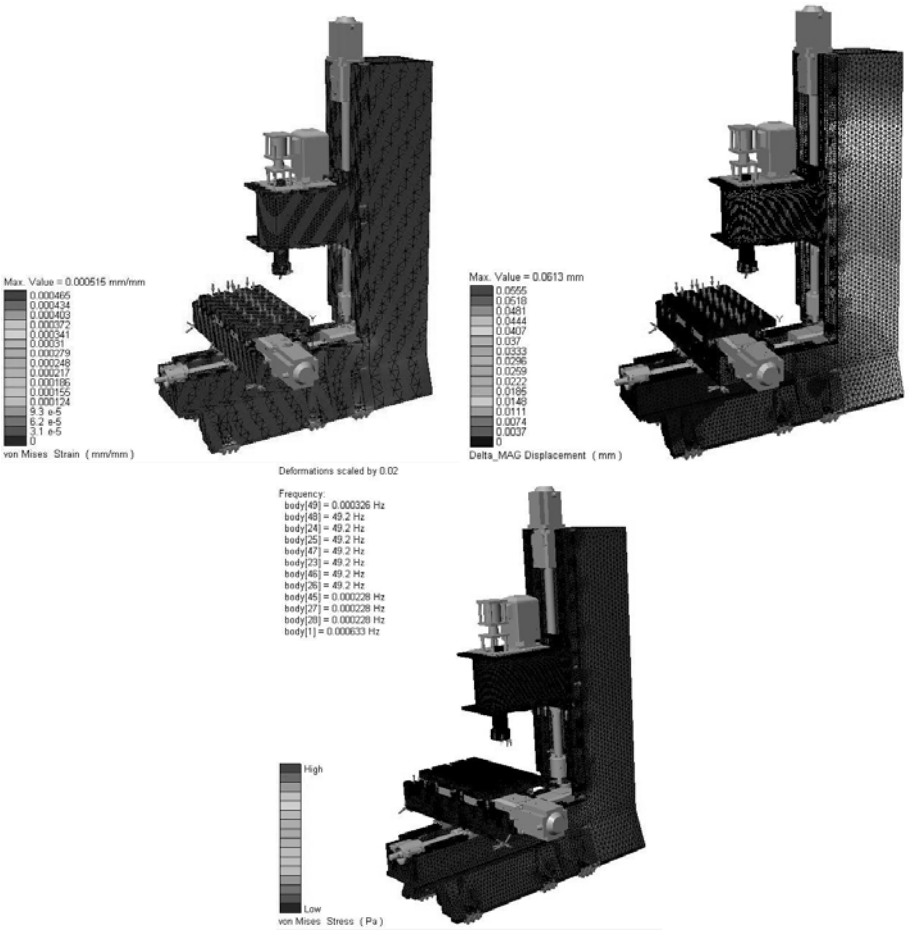

Рисунок 5 – Результаты расчета: деформация, перемещение и напряжение

Сформированные модели наглядны, обоснованы и автоматизируемы, и позволяют повысить обоснованность проектных решений, сократить сроки и затраты на техническую подготовку производства.

С целью оценки адекватности разработанных моделей необходимо провести экспериментальную проверку установленных взаимосвязей путем исследования совокупности установленных погрешностей, характеризующих геометрическую точность станка с изменяющимися элементами.

Литература:

1. Иванников С.Н., Михайлов В.А., Мокринская А.Ю. Определение характеристик режущего инструмента методом конечных элементов: Известия МГТУ «МАМИ», 2010, №1(9), С. 132-135.
2. Мокринская А.Ю. Моделирование оптимальных параметров концевых фрез малого диаметра: «Будущее машиностроения России». Сборник трудов третьей всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010, С.11

Управление качеством технических изделий на стадиях проектирования

к.т.н. доц. Мартишкин В.В.
МГТУ «МАМИ»
8-905-558-56-10

Аннотация. Рассматриваются методы управления качеством изделий на стадиях технического и рабочего проектов. На стадии технического проекта основное значение в повышении качества имеют показатели стандартизации и унификации.

На стадии рабочего проекта для выявления слабых мест в конструкции изделия применяют метод оптимизации технических изделий на основе симплексного метода. В результате предварительной оценки предполагаемого качества изделий и внесения в документацию соответствующих коррективов значительно сокращается трудоемкость и себестоимость получения качественных изделий в процессе их производства.

Ключевые слова: качество продукции, управление качеством, параметры качества, технические изделия, базовые изделия, методы оптимизации, симплексный метод.

Проектирование начинается с постановки задачи на создание изделия.

ГОСТ 2.103-68* устанавливает разбивку процесса проектирования на определенные стадии. Стадии устанавливают в зависимости от сложности изделия и программы его выпуска. Однако стадии технического и рабочего проектов (далее ТП и РП) проходят практически все изделия независимо от их сложности. В данной работе описан метод управления качеством технических изделий на стадиях ТП и РП. Работа состоит из 4-х частей. Первая часть - управление качеством на стадии ТП, вторая часть - управление качеством на стадии РП, третья часть - определение базовых изделий на стадии РП и четвертая часть - пример определения качества на стадии РП.

Требования к выполнению технического проекта устанавливает ГОСТ 2.120-73. Технический проект содержит технические решения и данные, достаточные для полного представления об устройстве и принципе работы изделия. На стадии ТП технические изделия существуют только в виде сборочных чертежей, чертежей общих видов и спецификаций. Рабочих чертежей деталей и сборочных единиц на стадии ТП не разрабатывают.

Применение качественных оценок на стадии ТП

Оценку качества ТИ на стадии ТП осуществляют на основе качественных и количественных оценок. При этом чем больше показателей участвует в получении количественных оценок, тем точнее и объективнее полученные результаты. Эти коэффициенты отражают структурные и функциональные особенности оцениваемого изделия или сборочной единицы. Цель получения качественных оценок на стадии ТП заключается в сравнении полученных показателей качества оцениваемых изделий с показателями качества базовых (наилучших) изделий на данный момент, и в выработке необходимых управленческих решений по повышению качества оцениваемого изделия.

Качественные оценки можно получать только при наличии нескольких однотипных изделий – аналогов. Эти оценки назначают исходя из результатов визуального изучения сборочных чертежей, чертежей общих видов и спецификаций. При этом оценки представляют собой оценки типа «хорошо - плохо», «лучше - хуже», «технологично - нетехнологично». Двузначная логика качественных оценок позволяет отбросить бесперспективные варианты технических решений среди изделий аналогов, тем самым уменьшить объем поиска наилучших вариантов. В результате получается возможность выявить один или два варианта технических решений, которые принимают в качестве изделий – аналогов для оцениваемого изделия.

Для конкретизации качественных оценок возможно применение оценок, выраженных в виде процентов (от10 до 100%). При этом принимают, что параметры изделия – аналога, принятые для сравнения, оценены в 100 процентов. При назначении оценок в виде процентных отношений для оцениваемого изделия имеет место естественная субъективность экспертов. В связи с этим качественные оценки, выраженные в виде ориентировочных процентов имеют интервальный характер. Естественная субъективность экспертов при назначении процентных оценок представляет собой методическую погрешность величиной ±5% . Составляющие этой погрешности: ±2% - естественная субъективность экспертов при назначении

оценок, ±1.5% - умение правильно читать чертежи (знание ЕСКД), ±1.5% - знание технологии обработки деталей (знание ЕСТД).

Качественные процентные оценки, полученные в результате изучения сборочных чертежей и спецификаций, описывают выражением $A_{оц.}$, ±5%, 0.9, где $A_{оц.}$ – оценка определяющего параметра оцениваемого изделия в процентах относительно базового изделия, ±5% - методическая погрешность, 0.9 – вероятность правильности назначения оценок. Таким образом, если получена оценка определяющего параметра оцениваемого изделия 90% относительно аналога (базового изделия), то это значит, что оценка этого параметра находится в интервале $A_{оц.}$=85…95%.

Мероприятия по улучшению качества оцениваемой сборочной единицы на основе качественных оценок начинают обсуждать в случае, если нижняя граница оцениваемого показателя ниже базового более чем на 15%. Если оценки оцениваемого изделия и аналога разнятся на 10%, то считается, что качества оцениваемого изделия и аналога адекватны, т.е. приблизительно одинаковы и в этом случае не требуется улучшения качества оцениваемой сборочной единицы. При оценке определяющего параметра оцениваемого изделия 90%, мероприятий по улучшению качества оцениваемого изделия можно не проводить.

Применение количественных оценок на стадии ТП

Количественные (точные) оценки уровня качества изделий и сборочных единиц на стадии ТП образуются при сравнении обобщенного показателя качества оцениваемого изделия с аналогичным показателем базового, или с изделием- аналогом, или с показателем, заложенным в техническом задании на изделие. Номенклатура показателей и методика их определения устанавливаются в зависимости от вида изделия, типа производства и с учетом требований ГОСТ 2.120-73. При этом обобщенный показатель качества должен в максимальной степени отражать структуру изделия и быть достаточным для предварительной оценки качества.

Количественные оценки технических изделий (далее ТИ), полученные с использованием расчетных методов, представляют собой относительные (безразмерные) коэффициенты, показывающие, насколько надо улучшать оцениваемое ТИ, чтобы достичь базовые показатели.

При определении количественных оценок методическая ошибка отсутствует, так как при получении количественных оценок используют точные данные, заимствованные из чертежей и спецификаций. Например, данные по количеству деталей, сборочных единиц, стандартных и покупных изделий, габариты изделия, масса и т.д. являются точными данными.

Принцип определения уровня качества оцениваемого изделия относительно базового на стадии ТП заключается в получении значений уровня качества по различным квалиметрическим шкалам. При этом получают:

- удельные показатели – $C_y = C_П/P$, $T_y = T_П/P$
- относительные показатели – $T_O = T_C/T_A$, $C_O = C_П/C_A$,
- разностные показатели - $C_\Delta = |C_П - C_A|$, $T_\Delta = |T_П - T_A|$,

Где: T-трудоемкость, C – себестоимость, $C_П$, $T_П$ — прогнозируемые показатели соответственно себестоимости и трудоемкости проектируемого изделия, C_A, T_A — соответственно себестоимость и трудоемкость изделия – аналога, P — технический параметр оцениваемого изделия или аналога (производительность, мощность, масса и т.п.).

На стадии ТП определение трудоемкости изделия так же, как и себестоимости, может быть определено только ориентировочно, так как нет рабочих чертежей деталей и сборочных единиц. В этом случае определение трудоемкости оцениваемого изделия может быть определено приблизительно по методу учета изменения масс проектируемого изделия и изделия – аналога [1]:

$$T_П = T_A \times k_M,$$

где: $k_M = \sqrt{\left(\frac{\sum M_n}{\sum M_A}\right)^2}$ – коэффициент учета различия масс сопоставляемых конструкций;

$\sum M_n$ и $\sum M_A$ — суммарные массы оцениваемого и базового изделия соответственно.

Тот же принцип сохраняется и при ориентировочном определении себестоимости:

$$C_П = C_A \times k_c ,$$

где: $k_c = \sqrt{\left(\frac{\sum C_n}{\sum C_A}\right)^2}$, $\sum C_n$, $\sum C_A$ – суммарные прогнозируемые показатели себестоимости проектируемого изделия и аналога соответственно.

Описание количественных показателей, используемых при оценке качества технических изделий на стадии ТП

В качестве основных оценок, используемых для определения качества сборочных единиц на стадии ТП, мы используем показатели стандартизации, типизации, унификации, сборности, нормализации и ряд других показателей. Эти показатели определяем в процентах, поэтому они показывают степень «насыщенности» оцениваемых изделий стандартными, типовыми и унифицированными деталями.

В таблице 1 представлены расчетные зависимости для определения указанных процентных коэффициентов. В этой же таблице указаны соответствующие процентные коэффициенты изделий – аналогов для авто – тракторной отрасли.

Таблица 1

Система коэффициентов, описывающих качество изделий на стадии ТП

Коэффициенты, описывающие качество сборочной единицы, %	Описание обозначений, входящих в расчетные формулы	Значения коэффициентов аналога %
1. Коэффициент стандартизации изделия $k_{ст} = \left(\frac{N_{ст.е} + N_{ст.д}}{N_{об} + N_м}\right) \times 100$	$N_{ст.е}$ – число стандартных сборочных единиц, $N_{ст.д}$ – число стандартных деталей не вошедших в состав сборочных единиц, $N_{об}$ – общее число сборочных единиц, $N_м$ – общее число деталей, не вошедших в состав сборочных единиц.	Не менее 50
2. Коэффициент унификации изделия $k_{ун} = \left(\frac{N_{у.е} + N_{у.д}}{E_{об} + N_м}\right) \times 100$	$Ny.e$ — число унифицированных сборочных единиц, $Ny.д$ — число унифицированных деталей, не вошедших в состав сборочных единиц, $E_{об}$ – общее число сборочных единиц, $N_м$ – общее число деталей, не вошедших в состав сборочных единиц.	Не менее 40
3. Коэффициент применяемости стандартных деталей $k_{пр.ст.д.} = \left(\frac{D_{ст.}}{D}\right) \times 100$	$D_{ст.}$ – количество стандартных деталей в изделии, D – общее количество деталей в изделии.	Не менее 60
4.Коэффициент сборности $k_{сб.} = \left(\frac{E}{E + N_{с.оц.}}\right) \times 100$	E – число сборочных единиц в изделии; $N_{с.оц.}$– общее число составных частей изделия (сборочные единицы + детали, не входящие в сборочные единицы)	Не менее 25

5.Коэффициент повторяемости $k_{по} = \left(\frac{N_{пов.дет.сб.}}{N_{дет.сб.ед.}}\right) \times 100$	$N_{дет.сб.ед.}$ – общее число деталей и сборочных единиц в изделии (общее количество сборочных единиц + количество деталей в сборочных единицах и вне сборочных единиц), $N_{пов.дет.сб.}$ – количество повторяющихся деталей и сборочных единиц в изделии (одинаковых по устройству и назначению).	Не менее 20
6.Коэффициент функциональной сложности $k_{сл} = \left(\frac{X}{X_a}\right) \times 100$	X –определяющий технический параметр оцениваемого изделия (масса, мощность, производительность и т. д.), Xa — определяющий технический параметр изделия-аналога.	Не менее 80
7.Коэффициент новизны конструкции $k_н = \left(\frac{M_н}{M}\right) \times 100$	$M_н$ – число новых элементов (оригинальных, т.е. нестандартизированных и унифицированных), M – общее число элементов	Не менее 70

Процентные коэффициенты для изделий – аналогов получены в результате исследований вопросов качества в автотракторной отрасли. Указанные показатели удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 1.12-99 «Стандарт с открытыми значениями» (стандарт, содержащий перечень характеристик, для которых должны быть указаны значения или другие данные для конкретизации продукции, процесса или услуги).

Коэффициенты, которые получают по фактическим данным оцениваемого изделия, являются точными и удобными в расчётах, поскольку требуют наличия только сборочного чертежа и спецификации изделия.

Расчет уровня качества оцениваемого изделия на стадии ТП

Для расчета уровня качества оцениваемого изделия на стадии ТП, необходимо определить коэффициенты, составляющие обобщенное качество изделия, таблица 1, а также весомость этих коэффициентов. В таблице 2 представлены весовые коэффициенты, отражающие значение (вес) каждого коэффициента в формировании обобщенного показателя качества изделия.

Таблица 2

Весомость коэффициентов, составляющих обобщенное качество сборочных единиц

№	Коэффициенты, описывающие качество сборочной единицы, k_i	Весомость коэффициента, β_i
1	Коэффициент стандартизации изделия $k_{ст}$	0.3
2	Коэффициент унификации изделия $k_{ун}$	0.2
3	Коэффициент применяемости стандартных деталей $k_{пр.ст.д.}$	0.2
4	Коэффициент сборности $k_{сб.}$	0.1
5	Коэффициент повторяемости $k_{по}$	0.1
6	Коэффициент функциональной сложности $k_{сл.}$	0.05
7	Коэффициент новизны конструкции $k_н$	0.05

$\sum \beta_i = 1.0$

Обобщенный показатель качества технического изделия на стадии ТП рассчитывают по известной квалиметрической формуле:

$$Q_{ТП} = \sum \beta_i \times k_i = 0.3 \times k_{ст} + 0.2 \times k_{ун} + 0.2 \times k_{пр.ст.д.} + 0.1 \times k_{сб} + 0.1 \times k_{по} + 0.05 \times k_{сл.} + 0.05 \times k_н ,$$

где: $Q_{ТП}$ – обобщенный показатель оцениваемого изделия, k_i – расчетное значение i-го коэф-

фициента, β_i – весомость i-го коэффициента.

Базовый показатель качества рассчитывают по такой же формуле, имея в виду, что весомости коэффициентов у оцениваемого изделия и изделия – аналога одинаковые, а значения k_i известны (таблица 1):

$$Q_{ТП.б} = \sum \beta_i \times k_{i.б.} = 0.3\times50 + 0.2\times40 + 0.2\times60 + 0.1\times25 + 0.1\times20 + 0.05\times80 + 0.05\times70 = 47,$$

где: $Q_{ТП.б}$ – обобщенный показатель базового изделия, β_i – весомость коэффициента, $k_{i.б}$ – фиксированное (известное) значение i-го коэффициента.

Уровень качества оцениваемого изделия:

$$У = \frac{Q_{ТП}}{Q_{ТП.б}} \cdot 100\% = \frac{Q_{ТП}}{47} \cdot 100\%,$$

где: $У$ – уровень качества, $Q_{ТП}$ – качество оцениваемого изделия, $Q_{ТП.б}$ – качество базового изделия.

Мероприятия по улучшению качества оцениваемого ТИ назначают в зависимости от уровня качества оцениваемого ТИ относительно базового.

При этом могут быть приняты следующие управляющие решения:

a) если уровень качества оцениваемого ТИ относительно базового составляет 30…55% , то требуется изменение функциональной схемы оцениваемого изделия (конструкция и функциональность оцениваемого изделия намного хуже базового, требуется переработка конструкции);

b) если уровень качества оцениваемого ТИ относительно базового составляет 56…75%, то требуется корректировка структурной схемы оцениваемого изделия (т.е. функциональность изделия соответствует аналогу, но конструкция некоторых деталей и сборочных единиц требует переработки);

c) если уровень качества оцениваемого ТИ относительно базового составляет 76…85%), то требуется только изменение параметров деталей, которые не соответствуют по качеству базовым деталям;

d) если уровень качества оцениваемого ТИ относительно базового составляет 86…100%), то не требуется никакой корректировки (оцениваемое изделие приблизительно соответствует по качеству базовому изделию).

Совершенствование конструкции изделия осуществляют на основе имеющегося опыта и знаний, также с использованием соответствующей литературы:

- если доработку оцениваемого ТИ ведут по признаку *a*, то для доработки структуры и функциональности (кроме предложений по совершенствованию самого конструктора) используют схемы, предложения и рекомендации систематизированные и классифицированные в каталогах А.А.Артоболевского и К. Рота [2, 3].
- если доработку оцениваемого ТИ ведут по признакам *b* и *c*, то для доработки схемы и устройства отдельных деталей (кроме предложений по совершенствованию самого конструктора) используют схемы, предложения и рекомендации, систематизированные и классифицированные в монографиях А.Ф. Крайнева и П.И.Орлова [4, 5].

В таблице 3 показан порядок определения коэффициентов, требующих повышения с целью достижения значений базовых коэффициентов. В раздел 6 вносят наименования коэффициентов, требующих повышения (т.е. коэффициентов, отличающихся от базовых более чем на 10%), а в разделе 7 указывают возможные управляющие решения, которые могут улучшить качество оцениваемого изделия или сборочных единиц.

Таблица 3

Определение коэффициентов, требующих улучшения и описание мероприятий по повышению качества изделий

Изделие	№ и название коэффициента	Значение базовых коэффициентов $k_{баз.}$	Значение коэффициентов оцениваемого изделия $k_{баз.}$	$\Delta = k_{баз.} - k_{оц}$ Разница в %	Названия коэффициентов, нуждающихся в улучшении	Мероприятия по повышению качества изделия
	2	3	4	5	6	7

Заключение

При управлении качеством на стадии ТП используют качественные и количественные оценки для определения качества технических изделий. С помощью качественных оценок добиваются уменьшения количества изделий – аналогов, принятых для сравнения, а с помощью количественных оценок добиваются максимального «насыщения» оцениваемого изделия стандартизированными и унифицированными деталями и сборочными единицами. Повышение коэффициента новизны конструкции позволяет оцениваемому изделию приблизиться к уровню базового изделия по показателям конструктивности и функциональности. В зависимости от найденного уровня качества определяют инженерно – технические мероприятия по повышению качества оцениваемого технического изделия.

Литература

1. Амиров Ю.Д. и др. Технологичность конструкции изделия. Справочник. М., «Машиностроение»,1990 г.
2. Артоболевский А.А. Механизмы в современной технике. В семи томах, издание второе, М., изд. «Наука»,1980 г.
3. Рот К. Конструирование с помощью каталогов (перевод с немецкого). Изд. «Машиностроение», М., 1995 год.
4. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования. М., изд. «Машинострение», 2003 г.
5. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочник в 2-х томах. М., изд. «Машиностроение», 1988г.

К вопросу исследования тонкой структуры инфразвукового и электромагнитного полей автомобиля

д.т.н. проф. Нюнин Б.Н., д.т.н. проф. Графкина М.В.
МГТУ «МАМИ»
8 (495) 223-05-23 доб. 1313, eco@mami.*ru*

Аннотация. Исследование тонкой структуры инфразвукового и электромагнитного полей (пространственное распределение амплитудных и энергетических параметров) в замкнутом объеме позволит решать принципиально новые задачи по снижению негативного воздействия этих полей на человека.

Ключевые слова: инфразвуковое и электромагнитные поля автомобилей

Общеизвестно негативное воздействие инфразвукового и электромагнитного полей на человека, природную среду и урбанизированные территории. Одним из основных источников этих полей в городских условиях является автомобиль. В настоящее время практически отсутствуют методы и результаты исследования механизма возникновения внешних и внут-