

ЛЕКЦІЯ 11

АНАЛІЗ ПЕРШОПРИЧИНИ (RCA, RCFA). АНАЛІЗ ВИДІВ І НАСЛІДКІВ ВІДМОВ, ТА АНАЛІЗ ВИДІВ, НАСЛІДКІВ ТА КРИТИЧНОСТІ ВІДМОВ (FMEA)

Аналіз першопричини (RCA, RCFA)

Стислий огляд

Аналіз втрат, що становлять основну частку збитку, спрямований на запобігання їх повторного виникнення, зазвичай називають аналізом першопричини (RCA – Root Cause Analysis), аналізом першопричини відмови (RCFA – Root Cause Failure Analysis) або аналізом втрат. Метод RCA використовують для дослідження втрат внаслідок різних видів відмов, у той час як аналіз втрат застосовують передусім для дослідження фінансових або економічних втрат від зовнішніх факторів або катастроф. Метод RCA спрямований на виявлення первинних причин відмови без розгляду їх зовнішніх проявів. Очевидно, що коригувальні дії не завжди ефективні і часто

потребують їх постійного поліпшення. Метод RCA зазвичай застосовують для оцінки основної складової втрат, однак його можна використовувати для аналізу більш загальних втрат із метою виявлення можливостей постійного поліпшення.

Сфера застосування

Метод RCA має багато напрямів застосування:

- із метою безпеки метод RCA використовують для дослідження нещасних випадків у сфері охорони праці та виробничої безпеки;
- у технологічних системах для аналізу надійності та технічного обслуговування використовують аналіз відмов;
- RCA виробництва застосовують для контролю якості виробничих процесів;
- RCA процесів застосовують для дослідження бізнес–процесів;

– RCA систем, що являє собою комбінацію перерахованих видів RCA, застосовують при аналізі складних систем у системах управління змінами менеджменту ризику і в системному аналізі.

Вхідні дані

Основними вхідними даними методу RCA є всі об'єктивні дані про відмови або втрати. Дані про аналогічні відмови також можуть бути розглянуті в процесі аналізу. Іншими вхідними даними можуть бути дані, отримані при перевірці конкретних гіпотез.

Процес виконання методу

Після прийняття рішення про застосування методу RCA формують групу експертів для проведення аналізу та розробки рекомендацій. Спеціалізація експертів залежить насамперед від цілей аналізу й особливостей відмови.

Методи проведення аналізу можуть істотно відрізнятися, однак основні етапи методу RCA аналогічні і включають:

- формування групи;
- встановлення сфери застосування і цілей методу RCA;
- збір даних та об'єктивних свідчень про відмову або втрати; проведення структурованого аналізу для визначення першопричини;
- вироблення рішень і рекомендацій;
- виконання рекомендацій;
- верифікацію позитивного результату від впровадження рекомендацій. Застосовують такі структуровані методи аналізу:
 - метод «5 чому», що полягає в багаторазовому повторенні запитання «чому?», для дослідження п'яти рівнів глибини причини відмови;
 - аналіз видів і наслідків відмов;
 - аналіз дерева несправностей;
 - діаграму Ісікави або «риб'ячий скелет»;

- аналіз Парето;
- складання карти першопричини.

Оцінку причин часто починають із дослідження спочатку очевидних фізичних причин, далі вивчають причини, пов'язані з людським фактором, і вже потім переходять до вивчення прихованих причин управління або основних причин. Для того щоб застосування коригувальних дій було ефективним, залучені сторони повинні мати можливість управляти виявленими в процесі аналізу причинними факторами або усунути їх.

Вихідні дані

Вихідні дані методу RCA включають в себе:

- документацію щодо зібраних даних та об'єктивних свідчень;
- розглянуті гіпотези;
- висновок про найбільш ймовірні першопричини відмов і втрат;
- рекомендовані та коригувальні дії.

Переваги та недоліки

Перевагами методу є можливість:

- залучення до робочої групи технічних експертів;
- використання структурованого аналізу;
- розгляду всіх імовірних гіпотез;
- документування отриманих результатів;
- обов'язкового впровадження заключних

рекомендацій. Недоліки методу RCA:

- відсутня можливість залучення необхідних технічних експертів;
- критичні об'єктивні свідчення можуть бути втрачені в момент відмови або під час прибирання;
- обмеження за часом і ресурсами можуть не дозволити робочій групі провести всебічну оцінку ситуації;
- іноді неможливо впровадити розроблені рекомендації.

Аналіз видів і наслідків відмов, та аналіз видів, наслідків та критичності відмов (FMEA)

Стислий огляд

Аналіз видів і наслідків відмов (FMEA – Failure Mode Effect Analysis) є методом, що використовується для ідентифікації способів відмови компонентів, систем або процесів, які можуть призвести до невиконання призначеної їх функції.

Метод FMEA допомагає ідентифікувати:

– всі види відмов різних частин і компонентів системи (видами відмов можуть бути приховані відмови, конструктивні відмови, виробничі відмови та ін., які призводять до порушення працездатного стану частин та/або компонентів системи);

– наслідки відмов для системи;

– механізми відмови;

– способи досягнення безвідмовної роботи та/або пом'якшення наслідків для системи.

Розширеною версією методу FMEA є FMECA, що дозволяє оцінити критичність і значущість кожного ідентифікованого виду відмови. Критичність відмови – це сукупність ознак, що характеризують наслідки відмови. Класифікація відмов з критичності проводиться відповідно до законодавчих та обов'язкових вимог, і таких, що встановлюються пріоритетами організації.

Аналіз критичності зазвичай є якісним або змішаним, але може бути кількісним при використанні показника фактичного відсотка відмов.

Сфера застосування

Залежно від об'єкта дослідження виділяють кілька варіантів методу: FMEA проекту або продукції, FMEA процесу, що застосовується для аналізу виробничих і складальних процесів, FMEA

системи, FMEA послуги і FMEA програмного забезпечення.

Метод FMEA/FMECA може бути застосований на стадіях проектування, виробництва та експлуатації виробничої системи.

Однак для підвищення надійності внесення змін на стадії проектування системи є більш ефективним. Методи FMEA і FMECA також можуть бути застосовані до процесів і процедур, наприклад, ці методи застосовують для виявлення можливості медичних помилок і дефектів у процесі технічного обслуговування.

Методи FMEA/FMECA можуть бути використані:

- при виборі з альтернативних варіантів проекту з високою надійністю;
- для дослідження всіх видів відмов систем і процесів та їх впливу на безвідмовність досліджуваного об'єкта;
- для ідентифікації наслідків помилок персоналу (вплив людського фактора);
- при плануванні перевірок (тестів) і технічного обслуговування технічних систем;
- для поліпшення проектів процедур і процесів;
- для отримання якісної або кількісної інформації для інших методів аналізу, таких, як аналіз дерева несправностей.

Результати методів FMEA і FMECA можуть бути використані як якісні та

кількісні вхідні дані для інших методів досліджень, таких, як, наприклад, аналіз дерева несправностей.

Вхідні дані

Для виконання методів FMEA і FMECA необхідна детальна інформація про елементи системи, достатня для аналізу способів і шляхів розвитку відмови кожного елемента. Для детального застосування методу FMEA до проекту елемент системи може бути розглянутий на рівні його компонентів, у той час як для FMEA системи в цілому елементи системи можуть бути визначені на

укрупненому рівні (у вигляді блоків і підсистем).

Інформація може включати:

- креслення і блок–схеми аналізованої системи та її компонентів або етапи процесу;
- інформацію про функціонування кожного етапу процесу або компонента системи;
- докладний опис екологічних та інших параметрів, які можуть впливати на функціонування системи;
- відомості про результати відмов;
- хронологічні дані про відмови, включаючи доступні дані про інтенсивність відмов.

Процес виконання методу

Процес FMEA включає основні етапи.

1. Визначення сфери застосування і цілей дослідження.
2. Формування робочої групи.
3. Вивчення системи/процесу, для яких застосовують метод FMECA.
4. Розподіл системи на компоненти або етапи;
5. Визначення функції кожного етапу або компонента.
6. Визначення для кожного компонента або етапу:
 - можливих відмов та їх причин;
 - механізмів, що призводять до цих видів відмови;
 - наслідків відмов;
 - рівень безпеки або руйнівності наслідків відмови;
 - способи виявлення відмови.
7. Ідентифікація особливостей проекту, що дозволяють компенсувати відмову.

При виконанні методу FMECA робоча група додатково класифікує кожен з ідентифікованих видів відмов відповідно до її критичності.

Існує декілька способів виконання аналізу критичності відмов.

Загальноприйнятий метод включає визначення:

- показника критичності виду відмови;
- рівня ризику;
- рангу пріоритетності ризику.

Модель критичності виду відмови є мірою можливості того, що досліджуваний вид відмови компонента призведе до відмови системи в цілому. Критичність відмови визначають як добуток ймовірності наслідків відмови на інтенсивність виду відмови і на час функціонування системи. Цю формулу часто застосовують до відмов обладнання в ситуації, коли кожен з цих показників може бути визначений кількісно, і види відмови мають однакові наслідки.

Рівень ризику визначають як поєднання наслідків виду відмови та ймовірності цієї відмови, він може бути використаний в ситуації, коли наслідки різних видів відмов різні, його застосовують до систем і процесів, пов'язаних із обладнанням. Рівень ризику може бути поданий у якісному, змішаному або кількісному вигляді.

Ранг пріоритетності ризику (RPN – Risk Priority Number) є змішаною мірою критичності відмови, його розраховують шляхом множення рангу значущості наслідків відмови (зазвичай від 1 до 10) на ймовірність відмови і можливість виявлення проблеми. Якщо відмову важко виявити, то їй зазвичай приділяють більше уваги і надають першочергового значення. Цей метод використовують найчастіше в процесі забезпечення якості.

З моменту ідентифікації видів відмов та механізмів їх виникнення слід

визначити та впровадити коригувальні дії для найбільш істотних видів відмов.

Результати виконання методу FMEA повинні бути задокументовані у вигляді звіту, який повинен містити:

- докладний опис системи, що досліджується;
- способи, використані для виконання аналізу;
- припущення, зроблені в процесі виконання аналізу;
- джерела даних;
- отримані результати, включаючи заповнені контрольні листи;
- критичність (якщо потрібно) і методи, використані для її визначення;
- рекомендації для подальших досліджень, зміни проекту або особливості, які необхідно включити до планів перевірок, випробувань та ін.

Система може бути повторно оцінена в іншому циклі FMEA, після того як всі необхідні дії щодо проведення аналізу будуть завершені.

Вихідні дані

Первинними вихідними даними методу FMEA є перелік видів відмов, механізмів виникнення відмови і його наслідків для кожного компонента системи або етапу процесу (які можуть включати в себе інформацію про ймовірність відмови). До вихідних даних також належить інформація про причини та наслідки відмов для системи в цілому. Вихідні дані методу FMECA містять результати ранжирування значущості відмов на основі оцінення ймовірності відмови системи, рівня ризику виникнення цього виду відмови або комбінації рівня ризику і «можливості виявлення» виду відмови.

Метод FMECA може бути корисний для отримання кількісних вихідних даних при використанні кількісних даних про інтенсивність відмов та їх наслідки.

Переваги та недоліки

Переваги методу FMEA/FMECA:

- метод застосовують до видів відмов, пов'язаних із помилками персоналу, порушенням працездатності обладнання та роботи систем програмного забезпечення і процесів;

– метод дозволяє ідентифікувати види відмов компонентів, причини цих відмов та їх наслідки для системи і подати їх у зручній для користувача формі;

– застосування методу допомагає уникнути дорогих модифікацій обладнання при технічному обслуговуванні за рахунок ідентифікації та усунення проблем на ранніх стадіях етапу проектування;

– метод дозволяє ідентифікувати види відмов в окремій точці і встановити вимоги до резервування та систем безпеки;

– метод дає можливість отримати вхідні дані для розробки програм моніторингу, надаючи інформацію про необхідні об'єкти моніторингу та їх особливості.

Недоліки методу:

– метод FMEA/FMECA може бути використаний тільки для ідентифікації окремих відмов, а не їх поєднання;

– без адекватного контролю і спеціальної спрямованості такі дослідження можуть бути трудомісткими і дорогими;

– застосування методу FMEA/FMECA може бути трудомістким і тривалим для складних багаторівневих систем.

Посилання на стандарти

МЕК 60812 Методи аналізу надійності систем. Метод аналізу видів і наслідків відмов (FMEA)