчеты подтверждают экономический эффект, определенный на стадии разработки ТП, то принимается решение о продолжении разработки. В противном случае в него необходимо внести соответствующие изменения.

В ходе выполнения ЭП, совместно работают проектанты, технологи, материаловеды, специалисты по стандартизации и унификации, расчетчики, снабженцы, производственники, дизайнеры, экономисты. Так, инженер-технолог совместно с разработчиком проекта проводят отработку конструкции на технологичность, включающую в себя:

- окончательный выбор рациональной конструктивной схемы;
- принципиальную оценку технологичности основных составных частей;
- выявление составных частей, которые могут быть стандартными или унифицированными;

- выявление составных частей, которые могут быть позаимствованы;
- выявление условий сборки изделия и составных частей;
- выявление номенклатуры используемых конструкционных материалов;
- выявление условий технического обслуживания изделия;
- выявление условий контроля, регулировки и подготовки изделия к функционированию;
- выявление условий подготовки производства и определение основных укрупненных данных для организации технологической подготовки производства;
- выявление новых технологических процессов, требующих технического оснащения и освоения.

Расчет показателей технологичности производится на основе базовых данных, установленных в техническом задании.

На стадии выполнения ЭП продолжаются работы по выявлению патентоспособных решений, которые могут появиться в ходе компоновки объекта. Оформляются заявки на изобретение как по устройству, так и по промышленному образцу. Выявляются страны или фирмы-потребители объекта, разрабатываются предложения о патентовании изобретений за границей.

Решаются задачи выбора принципиальных конструктивных решений, дающих общее представление об устройстве и принципе работы изделия. На этом этапе выполняется предварительный расчет функциональных параметров и показателей качества разрабатываемого изделия. Признаками нормального формирования качества изделий на этапе выполнения ЭП являются: правильный выбор конструктивных решений, зависящий от качественного расчета, удачных компоновок и выбора материала, обоснованного назначения допусков, конструкции кинематических узлов, достаточной жесткости конструкции, учета требований технологии.

ТП разрабатывается в соответствии с требованиями.

После согласования и утверждения эскизного проекта выполняется завершающая процедура проектирования – *технический проект*.

В отличие от эскизного проекта на стадии технического проекта все конструктивные решения должны разрабатываться полностью. При этом техническая документация проекта должна давать не общее, а полное и окончательное представление об устройстве объекта, включая все необходимые данные для разработки рабочей документации и гарантийной прочности основных элемен-

тов конструкции при указанных в проекте размерах и сечениях деталей.

На этом этапе проводится всесторонняя теоретическая и экспериментальная проработка схемных и конструктивных решений разрабатываемого технического объекта на макетах или специальных установках.

Технический проект должен содержать расчетное подтверждение соответствия отдельных функциональных параметров и показателей качества заданным требованиям. После выбора элементов и определения режимов их использования проводится оптимизация показателей качества изделия.

Технологи, участвуя в разработке технического проекта, обрабатывают конструкцию на технологичность, добиваясь наилучших значений ее показателей.

На этапе технического проектирования должны решаться также вопросы обеспечения ремонтпригодности и контроля пригодности, являющиеся составляющими технологичности.

При отработке технического объекта на ремонтпригодность следует обращать внимание на следующие требования:

- простота и удобство разработки сборки;
- доступ к деталям и узлам, обладающим повышенными требованиями качества при замене;
- степень применения унифицированных деталей и узлов;
- наличие маркировки элементов.

Инженерно-психологической и художественной проработкой объекта определяются: окончательная компоновка и конструкция рабочих мест, средства обеспечения условий обитаемости, конкретные задачи и функции, выполняемые оператором, техническая форма объекта и его составных частей.

Патентными исследованиями обосновывается возможность использования технических решений, защищенных патентами, проверяются на патентоспособность вновь создаваемые конструкции, оформляются заявки на изобретения.

В состав технической документации на стадии технического проекта входят:

- 1) теоретический чертеж;
- 2) габаритный чертеж;
- 3) чертеж общего вида объекта;
- 4) чертежи общих видов узлов объекта;

- правильный выбор решений технологического характера, зависящий от технологичности деталей и самого изделия, выбора точности обработки, выбора методов контроля и вида соединения (сварка, пайка, механическое крепление);
- отсутствие ошибок производственного характера из-за применения некачественного сырья, материалов и комплектующих изделий, использования оборудования, станков, инструмента, не соответствующих технологическим требованиям, отступления от технологических режимов, нарушения правил контроля и приемки;
- отсутствие ошибок, вызванных эксплуатацией, применением несоответствующих топлив, смазок и других эксплуатационных материалов; нарушением правил технического обслуживания, условий и режимов эксплуатации.

При разработке ЭП для выбора вариантов ТП и общей конструкции объекта применяют методы инверсии, аналогии, конструктивной преемственности. Особо выделяют требования к соблюдению показателей качества, технической эстетике, увеличению рентабельности объекта и повышению экономического эффекта в течение всего периода работы.

Невыполнение эскизного проекта может привести к выбору неоптимальных параметров объекта.

- 5) кинематические, электрические, гидравлические и другие схемы;
- 6) сборочный чертеж объекта;
- 7) пояснительная записка, имеющая следующие разделы:
 - а) назначение и область применения разработанного объекта;
 - б) обзор существующих образцов объектов подобного назначения отечественного и зарубежного производства (прототипов) и сравнительная оценка их конструктивных особенностей и эксплуатационных показателей;
 - в) краткое описание конструктивных особенностей нового объекта;
 - г) решение вопросов техники безопасности и производственной санитарии;
 - д) решение вопросов технологичности с точки зрения производственных условий завода-изготовителя;
 - е) расчеты масштаба производства новых объектов и эффекта от внедрения их у потребителей;

- 8) расчетная записка, включающая подробные кинематические, динамические, прочностные и другие расчеты;
- 9) перечень комплектующих изделий;
- 10) ведомость технического проекта.

Как правило, в состав ТП также входят:

- перечень специального инструмента и запасных частей,
- ведомость покупных изделий,
- ведомость согласования применения покупных изделий,
- технические условия, программа и методика испытаний,
- патентный формуляр,
- карта технического уровня и качества продукции.

По окончании выполнения этапа ТП составляется заключение о качестве технического объекта.

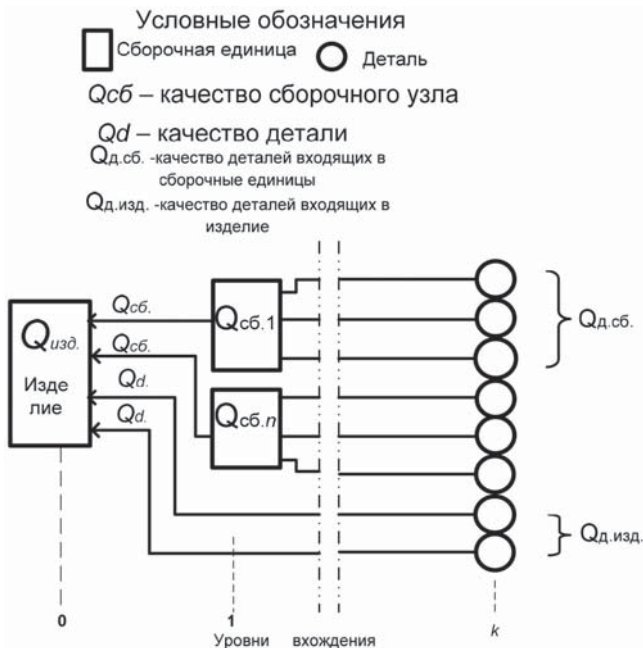
Показатели, которые определяют качество изделия, необходимо выявлять на всех стадиях проектирования и конструирования. Техническое задание (ТЗ), как правило, разрабатывает заказчик продукции, а ЭП, ТП и РД разрабатывает исполнитель (завод, НИИ и пр. организации). В ТЗ заказчик формулирует требования к качеству изделия, а на этапах ЭП и ТП исполнитель должен предполагаемое качество обеспечить соответствующими инженерно-техническими решениями. На этих этапах рабочих чертежей деталей еще нет, поэтому качество изделия мы предлагаем рассчитывать на основе описательных (качественных) показателей, а на стадии РД – на основе количественных показателей.

Таким образом, в данной работе описан один из возможных принципов и методов решения главной задачи машиностроения: обеспечение наивысшего качества технических изделий, как на текущий момент, так и на ближайшую перспективу.

1. Определение качества технического изделия на стадиях ЭП и ТП

На стадиях ЭП и ТП нужно, прежде всего, составить структурную схему изделия. Структурная схема изделия должна не только соответствовать спецификации изделия, но и соответствовать порядку сборки изделия при его изготовлении. Стандартные изделия и материалы в структурную схему изделия не входят.

Рисунок 1. Структурная схема условного технического изделия



В таблице 1 показаны структурная схема условного технического изделия и формулы расчета качества этого изделия. Качество изделия является относительной величиной, т.е. качество определяется в сравнении с качеством базового образца (образца, обладающими наивысшими показателями качества на данный момент).

Таблица 1. Алгоритм расчета качества технического изделия

Формула расчета показателя качества технического изделия	
$Q_{изд} = \overline{K}_{изд} \left[\sum_{i=1}^m Q_{сб} + \sum_{i=1}^n Q_d \right] = \overline{K}_{изд} \left[\sum_{i=1}^m \beta_{сб} \left(K_{сб} \sum_{i=1}^n Q_d \right) + \sum_{i=1}^n \beta_d \cdot \overline{K}_d \right]$	
<i>m</i>	Кол-во сборочных единиц 1-го уровня
<i>n</i>	Кол-во деталей не входящих в сборочные единицы

$\overline{K_{изд}} = \sqrt[3]{K_n \cdot K_{по} \cdot K_{см}}$	<p>Среднее геометрическое показателей изделия (т.е. изделия в сборе, куда входят сборочные узлы и детали). Где: K_n – новизна конструкции, $K_{по}$ – коэфф. повторяемости, $K_{см}$ – коэфф. стандартизации изделия</p>
$Q_{сб} = \beta_{сб} \left(K_{сб} \sum_{i=1}^n Q_d \right)$	<p>Качество сборочного узла</p>
$\beta_{сб}$	<p>Нормированный коэфф. весомости сборочного узла в конструкции изделия (назначает конструктор или квалиметриолог)</p>
$\overline{K_{сб}} = \sqrt[3]{K_{но} \cdot K_{сб} \cdot K_{пр}}$	<p>Среднее геометрическое показателей сборочных единиц, входящих в изделие. Где: $K_{но}$ – коэфф. уровня нормализации, $K_{сб}$ – коэфф. сборности, $K_{пр}$ – коэфф. применяемости</p>
$Q_d = \left(\beta_d \cdot \overline{k_d} \right)$	<p>Качество детали</p>
$\beta_d = \frac{r_d}{\sum r_d}$	<p>Нормированный коэфф. весомости детали в пределах сборочного узла</p>
r_d	<p>Балльная оценка детали в пределах сборочного узла</p>
$\overline{k_d} = \sqrt[3]{k_{сл} \cdot k_m \cdot k_{кст}}$	<p>Среднее геометрическое показателей деталей. Где: $K_{сл}$ – коэфф. сложности, K_m – показатели категорий точности, K_k – признаки категорий объектов контроля</p>

Продолжение следует