

Кафедра «ОМД И СВАРКИ»

Методические указания
к практическому занятию по дисциплине «Управление качеством
в сварочном производстве»,
направление подготовки 15.04.02
«Оборудование и технология сварочного производства»

Диаграмма Ишикавы как инструмент контроля качества сварочной продукции

1. Цель работы

Построить причинно-следственную диаграмму факторов качества сварочной продукции (диаграмму Ишикавы).

2. Рабочее задание

- ознакомиться и проанализировать факторы, определяющие качество сварных конструкций на основных этапах жизненного цикла продукции;
- изучить сущность и технологию построения диаграммы Ишикавы, являющейся одним из основных инструментов управления качеством продукции;
- построить причинно-следственную диаграмму факторов качества сварочной продукции, записав главные категории, вторичные и третичные факторы.

3. Показатели качества продукции

Качеством продукции принято называть *совокупность ее свойств*, характеризующих ее способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество продукции характеризует ее пригодность к использованию.

На практике качество продукции оценивают количественным определением показателей качества. Чтобы сделать вывод о качестве продукции, необходимо сравнить ее реальные показатели качества с базовыми.

Показатель качества, отражающий одно свойство изделия, называется *единичным*. Например: ресурс, дефектность, долговечность, коррозионная стойкость. Комплексный показатель качества продукции соотносится с несколькими ее свойствам.

Базовыми показателями качества продукции, определяющими степень соответствия ее целевому функциональному назначению, являются *показатели назначения*: производительность, мощность, грузоподъемность и др.

Надежность (комплексный показатель продукции) характеризуется группой показателей: безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью.

Показатели технологичности продукции (трудоемкость, технологическая себестоимость, взаимозаменяемость и др.) характеризуют степень соответствия изделия и его элементов оптимальным условиям производства и эксплуатации.

Эстетические показатели качества характеризуют внешний вид продукции, ее соответствие современному стилю, соответствие форм изделия его назначению, качество отделки внешних поверхностей, цветовое оформление.

Эргономические показатели качества разрабатывают на основе изучения функциональных возможностей человека в процессе деятельности. Данная группа показателей характеризует соответствие продукции санитарно-гигиеническим нормам, размерам и форме человеческого тела, особенностям и возможностям анализаторов человека, его психологическим возможностям.

Существуют также *экологические, патентно-правовые показатели* качества продукции, *показатели стандартизации и унификации*.

Относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении группы показателей ее качества с соответствующей группой базовых показателей, называется уровнем качества продукции или техническим уровнем.

Требования к качеству сварных соединений включают оценку следующих основных показателей:

1. *надежность,*
2. *прочность,*
3. *геометрия шва и соединения, эргономичность,*
4. *дефектность* соединения (количество, тип, размеры дефектов),
5. *структура* металла шва и околошовной зоны,
6. *химический состав* металла шва и околошовной зоны,
7. *герметичность,*
8. *коррозионная стойкость.*

Перечисленные выше показатели оговариваются в нормативной документации, в которой указывается допустимость (или недопустимость) тех или иных отклонений, от которых зависит работоспособность и безопасность конструкций в процессе эксплуатации для людей и окружающей среды.

4. Факторы качества

Управление качеством сварочной продукции должна предусматривать контроль всех факторов и надзор за процессами, от которых зависит качество продукции, на всех этапах жизненного цикла продукции.

На качество сварных соединений оказывают влияние большое количество факторов. На стадии проектирования их можно разделить на *конструктивные* и *технологические*. Конструктивные факторы следует учитывать и контролировать при проектировании сварных конструкций, технологические – при проектировании технологии их изготовления.

Представим ниже основные факторы и процессы, определяющие качество сварочной продукции на основных этапах ее жизненного цикла.

Этап «Проектирование»

Конструктивные факторы:

- выбор основного материала;
- разработка конструкции, формы;
- расчет на прочность;
- обоснование норм по качеству.

Технологические факторы:

- выбор и обоснование способа и технологии сварки;
- выбор сварочных материалов;
- выбор оборудования, режимов;
- обоснование физических методов контроля качества.

Этап «Изготовление»

- проверка качества и соответствия требованиям основного металла и сварочных материалов;
- наладка и проверка работы оборудования, соответствия рабочих параметров номинальным, оценка точности;

- подготовка и сборка;
- процесс сварки;
- квалификация персонала;
- методы контроля качества.

Этап «Эксплуатация»

- характер нагрузки (статическая, динамическая, циклическая)
- температура среды;
- наличие коррозионной среды;
- периодичность контроля качества.

Чем полнее и точнее будут учтены и проконтролированы факторы, влияющие на качество, тем надежнее будет сварная конструкция. Поэтому оптимальная схема контроля в сварочном производстве отражает следующие этапы контроля:

1) *контроль документации на стадии проекта* – выбор основного металла, выбор конструкции, формы и технологии сборки-сварки; обоснование норм допустимых дефектов и плана контроля; выбор метода контроля и обеспечение максимальной выявляемости дефектов в конструкции;

2) *контроль технологической подготовки производства* – проверка условий и качества заготовки-сборки, проверка подготовки и хранения исходных материалов, проверка паспортизации и дисциплины сварщиков;

3) *контроль всех операций технологического процесса* - формулируются качественные показатели и количественные требования к качеству выполнения этих операций;

4) *контроль готовой продукции* - рациональное использование существующих методов и средств контроля;

5) *проверка качества контрольных операций* – проверка соблюдения режимов и чувствительности дефектоскопии, контроль дефектоскопических материалов, квалификации и состояния операторов.

Международный стандарт ИСО 3834 включает 22 показателя, проверка и документальное подтверждение которых требуется в соответствии с процедурой сертификации предприятия:

- Обзор требований. - Технический анализ.
- Субподрядчик. · Хранение основных материалов.
- Хранение и применение сварочных материалов.
- Испытания сварочных материалов.
- Планирование производства. - Инструкции по сварке.
- Сертификация сварочных процессов.
- Сварщики и сварочные операторы.
- Калибровка и валидация измерительного, контрольно-го и испытательного оборудования.
- Производственное испытательное оборудование.
- Техническое обслуживание оборудования.
- Описание оборудования.
- Надзор и испытание до сварки. - Идентификация основных и сварочных материалов, оборудования.

- Персонал надзора за сваркой.
- Надзор и испытание во время сварки.
- Термообработка после сварки.
- Персонал контроля и испытаний.
- Надзор и испытание после сварки.- Прослеживаемость.
- Несоответствия и корректирующие действия.
- Записи по качеству.

5. Построение диаграммы Ишикавы (причинно-следственной диаграммы)

Для производства сварных конструкций, качество которых удовлетворяло бы определенным требованиям, важно понимать и контролировать показатели качества и параметры процессов. Поэтому в первую очередь необходимо выявить факторы качества, затем систематизировать их и установить степень влияния на конечный результат. Для этой цели удобно использовать *причинно-следственную диаграмму*, которую также называют *диаграммой К. Ишикавы*, или «ветвистой схемой характерных факторов», или «рыбьим скелетом» (рис.1)



Рис.1 Диаграмма Ишикавы

Диаграмма Ишикавы представляет собой графическое изображение иерархических связей между факторами, оказывающими влияние на показатели качества продукции. Она позволяет выявить и систематизировать факторы, влияющие на качество сварной конструкции, сформулировать проблему повышения качества и выявить факторы, оказывающие наибольшее воздействие на качество продукции.

«Хребет» причинно-следственной диаграммы означает проблему, для решения которой она строится. «**Большие кости**» скелета диаграммы составляют крупные группы однородных факторов, называемые категориями, влияющими на рассматриваемый показатель качества. «**Средние кости**» и

«**малые кости**» образованы соподчиненными группами факторов качества или отдельными факторами, входящими в каждую категорию.

Глубина структурирования факторов в принципе не ограничена. Однако практика показала, что анализ диаграммы, имеющей более четырех ступеней группировки факторов, весьма сложен.

На начальном этапе анализа очень важно определить основные категории причин. В зависимости от области исследования набор категорий причин различен. Например, категориями производственного процесса чаще всего являются следующие группы факторов: материал, оборудование, персонал, методы, измерения.

Следует акцентировать внимание, что построение самой диаграммы – не самоцель. Главную работу еще предстоит сделать, содержание которой определяется задачей анализа. Обычно ставится одна из двух задач:

- поиск возможно большего числа факторов, влияющих на качество, и их систематизация;

- выявление основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на качество продукции и поиск путей снижения их негативного воздействия.

В соответствии с задачами существует два основных принципиально различных метода построения причинно-следственной диаграммы качества.

Первый метод характеризуется движением от «большого к малому». Он заключается в поиске на первом этапе самых общих, крупных причин - категорий (выявление «больших костей»), влияющих на качество продукции. На втором этапе рассматриваются поочередно каждая категория причин. При этом определяются все группы вторичных факторов, влияющих на данную категорию (формирование «средних костей»). В дальнейшем последовательно определяют отдельные факторы, влияющие на каждую из групп вторичных причин (определение «малых костей»). Таким образом, поступают до тех пор, пока сохраняется практическая возможность выявления возможных факторов качества. Прделав данную работу, выделяют на каждом уровне один-два основных фактора и начинают поиск мер по устранению их негативного воздействия, добиваясь приемлемого уровня решения проблемы.

Второй метод построения причинно-следственной диаграммы характеризуется как движение от «от малого к большому». Для этого на первом этапе находят как можно большее число любых факторов, способных оказать влияние на показатели качества продукции. Предпочтительной методикой для этих целей является **мозговой штурм**. Затем последовательно рассматривают отношение между каждой парой факторов по принципу «причина-следствие» и выделяют пары, имеющие такую связь. Далее, группируя отдельные факторы, влияющие на один более крупный, групповой фактор (сочленяя несколько «мелких костей» с одной средней, а средние – с большими) последовательно строят всю причинно-следственную диаграмму. На окончательном этапе выделяют на каждом уровне основные факторы и категории, оказывающие наибольшее влияние на качество продукции. Выделенные факторы ранжируют и начинают решение проблемы с наиболее значимого или с того, влияние которого можно устранить малыми затратами.

Технология построения диаграммы вторым методом представляет собой следующую последовательность операций:

1. Выбор проблемы, определение характеризующего ее показателя качества (определение линии «хребта» диаграммы).
2. Использование метода мозгового штурма для определения всех возможных факторов, влияющих на качество продукции.
3. Определение и запись главных причин (категорий), влияющих на исследуемый показатель качества.
4. Выявление и запись вторичных причин для установленных категорий.
5. Определение и запись третичных причин для зафиксированных вторичных.

Чтобы построить полноценную диаграмму, надо профессионально в деталях знать анализируемый процесс. Определенную сложность представляет установление внутренних, чаще всего неочевидных причинно-следственных связей. Поэтому для этих целей обычно привлекают не только инженерно-технических работников, но и руководителей, и опытных рабочих. Специалисты утверждают, что те, кто сумел построить полноценные причинно-следственные диаграммы, тот добился больших успехов в решении проблем обеспечения качества. Например, данный инструмент управления качеством включен в японский промышленный стандарт, а также широко применяется во всем мире в самых разных областях деятельности.

Важно отметить некоторые особенности метода «мозгового штурма», представляющего собой коллективную генерацию идей. Данный метод стимулирует актуализацию творческого потенциала коллектива специалистов. При этом участники тренируют свой мозг в отношении способности выдвигать новые идеи для решения возникающих проблем и приобретают навыки творческого мышления. Более того, появляется возможность нового и неожиданного видения проблемы глазами своих коллег.

Следует акцентировать внимание, что при проведении мозгового штурма необходимо руководствоваться следующими организационными и психологическими правилами:

- Необходимо обеспечить такую атмосферу, в которой все участники могли бы свободно высказываться.
- Приветствуется высказывание оригинальных и нетривиальных идей.
- Не допускается никакая критика предложенных идей.
- Руководящий состав не должен высказываться первым.
- Анализ предложений производится позднее.

6. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методическими указаниями к практическому занятию, понять технологию построения причинно-следственной диаграммы, ознакомиться с показателями качества продукции.
2. Определить и записать главные категории (крупные группы) качества сварочной продукции.

3. Определить вторичные факторы и нанести их на диаграмму (формирование «средних костей»).
4. Определить третичные факторы и зафиксировать их на диаграмме (формирование «малых костей»).
5. Используя метод «мозгового штурма», выявить и записать возможно большее число факторов, влияющих на качество продукции.

7. Рассмотрим диаграмму Исикавы на примере анализа причин брака изделия.

Анализ причин брака изделия

В данном случае в качестве следствия (проблемы) выступает производственный брак. При проведении мозгового штурма были определены различные причины, влияющие на брак изделия. В результате достижения консенсуса участниками проведения мозговой атаки все причины были ранжированы, отброшены малозначительные и оставлены наиболее важные факторы.



К причинам первого порядка были отнесены материалы, оборудование, комплектующие, труд, условия труда и технология. На них непосредственное влияние оказывают причины второго порядка: примеси, влажность, доставка, точность, контроль, хранение, воздушная среда, рабочее место, культура производства, возраст станка, обслуживание, дисциплина, квалификация, опыт, инструмент, средства измерения, технологическая дисциплина, документация, оснастка (ее наличие).

На причины второго порядка влияют причины третьего порядка, к которым отнесли температуру, влажность хранения, приемку при контроле, освещенность и шум на рабочем месте, качество оснастки.

Все эти причины разнесены по соответствующим местам и построена диаграмма Исикавы.

Пример приведен на рисунке. При этом нужно понимать, что причины другой группой могут быть выделены иные.



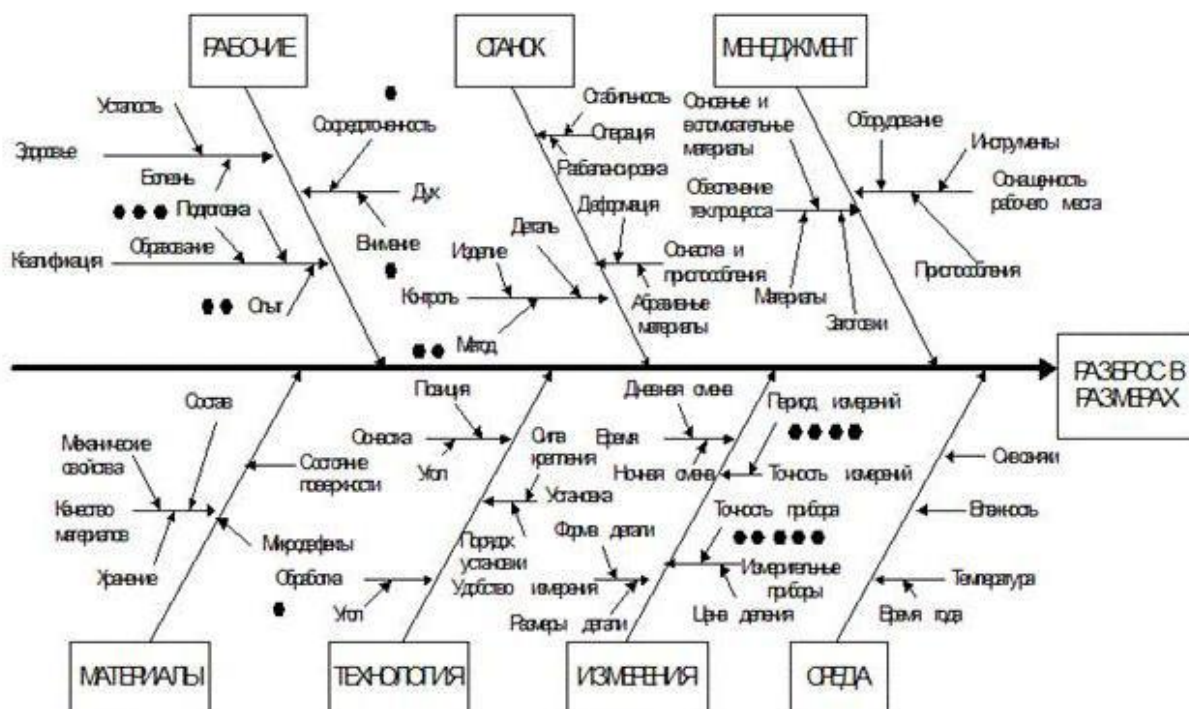
Основной вопрос при построении диаграммы

Любая диаграмма Исикавы при ее анализе должна сопровождаться вопросом "Почему?". Сначала задаем этот вопрос по отношению к проблеме: "Почему возникла данная проблема?" Отвечая на этот вопрос, можно выявить причины первого порядка. Далее, задаем вопрос "Почему?" по отношению к каждой из причин первого порядка и, таким образом, выявляем причины второго порядка и т. д. Также обычно не выделяют, но по отношению к причинам третьего порядка и далее правильнее уже задавать вопрос не "Почему?", а "Что?" или "Что именно?" Научившись отвечать на эти вопросы по приведенным примерам диаграммы Исикавы, вы научитесь ее строить самостоятельно.

Рассмотрение проблемы "Разброс в деталях"

Рассмотрим диаграммы Исикавы на примере предприятия. Промышленное предприятие, занимающееся выпуском каких-либо деталей, зачастую сталкивается с проблемой разброса размеров деталей. Для разрешения этой проблемы необходимо собрать технологов, рабочих, поставщиков, менеджеров, инженеров, можно пригласить иных лиц, которые будут способствовать нахождению подходов, которые не предусматриваются специалистами своего дела. При хорошо проведенном анализе мало выявить только факторы, вызывающие возникновение проблемы, их необходимо правильно проранжировать. Это может осуществляться в процессе мозгового штурма, после того, как за-

кончен процесс определения причин. Каждый член группы должен проставить оценки значимости отдельных причин со своей точки зрения, после чего будет определена общая значимость причин.



В представленной диаграмме Исикавы на примере предприятия были выделены следующие причины первого порядка:

- рабочие,
- материалы,
- технология,
- станок,
- измерения,
- среда
- менеджмент.

На рисунке показаны причины второго и третьего порядков. Задавая вопросы "Почему?" и "Что?" можно дойти до первопричины, которая породила проблему. Членами группы было определено, что наиболее значимыми показателями, влияющими на разброс деталей, являются период измерений и точность приборов.

Таким образом, значимость не зависит от того, к какому порядку относится данная причина. Достоинства и недостатки метода: продолжение исследований

Основные достоинства применяемого метода:

- раскрытие творческого потенциала;
- нахождение взаимозависимостей между причинами и следствием, определение значимости причин.

Основные недостатки при применении данного инструмента:

- отсутствует возможность проверки диаграммы в обратном порядке;

- диаграмму можно значительно усложнить, что затруднит ее восприятие и возможность логического построения выводов.

В связи с этим анализ причин и следствий необходимо продолжать с использованием и других методик, прежде всего, таких как пирамида А. Маслоу, диаграмма Парето, метод стратификации, контрольных карт и других. При простом решении может оказаться достаточным проведение анализа с использованием причинно-следственной диаграммы.

В заключение

Диаграмма Исикавы может быть использована, прежде всего, при управлении качеством продукции. Помимо этого, она может применяться при проектировании новых товаров, модернизации производственных процессов и в других случаях. Она может строиться и одним человеком, и группой лиц по предварительному обсуждению. В результате использования данного инструмента в своей деятельности предприятие получает возможность в достаточно простой форме систематизировать причины рассматриваемой проблемы-следствия, при этом провести отбор наиболее важных и выделить среди них приоритетные путем ранжирования.

Рекомендуемая литература

Коробцов А.С., Фомин В.Н. Система обеспечения качества в сварочном производстве. - Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2013. - 292 с.