

Лекция 5.3 Метод Тагути при анализе качества продукции

Цель лекции – ознакомление слушателей с методологией Тагути как новаторским подходом к инженерии качества, основанным на робастном проектировании и функции потерь качества.

Задачи лекции:

- объяснить философию Тагути, базирующуюся на семи основных положениях;
- раскрыть суть концепции функции потерь качества и ее отличие от традиционного подхода к допускам;
- охарактеризовать этапы методологии Тагути: системное, параметрическое и допусковое проектирование;
- описать концепцию робастного (устойчивого) проектирования и роль управляющих факторов и факторов шума;
- показать, как методы Тагути позволяют повышать качество при одновременном снижении расходов.

Метод Тагути - это новаторский подход к инженерии качества, разработанный японским статистиком и инженером Гэнити Тагути. Основная идея метода заключается в робастном (устойчивом) проектировании продукции и процессов, при котором минимизируется вариабельность характеристик качества, вызванная неконтролируемыми или трудноконтролируемыми факторами, называемыми шумами. Тагути сместил фокус с простого соответствия спецификациям на достижение целевого значения при минимальном разбросе, рассматривая любое отклонение как финансовые потери для общества.

Традиционный подход к качеству часто рассматривает продукт как "годный", если его характеристики находятся в пределах установленных допусков. Тагути же утверждает, что потери качества возникают каждый раз, когда характеристика продукта отклоняется от своего целевого (номинального) значения, даже если это отклонение находится в пределах допуска.

Тагути - известный японский статистик, лауреат самых престижных наград в области качества (премия Деминга присуждалась ему четыре раза), изучал вопросы совершенствования промышленных процессов и продукции с конца 1940-х гг. Он развил идеи математической статистики, относящиеся, в частности, к статистическим методам планирования эксперимента и контроля качества.

Методы Тагути (этот термин появился в США, сам же Тагути называет свою концепцию «инжиниринг качества») представляют собой один из принципиально новых подходов к решению вопросов качества. Они получили распространение не только в Японии, но и в США и странах Западной Европы.

В Великобритании создан клуб Тагути, ориентированный на открытый обмен информацией и продвижение и применение предложенных им методов.

Философия Тагути базируется на следующих семи основных положениях:

1) важнейшей мерой качества произведенного продукта (изделия) являются суммарные потери для общества, порождаемые этим продуктом;

2) чтобы в условиях конкурентной экономики оставаться в бизнесе, необходимо постоянное повышение качества и снижение затрат;

3) программа постоянного повышения качества включает непрерывное уменьшение отклонений рабочих характеристик продукта (изделия) относительно заданных величин;

4) потери потребителей, связанные с отклонениями при эксплуатации продукции, обычно пропорциональны квадрату отклонений рабочих характеристик от их заданных значений 2;

5) качество и стоимость готового продукта определяются в большой степени процессами разработки и изготовления;

6) отклонения в эксплуатации продукта (или функционировании процесса) могут быть снижены посредством использования нелинейных 3 зависимостей рабочих характеристик от параметров продукта (или процесса);

7) для идентификации параметров продукта (или процесса), влияющих на снижение отклонений в эксплуатации (функционировании), должны использоваться статистически планируемые эксперименты.

Главное в философии Тагути - это повышение качества с одновременным снижением расходов. Согласно Тагути, экономический фактор (стоимость) и качество анализируются совместно. Оба фактора связаны общей характеристикой, называемой функцией потерь.

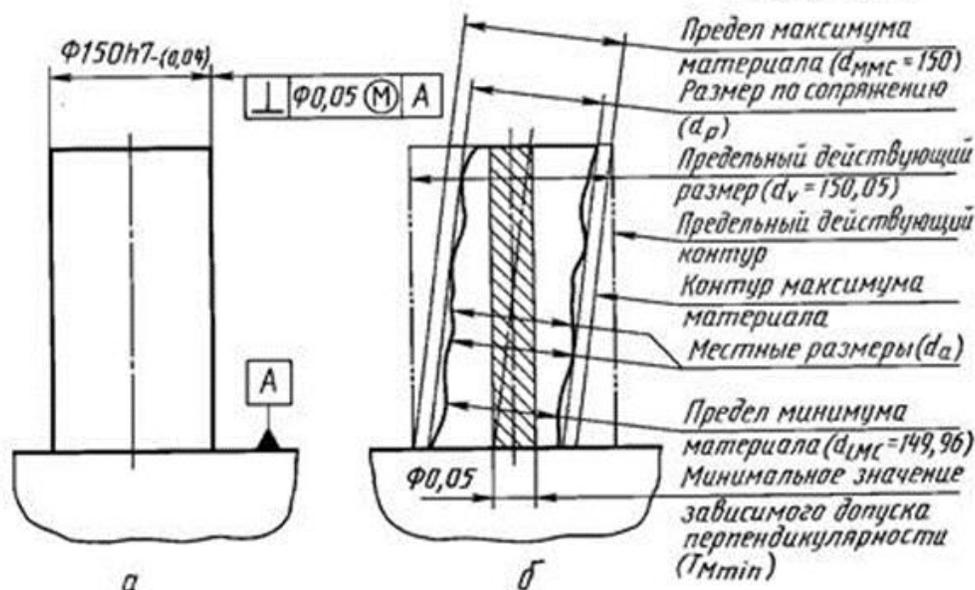


Функция потерь качества графически может быть представлена параболой с вершиной в точке оптимального значения (номинала), где потери равны нулю.

Методы Тагути позволяют оценивать показатели качества продукции и определять потери качества, которые по мере отклонения текущих значений параметра от номинального, увеличиваются, в том числе и в пределах допуска.

Указание на чертеже

Пояснения основных понятий для детали по рисунку 1а



Методы Тагути используют новую систему назначения допусков и вводят управление по отклонениям от номинального значения с использованием упрощенных методов статистической обработки.

План действий

- 1) Изучение состояния дел с качеством и эффективностью продукции.
- 2) Определение базовой концепции работоспособной модели объекта или схемы производственного процесса (системное проектирование).

Устанавливаются исходные значения параметров продукции или процесса:

- 1) Определение уровней управляемых факторов, которые минимизируют чувствительность ко всем факторам помех (параметрическое проектирование). На этом этапе допуски полагаются столь широкими, что производственные затраты оказываются малыми.

- 2) Расчет допустимых отклонений вблизи номинальных значений, достаточных для уменьшения отклонений продукции (проектирование допусков).

Особенности метода Тагути

Качество продукции не может быть улучшено до тех пор, пока не будут определены и измерены показатели качества.

На основе методов Тагути вычисляют разницу между идеальным и реальным объектами и стремятся сократить ее до минимума, обеспечивая тем самым улучшение качества.

3. Г. Тагути считает, что каждый раз при отклонении характеристики от целевого значения, происходят некоторые потери. Чем больше отклонение, тем большие потери.

4. Г. Тагути предложил разделять переменные, влияющие на рабочие характеристики продукции и процесса, на две группы так, чтобы в одной из них оказались факторы, ответственные за основной отклик (номинал), а во второй - ответственные за разброс.

Задача метода Тагути заключается в том, чтобы уменьшить чувствительность продукции и процессов к неконтролируемым факторам.

Концепция Тагути включает принцип устойчивого проектирования и функцию потерь качества.

Функция потерь по Тагути различает изделия внутри допуска в зависимости от их близости к номиналу (целевому значению).

Технологической основой устойчивого проектирования служит планирование эксперимента.

Достоинства

Обеспечение конкурентных преимуществ за счет одновременного улучшения качества и снижения себестоимости продукции.

Недостатки

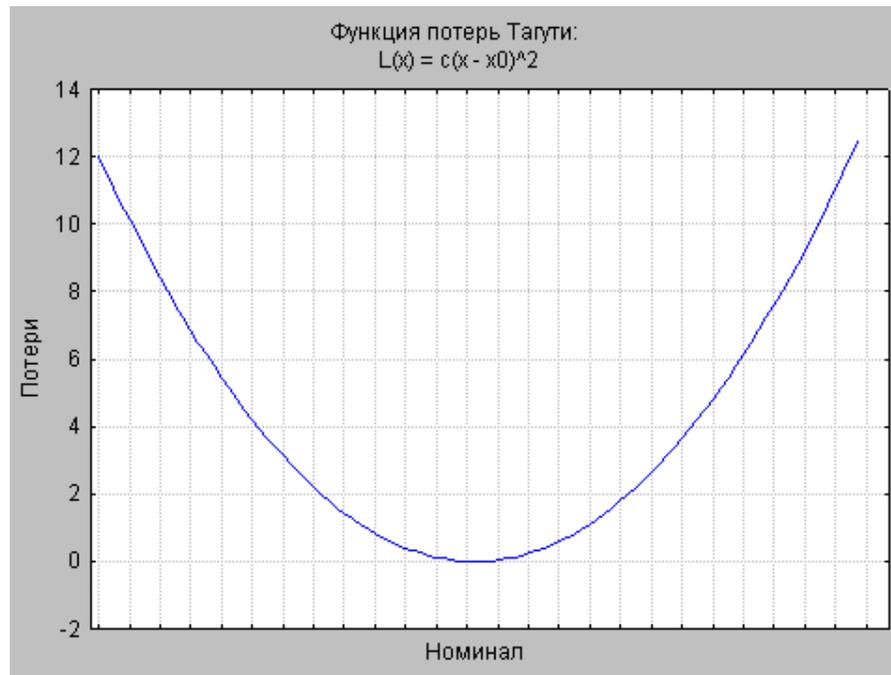
Широкое применение методов Тагути в управлении процессами, на базе вероятностно-статистических методов, не всегда корректно в условиях высокой динамики требований к объектам оценивания и отсутствия аналогов.

Ожидаемый результат

Выпуск конкурентоспособной продукции.

Пример. Проблемы, возникающие, если соответствие валов и отверстий не идеально. Если их сочленение соответствует более плотной посадке, в процессе работы машины возникнет избыточное трение. Для его преодоления потребуется большая мощность или расход топлива.

При этом возможно возникновение локального перегрева, могущего привести к некоторым деформациям и плохой работе. Если посадка слишком свободная, то может происходить утечка смазки, которая может вызвать повреждение в других местах.



где x - измеряемое значение показателя качества;

x_0 - ее номинальное значение;

$L(x)$ - значение функции потерь Тагути в точке x ;

c - коэффициент масштаба

Значение показателя качества откладывается на горизонтальной оси, а вертикальная ось показывает "потери", или "вред", или "значимость", относящиеся к значениям показателей качества. Эти потери принимаются равными нулю, когда характеристика качества достигает своего номинального значения.

Наиболее значимый вклад Тагути заключается в концепции робастного проектирования. Цель этого этапа — сделать характеристики продукта или процесса нечувствительными (робастными) к влиянию факторов шума.

Тагути разделяет переменные, влияющие на процесс или продукт, на две основные группы:

1. управляющие Факторы (Control Factors): параметры, которые можно легко контролировать и устанавливать в процессе проектирования или производства (например, температура, давление, тип материала, геометрические размеры);

2. факторы Шума (Noise Factors): параметры, которые трудно или невозможно контролировать, но которые вызывают вариабельность в характеристиках продукта. Тагути выделяет три типа шумов:

- внутренние шумы: изменение свойств материала, износ оборудования, старение продукта;

- внешние шумы: изменения условий окружающей среды (температура, влажность), условия эксплуатации продукта потребителем;
- межпродуктовые шумы: различия между единицами продукции, изготовленными в рамках одной спецификации.

Принцип робастного проектирования: выбор таких уровней управляющих факторов, при которых влияние факторов шума на характеристику качества минимально. Иными словами, ищутся такие настройки процесса, при которых процесс "прощает" вариации шума.

Метод Тагути представляет собой мощный и экономически обоснованный подход к инженерии качества. Его философия, основанная на функции потерь и робастном проектировании, фокусирует усилия на предотвращении дефектов и минимизации вариабельности на самых ранних стадиях — проектирования и разработки. Инструменты, такие как ортогональные массивы и отношение "Сигнал/Шум", предоставляют инженерам эффективный и систематический способ для достижения высокой стабильности характеристик продукта, что в конечном итоге обеспечивает высокое качество при минимальных затратах для производителя и максимальное удовлетворение для потребителя.

Контрольные вопросы по лекции 5.3

1. Объясните основное различие между традиционным подходом к качеству, основанным на допусках, и философией Тагути в контексте финансовых потерь.
2. Сформулируйте принцип робастного (устойчивого) проектирования и обоснуйте его значимость для повышения качества продукции.
3. Опишите, что такое функция потерь Тагути и почему она представлена параболой (квадратичной зависимостью). Как это представление стимулирует инженера?
4. Перечислите и охарактеризуйте три типа факторов шума (помех), которые выделяет Тагути, и объясните их влияние на вариабельность характеристик продукта.
5. Назовите и опишите три основных этапа методологии Тагути (системное, параметрическое, допусковое проектирование). Какой из них считается наиболее важным для достижения робастности?
6. Какое новое понятие вводит Тагути для совместного анализа экономического фактора (стоимости) и качества, и как оно связывает эти два аспекта?
7. Раскройте смысл положения Тагути о том, что качество и стоимость готового продукта в большой степени определяются процессами разработки и изготовления.
8. Объясните, как методы Тагути позволяют уменьшить чувствительность продукции и процессов к неконтролируемым факторам, используя разделение переменных на две группы.

9. Прокомментируйте утверждение Тагути, что для снижения отклонений в эксплуатации должны использоваться статистически планируемые эксперименты.

10. Приведите пример, как отклонение характеристик продукта (например, сочленения валов и отверстий) внутри установленного допуска может привести к дополнительным потерям для потребителя?